TU Delft

Delft University of Technology

Verkeer in Nederland 2017

Beemster, Fieke; Taale, Henk; Wilmink, Isabel

Publication date
2017

Document Version
Final published version

Citation (APA)
Beemster, F., Taale, H., & Wilmink, I. (2017). *Verkeer in Nederland 2017*. 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.

Verkeer in Nederland 2017





Inhoud.

Voorwoord **4**

1. De verkeersafwikkeling in Nederland **8**
1.1. Verkeersafwikkeling hoofdwegennet 9
1.2. Verkeersafwikkeling stedelijke wegennet 12
1.3. Verkeersveiligheid in cijfers 14
1.4. Luchtkwaliteit in cijfers 16
1.5. Samenvatting 17

2. De thema's van 2017 **22**
2.1. Alternatieve databronnen 23
2.2. De impact van automatisch rijden 32
2.3. Connected en coöperatief verkeersmanagement 38
2.4. Wegkantsystemen: bijna verleden tijd? 46
2.5. Stedelijk verkeersmanagement 48

Interview Serge Hoogendoorn **52**

3. Nieuwe ontwikkelingen in onderzoek **58**
3.1. Relevant promotieonderzoek 59
3.2. Producten van de Ronde Tafels 64
3.3. Evaluatie- en analysetools 66
3.4. Congressen en symposia 69

4. Pilots smart mobility en verkeersmanagement **74**
4.1. Programma Beter Benutten 75
4.2. Internationale corridorprojecten 79
4.3. Truck platooning en automatisch rijden 80
4.4. Pilots met floating car data 81

5. Programma's en samenwerkingsverbanden **88**

Over TrafficQuest 104
Colofon 105

Voorwoord.

Formeel gezien is het samenwerkingsverband TrafficQuest per 31 december 2016 beëindigd. Als Rijkswaterstaat, TNO en TU Delft werken we uiteraard nog samen, maar niet per se in een aparte organisatie. Maar beëindigd of niet, met elkaar vonden we het jaarbericht té belangrijk om niet uit te geven. Daarom presenteren we met ouderwetse TrafficQuest-trots een nieuwe editie van ons 'Verkeer in Nederland'. De vierde alweer!

Wat kunt u verwachten in deze 2017-uitgave? We starten gewoontegetrouw met het cijfermatig overzicht: hoofdstuk 1 geeft weer hoe het gesteld is met de verkeersafwikkeling, veiligheid en de luchtkwaliteit op onze wegennetten.

In hoofdstuk 2 bespreken we de wat ons betreft belangrijkste thema's van 2017. We zoomen in op alternatieve databronnen die in verkeersmanagement gebruikt (kunnen) worden. We vragen ons af hoe we de impact van automatisch rijden kunnen bepalen. We zetten de ontwikkelingen op een rij van het parallelle spoor van connected/coöperatief rijden. En we gaan in op dé vraag van het moment: wanneer kunnen we de wegkantsystemen vervangen door in-car systemen? Een laatste 'hot' thema dat we bespreken, is stedelijk verkeersmanagement. Daarover voelen we ook Serge Hoogendoorn, hoogleraar Smart Urban Mobility, aan de tand.

Uiteraard bieden we dit jaar weer een overzicht van relevante vakliteratuur en wetenschappelijke publicaties, in hoofdstuk 3. Daaronder een aantal interessante proefschriften die de breedte van het onderwerp verkeersmanagement goed uit laten komen. Gedrag bij evacuaties, beprijzen van personenvervoer, decentraal anticiperend regelen – het komt allemaal voorbij.

In het afgelopen jaar werd verder heel wat beproefd en getest, getuige de vele pilots. In hoofdstuk 4 kunt u lezen dat de proeven een hoog data-gehalte hebben: hoe kom je aan de data, hoe verwerk je ze tot informatie, waarschuwingen en adviezen, en hoe krijg je deze in het voertuig zodat de bestuurder (of het voertuig, op termijn!) er wat mee kan? Nederland laat nog steeds zien voorop te lopen met proeven op de openbare weg in alle denkbare soorten verkeer.

Waar we bij de pilots nog vooral naar Nederland kijken, hebben we in hoofdstuk 5, Programma's en samenwerkingsverbanden, meer de internationale bril opgezet. Niet onbelangrijk, want ons land is echt te klein om zomaar z'n eigen gang te gaan. Alle ontwikkelingen moeten in een internationaal perspectief worden geplaatst.

Enfin, het mag duidelijk zijn: er gebeurt zoveel in het vakgebied, dat enig overzicht bieden geen kwaad kan. We hebben weliswaar niet meer onze vaste TrafficQuest-woensdagochtenden met discussies over alle ontwikkelingen binnen verkeersmanagement, maar we blijven bespreken wat er speelt en wat dit betekent voor ons werkveld. Uiteindelijk leest u daar dan over in een (stiekem) nieuw rapport op de TrafficQuest-website – of in toch weer een nieuw jaarbericht.

Fieke Beemster, Henk Taale en Isabel Wilmink, *september 2017*




30-ZRS-3
60-ND-JT

De verkeersafwikkeling in Nederland.

Het keerpunt was 2014. Na jaren van teruglopende congestie namen de files in dat jaar weer toe. Deze ontwikkeling zette zich voort in 2015, in een opvallend rap tempo zelfs. En 2016? Wederom was er meer congestie, maar de filegroei vlakte iets af. Betekent dit dat de problemen tot staan zijn gebracht? In dit hoofdstuk laten we de cijfers voor zich spreken.

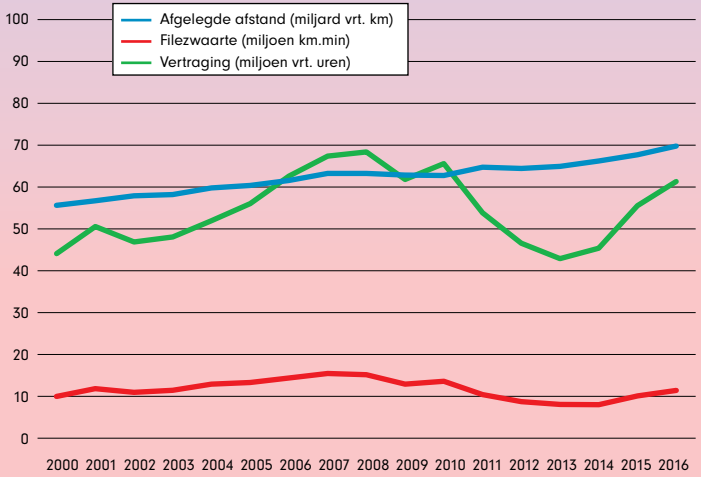
De omvang van het verkeer in Nederland blijft maar groeien. Ook in 2016 reed er weer meer verkeer op het rijkswegennet, een 'plus 3%' in vergelijking met 2015 [1]. De cijfers van de eerste vier maanden van 2017 laten zien dat de groei doorzet, maar dat hij in deze periode wel iets kleiner is [2].

In principe staat meer verkeer ook voor meer files. In 2016 is de omvang van de congestie inderdaad behoorlijk toegenomen, zij het minder dan vorig jaar: 13% meer files, tegenover een stijging van 27% in 2015. Begin 2017 laat hetzelfde beeld zien: minder groei in files dan 2016 en zelfs een voorzichtige stabilisatie [2]. Of daarmee de filegroei tot stilstand komt, zoals de ANWB meldt [3], valt nog te bezien. Feit is dat files nog steeds nadrukkelijk aanwezig zijn en dat er nog veel moet gebeuren om daar op een goede manier mee om te gaan.

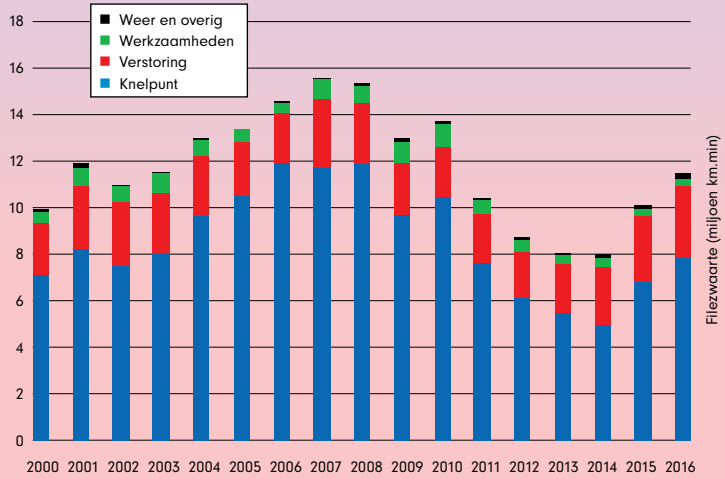
In dit hoofdstuk presenteren we alle relevante cijfers. Behalve die van de verkeersafwikkeling, geven we ook de cijfers van verkeersveiligheid en emissies. Het beeld is daar trouwens soortgelijk: er is nog véél werk te doen.

1.1. Verkeersafwikkeling hoofdwegennet

Zoals we hierboven al aangaven, was er in 2016 wederom meer verkeer op het Nederlandse hoofdwegennet met ook meer files als gevolg. Figuur 1 laat de relevante indicatoren van de afgelopen zeventien jaar zien: afgelegde kilometers, filezwaarte (aantal kilometers file x aantal minuten, een maat voor de omvang van de files) en vertraging (reistijdverlies). De afgelegde afstand kwam in 2016 op



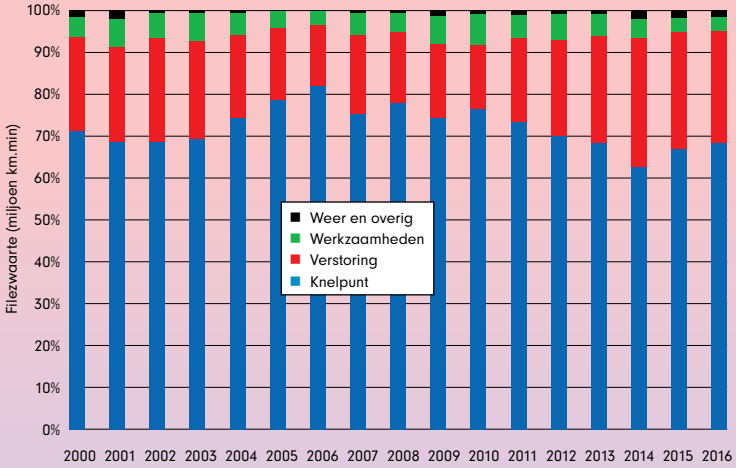
Figuur 1: Indicatoren hoofdwegennet (bron: Rijkswaterstaat).



Figuur 2: Filezwaarte naar oorzaak, absoluut (bron: Rijkswaterstaat).

een plus 3,1% in vergelijking met 2015 – een nog steeds gelijkmatige groei. Dat leidde tot 13% meer fileomvang en 10% meer vertraging.

In figuur 2 en 3 zijn de files opgesplitst naar oorzaak, met de absolute cijfers in figuur 2 en de relatieve cijfers (percentages) in figuur 3. De *knelpunten in de capaciteit* zijn nog altijd vertragingsfactor nummer één, goed voor 68% van de files. In vergelijking met 2015 is het aantal files in deze categorie met 15% toegenomen. De files door *verstoringen* groeiden met 10%, maar het relatieve aandeel nam iets af door de sterkere groei van de knelpuntfiles.
Het aandeel van de files met als oorzaak *werkzaamheden* is in 2016 juist iets afgenomen. In het totaalplaatje kwam dit type file onder de



Figuur 3: Filezwaarte naar oorzaak, relatief (bron: Rijkswaterstaat).



Figuur 4: Reistijdindex voor het hoofdwegennet (bron: Rijkswaterstaat en TrafficQuest).

3% uit. De files als gevolg van *weer en overig* zijn absoluut en relatief gezien iets toegenomen, maar hun aandeel in het geheel blijft vrij minimaal.

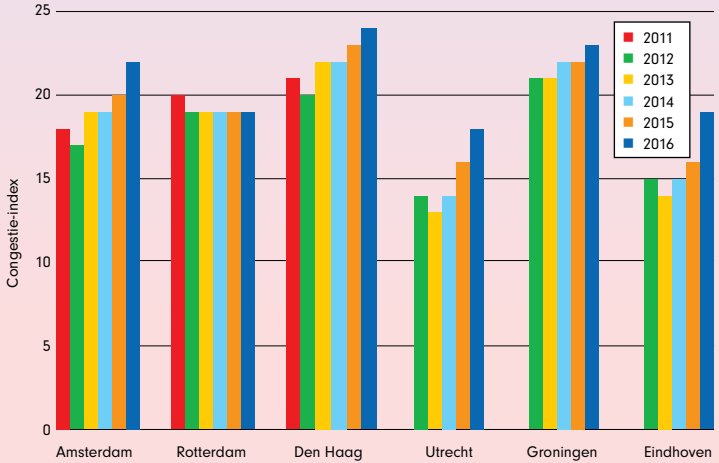
Meer verliestijd leidt vanzelf tot langere reistijden. TrafficQuest hanteert een reistijdindex die iets zegt over de gemiddelde extra reistijd in vergelijking met een rit zonder vertraging. Deze index is in 2016 gestegen tot 8,8, een toename van 0,6 punt ten opzichte van vorig jaar – zie ook figuur 4. Concreet houdt dit in dat een rit die in 2016 zonder ander verkeer een uur zou duren, nu 8,8% langer duurt, oftewel 65 minuten en 17 seconden.



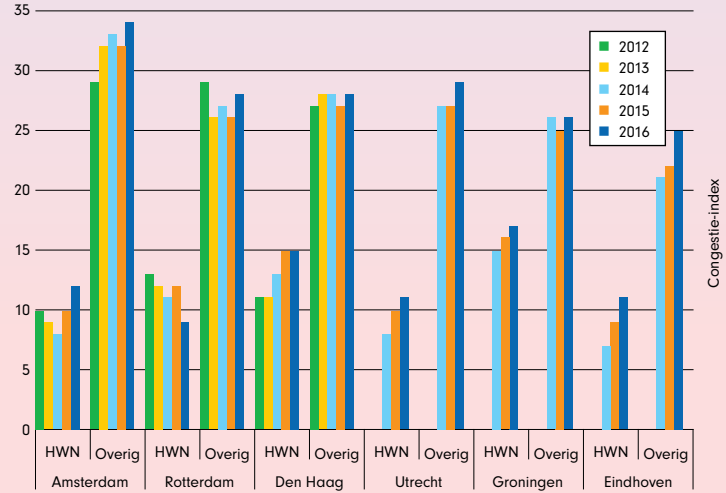
1.2. Verkeersafwikkeling stedelijke wegennet

Natuurlijk heeft een toename van de vertraging op het hoofdwegennet z'n weerslag op de andere wegennetten. De stedelijke netwerken laten dan ook een behoorlijke toename van de vertraging zien. Figuur 5 geeft de congestie-index van TomTom weer voor de wegen in en rond Amsterdam, Rotterdam, Den Haag, Utrecht, Groningen en Eindhoven [4].

Figuur 6 toont de situatie in dezelfde zes steden, maar nu met onderscheid naar type weg: hoofdwegen versus overige wegen. Vorig jaar konden we nog concluderen dat de toename van de congestie zich vooral manifesteerde op het hoofdwegennet, maar in 2016 was duidelijk ook het stedelijke wegennet aan de beurt.



Figuur 5: Congestie-indices voor stedelijke netwerken (bron: TomTom).



Figuur 6: Congestie-indices voor HWN en OWN van stedelijke netwerken (bron: TomTom).

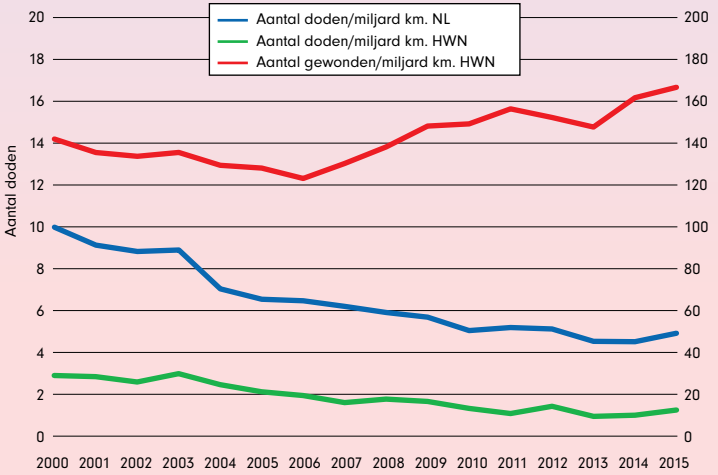
1.3. Verkeersveiligheid in cijfers

Het aantal verkeersdoden is in 2016 opnieuw toegenomen, zij het minder sterk dan het jaar ervoor. Er waren 629 slachtoffers te betreuren, 8 meer dan in 2015 [5]. Opvallend is de toename in de categorie bestelauto/vrachtwagen (+10). Ook onder de senioren van 80 jaar en ouder zijn fors meer slachtoffers gevallen (+16), veelal door een ongeval met de fiets of als voetganger [6]. Het aantal verkeersdoden op het hoofdwegennet lijkt wel (iets) lager te liggen dan vorig jaar [5]. Definitieve cijfers hierover worden in het najaar gepubliceerd [7].
De laatste cijfers van het aantal gewonden zijn van 2015. In dat jaar vielen er 21.300 gewonden, 3% meer dan in 2014.

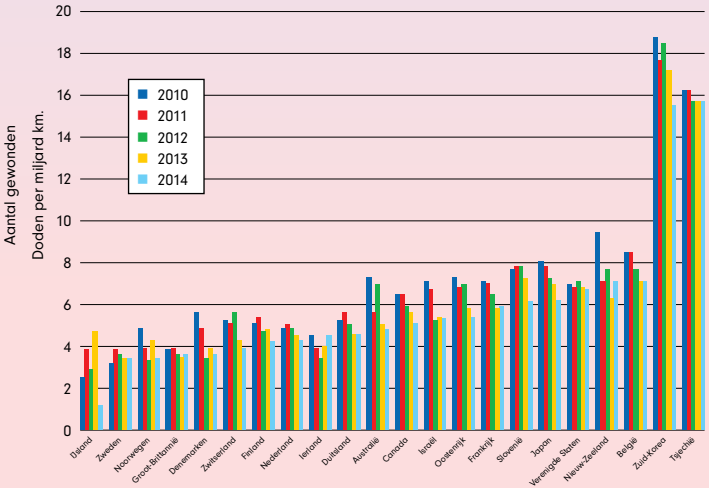
Een toename van het aantal verkeersdoden en gewonden dus, maar hoe zat dat met de relatieve getallen? Want ook het verkeer is toegenomen. Figuur 7 geeft deze relatieve aantallen weer, namelijk het aantal verkeersdoden en gewonden per miljard gereden voertuigkilometers. Voor 2016 zijn nog geen cijfers bekend, maar er is geen reden om aan te nemen dat deze beter zullen zijn: het verkeer neemt alleen maar toe. Merk ook op dat het relatieve aantal gewonden, de rode lijn in de figuur, al sinds 2006 stijgend is. Verkeersveiligheid blijft daarom voorlopig een onderwerp dat een plek hoog op de agenda verdient.

Wat betekenen deze cijfers in een internationale context? Qua verkeersveiligheid doet Nederland het nog steeds niet slecht, maar we behoren ook niet meer tot de meest verkeersveilige landen. Volgens de cijfers van de IRTAD betreffende 2014 staat Nederland inmiddels op een zevende plek als het gaat om het aantal verkeersdoden per honderdduizend inwoners [8] – terwijl dat het jaar ervoor nog de derde plek was. Kijken we naar het aantal verkeersdoden per miljard gereden kilometers, dan staat Nederland op een achtste plaats, tegenover de zevende plaats het jaar ervoor (2013). Zie figuur 8 voor een vergelijking met andere landen. Nederland is op dit vlak wel veiliger geworden dan het jaar daarvoor, maar dat geldt ook voor andere landen (Finland bijvoorbeeld).





Figuur 7: Ontwikkeling relatieve aantal verkeersdoden en gewonden (bron: RWS en CBS).



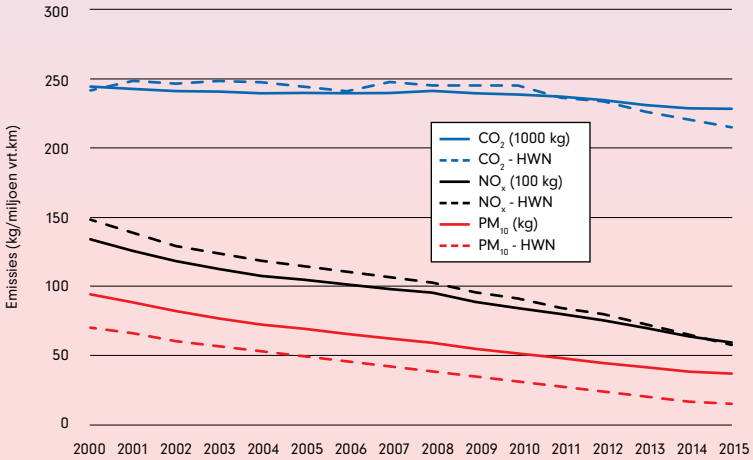
Figuur 8: Internationale vergelijking verkeersdoden per miljard kilometers (bron: IRTAD).

1.4. Luchtkwaliteit in cijfers

De ontwikkelingen in emissies wijken niet af van die van voorgaande jaren [9]. Zoals te zien is in figuur 9 zet de dalende trend zich nog steeds voort.

De totale uitstoot wegverkeer van NO_x daalde in 2015 met 7% ten opzichte van 2014. Op het hoofdwegennet was deze daling nog iets groter, namelijk 8%. De daling van PM_{10} gaat gestaag door met 4% totaal en 7% voor het hoofdwegennet, maar die daling is wel minder scherp dan vorig jaar.

De daling voor CO_2 was absoluut gezien niet zo groot, minder dan 1% voor het hele wegennet en nog minder voor het hoofdwegennet. De uitstoot per gereden kilometer is harder gedaald, want die daalde voor het hoofdwegennet met 2,5%. Dat de dalende trends wat minder zijn, heeft dus alles te maken met de groei van het aantal voertuigkilometers.



Figuur 9: Ontwikkeling van emissies (bron: CBS).

1.5. Samenvatting

Het jaar 2016 laat grosso modo dezelfde ontwikkelingen zien als 2015. De files nemen toe en het aantal verkeersdoden en -gewonden stijgt opnieuw. De emissies zijn een positieve uitzondering: deze dalen langzaam maar gestaag.

De toegenomen congestie lijkt vooral te wijten aan de toegenomen hoeveelheid verkeer, waardoor bestaande knelpunten zwaarder worden belast en er zelfs nieuwe knelpunten ontstaan. Het aantal files door verstoringen is iets toegenomen, maar minder dan vorig jaar. Het aantal files door wegwerkzaamheden is juist afgenomen.

Hoe het kabinet de toenemende congestie aan moet pakken, wordt overigens nog een interessante uitdaging. De bereikbaarheid verbeteren door meer asfalt neer te leggen, is namelijk minder nodig. Althans, de onzekerheid dat het nodig is, wordt groter. Zo maken ontwikkelingen als *peak car*'(van autobezit naar autogebruik), betere ICT, toenemende flexibiliteit in werktijden en zelfrijdende voertuigen, dat het rendement van investeringen in de infrastructuur na 2030 onzekerder wordt [10]. Reden genoeg om voor de nieuwe kabinetsperiode goed na te denken over prioriteiten in het mobiliteitsbeleid.

Belangrijkste constateringen

- De filedruk neemt nog altijd toe, maar de stijging in 2016 is kleiner dan het jaar ervoor (13%).
- Bij de oorzaken van congestie is de toename vooral te wijten aan reguliere knelpunten.
- De verkeersveiligheid is net als vorig jaar afgenomen. Na de lange periode van toenemende verkeersveiligheid is dit verontrustend.
- De emissies vertonen een gestage, dalende trend.


Dordrecht
Breda
A16
A16
Gorinchem
Nijmegen
A15
TN-GX-32

Referenties

[1] **Rijkswaterstaat**, *Publieksrapportage Rijkswegennet - Jaaroverzicht 2016 en 3e periode 2016, 1 september – 31 december*. Januari 2017.

[2] **Rijkswaterstaat,** *Publieksrapportage Rijkswegennet - 1e periode 2017, 1 januari – 30 april*. Mei 2017.

[3] **ANWB**, *Filegroei komt tot stilstand*. Nieuwsbericht, 1 juli 2017. Zie www.anwb.nl/verkeer/nieuws/nederland/2017/juni/filegroei-komt-tot-stilstand, geraadpleegd op 17 juli 2017.

[4] **TomTom**, www.tomtom.com/en_gb/trafficindex, geraadpleegd op 17 juli 2017.

[5] **SWOV**, *Factsheet Verkeersdoden in Nederland*, www.swov.nl/feiten-cijfers/factsheet/verkeersdoden-nederland, geraadpleegd op 17 juli 2017.

[6] **CBS**, *Overledenen; doden door verkeersongeval in Nederland, wijze van deelname.* Statline, geraadpleegd op 17 juli 2017.

[7] **Ministerie van Infrastructuur en Milieu**, *Nieuwe aanpak informatievoorziening verkeersongevallen*. Kamerbrief IenM/BSK-2016/173383, 19 september 2016.

[8] **IRTAD,** *Road Safety Annual Report 2016*. OECD, International Traffic Safety Data and Analysis Group, 2016.

[9] **CBS**, *Emissies naar lucht op Nederlands grondgebied; wegverkeer*. Statline, geraadpleegd op 17 juli 2017.

[10] **Van Wee, Bert**, *Peak car: een game changer?* Blog voor Verkeersnet, 6 juli 2017, www.verkeersnet.nl/23560/peak-car-game-changer, geraadpleegd op 18 juli 2017.




2

De thema's van 2017.

Het vakgebied mobiliteit is, letterlijk en figuurlijk, behoorlijk in beweging. De thema's van dit jaar betreffen dan ook vooral transities en innovaties. Het gebruik van oude databronnen versus nieuwe, het al dan niet uitfaseren van wegkantsystemen ten gunste van in-car systemen, mogelijke veranderingen als gevolg van automatisch rijden, connected en coöperatieve systemen, stedelijk verkeersmanagement – we hebben het er maar druk mee in 2017.

2.1. Alternatieve databronnen

De data die nog altijd de basis van ons verkeersmanagement vormen, zijn lusdata. Alternatieve databronnen zijn er inmiddels in overvloed, zoals *floating car data*. Die hebben ook al wel een plek veroverd in de verkeerscentrales, maar dan vooral voor monitoringdoeleinden. Voor de *aansturing* van verkeersmanagement wordt deze alternatieve databron nog nauwelijks gebruikt.

De kans is echter groot dat dit de komende jaren zal veranderen. Het gebruik van alternatieve databronnen resulteert mogelijk in betere (actuelere, nauwkeurigere, betrouwbaardere) informatie om maatregelen op te baseren. Ook kan het inwinnen van data er weleens fors goedkoper op worden. En dan is er nog de verwachting dat de alternatieve databronnen nieuwe informatie opleveren, zoals het verplaatsingsgedrag van reizigers, inclusief herkomsten en bestemmingen.

In ons recente rapport ‘Alternatieve databronnen voor verkeersmanagement’ hebben we de mogelijkheden van alternatieve bronnen verkend, waarbij we ons vooral op de kansrijke *floating car data* hebben geconcentreerd [1]. In het onderstaande beschrijven we kort enkele van onze bevindingen.

Welke data zijn nodig voor verkeersmanagement?

De belangrijkste verkeerskundige grootheden voor verkeersmanagement zijn intensiteiten, snelheden, reistijden, herkomst-bestemmingsmatrices en routes. Momenteel winnen we deze in met wegkantgebonden systemen: vooral met de bekende lussen, maar ook met kentekenherkenningscamera's, radardetectoren en bluetooth-systemen. Niet-wegkantgebonden *floating car data*, FCD,[1] kunnen deze verkeerskundige grootheden echter ook leveren – of op z'n minst een deel ervan. Gemiddelde snelheden zijn meestal prima te meten en aan een wegenkaart te koppelen, evenals reistijden, herkomst-bestemmingsmatrices (HB-matrices) en routes. Alleen het schatten van intensiteiten met behulp van FCD is nog lastig, door de lage penetratiegraad van in-car systemen.

Pilots in Nederland

Dat biedt interessante toepassingsmogelijkheden voor operationeel verkeersmanagement. In de wetenschappelijke literatuur is daar nog weinig over te vinden – de beschikbare onderzoeken betreffen vooral de kwaliteit ervan en het gebruik van FCD voor *monitoringdoeleinden* – maar er lopen wel verschillende interessante projecten die het FCD-potentieel voor operationeel verkeersmanagement verkennen. Nederland loopt in dit opzicht voorop.

In het onderstaande bespreken we een aantal van die projecten. We richten ons daarbij op de verkeersmanagementfuncties die we het meest kansrijk achten voor FCD.[2]

- **Filestaartbeveiliging**

Voor filestaartbeveiliging is informatie over snelheden nodig, dus zijn FCD in principe een geschikte databron. Die heeft ook als voordeel dat het toepassingsgebied enorm wordt vergroot, omdat de filestaartbeveiliging niet meer afhankelijk is van vaste (lus)systemen, zoals nu.

Omdat deze toepassing een veiligheidssysteem betreft, is er wel eerst grondig onderzoek nodig naar de geschiktheid van FCD. Zie verder hoofdstuk 4 voor een aantal lopende en geplande studies hieromtrent.

[1] FCD zijn data afkomstig van (met gps uitgeruste) voertuig- en/of persoonsgebonden systemen die meereizen met het voertuig en/of de reiziger, zoals (ingebouwde) navigatiesystemen, trackingsystemen en smartphones. Een betere omschrijving zou dan ook floating vehicle data, floating device data of floating person data zijn. Maar omdat floating car data al zo is ingeburgerd, gebruiken we de term hier ook.

[2] Voor andere relevante onderzoeken verwijzen we naar voorgaande jaarberichten 'Verkeer in Nederland'. Daarin bespraken we onder meer de NDW-pilot Datafusie (jaarbericht 2015), Google-verkeersdata (jaarbericht 2016), de Praktijkproef Amsterdam (jaarbericht 2015-16) en het promotieonderzoek van Gerdien Klunder (jaarbericht 2014-2015-2016).

Kenmerken van floating car data



De mogelijkheden die FCD bieden zijn groot, dat lijdt geen twijfel. Maar het is wel belangrijk deze databron in het juiste perspectief te bezien. Welke kanttekeningen kunnen we bij FCD plaatsen?

Een aandachtspunt is de frequentie waarmee de 'floating devices' hun positie doorgeven. Er is geen voorgeschreven frequentie, waardoor de kwaliteit van de plaatsbepaling per aanbieder of systeem kan verschillen. Is die frequentie laag, dan is het lastig om snelheden nauwkeurig te bepalen. Bij hoge frequenties is dat geen probleem, maar dan is het batterijverbruik weer hoog. Vooral bij smartphones is dat een bekend probleem. Er moet altijd een afweging worden gemaakt tussen batterijgebruik en nauwkeurigheid.

FCD kunnen HB-matrices en routes leveren, maar bedenk wel dat die lang niet voor alle reizigers beschikbaar zijn. Ook is er de uitdaging van privacywaarborging.

Een ander aandachtspunt is dat vanwege de lage penetratiegraad FCD minder geschikt zijn om intensiteiten te schatten. Aanvullende (wegkant)data blijven dan ook nodig om deze essentiële verkeerskundige grootheid te kunnen bepalen.

Een belangrijk pre van de FCD-bron is juist dat we niet afhankelijk zijn van waar de geschikte infrastructuur en wegkantsystemen liggen – de data zijn in principe van elke weg beschikbaar. Dat vergroot ons verkeersblikveld enorm. Terwijl er in Nederland zo'n 8.000 kilometer aan wegen bemeten wordt met wegkantgebonden systemen als lussen, zouden FCD informatie over 60.000 (!) kilometer aan wegen bieden [2].
De data zijn inmiddels ook goed beschikbaar, in ieder geval voor partners van NDW: in maart 2017 startte NDW namelijk met de landelijke levering van FCD.

- **Alternatieve routes en reistijden**

In opdracht van de provincie Zuid-Holland heeft NDW de reistijden van vier FCD-leveranciers onderzocht [3]. De provincie gebruikte kentekencamera's en bluetooth-meetsystemen om reistijden in te winnen, maar de robuustheid daarvan was niet ideaal en er was ook niet altijd voldoende verkeer om tot betrouwbare metingen te komen.

In de pilot is daarom gekeken naar de mogelijkheden van FCD. De met FCD bepaalde reistijden zijn vergeleken met de reistijden van NDW-wegkantsystemen. De NDW-data zijn dus als 'ground truth' beschouwd, al is er in de analyse wel rekening mee gehouden dat de reistijden van de NDW-wegkantsystemen ook niet de absolute waarheid zijn.
De resultaten van de pilot toonden aan dat de kwaliteit van de vier onderzochte leveranciers voldoende is voor toepassingen op DRIP's (type: 'Route A: 12 + 9 minuten, Route B: 14 + 2 minuten'). De provincie heeft daarom in het najaar van 2016 een uitvraag geformuleerd voor de levering van reistijden op basis van FCD. Be-Mobile heeft deze aanbesteding gewonnen en levert sinds begin 2017 de reistijden voor de provincie.

De pilot heeft overigens ook waardevolle inzichten opgeleverd met betrekking tot de kwaliteitscriteria van FCD-reistijden. Zo bleek het het beste om meerdere kwaliteitsmaten te hanteren, te weten tijdigheid, signalering, nauwkeurigheid en beschikbaarheid.

- **Verkeer homogeniseren**

Om het verkeer te homogeniseren (= grote snelheidsverschillen te voorkomen) geven wegbeheerders een snelheidsadvies aan weggebruikers, op matrixborden of in het voertuig. In-car adviezen hebben trouwens de voorkeur, omdat dan een hogere 'resolutie' mogelijk is in tijd en in ruimte. Om voor dit homogeniseren de juiste strategie te bepalen is informatie over snelheden nodig – en dus zijn er kansen voor FCD.

Op de A58 tussen Eindhoven en Tilburg zijn in 2016 praktijkproeven gehouden voor Spookfiles A58. In dit project hebben zo'n 30 publieke en private partijen gewerkt aan een coöperatief voertuig-wegkantsysteem, coöperatieve on-board units en 'spookfilediensten'. Honderden geselecteerde proefpersonen hebben deze diensten getest op de A58 Eindhoven-Tilburg.

De werking van het systeem is als volgt. Op basis van verschillende databronnen – data van lussen en verkeerssystemen, gecombineerd met FCD – wordt een verkeersbeeld gegenereerd. Uit dit beeld destilleert de serviceprovider de filegolven. Informatie hierover wordt via 3/4G en wifi-p[3] verspreid. In deze berichten worden de locatie van de filegolf, de snelheid en de lengte gedeeld. De smartphones (voor 3/4G) of on-board units (wifi-p)van de proefpersonen pikken alle berichten uit de ether en filteren wat relevant is. De informatie over

[3] Een beveiligde wifi-verbinding, volgens de ITS-standaarden van ETSI, de European Telecommunications Standards Institute.

congestie gaat naar de applicatie, die op basis daarvan een passend snelheidsadvies bepaalt, rekening houdend met de snelheid van het voertuig en de locatie ten opzichte van de file. Doel is de voertuigen zo soepel mogelijk in de file te laten rijden, zodat bruusk remmen wordt voorkomen en de filegolf langzaamaan afneemt of zelfs oplost. Als de gebruiker in de 'kop' van een filegolf komt, krijgt hij ook een seintje: door tijdig harder te rijden dragen ze eveneens bij aan het oplossen van een filegolf.

Merk op dat in de proeven getest is met zowel 3/4G (lange afstand) als wifi-p (korte afstand). Voor wifi-p moest het proeftraject voorzien worden van wifi-p wegkantstations, maar die oplossing heeft wel als voordeel dat de informatie snel wordt ververst, elke seconde. Bij het gebruik van 3/4G wordt het verkeersbeeld per 30 seconden ververst, wat traag is voor de dynamiek van een filegolf [4].

Volgens de eindrapportage van de proef werkt het opgeleverde systeem en heeft het de potentie om spookfiles terug te dringen [5]. Als er op een traject veel weggebruikers zijn die in-car snelheidsadviezen ontvangen, rijden zij inderdaad rustiger op de file af. Een derde tot meer dan de helft volgde het snelheidsadvies op, afhankelijk van het type advies (langzamer rijden, sneller rijden) en de dienst. Ook op mesoniveau zijn er kleine effecten gemeten: het opvolggedrag van de deelnemers beïnvloedt aantoonbaar het gedrag van medeweggebruikers. Het Spookfiles A58-systeem is volgens het rapport bovendien opschaalbaar, continueerbaar, overdraagbaar en 'privacybestendig' gebleken.



• **Verkeer bufferen, doseren en beter laten stromen**

FCD-snelheden kunnen ook worden gebruikt om te bepalen of verkeer richting een hoofdweg moet worden gebufferd of gedoseerd. Op basis van de snelheid op de hoofdweg beslist de wegbeheerder dan op welke momenten de instroom vanuit de toeleidende wegen moet worden 'geknepen' met TDI's en VRI's om zo een betere doorstroming op de hoofdweg te bereiken.

Bij het bufferen en doseren is het echter ook belangrijk om op tijd te *stoppen*, om ervoor te zorgen dat de doorstromingswinst op de hoofdroute niet wordt tenietgedaan door extra vertraging (door bijvoorbeeld terugslag) op de toeleidende wegen. FCD zouden hier dan gebruikt kunnen worden om wachtrijen te schatten. Is dat mogelijk? Klunder et al. hebben in 2016 onderzoek gedaan naar specifiek deze toepassing, waarbij zij zich hebben geconcentreerd op de nauwkeurigheid van de wachtrijlengteschatting met behulp van FCD [6]. Er is gekeken naar alleen FCD en naar de combinatie van lussen en FCD. De onderzoekers concludeerden dat een goede schatting van de wachtrijlengte mogelijk is vanaf 20% penetratie van FCD; de combinatie lussen met FCD is mogelijk bij 10% penetratie van FCD. Dezelfde manier van wachtrijlengteschatting zou ook bij VRI's kunnen worden toegepast.

Onderzoek naar meer inwinmethoden

Hoewel de FCD-bron momenteel met afstand het belangrijkste alternatief is voor de traditionele lussen, bluetooth-systemen en kentekenherkenningscamera's, is ze niet het enige alternatief.

Zo onderzoekt Rijkswaterstaat of de *gebruiksdata van het 4G LTE-netwerk* geschikt zijn om verkeersdata te genereren. Met behulp van driehoeksmetingen kun je van telefoons die aan staan en communiceren met antennes namelijk de locatie bepalen. Ten opzichte van gewone FCD heeft telefonie het voordeel van een veel hogere penetratiegraad: je hoeft niet je GPS in te schakelen (zoals bij FCD), maar het volstaat om je telefoon aan te hebben. Voor een specifieke provider kom je dan al snel op 25-30% penetratie, wat deze bron interessant maakt voor het schatten van intensiteiten. Een nadeel is echter dat de locatiebepaling bij telefonie technisch lastig is. De meetfout in locatiebepaling met antennes is dan ook veel groter dan bij FCD op basis van GPS.
Doel van het onderzoek is te bepalen in hoeverre de 4G LTE-aanpak haalbaar is.

Een heel bijzonder alternatief is data-inwinning met behulp van *glasvezelkabels*. Rijkswaterstaat heeft langs al haar wegen glasvezelkabels liggen, bedoeld om de verkeersinstallaties op het netwerk van de verkeerscentrale aan te sluiten. Lege aders in die kabels kunnen worden gebruikt om 'test-lichtstralen' uit te zenden en weer op te vangen. Trillingen in de bodem veroorzaken verstoringen (ruis) in een lichtstraal, die worden vertaald naar voertuigen op de weg. Een userinterface rekent vervolgens gemiddelde snelheden uit per 50 meter-segment op de weg.
De eerste resultaten lijken veelbelovend, maar meer tests zijn nodig om de betrouwbaarheid te onderzoeken.

Rijkswaterstaat en NDW organiseren met de provincies Groningen, Noord-Holland en Overijssel een praktijkproef met CAN-data: data van sensoren in voertuigen die langs de Controller Area Network-bus lopen. Met behulp van een CAN-lezer in de voertuigen wordt zo (sensor-) data verkregen over stuurbewegingen, gas geven, remmen, het gebruik van de ABS, van koplampen, ruitenwissers enzovoort. In combinatie met de positiegegevens van het voertuig kan zo heel precieze informatie worden verkregen over de verkeers- en weerssituatie ter plaatse.

In het project Probe Vehicle Data ten slotte worden mobiele en vaste bakens langs de weg gebruikt om informatie uit voertuigen te verzamelen. In de proef worden geanonimiseerde sensordata uit passerende voertuigen, zoals snelheid en positie, verzameld ten behoeve van verkeersmanagement en via wifi-p verstuurd. Het voordeel van deze wifi-p-aanpak is dat in vergelijking met FCD de vertraging tussen het verzenden en ontvangen van de data veel kleiner is. In een test op de A58 is de probe vehicle data (PVD) vergeleken met FCD en lusdata, en hieruit bleek dat je met de PVD goed de snelheden, de verstoringen in het verkeer en het begin en einde van files kan detecteren.
Aangezien er nog bijna geen voertuigen zijn die PVD verzenden, is het voorlopig echter zinvoller om voor verkeersmanagementtoepassingen te kijken naar FCD, omdat er dan van meer voertuigen gegevens beschikbaar zijn.

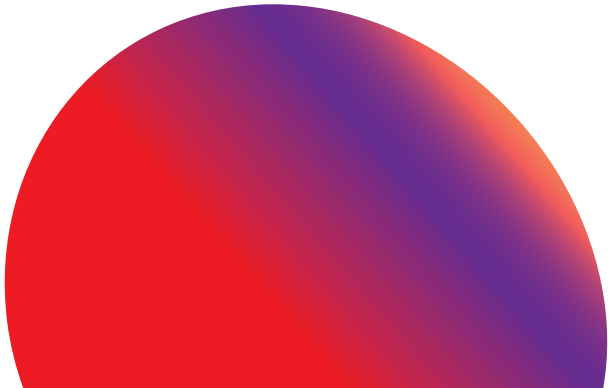


Tot slot

Er zijn alternatieve databronnen beschikbaar voor verkeersmanagement en dit worden er in de toekomst alleen nog maar meer. Op dit moment zijn eigenlijk alleen FCD echt interessant als alternatieve databron: data afkomstig van andere alternatieve bronnen blijken (nog) nauwelijks een rol te spelen in verkeersmanagement.

Voor toepassingen waarvoor alleen reistijden en/of snelheden nodig zijn, lijkt het haalbaar om in de toekomst data-inwinning op basis van alleen FCD te gebruiken – *zonder* gebruik van lusdata. De inzet van alternatieve databronnen voor operationeel verkeersmanagement is echter niet triviaal. Er is al behoorlijk wat onderzocht en getest, maar er is nog veel praktijkonderzoek en theoretisch onderzoek nodig in de komende jaren naar de meest effectieve algoritmen (voor data-analyse en beslissingsondersteuning) en naar manieren om data met zo min mogelijk vertraging beschikbaar te stellen.

Voor toepassingen waarvoor ook de indicator intensiteit nodig is, bijvoorbeeld om de restcapaciteit te bepalen, is het moeilijker te werken op basis van FCD. Daar ligt een combinatie van gebruik van wegkantsensoren en FCD voor de hand. Voor rustigere wegen volstaat wellicht het gebruik van historische gegevens over reistijden of snelheden (FCD dan wel wegkant). Overigens zullen we op die rustige wegen niet snel lokale verkeersmanagementmaatregelen inzetten. Hooguit zullen we intensiteitsgegevens willen inwinnen om bijvoorbeeld luchtkwaliteit of geluidshinder te bepalen. Het is dus zaak vast te stellen waar in het netwerk data van wegkantsensoren nodig zijn, en waar FCD alleen voldoende zijn om een beeld van de verkeerssituatie te krijgen en maatregelen te kunnen inzetten. Hierbij moet ook rekening worden gehouden met de veiligheid en met hetfeit dat wegkantsensoren mogelijk voor andere toepassingen nodig zijn. Bij de afweging spelen uiteraard ook de kosten van het gebruik van wegkantsystemen dan wel FCD een belangrijke rol.




A27 tot
Eemnes
7 min
(400m) Afrit 32
Bilthoven
Maartensdijk
(N234)
M
UIT

2.2. De impact van automatisch rijden

De toekomst van automatisch rijden kent vele gezichten: er worden automatische voertuigen in allerlei vormen en van diverse 'niveaus' verwacht. Auto's met functies van automatiseringsniveau 2 zijn inmiddels te koop. Met hogere niveaus (tot niveau 4) wordt nog geëxperimenteerd [7].

De grote vraag is wat al die automatische voertuigen voor impact zullen hebben op ons verkeerssysteem. Denk aan de transitieperiode die we hoe dan ook door moeten – de situatie van gemengd verkeer met zowel automatische voertuigen als conventionele voertuigen. Wat doet dat met de verkeersafwikkeling? De potentiële effecten zijn zo groot, dat er ook (potentiële) impact is op investeringsbeslissingen. Zijn die extra rijstroken nog wel nodig, of neemt de capaciteit op korte termijn al enorm toe? Wordt die krappe bocht minder gevaarlijk als het automatische voertuig de besturing overneemt? Het is belangrijk om voor de komende decennia enig zicht te krijgen op de impact.

Er zijn verschillende publicaties die op deze vraagstukken ingaan. Zo is er de 'Trilateral Impact Assessment Framework for Automation in Road Transportation', samengesteld door een werkgroep met vertegenwoordigers van de VS, de EU en Japan [8]. TrafficQuest heeft een bijdrage aan dit rapport geleverd. We brachten ook twee memo's uit, in vervolg op een eerder memo over kennishiaten. Het eerste memo bespreekt de uitdagingen die automatisch rijden met zich meebrengt voor wegbeheerder en beleidsmakers [9]. Het tweede memo gaat in op de vraag hoe we effecten van gemengd verkeer kunnen beschrijven en kwantificeren [10].

Mogelijke impacts

Als er de komende decennia steeds meer automatische voertuigen op de weg komen terwijl er ook nog manueel bestuurde voertuigen rondrijden, zal dat tot verschillende nieuwe uitdagingen leiden. Wat de wegbeheerders en beleidsmakers betreft kunnen we deze onderverdelen in vijf categorieën:

- Fysieke infrastructuur
- Digitale infrastructuur
- Wet- en regelgeving
- Verkeersmanagementstrategieën
- Voertuigkenmerken

Op veel vlakken zijn er vooral nog vragen – de winst zit er dan in dat we het in ieder geval eens zijn over de vragen en over de prioriteit ervan. Op sommige vragen zijn al (voorlopige) antwoorden geformuleerd. We geven per categorie een kort overzicht van de uitdagingen.

- **Fysieke infrastructuur**

Welke aanpassingen aan het wegontwerp kunnen er worden gedaan? En wanneer – bij welke penetratiegraad van voertuigen met minstens een bepaald automatiseringsniveau – zijn die mogelijk? Het

rapport ‘Zelfrijdende auto’s – Verkenning van implicaties op het ontwerp van wegen’ gaat hierop in [11]. Duidelijk is dat tot het moment dat de voertuigen állemaal zelf het werk doen, er nog weinig veranderd kan worden aan het ontwerp van wegen die voor gemengd verkeer bedoeld zijn. Wel kunnen we op niet al te lange termijn een paar specifieke (weg)voorzieningen treffen: als de penetratiegraad hoog genoeg is, kan het bijvoorbeeld lonend zijn om rijstroken voor automatische voertuigen te reserveren.
Welke eisen stellen automatische voertuigen aan de fysieke infrastructuur, aan bijvoorbeeld de markeringen, bebording en kwaliteit van de verharding? Dit hangt samen met het *operational design domain*: “the specific conditions under which a given driving automation system or feature thereof is designed to function, including, but not limited to, driving modes” [7]. Wat wordt er aan de voertuigkant geregeld? Waar zouden automatische voertuigen nu al goed uit de voeten kunnen?
Automatische voertuigen rijden koersvaster en dichter op elkaar. Dit kan invloed hebben op de staat van de infrastructuur. Misschien is er vaker onderhoud nodig, bijvoorbeeld door spoorvorming of vermoeiing van bruggen en viaducten.

- **Digitale infrastructuur**

De digitale infrastructuur levert in de toekomst veel meer informatie aan voertuigen dan nu. Maar wat betekent dat voor die infrastructuur? Welke eisen stellen we eraan?
Dedicated short range communication als wifi-p zou op sommige wegvakken nodig of zinvol kunnen zijn, afhankelijk van de mate en vorm van communicatie tussen voertuigen onderling en tussen voertuigen en de infrastructuur. Waar zou die wifi-p-infrastructuur dan geplaatst moeten worden?
Automatische voertuigen leunen zwaar op digitale kaarten van hoge kwaliteit. Kunnen de voertuigen altijd en overal precies bepalen waar ze zijn, en zo niet, hoe kan dat opgevangen worden?

- **Wet- en regelgeving**

De huidige wet- en regelgeving is gemaakt met conventionele voertuigen in gedachten. Hoewel er in de wetgeving al wel voorzien is in mogelijkheden voor het testen van automatische voertuigen, zullen er nog veel aanpassingen nodig zijn. Er zal bijvoorbeeld bepaald moeten worden tot welke wegen de verschillende voertuigcategorieën toegang krijgen. Denk ook aan aangepaste nieuwe verkeersregels voor gemengd-verkeersituaties, als automatische voertuigen samen met conventionele voertuigen (én voetgangers en fietsers!) deelnemen aan het verkeer. Veiligheid is dan essentieel, maar ook de efficiëntie verdient aandacht. Is er wet- en regelgeving die het moeilijk maakt voor automatische voertuigen om in druk verkeer vooruit te komen? En wat als bestuurders van conventionele voertuigen niet geheel volgens de regelgeving rijden? Een voorbeeld is het invoegen op de snelweg, waar een bestuurder eigenlijk aan het begin van de invoegstrook moet wachten tot er een geschikt hiaat komt – maar in de praktijk doet niemand dat. Hoe daarmee om te gaan?
Moeten automatische voertuigen ook zo geprogrammeerd worden dat ze die specifieke regel negeren? Of kan de regelgeving beter herzien worden?

Ook aansprakelijkheid is een belangrijk onderwerp. Eén vraag is wat precies de verantwoordelijkheden van de wegbeheerders zijn. Naar welke situaties moeten we dan kijken? Waar houdt de verantwoordelijkheid van de wegbeheerder op en wiens verantwoordelijkheid wordt het dan?

- **Verkeersmanagementstrategieën**

Net als de wet- en regelgeving zijn onze verkeersmanagementstrategieën bedacht met de huidige, conventionele voertuigen in gedachten. Maar zullen deze strategieën in de toekomst effectief zijn? Of kunnen we ze beter aanpassen, meer gericht op de eigenschappen van automatische voertuigen? Zijn ze op meer wegvakken nodig, of juist minder? Moeten bestuurders opgeleid worden om met gemengd verkeer om te kunnen gaan? Wat is de toegevoegde waarde van connectiviteit en coöperatie? Hoe ondersteunen we bestuurders op de wegvakken waar de automatische modus aan- of uitgeschakeld wordt?
Als we ervan uit kunnen gaan dat automatische voertuigen adviezen en aanwijzingen goed opvolgen, welke mogelijkheden biedt dit dan om verkeer beter over het netwerk of over rijstroken te verdelen, of om de benodigde hiaten te creëren? Zal de wegbeheerder een andere rol gaan spelen dan nu?

- **Voertuigkenmerken**

Er moet nog veel duidelijk worden over wat automatische voertuigen wel en niet kunnen. Dit kan verschillend zijn per merk en type voertuig. Het is ook belangrijk inzicht te krijgen in welke storingen kunnen optreden en hoe de voertuigen daarmee omgaan. Wat zijn hun terugvalopties? Zetten ze zichzelf dan langs de kant van de weg? Wat als er geen vluchtstrook of berm is? Zijn dit soort storingen frequent of heel zeldzaam? Moeten er speciale voorzieningen voor worden getroffen?
Verder is nog onduidelijk in welke mate automatische voertuigen om kunnen gaan met niet-reguliere omstandigheden, zoals slecht weer of obstakels op de weg (brokstukken, afgevallen ladingen, personen enzovoort). Voor welke omstandigheden kunnen programmeurs van automatische voertuigen geen oplossing bieden en zullen wegbeheerders maatregelen moeten treffen? Kunnen wegbeheerders dit soort situaties wel snel genoeg detecteren en doorgeven?

Het beschrijven van de mogelijke effecten

Er worden op allerlei plekken in de wereld automatische voertuigen getest, in simulatieomgevingen, op testtracks en op de weg. Daarbij worden vaak ook de ‘effecten’ geëvalueerd. Maar over welke effecten hebben we het dan eigenlijk?

We kunnen een onderscheid maken tussen directe en indirecte effecten. Directe effecten zijn de effecten die je op de weg kunt waarnemen, dus kunt meten in een veldtest, en daarna kunt opschalen naar het regionale of nationale niveau. Die directe effecten kunnen weer leiden tot indirecte effecten, die meestal pas op de wat langere termijn zichtbaar worden. Zie tabel 1 voor enkele voorbeelden.



Directe effecten	Indirecte effecten
Reactie van bestuurders en andere weggebruikers op automatisering: Gebruik functies, alertheid, secundaire activiteiten, optredende conflicten. **Voertuigacties:** Longitudinaal & lateraal. **Veiligheid:** Ongevallen, gevaarlijke manoeuvres, ingrepen door voertuig óf bestuurder. **Energie en milieu:** Energiegebruik, emissies, geluid. **Persoonlijke mobiliteit:** Tijd besteed aan reizen, mogelijke reisopties, gebruikservaringen, reistijd besteed aan andere activiteiten. **Kosten:** aanschafkosten, operationele kosten.	**Netwerkefficiëntie:** Capaciteit, snelheid, afrijcapaciteit, reistijd, vertraging. **Reisgedrag:** Aantal en soort verplaatsingen, modal split, aandelen wegtypen, afgelegde afstand. **Assetmanagement:** Aantal en breedte stroken, gebruik vluchtstrook, vehicle-to-infrastructure communicatie-infrastructuur, veranderingen in grootte en gewicht van voertuigen in wagenpark, parkeervoorzieningen. **Gezondheid:** Concentraties van vervuilende stoffen, aandeel actieve vervoerswijzen, gevoel van veiligheid en comfort kwetsbare verkeersdeelnemers. **Ruimtelijke planning:** Gebruik van ruimte voor mobiliteit, veranderingen in vestigingslocaties. **Socio-economische impacts:** Bruto nationaal product, productiviteit, verloren werktijd door ongevallen en ziekten gerelateerd aan luchtverontreiniging en geluid, gewonnen werktijd, arbeidsparticipatie.

Tabel 1: Voorbeelden van directe en indirecte effecten van automatisch rijden.

Een dergelijk overzicht van mogelijke impacts en indicatoren kan helpen om een veldtest goed op te zetten. Welke precies interessant zijn, hangt uiteraard af van de 'use case' – truck platooning is bijvoorbeeld van een heel andere orde dan automatische shuttles zoals de WEpod. Het hangt ook af van de geteste functies, het (SAE-) automatiseringsniveau en de penetratiegraad per automatiseringsniveau.
Het eerdergenoemde 'Trilateral Impact Assessment Framework' geeft een lijst van generieke impactmechanismen – die vooral duidelijk maakt dat er heel veel effecten kunnen optreden [8]. Een deel daarvan zal 'onverwacht' zijn, maar kan wel (deels) van tevoren doordacht worden.

Het beschrijven van de mogelijke effecten van automatisch rijden begint bij het begrijpen van het gedrag van zowel de automatische voertuigen als de conventionele voertuigen en hun bestuurders. Ook inzicht in het verloop van de interacties tussen voertuigen is belangrijk. Het probleem is alleen dat we hierbij nog te veel zelf moeten beredeneren. Heel betrouwbaar is dat natuurlijk niet: op dit moment kun je bijvoorbeeld beredeneren dat de capaciteit van wegen zal *toenemen* door automatische voertuigen, maar met evenveel recht kun je beredeneren dat de capaciteit juist zal *afnemen*. Het heeft dan ook de voorkeur om steeds meer op basis van metingen uitspraken te doen. Hetzelfde geldt voor uitspraken over de verkeersveiligheidseffecten, hoewel de verwachtingen op dit vlak doorgaans wel positief zijn.

Welke onzekerheden komen kijken bij het meten en/of beschrijven van effecten? Allereerst dus: welk gedrag vertonen automatische voertuigen precies, en hoeveel variatie zit daarin tussen merken, en in verschillende situaties? Van het longitudinale gedrag (snelheidskeuze, volggedrag) is meer bekend dan van het laterale gedrag (koers houden, van strook wisselen). Verder moeten we ook kunnen beschrijven hoe conventionele voertuigen zich gedragen. Ook hier geldt dat van het laterale gedrag relatief weinig bekend is, hoewel we nu al wel gedetailleerd kunnen meten.
Het grootste vraagteken is misschien wel hoe bestuurders reageren op automatische voertuigen en hoe een automatisch voertuig reageert op andere (automatische of conventionele) voertuigen. Dit gedrag is nog nauwelijks in *real life* omstandigheden gemeten, behalve op beperkte schaal door de ontwikkelaars – die hun data doorgaans niet delen. Maar het zijn juist deze effecten die voor een belangrijk deel bepalen hoe de verkeersafwikkeling zich zal ontwikkelen.

Kalibratie van modellen

Gegevens over het gedrag van voertuigen en de interacties tussen voertuigen worden – zij het mondjesmaat – gebruikt om bijvoorbeeld microscopische simulatiemodellen te kalibreren. En dat is belangrijk, want voor het bepalen en kwantificeren van effecten op de verkeersafwikkeling en verkeersmanagement zijn verkeerssimulatiemodellen hard nodig.
Om de benodigde gegevens te verzamelen, kunnen we drie aanpakken onderscheiden:

1. **Empirische analyse:** Metingen aan voertuigen die nu al op de openbare weg rijden. Probleem is de nog zeer lage penetratiegraad. Hoe neem je voldoende interacties met andere voertuigen waar?
2. **Field operational tests:** Proeven met relatief grote aantallen voertuigen. De penetratiegraad blijft hier een probleem, maar er kan eventueel voor gezorgd worden dat bepaalde situaties vaker worden opgezocht (controlled vs. naturalistic).
3. **Rijsimulatoren:** Hierbij wordt vooral gekeken naar de interessante situaties (ervan uitgaande dat de interessante situaties goed ingeschat kunnen worden). Penetratiegraad is geen probleem meer, maar de reacties van voertuigen in de buurt moeten wel realistisch zijn. Hier kan dus sprake zijn van een kip-ei-probleem.

Voor de komende jaren staan veel proeven gepland met automatische voertuigen. De hoop is dat die gegevens opleveren waarmee we verkeerssimulatiemodellen (en de verkeersstroomtheorie) zodanig kunnen voeden, dat we een aantal belangrijke vragen over impacts kunnen beantwoorden. Als realistische simulaties op wegvak- en netwerkniveau mogelijk worden, kunnen de resultaten ook gebruikt worden om de algoritmes te verbeteren waarmee voertuigen rijden en waarmee we verkeersmanagementstrategieën bepalen.



2.3. Connected en coöperatief verkeersmanagement

Verkeersmanagement is van oudsher een publieke taak. De laatste paar jaar is er echter een beweging gaande naar *publiek-private* samenwerking. Hiermee verandert het samenspel tussen overheden en marktpartijen ingrijpend: ze zijn nu ineens afhankelijk van elkaar en er is overleg nodig.
Gelijk opgaand met deze transitie is er een aantal ICT-gedreven veranderingen. We gaan langzaam over van puur collectieve verkeersinformatie en beïnvloeding naar een mix van collectieve en *individuele* informatievoorziening en diensten. Ook zien we een verschuiving van de wegkant naar in-car: verkeersmanagement is meer en meer een combinatie van wegkant- en in-car maatregelen.
Tot slot is er een verandering gaande van data in eigendom (van de overheid) naar meer openheid en beschikbaarheid van verkeersdata – ook de nieuwe partijen die betrokken zijn bij verkeersmanagementmaatregelen hebben immers data nodig.

Gegeven deze transities is het de verwachting dat we voor verkeersmanagement steeds meer *connected en coöperatieve maatregelen* zullen inzetten. Zie het kader op de pagina hiernaast voor een toelichting op beide termen.

In de praktijk liggen de connected en de coöperatieve systemen in elkaars verlengde. Connected systemen zijn vooral geschikt voor het (vrijblijvend) informeren en ondersteunen van weggebruikers bij de *strategische* rijtaak, zoals routekeuze, en de minder kritische *tactische* rijtaken, zoals een niet-tijdskritisch snelheidsadvies. Coöperatieve systemen functioneren juist op het operationele en tactische niveau: de snelheid, volgtijd en richting aanpassen aan het omringende verkeer.



Het verschil tussen coöperatief en connected

Coöperatieve systemen zijn intelligente transportsystemen die met behulp van draadloze communicatie op verschillende niveaus informatie uitwisselen. Zo is er contact tussen voertuigen onderling (V2V), voertuigen en infrastructuur/back-office (V2I en I2V) en tussen infrastructuurelementen onderling (I2I). De communicatie loopt meestal over wifi-p: een robuust, eigen netwerk dat gebruikmaakt van bakens in de voertuigen en langs de weg. Voor minder kritische toepassingen wordt ook wel gebruikgemaakt van 3G/4G/LTE.

De crux van coöperatieve systemen is dat er coördinatie (samenwerking of onderhandeling) plaatsvindt tussen voertuigen onderling en/of tussen voertuigen en wegkant. Deze coördinatie kan geïnitieerd worden door een actie van de bestuurder of geheel automatisch verlopen. Denk bij dat laatste aan voertuigsystemen als *cooperative adaptive cruise control* of CACC.

Connected systemen zijn intelligente transportsystemen die meestal gebruikmaken van het bestaande mobiele netwerk (3G/4G/LTE) om informatie uit te wisselen. Informatie die naar voertuigen wordt gestuurd wordt door de bestuurders zelf gebruikt.



In vergelijking met de 3G/4G/LTE-technologie van ‘connected’ is de coöperatieve wifi-p overigens aanzienlijk betrouwbaarder en sneller – en daarmee ook geschikter voor tijd- en veiligheidskritische toepassingen. De infrastructuur van de wifi-p-technologie is ook specifiek voor verkeerstoepassingen ontwikkeld.

Projecten

In Nederland lopen er momenteel verschillende projecten en pilots op het gebied van connected diensten, zoals Partnership Talking Traffic en de Praktijkproef Amsterdam. Wat coöperatieve diensten betreft was vooral Spookfiles A58 innovatief en veelomvattend, maar dat project is begin 2017 formeel afgesloten.

Op Europees niveau zijn er de projecten ITS Corridor, InterCor, C-The Difference, C-Mobile. Om te zorgen voor een goede, Europese afstemming zijn ook verschillende werkgroepen en platforms opgericht. Voorbeelden zijn C-ITS Platform (inmiddels in zijn tweede fase), TM 2.0, C-Roads en EU-EIP. We lichten de eerste twee er kort uit.

- **C-ITS Platform**

De eerste fase van het C-ITS Platform liep van november 2014 tot januari 2016. Er is een eindrapport geschreven met aanbevelingen vanuit het Platform [12]. De belangrijkste aanbevelingen zijn een lijst van *Day 1*-diensten voor implementatie in de hele EU, een gezamenlijke visie om cybersecurity aan te pakken, de keuze voor hybride communicatie (zowel 3G/4G/5G als wifi-p), basisprincipes voor in-car data, en een beginsel voor privacy- en databescherming.

Day 1-diensten zijn diensten waarvan verwacht wordt dat ze op korte termijn beschikbaar zijn, vanwege de baten en omdat de technologie al voldoende ver ontwikkeld is. Het zijn onder meer diensten die waarschuwen bij gevaarlijke situaties (voor bijvoorbeeld wegwerkzaamheden, een naderend hulpdienstvoertuig, langzaam rijdend verkeer en slecht weer) en diensten die informatie in het voertuig brengen (zoals snelheidslimieten, een snelheidsadvies bij nadering van verkeerslichten en een waarschuwing bij mogelijke roodlichtnegatie).
In het eindrapport worden overigens ook *Day 1.5*-diensten genoemd: diensten waarvoor de technologie ook al ver ontwikkeld is en die gewenst zijn door de markt, maar waarvoor de specificaties en standaarden nog niet klaar zijn. Voorbeelden hiervan zijn P + R-informatie, bescherming van kwetsbare verkeersdeelnemers, informatie over het opladen voor elektrische voertuigen en ‘smart routing’.

Op basis van het C-ITS Platform-eindrapport heeft de Europese Commissie een strategie voor C-ITS opgesteld. Het document ‘European Strategy on Cooperative Intelligent Transport Systems’ werd op 30 november 2016 gepubliceerd [13]. Het doel van de strategie is om de inspanningen, investeringen en regelgevingskaders overal in de EU te laten convergeren, zodat de uitrol van volwassen C-ITS-diensten vanaf 2019 snel en soepel verloopt.

De strategie zet de koers uit om te komen tot afspraken over veiligheid, certificatie en privacy, het gebruik van communicatiekanalen, interoperabiliteit en een regelgevingskader op Europees niveau dat juridische zekerheid voor publieke en private investeerders geeft. Ook financiering vanuit de EU en internationale samenwerking met andere delen van de wereld (op sleutelonderwerpen) komen aan bod.

Tweede fase C-ITS Platform

Het C-ITS Platform is nu in zijn tweede fase. Het Platform is aan de slag gegaan met onderwerpen die invloed hebben op verkeersinformatie en verkeersmanagement van de toekomst. Zo bespreken de werkgroep *C-ITS Security* en de werkgroep *Data Protection & Privacy* het beschermen van data, de certificaten voor communicatie en het versleutelen van boodschappen. Het doel is een advies op te stellen voor de Europese standaardisatie- en beleidsinstanties.
De werkgroep *Enhanced Traffic Management* werkt aan een visie en strategie voor decentraal verkeersmanagement waarbij publieke-private samenwerking mogelijk is. Dit zal uitmonden in een roadmap voor de korte termijn, inclusief aanbevelingen. De grote onderwerpen zijn data-uitwisseling, governance en communicatie.
Er is ook een werkgroep *Horizontal* die focust op businessmodellen. Deze groep zal de huidige stand van zaken (uit verschillende initiatieven, inclusief die in Nederland), de vereisten vanuit de verschillende stakeholdersgroepen en de volgende stappen in businessmodellering op een rij zetten. De eerste bevindingen laten zien dat we niet op één businessmodel zullen uitkomen, maar dat verschillende businessmodellen naast elkaar zullen functioneren en met elkaar verweven zullen zijn. Ten slotte worden in de werkgroep *Urban* cooperatieve en connected diensten gedefinieerd die specifiek voor de stedelijke omgeving interessant zijn.

- **TM 2.0**

Parallel aan het C-ITS Platform loopt TM 2.0, een initiatief om de discussie en informatie-uitwisseling rond ‘interactief verkeersmanagement’ op gang te brengen. TM 2.0 wil dienstverleners (*content service providers*), verkeersmanagers en mobiliteitsdienstverleners bij elkaar brengen, om zo tot consistente adviezen aan gebruikers te komen. Dit wordt gezien als de volgende stap in verkeersmanagement. Deze visie is consistent met de principes van de werkgroep *Enhanced Traffic Management* van het C-ITS Platform en, belangrijk voor Nederland, met de transitiepaden voor verkeersmanagement van Connecting Mobility. Vanuit Nederland nemen Rijkswaterstaat, NDW, Brabantstad, TNO, Dynniq, MapTM en Technolution deel aan TM 2.0.

Eind 2016 heeft het TM 2.0-consortium een interessant rapport uitgebracht met aanbevelingen om de invoering van TM 2.0 te realiseren [14]. Het rapport constateert dat om opschaling te realiseren, volwassen coöperatieve diensten geïntegreerd moeten worden in de verkeersmanagementprocedures en -systemen. De fysieke infrastructuur zou uitgebreid kunnen worden met een virtuele infrastructuur voor in-car dienstverlening. De aanbeveling is ook om ‘learning by doing’ in te voeren, en innovatieve TM 2.0-oplossingen te testen en valideren.



Binnen TM 2.0 zijn recent ook een aantal task forces gestart. De groep *Exchange of best practices on deploying TM 2.0* zal informatie inwinnen over projecten en pilots die (aspecten van) TM 2.0 implementeren. Daarnaast is er een task force *Role of Automation in Traffic management towards a digital infrastructure and classification of infrastructure*, een task force *Contractual agreement and schemes* over innovatieve inkoop en een groep *Traffic management and links to other modes and interfaces*.

TM 2.0 onderhoudt contact met 'buurconsortia' als de MaaS Alliance. Ook zijn er lijnen met de projecten C-MobILE en Horizon 2020 Innovation Action, die zich richten op respectievelijk de grootschalige uitrol van C-ITS-diensten en kleinschalige tests van automatische voertuigen en truck platooning.

Aandachtspunten

De ontwikkelingen op het gebied van coöperatieve en connected diensten gaan hard, zowel in Nederland als Europabreed. Daarbij zijn de betrokken partijen ook op een aantal aandachtspunten dan wel knelpunten gestuit.

De procesmatige uitdagingen hebben veelal te maken met het feit dat er véél stakeholders bij connected/coöperatieve diensten betrokken zijn. Ook de publiek-private samenwerking blijft een aandachtspunt. Die krijgt wel steeds meer vorm, maar eenvoudig is het niet en er zijn nog volop uitdagingen. Connecting Mobility doet in haar rapport 'Precompetitieve samenwerking in het ITS-domein' negen aanbevelingen die voortkomen uit geleerde lessen vanuit publiek-private samenwerkingen in Nederland op mobiliteitsgebied [15]. Vanwege de snelheid waarmee het ITS-domein verandert en de mate van onzekerheid over rollen, zou het goed zijn om gezamenlijk spelregels af te spreken, taken en verantwoordelijkheden vast te leggen, een adaptieve aanpak te gebruiken en een flexibele houding te hebben.

Naast procesmatige zijn er ook inhoudelijke uitdagingen. De onderwerpen die vaak terugkomen zijn:

- **Ontsluiting, formats en toegankelijkheid van data.** Het aantal databronnen blijft groeien. Toch zijn die lang niet altijd goed toegankelijk: er moeten nog verschillende obstakels uit de weg worden geruimd om de data daadwerkelijk te kunnen gebruiken voor verkeersmanagement en verkeersinformatiediensten.
- **Technische onderwerpen rondom architecturen, interfaces, standaarden, uitwisselformaten.** Er wordt met zoveel verschillende partijen samengewerkt, dat technische afspraken hard nodig zijn. Voor standaarden en uitwisselformaten is er soms al het een en ander Europees afgestemd. Bestaande architecturen en interfaces moeten in elkaar worden geschoven om systemen goed te laten werken.
- **Nieuwe verkeersmanagementstrategieën.** Omdat er nieuwe databronnen beschikbaar zijn gekomen, zijn er misschien ook nieuwe verkeersmanagementstrategieën en nieuwe allianties mogelijk.

- **Investeringen in verkeersmanagement.** Wanneer kunnen we echt beginnen met verkeersmanagement via C-ITS – en dus met het uitfaseren van bestaande verkeersmanagementinfrastructuur als inductielussen en DRIP's?
- **Human Machine Interface.** Hoe presenteer je de informatie aan de gebruiker zodat die begrijpt wat er moet gebeuren en tegelijkertijd niet te veel wordt afgeleid?
- **Betrouwbaarheid en nauwkeurigheid.** Informatie in het voertuig presenteren biedt interessante kansen, bijvoorbeeld om continu de snelheidslimiet te tonen en weggebruikers opmerkzaam te maken op gevaarlijke situaties. Het is echter lastig om diensten betrouwbaar en nauwkeurig te maken. Vooral voor veiligheid en handhaving is dat een issue. Hiervoor zijn dus afspraken nodig tussen de wegbeheerder enerzijds en marktpartijen anderzijds, als bepaalde functies overgenomen worden door C-ITS. De wegbeheerder heeft uiteindelijk de verantwoordelijkheid (wettelijk gezien: denk aan de ge- en verboden) voor een veilige weg en een goede verkeersafwikkeling.
- **Privacy en security.** Dit speelt op veel verschillende vlakken. Met wie delen weggebruikers hun data en welke data zijn dat precies? En hoe te controleren dat diensten die specifiek voor bepaalde weggebruikers zijn, zoals prioriteit bij kruispunten voor hulpdiensten, ook alleen door die weggebruikers gebruikt kunnen worden?
- **Positionering met betrekking tot verkeersveiligheid.** Dit heeft betrekking op het spanningsvlak tussen enerzijds het gebruik van de smartphone in de auto en de mogelijke onveiligheid daarvan, en anderzijds het aanbieden van smartphone-apps met verkeersinformatiediensten.
- **Voorspelbaarheid van verkeer.** Bij het geven van adviezen wordt gebruikgemaakt van data met bepaalde onzekerheden. Denk bijvoorbeeld aan de time-to-red en time-to-green bij voertuigafhankelijke regelingen: een OV-voertuig kan die voorspelling plotseling verstoren. Ook routeadviezen gebaseerd op reistijdvoorspellingen zijn inherent onzeker. Hoe daarmee om te gaan?

Al deze aandachtspunten worden in verschillende gremia, Nederlands dan wel Europees, in verschillende samenstellingen besproken. Er wordt vooruitgang geboekt, met name in projecten waar systemen echt worden ontwikkeld en getest, maar het zal nog een tijd duren voordat deze onderwerpen echt uitgekristalliseerd zijn.




LAND ROVER BREEDLAND

2.4. Wegkantsystemen: bijna verleden tijd?

Met de opkomst van in-car systemen kunnen steeds meer berichten die nu nog via wegkantsystemen worden gecommuniceerd, in de auto worden getoond. Deze ontwikkeling zal veel wegkantsystemen uiteindelijk overbodig maken. De vraag is alleen: *wanneer* kunnen de systemen weg? Welke penetratiegraad van de in-car systemen is voldoende?

Omdat er hoge kosten gemoeid zijn met wegkantsystemen is het vanuit een financieel oogpunt interessant om te bekijken welke wegkantsystemen bij welke in-car penetratiegraad veilig weggehaald kunnen worden of niet meer vervangen hoeven te worden. Rijkswaterstaat heeft TNO gevraagd om dit vraagstuk in een *challenge* – een 'quick scan'-analyse door experts – te analyseren.

Challenge

In de challenge hebben de experts een afweging gemaakt op basis van de kosten (aanschafkosten, onderhoudskosten en verwijderingskosten), veiligheid en comfort. Bij de kosten gaat het om die voor de overheid. Veiligheid wordt uitgedrukt in het aantal ongevallen. De veiligheid mag niet in het geding komen, dus het aantal ongevallen mag ten opzichte van de huidige situatie niet stijgen. Comfort speelt een rol bij maatregelen die niet nodig zijn om de veiligheid te garanderen, maar die weggebruikers wel als comfortverhogend ervaren.

Een voorbeeld hiervan zijn de bordjes met de maximumsnelheid die op een aantal locaties op de hectometerpalen zijn geplaatst.

Er zijn in totaal zes wegkantsystemen beschouwd die in principe door in-car systemen vervangen kunnen worden:

- Dynamische en grafische route-informatiepanelen (DRIP/GRIP)
- Filestaartbeveiliging
- Strookmanagement (ook wel *lane control* genoemd)
- Hoogtemelding
- Toeritdosering
- Dynamische snelheidslimieten

Van deze systemen is de DRIP/GRIP adviserend en de filestaartbegeleiding geleidend. In beide gevallen is de weggebruiker nog steeds zelf verantwoordelijk voor de opvolging. De andere vier systemen zijn *sturend*: er wordt een gebod of verbod opgelegd. Dit onderscheid heeft invloed op wanneer en onder welke randvoorwaarden een wegkantsysteem vervangen kan worden door een in-car systeem.

De experts hebben geconcludeerd dat de DRIP's/GRIP's in principe nu al weggehaald kunnen worden. Rijkwaterstaat wil echter dat er eerst een goed inzicht komt in het gebruik en de opvolging van navigatiesystemen, voordat er een definitief besluit genomen wordt. De filestaartbeveiliging (AID) zal op redelijk korte termijn in-car kunnen. Er staan nieuwe in-car proeven gepland voor 2018 en het gebruik van floating car data wordt als *Day 1*-applicatie gezien. Ook

de dienst *traffic jam ahead warning*, een dienst die filestaartbeveiliging zou kunnen bevatten, is een Day 1-applicatie. Dit zijn beide geleidende en adviserende systemen. Aan de vervanging van de systemen zitten dan ook minder voorwaarden dan bij sturende systemen het geval is.

Bij strookmanagement, hoogtemelding en dynamische snelheidslimieten lijkt uitfasering van de wegkantsystemen nog niet aan de orde: de penetratiegraad van de vervangende systemen is naar verwachting voorlopig niet hoog genoeg om voldoende weggebruikers te bereiken. Ook de toeritdosering is nog niet toe aan in-car, maar hier speelt vooral dat niet bekend is of een in-car systeem wel hetzelfde gedrag afdwingt. Er kan overigens wel nagedacht worden over het verminderen van de hoeveelheid wegkantsystemen, bijvoorbeeld bij strookmanagement.

Omdat voor de functies strookmanagement, filestaartbeveiliging en dynamische snelheidslimieten een en hetzelfde wegkantsysteem worden gebruikt – het MTM-systeem met matrixborden – hebben de experts geconcludeerd dat er misschien minder portalen nodig zijn, maar dat de portalen nog niet weg kunnen. Er is wel eerst meer inzicht nodig in de ideale afstand tussen de portalen. Dit hangt ook af van de zichtlijnen en dus van de specifieke locatie.

Met betrekking tot de betrouwbaarheid en nauwkeurigheid van in-car systemen was er nog de vaststelling dat die 'zeer hoog' moeten zijn als het gaat om de sturende systemen: dynamische snelheidslimiet, hoogtemelding en strookmanagement. Bij deze systemen geldt ook dat de penetratiegraad hoog tot zeer hoog moet zijn – in het geval van de hoogtemelding geldt zelfs een 100% penetratiegraad voor vrachtverkeer en ander 'hoog verkeer'.
De toeritdosering is eveneens een sturend systeem, maar ze is niet verplicht. Maar zodra ze er staan, hebben ze een sturende werking: een verkeerslicht legt immers een gebod op.
Voor de vier sturende systemen zijn meer voorwaarden opgesteld voor een eventuele in-car vervanging, waaronder zekerheid over datastromen en een zeer hoge betrouwbaarheid van de in-car systemen.

Tot slot wezen de experts op de consistentie van de informatie aan weggebruikers. Gedurende de transitieperiode waarin zowel wegkant- als in-car systemen worden gebruikt, is dat een belangrijk aandachtspunt.

Kennisvragen

Er is naar aanleiding van de challenge een lijst met kennisvragen opgesteld. Voorbeelden zijn: Dwingt een in-car systeem hetzelfde af als een verkeerslicht langs of boven de weg? Welk aandeel van het verkeer dient gewaarschuwd te worden om te bereiken dat de verkeersstroom met een veilige snelheid op files aanrijdt? En: kan de gereden snelheid gelogd worden (bijvoorbeeld voor handhaving) als dit soort systemen bestaan?

2.5. Stedelijk verkeersmanagement

In ons vorige jaarbericht meldden we dat er een LVMB-werkgroep *Stedelijk verkeersmanagement* aan de slag is gegaan. Die aandacht is meer dan terecht: de stad heeft immers z'n eigen, specifieke verkeersmanagementuitdagingen, zoals gemengd verkeer, kruispunten en prioriteit, stedelijke distributie en evenementen. Die uitdagingen zijn overigens niet alleen technisch en verkeerskundig; er zijn ook bestuurlijke, financiële en organisatorische vragen.

De werkgroep richt zich vooral op de bundeling van kennis en expertise, het gezamenlijk uitvoeren van onderzoek, het maken van afspraken over landelijke uniformiteit en het beter bekend en inzichtelijk maken van de effectiviteit van stedelijk verkeersmanagement.

Tijdens bijeenkomsten in de regio heeft de werkgroep geïnventariseerd welke onderwerpen als belangrijk worden gezien en welke vragen daarbij leven. Vooral de onderwerpen 'zichtbaarheid en effectiviteit van verkeersmanagement', 'C-ITS' en 'fiets' werden veel genoemd. Uiteindelijk heeft de werkgroep besloten twee onderwerpen op te pakken die belangrijk zijn en ook genoeg aspecten omvatten: *evaluatie en zichtbaarheid* en *multimodaliteit*.



Evaluatie en zichtbaarheid

Voor evaluatie en zichtbaarheid heeft de werkgroep zich drie doelen gesteld:

1. Het verkrijgen van 'zicht op de stad', een compleet beeld van het verkeer en vervoer in de stad. Het gaat daarbij onder meer om inzicht in verkeers- en vervoersstromen en in knelpunten. De informatie dient geschikt te zijn voor beleid (planning), evaluatie en operationele taken. De werkgroep zal zich wat dit punt betreft vooral richten op wat het 'complete beeld' precies inhoudt.
2. Het gebruiken van die informatie om kennis op te bouwen. Denk daarbij aan het leren van resultaten (evaluatie van maatregelen en beleid), het inzichtelijk maken van de kosten en baten van stedelijk verkeersmanagement, de effecten van beheer en onderhoud in kaart brengen, beleidsmaatregelen prioriteren enzovoort.
3. Het gebruiken van de evaluatieresultaten om de afstand tussen beleid en praktijk te verkleinen. Doel is de zichtbaarheid bij bestuur en beleid te vergroten en daarmee commitment te krijgen, om afspraken te maken met andere partijen, om te checken of doelen gehaald en knelpunten opgelost zijn (resultaatgericht werken) en om te communiceren naar belanghebbenden.

Voor alle drie de doelen is het belangrijk goed gebruik te maken van reeds behaalde resultaten met stedelijk verkeersmanagement. Daarmee wordt een deel van het beoogde 'zicht op de stad' al concreet ingevuld. Ook is dat een mooie start voor de kennisopbouw over behaalde en te verwachten effecten van het verkeersmanage-

ment in de stad. Daarmee kan dan weer de gevraagde informatie richting bestuur en beleid geleverd worden. De wegbeheerders zelf kunnen op basis van die kennis hun investeringen in stedelijk verkeersmanagement ook beter verantwoorden. Inmiddels is voor deze 'terugblik' een eerste stap gezet: de beschikbare evaluatiestudies zijn geïnventariseerd.

Multimodaliteit

Voor het onderwerp multimodaliteit zijn drie belangrijke vragen geformuleerd:

1. Hoe neem je de modaliteiten openbaar vervoer, fiets en lopen mee in het stedelijk-verkeersmanagementbeleid?
2. Hoe bepaal je welke modaliteit prioriteit krijgt bij VRI's?
3. Wat zijn de mogelijkheden voor verkeersmanagement dat specifiek op fietsverkeer is gericht?

Om deze vragen te kunnen beantwoorden, stelt de LVMB-werkgroep een leidraad op voor een multimodale regelstrategie. Voor een goede afweging op stedelijk of regionaal niveau hebben wegbeheerders een beleidskader nodig waarin op bestuurlijk niveau keuzes zijn gemaakt met betrekking tot kwaliteitseisen en prioritering. Duidelijk moet zijn op welke routes welke modaliteiten prioriteit hebben. Ook het gebruik van verschillende modaliteiten binnen een reis, met overstappunten als P + R en P + fiets, verdient de aandacht. Op deze wijze kan aan de vaak al bestaande regelstrategie in stedelijke regio's een multimodale component worden toegevoegd.



Referenties

[1] **Jonkers, E., I. Wilmink en R. van Katwijk (2017)**. *Alternatieve databronnen voor verkeersmanagement*. TrafficQuest State-of-the-Art achtergronddocument, april 2017.

[2] **Felici, E (2017)**, *De mogelijkheden van floating car data*. NM Magazine, Nr. 1, 2017. Beschikbaar op www.nm-magazine.nl/pdf/NM_Magazine_2017-1.pdf

[3] **Uenk-Telgen, M.G. (2016)**. *Floating car data: geschikt voor toepassingen op DRIPS?* Nationaal Verkeerskundecongres 2016, Zwolle, november 2016.

[4] **Provincie Noord-Brabant (2016)**. *Nederlands eerste coöperatieve voertuig-wegkantsysteem is een feit*. Beschikbaar op www.spookfiles.nl/sites/www.spookfiles.nl/files/documenten/basisartikel_spookfiles.pdf

[5] **Provincie Noord-Brabant (2017)**. *Spookfiles A58 – Resultaten en leerpunten*. Beschikbaar op www.spookfiles.nl/sites/www.spookfiles.nl/files/documenten/paraplurapportage spookfilesa58-def-nederlands.pdf

[6] **Klunder, G., H. Taale, L. Kester, S. Hoogendoorn (2016)**. *Improving the Performance of Ramp Metering using Queue Length Estimation and Data Fusion*. Bijdrage voor IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, ingediend op 20 december 2016.

[7] **SAE International (2016)**. *Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles*. Standard J3016_201609. Gereviseerd op 30 september 2016.

[8] **Innamaa, S., S. Smith, Y. Barnard, L. Rainville, H. Rakoff, R. Horiguchi & H. Gellerman (2017)**. *Trilateral Impact Assessment Framework for Automation in Road Transportation*. Trilateral Impact Assessment Sub-Group for ART of the EU-US-Japan ITS Cooperation, 4 januari 2017. Beschikbaar op connectedautomateddriving.eu/mediaroom/impact-assessment-framework-automatisation

[9] **Calvert, S., I. Wilmink, H. Taale & M. de Kievit (2017)**. *Regulatory and strategic issues of automated driving in mixed traffic flow*. Delft, TrafficQuest, 11 januari 2017.

[10] **Calvert, S., I. Wilmink & H. Farah (2017b)**. *Next steps in describing possible effects of automated driving on traffic flow*. Delft, TrafficQuest, 11 januari 2017.

[11] **Morsink, P., E. Klem, I. Wilmink en M. de Kievit (2016)**. *Zelfrijdende auto's - Verkenning van implicaties op het ontwerp van wegen*. Royal HaskoningDHV en TNO, rapport voor CROW en Rijkswaterstaat, november 2016.

[12] **C-ITS Platform (2016)**. *Final Report*. Januari 2016. Beschikbaar op ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/its/doc/c-its-platform-final-report-january-2016.pdf

[13] **European Commission (2016)**. *European Strategy on Cooperative Intelligent Transport Systems – A Milestone Initiative towards Cooperative, Connected and Automated Mobility*. November 2016. Beschikbaar op ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/com20160766_en.pdf

[14] **TM 2.0 (2016)**. *TF Deployment Steps*. Beschikbaar op 2r1c5r3mxgzc49mg1ey897em.wpengine.netdna-cdn.com/wp/-content/uploads/sites/8/2016/12/TM-2.0-TF4-report_Deployment-Steps_V1.0.pdf

[15] **Connecting Mobility (2016)**. *Precompetitieve samenwerking in het ITS-domein – krachten bundelen voor de mobiliteit van de toekomst*. Januari 2016. Beschikbaar op www.connectingmobility.nl/Toolbox/Toolbox_Precompetitieve+PPS/default.aspx





Hoogleraar Serge Hoogendoorn van TU Delft over stedelijk verkeersmanagement:

"We hebben nú problemen en moeten nú aan de slag"

Prof. dr. ir. Serge Hoogendoorn is hoogleraar Smart Urban Mobilty aan de faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen van de TU Delft. In 2015 ontving hij een *ERC Advanced Grant* voor een vijfjarig onderzoek naar verkeerstheorie voor voetgangers en fietsers – belangrijke vervoerswijzen in steden en dus een belangrijke factor in stedelijk verkeersmanagement. Serge is ook principal investigator voor het thema Mobiliteit binnen het *Amsterdam Institute for Advanced Metropolitan Solutions* (AMS).
Henk Taale en Isabel Wilmink spraken met hem over de uitdagingen en kansen voor stedelijk verkeersmanagement in de nabije toekomst.

Hoe gaat het volgens jou met de stedelijke bereikbaarheid, betrouwbaarheid en leefbaarheid?

“Respectievelijk slecht, slecht en beter. Met de bereikbaarheid en betrouwbaarheid gaat het niet goed. De prognoses zijn dat het ook niet beter wordt, tenzij we slimme dingen gaan doen natuurlijk. Met de leefbaarheid, in de enge zin, gaat het gelukkig langzaamaan beter: de emissies zijn de laatste paar jaar afgenomen, ook door schonere voertuigen. Alleen op locaties waar het verkeer last heeft van congestie, stijgt de uitstoot weer licht.
Maar goed, dat is dan wat we *weten* over leefbaarheid, want er is ook nog veel onduidelijk. Het monetariseren van iets als geluidsoverlast is bijvoorbeeld een uitdaging. Ook zijn er de impacts op gezondheid. Fietsen is heel goed voor jezelf en voor je omgeving: als je die gezondheids- en leefbaarheidsfactoren in een kosten-batenanalyse meeneemt, tikt dat zwaar aan. Veel steden, waaronder Amsterdam en Utrecht, doen gelukkig goede dingen om de ‘actieve vervoerswijzen’ te faciliteren en autogebruik niet aantrekkelijker te maken. Maar hoe zit het straks met die nieuwe mobiliteitsdiensten, zoals MaaS? Zorgen die er niet voor dat er minder gefietst en gewandeld wordt?”

Wat moet er gebeuren om de bereikbaarheid, betrouwbaarheid en leefbaarheid te verbeteren of op z’n minst op peil te houden? De steden zullen alleen nog maar groter worden, met hogere dichtheden.

“Op het vlak van operationeel verkeersmanagement zullen we nadrukkelijk alle vervoerswijzen mee moeten nemen: naast auto dus ook de fiets en het openbaar vervoer. Het *geheel* moet gemanaged worden, waarbij automobiliteit – zeker in drukke steden – niet leidend mag zijn.
Een voorwaarde voor zo’n aanpak is wel dat we voldoende data van ál die vervoerswijzen hebben. Daar is nog veel te verbeteren. We hebben bijvoorbeeld weinig kennis over de vertragingen die fietsers

oplopen. Terwijl we weten dat vertragingen veel invloed hebben op de routekeuze van fietsers. De fietser is bovendien een slag complexer in z'n gedrag dan de automobilist. Omdat ze meerdere aspecten meenemen in hun keuzes, zie je bijvoorbeeld regelmatig dat fietsers op de heenweg anders rijden dan op de terugweg. Op basis van de data van onder meer de Fietstelweek kunnen we wel de 'elasticiteiten' bepalen, zodat we een inschatting kunnen maken van wat fietsers gaan doen als we een verkeerslicht anders afstellen. De TU Delft doet veel theoretisch onderzoek naar dit soort onderwerpen, in het kader van het ALLEGRO-programma. Met een betere detectie van fietsverkeer kunnen we al veel doen.
Ook coöperatieve VRI's zijn interessant om te onderzoeken. Het potentieel is groot: je krijgt informatie over wie er aankomt en kan snelheidsadvies teruggeven. Het is wel belangrijk dat we de veiligheid waarborgen, onder meer door goed na te denken over het ontwerp van de *human-machine interface*. Dit speelt trouwens bij alle apps die ingezet worden voor verkeersmanagement.
Als het gaat om leefbaarheid is het positief dat auto's steeds schoner en stiller worden, doordat er steeds meer elektrische voertuigen komen. Vanuit dat perspectief hoeft het gemotoriseerde verkeer in de stad misschien niet af te nemen – het gaat mij meer om ruimtebeslag en veiligheid. De vraag is hoe zich dat in de toekomst met automatische voertuigen zal ontwikkelen."

VRI's zijn een belangrijk verkeersmanagementinstrument in de stad. Kunnen we de regelingen nog verbeteren?

"Ja, er is veel ruimte voor verbetering. Voorwaarde is wel dat we de beschikking krijgen over gedetailleerdere data met betrekking tot de verkeersstromen, waaronder wachtrijen. Het concept van wachtrijverdeling werkt namelijk goed: als je wachtrijen netjes over het netwerk verdeelt, verbetert de doorstroming. We hebben in de Praktijkproef Amsterdam, PPA, bewezen dat het mogelijk is.
De PPA liet wel zien dat we dan ook goed moeten kijken naar de relatie met het knelpunt dat je op wilt lossen. Je kunt verder weg van een knelpunt wel doseren, maar de kans is groot dat er niemand in de wachtrij staat die op weg is naar dat knelpunt. Je moet dus 'verstandig decentraal' regelen. Centraal regelen is waarschijnlijk alleen nodig als ook nog de routekeuze binnen het netwerk wordt beïnvloed. Hoe dan ook, met vrij eenvoudige algoritmes kunnen we veel optimaliseren – als je maar betrouwbare informatie over de wachtrijen hebt!
Overigens moeten we in het onderzoek naar betere regelingen de realiteit in de gaten houden. Soms zie ik onderzoek voorbijkomen waarbij met starre regelingen wordt gewerkt. Daar kun je prachtige wiskunde op los laten, maar het zal geen goede regelingen opleveren voor het grillige verkeersaanbod waar je in de praktijk mee te maken hebt."

Wat moeten steden verder doen aan verkeersmanagement? Waar liggen de knelpunten, en waar de kansen?

"De grootste aandacht moet gaan naar *multimodaal, hyperconnected* verkeer en vervoer. Op basis van technologische en sociale trends, en veranderende inzichten in doelen van mobiliteit kunnen we werken aan een betere stedelijke mobiliteit. Een unimodaal verkeers- en vervoerssysteem zal niet toereikend zijn. Er is simpelweg te weinig ruimte voor persoonlijke, niet-gedeelde diensten. Dus zijn concepten als MaaS (Mobility as a Service), en naadloos geïntegreerde en gedeelde diensten nodig. Nu zijn er al concepten die vrij goed werken, zoals de OV-fiets, maar het kan nog veel beter. Dit kan onder meer door allerlei data bij elkaar te brengen, in goede platforms en dashboards. Hier zijn we in AMS ook mee bezig. Sommige databronnen, zoals *social media*, worden nog niet genoeg gebruikt. Bij de TU Delft hebben we een *crowd monitoring dashboard* gemaakt voor Koningsdag in Amsterdam, waarbij we ook social-mediadata gebruikten. Op basis daarvan werd crowd management gedaan. Privacy is wel een issue. We werken altijd binnen de kaders van de privacywetgeving, die al streng is maar volgend jaar nog strenger wordt.
Mijn grootste angst is dat we, als het gaat om verkeersmanagement en ITS, met z'n allen veel te ver vooruitkijken. De hoop is gevestigd op automatisch rijden. In 2050 zijn we daar misschien wel – al is het maar de vraag in welke vorm – maar we hebben nú problemen en we moeten nú aan de slag. Dan is het dus zorgwekkend dat er momenteel minder aandacht is voor specifiek verkeersmanagement en daarin ook te weinig wordt geïnnoveerd. Terwijl we de systemen die we al hebben, zinvoller kunnen inzetten dan we nu doen. Er liggen ook volop kansen. Het maakt niet uit welke sensoren en actuatoren we gebruiken, als de achterliggende concepten, methoden en algoritmes maar goed zijn. Het gaat er nu om, om wegkant en in-car bij elkaar te brengen. Dat je, als je een goed concept hebt, daar de juiste technologie bij zoekt. En die dan in pilots uittest. De 'triple helix' is daarbij belangrijk gebleken, ook voor wetenschappers! We kunnen samen heel veel, maar moeten leren van de ervaringen, positieve en negatieve."





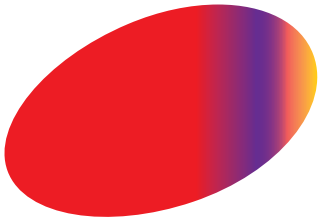


Nieuwe ontwikkelingen in onderzoek.

Zonder nieuw onderzoek geen nieuwe kennis. Maar wat heb je aan kennis, als je die ook niet goed voor het voetlicht brengt? Daarom zetten we in dit hoofdstuk interessant (promotie)onderzoek in de schijnwerpers en staan we stil bij de relevante congressen en symposia van het afgelopen jaar. Van gedrag bij evacuaties tot decentraal anticiperend regelen – het komt allemaal voorbij.

3.1. Relevant promotieonderzoek

Wetenschappelijk onderzoek blijft belangrijk om ontwikkelingen op het gebied van verkeer en vervoer te bestuderen, op hun waarde te schatten en te stimuleren. We bespreken een aantal promotieonderzoeken waarvan recent de resultaten zijn gepubliceerd.



Loopgedrag tijdens evenementen

Op 10 oktober 2016 verdedigde Dorine Duives haar proefschrift over het loopgedag van voetgangers tijdens grootschalige evenementen. Het doel van het onderzoek was 1) het ontwikkelen van een theoretisch raamwerk dat de bewegingsdynamiek van voetgangers in de menigte beschrijft, 2) het beoordelen van de validiteit van dit raamwerk aan de hand van empirische data, 3) het ontwikkelen van een theoretisch raamwerk om voetgangerssimulatiemodellen te beoordelen, en 4) het daadwerkelijk kalibreren en beoordelen van twee voetgangerssimulatiemodellen.
Uit het onderzoek blijkt eens te meer hoe complex loopgedrag is. Om loopgedrag goed te kunnen voorspellen, moet de context van de situatie goed in ogenschouw worden genomen, aldus Duives. Die context bepaalt ook welk model het meest geschikt is.

Dorine Duives, *Analysis and Modelling of Pedestrian Movement Dynamics at Large-scale Events*. PhD-thesis, TU Delft, oktober 2016.



Gedrag bij evacuaties

Het menselijke gedrag was ook het onderwerp van het promotieonderzoek van Mignon van den Berg, alleen richtte zij zich op ons gedrag bij evacuaties tijdens natuurrampen. Welke keuzes maken mensen ten aanzien van transport en hoe zijn die keuzes van invloed op het aantal doden en gewonden? In haar proefschrift, dat zij op 12 december 2016 verdedigde, beschrijft ze een nieuwe manier van experimenteren om dit keuzegedrag te bepalen en te kwantificeren: *serious games*. Ze ontwikkelde een game en heeft die in 14 experimenten toegepast. De experimenten lieten zien dat bijvoorbeeld de keuze om te vertrekken en de modaliteits- en routekeuze worden beïnvloed door de karakteristieken van de ramp en de beschikbare informatie. Ook persoonlijke kenmerken als leeftijd en geslacht zijn bepalend voor de keuzes. Op basis van deze resultaten zijn keuzemodellen geschat die in vervolgonderzoek gebruikt kunnen worden.

Mignon van den Bert, *The Influence of Herding on Departure Choice in Case of an Evacuation – Design and Analysis of a Serious Gaming Experimental Set-up*. PhD-thesis, TU Delft, december 2016.

Capaciteitsval

Als gevolg van congestie neemt de capaciteit van het knelpunt af. Dit snelwegfenomeen staat bekend als de *capaciteitsval* en dat was het onderwerp van de promotie van Kai Yuan op 14 december 2016. Hoewel er al behoorlijk veel empirisch en analytisch onderzoek naar de capaciteitsval is gedaan, was een aantal relevante vragen nog onbeantwoord. Daarbij gaat het om het karakteriseren van meer empirische eigenschappen van de capaciteitsval, het inbedden van de capaciteitsval in macroscopische modellen, het onthullen van het mechanisme dat ten grondslag ligt aan de capaciteitsval (met betrekking tot het gedrag van bestuurders) en dit mechanisme dan weer inbedden in microscopische modellen.
Het proefschrift beschrijft het uitgevoerde onderzoek op deze aspecten en trekt de conclusie dat de relatie tussen de snelheid in congestie en de afrijcapaciteit wijst op een mogelijkheid om met operationele ingrepen de afrijcapaciteit te verhogen. Dat kan met externe regelstrategieën zoals toeritdosering, maar ook met in-car systemen die de snelheid regelen. Deze ingrepen kunnen worden gesimuleerd en geoptimaliseerd met het voorgestelde macroscopische model.

Kai Yuan, *Capacity Drop on Freeways: Traffic Dynamics, Theory and Modeling*. PhD-thesis, TU Delft, december 2016.

Beprijzen van personenvervoer

Op 16 mei 2017 verdedigde Erik-Sander Smits zijn proefschrift over het beprijzen van personenvervoer. In Nederland wordt al decennia gesproken over beprijzen, maar tot nu toe ontbrak de politieke wil en de steun van het publiek om het in te voeren. In discussies zijn altijd strategische planningsmodellen gebruikt om de effecten van beprijzingsvoorstellen door te rekenen. Daarbij speelt geloofwaardigheid een belangrijke rol. Modellen moeten in staat zijn de keuzemechanismen goed te beschrijven. Het proefschrift identificeert de nadelen van de huidige strategische netwerkmodellen voor het beoordelen van beprijzing van personenvervoer en beschrijft een methodologische aanpak om dit op te lossen. Smits hanteert hiervoor een holistische benadering waarin speltheorie, analyse van discrete keuzes, verkeersstroomtheorie en vervoerseconomie binnen één raamwerk worden gecombineerd. Het raamwerk is toegepast op de Randstad en de resultaten laten zien dat met innovatief prijsbeleid het aantal verliesuren met 45% verminderd kan worden.

Erik-Sander Smits, *Strategic Network Modelling for Passenger Transport Pricing*. PhD-thesis, TU Delft, mei 2017.

Verkeersregelingen met actieve prioriteit voor OV

Verkeersregelingen met actieve prioriteit voor openbaar vervoer (APOV) beïnvloeden niet alleen het OV, maar ook het andere verkeer. Elke aanvraag voor prioriteit verschuift immers groentijd naar de fase van het OV-voertuig en verlengt/verkort mogelijk de cyclus. De ontwerper van de regeling moet hierop anticiperen. Dit is het onderwerp van het proefschrift van Bart Wolput, dat hij in mei 2016 aan de Katholieke Universiteit Leuven verdedigde.
Met behulp van simulaties werden duizenden scenario's met diverse kruispunttypes, verkeersregelingen en verkeersbelastingen geoptimaliseerd. De resultaten werden omgevormd tot praktische ontwerpformules. In tegenstelling tot de 'klassieke' formules (zoals Webster), zijn de nieuwe ontwerpformules toepasbaar bij APOV, zowel onder als boven het verzadigingspunt. Voor complexere kruispunten en corridors met synchronisatie geldt de formule niet, en kan teruggegrepen worden op het mesoscopische simulatiemodel CAPACITEL met bijhorende optimalisatiealgoritmes. Alle inzichten van dit onderzoek zijn samengevat in een beslissingsboom om multimodale optimale verkeerslichtenregelingen te ontwerpen.

Bart Wolput, *Optimal Signal Settings with Transit Signal Priority*. PhD-thesis, KU Leuven, mei 2016.



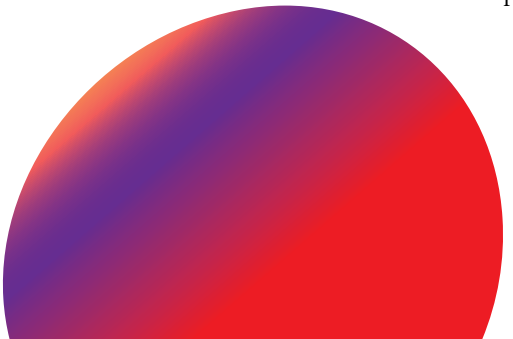
Efficiënter dynamisch toedelen

Het proefschrift dat Willem Himpe in maart 2016 verdedigde, gaat over het verbeteren van de efficiëntie van dynamische verkeerstoedeling (DTA), gebaseerd op de eerste-ordeverkeersstroomtheorie en het zogenaamde Link Transmissie Model.
Het nieuwe oplossingsalgoritme verfijnt iteratief een initiële oplossing en bespaart rekentijd en geheugen. Daarnaast kunnen iteraties 'warm' gestart worden. Het berekent dan geen compleet nieuwe simulatie, maar alleen veranderingen tegenover een eerder berekende verkeerstoestand. Dit versnelt met meerdere grootteordes de rekentijd voor grote netwerken. Een bijpassend dynamisch kortste-padalgoritme werd eveneens iteratief opgezet, met dezelfde voordelen voor tijdsdiscretisatie en warme start. Beide componenten worden samengebracht in een uniek (evenwichts-) routekeuzealgoritme.
Dit algoritme berekent de impact van routekeuze op reistijden niet langer gelijktijdig over het gehele netwerk. Door de warme start kan dit nu ook sequentieel, leidend tot potentieel zeer efficiënte convergentie. De integratie en synergie van deze drie DTA-componenten is waarschijnlijk de grootste bijdrage van dit werk. De thesis toont enkele illustratieve toepassingen hiervan, waaronder bi-level optimalisatie van herkomst-bestemmingskalibratie en anticiperende verkeerssturing in netwerken.

Willem Himpe, *Integrated Algorithms for Repeated Dynamic Traffic Assignments – The Iterative Link Transmission Model with Equilibrium Assignment Procedure*. PhD-thesis, KU Leuven, maart 2016.

Decentraal anticiperend regelen

Anticiperend regelen in verkeersnetwerken optimaliseert verkeersmanagementingrepen door rekening te houden met de reactie van bestuurders op die ingrepen: hoe passen ze bijvoorbeeld hun route aan? De bestaande methodes voor anticiperend regelen zijn centraal gestuurd. Probleem is alleen dat voor zo'n centrale aanpak meerdere autoriteiten moeten samenwerken – en het bij elkaar brengen van die partijen is een uitdaging op zich. Verder is een centraal anticiperende netwerksturing al snel een te complex rekenprobleem. Het proefschrift van Marco Rinaldi, dat hij in maart 2016 verdedigde, verkent daarom onder welke omstandigheden een dergelijke gecentraliseerd probleem *decentraal* kan worden gemaakt. De ontwikkelde decompositiemethodologieën presteren vergelijkbaar met de gecentraliseerde anticiperende sturing, en veel beter dan standaard, niet-anticiperende technieken.



Een andere drempel voor het anticiperend regelen is dat het zwaar op sensordata leunt (als input voor verkeersmodellen). De benodigde sensoren zijn echter duur in installatie en onderhoud. Zelfs het minimumaantal sensoren om een netwerk volledig te kunnen monitoren, is meestal economisch onhaalbaar. Het proefschrift gaat daarom ook in op het *Network Sensor Location Problem* met gedeeltelijke waarneembaarheid. Rinaldi ontwikkelde een maat die helpt de juiste set van sensorlocaties te kiezen – en wel zodanig dat de deels waargenomen informatie kan worden gemaximaliseerd. De aldus geselecteerde sensorlocaties zijn voordelig, zowel vanuit theoretisch oogpunt als voor meer praktische toepassingen als status- en herkomst-bestemmingsschatting.

Marco Rinaldi, *Decentralized Anticipatory Network Traffic Control*. PhD-thesis, KU Leuven, maart 2016.

3.2. Producten van de Ronde Tafels

De afgelopen jaren hebben smart mobility-stakeholders vanuit industrie, kennisinstellingen, overheden en belangenverenigingen elkaar regelmatig ontmoet aan de zogenaamde Landelijke Ronde Tafels voor Smart Mobility.[4] Deze Tafels hebben een aantal heel praktische publicaties opgeleverd, die gebruikt kunnen worden om de implementatie van C-ITS en automatisch rijden te versnellen.

De *Ronde Tafel Human Behaviour* bracht bijvoorbeeld een handleiding uit voor het vormgeven van in-car systemen: 'Human factor guidelines for the design of safe in-car traffic information services' [1]. Ook zijn de resultaten van een verkenning naar geschikte rijtaakindicatoren voor doorstroming en verkeersveiligheid vastgelegd in de notitie 'Rijtaakindicatoren voor C-ITS-projecten' [2]. Als in meerdere projecten dezelfde indicatoren worden gebruikt, maakt dit het eenvoudiger de resultaten te vergelijken.

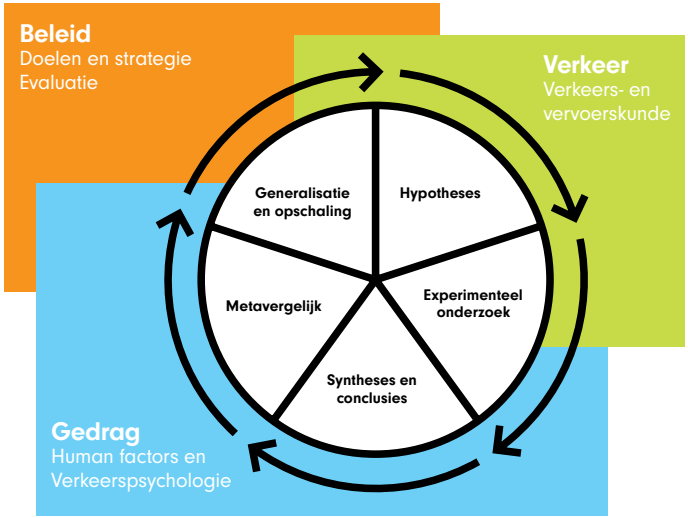
Naast deze handreikingen heeft deze Ronde Tafel ook twee overzichten gepubliceerd. 'Key publications on automated driving' uit 2016 zet de belangrijkste publicaties op het gebied van automatisch rijden en human factors op een rij [3]. Ook is er een overzicht samengesteld van internationale samenwerkingsverbanden op het gebied van gedrag en smart mobility (in zowel Europa als Amerika) [4].
Zie verder **rondetafels.ditcm.eu/human-behaviour**

Aan de *Ronde Tafel Effecten* is nagedacht over de vraag hoe evaluatie past binnen een groter onderzoekskader. Uitgangspunt hierbij is dat evaluatie een continu proces is: vanuit beleidsvragen worden hypothesen en onderzoeksvragen geformuleerd; deze vragen worden door middel van ex-ante en ex-post studies beantwoord; de resultaten worden tot slot vergeleken met andere resultaten om zodoende richting te geven aan het beleid.
Voor specifiek C-ITS en automatisch rijden heeft de Ronde Tafel Effecten verschillende evaluatiemethoden onderzocht. De methoden zijn geïntegreerd in een iteratieve aanpak die de *evaluatiecirkel* wordt genoemd – zie figuur 10. Een beschrijving van de stappen en de achterliggende gebieden is te vinden in het rapport 'Evaluation of C-ITS and Automated Driving – A cyclic approach in five parts' [5].

Er is ook een 'Stappenplan evaluatiestudies op basis van praktijkervaringen' gepubliceerd [6]. Hiervoor zijn de vijf stappen van de evaluatiecirkel gecombineerd met de dertien stappen van het FESTA-V-model. Het document beschrijft hoe alle stappen doorlopen worden bij het opzetten en uitvoeren van een proef. Elke stap wordt nader toegelicht, waarbij ook de mogelijke valkuilen worden besproken. Dit is nuttig voor opdrachtgevers, projectteams en beoordelaars. *Opdrachtgevers* kunnen de vraag richting opdrachtnemers detailleren en specifieke eisen verbinden aan een of meer stappen en onderdelen. Het stappenplan helpt *projectteams* om de evaluatie van het

[4] Deze Ronde Tafels gaan over in de Smart Mobility Community for Practices and Standards. Zie hoofdstuk 5.

project zo goed mogelijk op te zetten en uit te voeren. Zij kunnen alle onderdelen bewust behandelen en gebruikmaken van ervaringen en oplossingen uit andere projecten. *Beoordelaars* kunnen het stappenplan gebruiken om na oplevering van de evaluatieresultaten te toetsen of de evaluatie naar behoren is opgezet en uitgevoerd.



Figuur 10: De evaluatiecirkel voor C-ITS en automatisch rijden.



3.3. Evaluatie- en analysetools

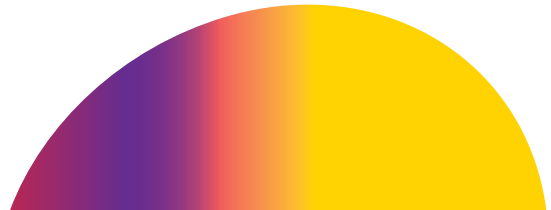
De evaluatie van ITS had niet alleen de belangstelling van de leden van de Ronde Tafel Effecten. De *Institution of Engineering and Technology* (IET) gaf in 2016 een boek uit met de titel 'Evaluation of Intelligent Road Transport Systems: Methods and Results' [7]. De auteurs bespreken methoden om bruikbare evaluatieresultaten te verkrijgen en bieden een aantal aansprekende voorbeelden van evaluatieprojecten, onder meer van C-ITS-pilots in Zweden en China. De Nederlandse inbreng is een bijdrage over de nieuwe afweegmethode voor benutten die Panteia in opdracht van Rijkswaterstaat heeft ontwikkeld. Deze *Afweegmethode voor Benutten* is een instrument om beleidsmaatregelen (of pakketten van maatregelen) voor verkeer en vervoer te beoordelen en prioriteren.

Afweegmethode voor Benutten

De Afweegmethode omvat negen stappen die gebruikers kunnen doorlopen om te bepalen hoe maatregelen ten opzichte van elkaar scoren [8]. De methode is in feite een combinatie van een kostenbatenanalyse en een multicriteria-analyse. De kostenbatenanalyse wordt gebruikt voor effecten die monetariseerbaar zijn, terwijl de multicriteria-analyse de overige effecten meeneemt en de resultaten integreert met die van de kostenbatenanalyse. In de eerste vijf stappen beoordeelt de gebruiker maatregelen op bereikbaarheid, leefbaarheid, veiligheid, kwaliteit en interactie (tussen de maatregelen). Daarna volgen een rangordening, het toekennen van gewichten, het uitvoeren van een multicriteria-analyse en een gevoeligheidsanalyse, en tot slot een discussie over de resultaten.

De Afweegmethode voor Benutten is getoetst in vier cases: in Zoetermeer, Leiden, Rivierenland en Metropoolregio Rotterdam-Den Haag [9]. Deze cases hebben enkele waardevolle lessen opgeleverd:

- De Afweegmethode is bij prioritering minder rigide dan een kostenbatenanalyse.
- De input voor de analyse is vaak lastig beschikbaar te krijgen.
- De Afweegmethode kan ook worden ingezet voor het beoordelen van infrastructurele varianten.
- Bij ongelijksoortige projecten kan schaling van onder meer de kosten een probleem vormen.
- Procesmatig moet de methode goed ingebed worden, bijvoorbeeld door stakeholders vooraf uitgebreid te informeren over de maatregelen die aan de orde zijn.



De Afweegmethode voorziet in de behoefte om (pakketten van) maatregelen integraal en uniform af te wegen. Er wordt zoveel mogelijk kwantitatieve en kwalitatieve informatie meegenomen, maar de methode houdt ook rekening met ‘zachte’ aspecten. Dit maakt de Afweegmethode voor Benutten geschikt om maatregelen te beoordelen op hun volledige merites.

Modelontwikkelingen: strategische modellen

Voor de evaluatie van beleid en maatregelen worden allerlei tools en modellen ingezet. Voor de effecten op de lange termijn zijn dat het Landelijk Modelsysteem (LMS) en de vier Nederlandse Regionale Modellen (NRM’s). Rijkswaterstaat is de eigenaar en beheerder van deze modellen. Recent heeft de dienst het basisjaar van deze statische, strategische modellen geactualiseerd naar 2014. In het LMS is bovendien de modellering van het treinverkeer verbeterd.

Momenteel onderzoekt Rijkswaterstaat hoe deze modellen zo kunnen worden aangepast, dat ze ook rekening houden met de effecten van traditionele benuttingsmaatregelen en C-ITS. Er zijn verschillende maatregelencategorieën geïnventariseerd. Voor elke categorie zijn criteria opgesteld en zijn de maatregelen geselecteerd die zinvol gemodelleerd kunnen worden: maatregelen die een substantieel en duurzaam effect hebben, passen in de modelsystematiek en waarvan het effect kan worden meegenomen. Voor deze maatregelen is vervolgens een voorstel gedaan hoe deze in het LMS/NRM op te nemen.



Een ander verbeterpunt van strategische modellen betreft de modellering van congestie. De opbouw en afbouw van files is een *dynamisch* proces – en een statisch model brengt dat niet goed in beeld. Rijkswaterstaat onderzoekt voor het LMS/NRM of ze de congestiemodellering via een omweg alsnog kan verbeteren. Het model STAQ lijkt daarvoor geschikt. STAQ is een statisch toedelingsmodel, maar het houdt wel rekening met filevorming, zodat wachtrijen op de goede plek staan en terugslag van files wordt meegenomen in de berekeningen. Momenteel wordt gekeken of STAQ past in de modelsystematiek van het LMS en of met STAQ de modellering van reistijden inderdaad verbetert.

Modelontwikkelingen: dynamische modellen

Naast strategische modellen worden ook dynamische modellen gebruikt om effecten van maatregelen te bepalen, vaak op lokaal niveau. De input voor deze modellen komt gewoonlijk uit de statische NRM's. De manier waarop deze input wordt gebruikt, verschilt van project tot project. De 'Werkwijzer dynamische modellen' gaat hierop in [10]. De Werkwijzer geeft houvast bij het ontwikkelen (bouwen), toepassen en toetsen van dynamische modellen in Rijkswaterstaat-projecten. De bedoeling is dat de resultaten van dit soort modelstudies eenduidiger tot stand komen en zo beter geaccepteerd worden.

Dynamische toedelings- en simulatiemodellen zijn ook het onderwerp van het state-of-the-art rapport 'Traffic Assignment and Simulation Models' van TrafficQuest [11]. In dit rapport geven we een overzicht van de verschillende soorten modellen en hun toepassingen, met een nadruk op aspecten die belangrijk zijn in de context van verkeersmanagement. Het gaat in op de stand van zaken van modelontwikkeling en -toepassing in Nederland en daarbuiten en beschrijft de voordelen van het gebruik van modellen. Als laatste worden de relevante ontwikkelingen geschetst. Zo bespreken we maatschappelijke ontwikkelingen die invloed hebben op de verkeersvraag en gaan we in op de steeds betere beschikbaarheid van data, die een real-time toepassing van modellen dichterbij brengt.

Het rapport is te downloaden via
www.traffic-quest.nl/nl/rapporten



3.4. Congressen en symposia

NVC 2016

Het Nationaal Verkeerskundecongres werd in 2016 wederom in Zwolle gehouden. Het congres had dit keer een 'pre-congres diner' waar zo'n 100 deelnemers aanschoven. Die spraken met elkaar over de activiteiten van die middag, zoals het meerijden met een weginspecteur.
Het congres zelf opende met een bijdrage over 'de kunst van het samenwerken'. Tijdens de kennisrondes daarna kwam een breed scala aan onderwerpen voorbij, van fietsstraten tot C-ITS. TrafficQuest gaf twee presentaties: over verkeerskundige functies van en eisen aan C-ITS, en over het nieuwe regelen.

Alle bijdragen zijn te vinden op
nationaalverkeerskundecongres.nl/papers2016

CVS 2016

Zwolle was ook het toneel van het 42e Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk, dat werd bijgewoond door ongeveer 130 deelnemers. Het thema dit jaar was: 'Hoe slim is smart nu eigenlijk?'. TrafficQuest was vertegenwoordigd met een bijdrage over de Afweegmethode voor Benutten.

Meer informatie is te vinden op
www.cvs-congres.nl

PLATOS Modellencolloquium 2017

Het PLATOS Modellencolloquium had dit jaar als thema 'Modellen tussen twee termijnen', een verwijzing naar modellen voor de middellange termijn. Want op zich is er aan voorspellende tools geen gebrek, maar die zijn vooral voor de korte termijn (van nu tot 5 jaar) en de lange termijn (zeg 15 jaar en verder). Voor de middellange termijn, tussen de 5 en 15 jaar, is het aanbod aan tools vrij beperkt. Meestal wordt er voor die periode geïnterpoleerd of geëxtrapoleerd, maar er valt vast meer over te zeggen. Wat zijn de vragen die voor de middellange termijn spelen? Zijn modellen voor deze termijn überhaupt nodig? En hoe gaan andere vakgebieden hiermee om? Om die laatste vraag te beantwoorden waren voor de ochtendsessie experts van het PBL, KNMI en Deltares uitgenodigd om de ontwikkelingen in hun vakgebied te schetsen.
In de middagsessies werd ingegaan op de laatste ontwikkelingen en toepassingen op modelgebied, zoals OV-modellen en beleidsmodellen.

Zie voor een overzicht
www.platos-colloquium.nl

TRB Annual Meeting

In januari 2017 werd de 96e *TRB Annual Meeting* gehouden in Washington DC. Het congres is vooral enorm groot: alle interessante sessies bijwonen is onmogelijk, zelfs als je je zou beperken tot onderwerpen die aan verkeersmanagement zijn gerelateerd. Duidelijk was wel dat we in Nederland op een aantal thema's nog steeds vooroplopen: veel vragen die tijdens het congres aan de orde werden gesteld, pakken wij al op in projecten. Het gaat dan bijvoorbeeld om vragen betreffende C-ITS en automatisch rijden, en over het koppelen van data en het visualiseren ervan in het kader van Smart Cities. De TRB blijft hoe dan ook een goede bron van wetenschappelijk onderbouwde papers. Nederland kan die gebruiken om onderzoeken en proeven goed vorm te geven en om de resultaten juist te interpreteren.
Nederlandse presentaties gingen onder andere over de evaluatie van het in-car spoor van de Praktijkproef Amsterdam en over SimSmart-Mobility. Zie voor dat laatste hoofdstuk 5.

Automated Vehicles Symposium

Het Automated Vehicles Symposium vond in 2016 plaats in San Francisco. De opzet is totaal anders dan de TRB. Hier geen peer-reviewed papers van al afgerond onderzoek, maar juist inzichten uit lopende R&D-projecten en heel veel discussies. Het programma kent plenaire sessies – voor ruim duizend man publiek – met sprekers uit het bedrijfsleven, van de overheid en van kennisinstellingen. Maar er zijn ook kleinere *breakout sessions* met ruimte voor discussie en zogenaamde *poster sessions*, waar men met een drankje in de hand verder kan praten.
Tijdens de plenaire sessies sprak Tom Alkim van Rijkswaterstaat over de activiteiten in Nederland en over de *Declaration of Amsterdam*. Jeroen Ploeg van TNO gaf een presentatie over i-GAME, een Europees project dat onder meer platooning en coöperatieve manoeuvres test.
Ook in de breakout-sessies was er Nederlandse inbreng op diverse onderwerpen. Er is sowieso veel belangstelling voor wat er in Nederland gebeurt, bijvoorbeeld op het gebied van tests op de weg, het scheppen van de juiste randvoorwaarden voor pilots en de evaluatie van de (mogelijke) effecten.
De resultaten van de 22 breakout-sessies zijn later in het programma plenair gepresenteerd. Hieruit bleek duidelijk dat er inmiddels wel consensus is over de vragen die er liggen, maar dat ze nog lang niet allemaal beantwoord zijn of zelfs maar opgepakt worden.

Zie voor de zeer interessante presentaties en verslagen van het symposium
www.automatedvehiclessymposium.org/16/2016-proceedings

Referenties

[1] **Kroon, E.C.M., Martens, M.H., Brookhuis, K.A., Hagenzieker, M.P., Alferdinck, J.W.A.M., Harms, I.M., Hof, T. (2016)**. *Human factor guidelines for the design of safe in-car traffic information services*. Smart Mobility Ronde Tafel Human Behaviour, 31 augustus 2016. Beschikbaar op rondetafels.ditcm.eu/human-behaviour

[2] **Harmes, I., Dicke, M. (2016)**. *Rijtaakindicatoren voor C-ITS-projecten*. Smart Mobility Ronde Tafel Human Behaviour, 10 oktober 2016. Beschikbaar op rondetafels.ditcm.eu/human-behaviour

[3] **Wilschut, E., Hof, T (2016)**. *Key publications on automated driving*. Smart Mobility Ronde Tafel Human Behaviour, 31 oktober 2016. Beschikbaar op rondetafels.ditcm.eu/human-behaviour

[4] **Kroon, L. (2016)**. *Overzicht internationale samenwerkingsverbanden human behaviour en smart mobility*. Smart Mobility Ronde Tafel Human Behaviour, 30 september 2016. Beschikbaar op rondetafels.ditcm.eu/human-behaviour

[5] **Taale, H., Lint, H. van, Wilmink, I. (2016)**. *Evaluation of C-ITS and Automated Driving*. Smart Mobility Ronde Tafel Effecten, 22 november 2016. Beschikbaar op rondetafels.ditcm.eu/en/library/evaluation-c-its-and-automated-driving

[6] **Malone, K., Vreeswijk, J., Wilmink, I. (2016)**. *Stappenplan evaluatiestudies op basis van praktijkervaringen*. DITCM Innovations, 22 november 2016.

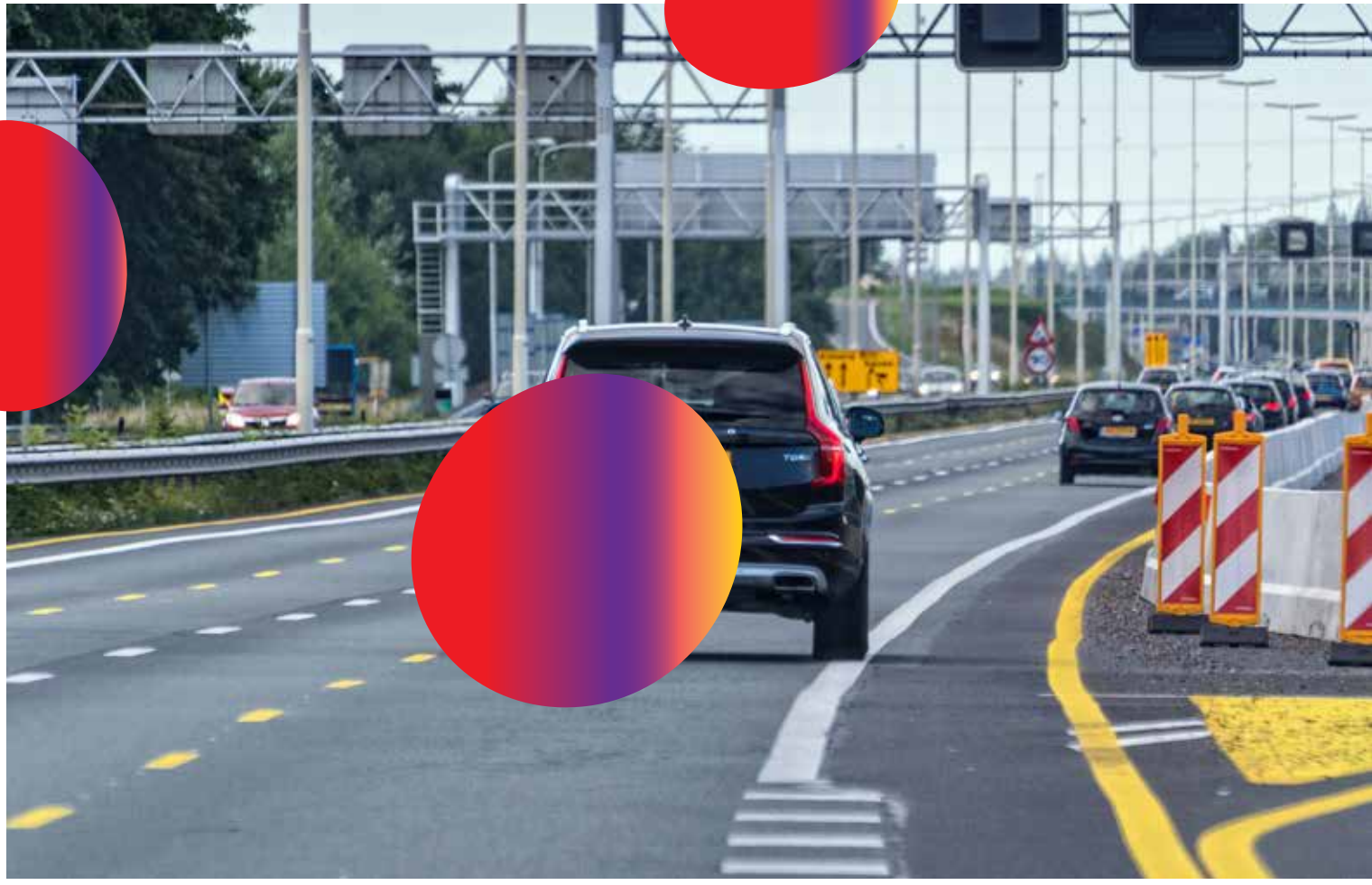
[7] **Lu, M. (2016)**. *Evaluation of Intelligent Road Transport Systems: Methods and Results*. Institution of Engineering and Technology, 2016.

[8] **Kiel, J., Muizer, A., Taale, H. (2017)**. *Afweegmethode voor benutten – Een uniforme en integrale afweegmethode voor benutten op basis van MKBA en MCA*. Rijkswaterstaat, januari 2017.

[9] **Kiel, J., Taale, H., Muizer, A. (2016)**. *Toepassing Afweegmethode voor Benutten op vier cases*. Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 2016, 25-26 november 2016, Zwolle.

[10] **De Jong, F., Tamminga, G. (2017).** *Werkwijzer dynamische modellen – Werkwijzer voor het opzetten, toepassen en toetsen van dynamische verkeersmodellen binnen Rijkswaterstaat projecten*. Sweco, in opdracht van Rijkswaterstaat, augustus 2017.

[11] **Calvert, S., Minderhout, M., Taale, H., Wilmink, I., Knoop, V. (2016)**. *Traffic assignment and simulation models.* State-of-the-art achtergronddocument, TrafficQuest, juli 2016. Beschikbaar op: www.traffic-quest.nl/nl/rapporten



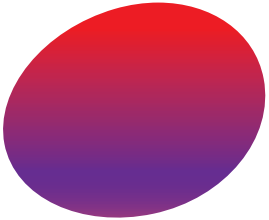

A27 tot
Eemnes
7 min
(400m) Afrit32
Bilthoven
Maartensdijk
(N234)
M
UIT

Pilots smart mobility en verkeersmanagement.

Voordat nieuwe kennis kan worden toegepast is er nog de stap van de pilots en proeven. Wat ITS-concepten betreft is het in Nederland vooral het programma Beter Benutten wat de klok slaat. Verder lopen er verschillende proeven met floating car data en zijn er ontwikkelingen op het vlak van automatisch rijden. Internationaal zijn de corridorprojecten interessant.

4.1. Programma Beter Benutten





Binnen het thema ITS van het programma Beter Benutten – zie ook hoofdstuk 5 – werken Nederlandse bedrijven en overheden samen aan intelligente toepassingen voor in het voertuig. Het ITS-deel van Beter Benutten kent aantal subthema's, te weten Talking Traffic, Logistiek, Evenementen, Parkeren, Incidenten en Blauwe Golf.
We bespreken hier het ambitieuze Partnership Talking Traffic en stippen daarna kort de overige ITS-thema's aan.

Partnership Talking Traffic

Het Partnership Talking Traffic is een samenwerkingsverband tussen het ministerie van Infrastructuur en Milieu, twaalf decentrale overheden en zo'n twintig marktpartijen (verkeersindustrie, telecom- en internetbedrijven en automotivebedrijven). Ze werken samen conform een nieuwe juridische aanbestedingsvorm die vanaf 1 juli 2016 ook kracht van wet heeft: het innovatiepartnership. De basis ligt in de combinatie van ontwikkelen en exploiteren, met overheid en markt als gelijkwaardige partners.

Tot en met 2020 zullen de partijen in het Partnership samen zo'n 90 miljoen euro investeren in de ontwikkeling en levering van innovatieve verkeerstoepassingen. Real-time informatie-uitwisseling tussen weggebruikers en verkeerssystemen staat in deze toepassingen centraal.



Binnen Europa is Nederland overigens een van de eerste landen die het innovatiepartnership op deze schaal toepast. Wat onderscheidend is, is dat er niet getest wordt op een afgesloten testbaan, maar in het normale verkeer met normale weggebruikers.

Use cases

Om gericht te komen tot diensten die invulling geven aan de wensen van wegbeheerders en aansluiten op de behoeften van de beoogde gebruikers van de diensten, is er een lijst met gebruikstoepassingen samengesteld. Deze is geordend naar ‘gebruikersperspectief’, wat leidde tot de volgende zes groepen *use cases*:

1. Snelheidsadviezen en *in-vehicle signage,* oftewel informatie over borden die nu nog langs de weg staan.
2. Persoonlijke actuele informatie verstrekken over potentieel gevaarlijke situaties en wegwerkzaamheden verder op de route.
3. Prioritering (geconditioneerd en absoluut) van groepen verkeersdeelnemers bij verkeersregelinstallaties.
4. Actuele informatie vanuit verkeersregelinstallaties bij de weggebruiker brengen, over bijvoorbeeld *time to green* en *time to red*.
5. Het optimaliseren van verkeersstromen met behulp van verkeersregelinstallaties.
6. Het in-car brengen van parkeerinformatie.

De opzet van het Partnership Talking Traffic

Het Partnership Talking Traffic onderscheidt drie clusters. In *Cluster 1* staan de verkeersregelinstallaties (VRI's) centraal: de nieuwe VRI-architectuur wordt er verder ontwikkeld en getest. *Cluster 2* draait om data, met onderwerpen als snelle dataontsluiting, databewerking en dataverrijking. *Cluster 3* ten slotte betreft de levering en het gebruik van informatiediensten in voertuigen aan weggebruikers.

Elk cluster heeft een trekker vanuit het ministerie van Infrastructuur en Milieu die de gemeenschappelijke zaken van dat cluster behartigt en het cluster vertegenwoordigt in verschillende overleggen. Binnen elk cluster zijn meerdere bedrijven of combinaties van bedrijven actief, en de clusters zijn onderling ook verbonden: zij wisselen gegevens uit.

Bijeenkomsten, werkgroepen en andere overleggen

Om de samenwerking binnen het Partnership soepel te laten verlopen en te zorgen dat alle diensten ook echt gerealiseerd worden, zijn een aantal werkgroepen ingesteld:

- **Techniek.** Bespreekt de technische keuzes en neemt implementatiebesluiten om de keten werkend te krijgen.
- **Randvoorwaarden.** Vult de randvoorwaarden ten aanzien van de technische keuzes in, bijvoorbeeld op het gebied van privacy en security.
- **Informatievoorziening.** Houdt zich bezig met de ontwikkeling van gebruikersinterfaces ten behoeve van de weggebruiker.
- **Evaluatie.** Hier worden afspraken gemaakt om ervoor te zorgen dat de evaluaties op de juiste manier kunnen worden gedaan. Denk dan aan afspraken over het loggen van data voor evaluatie.
- **Communicatie.** Houdt zich bezig met de positionering van en publiciteit rond het Partnership.

Voor de verdere afstemming zijn er nog een Programmateam, een Kernteam, de uit de marktpartijen bestaande Council en het Regiobreed Overleg. Er worden ook *special interest sessions* georganiseerd, waarin een specifiek onderwerp wordt behandeld. Voorbeelden van die sessions zijn C-ITS OV, nood- en hulpdiensten, C-ITS Logistiek, verkeersveiligheid, security en HMI-onderzoek.

Eerste producten

Vanaf de zomer van 2017 voorzien de marktpartijen de weggebruikers van de eerste nieuwe technieken voor rij- en reisadviezen en wordt een nieuwe generatie verkeerslichten op straat gezet.

De *rij- en reisadviesdiensten* informeren weggebruikers met behulp van een app op de smartphone of via de navigatie over de situatie op hun route – files, weersomstandigheden, wegwerkzaamheden enzovoort – en geven indien nodig een passend advies hierover, zoals snelheid aanpassen of de route wijzigen. Interessant is ook dat weggebruikers die van deze 'connected' diensten gebruikmaken, zelf ook een waardevolle bron van informatie worden.

De *nieuwe generatie verkeerslichten* die worden ontwikkeld, zijn de zogenaamde iVRI's. Ze zijn in staat om te communiceren met aankomende voertuigen en fietsers en laten het verkeer over kruispunten en in het hele stedelijke netwerk optimaal doorstromen. Om intelligente verkeerslichten en benodigde apps te kunnen realiseren, werken de partijen aan (afspraken over) het ontsluiten van de benodigde VRI- en voertuigdata.

Zie voor meer informatie over het Partnership Talking Traffic
www.beterbenutten.nl/talking-traffic

Andere projecten binnen Beter Benutten

Behalve het Partnership Talking Traffic gebeurt er binnen het thema ITS van Beter Benutten nog veel meer dat relevant is voor verkeersmanagement. In verschillende projecten staat de dataverzameling en ontsluiting centraal: Evenementen, Parkeren, Incidenten, Blauwe Golf Verbindend en Supermarktlogistiek. In het Blauwe Golf-project gaat het om het koppelen van data van bruggen en sluizen aan (weg)verkeersstromen, onder meer om brugopeningen slimmer af te stemmen op het verkeer op de weg. In het project Supermarktlogistiek delen wegbeheerders en verladers/vervoerders data om de bereikbaarheid van binnensteden op peil te houden.

Interessant is ook het zogenaamde IMMA-spoor gericht op de ondersteuning van gedragsstimuleringsprojecten als spitsmijden en fietsstimulering die in Beter Benutten Vervolg in de verschillende regio's worden uitgevoerd. IMMA staat voor *Integrale mobiliteitsmanagementarchitectuur* en bundelt de kennis die is opgedaan op het gebied van ITS, spitsmijden, fietsprojecten en gedrag.

4.2. Internationale corridorprojecten

In een aantal internationale corridorprojecten wordt gewerkt aan diensten die niet slechts in één land werken, maar ook over de grens. In deze projecten is uiteraard veel aandacht voor het maken van internationale afspraken, maar er wordt ook getest op de weg. We hebben al eerder bericht over de C-ITS Corridor van Rotterdam naar Wenen. Andere internationale corridors waarop proeven worden gedaan zijn *Ars Atlantique* (Atlantic-North Sea-Mediterranean), *NordicWay* (Finland, Noorwegen, Zweden en Denemarken) en *URSA MAJOR* (Rhine-Alpine-corridor).
De komende jaren zullen de verschillende implementaties veel nuttige kennis opleveren: wat werkt wel en niet, en waarom? En welke diensten voegen echt wat toe?

Nederland is sterk betrokken bij **InterCor,** samen met een aantal Britse, Franse en Belgische partijen. Dit project test de diensten *Road Works Warning, In-Vehicle Signage, Green Light Optimal Speed Advice, Probe Vehicle Data* en nog wat logistieke diensten. Het gaat niet zozeer om de 'ontwikkeling vanaf nul' – er wordt vaak gewerkt met bestaande applicaties – maar meer om te demonstreren dát er internationale, interoperabele diensten worden ontwikkeld. Daarbij maken de deelnemende partijen uiteraard wel de nodige iteratieslagen, om de diensten al doende te verbeteren. Hybride communicatie van én wifi-p én 3G/4G is ook een belangrijk onderwerp bij de proeven van InterCor. Er zijn technische evaluaties, evaluaties van de impacts en evaluaties van de gebruikersacceptatie voorzien, volgens een gezamenlijke opzet.



4.3. Truck platooning en automatisch rijden

Na de succesvolle European Truck Platooning Challenge in april 2016 – zie de 2016-uitgave van 'Verkeer in Nederland' – en diverse andere automatisch-rijdenevenementen is het nu de tijd om door te pakken. Dat gebeurt in Nederland op een aantal vlakken.

Een belangrijke administratieve stap is dat de Nederlandse wetgeving wordt aangepast. Het kabinet heeft ingestemd met een wetsvoorstel 'Experimentenwet zelfrijdende auto' dat experimenten met zelfrijdende voertuigen zonder bestuurder erin mogelijk maakt.

Tijdens het EU-voorzitterschap van Nederland in 2016 is de *Declaration of Amsterdam* ondertekend, waarmee 28 transportministers beloven samen te werken om hun wegennet, verkeersregels en wetgeving klaar te maken voor automatische voertuigen. Hieraan moet de komende tijd een vervolg worden gegeven. Nederland werkt mee aan een aantal cross-border testen – zie de paragraaf hiervoor – en neemt deel aan verschillende Europese initiatieven en platforms. Voorbeelden zijn de *GEAR 2030 High Level Group* voor de Europese automotive industrie, het eveneens Europese C-ITS Platform, en UNECE, de *United Nations Economic Commission for Europe*. Deze Commissie heeft recent het Verdrag van Wenen inzake het Wegverkeer aangepast, zodat automatische voertuigen op de openbare weg mogen rijden.

Tot slot zijn er nieuwe proeven opgezet en uitgevoerd. Voorbeelden zijn proeven met de WEpods in Ede en Wageningen en in Appelscha, en proeven met *last mile solutions* in Delft en omgeving (het Researchlab Automated Driving Delft is daar geopend) en in regio Schiphol (test met de Mercedes-Benz Future Bus op de busbaan tussen Schiphol en Haarlem).
Ook staan er meer tests met *truck platoons* in de planning, inclusief de uitwerking van de logistieke aspecten eromheen. Een groot aantal partijen, waaronder Peter Appel Transport, Simon Loos, Unilever, Albert Heijn, Jumbo en ANWB, werkt hieraan mee. Bij deze zogenaamde 'real life cases' rijden 2 à 3 trucks op verschillende wegen in Nederland.

Bundeling kennis

De Kennisagenda Automatisch Rijden geeft een uitgebreid online overzicht van de beschikbare en benodigde kennis op het gebied van automatisch rijden. Zie hiervoor **knowledgeagenda.connekt.nl**

De Taskforce Dutch Roads publiceerde 'Wegbeheerdersatlas Zelfrijdende Voertuigen', met informatie over het waarom, hoe en wat van zelfrijdende voertuigen in Nederland [1].

4.4. Pilots met floating car data

Er zijn de afgelopen tijd enkele interessante studies uitgevoerd naar de gebruiksmogelijkheden van *floating car data*, FCD. De onderzochte toepassingen betroffen onder meer filestaartbeveiliging en het genereren dan wel verrijken van herkomst-bestemmingsmatrices.

Toepassing filestaartbeveiliging

Filestaartbeveiliging, ook wel Automatische Incident Detectie (AID) genoemd, maakt nu nog gebruik van data uit lusdetectoren om de voertuigsnelheden te bepalen en op basis daarvan de locatie van files. Aankomende voertuigen kunnen zo tijdig gewaarschuwd worden voor congestie verderop. Omdat lusdetectoren duur zijn – per rijstrook is ongeveer elke 500 meter een lus vereist – heeft Rijkswaterstaat laten onderzoeken of de relatief goedkope FCD een goede alternatieve databron voor AID zijn.

In 2015 heeft Be-Mobile, in opdracht van Rijkswaterstaat, hier een theoretische studie aan gewijd [2]. Er is gekeken naar een datafusie-aanpak met minuutdata (fusie van FCD en lusdata) en een pure FCD-aanpak met secondendata. De eerste aanpak was voor AID-toepassingen te traag, zo werd vastgesteld, maar de tweede aanpak bood aanknopingspunten. Bij de evaluatie bleek een grote gelijkenis tussen de AID in de FCD-variant en in de oude tellus-variant. De waargenomen verschillen kwamen voort uit twee mechanismes:

1) Omdat tellusdata afhankelijk zijn van de locatie, worden soms files tussen tellocaties gemist. De FCD-variant is dan actueler.
2) Omdat FCD een beperkte penetratiegraad heeft, worden soms files gemist. In dat opzicht zijn de tellussen actueler.

Omdat de eerste situatie zich vaker voordeed dan de tweede, was de conclusie dat de potentiële winst van FCD groter is dan het verlies aan betrouwbaarheid. Andere belangrijke conclusies uit deze studie waren, dat het opzetten van real-time dataontsluiting vanuit de Rijkswaterstaat-omgeving naar een private partij technisch haalbaar is en dat het combineren van wegkantdata met FCD-data leidt tot nieuwe afgeleide data. FCD inzetten als data-inwintechniek voor de AID heeft dus veel potentieel.

Daarom is in 2016 een pilot uitgevoerd met een ‘virtuele’ AID, waarbij Be-Mobile de AID-beeldstanden real-time genereerde op basis van FCD. Dit systeem draaide op de achtergrond en is vergeleken met de ‘echte’ AID (MTM-beeldstanden). De proef is uitgebreid geëvalueerd [3]. De technische beschikbaarheid van het systeem tijdens de praktijkproef was 100% gedurende een periode van ruim drie maanden. Er zijn verschil-

lende indicatoren berekend die iets zeggen over de vergelijkbaarheid van FCD en MTM-beeldstanden, zoals inschakelmomenten van lagere snelheidslimieten (70 of 50 km/u). De resultaten van de analyses zijn op zich veelbelovend, maar geven nog geen uitsluitsel over de toepasbaarheid van FCD voor AID in heel Nederland. Daarvoor verschillen de uitkomsten te veel: tussen de trajecten, maar ook tussen de soorten files (reguliere, incident, filegolf). De FCD-aanpak lijkt echter wel kansrijk, zeker gezien ontwikkelingen in de techniek en de toenemende beschikbaarheid van FCD.
Er zijn plannen voor een vervolg met meerdere leveranciers in een (veilige) operationele setting, voorzien voor begin 2018.

Er is ook aanvullend theoretisch onderzoek gedaan om te achterhalen vanaf welke FCD-penetratiegraad de AID met FCD beter functioneert dan de AID met meetlussen [4]. De onderzoeksvraag bleek niet eenduidig te beantwoorden, omdat het antwoord afhangt van factoren als tijdstip op de dag en drukte. De conclusie is dat *overdag* een 10% penetratiegraad van FCD meer dan voldoende is voor een performance van de AID die gemiddeld minstens zo goed is als aansturing met meetlussen. 's Nachts waren er onvoldoende data beschikbaar om een statistisch betrouwbare conclusie te trekken, maar de verwachting is dat een 10% penetratie dan niet voldoende is, gezien het kleine aantal voertuigen dat 's nachts rijdt.
In het onderzoek wordt trouwens ook de terechte vraag gesteld of het wel goed is om de 'meetlus-AID' als *ground truth* te nemen. Mogelijk is het beter een bepaalde 'gewenste performance' te specificeren, zoals detectie binnen 60 seconden met een maximale fout van 200 meter. Ten slotte geeft het rapport een aantal aanbevelingen, bijvoorbeeld om het onderzoek realistischer te maken wat tijdsvertragingen betreft.

Duidelijk is dat er potentie is voor het gebruik van FCD voor AID, zeker op stukken weg waar nu geen signalering is. Verder onderzoek is echter vereist, met name (virtueel) op de weg en theoretisch onderzoek waarbij realistische aannames worden gedaan op het gebied van vertragingen en missende data.

Toepassing HB-matrices

Informatie afkomstig van voertuigen en gsm-data bieden in potentie mogelijkheden om herkomst-bestemmingsgegevens (HB-matrix) af te leiden. Er zijn diverse initiatieven om deze toepassing te verkennen. Belangrijke aandachtspunten hierbij zijn de 'ophoging' van de gsm-data naar een representatieve HB-matrix, het afleiden van de vervoerswijzen uit de data en het afleiden van ritten uit de gegevens (bijvoorbeeld: na x minuten begint een nieuwe rit).

Tot op heden gebruiken we het Onderzoek Verplaatsingen in Nederland (OViN) in combinatie met modeltoepassingen om HB-matrices af te leiden. Het voordeel van het OViN is dat deelnemers wordt gevraagd om een dagboekje van hun verplaatsingen bij te houden. Hierdoor kan het verplaatsingsgedrag van de Nederlandse bevolking worden beschreven naar plaats van herkomst en bestemming, tijdstip waarop het vervoer plaatsvindt, gebruikte vervoermiddelen, reismotieven voor de verplaatsingen en naar persoons- en huishoudkenmerken. In combinatie met modelschattingen levert dit inzicht

in gemiddelde verplaatsingspatronen voor spitsperioden en dalperioden.
Omdat FCD en gsm-data geen gegevens bevatten over de achterliggende personen en huishoudens, kunnen er op basis van alléén die FCD/gsm ook geen relaties worden gelegd met die informatie. Maar FCD en gsm-data en FCD kunnen de aanpak van 'OViN plus model' wel flink verrijken, omdat ze voor een *grotere steekproef* en *continu* gemeten kunnen worden.

Proeven met gsm-data

Rijkswaterstaat is daarom met DAT.Mobility en Mezuro een pilot gestart om te verkennen of gsm-data kan bijdragen aan het verbeteren van de strategische verkeer- en vervoersmodellen LMS en de NRM's. Hierbij wordt vooral geanalyseerd of de matrix voor het autoverkeer kan worden verbeterd.



De gsm-data is afkomstig van Vodafone en dekt ongeveer een derde van de Nederlandse markt. In totaal worden er ongeveer 3,5 miljoen verplaatsingen per dag gemeten – op jaarbasis zijn dat er 1,25 miljard. Uit de data zijn bestemmingen en tussenbestemming te herleiden. De eerste proeven laten zien dat gsm-data inderdaad een bijdrage kunnen leveren aan verbetering van de matrices. Specifieke historische relaties tussen steden, zoals Zoetermeer-Den Haag, Zoetermeer-Rotterdam en Almere-Amsterdam kunnen dankzij gsm-data beter worden gemodelleerd. Op dergelijke relaties is de bestemmingskeuze anders dan op basis van een standaard zwaartekrachtmodel wordt verwacht. Dankzij de gsm-data kunnen de HB-matrices op deze relaties dus goed worden verrijkt. Nader onderzoek is echter nodig naar ritlengteverdelingen, omdat korte ritten in de gsm-data onderschat worden. Mogelijke verklaringen hiervoor zijn dat bij korte ritten telefoons niet altijd worden meegenomen, de ritten niet altijd gemeten worden of wegvallen door de grootte van de cellen of de korte tijdsduur van de activiteit.

Proeven met FCD

Vanaf begin 2017 ontvangt NDW landelijke FCD-snelheidsdata van Be-Mobile voor wegsegmenten van maximaal 50 meter, op basis waarvan NDW ook reistijdgegevens beschikbaar stelt. NDW start in het najaar van 2017 een pilot om HB-gegevens uit deze FCD af te leiden. FCD bieden de mogelijkheid om matrices op landelijke schaal samen te stellen.

TNO verkent de mogelijkheid om HB-gegevens af te leiden uit FCD-bronnen als gps-gegevens van taxi's en vrachtverkeer. Tevens onderzoekt TNO de invloed van de kwaliteit van de data op de toepasbaarheid van de gegevens.

Andere toepassingen

Gsm-data worden ook gebruikt om een beeld te krijgen van bezoekers van evenementen en winkelcentra. Hierbij is het wel van belang om bij de interpretatie van de gegevens rekening te houden met het feit dat de steekproef niet volledig representatief is en dat korte ritten mogelijk onderschat worden.

NDW voert een aantal verkenningen uit naar de potentie van FCD, gsm-data en *floating bike data* voor weer andere toepassingen. Een voorbeeld hiervan is datafusie van FCD, VRI-data en data van telsystemen om intensiteiten af te leiden.

Daarnaast lopen er projecten en pilots naar de mogelijkheden van FCD voor de inzet van verkeersmanagementscenario's (waarbij FCD als 'voeding' dient om te bepalen of een scenario moet worden gestart), het detecteren van incidenten of stilstaande voertuigen, het bepalen of bijstellen van regelscenario's, het valideren van wegafsluitingen en het registreren van fietsverplaatsingen. Deze onderzoeken vinden plaats in opdracht van NDW, de Innovatiecentrale, Rijkswaterstaat en provincies.

Om de voortgang van de verschillende projecten met elkaar in samenhang te bekijken en de kennis te delen, zijn deze partners het programma *Innoveren met FCD* gestart [5].

Referenties

[1] **Taskforce Dutch Roads for Selfdriving Vehicles (2016)**. *Wegbeheerdersatlas Zelfrijdende Voertuigen*. In opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu, oktober 2016. Beschikbaar op www.connekt.nl/wp-content/uploads/2016/03/Wegbeheerdersatlas-Dutch-Roads-Digitaal.pdf

[2] **Be Mobile (2016)**. *Datafusie met floating car data voor Automatische Incident Detectie*. Rapport voor Rijkswaterstaat, mei 2016.

[3] **ModelIT (2017)**. *Evaluatie praktijkproef Filesignalering op basis van Floating Car Data*. Rapport voor Rijkswaterstaat, februari 2017.

[4] **Klunder, G. (2017)**. *Automatic Incident Detection using Floating Car Data instead of loop detectors – comparison based on measured traffic data.* TNO-rapport R11688, rapport voor Rijkswaterstaat, 2017.

[5] **Felici, E (2017)**, *De mogelijkheden van floating car data*. NM Magazine, Nr. 1, 2017. Beschikbaar op www.nm-magazine.nl/pdf/NM_Magazine_2017-1.pdf




A13
Li
19,6


70

Programma's en samenwerkingsverbanden

Om het vakgebied vooruit te helpen is goede samenwerking onontbeerlijk. Tussen overheden, tussen marktpartijen, tussen overheden en markt, tussen regio's, tussen landen – het aantal afhankelijkheden en dwarsverbanden is groot. Maar waar vindt die samenwerking precies plaats? En aan welke tafels worden de knopen doorgehakt? Een overzicht.

Programma Beter Benutten Vervolg

In het programma Beter Benutten nemen rijk, regio's en bedrijfsleven innovatieve maatregelen om de bereikbaarheid in de drukste regio's en steden van Nederland te verbeteren. Het programma loopt al sinds 2011. In 2014 werd besloten het voort te zetten tot en met 2017: Beter Benutten *Vervolg*. In totaal omvat het programma ongeveer 200 projecten, waarin rijk en regio's samen 600 miljoen euro investeren.

ITS-toepassingen voor verkeersmanagement en verkeersinformatie zijn het belangrijkste thema in Beter Benutten Vervolg, waarvoor ruim 10% van het budget is gereserveerd. Binnen dit domein worden persoonlijke, privaat aangeboden diensten ontwikkeld die op verschillende manieren op het gedrag van reizigers ingrijpen: ze beïnvloeden het vertrektijdstip, de vervoerswijzekeuze of de routekeuze en/of waarschuwen voor gevaren. De diensten worden voor verschillende doelgroepen ontwikkeld, variërend van gebruikers van personenauto tot vrachtwagenchauffeurs, fietsers, OV-gebruikers, forensen en evenementenbezoeker. Naast diensten die op smartphones of andere personal devices wordt aangeboden, wordt er ook gewerkt aan het slimmer maken van verkeerslichtenregelingen – zie hoofdstuk 4 voor meer informatie over deze zogenaamde *iVRI's*.

Om de effecten van het programma te bepalen worden van alle geïmplementeerde maatregelen het aantal spitsmijdingen en de effecten op lokale snelheden bepaald, afhankelijk van het type dienst. Deze cijfers dienen als input voor de Mobiliteitsscan waarmee de regionale en landelijke effecten op de vertraging worden berekend. De Mobiliteitsscan gebruikt daarnaast input van modellen als het NRM, gemeten data en rekenregels voor de verkeersafwikkeling en de toedeling.
Op basis van de scan worden voortgangsrapportages en het eindrapport opgesteld. Dat laatste wordt halverwege 2018 verwacht.

Verder lezen:
www.beterbenutten.nl
www.mobiliteitsscan.info



CEDR

CEDR is de *Conference of European Directors of Roads.* Het platform is opgericht in 2003 en heeft als doel de nationale wegbeheerders binnen Europa meer te laten samenwerken. CEDR heeft hiertoe verschillende onderzoekprojecten geïnitieerd. De onderwerpen van het zevende 'transnationally funded research programme' uit de call van 2014 waren *Asset Management and Maintenance* en *Mobility and ITS*. Onder dat laatste vallen de deelonderwerpen *Mobility as a Service, The Journey to High and Full Automation* en *The Business Case for Connected and Co-operative Vehicles.* Begin juni 2017 was de eindbijeenkomst van de drie uit deze call voortkomende projecten, met Nederlandse partners in twee consortia. De projecten hebben een aantal bruikbare rapporten en tools opgeleverd. Een korte beschrijving van de doelen en resultaten:

- **ANACONDA**, oftewel *Assessment of use Needs for Adapting CO-BRA, including Online Database*. Het doel is nationale wegbeheerders te helpen om te bepalen welke coöperatieve diensten het meeste effect opleveren, zodat wegbeheerders kosteneffectiever kunnen werken. Het belangrijkste product van dit project is de COBRA + Tool, die de socio-economische kostenbatenratio en de businesscase voor de wegbeheerder uitrekent, voor een aantal keuzes in de vorm van een scenario. Daarnaast worden andere resultaten opgeleverd: de online tool COBRA + Monitor voor het monitoren van de C-ITS *deployment* in de EU, een gebruikersgids voor COBRA + , een rapport over use cases in Nederland, Oostenrijk en Engeland, en een roadmap voor de transitie naar een C-ITS uitgerust Rijkswaterstaat-netwerk.

- **DRAGON**, wat staat voor *DRiving Automated vehicle Growth On National roads*. Dit project onderzoekt hoe automatisch rijden het wegverkeer en wegtransport de komende vijftien jaar zal veranderen. Wat zijn de gevolgen voor nationale wegbeheerders? Wat betekenen automatische voertuigen voor de verkeersafwikkeling? Hoe kunnen wegbeheerders de ontwikkelingen ondersteunen zodat de potentiële baten (bijvoorbeeld: een verbeterde verkeersveiligheid) ook echt gerealiseerd worden? Er zijn generieke aanpakken voor impact assessment en kostenbatenanalyses uitgewerkt en toegepast op drie use cases, in twee scenario's met meer en minder inspanning en investeringen vanuit de wegbeheerders. De impacts zijn ingeschat op basis van literatuuronderzoek en *expert judgement*, en vervolgens gekwantificeerd voor de kostenbatenanalyse. Het resultaat is een serie aanbevelingen voor nationale wegbeheerders om automatisch rijden te faciliteren.

- **MAASiFiE**, *Mobility As A Service For Linking Europe*. De doelen van MAASiFiE zijn om modellen voor Mobility as a Service, MaaS, te identificeren en analyseren, en om een Europese roadmap voor MaaS 2025 te maken. MAASiFiE heeft dit gedaan door een state-of-the-art op te stellen en de toekomstige trends van MaaS te identificeren (multimodale reizigersinformatiediensten,

ticketing/betalingssystemen en deelconcepten); bedrijfs- en exploitantmodellen te ontwikkelen; technologische eisen, interoperabiliteit, wettelijke enablers en uitdagingen te verkennen; milieueffecten in beeld te brengen; en een socio-economische kosten-batenanalyse uit te voeren. Nationale wegbeheerders kunnen met de rapporten hun rol bepalen en een eigen actieplan opstellen.

MAASiFiE heeft een eigen website waarop alle producten gepubliceerd worden, **www.vtt.fi/sites/maasifie**. De *deliverables* van ANACONDA en DRAGON zijn via TNO te verkrijgen. Er wordt ook een overkoepelend rapport geschreven, dat de resultaten van de projecten samenvat en wat dieper ingaat op de implementatie van de producten en concepten.

Verder lezen:
www.cedr.eu
www.vtt.fi/sites/maasifie



C-ITS Platform

Het Europese C-ITS Platform is een van de vier instrumenten die de Europese Commissie gebruikt op het gebied van coöperatief, connected en automatisch rijden – zie ook hoofdstuk 2. De andere instrumenten zijn grootschalige *deployment projects* ondersteund door C-Roads, de al eerdere gepubliceerde EU C-ITS Strategy en de ITS Richtlijn.

Het C-ITS Platform ontwikkelt een gemeenschappelijke visie van en voor alle Europese stakeholders die een rol spelen in coöperatief, connected en automatisch rijden: lidstaten, wegbeheerders, dienstverleners, data-inwinners, telecom, autofabrikanten, onderzoeksorganisaties en belangengroepen. Het Platform richt zich op het identificeren van de drempels bij de implementatie van coöperatief, connected en automatisch rijden, en op de acties om die drempels weg te nemen.
Verschillende publieke en private Nederlandse partijen nemen deel aan het Platform. Connekt coördineert de Nederlandse inbreng en verspreidt de uitkomsten van het Platform.

In de eerste fase van het C-ITS Platform lag de focus op coöperatieve en connected ITS. Deze fase liep van november 2014 tot januari 2016. De Europese Commissie benoemde mogelijke barrières en die waren aanleiding om elf werkgroepen te vormen. Het eindrapport van de eerste fase van het Platform documenteert de bevindingen van alle werkgroepen.
Zie ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/its/doc/c-its-platform-final-report-january-2016.pdf

Inmiddels is de tweede fase van het Platform gestart, met een bredere focus op automatisch rijden en op coöperatieve en connected ITS. Deze fase loopt van juli 2016 tot september 2017 en kent de volgende werkgroepen:

- **C-ITS Security.** Doel is het formuleren van en overeenstemming bereiken over het gemeenschappelijke veiligheids- en certificaatbeleid voor Europa.

- **C-ITS Compliance Assessment.** Richt zich op het proces om C-ITS-componenten te valideren voor gebruik in de Europese markt, en identificeert de rollen en actoren die bij het proces horen.

- **Data Protection and Privacy.** Test, bespreekt en valideert (als het mogelijk is) de voorstellen en oplossingen voor databescherming en privacy met nationale en/of Europese autoriteiten.

- **Physical and Digital Infrastructure.** Formuleert aanbevelingen over hoe de fysieke en digitale infrastructuur C-ITS en automatisch rijden kan ondersteunen.

- **Enhanced Traffic Management.** Ontwikkelt een raamwerk waarin het toekomstige verkeersmanagement zal functioneren, gegeven de trends in C-ITS en automatisch rijden, beschikbaarheid van data, decentralisatie en publiek-private samenwerking.

- **C-ITS, Public Transport and Automation in Urban Areas.** Identificeert de behoeftes en prioriteiten van en businessmodellen voor steden op het gebied van C-ITS en automatisch rijden.

- **Horizontal Issues: Public Acceptance, Business Models, Implementation Issues.** Verkent verschillende businessmodellen van C-ITS, de invalshoeken van verschillende stakeholders en het proces om tot businesscases te komen.

Ook de tweede fase van het Platform zal worden afgesloten met een eindrapport.



Connekt

Connekt is het Nederlandse platform voor slimme, duurzame en sociale mobiliteit. De organisatie kent inmiddels meer dan 500 leden en partners. Connekt verbindt deze partijen middels netwerkevents, programma's, studiereizen en handelsmissies.
Drie Connekt-thema's raken aan verkeersmanagement en verkeersinformatie: *Automated Driving, Mobility as a Service en Smart Mobility & ITS*. Wat zijn de ontwikkelingen?

- **Automated Driving.** Connekt ziet in automatisch rijden een uitgelezen kans om schadelijke emissies terug te dringen, de verkeersveiligheid te verbeteren en de groeiende vraag naar mobiliteit te faciliteren. Daarom is het belangrijk te anticiperen op de benodigde investeringen in infrastructuur, voertuigmodificatie, uitwisseling van gegevens, grootschalige tests en gedragsonderzoek.

- **Mobility as a Service.** Met de opkomende deeleconomieën is ook de mobiliteitssector aan het veranderen. Kan de consument mobiliteit inkopen, in plaats van te investeren in transportmiddelen? De economische potentie van dit concept – Mobility as a Service – is enorm.
  Connekt ziet een belangrijke rol voor de decentrale overheden als katalysator van de systeemsprong. Daarnaast werkt Connekt samen met internationale partners voor een snelle adoptie van MaaS in binnen- en buitenland.

- **Smart Mobility & ITS.** Er vinden op dit vlak forse verschuivingen plaats. Reisinformatie beweegt bijvoorbeeld van collectieve beinvloeding naar een mix van collectieve en individuele dienstverlening, wegkantsystemen werken niet meer op zichzelf maar worden coöperatief, en data worden zowel door publieke als private partijen open gedeeld. ITS ondersteunt verkeersmanagement om betrouwbaar, beschikbaar, voorspelbaar, gekoppeld en steeds flexibeler te zijn. Connekt houdt zich bezig met het maken van gezamenlijke afspraken die de groei en het proces versterken en versnellen.

Connekt participeert namens haar leden ook in verschillende ITS-initiatieven. Een voorbeeld is de taskforce *Dutch Roads for self-driving vehicles*, een samenwerking tussen Rijkswaterstaat, CROW, RDW en Connekt. Deze taskforce ondersteunt wegbeheerders bij de testaanvragen voor zelfrijdende voertuigen.

Verder lezen:
www.connekt.nl/themas
www.connekt.nl/initiatief/dutch-roads

C-ROADS

C-ROADS is officieel gelanceerd op 12 december 2016. Het is een samenwerkingsverband tussen acht Europese landen: België, Duitsland, Engeland, Frankrijk, Nederland, Oostenrijk, Slovenië en Tsjechië. Vertegenwoordigers van verschillende projecten binnen Europa werken er gezamenlijk aan het uitrollen en opschalen van C-ITS-maatregelen, met als doel de kwaliteit van reizen binnen de EU te verhogen.

Bij de implementatie van C-ITS-maatregelen zijn er nog verschillende issues, onder meer op het vlak van wetgeving, beleid en standaardisatie. C-ROADS probeert deze problemen op te lossen met behulp van bijvoorbeeld gezamenlijk opgestelde standaarden. Het C-ROADS-platform houdt zich daarnaast bezig met het verbinden van C-ITS-pilots binnen Europa, het ontwikkelen, delen en publiceren van vergelijkbare technische specificaties en het ontwikkelen van systeemtesten.
In juni 2017 tekenden het C-ROADS-platform en het CAR 2 CAR Communication Consortium een *Memorandum of Understanding* over de samenwerking tussen wegbeheerders en de automotive industrie rond de uitrol van C-ITS-applicaties. Hierin speelt de *short-range wireless communication* voor voertuig-voertuig- en voertuig-infrastructuur-communicatie met wifi-p een belangrijke rol. Er wordt ingezet op een hybride communicatieaanpak met zowel wifi-p als 3G/4G en in de toekomst ook 5G.

Verder lezen:
www.c-roads.eu/platform.html



EU-EIP

Binnen het European ITS Platform, afgekort tot EU-EIP, werken ministeries, wegbeheerders en partners uit de publieke en private sector van vrijwel alle EU-lidstaten en buurlanden samen om de implementatie van ITS-diensten te versnellen en te uniformeren, zodat diensten ook 'over de grens' werken. Dat gebeurt voornamelijk in de corridorprojecten.

Nederland is binnen EU-EIP actief in twee corridorprojecten: Arc Atlantique en URSA MAJOR. De *Arc Atlantique*-corridor strekt zich uit van Ierland tot Spanje (via Engeland en Frankrijk, met vertakkingen naar België en Nederland) en omvat het trans-Europese netwerk in dit gebied. Het project behelst de uitrol van verkeersmanagementsystemen en verkeersinformatiediensten.
De *URSA MAJOR*-corridor loopt door Nederland, Duitsland en Italië en richt zich op vrachtverkeer. Het gaat daarbij om de implementatie van maatregelen die parkeerfaciliteiten, navigatie en de veiligheid van vrachtverkeer verbeteren. Ook het verminderen van congestie hoort daarbij. Merk op dat het binnen de twee corridorprojecten vooral gaat om de implementatie van reeds bewezen verkeersmanagementoplossingen. In andere corridors worden meer innovatieve maatregelen beproefd.

Nederland is ook actief in een aantal overkoepelende activiteiten van EU-EIP, vooral op het vlak van harmonisatie en evaluatie. Ten aanzien van de harmonisatie gaat het om afspraken over kwaliteit, interfaces voor data-uitwisseling en om afspraken over kaartmateriaal. Binnen de evaluatiewerkgroep houdt men zich bezig met evaluatierichtlijnen en templates, indicatoren en een evaluatietoolkit.

Verder lezen:
www.its-platform.eu




Dordrecht
Breda
A16
A16

Innovatiecentrale

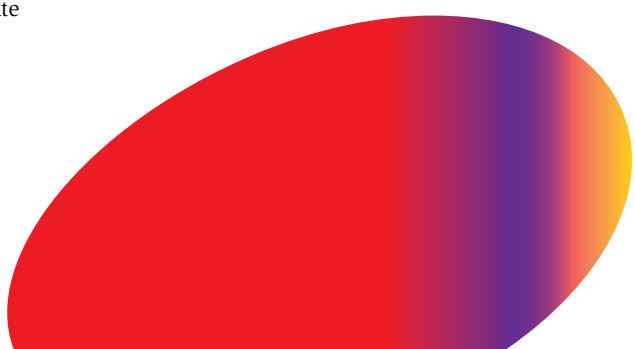
De Innovatiecentrale faciliteert experimenten en ontwikkelingen op het gebied van smart mobility en is opgezet vanuit de Verkeersmanagementcentrale Zuid-Nederland in Helmond. De focus is op het wegverkeer. Het interessante aan de Innovatiecentrale is dat experimenten in een real-life situatie op de weg kunnen worden toegepast, doordat de experimenteeromgeving kan worden gekoppeld aan de operationele verkeerscentrale.

De Innovatiecentrale bestaat uit innovatiedesks en een innovatielab. Bij de *innovatiedesks* kunnen partijen hun mobiliteitsoplossingen beproeven en ontwikkelen in een real-life omgeving, op een echte weg en een echt netwerk. Op die manier wordt meteen duidelijk wat het effect van de oplossing is in de praktijk. Er zijn twee innovatiedesks gekoppeld aan de Verkeersmanagementcentrale Zuid-Nederland.
In het *innovatielab* zijn tijdelijke werkplekken beschikbaar gesteld voor onder meer netwerken, brainstormen, serious gaming en het geven van demo's. Hier worden experimenten voorbereid, gemaakte voorzieningen ontwikkeld en ervaringen gedeeld door mensen in de praktijk.

Een voorbeeld van een project waaraan in de Innovatiecentrale is gewerkt, is Spookfiles A58. Op het traject Tilburg-Eindhoven waren 34 wifi-bakens voor snelle datacommunicatie geplaatst. In de Innovatiecentrale konden de effecten van de datadiensten die van deze communicatiefaciliteiten gebruikmaakten, meteen in kaart worden gebracht.

De initiatiefnemers van de Innovatiecentrale zijn de provincie Noord-Brabant, Connecting Mobility, DITCM, Rijkswaterstaat en AutomotiveNL.

Verder lezen:
www.innovatiecentrale.nl



Programma Smart Mobility

Als grootste wegbeheerder is Rijkswaterstaat betrokken bij talloze smart mobility-projecten, -pilots en -programma's. Om hierin lijn te brengen en zoveel mogelijk zaken te coördineren (onder meer op het gebied van evaluatie), is de organisatie het Programma Smart Mobility gestart.

In het Programma is een *position paper* opgesteld die Rijkswaterstaat helpt z'n koers te bepalen op het gebied van smart mobility. Belangrijke uitgangspunten van de position paper zijn dat Rijkswaterstaat verantwoordelijk is voor het verkeerssysteem en dat de dienst het publieke belang vooropstelt. Daaruit kunnen concreet standpunten ten aanzien van wegverkeer, verkeersmanagement en data benoemd worden. Een voorbeeld is dat Rijkswaterstaat vol inzet op de transitie naar het verkeerssysteem van de toekomst, maar in de dagelijkse operatie alleen innoveert met *bewezen* technologie. Dit vanwege de primaire nadruk op de verkeersveiligheid (publiek belang).

Het Programma Smart Mobility biedt bedrijven en kennisinstituten ook de mogelijkheid om praktijktesten met smart mobility en ITS uit te voeren op het Nederlandse wegennet. Hierbij wordt samengewerkt met de Rijksdienst voor het Wegverkeer, het bedrijfsleven, kennisinstellingen en andere overheden.

De grootste uitdagingen waar het Programma Smart Mobility zich mee bezighoudt zijn:

- Het verbeteren van de informatievoorziening voor de reiziger.
- Het stimuleren van gedragsverandering van de weggebruikers om de bestaande infrastructuur beter te benutten.
- Het moderniseren van verkeersmanagement en het beheren van de onderliggende fysieke infrastructuur.
- Het ondersteunen van tests op de openbare weg met innovatieve rijtaakondersteunende systemen.

Verder lezen:
www.rijkswaterstaat.nl/zakelijk/innovatie-en-duurzame-leefomgeving/innovatie/smart-mobility.aspx

Smart Mobility Community for Practices and Standards

De afgelopen jaren hebben industrie, kennisinstellingen, overheden en belangenverenigingen veelvuldig en intensief overlegd aan de Landelijke Ronde Tafels voor Smart Mobility. Het achterliggende doel van deze Tafels was om publieke en private partijen themagewijs bij elkaar te brengen en smart mobility zo sneller en grootschaliger tot ontwikkeling te brengen. Dit heeft goed gewerkt en de Ronde Tafels hebben een aantal concrete producten opgeleverd. Inmiddels zijn we echter in de fase beland dat er meer synergie tussen thema's nodig is, met nog concretere producten. De 'tafels' worden daarom omgesmolten naar een actieve community van stakeholders: de *Smart Mobility Community for Practices and Standards*.

Bij de start werd een aantal thema's onderscheiden: *Human Behaviour, Effecten, Security, Juridische aspecten, Architectuur & interoperabiliteit, Data, Verkeersmanagement* en *Impact*. De precieze werkvorm krijgt in de loop van 2017 vorm. Het uitgangspunt hierbij is de Werkagenda Randvoorwaardelijke vraagstukken, die alvast per thema een aantal vraagstukken en daarbij gewenste producten formuleert.

Verder lezen:
rondetafels.ditcm.eu

Samenwerking CATT Lab en DiTTlab

Voor de tweede helft van 2017 zal Rijkswaterstaat grootschalige werkzaamheden aan de A10-West uitvoeren. Om de gevolgen van de werkzaamheden aan de ringweg rond Amsterdam goed in de gaten te kunnen houden, is DiTTlab gevraagd een speciale monitoringtool te ontwikkelen.

DiTTlab, een initiatief van de TU Delft, had al langer de wens om meer samen te werken met het CATT Lab van de University of Maryland – en het project op de A10-West was daar een mooie aanleiding voor. In de nieuwe samenwerking vullen de sterke kanten van beide 'labs' elkaar goed aan: DiTTlab's kennis op het gebied dataverwerking sluit perfect aan op de data-analyse- en visualisatiekracht van CATT Lab. Momenteel is men druk bezig om de tool te ontwikkelen.

Verder lezen:
dittlab.tudelft.nl
www.cattlab.umd.edu


150 m

SimSmartMobility

SimSmartMobility is een initiatief van Connecting Mobility, TNO en TU Delft. Overheden en marktpartijen investeren momenteel veel in smart mobility-toepassingen en dit roept vragen op over de *effecten*. Welke oplossingen werken en waarom? En wat zijn de effecten als oplossingen op grotere schaal worden toegepast? SimSmartMobility is een platform voor simulaties van smart mobility – een soort SimCity voor Smart Mobility – gericht op het beantwoorden van dit soort vragen.

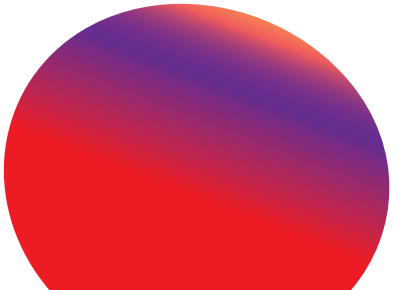
Simulaties via SimSmartMobility maken de effecten van smart mobility-toepassingen vooraf inzichtelijk en vergroten de validiteit van inzichten. Daarmee worden beleidskeuzes en investeringsbeslissingen beter onderbouwd. SimSmartMobility laat zien wat het effect van smart mobility-diensten en -producten is op doorstroming, bereikbaarheid, veiligheid en leefbaarheid. Het platform sluit aan op simulatiemodellen die zijn gefundeerd op wetenschappelijk onderzoek naar rij- en reisgedrag.

De doelen van SimSmartMobility zijn om overheden en marktpartijen op het gebied van smart mobility handelingsperspectief te geven, een versnelling en kwaliteitsimpuls te realiseren en om Nederland in het buitenland als koploper in deze ontwikkelingen te positioneren, in de praktijk en in de wetenschap. Begin 2017 is het prototype van SimSmartMobility gelanceerd. Het platform voorziet in een koppeling van:

- Verschillende use cases, zoals *Cooperatieve Adaptive Cruise Control* en in-car snelheidsadvies bij kruispunten.
- Verschillende netwerken, zowel snelwegen als provinciale en stedelijke wegen.
- Verschillende (verkeers)modellen. Het gaat om de microsimulatiemodellen Vissim, OTS en Aimsun, en om modellen voor luchtkwaliteit, geluid en veiligheid.

De initiatiefnemers hebben een meerjarige samenwerkingsovereenkomst gesloten en de verbinding gemaakt met meer dan 25 publieke en private partijen die SimSmartMobility samen verder vorm willen geven. Momenteel werken de partijen aan een programma gericht op het vooraf inzicht geven in de effecten van smart mobility-diensten (‘wat als’-vragen, doorrekenen van verschillende use cases), het verder ontwikkelen van de tooling en het ontwikkelen van de community en kennisdeling.

Meer lezen:
www.simsmartmobility.nl



SmartwayZ.NL

SmartwayZ.NL is een mobiliteitsprogramma waarin overheden, markt- en kennispartijen en andere belanghebbenden samenwerken om de bereikbaarheid en de economie van Zuid-Nederland te verbeteren. In het BO-MIRT van november 2015 is het besluit genomen tot een tienjarig programma.

Het programma bestaat uit acht samenhangende deelopgaven in Noord-Brabant en Limburg en richt zich op de A58 en A67 van Breda tot Venlo, de A2 (Eindhoven-Weert), de N279 (Veghel-Asten) en het gebied Zuidoost-Brabant. SmartwayZ.NL wordt aangestuurd door een programmaraad met bestuurders van verschillende overheden, kennisinstellingen en specialisten van marktpartijen.
Deze raad neemt gezamenlijk de verantwoordelijkheid voor de uitvoering van het gehele programma en de samenhang tussen de acht deelopgaven.

SmartwayZ.NL is een adaptief programma dat wil 'meegroeien' met de kansen die zich in de loop der tijd voordoen. Monitoring en evaluatie zijn daarbij essentieel. Het is van belang voor het adaptief programmeren, het meten van de stand van zaken, het bereiken van de programmadoelen en het leerproces.
De beoogde oplossingen variëren van smart mobility-maatregelen tot het verbreden van snelwegen en het aanpakken van vervoersknooppunten. In de smart mobility-deelopgave worden de standaarden gezet en de mogelijkheden van smart mobility verkend. De inzichten die hieruit voortkomen, worden toegepast binnen de andere deelopgaven. Alle partijen, inclusief de weggebruikers, werken, denken en vernieuwen mee in een open proces (social design). Zo hopen de deelnemers te komen tot diensten waar de gebruiker ook echt wat aan heeft.
De ambitie is om het slimste wegennet van Europa te realiseren, dat doordringt tot in het centrum van de steden in Zuid-Nederland.

Onderdeel van SmartwayZ.NL is de testomgeving MobilitymoveZ.NL. Deze testomgeving bestaat uit een traject van rijks-, provinciale en lokale wegen van Helmond via Eindhoven tot Tilburg. Op termijn kan de testomgeving ook uitgebreid worden naar Breda en 's-Hertogenbosch. MobilitymoveZ.NL stelt een gecontroleerd, beheersbaar deel openbare weg in Noord-Brabant ter beschikking aan (inter)nationale partijen om nieuwe technieken en diensten op het gebied van smart mobility en innovatieve mobiliteitsdiensten te testen in de praktijk.

Verder lezen:
www.smartwayz.nl/nl/programma

Over TrafficQuest.

TrafficQuest
CENTRE FOR EXPERTISE ON TRAFFIC MANAGEMENT

TrafficQuest, met daarin de partners Rijkswaterstaat, TNO en TU Delft, heeft zich van 2009 tot en met 2016 beziggehouden met het ontwikkelen, samenbrengen, toepassen en verspreiden van kennis over *VMI* – verkeersmanagement en verkeersinformatie.

Meer dan zeven jaar bestreek TrafficQuest het hele terrein, van meer fundamentele, theoretische kennis over VMI tot de meer operationele kennis over de toepassing en effectiviteit van VMI. Het vakgebied veranderde in die jaren drastisch. Inhoudelijk is er veel meer aandacht gekomen voor zaken als coöperatieve ITS en automatisch rijden. Daarbij is de aandacht voor samenwerking toegenomen: samenwerking van overheden en wegbeheerders onderling, maar zeker ook met de markt. Programma's als Beter Benutten van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu en organisaties als Connecting Mobility en DITCM hebben daarbij een grote rol gespeeld.

Dankzij deze goede samenwerking nam de noodzaak voor een samenwerkingsverband als TrafficQuest af – reden om de organisatie per 31 december 2016 te ontbinden. Een groot deel van de activiteiten die TrafficQuest uitvoerde, wordt natuurlijk nog steeds uitgevoerd, maar dan op andere manieren. Ook blijven de TrafficQuest-partners betrokken bij een groot aantal programma's, projecten en samenwerkingsverbanden, en voeren ze nog enkele activiteiten gezamenlijk uit. Die activiteiten betreffen deze publicatie Verkeer in Nederland en het organiseren van challenges waarin aandacht wordt besteed aan actuele onderwerpen die verdere uitwerking behoeven. Ook de website met TrafficQuest-publicaties blijft voorlopig in de lucht.

www.traffic-quest.nl

Colofon.

Tekst
Fieke Beemster, Henk Taale
en Isabel Wilmink.
Met bijdragen van Serge Hoogendoorn,
Eline Jonkers, Kerry Malone en
Diana Vonk Noordegraaf.

Productie
Essencia Communicatie, Den Haag

Fotografie
Rob de Voogd

© 2017 TrafficQuest
Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd in enige vorm zonder voorafgaande toestemming van de uitgever. Hoewel de gegevens van deze brochure met grote zorgvuldigheid zijn bijeengebracht, aanvaardt de uitgever geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolledigheden.


A 20
6
80
80
Ring Rotterdam
Europoort
Hoek van Holl
Havens 200-99
A 20
Centrum
80
80


A 20
7
80
80
Blijdor
UIT



