



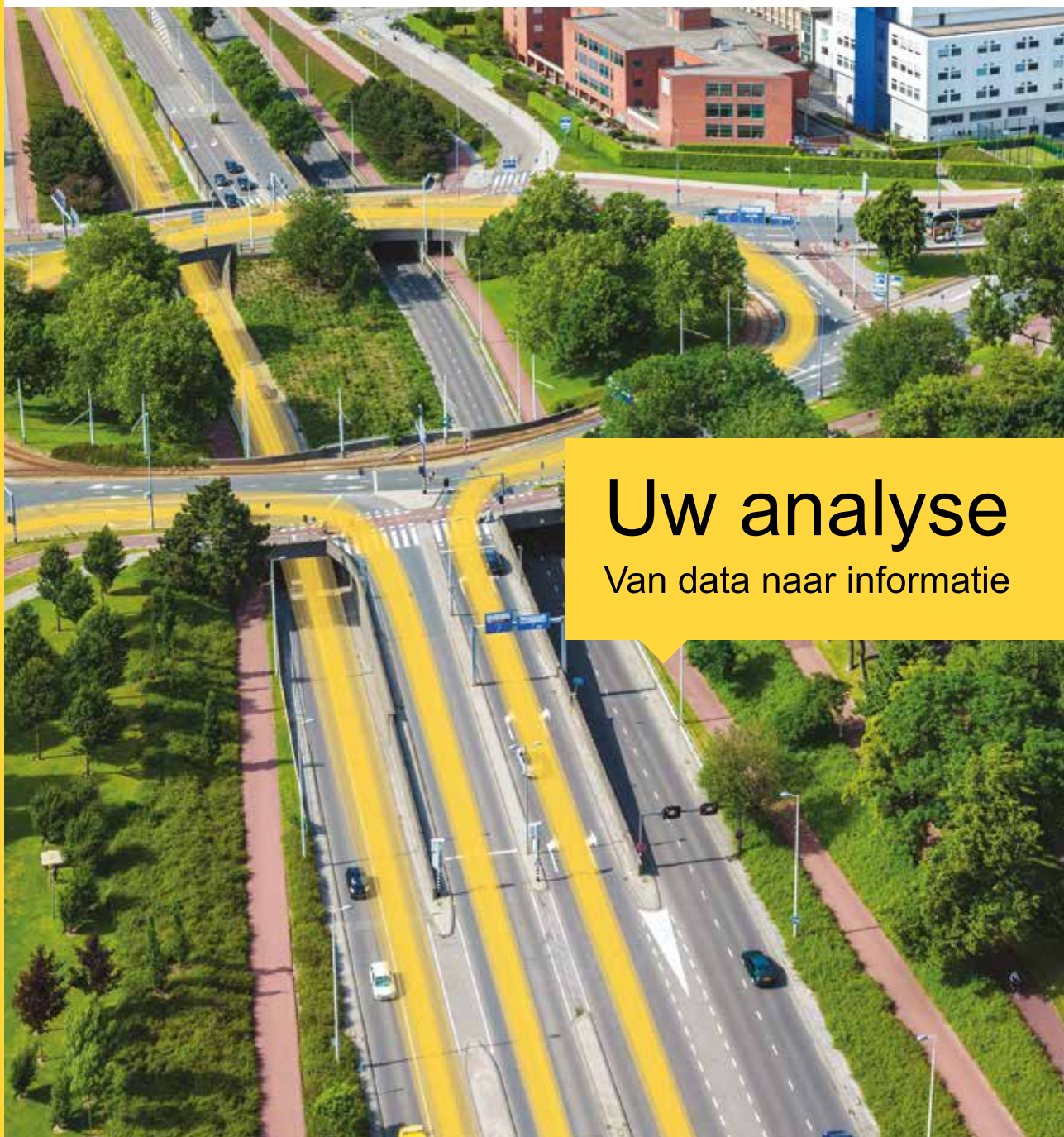
nmm

Hét vakblad voor
netwerkmanagement
in verkeer en vervoer.

12^e Jaargang
Nr. 1, 2017
nm-magazine.nl

magazine

De mogelijkheden van floating car data



Uw analyse

Van data naar informatie

Steeds meer operationele processen worden aangestuurd of ondersteund door intelligente applicaties. Het bijhouden van historische logdata is daarbij vaak ondergeschikt aan de hoofdtak. Veel diepgang op het gebied van evaluatie bieden operationele applicaties dan ook meestal niet. Technolution ontwikkelde daarom MobiMaestro STATS. Deze applicatie is er helemaal op gebouwd om terabytes aan data te ontvangen en te verwerken tot nuttige informatie. Zo hoeft u zich nooit meer af te vragen wat er is gebeurd, met MobiMaestro STATS maakt u het snel inzichtelijk.

MEDE MOGELIJK GEMAAKT DOOR:



citg.tudelft.nl | +31 15 278 3179



tmleuven.be | +32 16 317 730



ndw.nu | +31 30 280 6683



ars.nl | +31 70 360 8559



be-mobile.be | +32 9 330 5180



dynniq.nl | +31 33 450 22 11



goudappel.nl | +31 570 666 222



sweco.nl | +31 88 811 6600



technolution.nl | +31 182 594 000



vialis.nl | +31 30 694 3500



4cast.nl | +31 71 513 9122



arane.nl | +31 182 555 030



dtvconsultants.nl | +31 76 513 6600



essencia.nl | +31 70 361 7685



muconsult.nl | +31 33 465 5054



paotm.nl | +31 15 278 4618



ewegh.nl | +31 575 512 341

Colofon

NM Magazine verschijnt drie tot vier keer per jaar. Jaargang 12 (2017), nr. 1.

Formule

NM Magazine is een vakblad over netwerkmanagement in verkeer en vervoer. Doel is een onafhankelijk platform te bieden voor de verdere ontwikkeling van het vakgebied netwerkmanagement, door het informeren over nieuwe ontwikkelingen, het aan de orde stellen van impasses en het faciliteren van discussies. Opvattingen van geïnterviewden en (externe) auteurs zijn derhalve niet per se die van de uitgever.

Uitgever

Stichting NM Magazine
Postbus 61639
2506 AP Den Haag

Bestuur

Jaap Benschop (*Goudappel Coffeng*)
Prof. dr. ir. Serge Hoogendoorn (*TU Delft*)
Edwin Kruiniger (*Essencia*)
Dr. Jan Linssen (*ARS T&T*)

Redactie

Prof. dr. ir. Serge Hoogendoorn (*TU Delft*)
Ing. Paul van Koningsbruggen (*Technolution*)
Edwin Kruiniger (*Essencia*)
Prof. dr. Henk Meurs (*Radboud Universiteit, MuConsult*)

Productie

Essencia Communicatie, Den Haag

Medewerkers

Ropp Schouten (*vormgeving*)
Arjan Doeleman (*vormgeving*)
Rob de Voogd (*fotografie*)
Eunice Driesprong (*traffic*)

Druk

Platform P, Rotterdam

Abonnementen

NM Magazine wordt kosteloos verspreid onder de doelgroep. Aanvragen voor of wijzigingen van een abonnement doorgeven via info@nm-magazine.nl, onder vermelding van NAW-gegevens en functie/werkveld.

Advertenties

Reserveringen: tel. 070 361 7685.

Copyright

© 2017 NM Magazine. Niets uit deze uitgave mag worden vervaelvoudigd en/of openbaar gemaakt zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Disclaimer

Hoewel de gegevens in dit magazine met grote zorgvuldigheid zijn bijeengebracht, aanvaardt de uitgever geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolledigheden.

ISSN 1875-2179



AL MEER DAN 10 JAAR UW FAVORIETE VAKBLAD



MAAR HEEFT U ZICH OOI AFGEVRAAGD HOE WE DAT DOEN?

U een gratis journalistiek vakblad sturen? Zonder verkooppraatjes maar met uitsluitend hoogwaardige en diepgaande content? Dat lukt alleen dankzij de partners die u op pagina 3 genoemd ziet. Zij dragen alle kosten om ook deze uitgave op uw mat te laten belanden. Hun doel is prima in lijn met het doel van het magazine: het vakgebied steeds weer een stapje verder brengen, zodat het wegennet steeds weer een beetje beter benut wordt. Daar worden we uiteindelijk allemaal – maatschappij en markt – beter van.

Ook partner worden van NM Magazine?
Bel 070 361 76 85 of mail naar redactie@nm-magazine.nl.



magazine

REDACTIONEEL

We duiken diep in de floating car data dit keer. Aanleiding is het prima symposium dat NDW, met onze beschikbare hulp, organiseerde in december. De zaal in de Mariënhof in Amersfoort was tot de laatste stoel gevuld, de plenaire sprekers waren op dreef, het publiek interacterende volop en er werd ook vrolijk nagediscussieerd (en genotwerkt) tijdens de borrel. Geslaagd symposium dus. Maar ja, geslaagd voor die *happy few* 175 aanwezigen. Hoe de kennis aan een breder vakpubliek te presenteren? Enfin, u heeft het ideale platform voor uw neus.

De belangrijkste boodschap van deze speciale uitgave is dat floating car data allang geen belofte meer is of 'leuke informatiebron voor erbij'. De penetratiegraad is inmiddels voldoende hoog voor serieuze verkeersmanagementtoepassingen. Niet dat alle lussen aan de wilgen kunnen, maar bestaande toepassingen kunnen beter, goedkoper en breder worden ingezet. Zie bijvoorbeeld het artikel over filestaartbeveiliging op basis van floating car data: mogelijkervijze worden we straks op veel meer plaatsen (in-car) gewaarschuwd voor een file verderop. Tel uit je veiligheidswinst.

Maar er is meer dan data en verkeersmanagement. Een heel interessante bijdrage is die over de meta-evaluatie van een tweede serie spitsmijdenprojecten. Het lijkt een beetje stil rond mobiliteitsmanagement (dat kan aan onze perceptie liggen), maar de evaluatie maakt eens te meer duidelijk hoe effectief en vooral ook kosteneffectief beloningsprogramma's zijn. Uiteraard zijn de kosten (organisatie, beloningen) harde euro's en is de winst indirect en maatschappelijk (minder tijd in de file), dus voor elk spitsmijdenproject hebben we nog steeds overheden nodig die bereid zijn de portemonnee te trekken. Maar de urgentie is hoog en met verkeersmanagement alleen redden we het niet meer. Het is dus maar te hopen dat we niet gaan beknijsbelen op een oplossing die het probleem bij de bron aanpakt. Aan ons zal het in ieder geval niet liggen – we blijven u informeren over óók mobiliteitsmanagement.

Veel leesplezier!

De redactie
redactie@nm-magazine.nl

in dit nummer

8 De mogelijkheden van floating car data



14 Floating car data: één begrip, vele betekenissen



16 Datafusie van floating car data en 'vaste' data

18 Filestaartbeveiling op basis van floating car data

20 De toekomst van floating bike data



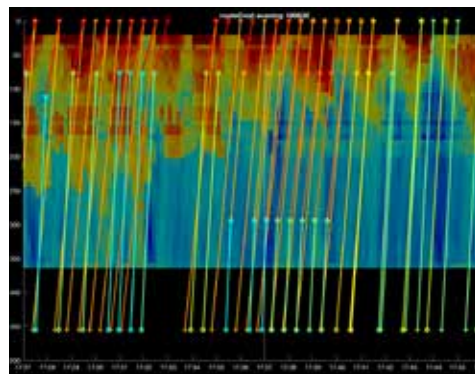
22 Cobineren data van GSM en OV-chipkaart: Waar liggen kansen voor het OV?



26 Welke verkeersdata zijn nodig voor regionaal verkeersmanagement?

30 De winst van spitsmijdenprojecten is geboekt

32 Wachtrijen schatten met floating car data



en verder

- 6 Kort nieuws
- 6 Agenda
- 25 Column Frits Brouwer
- 37 Publicaties
- 38 Cursussen
- 39 Projectnieuws

NM Magazine Lezersonderzoek



NM Magazine is een vakblad voor en door het vakgebied, roepen we altijd. Dat 'door' vullen we onder meer in door goed naar het vakgebied te *luisteren*: we hebben niet voor niets een brede redactieraad. We willen dit keer echter een stapje verder gaan en geven ál onze lezers de kans bij te sturen – middels het online NM Magazine Lezersonderzoek.

In 2014 hielden we voor het eerst een lezersonderzoek. Maar de vakwereld heeft niet stilgestaan, dus we zijn benieuwd hoe u de NM-vlag nu vindt hangen. Wat

waardeert u in het magazine, wat zou anders kunnen? Welke onderwerpen komen voldoende aan bod, welke verdienen meer aandacht? Leest u het magazine op papier of digitaal? Enzovoort. We hebben de vragen zo opgesteld dat u de enquête in 3-4 minuten kunt invullen. Uw input wordt gewaardeerd, maar vooral: we zullen uw mening gebruiken om NM Magazine op uw kennisbehoefte te blijven afstemmen.

De enquête vindt u online op www.nm-magazine.nl/enquete. Reageren kan tot half juni.

Bijlage: Leerpunten Spookfiles A58

Provincie Noord-Brabant en het Ministerie van Infrastructuur & Milieu hebben op 28 maart 2017 de eindresultaten gepubliceerd van Spookfiles A58, het innovatieve ontwikkel- en testproject rond coöperatieve techno-

logie. De brochure over de resultaten en leerpunten vindt u als bijlage bij deze uitgave van NM Magazine (alleen in Nederland). Bijlage verdwenen? De digitale versie staat op www.nm-magazine.nl/download.

Brainport kandidaat voor ITS European Congress 2019

De regio Eindhoven-Helmond, ook wel bekend als Brainport, heeft zich officieel kandidaat gesteld voor de organisatie van het prestigieuze ITS European Congress in 2019. Vertegenwoordigers van gemeente Helmond, gemeente Eindhoven, Brainport Development, provincie Noord-Brabant, Connekt en het ministerie van Infrastructuur en Milieu hebben op 27 maart 2017, tijdens de Automotive Week, het bidbook aangeboden aan ERTICO. De kandidaatstelling heeft als motto 'Fulfilling ITS promises'. Het bid heeft de steun van de complete Nederlandse ITS-industrie en van andere steden en regio's in het land. In september 2017 wordt bekendgemaakt welk land het congres mag organiseren.



AGENDA

31 mei-2 juni 2017

ECOMM

► **Maastricht**

De European Conference on Mobility Management (ECOMM) is dé ontmoetingsplaats voor beleidsmakers, verkeerskundigen, wetenschappers, leveranciers en adviseurs op het gebied van mobiliteitsmanagement in Europa.

ecomm2017.com

7-8 juni 2017

Automotive Congress

► **Helmond**

Elfde editie, met dit keer het thema 'Challenges for the Automotive Industry'. Aan bod komen onder meer smart mobility en green mobility.

mikrocentrum.nl

14-15 juni 2017

IJDS Symposium

► **Haarlem**

Symposium van de International Journal of Driving Science (IJDS) met als thema 'Driver-Vehicle Systems in Advanced Environments'.

ijdsymposium.eu

C-ITS voor Trucks van start in Vlaanderen

Eind 2017 gaat in Vlaanderen het EU-project CITRUS, C-ITS voor Trucks, van start. Meer dan 500 vrachtwagens zullen worden uitgerust met een app die de chauffeurs waarschuwt voor files en wegwerkzaamheden en die in-car groene-golfadviezen geeft. Be-Mobi-

le en de Vlaamse overheid verzamelen de verkeersdata en stellen ze ter beschikking. Transport & Mobility Leuven (TML) ondersteunt de monitoring en evaluatie van CITRUS. De eerste resultaten komen in 2018 beschikbaar.

Rijkswaterstaat test slimme camera's voor spitsstroken

Rijkswaterstaat heeft de eerste experimenten afgerond van het project 'Slimme camera's' op de A2 in Limburg. Het doel is software te ontwikkelen die het openen en sluiten van spitsstroken vergemakkelijkt en versnelt.

De huidige situatie is dat een wegverkeersleider de spitsstrook pas mag openen, nadat hij persoonlijk aan de hand van camerabeelden heeft vastgesteld dat er nergens op de spitsstrook voertuigen stilstaan of voorwerpen liggen. Dat is een tijdrovend en inspannend karwei. In het project 'Slimme Camera's' op de A2 in Limburg onderzoekt Rijkswaterstaat daarom of lerende software deze inspectietaak kan overnemen. Ook wordt bekeken of de videosoftware in staat is om de verkeersdruk te meten.

De resultaten van de eerste experimenten zijn positief: de software is goed in staat om (stilstaande) voertuigen te detecteren, de verkeersdruk en snelheid van voertuigen te meten en overdag afwijkende situaties te detecteren. Het onderzoek is een eerste stap op weg naar de daadwerkelijke inzet van slimme camera's.

2getthere ontwikkelt nieuw autonoom voertuigstelsel



Het Nederlandse technologiebedrijf 2getthere heeft van de Verenigde Arabische Emiraten de opdracht gekregen voor een nieuw autonoom voertuigstelsel. Dit innovatieve systeem moet het in aanbouw zijnde Bluewaters Island voor de kust van Dubai verbinden met het metronetwerk van de stad, een afstand van 2,5 km. De 25 voertuigen zonder bestuurder zullen de afstand in ongeveer 4,5 minuut overbruggen en zijn in eerste instantie goed voor een transportcapaciteit van 3500 passagiers per uur per richting. Het is daarmee wereldwijd het grootste autonome voertuigstelsel in zijn soort.

AGENDA

20-22 september 2017 18^e EPA Congres en Vakbeurs ► Rotterdam

Het 18^e congres van de European Parking Association (EPA) heeft als thema 'Parkeren in de City Lounge'.

www.epacongress.eu

29 oktober-2 november 2017 ITS World Congress ► Montréal

Voor de 24^e editie van het ITS World Congress moeten we weer even wat verder vliegen: Canada host in 2017 hét ITS-evenement van het jaar.

itsworldcongress2017.com

1 november 2017 Nationaal Verkeerskundecongres ► Zwolle

Het Nationaal Verkeerskundecongres is het jaarlijkse kennis- en ontmoetingscongres voor Nederlandse en Vlaamse professionals, onderzoekers, onderwijzers en studenten in de brede sector verkeer, vervoer en mobiliteit.

nationaalverkeerskundecongres.nl

De mogelijkheden van floating car data

Sinds 1 maart 2017 levert de Nationale Databank voor Wegverkeersgegevens voor het eerst landelijk dekkende *floating car data* of FCD. De snelheidsdata zijn uitsluitend beschikbaar voor partners van de organisatie, maar de afgeleide reistijdgegevens zijn open. Een mooie mijlpaal – en voor NM Magazine mede aanleiding om FCD eens goed tegen het licht te houden. Wat kunnen we ermee? Wat zijn de mogelijkheden voor netwerkbreed verkeersmanagement? Hoe zit het met toepassingen voor de fiets en het openbaar vervoer? In dit inleidende artikel zet de auteur alvast wat (on)mogelijkheden op een rij.



De Nationale Databank voor Wegverkeersgegevens, NDW, levert sinds 2009 verkeersgegevens. Tot voor kort kwamen die data vooral van ‘vaste’ inwinsystemen: inductielussen in het asfalt, kenteken-camera’s, Bluetooth-meetsystemen en infraroodsensoren. De reikwijdte van dit arsenaal beslaat inmiddels ruim 8.000 kilometer aan wegen. Van dat netwerk leveren ze puntsnelheden, intensiteiten (vaak onderverdeeld in voertuiglengte-categorieën) en reistijden op trajecten, netjes verpakt als minuutgegevens.

Maar per 1 maart 2017 stelt NDW dus ook de landelijk dekkende *floating car data* beschikbaar. De kern van deze bron zijn locatiegegevens van navigatiesystemen, mobiele telefoons en/of vlootmanagementsystemen.^{*} Op zich is dit type gegevens al jaren beschikbaar, maar door de nog lage penetratiegraad en het gebrek aan ervaring met FCD, bleef het gebruik ervan lang beperkt tot pilots en projecten.^{**} De tijd lijkt nu rijp voor een doorbraak: we hebben er genoeg van en weten er genoeg van om FCD serieus te nemen.

En dat is maar goed ook, want deze inwinmethode heeft veel potentie. Uit de gps-data kunnen we gemiddelde snelheden en reistijden bepalen, zoals de data die NDW nu levert. Het is mogelijk er herkomst-bestemmingsinformatie uit te winnen en incidenten op het wegennet te detecteren. En binnenkort sturen we er waarschijnlijk ook de eerste verkeersmanagementmaatregelen mee aan. Dat zijn allemaal geen nieuwe toepassingen, maar FCD hebben als belangrijk voordeel dat ze in principe landelijk dekkend zijn: van alle wegen waar auto’s rijden is informatie beschikbaar. Tel daarbij op dat de FCD-bron geen post Onderhoudskosten Meetsystemen kent en duidelijk is wat FCD zo interessant maakt.

Transitiepad

De potentie is overigens ook weer niet zo hoog dat FCD de vaste meetsystemen compleet overbodig maken. Vanuit het oogpunt van kostenbesparing zou dat misschien prachtig zijn – ‘alle lussen kunnen weg’ – maar haalbaar is het niet. Gezien de beperkte dekingsgraad zijn FCD bijvoorbeeld minder bruikbaar bij een lage verkeersintensiteit. Cruciale verkeersapplicaties die onder die ‘verkeersarme’ omstandigheden moeten functioneren, zoals systemen om blokkades of incidenten te detecteren, moeten voorlopig dus voorzien blijven van vaste meetsystemen.

Denk ook aan de wettelijke verplichting om de luchtkwaliteit en geluidsoverlast te bepalen. De lucht- en geluidsmodellen hebben gegevens over *intensiteit* en *voertuigcategorie* nodig om hun berekeningen te kunnen doen. Beide grootheden kunnen we wel met wegwaktersystemen bepalen, maar (nog) niet met FCD.

Wat wel mogelijk is, in ieder geval op termijn, is een *efficiëntieslag* op de indeling van het vaste meetnet. Een overheid zou kunnen kiezen voor een aanpak van vaste-meetsystemen-waar-nodig en FCD-waar-mogelijk. Het is dan wel zaak om 1) alle processen en systemen te inventariseren die afhankelijk zijn van verkeersdata, 2) van al die processen en systemen de gegevensbehoefte te bepalen en 3) vast te stellen met welke mix van wegwakters-FCD aan deze behoefte kan worden voldaan.

Samen met enkele andere overheden verkent Rijkswaterstaat voorzichtig de mogelijkheden op dit vlak. Voor de aansturing van de filestaartbeveiliging via matrixsignaalgevers bijvoorbeeld gebruikt de dienst normaliter lussen, maar er wordt nu ook getest met FCD. Blijkt dat de beveiliging met ‘mobiele data’ overeind blijft en vol-

doende betrouwbaar is, dan kan Rijkswaterstaat (of welke dienstverlener maar ook) de functionaliteit filestaartbeveiliging in eerste instantie aanbieden op plekken waar geen portalen staan: de filestaartbeveiliging kan dan ‘in-car’ op de mobiele telefoon of het navigatiesysteem verschijnen. In tweede instantie zal worden onderzocht of er kan worden bezuinigd op de lussen die er nu voor dit doel liggen – mits ze niet nodig zijn voor andere toepassingen.

Lessons learned

Over de proef met filestaartbeveiliging gaan collega-auteurs verder in het artikel op pagina 18 en 19. In de afgelopen vier jaar is er echter in veel meer projecten, pilots en implementaties gewerkt met FCD. Wat zijn enkele van de *lessons learned* bij de inzet van FCD?

De belangrijkste les is bijna een open deur: gebruik de FCD-bron conform haar mogelijkheden. We stipten zojuist al even aan dat het met FCD nog niet mogelijk is intensiteiten te schatten. In 2014 hebben we deelnemers aan de pilot Datafusie van NDW toch – heel eigenwijs – gevraagd om te kijken of er via een omweg intensiteiten kunnen worden geschat: de FCD mochten worden gefuseerd met de gegevens van één luslocatie tussen knooppunten. Ook met hulp van lussen was dat echter te lastig en dat spoor kunnen we voorlopig links laten liggen. Tegelijkertijd echter bleken FCD en diezelfde (sobre) lusdata een prima combinatie om inzicht te geven in snelheden, reistijden en filevorming. Vooral verkeersmanagementprocessen zouden bij dat scherpere zicht veel baat hebben. Conclusie: redeneer vanuit de mogelijkheden en kenmerken van FCD en forceer de bron niet in een rol die hoort bij vaste meetsystemen.

Een tweede belangrijk leerpunt: voor FCD gelden andere kwaliteitseisen dan voor wegwaktersystemen. Oppervlakkig gezien lijken FCD en wegwakters dezelfde gegevens te leveren, zoals reistijd. Maar een niet onbelangrijk verschil is dat FCD *instantane* reistijden bieden en geen gerealiseerde reistijden, zoals vaste inwinsystemen. Dat is een heel andere manier van meten, die ook een andere manier van toetsing vereist. Zie hiervoor het kader ‘Hoe de kwaliteit van FCD te bepalen?’ op pagina 12.

Een derde les is dat het gebruik van (ruwe) mobiele data extra inspanningen en kennis vereisen om de gegevens op de juiste manier aan locaties en trajecten te kunnen koppelen. Omdat leveranciers en afnemers in de praktijk verschillende kaarten gebruiken, wil NDW met de ‘kaartonafhankelijke’ standaard Open Locatiereferentie (OpenLR) werken. Voordat de afnemer de data kan gebruiken, zal die de OpenLR-gegevens eerst nog op de uiteindelijke kaart moeten projecteren. Dat is geen *rocket science*, maar het moet wel 100% goed gebeuren.

Een andere locatie-uitdaging is de segmentatie van de FCD. Met andere woorden: hoe groot zijn de wegwakters waarover data worden geleverd? Sluiten de begin- en eindpunten van deze wegwakters aan op verkeerskundige situaties zoals kruispunten en wegverbredingen? Ook deze slag maakt dat een afnemer heel goed over de implementatie van mobiele data zal moeten nadenken.

Van hoog niveau

Terug naar de landelijke levering. Directe aanleiding was de pilot Floating Car Data van provincie Zuid-Holland, waarvan de resultaten in maart 2016 beschikbaar waren. In het project is specifiek de bruikbaarheid van FCD voor het tonen van reistijden op DRIP’s en voor het identificeren van onverwachte congestie en incidenten

^{*} Deze locatiegegevens zijn in het geval van de NDW-data vooral gps-gegevens. In principe kunnen ook cellulaire data gebruikt worden (gsm, grps), maar de locatiebepaling is dan minder nauwkeurig.

^{**} Zo startte de provincie Noord-Brabant al in 2003 een pilot met mobiele-telefoondata. Deze gegevens gaven een beeld van de drukte op de rijkswegen, provinciale wegen en stedelijke hoofdwegen in Noord-Brabant.

onderzocht. Hierbij is gekeken naar de data van vier verschillende leveranciers. Op 50 trajecten op het hoofd-, provinciaal- én stedelijke wegennet zijn de van FCD afgeleide reistijden en de vertragingsswaarnemingen (ten behoeve van de identificatie van congestie en incidenten) vergeleken met NDW-data van 'vaste' bronnen, met als doel de afwijkingen en de *latency* ten opzichte van wegkantsystemen te bepalen.

De uitkomsten waren uiterst positief: de verschillenmarges van de FCD-reistijden ten opzichte van de 'reguliere' NDW-reistijden waren vaak maar enkele procenten (waarbij bovendien niet gezegd is dat de NDW-data 100% conform de werkelijkheid zijn). Ook een analyse van congestiedetectie met FCD viel positief uit. In meer dan 85% van de gevallen kwam de FCD-detectie overeen met de reguliere NDW-detectie. Het 'zicht' op de weg is met FCD dus nauwelijks hetzelfde als met reguliere data.

Wat echter vooral verrassend was, was dat de metingen op het stedelijke wegennet van hoog niveau waren – iets wat in eerste instantie werd betwijfeld.

Die resultaten waren dermate positief dat NDW namens de wegbeheerders is overgegaan tot inkoop van deze data op landelijke schaal. De aanbesteding voor de FCD-levering is gewonnen door Be-Mobile, die in ieder geval voor de periode van één jaar de data zal leveren, met een optie voor drie afzonderlijke verlengingsjaren.

Wegbeheerders kunnen gebruik maken van de fijnmazige reistijden die NDW heeft ingekocht: gemiddelde snelheden op segmenten van maximaal 50 meter. NDW bepaalt daarnaast op basis van de segmenten geaggregeerde reistijden op trajecten (op verzoek van partners, die deze weer voor eigen processen en toepassingen nodig hebben) en geeft die als open data vrij.

Meer mogelijk

Die landelijke beschikbaarheid van ruwe data en de afgeleide reistijden kunnen we gerust een mijlpaal noemen: de FCD-databron is doorgedrongen tot de (verkeers)wereld van meer 'serieuze' toepassingen. In welke mate FCD de vaste meetpunten overbodig maken, zal pas mettertijd duidelijk worden, maar de grote winst is nu al de

reikwijdte: waar de vaste meetsystemen 8.000 km weg bemeten, zijn FCD goed voor zo'n 60.000 km in totaal.

De landelijke beschikbaarheid van ruwe FCD zal naar verwachting ook snel het toepassingsgebied verruimen. Er zijn dus al de snelheden en reistijden, maar wat te denken van het bepalen van de herkomsten en bestemmingen? Om een herkomst-bestemmingsmatrix op te stellen zijn nu nog steekproeven en enquêtes nodig; op lokaal niveau kan er met kentekencamera's of bluetoothsystemen worden gewerkt. Maar FCD bieden de mogelijkheid om matrices op landelijke schaal samen te stellen. In 2017 doet NDW hier samen met de partners meer onderzoek naar. De eerste resultaten komen naar verwachting eind 2017 beschikbaar.

We noemden ook al het project waarin wordt bekeken of het mogelijk is om filestaatbeveiliging met FCD aan te sturen, al was het maar om die dienst in-car aan te bieden op plaatsen waar een 'vaste' beveiliging niet aanwezig is. En dan zijn er nog de volgende projecten en pilots:

- De inzet van verkeersmanagementscenario's (FCD als 'voeding' voor de triggers 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.
- Het registreren van fietsverplaatsingen.

Al deze onderwerpen worden *as we speak* onderzocht door NDW, de Innovatiecentrale, Rijkswaterstaat en provincies. Om ervoor te zorgen dat kennis gedeeld wordt en er synergie ontstaat, zijn deze partners ook het programma 'Innoveren met FCD' gestart, met als doel de voortgang van de verschillende projecten met elkaar in samenhang te bekijken.

Big data?

Met de beschikbaarheid van steeds grotere hoeveelheden data – actuele gegevens, maar die blijven daarna weer beschikbaar als his-

Extended FCD – informatie in het kwadraat

De huidige FCD zijn nog vooral gebaseerd op locatiegegevens. Maar in principe kunnen (moderne) voertuigen veel meer informatie genereren. Een moderne auto beschikt namelijk over de CAN-bus, waarin alle informatiestromen van alle techniek aan boord samenkomen. Data over stuurbewegingen, gas geven, remmen, het gebruik van de ABS, van koplampen, ruitenwissers enzovoort lopen allemaal via de CAN-bus en de data zijn via deze bus ook te ontsluiten.

Als deze zogenaamde *extended FCD* inderdaad breed beschikbaar komen, hebben wegbeheerders en serviceproviders pas echt ogen op de weg. Mist- of regenwaarschuwingen op basis van de schakeling van lampen en ruitenwissers in de auto, het detecteren van rommel op de weg of incidenten op basis van de stuuruitslag – het kan dan allemaal. NDW en Rijkswaterstaat onderzoeken in de praktijkproef Voertuigdata de mogelijkheden om deze gegevens in ieder geval uit de dienstauto's van Rijkswaterstaat en provincies te halen. De eerste twintig dienstvoertuigen zijn inmiddels van een speciale on-board unit voorzien. Meldingen over het gebruik van ruitenwissers, mistlampen,



remgedrag en de positie van deze voertuigen zijn al zichtbaar. De komende maanden wordt gekeken naar de mogelijkheid om algoritmes te ontwikkelen waarmee de stap van data naar informatie wordt gemaakt. Eind 2017 komen de resultaten hiervan beschikbaar.



torische data – ontstaan allerlei mogelijkheden in de hoek van big data. De combinatie van de op zichzelf al enorme berg aan FCD met beschikbare wegkantdata en weergegevens, gevoed aan een neurale ‘deep learning’ netwerk, biedt bijvoorbeeld de mogelijkheid om incidenten te voorspellen. De wegbeheerder kan op deze informatie inspelen door bijvoorbeeld verkeersmanagementmaatregelen in te stellen, of alvast een wegininspecteur of berger in stelling te brengen. Rijkswaterstaat en NDW onderzoeken deze mogelijkheden momenteel, in samenwerking met een aantal universiteiten.

Daarnaast zijn er nog onderwerpen in de categorie ‘serieuze toekomstmuziek’. Bij een hoger wordende dekking van FCD wordt bijvoorbeeld het beeld van de verkeerssituatie scherper. Het is niet ondenkbaar dat we dan wel betrouwbaar intensiteiten (op rijbaanniveau) kunnen schatten op basis van FCD. Ook doemen dan de mogelijkheden op van het *real-time* bepalen van herkomst-bestemmingspatronen.

Aan universiteiten wordt volop gewerkt aan meer fundamentele kennis en expertise. DiTTLab van TU Delft werkt bijvoorbeeld aan het ontwikkelen van multi-scale verkeersverwachtingen, waarbij in een en dezelfde applicatie op alle schaalniveaus, met gebruik van de daarbij relevante data, analyses en verwachtingen kunnen worden opgesteld. Hiermee kunnen we verkeerstromen zeer diepgaand analyseren.

Tot slot

Hoewel er al een aantal jaar onderzoeken plaatsvinden met FCD, is er het gevoel dat we nu pas écht aan het begin staan van het benutten van deze innovatie. Met een aantal toepassingen op basis van FCD kunnen overheden gelijk uit de voeten. Hiervoor biedt NDW de mogelijkheid om samen met partners de gebruikswensen verder

Ook de crowd kan bijdragen

Naast (extended) FCD is er nog ‘crowdsourced’ informatie – en ook die bron speelt in het verkeersdomein een steeds grotere rol. Applicaties zoals Waze en Flitsmeister bieden gebruikers de mogelijkheid om afwijkende verkeerssituaties real-time door te geven. Hiermee kan een serviceprovider de verkeersinformatie verbeteren, er kunnen fouten in kaarten en wegkenmerken worden opgespoord, maar het is bijvoorbeeld ook mogelijk om op basis van de *crowd data* vroegtijdig maatregelen te nemen in geval van nood.

te ontwikkelen, als het gaat om concrete toepassingen voor visualisatie en het gebruik van FCD in bijvoorbeeld een verkeerscentrale.

Daarnaast bieden FCD genoeg mogelijkheden voor doorontwikkeling, wat de deur opent naar talloze nieuwe toepassingen. De hoeveelheid data afkomstig uit verschillende mobiele bronnen zal de komende jaren exploderen, en daarmee ook de mogelijkheden en toepassingen die hierop gebouwd kunnen worden. Deze worden de komende jaren ongetwijfeld vanuit allerlei gebruikerswensen en eisen verder ontwikkeld en getest •

De auteur

Edoardo Felici is projectmanager Strategie en innovatie bij NDW.



Hoe de kwaliteit van FCD te bepalen?

NDW levert reistijden die zijn bepaald aan de hand van floating car data. Maar hoe wordt gecontroleerd of die reistijden wel goed genoeg zijn? Kun je er de kwaliteitseisen en bijbehorende toetsingsmethodiek voor vaste meetsystemen op loslaten? Of moet het anders?

Het korte antwoord is: het moet inderdaad anders. De 'reguliere' toetsingsmethodieken die zijn ontwikkeld voor vaste meetsystemen, zijn om een aantal redenen ongeschikt voor een FCD-toets.

Allereerst is er het punt dat de reguliere toetsing is gericht op het toetsen van een meet-systeem en niet op een meet-methodiek. Bij een vast meetsysteem wordt simpelweg bepaald of de reistijd die wordt gemeten ook de daadwerkelijke reistijd is, oftewel: detecteert het meetsysteem de passerende voertuigen en is de tijds aanduiding juist? Bij FCD wordt de reistijd van de verkeersstroom echter bepaald aan de hand van de gps- of telefoongegevens van een selectie van de voertuigen, bijvoorbeeld van Vodafone- of TomTom-gebruikers. De kwaliteitsvraag is dan of die metingen voldoende representatief zijn om de reistijd te bepalen en of de berekening (herleiding) van de reistijd een goed beeld geeft van de situatie op de weg. Om dat te bepalen zul je de FCD van een flink aantal dagen willen bekijken, om te zien hoe de reistijdberekening zich onder verschillende omstandigheden houdt.

Een tweede punt is dat in de standaard toetsingsmethodiek alleen minuten worden getoetst waarin het referentiesysteem meer dan zeven voertuigen registreert. Hiervoor is ooit gekozen om met voldoende statistische relevantie een oordeel over een meetsysteem te kunnen geven. Maar bij het bepalen van de kwaliteit van FCD-reistijden zijn we juist ook benieuwd naar de kwaliteit bij lage intensiteiten.

Een laatste punt is dat de standaardtoetsing ervan uitgaat dat de te toetsen techniek (bijvoorbeeld: camera's) dezelfde start- en eindpunten van een traject gebruikt als de referentietechniek (bijvoorbeeld: lussen). Omdat elke FCD-leverancier zijn eigen indeling in trajecten hanteert, is het nauwelijks mogelijk om aan dat uitgangspunt van de toetsing te voldoen.

Hoe dan wel?

Om de kwaliteit van de FCD-reistijden toch objectief te kunnen vaststellen, heeft NDW een toetsingskader ontworpen dat rekening houdt met de eigenheden van FCD. Het kader bestaat uit een reeks toetsen:

- **Tijdigheidstoetsing.** Voor de FCD-reistijden wordt gekeken bij welke verschuiving in tijd de reistijden het meest overeenkomen met NDW-reistijden (van vaste meetsystemen). Als de FCD beter matchen wanneer deze naar achteren worden geschoven, betekent dit dat de reistijden van FCD actueel zijn dan die van de vaste meetsystemen.
- **Signaleringstoetsing.** Met behulp van het *Qualitätskennzahl* wordt onderzocht of de reistijden op basis van FCD op dezelfde momenten vertragingen detecteren als de vaste meetsystemen.
- **Nauwkeurigheidstoetsing.** De FCD-reistijden en de 'vaste' reistijden worden op vijfminutenniveau met elkaar vergeleken. Bij de vergelijkingen wordt de *Root Mean Squared Error* bepaald van de reistijden. Na omrekening naar snelheden wordt de *Mean Absolute Percentage Error* bepaald.
- **Beschikbaarheid.** Voor elk van de trajecten wordt onderzocht voor hoeveel minuten een reistijd wordt geleverd.

Alle toetsen vinden plaats op een dataset van ten minste zeven dagen over ten minste dertig trajecten. Hierbij worden alleen trajecten gebruikt waarbij de begin- en eindpunten van de FCD-leverancier op korte afstand liggen van de begin- en eindpunten van het vaste meetsysteem. Omdat dat nog weleens een gepuzel kan zijn, zijn er voor de FCD-aanbesteding voor de provincie Zuid-Holland meer dan zestig 'toetstrajecten' aangewezen. Elke leverancier had zo voldoende trajecten om uit te kiezen om op de gewenste dertig trajecten uit te komen.

Voor elk van de genoemde toetsen heeft NDW een minimumniveau vastgesteld waaraan een leverancier moet voldoen. In het aanbestedingstraject tellen de resultaten van de toetsing mee in de beoordeling ●

De auteur

Marthe Uenk-Telgen is senior verkeerskundig adviseur bij NDW.

“Onze verwachtingen zijn meer dan waargemaakt”

De provincie Zuid-Holland is de eerste wegbeheerder in Nederland die zich geheel op floating car data verlaat om reistijden te bepalen. Het is een succes: het netwerk dat de provincie monitort is groter dan voorheen en de monitoringkosten zijn gedaald. Maar hoe maak je als wegbeheerder zo'n overstap? Tim Blanken, adviseur dynamisch verkeersmanagement van de provincie, vertelt over zijn ervaringen.



De provincie Zuid-Holland gebruikt reistijden op trajecten om de verkeersafwikkeling op haar wegennet in de gaten te houden. Ook informeert en 'stuurt' ze weggebruikers door op keuzepunten die reistijden op DRIP's te presenteren: 'Route A: 13 +6 min., Route B: 15 +1 min.' Als databron voor de reistijden gebruikte Zuid-Holland al enige jaren kentekenherkenningscamera's (reistijdcamera's). Begin 2017 stapte de provincie echter over op FCD als bron.

Waarom zijn jullie overgestapt?

“Het oude systeem met reistijdcamera's had zo zijn beperkingen. Door wegwerkzaamheden en technische problemen hadden we te vaak 'gaten' in de data. Onze ambitie is juist om de best bereikbare provincie te zijn, dus we zijn toen op zoek gegaan naar alternatieven. FCD leken een logische optie. Een pilot in 2016 bevestigde dat vermoeden: de FCD-bron was ten minste zo goed als ons oude systeem, en vaak zelfs beter. We zijn dus met hoge verwachtingen overgestapt.”

Wat waren de grootste uitdagingen bij de implementatie?

“Het wegennet dat wij beheren is opgedeeld in trajecten: stukken weg waarvan we de reistijd meten. Op basis van die monitoring kunnen wij ingrijpen en we kunnen de reistijden ook delen met de weggebruiker. Voorheen waren onze trajecten één tot negen kilometer lang, maar FCD-data zijn opgedeeld in segmenten van slechts 50 meter. Aan de ene kant een enorme kans, om-

dat we verkeersstromen veel nauwkeuriger in beeld kunnen brengen. Daar staat tegenover dat we geen overkill aan trajecten willen creëren, vooral als je je bedenkt dat we zo'n 600 kilometer aan wegen monitoren. Het was een flinke puzzel, maar uiteindelijk hebben we een goede balans gevonden. “Een andere uitdaging waren de 50 reistijden-DRIP's die we met onze data voeden. De DRIP's hebben verschillende beheerders met elk eigen processen en doorlooptijden, dus een goede planning van de overstap was essentieel. Dat is gelukt door tijdig met onze regiopartners om de tafel te gaan. We weten elkaar goed te vinden dankzij BEREIK!, ons samenwerkingsplatform voor regionale bereikbaarheidsvraagstukken.”

Zijn jullie tevreden?

“Zeker, onze verwachtingen zijn meer dan waargemaakt! Dankzij FCD kunnen mijn collega's bij de verkeersmanagementdesk ons netwerk beter in de gaten houden en sneller anticiperen op problemen. Daarnaast zijn we niet meer gebonden aan fysieke camera's op wegen en dus minder afhankelijk van de beschikbaarheid van wegkantssystemen. De nieuwe inwinning stelt ons bovendien in staat om grote gemeentelijke wegen te monitoren – al langer een wens in de regio. We houden nu bijvoorbeeld wegen in Zoetermeer, Leiden en Delft in de gaten. Zo helpen we gemeenten bereikbaar te blijven. De kosten verdelen we over alle partijen binnen BEREIK!, waardoor we samen ook nog een stuk goedkoper uit zijn.”

Waar moeten andere wegbeheerders die over willen stappen op letten?

“Denk voordat je overstapt goed na over de grootte van je netwerk en lengte van je trajecten. Wat je wil voorkomen is dat je die in de toekomst weer aan moet passen: als je later een meerjarenonderzoek wil doen naar reistijden, is het heel lastig als de meeteenheden door de tijd heen steeds gewijzigd zijn. Vergeet ook niet dat alle wijzigingen weer doorgevoerd moeten worden op de DRIP's binnen je netwerk. Dat kost tijd en geld, en dat bespaar je door vooraf goed na te denken.”

De voordelen van FCD

Een groter netwerk. De provincie monitort nu 375 km meer weg en wint data in voor de monitoring en reistijdinformatie op DRIP's van 70 km gemeentelijke wegen.

Gedetailleerdere informatie. De gemiddelde lengte van meettrajecten is van 3,3 km naar 1,3 km gegaan.

Goedkoper beheer. De onderhoudskosten zijn gedaald met 75%.

Floating car data: één begrip, vele betekenissen



Als verkeersprofessionals hebben we allemaal wel een idee van wat *floating car data* zijn. Maar waar we misschien minder bij stilstaan, is dat FCD een allesbehalve homogeen product zijn. Er zijn grote verschillen tussen de leveranciers van data en even zo grote verschillen in de data die zij leveren. Om een beetje wegwijs te kunnen in het aanbod, gaan we kort in op de kenmerken van floating car data.

Floating car data bestaan in hun ruwe vorm uit gps-gegevens van smartphones, navigatiesystemen en trackingsystemen. Deze zogenaamde *probes* laten voortdurend weten waar ze zich bevinden: ze zenden dan een eenvoudig berichtje met hun ID, een x/y-coördinaat en een *time stamp*. De 'sporen' die ze hiermee achterlaten vormen de basis voor alle FCD-toepassingen.

Kwaliteit

Dat lijken rechttoe-rechtaan data waarmee een leverancier zich maar moeilijk kan onderscheiden: de berichtjes zijn zoals ze zijn. Maar vergeet niet dat een enkel bericht van een enkele probe niet interessant is – het gaat om de grote getallen. Dit betekent dat er ook op het niveau van ruwe FCD kwaliteitsverschillen zijn.

Een eerste kwaliteitsaspect is het aantal 'connected' voertuigen en/of devices waar een leverancier uit put: hoe groot is zijn totale 'vloot' aan probes?

Dan is er de vraag hoeveel probes er daadwerkelijk op de weg rijden in het inwingsgebied. Dit drukken we meestal uit in de dekking of penetratiegraad, oftewel de *relatieve* omvang van de groep probes ten opzichte van het totale aantal bewegende voertuigen in het inwingsgebied. In Nederland zal een beetje leverancier een dekking of van vier tot acht procent kunnen bieden.

Een derde kwaliteitsfactor is de frequentie waarmee de probes verplaatsingsgegevens aanleveren: is die per minuut of bijvoorbeeld per seconde? Uiteraard geldt dat hoe hoger de frequentie is, hoe beter.

Tot slot is er de vraag hoe goed een leverancier in staat is om de *probe data* eruit te filteren die inferieur of onvolledig is.

Duidelijk is dat hoe simpel de afzonderlijke brokjes data ook mogen zijn, de kwaliteit van de ruwe FCD als geheel sterk uiteen kan lopen.

Map matching

Veel gebruikers van FCD nemen echter geen ruwe data af, maar afgeleide grootheden zoals reistijden en snelheden. Een eerste bewerkingsslag om tot die grootheden te komen, bestaat uit *map matching*: het koppelen van de FCD aan een wegenkaart.

Dit is meer dan het sec projecteren van de waarnemingen. Op de gekozen kaart zijn de wegen namelijk opgesplitst in *segmenten*. Het *map matching* houdt in dat afzonderlijke waarnemingen in het juiste segment worden geplaatst. Passen ze op basis van hun x/y-positie niet in een segment, dan worden ze uitgefilterd. Zo blijven de gps-signalen van verkeer dat stilstaat bij een benzinestation of van treinreizigers met een smartphone vanzelf buiten de data. Zie ook figuur 1.

Met die segmenten zijn we op nog een kwaliteitsfactor. De segmentering is namelijk de basis van alle berekeningen die volgen: reistijden en snelheden worden niet berekend aan de hand van de exacte locatie A en locatie B van een probe, maar op basis van segment X en segment Z waarin een probe zich bevindt. De grootte van de segmenten kunnen per FCD-aanbieder verschillen, variërend van



Figuur 1:

In deze afbeelding zijn de afzonderlijke waarnemingen geprojecteerd op een wegenkaart. Duidelijk is dat de data en de map matching nauwkeurig genoeg zijn om te bepalen welke waarnemingen uitgefilterd moeten worden. Hier zien we bijvoorbeeld stilstaand verkeer bij een benzinstation en op een parkeerplaats – duidelijk onderscheiden van het (rijdende) verkeer op de snelweg ernaast.

50 meter tot enkele honderden meters. Uiteraard geldt dat hoe kleiner de segmenten zijn, hoe fijnmaziger en gedetailleerder de FCD. Voor sec verkeersinformatie volstaat misschien een wat grovere indeling, maar voor verkeerskundige toepassingen leveren kleine segmenten duidelijk meerwaarde, omdat ze beter antwoord geven op vragen als: Waar ligt een knelpunt op een route precies? Is dit knelpunt iedere dag hetzelfde? Hoe verloopt dit gedurende de tijd? Enzovoort.

Wanneer de waarnemingen van een probe in de segmenten op de digitale kaart zijn geplaatst, kunnen we de reistijden en gereden snelheden per segment calculeren. Ook kunnen we routes en reistijden over meerdere segmenten bepalen, door deze aan elkaar te koppelen.

Data vergelijken

Een belangrijk aandachtspunt bij het vergelijken en/of uitwisselen van 'map matched' FCD van verschillende leveranciers is het gebruikte kaartmateriaal. De ruwe data kunnen namelijk op een verschillende onderlegger worden gematched en dat leidt uiteraard tot kleine verschillen in de waarden – 'klein' maar groot genoeg om ervoor te zorgen dat de data niet goed vergeleken kunnen worden. En ook al gebruiken leveranciers hetzelfde kaartmateriaal, dan nog is er nog de mogelijkheid dat de segmentering verschilt. De grootte van de segmenten kan afwijken, maar ook de begin- en eindpunten van de segmenten.

Voor er data van meerdere leveranciers vergeleken kunnen worden, moeten het kaartmateriaal én de segmenten dan ook nauwkeurig worden afgestemd. Hetzelfde geldt wanneer er data van verschillende komaf binnen één project of toepassing worden gebruikt.

Overigens is er een universele methode om segmentgegevens kaartonafhankelijk met elkaar uit te wisselen, OpenLR. Deze methode maakt gebruik van een uitgebreide set *Location Referencing*

Points (LRP). Het begin- en eindpunt van elk segment worden dan beschreven in termen van positieve en negatieve afstand ten opzichte van twee LRP's: de afstand in meters vanaf een *vertrek-LRP* en de afstand ten opzichte van een *bestemmings-LRP*. Het verschil tussen de punten geeft de positie en lengte van het OpenLR-segment weer.

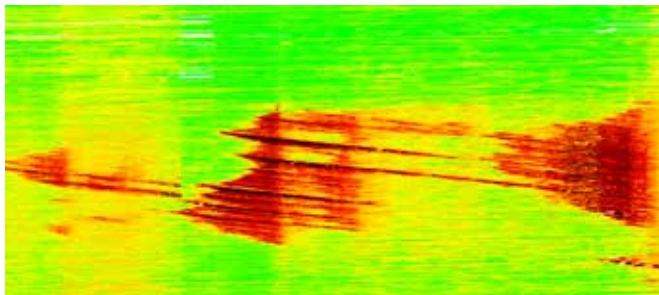
Wanneer een leverancier als basis het OpenLR-formaat gebruikt, zijn de segment-snelheden/reistijden per definitie niet gebaseerd op of afhankelijk van welk kaartmateriaal dan ook. Dit kan voor een enkele toepassing beperkend zijn, bijvoorbeeld wanneer er 'micro-inzicht' nodig is in een binnenstedelijk gebied. Voor veel andere toepassingen, zoals navigatie-informatie en het berekenen van reistijden voor DRIP's, voldoet OpenLR echter uitstekend.

Real-time en historische FCD

Dan nog een laatste opmerking over de verschillende verschijningsvormen van floating car data: de meeste leveranciers bieden die zowel real-time als historisch.

Vooral voor toepassingen gerelateerd aan verkeersmonitoring en verkeersmanagement is het zinvol om real-time inzicht te hebben in de actuele situatie. Die constante stroom aan gegevens kan bijvoorbeeld via een zogenaamde *API* direct in applicaties worden gebruikt. De data kan ook met een *datafeed* worden binnengehaald.

Ten behoeve van analyse en onderzoek is het juist nuttig om ook de historie van een specifiek segment of een specifieke route inzichtelijk te maken. Veel FCD-leveranciers hebben er om die reden voor gekozen de FCD in ruw of verrijkt formaat op te slaan, zodat deze op een later moment kan worden geraadpleegd, bijvoorbeeld via een (webbased) tool. Zo kan voor vrijwel elk willekeurig segment of traject op elk willekeurig moment in het verleden inzicht verschaft worden in bijvoorbeeld de gemiddelde reistijd en/of snelheid ●



De kracht van FCD

De waarde van kwalitatief hoogwaardige floating car data komen pas goed uit de verf in de toepassingen. In bijgaand tijd-wegdiagram zijn de FCD grafisch uitgezet over de assen tijd en afstand. Door deze visualisatie dynamisch en real-time te presenteren in verkeerscentrales, kunnen wegverkeersleiders de 'kiem' van een file al zien aankomen nog voordat de detectielussen een file zien. Een belangrijk voordeel van FCD is namelijk dat er ook tussen de lussen in gemeten wordt. Bij FCD zijn we immers niet afhankelijk van de posities waarin de lussen zijn geprojecteerd.

De auteur

Andy Berkenhouwer is business consultant bij Be-Mobile.

Datafusie van floating car data en 'vaste' data

Floating car data zijn een waardevolle bron voor het bepalen van de situatie op de weg. Voor sommige toepassingen is de penetratiegraad van de FCD echter nog niet hoog genoeg. In dat geval kan het zinvol zijn de voertuigdata te fuseren met data van weggebonden bronnen. De auteurs van deze bijdrage leggen uit hoe dat in zijn werk gaat.



De penetratiegraad van veel *floating car data* ligt momenteel op enkele procenten, variërend van pakweg 2 procent tot maximaal zo'n 8 procent. Dat is voor veel verkeerskundige toepassingen ruim voldoende, maar voor specifieke toepassingen als het bepalen van de dichtheid op de weg weer niet. Wat dan? Blijven we voor die toepassing dan geheel aangewezen op zogenaamde weggebonden data? Niet per se, want een interessante optie is om FCD en weggebonden gegevens te *combineren*. FCD en weggebonden data samen leveren dan wél de kwaliteit die nodig is voor de veeleisende toepassing – en goedkoper dan mogelijk zou zijn met alleen weggebonden data. Immers, FCD zijn goedkoper dan bijvoorbeeld lussen, bluetooth of camera's. Dus alle investeringen in vaste systemen (of als de systemen er al zijn: de kosten van het onderhoud) die we kunnen voorkomen door een fusie met FCD, zijn winst.

Maar hoe gaat datafusie in de praktijk en wat levert dat nou op? Om die vragen te kunnen beantwoorden, is Vialis in 2015 aan de slag gegaan met data van de verbinding tussen Utrecht en Amersfoort, bestaande uit de provinciale N237 en de A28. (De proef is later uitgebreid tot heel Nederland.) In de pilot zijn real-time FCD gefuseerd met data van vaste meetpunten. We hebben drie use cases onderzocht, namelijk het per wegsegment bepalen van 1) de ruimtelijke snelheid, 2) de ruimtelijke dichtheid (= aantal voertuigen per kilometer weg) en 3) de Level of Service.

Datafusie

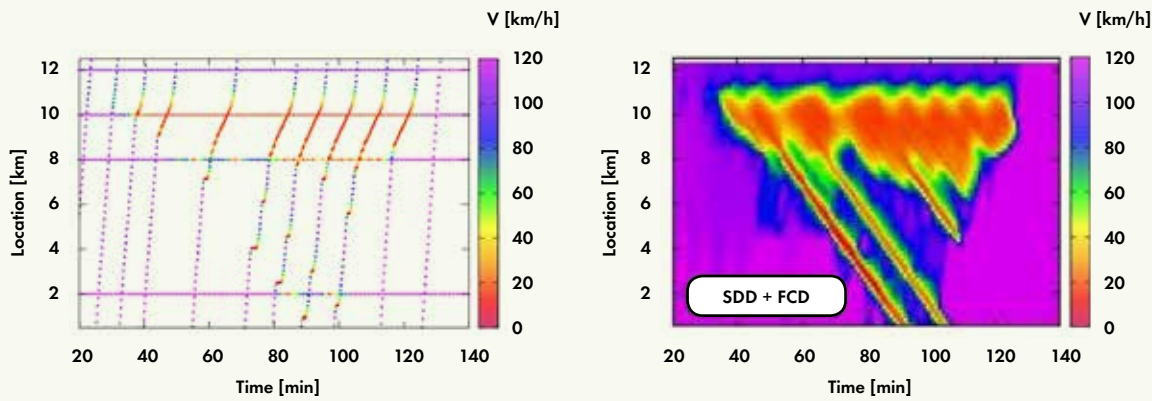
We lichten het proces van datafusie kort toe. De basis is uiteraard het meten. Wat vaste *meetpunten* betreft putten we voor de circa 35

kilometer weg uit ongeveer 140 meetlocaties. De bronnen leveren intensiteiten en snelheden, die we via de Nationale Databank Wegverkeersgegevens (NDW) binnenhalen. De FCD zijn geleverd door Flitsmeister en betreffen tijdstip, MAC-adres, locatie, rijrichting en snelheid.

Deze gegevens maken we eerst consistent: we passen de data van verschillende bronnen als het ware in één raamwerk. Dat is een essentieel, maar wel lastig proces. Bij vaste meetsystemen staat de sensor op een vaste plek en dat levert vanzelf *puntmetingen* op. Bij FCD reizen sensoren juist met de verkeersstroom mee en gaat het dus om *trajectmetingen*. Ook de inwintfrequenties van de bronnen verschillen: NDW levert iedere minuut data, terwijl individuele voertuigen om de 20 seconden FCD aanleveren.

Met alle gegevens in één raamwerk, kan het fuseren zelf beginnen. Met behulp van een algoritme – voor de N237 hebben we de Adaptive Smoothing Method of ASM gebruikt – combineren we de gemeten verkeersgrootheden tot een verkeerskundige beschrijving van de verkeerstoestand. Dit is overigens veel meer dan interpolatie: het algoritme gaat uit van de dynamica van verkeersstromen. Zie figuur 1 voor een voorbeeld van 'vóór ASM' en 'na ASM'.

Voor onze eerste use case hebben we ASM gebruikt om de ruimtelijke gemiddelde snelheid per wegsegment te bepalen. Parameters en weegfactoren worden gebruikt om rekening te houden met verschillen per wegcategorie (autosnelwegen, provinciale en stedelijke wegen). Bij een wegsegment met een verkeersregelininstallatie is de



Figuur 1: De grafiek links toont ons vertrekpunt: data uit verschillende bronnen (lussen, FCD) zijn consistent gemaakt. Met de Adaptive Smoothing Method creëren we vervolgens de grafiek rechts: een geschat, maar natuurgetrouw beeld van de verkeersstoestand waarbij de verkeerskundige grootheid, in dit geval snelheid, gelijkmatig over ruimte en tijd is gespreid.

LOS	Omschrijving	Snelheid stedelijke wegen (km/h)	Snelheid provinciale wegen (km/h)	Snelheid auto-snelwegen (km/h)	Dichtheid (voertuig/km)
A	Vrije verkeersafwikkeling	> 40	> 60	> 96	< 12
B	Nauwelijks hinder	> 38	> 57	> 92	< 32
C	Beperkte hinder	> 35	> 54	> 86	< 48
D	Veel hinder	> 32	> 46	> 75	< 64
E	Capaciteit bereikt	> 20	> 30	> 48	< 108
F	File	≤ 20	≤ 30	≤ 48	≥ 108

Tabel 1: Op basis van deze tabel bepalen we de zogenaamde Level of Service van verschillende type wegen. De onderverdeling is gebaseerd op de autosnelwegstandaard North American Highway LoS en uitgebreid voor ook provinciale en stedelijke wegen.



Figuur 2: Een voorbeeld van een LoS-bepaling op een wegsegment van 500 meter.

stand van de verkeerslichten een aanvulling in de berekening. Een rood licht correspondeert met een snelheid nul van een wachtend voertuig voor de stopstreep. De ruimtelijke gemiddelde snelheid wordt gebruikt voor de bepaling van de gemiddelde reistijd op wegvakken of op routes (bijvoorbeeld voor navigatiesystemen).

Het bepalen van de ruimtelijke dichtheid, de tweede use case, gebeurt op basis van de ruimtelijke snelheid en de intensiteit (aantal voertuigpassages per tijdseenheid). Ook hier gebruiken we ASM om een compleet beeld van de intensiteit per wegsegment te krijgen.

Ten slotte bepalen we ook de Level of Service of LoS, de derde use case. Dit is eigenlijk geen datafusie meer, maar het verrijken van data: we bepalen een afgeleide verkeersparameter. Onze parameter baseren we op de *North American Highway LoS*-standaard. Die gebruikt zes gradaties, A tot en met F, om de verkeersstoestand te beschrijven. A staat voor vrije verkeersafwikkeling. Bij B is sprake van nauwelijks hinder, C representeert beperkte hinder en D duidt op veel hinder. De capaciteit is bij E bereikt. F geeft file aan. In de tabel staan de grenzen voor de snelheden en de ruimtelijke dichtheden per gradaties aangegeven. Voor A tot en met F moet aan beide voorwaarden worden voldaan. Voor F is een van de twee voorwaarden voldoende. De LoS is een nuttige *key performance indicator* en erg geschikt voor communicatie naar de weggebruiker.

Resultaten

De resultaten van de datafusieproeven op de N237 en de A28 stemmen tot tevredenheid. Het samenbrengen van FCD en NDW-data

met behulp van ASM leidt tot een vermindering van meetfouten van zo'n 30 tot wel 50%. De grootheden worden daarnaast gelijkmatiger over ruimte en tijd gespreid.

De proeven maakten ook duidelijk dat datafusie van FCD en NDW-data al bij een lage penetratiegraad van FCD zin heeft. Grofweg gesproken: al bij een intensiteit van 50 FCD-voertuigen per uur in één richting verkrijgen we een goed beeld van de ruimtelijke snelheid op een wegvak. Het is daarom een goede methode voor het verhogen van de kwaliteit van de gebruikelijke verkeerskundige grootheden en voor het aanbieden van 'nieuwe' verkeerskundige grootheden als dichtheid en LoS. Naarmate de penetratiegraad van FCD toeneemt, zal de kwaliteit van de verkeerskundige grootheden uiteraard ook groeien. Eventueel zou er dan gekozen kunnen worden voor een versobering – nog geen afschaffing – van de inwinning via vaste meetpunten ●

De auteur

Frans van Waes en Martin Barto zijn respectievelijk *new business developer* en *senior verkeerskundige* bij Vialis.

Filestaartbeveiliging op basis van floating car data

De verkeerssignalering in Nederland is in de jaren zeventig van de vorige eeuw ontwikkeld. Al die decennia is dit systeem achter onze filestaartbeveiliging ‘gevoed’ met behulp van inductielussen in de weg. Maar inmiddels onderzoekt Rijkswaterstaat alternatieve databronnen, waaronder twee typen floating car data. Marco Schreuder van Rijkswaterstaat Water Verkeer en Leefomgeving praat ons bij.

Onze huidige generatie wegkantsystemen voor verkeerssignalering zijn aan het eind van hun technische levensduur. Bruikbare alternatieven voor deze ‘wegkantgebonden’ dienst zijn er nog niet – alle snelle ontwikkelingen rond connected, coöperatief en automatisch rijden ten spijt – dus de keuze zal bij vervanging nog steeds vallen op *good old* systemen langs en boven de weg.

Maar niets belet ons om die wegkantsystemen dan in ieder geval voor te bereiden op technologische innovaties. Dat is precies het doel van het project i-WKS, waarmee Rijkswaterstaat begin 2016 van start is gegaan.^{*} In dit project zetten we in op een scheiding van de hard- en software van wegkantsystemen en op het gebruik van IP-technologie. Door die aanpassingen zullen we gemakkelijker nieuwe verkeerskundige functionaliteiten en communicatiemethoden kunnen implementeren. Verder experimenteren we in i-WKS met nieuwe inwinbronnen: mogelijke alternatieven voor de (dure) detectielussen waarvan we nu afhankelijk zijn.

Alternatieve inwinbronnen

In deze bijdrage staan we vooral stil bij dit laatste punt, de alternatieve inwinbronnen. We onderzoeken en beproeven drie kansrijke meetmethoden, te weten floating car data gebaseerd op gps-locatiegegevens (apps op smartphones), afgeleide floating car data gebaseerd op 4G/LTE-communicatie (voornamelijk dataverkeer van mobieltjes) en monitoring met behulp van glasvezeltechnologie.

Op dit moment leveren deze technieken alleen (geanonimiseerde) data op *rijbaanniveau*, terwijl inductielussen op *rijstrookniveau* leveren. Dit maakt de nieuwe bronnen vooralsnog minder geschikt voor rijbanen met rijbaanscheidingen en voor complexe knooppunten. Om er toch mee aan de slag te kunnen is gekozen voor proeven op een aantal relatief eenvoudige tweestrooks rijbanen: de A1

Apeldoorn-Amersfoort, de A27 Everdingen-Culemborg en de A58 Tilburg-Eindhoven.

FCD-GPS

Bij de op gps-gebaseerde floating car data, kortweg FCD-GPS, leiden we de gemiddelde snelheid direct af uit de beschikbare x/y-posities. Elk voertuig – dat wil zeggen: de app op een smartphone in het voertuig – zendt elke seconde nieuwe locatiegegevens uit, inclusief *time stamp*. De serviceprovider verzamelt deze data en berekent op basis daarvan het verkeersbeeld.

Uit eerdere (theoretische) studies weten we dat de penetratiegraad van deze vorm van FCD zo'n 10% moet zijn, wil de bron geschikt zijn voor de dienst filestaartbeveiliging. De veldproeven, die hebben plaatsgevonden van oktober 2016 tot januari 2017, laten echter al zeer hoopvolle resultaten zien bij een penetratiegraad tot 8%. Uit de evaluatie blijkt dat de detectieoverlap gemiddeld genomen 95% is.^{**} De zogenaamde filekiemen worden in ongeveer 80% van de gevallen gedetecteerd – zie ook figuur 1. Daar staat tegenover dat we met FCD de kiem soms *sneller* detecteren. Op het moment dat de filekiem een staande file wordt, stijgt de detectie naar 97%. De FCD-GPS-service is tijdens de proef 100% van de tijd operationeel geweest.

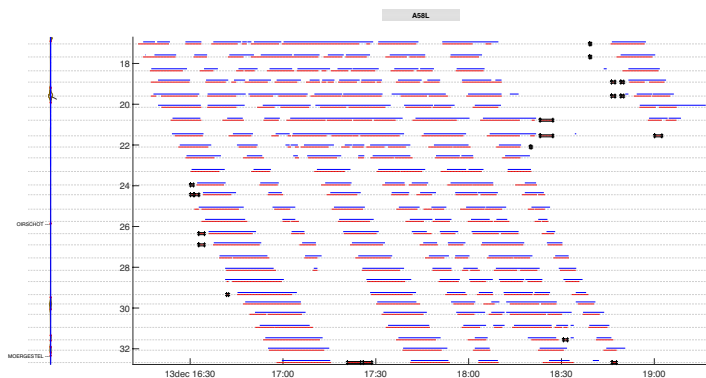
De afgelopen jaren is de beschikbaarheid van FCD duidelijk gegroeid. De verwachting is dan ook dat op niet al te lange termijn de grens van 10% wordt gehaald. Het aantal filekiemen dat we dan nog met FCD-GPS missen, zal tegen die tijd fors minder zijn.

FCD-4G/LTE

De FCD-techniek die gebruikmaakt van 4G/LTE wijkt qua techniek behoorlijk af van FCD-GPS. Het belangrijkste verschil is dat

^{*} Behalve Rijkswaterstaat (CIV, WVL en VWM) zijn bij dit project betrokken: NDW, Innovatiecentrale Helmond, Be-Mobile, VKA, Vodafone, Ericsson, Mezuro, Optasense en Cisco.

^{**} Hierbij is het huidige MTM-systeem met inductielussen als referentie genomen.



Figuur 1:

De detectie van filekiemen door lussen en FCD-GPS. Het aantal gemiste kiemen (ten opzichte van meting met lussen) is beperkt – zie de sterretjes in de grafiek.

we de snelheid van het voertuig niet *direct* kunnen bepalen (er is immers geen gps-locatie beschikbaar), maar moeten *afleiden*. De bron FCD-4G/LTE maakt hierbij gebruik van de zogenaamde Timing Advance-signaleringsdata die alle mobiele telefoons op het mobiele 4G-netwerk gebruiken voor hun (data)communicatie. Iedere antennecel is technisch opgedeeld in stapjes van 78 meter rondom die antenne. Van elke mobiel telefoon is bekend hoeveel TA-stapjes deze zich vanaf de antenne bevindt. Als het mobiele device zich van of naar de antenne beweegt verandert het aantal TA-stappen. Op basis van deze input kunnen we via slimme (mapping-) algoritmes de snelheid, rijrichting en positie op een wegvak bepalen.

Momenteel bevindt de onderzoeksopdracht met FCD-4G/LTE zich in de laatste fase, dus er is nog geen evaluatie uitgevoerd. De ervaringen tot nu toe zijn echter positief. In feite is de techniek al zo robuust, dat FCD-4G/LTE gebruikt kunnen worden voor het genereren van dynamische rijtijden op een gegeven snelwegtraject. Of deze databron ook voldoende nauwkeurig en betrouwbaar is voor filestaartbeveiliging, hangt af van het 4G-datagebruik van de gebruikersgroep die wordt gevolgd (Vodafone-klanten). Het 4G-gebruik stijgt echter zo snel, dat deze bron mogelijk binnen een jaar klaar is voor een toepassing als filestaartbeveiliging.

Inwinning via glasvezeltechniek

De derde databron die we in het project i-WKS beproeven, is een bijzondere: de communicatieglasvezelkabels langs de snelweg. Hoe werkt deze inwintechniek precies? Rijkswaterstaat heeft langs haar snelweg 65 Centrale VICnet Ruimten (CVR) staan. Deze ruimten zijn de 'koppelvlakken' in het glasvezelkabelnetwerk dat de communicatie naar de wegwakstations verzorgt. Een sensor in de ene CVR stuurt lichtstralen door een vrije ader in de glasvezelkabel; een 'terminator' in de volgende CVR vangt het licht op en zorgt dat het niet terug de kabel in reflecteert. Trillingen in de bodem veroorzaken verstoringen in de lichtstraal en die 'ruis' kan worden vertaald naar voertuigen.*** Zo is het mogelijk om continu alle voertuigen op een rijbaan te volgen. Een userinterface rekent gemiddelde snelheden uit per 50 meter-segment op de weg en toont die realtime via een webinterface.



De toekomst van floating bike data

In de grootstedelijke gebieden van Nederland gaat het hard met de fiets. Het aandeel van deze *slow mode* is er inmiddels dusdanig hoog, dat de fietser een eigen verkeersmanagementaanpak verdient. Maar uitdaging één is dan: op welke data baseer je je? Is sturing mogelijk op basis van floating bike data? De auteurs nemen de mogelijkheden door en blikken vooruit naar de niet-eens-zo-verre toekomst van multimodaal netwerkmanagement.

Het fietsgebruik in Amsterdam is de afgelopen twintig jaar met meer dan 40% gegroeid naar ruim 490.000 dagelijkse fietsritten. Van de reizen met een herkomst en/of bestemming binnen de ring A10 wordt ten minste 30% met de fiets afgelegd. Landelijk gezien zit fietsen ook in de lift. Volgens het MobiliteitsPanel Nederland is de fiets in ruim 32% van de ritten hoofdvervoermiddel (cijfers 2015). In nog eens 21% voorziet de fiets in het voor- en natransport, als onderdeel van een multimodale rit.

Die cijfers liegen er niet om – en ze bevestigen het dagelijkse verkeersbeeld in vooral grootstedelijke gebieden. Het aandeel fietsers is daar dusdanig hoog, dat wegbeheerders wel móeten nadenken over het managen van fietsersstromen. Maar wat zou de ‘databasis’ onder dat management moeten worden? Is er naast floating car data ook zoiets als floating bike data mogelijk?

Mogelijke bronnen

Jazeker. De technologische ontwikkelingen van draagbare plaatsbepalingssystemen met een beperkt gewicht en een minimale impact op de batterijduur gaan hard. In de afgelopen jaren zijn er talloze slimme fietsservices en -systemen op de markt gekomen die gebruikmaken van deze state-of-the-art technologie. Denk aan smartphone-apps voor (fiets) navigatie als Naviki, of aan apps gericht op het registreren van onze sportieve activiteiten: Strava, Runkeeper, MapMyRun, Nike+ en andere. Er zijn ook apparaten waarvan locatiebepaling de belangrijkste functie is, zoals gps-trackers. En inmiddels hebben we zelfs smart fietsen (zoals de SmartBike van Van Moof) en smart fietssloten (AXA Connect), waarbij gps-units en communicatiemogelijkheden zijn ingebouwd.

Al deze systemen kunnen in principe floating bike data genereren. Dat wil zeggen: ze bieden de mogelijkheid om van iedere gebruiker de verplaatsingen te registreren en indien nodig real-time te verzenden naar een centrale server.

Nu is het hebben van fietsdata nog iets anders dan het beschikken over bruikbare floating bike data. Twee dingen zijn essentieel, willen we de data kunnen inzetten voor het stedelijke netwerk. Allereerst moeten de databronnen (apps, smart bikes etc.) genoeg loca-

ties per persoon verzamelen om de fietsers op de juiste manier toe te kunnen delen aan het netwerk. Gelet op de verplaatsingssnelheid en het fijnmazige karakter van het stedelijke netwerk is één locatiebepaling per 10 seconden de ondergrens.

Een tweede vereiste is dat de databronnen data van mensen uit zoveel mogelijk lagen van de bevolking inwinnen. Het is immers belangrijk om een representatief beeld van de *gehele* fietspopulatie te kunnen genereren en niet alleen van sportieve mountainbikers of hipsters op een smart bike. De data zouden bijvoorbeeld praktisch onbruikbaar zijn als gegevens over de schoolgaande jeugd of ouderen ontbreken. De fietsbewegingen van deze groepen zijn immers niet door andere groepen te reproduceren.

Kansen voor stedelijk verkeersmanagement

Maar stel dat we inderdaad over voldoende en goede floating bike data beschikken. Wat schep je daarmee aan nieuwe analyse- en managementmogelijkheden?

De data geven ons in ieder geval de mogelijkheid om het gebruik van het netwerk, de infrastructuur(her)ontwikkelingen en de hinder die fietsers ondervinden te analyseren. De koppeling van de data van de Fietstel-app* met de analysetool BikePrint geeft al een aardig beeld van deze monitoringmogelijkheden – zie www.bikeprint.nl.

Maar met behulp van de floating bike data kunnen we ook *real-time* de verkeersstoestand van de fietsnetwerken schatten – en dat opent deuren naar het gewenste verkeersmanagement. Op basis van de real-time verkeersstoestand kunnen we bijvoorbeeld de vertraging op het fietsnetwerk bepalen, inclusief wachttijden door verkeersregelinstanties, en die gebruiken om fietsers met een navigatie-app vlot door het fietsnetwerk te leiden. En als die apps meteen ook ad-

* Het betreft de app van de Fiets Telweek, een jaarlijks fietsonderzoek waarmee in 2015 is begonnen. De monitoring-app werd in 2016 een week lang door ruim 42.000 Nederlandse en 2.700 Vlaamse fietsers gebruikt. Zie fietstelweek.nl en fietstelweek.be.



viseren met welke snelheid je een kruispunt moet naderen, zal de afrijcapaciteit van die kruispunten worden vergroot. Een koppeling tussen de dynamische toestandschatting op basis van floating bike data, eenvoudige smartphone-apps en lokale wegkantinstallaties (DRIP's, LED-belijning en dynamische verlichtingssystemen) kan zo voor een eerste efficiëntieslag zorgen.

Al wat spannender is de ontwikkeling en toepassing van *connected intersection design* en/of fietscorridormanagement voor fietsers. Door verkeersregelininstallaties slim te koppelen zullen we de vertraging van fietsers in netwerken met kort opeenvolgende kruispunten sterk verminderen. Behalve dat fietsers dan minder lang stilstaan, is er ook de tijdswinst dat de af- en opstapbewegingen van fietsers geminimaliseerd worden en de afrijcapaciteit dus gemaximaliseerd wordt. Een voorbeeld van zo'n corridortoepassing is de groene golf, die onder andere in Utrecht en Amsterdam wordt gebruikt.

Het meest ingrijpend is het uitrollen van een netwerkbrede multimodale verkeersmanagementstrategie. Met deze aanpak gebruiken we de principes van regulier netwerkmanagement, maar laten we de focus op sec autoverkeer los. Anders gezegd: de efficiëntie van het multimodaal verkeersmanagement wordt bepaald door de *totale* hinder die alle reizigers in het netwerk – auto's, openbaarvervoerpassagiers, fietsers en voetgangers – ondervinden gedurende hun reis. In de binnensteden en op de hoofdroutes van het fietsnetwerk kan dit betekenen dat een grote stroom fietsers op bepaalde kruispunten voorkeur krijgt boven het autoverkeer. Slimme algoritmes, die op basis van een gedegen wachtrijschatting voor alle modaliteiten de instellingen van de verkeersregelininstallaties bepalen, in combinatie met slimme connected wegkantinfrastuctuur en smartphone-apps die dynamisch snelheids- en routeadviezen geven, kunnen de totale vertraging in het netwerk zo minimaliseren.

Verre toekomst?

Het lijkt wellicht of de ideeën die we in dit artikel schetsten, verre toekomstmuziek zijn. Maar bedenk dat het ontsluiten van floating bike data geen grote hobbel zal hoeven zijn. Nu merken als AXA en Van Moof hun eerste gps-systemen en diensten gericht op fietsen hebben geïntroduceerd, kan het ineens snel gaan.

Wereldwijd lopen er bovendien verschillende grote pilots die de potentie van multimodaal netwerkbreed verkeersmanagement als deel van de oplossing voor de grootstedelijke mobiliteits- en gezondheidsproblemen, onderzoeken en beproeven. Zo test de stad Kopenhagen op dit moment zeer innovatieve wegkantsystemen, als onderdeel van het project 'Copenhagen Energy Neutral by 2025', zoals een monitoringsysteem voor fietsverkeer, fietssnelwegen die fietsers vertellen hoe snel ze moeten fietsen en slimme combinaties tussen straatverlichting en de afstellingen van verkeerslichten.

Aan de TU Delft wordt binnen het ERC-project ALLEGRO daarom alvast hard gewerkt aan toepassingen voor het gebruik van floating bike data. Deze databron kan Nederland veel opleveren en een nieuw verkeersmanagementtijdperk inluiden. Juist nu floating bike data technisch tot de mogelijkheden behoort en de fietsfiles tijdens de spits een realiteit zijn geworden, is multimodaal netwerkbreed verkeersmanagement op basis van dynamische regelstrategieën een onderbouwde manier om onze binnensteden leefbaar te houden en de energiedoelstellingen van het kabinet te halen. ●

De auteurs

Dorine Duives en Danique Ton zijn respectievelijk onderzoeker en promovendus bij de afdeling Transport & Planning van de TU Delft. Serge Hoogendoorn is hoogleraar Traffic Operations and Management bij TU Delft.

Combineren data van gsm en OV-chipkaart:

Waar liggen kansen voor het OV?



De grootste uitdaging van de openbaarvervoersector is om tegemoet te komen aan de verscheidenheid aan reispatronen en de bijbehorende behoeften en voorkeuren van reizigers. Maar hoe doe je dat? Hoe kun je vraag en aanbod van OV beter matchen? Bestaande databronnen helpen, maar zijn nog niet afdoende. De *combinatie* van nieuwe bronnen – gsm en OV-chipkaart – biedt echter mogelijkheden.

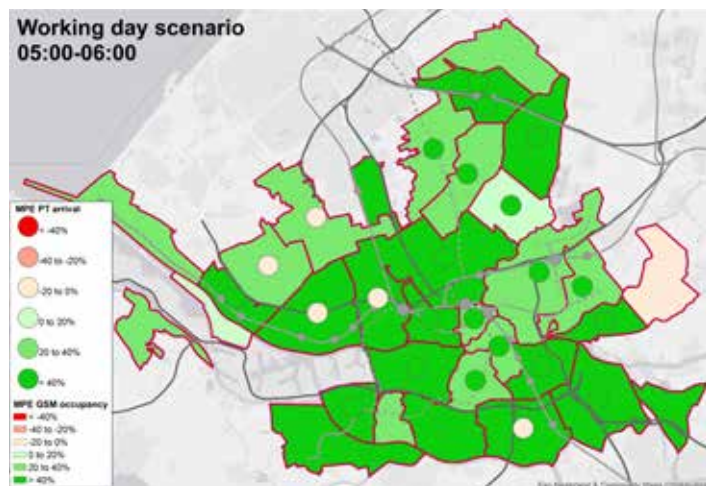
In het openbaarvervoerdomein gebruiken we verschillende databronnen om het OV-netwerk te ontwerpen, te monitoren en up-to-date te houden. Voorbeelden zijn het Onderzoek Verplaatsingen in Nederland (OVIN), locatiegegevens van OV-voertuigen (via NDOV), geanonimiseerde OV-chipkaartdata en onderzoeken en realtime-gegevens op basis van gsm-data, wifi, bluetooth en social media.*

Al deze bronnen bieden unieke informatie – maar niet het complete plaatje. Zo geeft het OVIN-onderzoek een goed beeld van de *totale reisbehoefte* en de *ruimtelijke spreiding* hiervan, maar het biedt geen inzicht in de spreiding van de reisbehoefte over de tijd. De gedetailleerde OV-chipkaartdata vertellen ons alles over de *vraag naar openbaar vervoer*, maar zeggen weer niets over de totale vervoersvraag. De gsm-data zijn afgeleid van de belrecords van één provider: het be-

treft de locatie en tijd wanneer de telefoon verbinding maakt met een antenne. Hoe vaker de telefoon gebruikt wordt (bellen, sms'en of dataverbruik), hoe vaker deze verbinding maakt met een antenne. De gsm-data van de provider zijn met behulp van een algoritme opgehoogd naar de totale populatie. Deze gegevens zijn gevalideerd en zeer betrouwbaar gebleken. De gsm-data geven daarmee interessante informatie over *verplaatsingsgedrag in het algemeen*, zoals herkomst-bestemmingsgegevens gedurende de dag en indicaties van de gebruikte vervoerswijze. Wegens privacy en om redenen van betrouwbaarheid zijn de gsm-data echter alleen beschikbaar op een ruimtelijk geaggregeerd niveau (zones van een of meer postcode-4 gebieden).

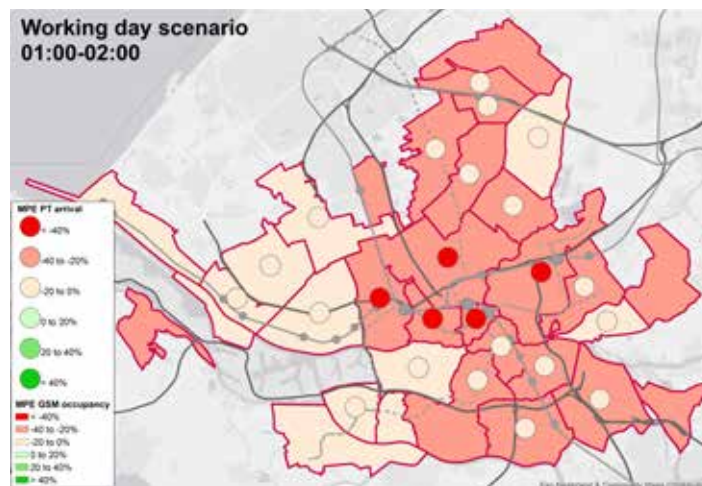
Als het gaat om het ontwerpen van OV-netwerken en het matchen van vraag en aanbod in openbaar vervoer, biedt elk van deze bronnen toegevoegde waarde. Maar wat bovenstaande voorbeelden ook goed laten zien, is dat de bronnen elkaar kunnen *aanvullen*: wat de ene niet levert, heeft de andere in huis. Datafusie biedt dus mogelijkheden.

* Met het oog op privacywetgeving worden uitsluitend anonieme, niet tot individuele personen te herleiden data gebruikt.



Figuur 1:

Relatieve veranderingen ten opzichte van het vorige uur gedurende werkdagen in de vroege ochtend in Rotterdam voor bezoekersdrukte (kleur van de zone) en OV-gebruik (kleur van stip in de zone).



Figuur 2:

Relatieve veranderingen ten opzichte van het vorige uur gedurende werkdagen in de late avond in Rotterdam voor bezoekersdrukte (achtergrondkleur van de zone) en OV-gebruik (kleur van stip in de zone).

Gsm en OV-chipkaart

In een gezamenlijke studie van TU Delft, Goudappel en DAT.Mobility hebben onderzoekers een methodiek ontwikkeld om OV-chipkaartdata en gsm-data te combineren. Zoals al blijkt uit het bovenstaande, vullen deze datasets elkaar perfect aan: de eerste biedt detailinformatie, maar dan alleen over het OV-gebruik; de tweede is ruimtelijk gezien veel minder gedetailleerd maar het gaat wel over verplaatsingsgedrag in het algemeen. Door deze bronnen samen te voegen kunnen we het openbaarvervoergebruik zonegewijs analyseren in relatie tot de totale vervoersvraag. Het is daarbij mogelijk zowel de ruimtelijke als de temporele patronen van OV-gebruik te vergelijken met de totale ruimtelijke en temporele reispatronen. En dat biedt weer inzicht in de (mis)match van vraag en aanbod in ruimte en tijd – ideaal om OV-potentie op te sporen!

Case study Rotterdam

Werkt dat ook zo in de praktijk? Om dat te onderzoeken hebben we de datafusiemethode toegepast in een case study Rotterdam, in samenwerking met RET. In deze studie onderzochten we of het huidige OV-bedieningsinterval voldoende aansluit bij de latente vraag. Preciezer geformuleerd: komt het OV-aanbod in de late avond en vroege ochtend overeen met een respectievelijke daling dan wel stijging in de algehele vraag naar vervoer? Alle werkdagen tussen 5 januari en 31 mei 2015 zijn in deze studie meegenomen, met uitzondering van een aantal dagen waarin grote evenementen plaatsvonden.

De resultaten laten goed uitkomen dat er in Rotterdam potentie is om het OV-bedieningsinterval in de vroege ochtend en in de late avond uit te breiden. Uit de gefuseerde data blijkt bijvoorbeeld dat in de vroege ochtend, juist voordat het OV wordt opgestart, er een uur-tot-uur toename in bezoekersaantallen van 33% tot 88% kan worden waargenomen in diverse delen van de Rotterdamse regio – zie figuur 1. Hierbij is ook de netto-verandering in bezoekersaantallen geanalyseerd. Dit illustreert de potentiële vraag voor extra openbaarvervoeraanbod in de vroege ochtend: in een aantal zones neemt het aantal bezoekers fors toe (zones zijn groen tot donkergroen gekleurd) terwijl het OV-bedieningsinterval juist laag is (stippen zijn lichtrood).

Op vergelijkbare wijze hebben we een analyse uitgevoerd voor het OV-aanbod in de late avond – zie figuur 2. Wederom zijn er ‘mismatches’ zichtbaar, daar waar de kleuren van de zones en de stippen afwijken.

Na deze eerste ‘potentiescan’ moet de latente OV-vraag nog in meer detail onderzocht worden. Hierbij dienen we de mogelijke lijnvoerin-

gen en het OV-marktaandeel in beschouwing te nemen, aangezien het OV-aanbod tijdens deze uren niet een volledige *modal shift* zal realiseren. Om vast te stellen of het uitbreiden van het OV-bedieningsinterval kansrijk is, zijn inschattingen voor het gebruik van OV en de kosten voor extra aanbod noodzakelijk.

Hoe dan ook, de datafusie van OV-chipkaartdata en gsm-data blijkt van toegevoegde waarde ter ondersteuning van OV-planning: in de Rotterdamse case study kon de OV-vinger op de juiste plek (en tijd) worden gelegd.

Een tweede case study in Amsterdam, in samenwerking met GVB, bevestigt die waarde. In deze studie hebben we de effecten van speciale ‘evenementen’ – festivals bijvoorbeeld, maar ook verstoringen in het transportnetwerk – op de volledige vervoersvraag en OV-reispatronen onderzocht. Ook nu lieten de verschillen tussen beide mobiliteitspatronen zien dat er op verschillende momenten en in verschillende gebieden nog OV-potentie was.

Meer toepassingen

De methode om de twee datasets te fuseren is in principe geschikt om een grote range aan datasets met (geaggregeerde of gedesaggregeerde) informatie over herkomsten en bestemmingen te fuseren.

De toepassingen zijn ook divers. In de Rotterdamse studie hebben we gezocht naar de match tussen vervoersvraag en OV-aanbod, maar de datafusie kan meer details opleveren. Op afstanden groter dan 10 kilometer is het bijvoorbeeld mogelijk om in de gsm-data modaliteiten te onderscheiden. Voor die afstanden kunnen we bovendien herkomsten en (vervolg)bestemmingen van reizigers gedurende de dag onderscheiden. Dat geeft een goed beeld van de *richting* van de potentiële OV-vraag ●

De auteurs

Karin de Regt is adviseur Openbaar vervoer, parkeren en locatieontwikkeling bij Goudappel Coffeng.

Niels van Oort is adviseur Openbaar vervoer bij Goudappel Coffeng en assistant professor Openbaar vervoer bij TU Delft.

Oded Cats is assistant professor Openbaar vervoer bij TU Delft.

Hans van Lint is hoogleraar Verkeerssimulatie en -data bij TU Delft.

ALS U ERVOOR ZORGT DAT U GELIJK HEEFT, ZORGEN WIJ ERVOOR DAT U GELIJK KRIJGT.

U heeft gelijk. Uw systeem, dienst of voorstel is inderdaad beduidend beter. De vraag is alleen of uw klanten en opdrachtgevers dat óók weten. Want gelijk hebben is iets anders dan gelijk krijgen. Gelijk hebben is inhoud, feiten. Maar gelijk krijgen is overtuigen, presenteren, communiceren.

Essencia is bedreven in het vertalen van kale feiten in krachtige argumenten, met sterke teksten in een dito vormgeving. Voordeel is dat we uw

branche door en door kennen. We verzorgen bijvoorbeeld al sinds de allereerste uitgave (vanaf 2006 alweer) de productie van het blad dat u nu in handen heeft. We spreken uw taal en weten inmiddels aardig wat u, uw klanten en uw opdrachtgevers beweegt!

Dus heeft u een nieuw product, of heeft u een belangrijk rapport of onderzoek afgerond en wilt u behalve gelijk hebben, ook gelijk krijgen, bel ons dan op 070 361 76 85.

e* essencia
communicatie

Vertaalt kale feiten
in krachtige argumenten.

www.essencia.nl

De organisatorische dilemma's van floating car data



Frits Brouwer

Directeur NDW

Dit themanummer van NM Magazine staat in het teken van *floating car data*, FCD. Directe aanleiding is het symposium over dit onderwerp dat NDW eind vorig jaar samen met NM Magazine heeft georganiseerd. Mij is gevraagd om als directeur van NDW een 'beschouwende column' te schrijven over FCD. Die mogelijkheid grijp ik natuurlijk graag aan! Omdat de geweldige kansen die FCD bieden elders in dit nummer al genoeg aan bod komen, richt ik me op iets specifiek: de organisatorische uitdaging van FCD.

Wat is die organisatorische (bestuurlijke) uitdaging dan? Wel, nieuwe technologische mogelijkheden leiden ook weer tot nieuwe dilemma's. Zo koopt NDW nu voor meer dan 50.000 km weg FCD in de vorm van gemiddelde snelheden in, op basis van segmenten van 50 meter. Dat betekent dat er voor elk wegsegment waar per minuut ten minste één auto met een geschikte app rijdt, er een meetgegeven is. Dat is prachtig natuurlijk, maar als je even uitzoomt naar heel Nederland, dan begrijp je dat we het hier echt over *Big Data* hebben. De wegbeheerders willen echter vooral over reistijden beschikken voor verkeerskundig relevante en dus langere trajecten. Reden voor de NDW Uitvoeringsorganisatie om uit die 50 meter-snelheidssegmenten meten ook maar trajectreistijden te berekenen.

Dan is er nog het dilemma van de open data. NDW koopt floating car data onder licentie in voor haar partners, de wegbeheerders. 'Onder licentie' betekent dat het een product is dat al door marktpartijen wordt gegenereerd, ongeacht of daar opdracht door overheden aan wordt gegeven. Hierin verschillen FCD wezenlijk van wegkantsystemen die specifiek in opdracht van de overheid worden geplaatst. Waar de data uit wegkantsystemen hierdoor vanzelfsprekend open data zijn – het zijn immers gegevens van, voor en door de overheid – zijn FCD dat zeker niet. Hoe daarmee om te gaan? Welke gegevens op basis van FCD maak je beschikbaar als open data? Er zijn drie opties.

Optie 1 is dat FCD *niet* beschikbaar worden gesteld als open data. Dat is voor NDW het goedkoopst, maar het zou er wel toe leiden dat er binnenkort beduidend minder open data beschikbaar komen voor serviceproviders dan nu het geval is. Het punt is dat bijvoorbeeld provinciale wegbeheerders relatief weinig gebruik maken van wegkantsystemen. Als we dan FCD als open-databron zouden schrappen, weten serviceproviders niet meer wat er op die wegen speelt.

Optie 2 is juist dat alle 50 meter-snelheidssegmenten vrij worden gegeven. Dat is de duurste licentie voor NDW. Het zou er bovendien toe leiden dat de andere FCD-leveranciers nauwelijks nog iets zouden verkopen – er zijn immers al detailgegevens beschikbaar als open data.

Optie 3 is dat we er ergens tussenin gaan zitten. Dit laatste heeft NDW gekozen: we stellen alleen de berekende reistijden beschikbaar als open data. Het gaat dan specifiek om de data die de wegbeheerders (NDW-partners) zelf willen hebben vanuit hun verkeerskundige taken.

Is dat de juiste keuze? Wij vinden uiteraard van wel. Maar ik ben oprecht benieuwd of de lezers van NM Magazine nog argumenten zien om in de toekomst wellicht een andere keuze te maken ●

Welke verkeersdata zijn nodig voor regionaal verkeersmanagement?

Welke eisen moet je aan verkeersdata stellen, wil je weggebruikers effectief kunnen informeren en sturen? Die vraag blijkt niet een-twee-drie te beantwoorden, zeker niet in regionaal verband. Reden voor het samenwerkingsverband Regionaal Verkeersmanagement Midden-Nederland om er in triple helix-verband grondig onderzoek naar te doen. In deze bijdrage vertellen de auteurs over de stand van zaken.

Het samenwerkingsverband Regionaal Verkeersmanagement Midden-Nederland (RVM-MN) bestaat uit de wegbeheerders Rijkswaterstaat, provincie Utrecht, gemeente Utrecht, gemeente Amersfoort en diverse kleinere gemeenten uit de regio. Al vanaf 2010 ontwikkelen en implementeren zij gezamenlijk verkeersmanagementmaatregelen om de bereikbaarheid van Midden-Nederland te optimaliseren.

Bij het concretiseren van de maatregelen loopt de regio echter nog steeds tegen lastige datavragen aan, ondanks eerdere onderzoeks-trajecten. Bijvoorbeeld: zijn de verkeersgegevens die voorhanden zijn, bruikbaar voor de beoogde maatregel? Wat zijn de (kwaliteits) eisen waaraan de data moeten voldoen om het regionaal verkeersmanagement effectief te kunnen uitvoeren? Welke inwinmethode(s) zijn betrouwbaar genoeg voor de gevraagde datakwaliteit? Om die vragen eens en voor altijd te beantwoorden besloot de Programma-organisatie RVM-MN om samen met markt en universiteit, in triple helix-verband dus, een aantal studies te starten. Allereerst heeft RVM-MN samen met TU Delft onderzocht hoe je de data-eisen voor de verschillende (regionaal-) verkeersmanagementtoepassingen gestructureerd en herleidbaar kunt bepalen. Deze kennis zal worden toegepast in een meer praktijkgericht vervolgonderzoek, de Centraal Systeem Basismeetnet-studie (CSB-studie). In een *Proof of Concept* ten slotte beproeft de regio regelconcepten in de (data)praktijk.

In deze bijdrage bespreken we de highlights van de studies, waarbij we met name ingaan op de bevindingen van het theoretische onderzoek. Van de CSB-studie en de Proof of Concept geven we een stand-van-zaken. Tot slot benoemen we enkele leerpunten met betrekking tot regionale samenwerking en organisatie.

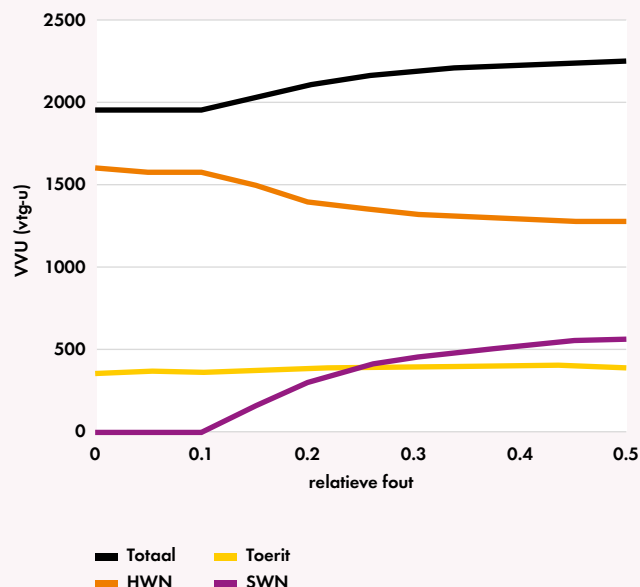
ACHTERGROND: DATA-EISEN OPSTELLEN

Willen de verkeersgegevens bruikbaar zijn voor regionaal verkeersmanagement, dan is uiteraard de *datakwaliteit* van belang. Met dat begrip drukken we uit hoe het is gesteld met de nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en latency van de gegevens. Oftewel: hoe verhouden de gemeten grootheden zich tot de werkelijkheid?

Die kwaliteit is echter niet de enige 'bruikbaarheidsfactor'. Ook de *semantische kenmerken van de data* – welke grootheden worden geleverd, hoe vaak worden de gegevens geleverd – bepalen hoe goed een verkeersmanagementapplicatie functioneert. Uiteraard spelen de specificaties van de applicatie hierbij een rol. Welke data in welke kwaliteit nuttig of noodzakelijk zijn, zal per applicatie verschillen.

Bij het opstellen van de data-eisen redeneren we idealiter vanuit de applicatie. Welke eisen stellen we aan de prestaties van de applicatie en hoe laat zich dat vertalen naar nauwkeurigheid, betrouwbaarheid, leverfrequentie en latency van de data? Welke grootheden, zoals intensiteit, dichtheid of reistijd, zijn nodig? Een andere vraag is onder welke verschillende omstandigheden de applicatie effectief zal functioneren. Gelden altijd dezelfde eisen of verschilt dat per situatie?

Het mag duidelijk zijn dat het opstellen van zo'n eisenpakket een gedegen kennis vereist van verkeersmanagement en de werking van de (verkeerskundige) applicaties. Zo is het belangrijk een scherp beeld te hebben van de relatie tussen eis en resultaat. Bijvoorbeeld: wat levert een 10% hogere nauwkeurigheid op? Bij wijze van voorbeeld toont **figuur 1** de relatie tussen de behaalde kwaliteit bij het schatten van wachtrijen en de prestatie van de applicatie *Geïsoleerde toeritdosering*. De donkere lijn in de figuur laat zien hoe een grotere



Figuur 1:

De relatie tussen 'fout bij het schatten van de wachtrij' en 'voertuigverliesuren hoofdwegenet en stedelijke wegenet' voor een toeritdoseerinstallatie. De figuur laat zien dat bij een hogere relatieve fout in het bepalen van de wachtrij met name de verliesuren op het stedelijke wegenet toenemen. Dit komt omdat bij een grote relatieve fout de wachtrij op de toerit regelmatig wordt onderschat. Daardoor kan terugslag ontstaan, met grote vertragingen op het stedelijke wegenet als gevolg. Omdat de TDI dan blijft doseren leidt dit tot een verbetering in de situatie op het hoofdwegenet, zoals uit de figuur blijkt. Deze verbetering weegt echter niet op tegen de verslechtering op het stedelijke wegenet.

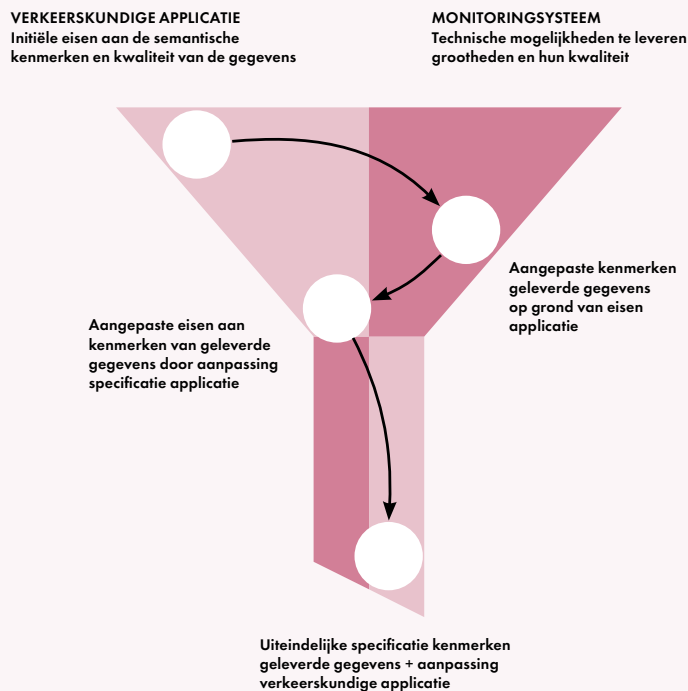
relatieve fout uiteindelijk leidt tot meer voertuigverliesuren. Met deze kennis kun je een maatschappelijke baat verbinden aan de datakwaliteit en aan de kosten die het behalen van deze kwaliteit met zich meebrengt.

Als alle data-eisen eenmaal zijn geïnventariseerd, kan er worden overlegd met de betrokken leveranciers: wat kunnen zij bieden? Na deze 'reality check' zal meestal blijken dat niet zonder meer aan alle eisen kan worden voldaan. Het is dan zaak te onderzoeken hoe de doelen wel bereikt kunnen worden, door de *complete dataketen* na te lopen op kansen. Soms is het nuttig om energie te steken in het verbeteren of uitbreiden van de metingen zelf, maar het kan ook voldoende zijn om de gebruikte algoritmes aan te passen – zie het kader over de ketenbenadering op pagina 28.

Het is vervolgens aan verkeerskundigen om te bepalen welke extra inspanningen zinvol zijn, maar ook in hoeverre de eisen aan de kwaliteit en de semantische eigenschappen (zoals: welke grootheden te leveren) aangepast kunnen worden.

Dit iteratieve proces moet uiteindelijk leiden tot een set eisen die vanuit het perspectief van de dataleverancier *haalbaar* en vanuit het perspectief van de verkeerskundige *zinvol* is. Zie ook **figuur 2**.

Het is overigens goed mogelijk – en vaak zelfs noodzakelijk! – dat niet alleen de eisen aan de te leveren gegevens wijzigen, maar ook de specificaties van de verkeerskundige applicatie. Zo kan de wegbeheerder er bijvoorbeeld voor kiezen om een toeritdoseeralgoritme te gebruiken op basis van snelheden in plaats van dichtheden, op het moment dat dichtheden niet betrouwbaar kunnen worden geleverd. Alleen door niet te star vast te houden aan wat 'moet' aan de applicatiekant en wat 'kan' aan de leverancierskant, kom je tot een optimale set aan eisen.



Figuur 2:

Het iteratieve proces om te komen tot een bruikbare set aan specificaties van te leveren data, inclusief eventuele aanpassingen van de verkeerskundige applicaties.

ERVARINGEN UIT DE PRAKTIJK: CSB-STUDIE

Op basis van deze bevindingen besloot het programma RVM-MN eind 2016 een vervolgstudie te starten. Het doel is de inzichten in basisverkeersgegevens verder te verdiepen. De provincie Utrecht speelt in de vervolgstudie een coördinerende rol.

De studie richt zich op vier onderzoeksvragen:

1. Welke verkeersgegevens zijn op welke locaties en in welke kwaliteit nodig voor de verschillende toepassingen?
2. Kunnen we deze verkeersgegevens afleiden uit de (op dit moment) beschikbare meetgegevens en algoritmes?
3. Wat is de nauwkeurigheid, actualiteit en betrouwbaarheid van de verkeersgegevens?
4. Aan welke knoppen kunnen we draaien – meetlocaties, meetgegevens of algoritmes – om de nauwkeurigheid, actualiteit en betrouwbaarheid van de verkeersgegevens waar nodig te verbeteren?

Merk op dat deze vragen gelden per toepassing, zoals toegelicht in het kader over de ketenbenadering.

De eerste (tussen)resultaten van de studie zullen naar verwachting nog dit jaar worden gepresenteerd. Eén leerpunt kwam echter al snel naar boven: een systematisch onderzoek van de gehele monitoringketen is alleen mogelijk als er ook voldoende inzicht (openheid) is in de gebruikte algoritme. Zo gebruikt de regio een algoritme dat op basis van lusdata bij verkeersregelininstallaties een brede waaier aan verkeersgegevens schat. Maar dit algoritme was niet open – en er kon dus onmogelijk worden getoetst of fouten in de resulterende verkeersgegevens het gevolg waren van fouten in de

De ketenbenadering: Van ruwe data naar bruikbare verkeersgegevens

In de zoektocht naar de juiste basisgegevens voor een toepassing is het essentieel de 'dataketen' als geheel te beschouwen.

We nemen als voorbeeld het bepalen van wachtrijen bij een verkeersregel- of toeritdoseerinstallatie. Voor gemengde, metropole netwerken zijn de kop- en staartlocatie, de dichtheid in de wachtrij, maar ook eventuele consequenties als vertraging en blokkades, cruciale verkeerskundige grootheden. Het is echter heel lastig om deze grootheden goed te meten. Kleine fouten in tellingen kunnen al leiden tot grote fouten in schattingen van het aantal voertuigen op een wegsegment. En al zou je het aantal voertuigen op een wegsegment exact kunnen vaststellen, dan nog weet je daarmee niets over de kop- en staartlocatie van een mogelijke wachtrij. Ook de consequenties van een wachtrij in termen van vertraging of blokkades zijn niet zonder meer uit de aantallen af te leiden.

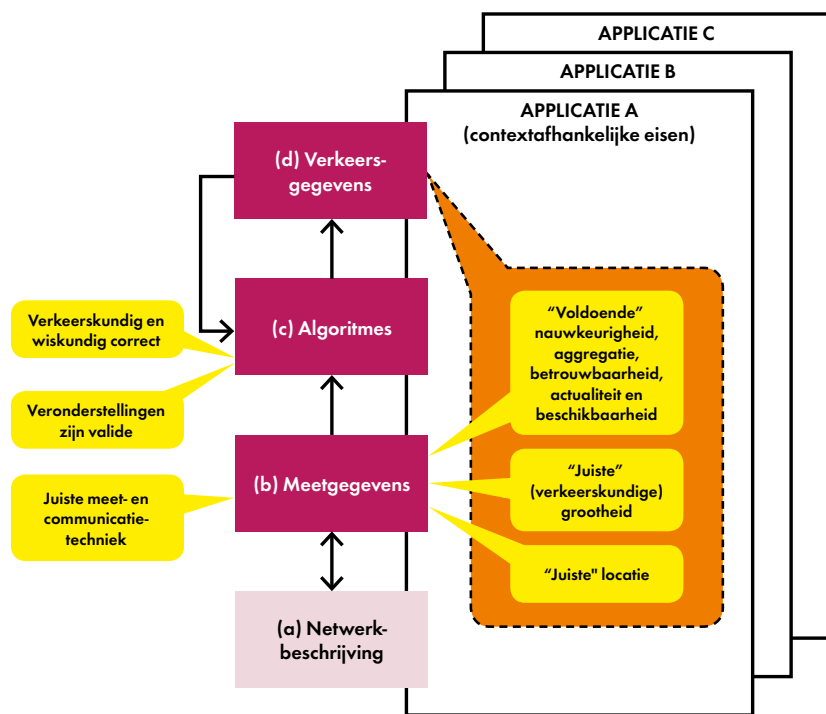
Hoe dit probleem aan te pakken? Eén insteek is om energie te steken in de kwaliteit van de schattingen. Er kan gebruik worden gemaakt van meerdere databronnen en van een intelligente combinatie van verkeerskundige relaties en data-assimilatietechnieken. De vraag is echter hoe ver je hierin moet gaan. En niet onbelangrijk: kun je wel tot een ideale wachtrij-schatter komen, gezien de grote effecten van zelfs kleine telfouten? Het zou daarom verstandig zijn om óók naar de *regel-algoritmiek* te kijken en die waar mogelijk aan te passen. Anders gezegd: de focus moet niet op een enkele schakel worden gelegd, maar op de keten.

Onderstaande figuur geeft een schematische weergave van de bedoelde keten. De gedachte is dat de uiteindelijke kwaliteit van de verkeersgegevens wordt bepaald door zowel de kwaliteit van de onderliggende ruwe data (de basisgegevens) als de gebruikte algoritmes.

Vragen die bij deze 'ketenbenadering' spelen, zijn onder meer: Worden de juiste grootheden op de juiste locaties gemeten? Zijn er alternatieve grootheden en aanpakken? Weten we voldoende over de fouten in die metingen en over de invloed daarvan op de uiteindelijke verkeersgegevens? Zijn de veronderstellingen over

de meetgegevens in de algoritmes valide? Zijn die algoritmes verkeerskundig en wiskundig correct? Hoe 'robuust' zijn de algoritmes? Zijn er contextuele factoren die de foutgevoeligheid beïnvloeden? In het voorbeeld van wachtrijen: als de wachtrijen al in de buurt van de kritische grenzen zitten, is de gevoeligheid hoog.

Hoe we deze vragen beantwoorden, zal per verkeerskundige applicatie en uiteraard ook per toepassingsgebied verschillen. Voor netwerkbreed verkeersmanagement zal één set eisen gelden, voor informatievoorziening een ander, idem voor beleidsanalyses enzovoort.



onderliggende meetgegevens (door sensor- of communicatieproblemen) of door foutieve aannames in de algoritmes en/of fouten in de verkeerskundige/wiskundige uitwerking daarvan.

De eis van openheid ligt voor de hand, maar kan op gespannen voet staan met commerciële belangen van marktpartijen. De oplossing moet worden gezocht in het vinden van win-winconstructies, waarbij elke betrokken partij uit de triple helix gedurende het traject meerwaarde ervaart van de cyclische verbeterlagen én de ruimte krijgt om fouten te maken. De tegenprestatie is dat partijen hun keukendeuren waar nodig voldoende openzetten, in ieder ge-

val binnen het project. Doe je dit niet dan betekent dit ook onvoldoende kwaliteit in termen van opzet en uitvoer van het onderzoek. Wegbeheerders kunnen hierin een katalyserende rol spelen.

ERVARINGEN UIT DE PRAKTIJK: PROOF OF CONCEPT

Dan een stand van zaken van de genoemde *Proof of Concept*. Trekker van dit project is de gemeente Utrecht. In deze studie wordt

een vorm van Gecoördineerd Netwerkbreed Verkeersmanagement (GNV) beproefd. De situatie op de weg wordt in detail gemonitord en op basis van die gegevens worden meerdere regelcomponenten aangestuurd met het doel filevorming op knooppunt Oudenrijn, parallelbaan A12 richting De Meern, te voorkomen of uit te stellen.

Voor een correcte aansturing van de regeleenheden, onder meer toeritdoseerinstallaties, zijn twee monitoringfuncties essentieel: *het detecteren van 'kiemen'* waarop geregeld moet worden (wat is de locatie waar de kop van de file kan ontstaan?) en *het bepalen van de ruimte in het netwerk* om het verkeer richting de kiem te doseren.

Voor het detecteren van kiemen is het belangrijk in beeld te brengen 1) wat het voertuigvolgedrag is, 2) of congestie stroomafwaarts van de kiem niet de oorzaak van de file is en 3) of de file niet te lang is om nog weg te regelen. Tijdigheid van de informatie is hierbij een belangrijke randvoorwaarde, zodat snel kan worden ingegrepen om een capaciteitsval te voorkomen.

Uit ervaring weten we dat het *voorspellen* van een kiem erg complex is. Daarom is er in de Proof of Concept een Kiemenspeurder gebruikt die triggert op *actuele* situaties. De consequentie is wel dat je altijd reageert en dus achter de feiten aanloopt. Het is dan ook belangrijk zo snel als mogelijk in actie te komen bij eventuele kiemen en er dan ook vol in te gaan met de regelsystemen.

Die snelle detectie bleek lastig: uit een eerste evaluatie bleek dat de Kiemenspeurder twee tot drie minuten te laat reageert op een kiem, waardoor de kans dat congestie weggeregeld kan worden, afneemt. De vertraging was vooral te wijten aan de gebruikte databron: de 'gewone' lusdata hebben een vertraging van dik twee minuten. In de volgende fase van de Proof of Concept zal daarom gebruik worden gemaakt van de service *Meetraaimanager*, waarmee de latency slechts seconden bedraagt.

Uit een evaluatie van de nulsituatie is verder gebleken dat de potentie van de Kiemenspeurder groot is. Op sommige dagen regelde de toeritdoseerinstallatie (TDI) met lokale monitoring 80% van de tijd niet effectief, omdat de TDI triggerde op congestie *stroomafwaarts* van de kiem. Ook werd de TDI regelmatig niet ingeschakeld in situaties waarin er juist wel effectief op een kiem geregeld kon worden. Wat dat aangaat is de ruimte voor verbetering enorm.

Om effectief te kunnen doseren wordt niet alleen gebruikgemaakt van de ruimte op de toerit, maar ook van de ruimte op het stedelijke netwerk. Hierdoor kan er langer worden gedoseerd en kan de capaciteitsval ook langer worden uitgesteld. Om effectief te bufferen is het wel van belang dat meer dan 50% van het verkeer uit de buffer naar de kiem rijdt. Op dit moment zijn er nog geen inwinsystemen beschikbaar die de fracties naar de kiem goed bepalen. Vooralsnog wordt met lustellingen een inschatting van de fracties gemaakt. Mogelijk biedt *floating car data* hier in de toekomst een oplossing voor.

Hoe zwaar er in de VRI wordt ingegrepen om verkeer richting de kiem te doseren is afhankelijk van de functie en de vulling van de buffer. Het schatten van de actuele bufferruimte is daarom een essentiële functie van het GNV-regelconcept. De nauwkeurigheid van een op lussen gebaseerde wachtrijschatter is niet toereikend. Daarom is in de Proof of Concept voor het eerst een op radardetectie gebaseerde wachtrijschatter toegepast. Het resultaat van deze wachtrijschatter is dat er nu een redelijk gedetailleerde reconstructie van het verloop van de bufferruimte wordt gegeven. In het vervolg van de Proof zal blijken of de kwaliteit voldoende is om de actuele bufferruimte nauwkeurig te schatten.

SAMENWERKING EN ORGANISATIE

Zowel het CSB-onderzoek als de Proof of Concept bevestigen dat er een andere vorm van samenwerking tussen de verschillende partijen en noodzakelijk is om tot effectief verkeersmanagement te komen. Dit geldt voor de samenwerking tussen de wegbeheerders onderling, tussen de wegbeheerders (opdrachtgever) en de marktpartijen (opdrachtnemer) en tussen de verschillende marktpartijen onderling.

De wegbeheerders van de regio hebben bijvoorbeeld nu nog separate losse contracten met hun eigen leveranciers. Omdat er vooraf geen eenduidige processen zijn gedefinieerd voor het koppelen tussen de wegwijk- en de centrale systemen, kost het relatief veel inspanningen om bijvoorbeeld verkeersregelinstallaties te koppelen aan topsystemen. De regio werkt er hard aan om deze processen te stroomlijnen gekoppeld aan nieuwe vormen van gezamenlijke verantwoordelijkheid. Dat laatste is nodig voor professioneel opdrachtgever- en opdrachtnemerschap.

Een ander punt is dat innovatieve onderzoeksprojecten als CSB en de Proof of Concept veel flexibiliteit van de deelnemende partijen vereist. De samenwerking, interactie en afstemming tussen de partijen is veel intensiever dan bij een regulier project.

De rol en verantwoordelijkheid van de partijen moeten daarom helder en expliciet gedefinieerd zijn. De samenwerkende partijen moeten het lef hebben om fouten te durven te maken en de wil hebben om samen ervoor te staan om de fouten op te lossen. Kortom: *learning by doing*.

Uiteraard moet het project zelf goed gemanaged worden. Welke afspraken zijn er gemaakt en komt iedereen die na? Projectmanagement conform de agile/scrum-aanpak kan hierbij helpen: werken in korte sprints van 4 tot 6 weken met een wekelijkse afstemming tussen alle partijen geeft inzicht in de voortgang en een betere prognose naar het eindresultaat. De frequente afstemming van agile/scrum zorgt ook voor betere kennisdeling, wat het eenvoudiger maakt elkaars problemen te begrijpen en een gezamenlijke oplossing te vinden.

Tot slot

Door het uitvoeren van de theoretische studie, het praktijkgerichte CSB-onderzoek en de Proof of Concept hebben we meer inzicht verkregen in welke indicatoren bepalend zijn voor gecoördineerd regelen en welke kwaliteitseisen we hieraan moeten stellen. Er is bovendien een start gemaakt met het ontwikkelen van een geïntegreerde monitoringketen, voor zowel operationeel verkeersmanagement als beleidsanalyse. Op basis van deze kennis kunnen ook de regelsystemen worden aangepast, zodat die beter aansluiten op de eigenschappen van de monitoringcomponenten.

Toch blijft er nog veel te onderzoeken over – het CSB-onderzoek en de Proof of Concept zijn nog in volle gang. Naar verwachting zal robuust en effectief verkeersmanagement in Midden-Nederland eind 2019 integraal operationeel zijn ●

De auteurs

Erik de Boer is *programmamanager bij provincie Utrecht*.

Peter Jan Kleevens is *Verkeersspecialist bij gemeente Utrecht*.

Jaap van Kooten en Serge Hoogendoorn zijn *respectievelijk directeur en strategisch adviseur van Arane*.

Hans van Lint is *hoogleraar Verkeerssimulatie bij TU Delft*.

De winst van spitsmijdenprojecten is geboekt

In de periode 2013-2015 zijn verscheidene spitsmijdenprojecten van de 'tweede generatie' uitgevoerd. Wat hebben die opgeleverd? Tijd om de balans op te maken! In deze bijdrage gaan de auteurs in op de effectiviteit van de projectinrichting, de gedragsreactie onder deelnemers, de verkeerskundige effecten en de kosteneffectiviteit van zeven spitsmijdenprojecten.

In het programma Beter Benutten werken rijk, regio's en het bedrijfsleven sinds 2011 samen om de bereikbaarheid te verbeteren. Tot de maatregelen behoren onder meer zogenaamde spitsmijdenprojecten. Deze projecten hebben als doel om gedurende spitsstijden de bereikbaarheid rond grote steden te verbeteren door weggebruikers middels een (financiële) beloning te stimuleren de spits te mijden.

De spitsmijdenprojecten uit de periode 2013-2015* borderen voort op de kennis en ervaring uit Anders Betalen voor Mobiliteit en de eerste periode van Beter Benutten. Zo zijn er een aantal veranderingen aangebracht in de werving van deelnemers. In de projecten is er meer gebruik gemaakt van smartphoneapplicaties, meestal in combinatie met cameraregistratie. Er is meer geëxperimenteerd met variabele beloningen, intensiever contact geweest met de deelnemers en er is meer opvolging gedaan bij oud-deelnemers na afloop van het project. Andere belangrijke verschillen met de eerste generatie spitsmijdenprojecten is dat de financiële beloning omlaag is gegaan, er meer en meer is gekozen voor immateriële beloningen en de looptijd van de projecten is teruggeschroefd (minder beloningsdagen).

Nu deze projecten zijn afgerond, is natuurlijk de vraag of deze veranderingen effect hebben op het gedrag van de deelnemers en hoe lang deze effecten blijven bestaan. Om die vraag te beantwoorden is in 2016 een meta-evaluatie uitgevoerd, gebaseerd op de resultaten van zeven spitsmijdenprojecten – zie figuur 1. Bijzondere aandacht ging uit naar de gedragseffecten van de beloning op korte termijn en lange termijn, de effecten op de filedruk en de kosteneffectiviteit van de projecten. De rapportage van dit onderzoek is begin 2017 opgeleverd.

Een financiële beloning of kan het ook anders?

Zoals hierboven al opgemerkt kenmerken de tweede generatie spitsmijdenprojecten zich door minder sterke financiële prikkels en minder beloningsdagen. Zo nam de financiële beloning met 20% af van gemiddeld 3,20 euro naar 2,50 euro per spitsmijding. Het aantal beloningsdagen werd gehalveerd. Ook nam de gemiddelde looptijd van de

projecten af en richten zij zich vaker op specifieke corridors in plaats van gebieden.

Behalve dat de financiële vergoedingen verlaagd zijn, is er ook meer gebruik gemaakt van *immateriële* beloningen. Zo werd geleidelijk overgegaan op beloningsvormen als spaarpunten, een persoonlijke beloning en uiteindelijk het geven van betrouwbare informatie.

Uit de meta-evaluatie blijkt dat ondanks de lagere beloningen en kortere doorlooptijd deelnemers zich primair aanmelden vanwege de vergoeding. Gemiddeld behalen de spitsmijdenprojecten ruim 9.000 deelnemers. Het aantal deelnemers is hiermee verdubbeld ten opzichte van de eerste generatie projecten, ondanks het feit dat het aantal beloningsdagen is gehalveerd. Opvallend is dat de beloning deelnemers aantrekt, maar dat het geen probleem is als de vergoeding gedurende de deelnameperiode afneemt en er wordt overgegaan op immateriële vormen van belonen.

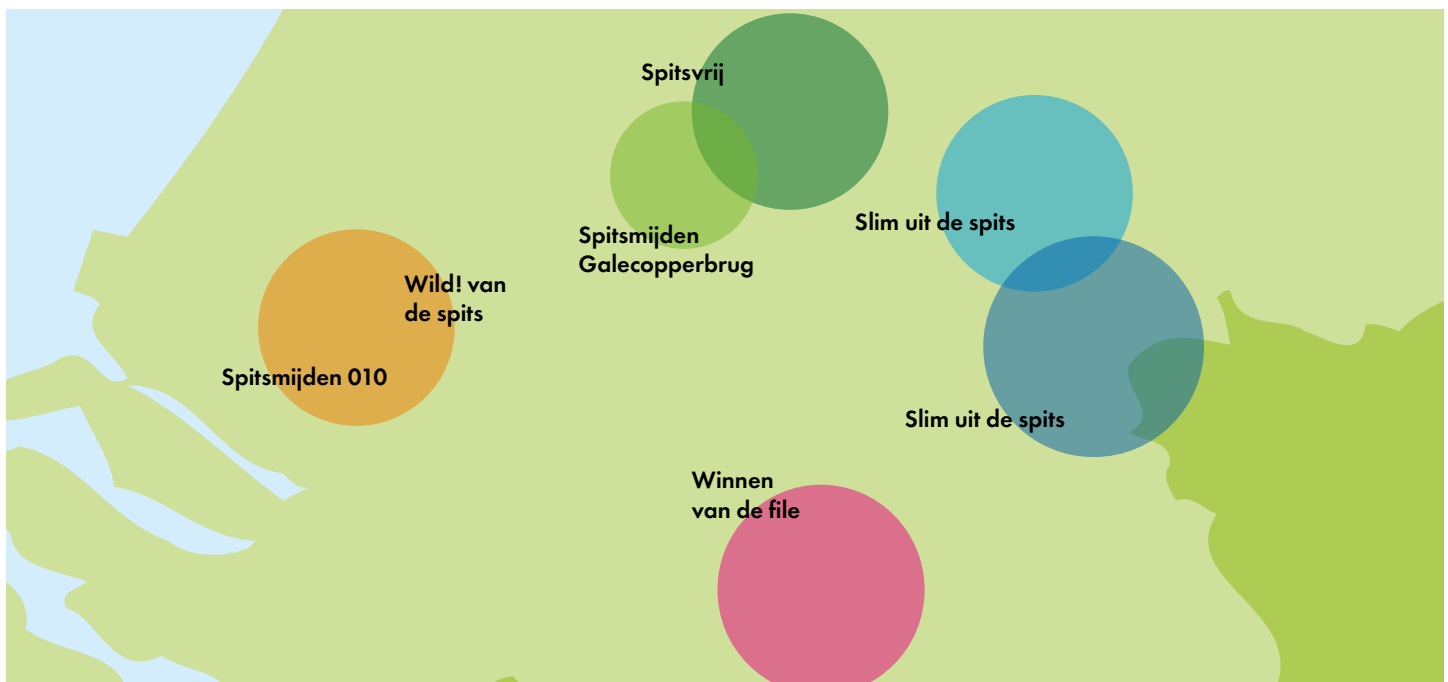
De overgang van financiële naar immateriële beloning sluit aan bij gedragspsychologische principes rondom motivatie. Extrinsieke prikkels, zoals het financieel belonen van gedrag, zet aan tot gedragsverandering. Vanuit wetenschappelijke inzichten is echter bekend dat juist intrinsieke motivatie, zoals een persoonlijke overtuiging, gedrag in stand houdt als de prikkel wegvalt. De beloning is dus een belangrijke motivator om wel of niet deel te nemen, maar minder belangrijk is de ontwikkeling van die beloning gedurende of na afloop van het project.

Positieve gedragseffecten

De gedragsreactie is op twee niveaus onderzocht. Allereerst is gekeken naar het *effect* van de projecten op het aantal reizen tijdens de spits (spitsmijdingen). Het is opvallend dat ondanks de aanpassingen in hoogte en duur van de beloningen, de gedragsreactie van deelnemers niet is veranderd ten opzichte van eerdere projecten. Ook nu maken deelnemers gemiddeld twee spitsmijdingen per persoon per werkweek en is het mijddpercentage (het percentage van de oorspronkelijke autoritten dat gemedend wordt) ca. 40%.

De meeste spitsmijdingen worden gerealiseerd door op andere tijden te reizen (tijdsmijden) of door een andere route te nemen (gebiedsmijden).

* Zie ook beterbenutten.nl/nieuws/1224/mooie-resultaten-meta-evaluatie-spitsmijdenprojecten en het onderliggende rapport van MuConsult.



Figuur 1: De zeven 'tweede generatie' spitsmijdenprojecten (2013-2015) die in de meta-evaluatie zijn meegenomen.

Figuur 2 toont de gedragsverandering tijdens de deelnameperiode. Een andere vervoerswijze wordt relatief weinig overwogen.

Het tweede niveau dat is onderzocht betreft de *beleving* van de projecten onder (oud-) deelnemers. Naast het feitelijke gedrag hebben de spitsmijdenprojecten namelijk ook invloed op de attitude van deelnemers. Omdat deelnemers meedoen aan het project gaan zij (in ieder geval tijdelijk) bewuster nadenken over mobiliteit en doen zij meer ervaring op met alternatieve vervoerwijzen. Deelnemers zijn over het algemeen zeer positief over de projecten en gaan bewuster nadenken over hun autogebruik. Zij proberen ook na de deelname vaker slim te reizen en zijn na de deelname bereid hier ook meer moeite voor te doen.

Blijvende gedragsverandering

Met behulp van verschillende onderzoeksmethoden is gekeken naar het langetermijneffect van de projecten. In eerste instantie is de terugval relatief groot, maar vanaf het derde jaar vlakkt het af. Zo is enkele maanden na afloop van een spitsmijdenproject sprake van 80-100% behoud van het nieuwe gedrag. Een jaar na afloop is het gedragsbehoud nog 52% en na twee jaar 33%. Hierna neemt de terugval echter sterk af: de terugval naar autogebruik vanaf het derde jaar is 2% per jaar. Hieruit valt te concluderen dat deelnemers die na twee jaar nog steeds het nieuwe gedrag vertonen, dit structureel blijven doen.

Het behoud van de gedragsverandering hangt mede af van de aanleiding van het project: was het project gericht op hinderbeperking van wege werkzaamheden, dan is gedragsbehoud minder groot. Projecten gericht op het verminderen van (reguliere) files daarentegen leveren meer blijvende effecten op. De oorzaak kon niet worden achterhaald maar waarschijnlijk is dat a) de urgentie na afloop van de werkzaamheden vanzelf fors afneemt en b) het zelfs zo is dat de kwaliteit van de corridor na afloop van het project beter is dan voor het project (weguitbreiding).

Een andere factor is de mate van gedragsverandering. De terugval is namelijk kleiner als deelnemers gedurende de projectduur hun gedrag sterk aanpassen, zoals overstappen van de auto naar de fiets, e-bike of openbaar vervoer. Makkelijke aanpassingen, zoals gebied- en tijdmij-

den en thuiswerken, hebben minder gedragsbehoud op de lange termijn. Helaas hebben mensen van nature de neiging om te kiezen voor het gemakkelijkste gedrag, in dit geval om een makkelijke aanpassing te maken zoals gebiedsmijden. Zodra de blokkade dan weg is, bijvoorbeeld als de hinderbeperking is opgelost, vallen zij terug in hun oude gedrag.

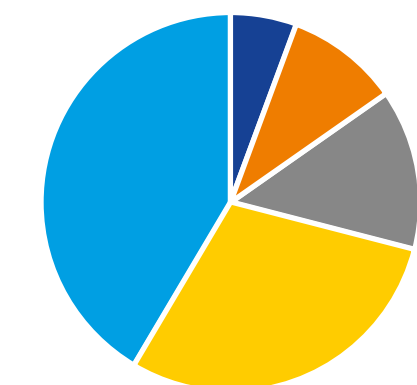
De oplossing hiervoor is deelnemers aan te zetten tot het doen van wat meer moeite. Men maakt een mentale afweging tussen 'wat kost het me?' en 'wat levert het me op?'. Met andere woorden, mensen proberen het meeste te halen uit hun 'winst-verlies ratio': gaan voor een minimale inspanning (verlies van moeite, tijd etc.) en meest belonende optie (in dit geval tijdverlies beperken, wel beloning krijgen).

Als deelnemers worden aangemoedigd om een alternatieve reiswijze te kiezen, is de kans groot dat het leidt tot blijvende gedragsverandering. Naarmate zij dit nieuwe gedrag uitvoeren zullen zij ook merken dat het prima gaat (gevoel van tevredenheid, i.e. een vorm van winst), hun eigen doeltreffendheid neemt toe (men ervaart 'dit kan ik') en allicht ook hun eigen subjectieve norm en attitude (het is gezond/makkelijk/goed voor milieu om op de fiets te gaan). Hierdoor verandert de extrinsieke motivatie van de beloning in een intrinsieke motivatie (bijvoorbeeld dat men fitter wordt door te fietsen). Hierdoor is de kans vergroot dat het gedrag blijvend is, ook als de beloning minder wordt of wegvalt.

Verkeerskundige effecten

De gedragsveranderingen hebben ook hun effect gesorteerd op de weg: de verkeerskundige effecten zijn zowel zichtbaar op de te mijden corridors, als op netwerkdelen waarop niet beloond wordt. Een veelgehoord aandachtspunt bij dit type projecten is dat de ruimte die op de weg ontstaat, weer opgevuld wordt door ander verkeer. In deze meta-evaluatie blijkt dat gemiddeld 33% van de verkeerskundige baten van een spitsmijdenproject teniet worden gedaan doordat het overige verkeer de ontstane ruimte voor een deel opvult.

Maar deze verschuiving van verkeer blijkt er weer voor te zorgen dat er sprake van een positief verkeerskundig effect op alternatieve routes. Spitsmijdenprojecten trekken vooral verkeer van het onderliggend wegennet terug naar de snelweg. In sommige gevallen kan de drukte op



● OV
● Tweewieler
● Thuiswerken
● Gebiedsmijden
● Tijdmijden

Figuur 2:

De gedragsreactie naar type mijding.

toeleidende wegen ook juist toenemen als zij een verbinding zijn voor de corridor waar deelnemers spitsmijdingen maken.

Een vaak gebruikte vuistregel bij het berekenen van verkeerseffecten zijn de voertuigverliesuren (VUU's), waarmee wordt uitgedrukt in hoeverre de spitsmijdingen bijdragen aan het verbeteren van de doorstroming op de weg en het terugdringen van verliestijd. De reductie van VUU per spitsmijding varieert sterk per project. De bandbreedte van de VUU-reductie is 0,2 tot 2,3 VUU's per spitsmijding. Het gemiddelde is 0,4. De kilometerreductie per spitsmijding, exclusief tijdmijden, is gemiddeld 33 kilometer. Per vermeden autoverplaatsing worden dus 33 autokilometers vermeden. Dit leidt naast verkeerskundige effecten ook tot een reductie van de uitstoot van schadelijke stoffen als CO₂.

Kosteneffectiviteit

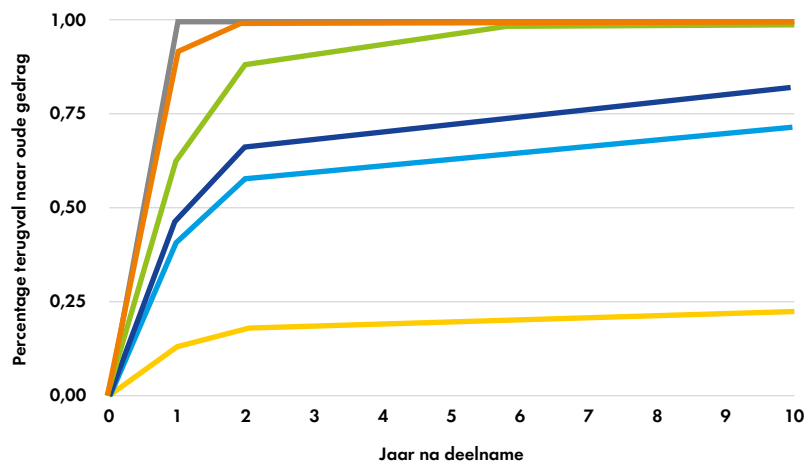
Tot slot is de kosteneffectiviteit van de projecten onderzocht: per project is gekeken hoe de kosten afwegen tegen de baten. De spitsmijdenprojecten hebben gemiddeld een positieve maatschappelijke baten/kostenratio van 1,4, met een bandbreedte van 0,3-3,5. Dit betekent dat de baten ca. 1,4 keer groter zijn dan de kosten.

Daarbij is in de meta-evaluatie aangetoond dat de effecten ten minste 3 jaar na afloop van het project nog (deels) zichtbaar zijn. De baten/kostenratio is met 3 jaar effect gemiddeld 2,0 met een bandbreedte van 0,6 tot 6,5. De kosteneffectiviteit van spitsmijdenprojecten is hiermee toegenomen ten opzichte van de eerste generatie projecten. De kortere doorlooptijd, lagere projectkosten en lagere beloningen zijn hier uiteraard debet aan. Het totale baten/kostensaldo van de geëvalueerde spitsmijdenprojecten bedraagt +15 miljoen euro (deelnameperiode) tot +64 miljoen euro (inclusief langetermijneffect), een aanzienlijke winst voor de maatschappij!

Conclusies

Spitsmijdenprojecten zijn effectief op korte én lange termijn, leveren positieve resultaten op voor de doorstroming op de weg en zijn kosten-effectief. De langetermijneffecten worden vooral bereikt als deelnemers gaan fietsen of het openbaar vervoer gebruiken. Deelnemers moeten hierin wel gestimuleerd worden. Een financiële beloning kan mensen helpen deel te nemen, maar kan al snel worden afgebouwd.

Spitsmijdenprojecten zijn in de meeste gevallen een kosteneffectieve vorm van mobiliteitsmanagement. Dit ondanks het feit dat gemiddeld



— Tijdmijden — Routemijden — Tweewieler
— Thuiswerken — Totaal — OV

Figuur 3:

Langetermijneffecten per type mijding.

een derde van de verkeerskundige effecten teniet worden gedaan door opvulling met ander verkeer. De projecten blijken ook op de lange termijn, 3 tot 10 jaar, nog effect te hebben op het reisgedrag van automobilisten en dragen daarmee positief bij aan de leefbaarheid in drukke regio's ●

—
Het volledige eindrapport 'Meta-Evaluatie Spitsmijdenprojecten' (MuConsult, 2017) zoals uitgebracht aan het ministerie van Infrastructuur en Milieu is beschikbaar op www.muconsult.nl.

Aanbevelingen

Op basis van de resultaten van de meta-evaluatie worden de volgende aanbevelingen gedaan voor toekomstige spitsmijdenprojecten:

1. Denk goed na over het gewenste effect: tijdelijke hinder beperken of langdurige gedragsverandering.
2. Voor het werven van veel deelnemers en voor het vergroten van de effecten tijdens de projectperiode wordt geadviseerd alle alternatieven voor het autorijden in de spits te stimuleren. Voor langetermijneffecten is vooral het (extra) stimuleren van fiets en openbaar vervoer effectief.
3. Overweeg afbouwende beloningen. Een relatief hoge beloning voor hoge deelnemersaantallen, die langzaam lager wordt.
4. Bouw een relatie op met de deelnemers om zo deelnemers te laten wennen aan hun nieuwe gedrag en over te kunnen gaan op intrinsieke motivatie. Hiermee wordt de kans op blijvende gedragsverandering vergroot.

De auteurs

Casper Stelling en Anna Maaskant zijn respectievelijk clustercoördinator Gedrag en gedragspsycholoog bij MuConsult.

Harry van Ooststroom is adviseur bij Rijkswaterstaat en projectleider van de Praktijkproef Amsterdam.

VERBORGEN SCHATTEN

**KOMT
DAT
ZIEN**



Natuurmonumenten

Wachtrijen schatten met floating car data

De kern van de aanpak Gecoördineerd Netwerkbreed Verkeersmanagement is dat verschillende maatregelen in samenhang worden ingezet. Om hierbij de juiste keuzes te maken, is het belangrijk zicht te hebben op de lengte van wachtrijen bij toeritdoseerinstallaties en verkeersregelininstallaties. Wachtrijen schatten op basis van alleen lusdata is echter erg lastig. Zouden floating car data wellicht uitkomst kunnen bieden?

Met Gecoördineerd Netwerkbreed Verkeersmanagement, GNV, optimaliseren we de prestatie en effectiviteit van een netwerk door verkeersmanagementmaatregelen slim op elkaar of te stemmen.* Toeritdoseerinstallaties, verkeersregelininstallaties (VRI's), dynamische route-informatiepanelen, variabele snelheidslimieten en in-car informatiesystemen worden in dit concept dus gecoördineerd ingezet om het verkeer efficiënt over het netwerk te geleiden. Deze aanpak heeft potentie, zo blijkt uit recente pilots in onder meer de Praktijkproef Amsterdam. Maar om echt te kunnen oogsten, moeten nog enkele (data)problemen worden geslecht (Hoogendoorn et al., 2016).

Zo is er de uitdaging om *fracties te schatten*. GNV is erop gericht verkeer op verschillende afstanden van de kiemlocatie te 'bufferen', om zodoende het ontstaan van files uit te stellen of te voorkomen. Maar niet al het verkeer dat op een kruispunt of toerit wordt gebufferd, is daadwerkelijk op weg naar de kiemlocatie. Om te bepalen hoe effectief een buffer is, is het belangrijk te weten welke fractie wel en welke fractie niet naar de buffer gaat. Het is lastig om die verdeling af te leiden uit sec lusdata, zeker als er meer dan één kruispunt tussen de buffer en de kiem zit.

Een ander vraagstuk betreft de *wachtrijlengte*. Om te bepalen hoeveel ruimte er nog is om verkeer te bufferen en om in de gaten te houden of een wachtrij niet terugslaat, moeten we de wachtrijlengte op de verschillende wegvakken kennen. Het is erg moeilijk deze essentiële informatie af te leiden uit enkel lusdata: er is sprake van meetfouten en sowieso bieden die data ons onvoldoende zicht op wat er tussen de lussen gebeurt.

Tot slot is er nog de *detectie van kiemen*. Het GNV-concept valt of staat met een tijdige detectie van de kiemen, 'files in wording'. Voor het hoofdwegenet volstaan vooralsnog de lusdata, maar hoe scherper en sneller de detectie, hoe effectiever GNV wordt.

De kern van deze uitdagingen zit 'm dus steeds in de beperkingen van lusdata: we willen te veel op basis van te beperkte informatie. Hoe dat probleem te tackelen? De inzet van floating car data, FCD, is veelbelovend. Een voordeel ten opzichte van lussen is dat er geen wegkantssystemen nodig zijn. Dat is kostenefficiënt, maar belangrijker nog is dat de FCD-bron niet slechts informatie levert over specifieke meetlocaties, maar over alle locaties in een netwerk.**

FCD geven daarmee in potentie een goed beeld van de wijze waarop het verkeer zich via kruispunten en knooppunten verdeelt, waarmee het mogelijk is om de vraag over de fracties te beantwoorden. Er is wel meer inzicht nodig in de representativiteit van de data – onderwerp van een onderzoek dat nu loopt in Utrecht.

De FCD-bron biedt daarnaast kansen voor het tijdig detecteren van kiemen.*** Maar het specifieke karakter van de data maken van FCD ook een interessante (datafusie-) kandidaat voor het schatten van wachtrijen. Op deze toepassing gaan we in het onderstaande nader in.

Onderzoek

Half 2016 zijn we in het kader van Praktijkproef Amsterdam een onderzoek gestart naar de kansen die FCD bieden voor het bepalen van de wachtrijlengte. Het hoofddoel van het onderzoek is het bereiken van een zo hoog mogelijke kwaliteit wachtrijenschatter met de *momenteel beschikbare FCD-producten*. Dit laatste betekent onder andere dat we niet uitgaan van het gebruik van voertuigtrajectoriën, omdat deze momenteel door geen enkele FCD-leverancier worden geleverd in Nederland.

Voor het onderzoek hebben we data verzameld over de sl06 nabij de aansluiting met de A10, in juni en juli 2016. De gegevens omvatten VRI-data, radardata, videodata en FCD (TomTom). Dankzij deze unieke testopstelling kunnen we meerdere bronnen met el-

* Zie NM Magazine 2014 #3, pag. 8-19, en 2016 #3, pag. 31-33, en 2016 #4, pag. 32-34, voor meer informatie over Gecoördineerd Netwerkbreed Verkeersmanagement. Eerdere uitgaven van NM Magazine zijn gratis te downloaden op www.nm-magazine.nl/download.

** FCD hebben ook nadelen. Zo is niet bekend of de data een representatieve steekproef van al het verkeer vormen en ook kunnen we met FCD nog niet goed onderscheid maken tussen rijstroken.

*** Zie het artikel 'Filestaartbeveiliging op basis van floating car data' op pagina 18 en 19.

	MAE	RSME	P(10)	P(25)	P(50)
Fusie-wachtrijschatter	24,8	38,6	63,5	31,6	13,1
ARIMA getraind met radar	21,1	31,1	62,2	24,9	10,4
ARIMA getraind met FCD	23,1	32,9	72,5	35,3	19,4

MAE = Mean Absolute Error (gemiddelde fout)

RMSE = Root Mean Square Error (gemiddelde fout met filter voor uitschieters)

P(e) = onbetrouwbaarheid (kans dat de wachtrij e meter afwijkt)

Tabel 1: Overzicht van de resultaten van de onderzochte wachtrijschatters.

kaar vergelijken – zie ook figuur 1 voor een screenshot van de data-analysetool. De radar, die iedere 10 seconden voor elk 7 meter-rijstrook-segment een snelheid bepaalt, is hierbij gebruikt als *ground truth* voor de wachtrij-informatie.

De FCD-snelheden worden elke 30 of 60 seconden opgeleverd voor dynamisch opgeknipte wegsegmenten. Dit dynamische segmenten worden alleen gedaan wanneer het verschil in snelheid op een weg groot is; op deze manier kan de informatie efficiënt worden aangeleverd.

Binnen het onderzoek zijn verschillende methodes gebruikt om uit een combinatie van VRI-data en FCD (snelheden) zo goed mogelijk wachtrijen te schatten. De kwaliteit van deze schattingen is vervolgens vastgesteld middels de *ground truth*. We hebben drie methodes onderzocht: een ‘fusie-wachtrijschatter’ op basis van verkeersstroomtheorie en twee wachtrijschatters op basis van autoregressie-methodes.

Fusie-wachtrijschatter

De fusie-wachtrijschatter bepaalt de wachtrijen op basis van VRI-data (lusdata en signaalgroepstatus) en FCD. De belangrijkste eigenschap van deze methode is dat de vertraging van de FCD-snelheidsdata – er is een meetvertraging van ongeveer vier minuten – wordt ingelopen met lusgegevens, en wel op basis van cumulatieven. De FCD-snelheid kan worden omgezet in een pseudo-trajectorie in het verleden: op basis van de snelheid zijn de tijdstippen van het in- en uitrijden van een virtueel voertuig afgeleid. Ervan uitgaande dat de FCD-snelheid een gemiddelde is over verschillende voertuigen, is het aannemelijk dat het voertuig van de ‘FCD-trajectorie’ niet inhaalt en niet ingehaald wordt, ofwel, dat het aantal inhalers en aantal ingehaalde voertuigen gelijk is. Door nu de instroom en uitstroom op het wegvak relatief aan het ‘FCD-voertuig’ te berekenen, is het mogelijk het aantal voertuigen op het wegvak te bepalen. Om dit goed te kunnen doen is het aantal voertuigpassages voor koplussen en lange lussen op een alternatieve manier afgeleid, om zo bekende meetfouten te corrigeren. Voor koplussen wordt er alleen geteld wanneer het signaal groen is. Voor lange lussen wordt het aantal voertuigpassages afgeleid uit de bezettheid van de lus. Zie voor een uitleg (visualisatie) van de methode figuur 2.

Autoregressie-methodes

De autoregressie-methodes zijn gebaseerd op zogeheten *Autoregressive Integrated Moving Average*-modellen, kortweg ARIMA.**** Deze modellen gaan uit van een eenvoudige lineaire relatie tussen de te schatten wachtrij en de verschillende databronnen (de input). Er

worden vervolgens standaard statistische technieken gebruikt om de parameters van het model te schatten.

Voor we de methode kunnen inzetten, moeten we het model wel eerst trainen met betrouwbare referentiedata. Hiervoor kan de *ground truth*-data uit het radarsysteem worden gebruikt.

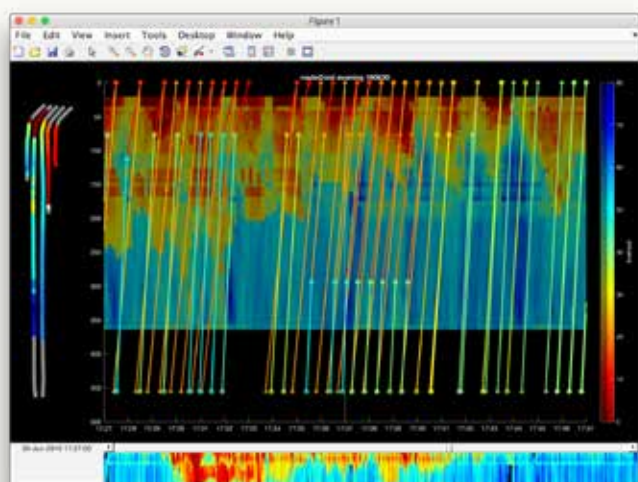
Een voordeel van deze methode is dat er geen noodzaak is tot het a priori specificeren van de relatie tussen de gebruikte grootheden, en dat de geschatte parameters inzicht geven in het belang van iedere databron. Een nadeel is weer dat het model voor iedere situatie opnieuw getraind dient te worden met de *ground truth*-gegevens. Dit betekent dat bij (substantiële) wijzigingen in een situatie of bij toepassing op een nieuwe locatie, nieuwe *ground truth*-data moeten worden verzameld – en dat we daarvoor dus weer een radarinstallatie van stal moeten halen. Omdat dat nogal bewerkelijk is, hebben we ook een tweede variant ontwikkeld waarbij niet radar-data maar FCD worden gebruikt wordt als trainingsdata voor het ARIMA-model. De training kan offline plaatsvinden, dus de FCD hoeven niet realtime beschikbaar te zijn. Dat heeft weer als voordeel dat leververtraging hier geen issue is.

Figuur 3 geeft voor beide varianten een schematische weergave van de gevolgde aanpak. Het model ‘leert’ verbanden tussen invoer (intensiteiten en bezettingsgraad van lussen, FCD-snelheden) en gewenste uitvoer (wachtrijlengte). De kracht van het model is dat er standaard statistische methoden gebruikt kunnen worden om de factoren (parameters) te schatten op grond van de beschikbare gegevens, zoals de methode Box-Jenkins.

Resultaten en discussie

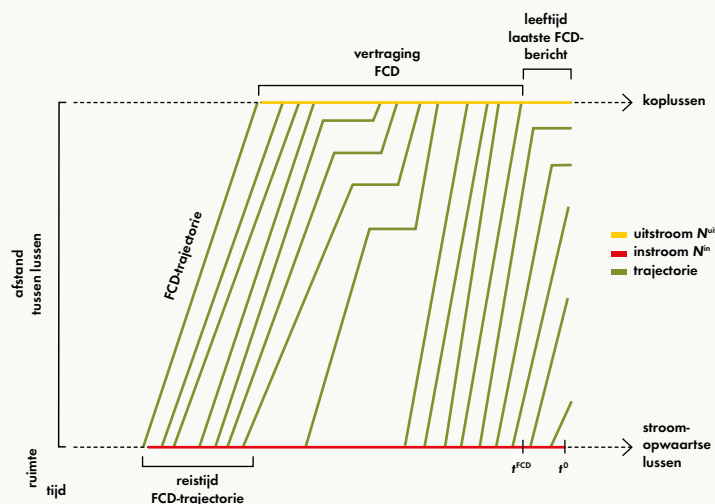
Welke resultaten zijn met de fusie-wachtrijschatter en de twee autoregressie-methodes haalbaar? Tabel 1 toont voor de drie varianten de kwantitatieve beoordeling. Het betreft hier voor alle schatters de vergelijking met de *ground truth* voor de spitsperiode op de s106 Oost (rijbaanniveau). De wachtrijschatters zijn hier vergeleken op basis van de lengte van de wachtrij in meters. De gemiddelde absolute fout (MAE) binnen de spits bedraagt tussen de 20 en 30 meter. Dit is equivalent aan 3 tot 5 voertuigen. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat in de resultaten een deel vakantieperiode zit, waarin er geen significante wachtrijen waren. Ook komen regelmatig uitschieters voor: afhankelijk van de aanpak is 10%-20% van de fouten groter dan 50 meter. De ARIMA-methode getraind op de radar-data, de *ground truth*, levert zoals verwacht de beste resultaten. Deze methode vereist wel (tijdelijk) een radarsysteem op de meetlocatie. Van de overige twee methodes presteert de fusie-wachtrij-

**** Zie voor achtergrondinformatie en.wikipedia.org/wiki/autoregressive_integrated_moving_average.



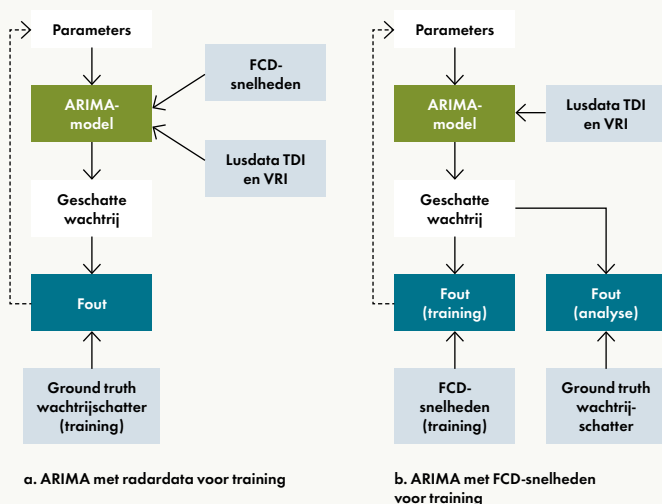
Figuur 1:

Screenshot van de data-analysetool. Links staat de rijstrookconfiguratie met daarin de door de radar gemeten snelheden. Het betreft hier de aansluiting van de s106 op de A10 uit het oosten. In het midden staat een tijdwegdiagram met daarin zowel de radarsnelheid op rijbaanniveau als de FCD-snelheden (in de vorm van herleide pseudo-trajectoriën). Onderaan het overzicht van de gehele avondspits. Met de slider kan de tijd worden aangepast.



Figuur 2:

Schematische uitleg van de methode 'fusie-wachtrij-schatter'. Het aantal voertuigen op het wegvak op tijdstip t^0 is gelijk aan het verschil tussen de instroom N^{in} en de uitstroom N^{out} . In dit voorbeeld geldt $N^{in} = 16$ en $N^{out} = 11$. Er zijn dus vijf voertuigen aanwezig.



Figuur 3:

Visualisaties van de twee ARIMA-varianten.

schatter met name goed omdat de mate van overschrijding beperkt blijft. Het ARIMA-model getraind met FCD presteert daarentegen goed op de gemiddelde foutmaten (MAE en RSME).

Hoewel we in de studie niet specifiek naar de implicaties voor GNV hebben gekeken, kunnen we wel concluderen dat met de voorgestelde methodes een accuratere en betrouwbaardere wachtrij-schatting mogelijk is dan dat met alleen lusdata haalbaar zou zijn (Hoogendoorn et al., 2016). Kijkend naar de verschillende modellen, kan worden geconcludeerd dat ze alle hun voor- en nadelen hebben. De fusiewachtrij-schatter hoeft niet getraind te worden, maar dient wel voor iedere locatie apart te worden geconfigureerd (gebruikmakend van de beschikbare lussen). De ARIMA-methode getraind met radar heeft in plaats van een configuratie, een ground truth trainingsdataset nodig. Deze methode presteert beter dan alle andere methodes, maar vereist de (tijdelijke) inzet van een radarinstallatie.

De ARIMA-methode getraind op FCD presteert minder goed, maar zou in theorie automatisch geschat kunnen worden. Daarbij zou door een periodieke her-training met FCD, het model robuust kunnen worden gemaakt voor wijzigingen in de wegconfiguratie.

Vervolgonderzoek

Voor de toekomst is het nodig meer onderzoek te doen naar de relatie tussen de kwaliteit van de wachtrij-schatter en de effectiviteit van GNV-systemen. Op die manier kunnen we bepalen of de kwaliteit reeds voldoende is. De mate waarin de kwaliteit van FCD in de toekomst groeit (bijvoorbeeld door een hogere penetratiegraad) en waarin FCD-producten nog worden uitgebreid (bijvoorbeeld door het beschikbaar stellen van trajectoriën, die nu nog niet 'off-the-shelf' beschikbaar zijn), zullen zonder meer effect hebben op de kwaliteit van de wachtrij-schatters. Door dit effect te onderzoeken kan worden bepaald wanneer we voor het schatten van de wachtrij- en misschien zelfs zonder wegkantssystemen af kunnen.

Dit onderzoek is uitgevoerd in samenwerking met TomTom en Fileradar als onderdeel van de Praktijkproef Amsterdam. Zie het rapport 'Kiemenspeurder en Wachtrij-schatter met FCD', beschikbaar op www.praktijkproefamsterdam.nl/database/documenten/download/531. Hierin staat tevens een door Fileradar ontwikkelde wachtrij-schatter met FCD-fracties beschreven.

Referentie: S. P. Hoogendoorn, J. Van Kooten, R. Adams, *Lessons Learned from Field Operational Test of Integrated Network Management in Amsterdam*. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Jan 2016, Vol. 2554, pp. 111-119.

De auteurs

Erik-Sander Smits, Serge Hoogendoorn en Jaap van Kooten zijn (strategisch) adviseur van Arane.

Harry van Ooststroom is adviseur bij Rijkswaterstaat en projectleider van de Praktijkproef Amsterdam.

PADEN NAAR EEN ZELFRIJDENDE TOEKOMST



Een toekomst waarin zelfrijdende auto's het verkeersbeeld bepalen: hoe ziet die eruit en wanneer kunnen we die verwachten? Die vraag laat zich maar lastig beantwoorden. Als technologische ontwikkelingen voorspoedig gaan, de technologie betaalbaar is, automobilisten zelfrijdende auto's zien zitten en de maatschappelijke effecten positief zijn, is een 'zelfrijdende toekomst' heel goed mogelijk. Beleidsmaatregelen kunnen zo'n transitie naar een zelfrijdende toekomst bovendien versnellen. Tegelijkertijd kunnen er 'showstoppers' zijn: ontwikkelingen die een transitie in de weg zitten.

In het rapport 'Paden naar een zelfrijdende toekomst' van het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid beschrijven de auteurs vijf cruciale transitiestappen, elk met hun eigen kansen en bedreigingen.

Uitgever: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid

Meer info: kimnet.nl

RICHTLIJN INFORMATIE-VOORZIENING OP DYNAMISCHE INFORMATIEPANELEN

Veel wegbeheerders zetten dynamische route-informatiepanelen (DRIP's) in om langs de kant van de weg weggebruikers te informeren over zaken als omleidingen, reistijden en vertragingen. De recent geüpdatete 'Richtlijn informatievoorziening op dynamische informatiepanelen' geeft de wegbeheerders handvatten om de informatiepanelen zo in te richten dat de weggebruiker de informatie op de DRIP's snel kan lezen, begrijpen en zo nodig actie kan ondernemen.

Uitgever: CROW

Meer info: crow.nl

PUBLIEKSRAPPORTAGE RIJKS- WEGENNET JAAROVERZICHT 2016

De nieuwe publieksrapportage Rijkswegennet bevat de jaarcijfers 2016 over het gebruik van het rijkswegennet, de filezwaarte, de file-top-10 en het reistijdverlies. Het document toont de ontwikkeling ten opzichte van 2015.

Elke publieksrapportage bevat specifieke thema's. Deze keer zijn dat 130 km per uur, A2 Koning Willem-Alexandertunnel, File-aanpak 2020 en Corridor Schiphol-Amsterdam-Almere (SAA).

Uitgever: Rijkswaterstaat

Meer info: rijksoverheid.nl

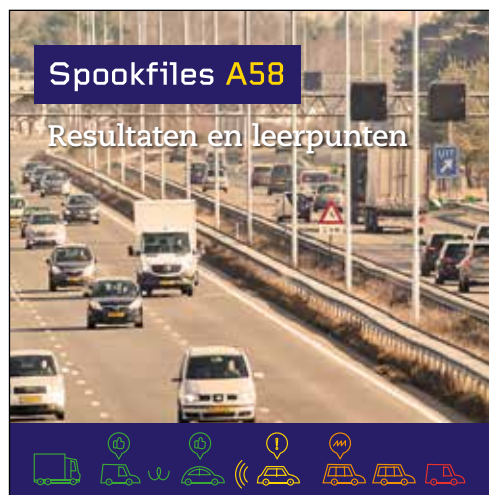
DE ROL VAN REISINFORMATIE IN HET WEGVERKEER

Ruim 90% van de automobilisten heeft een navigatiesysteem in de auto, maar slechts ongeveer een derde krijgt hierop informatie over files. Dynamische route-informatiepanelen zijn in principe voor iedere reiziger beschikbaar, maar ze bieden lang niet voor iedereen relevante informatie. Het lijkt er dus op dat we op informatievak de nodige kansen laten liggen. Zijn er manieren denkbaar om de beschikbaarheid van en de toegang tot file-informatie te verbeteren? En hoe kan het (nog beperkte) opvolgedrag omhoog? Het rapport 'De rol van reisinformatie in het wegverkeer' geeft een overzicht van de stand van zaken en inventariseert de verbetermogelijkheden.

Uitgever: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid

Meer info: kimnet.nl

SPOOKFILES A58 – RESULTATEN EN LEERPUNTEN



Van begin 2014 tot eind 2016 hebben de dertig partijen in het project Spookfiles A58 een coöperatief voertuig-wegkantsysteem inclusief eerste dienst ontwikkeld, geïmplementeerd en beproefd. In het proces om tot dit concrete resultaat te komen, is een schat aan kennis en ervaring opgedaan – over gedrag, data, beveiliging, samenwerking, organisatie en meer. In deze uitgave zetten de initiatiefnemers provincie Noord-Brabant en het Ministerie van Infrastructuur en Milieu de oogst van drie jaar Spookfiles A58 op een rij.

Uitgever: Provincie Noord-Brabant

Meer info: spookfilesa58.nl

Masterclass Human factors in het verkeer

Hoe goed we het ook bedoelen met ons verkeersbeleid en hoe mooi onze verkeerssystemen en -maatregelen ook zijn gemaakt, uiteindelijk komt het allemaal aan op het gedrag van de weggebruiker. Dit geldt niet alleen voor de thema's verkeersveiligheid en doorstroming, maar ook voor milieumaatregelen en meer in het algemeen voor het draagvlak bij het publiek. In de Masterclass 'Human Factors in het verkeer' komen de belangrijkste theoretische aspecten vanuit de verkeerspsychologie aan de orde en de toepassing ervan in de praktijk. Tijdens de lesdagen delen de docenten hun praktijkervaringen met gedrag en worden er oefeningen gedaan met behulp van onder meer filmmateriaal. Dit helpt de deelnemers om in (toekomstige) projecten de eigen vakkennis aan te vullen met kennis van Human Factors.

Datum: 10 en 17 mei 2017
Locatie: Utrecht
Kosten: 1.575,- euro
Meer info: www.dtvconsultants.nl

Ontwerp verkeerslichtenregeling

In de cursus 'Ontwerp verkeerslichtenregeling' ligt de nadruk op het zelfstandig ontwerpen en evalueren van verkeerslichtenregelingen met behulp van het programma COCON. Ook de vertaalslag van het ontwerp naar een voertuigafhankelijke regeling komt aan de orde. Verder leert de deelnemer een goede regelspecificatie op te stellen.

Datum: 11 en 18 mei, 1 en 18 juni 2017
Locatie: Utrecht
Kosten: 2.255,- euro
Meer info: www.dtvconsultants.nl

Verkeerskundig ontwerp

De rol van de verkeerskundig ontwerper wordt steeds complexer. Het komt nu veel vaker voor dat hij of zij op zoek moet naar een integrale aanpak van problemen en projecten. Het is dan essentieel de inbreng van verschillende vakgebieden evenwichtig in het verkeerskundige ontwerp te verwerken en ontwerpkeuzes goed te motiveren. De vijfdaagse cursus is erop gericht verkeerskundig ontwerpers te helpen zich op dit vlak verder te ontwikkelen. Naast de

thematische lessen, die een mengeling zijn van theorie en praktijk, werken de deelnemers aan een casus, waarbij ze toewerken naar een verkeerskundig schetsontwerp, met motivatie.

Datum: 11 en 18 mei, 1, 18 en 22 juni 2017
Locatie: Utrecht
Kosten: 2.585,- euro
Meer info: www.dtvconsultants.nl

Wegontwerp

De nieuwe cursus Wegontwerp laat zien hoe we al in de vroege planfase de juiste keuzes kunnen maken voor een verantwoord en verkeersveilig wegontwerp. De cursus richt zich op het wegontwerp van het hoofdwegennet in complexe omgevingen en verduidelijkt welke consequenties onze keuzes op hoofdniveau kunnen hebben op verkeersveiligheid en leefomgeving. De cursus is bedoeld voor wegontwerpers, verkeerskundigen, beleidsmakers ruimte en infrastructuur (en technisch) managers.

Datum: 13 juni 2017
Locatie: Delft
Kosten: 560,- euro
Meer info: www.paotm.nl

Smart mobility

Smart mobility is de nieuwe verzamelnaam voor alles wat de reiziger en het verkeers- en vervoerssysteem in staat moet stellen om slimmer en efficiënter te zijn. Door belangrijke trends als connected vehicles, Internet of Things, big data, Mobility as a Service (MaaS) en zelfrijdende voertuigen gaat smart mobility naast techniek vooral ook over menselijke, maatschappelijke, beleidsmatige, bestuurlijke, organisatorische en institutionele aspecten.

Deze afwisselende cursus met discussies, ontwerp opdrachten en rollenspellen biedt de deelnemers een overzicht van de belangrijkste ontwikkelingen op het gebied van smart mobility en van de invloed ervan op mobiliteitsmanagement en verkeersmanagement.

Datum: juni 2017 (in overleg met deelnemers)
Locatie: Delft of Amersfoort
Kosten: 560,- euro
Meer info: www.paotm.nl

Nieuwe cursus: Visie op instandhouding en innovatie verkeersmanagementsystemen

De transitie naar nieuwe technologieën als C-ITS en automatisch rijden stelt overheden en marktpartijen voor complexe strategische vraagstukken. Wat is de juiste instandhoudingsstrategie voor bestaande systemen? Hoe slim voor te sorteren op wat komen gaat? Wat is de koers die past bij het brede spectrum van toekomstbeelden van verkeersmanagement? Die vragen staan centraal in een nieuwe cursus van PAO Techniek en Management.

De tweedaagse PAOTM-cursus 'Systemen in verkeersmanagement: visie op instandhouding en innovatie' helpt stakeholders om slim in te spelen op nieuwe technologie, zonder kapitaalvernietiging van bestaande systemen. De cursus staat onder leiding van Marc van den Elzen, associate Assetmanagement Goudappel Coffeng (foto). Er zal worden bekeken hoe partijen de bestaande functionele prestaties kunnen borgen, tegen welke prijs en met welke risico's. De implementatie van nieuwe ontwikkelingen en technologieën binnen bestaande systemen



Marc van den Elzen

verdient eenzelfde beschouwing, waarbij rekening moet worden gehouden met ontwikkelingen in de nabije én verre toekomst. De cursus staat gepland voor 12 en 19 juni 2017 in Delft en Helmond. In dag 1 laat een keur aan sprekers zijn licht schijnen over het thema, terwijl dag 2 meer een 'doe-dag' is met een bezoek aan de InnovatieCentrale en een workshop Assetmanagementstrategieën. De kosten voor de cursus bedragen 975,- euro.

Meer info: www.paotm.nl

Vialis en gemeente Haarlemmermeer realiseren VRI op windenergie

Op 16 december 2016 hebben Vialis en gemeente Haarlemmermeer een verkeersregelininstallatie (VRI) in gebruik genomen die op windenergie werkt. Deze primeur voor Nederland staat op de kruising van de Bennebroekerweg met de Rijnlanderweg.

Vialis had al eerder 'groene' verkeersregelininstallaties ontwikkeld voor gemeente Almere, maar die VRI's werken op zonne-energie. Gemeente Haarlemmermeer besloot in 2016 om in navolging hierop een onderzoek te starten naar de mogelijkheden van windenergie. Die kwam eind 2016 gereed: de eerste 'wind-

VRI' van Nederland. Een (kleine) windturbine zorgt er op de kruising Bennebroekerweg-Rijnlanderweg voor dat er tot 3.000 kWh per jaar aan elektriciteit wordt opgewekt. Omdat de verkeerslichten op deze locatie zo'n 2.500 kWh per jaar gebruiken, is deze oplossing energieneutraal.

Doorstroming

Uiteraard was er in het project ook alle aandacht voor het eigenlijke doel van een VRI, namelijk het verkeer op het kruispunt efficiënt afhandelen. In de spits rijden er op de drukste richting tot wel 1100 voertuigen per uur. Dat is veel voor een smalle polderweg met een

maximumsnelheid van 60 km/u – maar de verkeerskundigen wisten na een analyse van de MV-files toch winst te behalen. Door een andere blokindeling en aanpassing van diverse parameters is de vertraging in de ochtendspits met ongeveer 40% gereduceerd.

De gemeente Haarlemmermeer en Vialis hebben met dit project dus op meerdere fronten winst behaald voor het milieu: duurzame energie door de wind en minder emissies dankzij een betere doorstroming van het verkeer.

Meer info: edwin.hensgens@vialis.nl

Goudappel Coffeng levert eerst 'Gouden Regelen'-module op

In december 2016 heeft Goudappel Coffeng in opdracht van Rijkswaterstaat de verkeersregeling op de N57 bij Goedereede uitgerust met Gouden Groen. Deze nieuwe module optimaliseert de groentijden en is onderdeel van een nieuwe lijn slimme optimalisatiemodules, 'Het Gouden Regelen'.

De Gouden Groen-module is in eerste instantie bij wijze van proef ingezet op de N57. Op basis van observaties ter plaatse en een eerste evaluatie van de logfiles werd echter al snel besloten de module te blijven gebruiken. Het voordeel is dat Gouden Groen geen vaste instellingen gebruikt, maar voortdurend de groentijden optimaliseert op basis van de actuele roodtijd en het verkeersaanbod. Hierdoor houdt de module rekening met richtingen zonder verkeer die rood blijven en met OV-ingrepen.

Gouden Regelen

De lijn Het Gouden Regelen wordt de komende maanden uitgebreid met nog twee modules, Gouden Wissel voor het optimaliseren van de fasevolgorde en Gouden Keuze voor netwerkregelingen. Die laatste maakt gebruik van offline kortetermijnvoorspellingen, actuele data en online simulatie om het verkeer op-



Foto: Rijkswaterstaat - Joop van Houdt

timaal langs gekoppelde kruispuntenregelingen te leiden.

De gebruikte algoritmes in de modules van Het Nieuwe Regelen zijn beschikbaar voor de nieuwe iVRI, maar ook bruikbaar in een traditionele VRI. Ze zijn geprogrammeerd in zowel CCOL als RWS-C (huidige versies,

CCOL-9 voor de iVRI en voor de in ontwikkeling zijnde iVRI-versie van RWS-C). De modules sluiten aan bij de nieuwe standaardisatie binnen 'Talking Traffic'.

Meer info:
iprinsen@goudappel.nl

Interesse vanuit de markt voor Beïnvloeding Rijgedrag

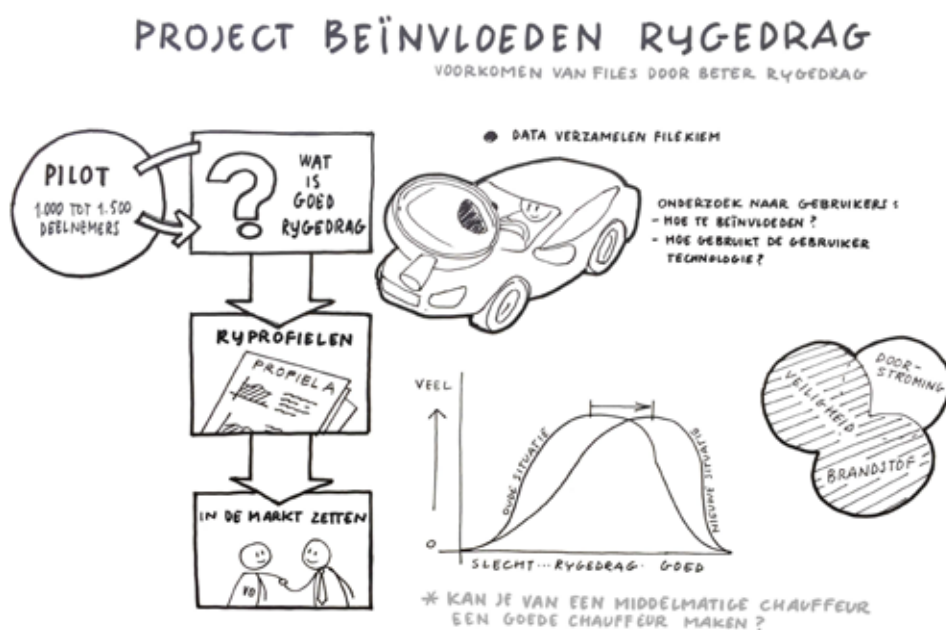
De Verkeersonderneming is in februari 2017 het programma Beïnvloeding rijgedrag gestart. Met financiële ondersteuning van De Verkeersonderneming onderzoeken de bedrijven Flitsmeister, SD Insights en ULU hoe het rijgedrag van automobilisten kan worden beïnvloed en hoe dat bijdraagt aan een betere doorstroming. Het project loopt tot eind 2017.

Soms ontstaan er onder vergelijkbare verkeers- en weersomstandigheden de ene dag wel files en de andere dag niet. Dit was aanleiding voor De Verkeersonderneming om samen met marktpartijen te kijken welke rol het rijgedrag in die situaties meespeelt en in hoeverre dat gedrag te beïnvloeden is.

De Verkeersonderneming hoopt zo antwoord te krijgen op de volgende vragen: Zijn er specifieke rijgedragingen die files veroorzaken? Zijn er verbanden tussen het beïnvloeden van het rijgedrag en doorstroming? Zijn automobilisten te verleiden tot goed gedrag, zoals het matigen van de snelheid of minder abrupt afremmen? Is er een potentiële markt voor het beïnvloeden van rijgedrag?

Cofinanciering

In de pilot richten ULU en Flitsmeister zich elk op de reguliere weggebruiker. SD Insights



concentreert zich juist op de professionele chauffeur (bestelverkeer).

De drie projectpartijen krijgen maximaal 30% cofinanciering op basis van het aantal deelnemers aan de pilot. Die bijdrage is enerzijds bedoeld als aanmoediging om effectieve rij-

gedragdiensten te ontwikkelen, en anderzijds om gezamenlijk kennis en ervaring op te doen.

Meer info:

monique.monster@verkeersonderneming.nl

Sweco voert evaluatie uit van de C-ITS Corridor

In het Europese project C-ITS Corridor werken Rijkswaterstaat en de landelijke wegbeheerders van Duitsland en Oostenrijk aan een aantal coöperatieve informatie- en verkeersmanagementdiensten. In de eerste fase van het project gaat het om de use-cases Road Works Warning, Collision Risk Warning en Probe Vehicle Data. Rijkswaterstaat heeft Sweco gevraagd de gebruikte technische installaties te evalueren.

De communicatie tussen wegwijkant en voertuig verloopt in C-ITS Corridor via wifi-p. De bakens langs de weg zenden de berichten over bijvoorbeeld wegwerkzaamheden uit; een onboard unit in het voertuig pikt ze op en toont ze op een scherm.

Om te onderzoeken welke systemen geschikt zijn voor dit intensieve berichtenverkeer zijn op drie locaties verspreid over het corridortraject van Rotterdam naar Venlo opstellingen van leveranciers geplaatst. Sweco voert voor Rijkswaterstaat de (technische) evaluatie

hiervan uit. De hoofdvraag van de evaluatie is of het technische concept dat bedacht is, ook werkt in de praktijk. Hierbij wordt onder andere gekeken naar de projectering van de bakens langs de weg, de snelheid en betrouwbaarheid van de systeemketen, en de tijdigheid van de berichtgeving (worden berichten op tijd in het voertuig getoond?).

Meer info:

hans.bokma@rws.nl

martijn.vanrij@sweco.nl

Real-time VRI Beïnvloeding in Amsterdam

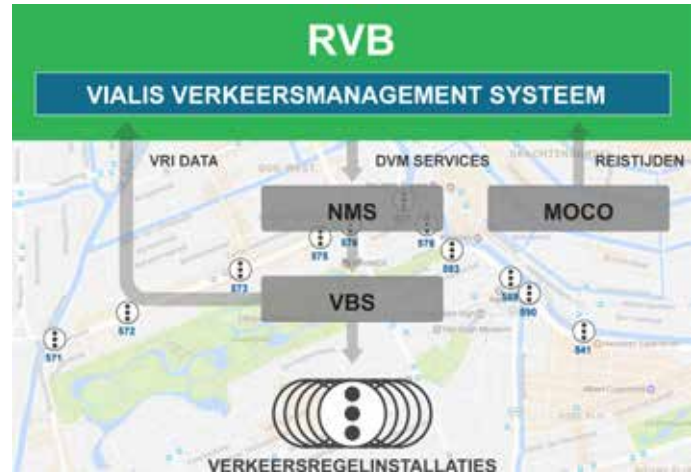
De gemeente Amsterdam heeft de oplevering van een systeem voor Real-time VRI Beïnvloeding, RVB, gegund aan Vialis. Met het systeem wil de gemeente de verkeersafwikkeling op de hoofdnetten verbeteren. Eind 2016 is de RVB in bedrijf gesteld op de Stadhouderskade en de Overtoom.

Het Beleidskader Hoofdnetten van gemeente Amsterdam beschrijft waar de hoofdnetten van de stad liggen en welk doel ze dienen, maar het geeft ook aan wat de minimale (gemiddelde) snelheden op die hoofdroutes moeten zijn. Op veel trajecten wordt die gewenste verkeersafwikkeling echter niet gehaald. De gemeente besteedde daarom in 2015 het Beter Benutten-project Optimalisatie Verkeersregelinstanties Amsterdam aan voor de levering van een systeem voor Real-time VRI Beïnvloeding, RVB. Die opdracht is aan Vialis gegund.

Metten en ingrijpen

De bedoeling is dat het RVB-systeem de verkeersafwikkeling monitort en wanneer nodig zelfstandig maatregelen in werking stelt. Vialis is gestart met de trajecten S100 (Stadhouderskade) en S106 (Overtoom). Met behulp van een VISSIM-simulatie heeft Vialis aangetoond dat de afwikkelkwaliteit op die trajecten voldoende kan worden verbeterd met zogenaamde DVM-services, die mede met behulp van parameteraanpassingen in de VRI's worden uitgevoerd. Het RVB-systeem dat die parameteraanpassingen verzorgt, is geïntegreerd in de DVM-architectuur van de gemeente Amsterdam – zie de figuur.

De werking is als volgt. Aan de hand van realtime VRI-data en reistijden uit het Monitoring Corridor-systeem (MOCO) bepaalt het systeem



het kwaliteitsniveau per wegvak. Komt dit niveau onder een bepaalde grens, dan volgen automatisch ingrepen op straat met DVM-services. Het Vialis Verkeersmanagementsysteem geeft deze services door aan het Netwerk Management Systeem (NMS) van de gemeente. Het NMS verzorgt op zijn beurt via het VerkeerBeheerSysteem (VBS) de parameterbeïnvloeding in de VRI's.

Met tien VRI's op de Stadhouderskade en de Overtoom is het RVB Amsterdam succesvol in bedrijf gesteld.

Meer info:
martijn.de.leeuw@vialis.nl

Arnhem neemt DRIP-managementsysteem in gebruik

Evenementen in en om Arnhem zorgen nogal voor wat piekmomenten in het verkeer. Om ook onder die drukke omstandigheden het verkeer in Arnhem in goede banen te kunnen leiden, gebruikt de gemeente sinds maart 2017 het verkeersmanagementplatform MobiMaestro van Technolution.

Het verkeer in Arnhem piekt vooral bij evenementen in het GelreDome en tijdens drukke dagen in Burgers' Zoo en het Nederlands Openluchtmuseum. Om de verkeersstromen in het centrum en aan de rand van de stad bij te kunnen sturen, heeft de gemeente op 'keu-

zepunten' zeven berm-DRIP's geplaatst. De aansturing van de borden gebeurt vanuit een speciaal DRIP-managementsysteem dat op het MobiMaestro-platform draait.

Technolution levert het Arnhemse DRIP-managementsysteem als 'Software as a Service': de gemeente Arnhem kan de zeven geplaatste berm-DRIP's dus zelf bedienen en gebruiken via MobiMaestro, maar hoeft daarvoor geen eigen systemen en een beheerorganisatie in te richten.

Koppelingen

Het Arnhemse MobiMaestro-systeem is met behulp van DVM Exchange gekoppeld aan

het Netwerkmanagementsysteem (NMS) van Rijkswaterstaat in de Verkeerscentrale Noord- en Oost-Nederland (VC-NON) en aan het NMS GelOve-systeem van de provincies Gelderland en Overijssel. Dankzij deze koppelingen kunnen de Arnhemse berm-DRIP's indien nodig ook regionaal worden ingezet, bijvoorbeeld bij calamiteiten.

Meer info:
vincent.bronkhorst@arnhem.nl
henk.den.breejen@technolution.nl

Adequate verkeersbegeleiding tijdens Duitse dagen



Foto: Werner Wittersheim

Op Duitse feestdagen zijn de meeste winkels in Duitsland gesloten. Als onze winkels dan wél open zijn, wijken onze Oosterburen vrij massaal uit naar Nederlandse steden in de grensstreek, zoals Venlo, om daar te gaan winkelen. Dat leidt niet zelden tot ernstige verkeersproblemen in de binnenstad. In het najaar van 2016 heeft gemeente Venlo daarom samen met Technolution een oplossing uitgewerkt voor een adequate verkeersbegeleiding van bezoekers.

De wachtrijen die ontstaan bij de ingangen van parkeergelegenheden in Venlo, zorgen voor opstoppen en vertragingen. Dit heeft een direct

negatief effect op de leefbaarheid in de binnenstad. Ook is het bepaald geen aanbeveling om de stad opnieuw te bezoeken. Venlo is vorig jaar daarom een aanbesteding gestart voor het leveren van een netwerkmanagementsysteem in combinatie met een reistijdmeetsysteem. Doel is de negatieve effecten van mobiliteitspieken terug te dringen met behulp van dynamisch verkeersmanagement.

Visie, missie en middelen

Technolution heeft de aanbesteding gewonnen met een aanbieding van haar verkeersmanagementsysteem MobiMaestro. Tijdens werksessies met de gemeente Venlo is tot op detailniveau uitgedacht hoe de verkeersstromen onder verschillende scenario's kunnen worden gemanaged. De doorstroming wordt onder meer op peil gehouden door de verkeersregelingen aan de randen van het centrum aan te passen en door het verkeer met tekstkarren te informeren over de snelste routes. Om de schaarse parkeercapaciteit tijdens deze pieken optimaal te gebruiken wordt ook de actuele bezettingsgraad van de parkeerlocaties betrokken in de regelaanpak met MobiMaestro.

Effecten

De methode is tijdens 'Duitse dagen' ingezet, geëvalueerd en bijgesteld. De inzet heeft geleid tot het meer gedoseerd instromen van bezoekers in Venlo. Hierdoor kon een zogeheten gridlock in het Venlose stadscentrum worden voorkomen en zijn vaststaande files tot een minimum beperkt. Een eerste inschatting op basis van beschikbare meetdata laat zien dat de wachtrijen en vertragingen met 15 tot 20% zijn afgenomen.

Meer info: erik.van.dijk@technolution.nl

Nieuwe aanpak beproefd voor gestrande trucks

Rijkswaterstaat, Havenbedrijf Rotterdam en De Verkeersonderneming zijn op 3 april 2017 een nieuw project gestart om de hinder als gevolg van vrachtwagens met pech terug te dringen. Zij werken hierbij nauw samen met TLN, EvoFenedex, BOVAG, VACO, CMV en CMV-bergers.

Het is in Nederland jaarlijks een paar duizend keer raak: een vrachtwagen komt met pech langs de snelweg te staan. Om de vertraging die hiermee samenhangt terug te dringen – uit veiligheidsoverwegingen moet er vaak een rijstrook worden afgesloten en ook moet de snelheid ter plaatse omlaag – is een brede coa-

litie van overheid en bedrijfsleven gestart met het project 'Optimalisatie Incidentafhandeling bij Vrachtwagens in Regio Rotterdam'.

Werkwijze

De bedoeling is dat een pechhulpverlener bij een melding van een vrachtwagen met pech in de Rotterdamse regio direct contact opneemt met de verkeerscentrale, nog voordat hij de weg opgaat. De verkeerscentrale is daardoor eerder op de hoogte van een pechgeval. Ook wordt voorkomen dat zowel een pechhulpverlener als een berger worden ingezet. Waar het echter vooral om draait, is dat de wegverkeersleider nu ook van meet af aan de regie kan houden: hij bekijkt de situatie, zorgt voor

de benodigde veiligheidsmaatregelen én beslist op basis van de effecten op de verkeersveiligheid en de doorstroming of de reparatie ter plekke uitgevoerd kan worden of dat het noodzakelijk is om de gestrande vrachtwagen te laten bergen en de reparatie op een andere locatie (een truckservicebedrijf, tankstation of parkeerplaats) uit te voeren.

Het project loopt in ieder geval een paar maanden. Daarna zal de aanpak worden geëvalueerd en wordt besloten of de werkwijze definitief wordt doorgevoerd.

Meer info: monique.monster@verkeersonderneming.nl

Rijkswaterstaat, PPA en NDW dienen projectvoorstel in voor 'interactief verkeersmanagement'

Op 7 februari 2017 hebben Rijkswaterstaat, de Praktijkproef Amsterdam en NDW het projectvoorstel SOCRATES2.0 ingediend bij het Europese subsidieprogramma CEF. In SOCRATES2.0 werken markt en overheid samen aan een betere uitwisseling van verkeersdata om zo 'interactief verkeersmanagement' mogelijk te maken. De Europese Commissie bepaalt naar verwachting in juni of het voorstel wordt goedgekeurd.

Wegbeheerders en serviceproviders richten zich met respectievelijk verkeersmanagement en verkeersinformatie op dezelfde doelgroep, de weggebruiker. Samenwerking ligt dan ook voor de hand, maar de praktijk is dat de partijen nog te veel vanuit hun eigen posities opereren. Zo delen verkeerscentrales hun verkeersmanagementmaatregelen normaalgesproken niet met navigatieproviders. Omgekeerd houden navigatieproviders de herkomst-bestemmingsgegevens van gebruikers voor zich. De consequentie is dat zowel wegbeheerders als serviceproviders hun taak uitvoeren op basis van incomplete informatie.

Uitwisseling

Met het project SOCRATES2.0 hopen de initiatiefnemers Rijkswaterstaat, Praktijkproef Amsterdam en NDW die informatiemuren te doorbreken. Het eindplaatje is dat alle partijen in de verkeersketen alle relevante verkeersdata met elkaar delen. Dat maakt interactief verkeersmanagement mogelijk, waarbij verkeersmanagement en verkeersinformatiediensten optimaal op elkaar kunnen worden afgestemd.

Wil het tot zo'n open omgeving komen, dan moeten wegbeheerders, serviceproviders en de auto-industrie wel op basis van gelijkwaardigheid samenwerken. Het specifieke doel van SOCRATES2.0 is dan ook om uit te zoeken hoe die samenwerking eruit moet zien en hoe de soms

tegenstrijdige belangen van de betrokkenen voldoende worden behartigd. Een voorbeeld van zo'n samenwerkingsconcept is om een zogenaamde intermediair (trusted third party) aan te wijzen die de data verzamelt en deelt.

De mogelijke samenwerkingsconcepten kunnen in verschillende testomgevingen worden beproefd. De Praktijkproef Amsterdam wordt de grootste en meest uitgebreide testomgeving, maar ook in Kopenhagen, München en Vlaanderen zullen er proeven worden opgezet. Dat is vooral ook met het oog op de internationaal opererende serviceproviders: voor hen is het van groot belang dat het uiteindelijke samenwerkingsconcept breder toepasbaar is dan alleen in Nederland.

Consortium

Voor het SOCRATES2.0-voorstel is een consortium van internationale publieke en private partijen gevormd. Een groot deel van de internationaal opererende navigatieproviders doet mee, waaronder Be-Mobile (Flitsmeister), Here, TomTom, Be-Mobile en WAZE. Daarnaast heeft BMW aangegeven deel te nemen om de positie en rol van de auto-industrie binnen deze ontwikkelingen te onderzoeken en plaatsen. Ook vanuit de ITS-hoek is interesse.

Meer info:

frank.dijkema@ndw.nu

Be-Mobile verzorgt tijdelijke file-informatie A1 en A50

Van half april tot half juni 2017 verzorgt Be-Mobile in samenwerking met EBO van Weel file-informatie op de A1 en de A50. De meldingen zijn gebaseerd op floating car data en worden getoond op tekstkarren in de richting van knooppunt Beekbergen.

Door reconstructiewerkzaamheden op het knooppunt Beekbergen kan er op zowel de A1 als de A50 richting knooppunt Beekbergen fileterugslag ontstaan. Om kop-staartbotsingen te voorkomen plaatst de aan-nemer gedurende de werkzaamheden – van half april tot en met half juni 2017 – drie tekstkarren op de A1 en drie tekstkarren op de A50

die filewaarschuwingen geven. Of een kar inderdaad een waarschuwing moet geven, wordt bepaald met behulp van floating car data van Be-Mobile. De applicatie Traffic Fleet van de firma EBO Van Weel haalt deze informatie realtime op en zorgt ervoor dat de filemelding wanneer nodig direct op de tekstkarren komt.

Hiermee hebben Be-Mobile en EBO Van Weel een primeur. Het is voor het eerst dat dergelijke filewaarschuwingen in Nederland op basis van floating car data worden toegepast langs de rijksweg.

Meer info: andy.berkouw@be-mobile.com

Wij maken infrastructuur intelligent



De leefbaarheid van ons land kan beter. Dat vinden we bij Vialis. En dat vinden gelukkig nog heel veel partijen mét ons. Iedereen levert daarin zijn eigen bijdrage; wij ook.

Dat doen wij door de doorstroming op de weg en het water te verbeteren. Door duurzaamheid te stimuleren. En door de veiligheid te vergroten.

Dat is waar we ons hard voor maken, en dat is ook waar we vanuit ons werkdomein 'infrastructuur en mobiliteit' invloed op hebben.

We doen dat door infrastructuur intelligent te maken.

Met slimme oplossingen en technologie. En door onze verbindende kracht in te zetten. Zo verbeteren we de veiligheid, duurzaamheid en doorstroming. En zo brengen we Nederland vooruit.