

The background of the cover is a photograph of a multi-lane highway with a concrete overpass. A yellow traffic light is visible on the right side of the road. In the foreground, the top of a dark-colored car is visible. The entire image is overlaid with a pattern of binary code (0s and 1s) in various shades of white and light green. The 'nm' logo is a large, bold, white lowercase 'nm' inside a red square.

nm

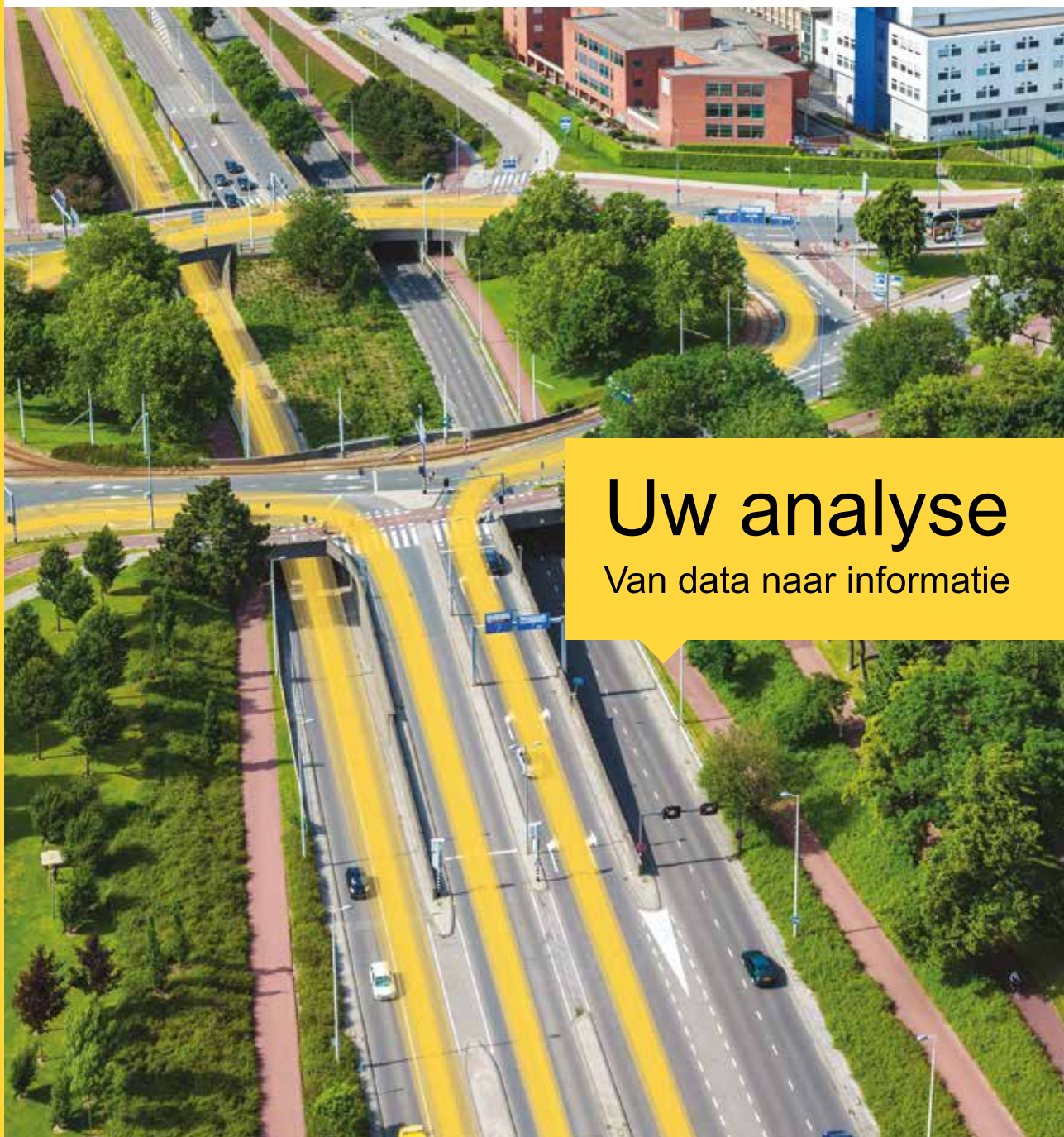
Hét vakblad voor
netwerkmanagement
in verkeer en vervoer.

13^e Jaargang
Nr. 2, 2018
nm-magazine.nl

magazine

**Drie cases over het
potentieel van data**

Eerst data dan doen



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



crow.nl/ndov | +31 85 500 6059



ndw.nu | +31 88 797 3435



be-mobile.be | +32 9 330 5180



dynniq.nl | +31 33 450 22 11



goudappel.nl | +31 570 666 222



ptvgroup.com | +31 346 581 600



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 13 (2018), nr. 2.

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

Prof. dr. ir. Serge Hoogendoorn (TU Delft)
Ir. Jos van Kleef (Goudappel Coffeng)
Edwin Kruiniger (Essencia)

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)
Louis Haagman (fotografie)
Eunice Driesprong (traffic)

Druk

Platform P, Rotterdam

Abonnementen

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

Advertenties

Reserveringen: tel. 070 361 7685.

Copyright

© 2018 NM Magazine. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd 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





FLOW

Slimme oplossingen voor de doorstroming
van mensen, goederen en data

Dynniq is een dynamisch, high-tech en innovatief bedrijf, dat wereldwijd geïntegreerde mobiliteits- en energieoplossingen biedt.

De connected iVRI oplossing van Dynniq stelt de wegbeheerder in staat om met de techniek van vandaag de doorstroming van de toekomst te verbeteren.

dynniq energising
mobility

dynniq.com

REDACTIONEEL

Het duurde even eer we deze uitgave hadden afgerond, maar u krijgt er dan ook een bomvol nummer voor terug. Met lekker veel onderzoeksresultaten en evaluaties dit keer. Dat begint al bij ons hoofdartikel over het potentieel van data. We bevinden ons in de luxe positie dat we bakken met data in onze schoot geworpen krijgen – voornamelijk *floating car data*. Die nieuwe data worden goed gebruikt, maar nog wel 'rechttoe-rechtaan'. Met drie voorbeelden laten we zien dat er veel meer mogelijk is als we de data fris benaderen en net even anders gebruiken.

Vanaf pagina 32 praten we u bij over de ontwikkelingen op het vlak van regionaal verkeersmanagement. We hebben de afgelopen jaren veel geschreven over de netwerkbrede aanpak op strategisch en tactisch niveau, maar er worden nu ook grote stappen gezet op het operationele niveau. In Utrecht zijn ze in ieder geval goed op weg, zo blijkt.

Op pagina 38 tot en met 40 een boeiende update uit de modellenhoek. Strategische verkeersmodellen zouden een graadje realistischer moeten zijn, vooral met het oog op (nieuwe) toepassingen als het doorrekenen van benuttingsmaatregelen. Maar meer realisme vraagt normaliter té veel rekencapaciteit. In onze wetenschappelijke bijdrage besteden we dan ook graag aandacht aan een uitweg: het slimme toedelingenmodel STAQ. Hoe houdt die de reketijden acceptabel?

Enfin, dat was maar een greep uit de inhoud. Andere artikelen betreffen de veranderingen voor assetmanagement, de stand van zaken rond iVRI's, de kansen van zelfrijdende voertuigen voor het ov, de evaluatie van het Gentse circulatieplan en de mogelijkheden van verkeersmanagement om de verkeersveiligheid te verbeteren. En passant spreken we Frits Brouwer van NDW en Nico van Paridon van NDOV over hun samenwerking.

Daarmee hopen we u weer een aardig beeld te geven van waar we staan met het vakgebied. En hoe dat vakgebied (gelukkig maar) voortdurend in beweging is.

Veel leesplezier!

De redactie
redactie@nm-magazine.nl

in dit nummer

8 Hoofdartikel: Drie cases over het potentieel van data



22 Interview Frits Brouwer en Nico van Paridon: "We moeten verder kijken dan auto en ov"

24 Assetmanagement in beweging



26 iVRI's – Stand van zaken

28 Zelfrijdende voertuigen: kans voor het ov in Nederland?

30 Het Gentse circulatieplan gewikt en gewogen



32 Een nieuwe regelaanpak voor regionaal verkeersmanagement in Midden-Nederland



36 Verkeersveiligheid verbeteren met verkeersmanagement



38 Strategische verkeersmodellen – hoe krijgen we ze realistisch én snel?



en verder

- 6 Kort nieuws
- 6 Agenda
- 21 Column Rob Althuisius
- 41 Cursussen
- 42 Projectnieuws

Het Nieuwe Werken heeft aantoonbaar effect op congestie

In juni 2018 presenteerde het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid voor het eerst gedetailleerde empirische kennis over de mobiliteitseffecten van Het Nieuwe Werken, HNW. Volgens het rapport 'Effecten van Het Nieuwe Werken op mobiliteit en congestie' heeft HNW meetbaar invloed. Zo verminderde in de periode 2000-2016 de toename van het aantal voertuigkilometers dankzij HNW met 3% procent ten opzichte van 2000. Op een gemiddelde werkdag in 2015 reden er in de ochtendspits (7-9 uur) gemiddeld zo'n 150.000 auto's minder op de hoofdwegen. In de avondspits (16-18 uur) waren dat er door HNW gemiddeld circa 100.000 minder. Tijdens de daluren zijn dat er juist 200.000 auto's méér, vooral door het schuiven met werktijden.



Gratis analyses met de Mobiliteitsscan

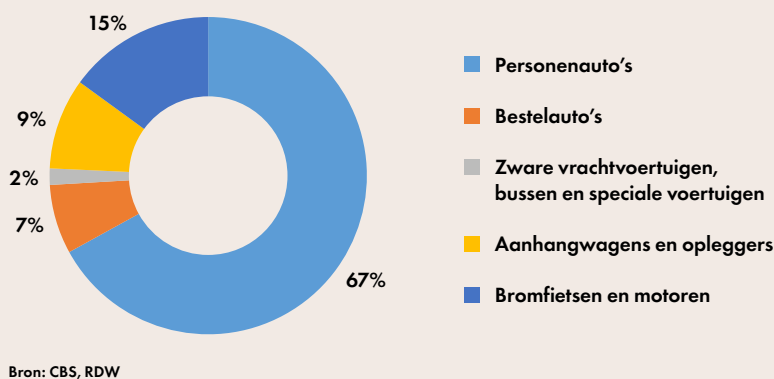
Overheden en niet-overheden kunnen vanaf 1 juli 2018 kosteloos gebruikmaken van de Mobiliteitsscan. Met deze *quick scan*-tool kunnen gebruikers snel en gemakkelijk een bereikbaarheidsanalyse uitvoeren, bijvoorbeeld om de effecten van nieuwe mobiliteitsmaatregelen te berekenen. De Mobiliteitsscan maakt hiervoor gebruik van data uit bestaande verkeersmodellen.

De tool wordt beschikbaar gesteld door het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. Licenties zijn aan te vragen via www.mobiliteitsscan.nl.

Aantal Nederlandse wegvoertuigen blijft groeien

In juli 2018 presenteerde het CBS de 'Jaarmonitor Wegvoertuigen: Aantallen', met daarin een overzicht van het aantal geregistreerde wegvoertuigen in Nederland op 1 januari 2018. Dat blijken er 12,5 miljoen te zijn, 2% meer dan een jaar eerder. Twee derde van deze wegvoertuigen, ruim 8,3 miljoen, zijn personenauto's. Vergeleken met een jaar eerder zijn begin dit jaar bijna alle type wegvoertuigen in aantal toegenomen. De stijging was het grootst onder de bestelauto's: 4%. Het aantal bromfietsen groeide met bijna 3% naar ruim 1,2 miljoen. Met dat aantal is de bromfiets op de personenauto na het meest voorkomende voertuig op de Nederlandse weg.

Nederlandse wegvoertuigen per 1 januari 2018



AGENDA

17-21 september 2018 25th ITS World Congress ► Kopenhagen

De wereldeditie van hét ITS-congres is in 2018 gewoon weer in Europa. Voor een overzicht van al het nieuws over slimme mobiliteit, is een retourtje Kopenhagen voldoende.

itsworldcongress.com

14-15 november 2018 ITS Forum 2018 ► Utrecht

Tweejaarlijks Europees congres over verkeersmanagement. Met dit keer als thema: 'Verkeersmanagement in een dynamische wereld: Digitalisering, Multimodaliteit, Slimme Infrastructuur'.

itsforum2018.eu

22-23 november 2018 CVS ► Amersfoort

Het jaarlijkse congres van het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk is een ontmoetingsplaats voor onderzoekers en beleidsmakers op het gebied van verkeer, vervoer en RO.

cvs-congres.nl

20% meer files in eerste half jaar 2018



Volgens de nieuwe filecijfers van de ANWB is de filezwaarte – lengte van een file maal duur – in de eerste zes maanden van 2018 met zo'n 20% gestegen ten opzichte van dezelfde periode in 2017. Vooral in maart, april en mei stonden er dit jaar veel meer files: spitsrecords werden keer op keer gebroken.

In de eerste helft van 2018 waren er zowel tijdens de ochtend- als avondspits veel meer files. Ook overdag was het drukker dan gewoonlijk. In de regio's Den Haag en Rotterdam namen de files het sterkst toe. Andere 'stijgers' waren de provincies Gelderland, Overijssel, Noord-Brabant en Limburg.

Volgens de ANWB is het eerste half jaar van 2018 ook het aantal incidenten op de weg toegenomen. Die zijn ook medeverantwoordelijk voor de toegenomen filezwaarte, aldus de bond.

NDW publiceert jubileumuitgave



Ter gelegenheid van haar tien-jarig bestaan in december 2017 heeft NDW een jubileumuitgave gepubliceerd, 'NDW 10 jaar –

De kracht van publiek-private samenwerking'. In het 100 pagina's tellende boek blikt NDW terug én vooruit. In interviews en columns spreken stakeholders over het belang van de databank met verkeersgegevens en van de organisatie erachter. Wie een gratis exemplaar wil ontvangen, kan een mail sturen naar info@ndw.nu.

Rijk en regio's investeren 20 miljoen in MaaS-app

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat en zeven regio's in Nederland investeren 20 miljoen euro in de ontwikkeling van *Mobility as a Service*-apps. Met zo'n app moeten reizigers gemakkelijk een reis per (deel)fiets, bus, taxi of (deel)auto kunnen plannen, boeken en betalen.

Minister Cora van Nieuwenhuizen en staatssecretaris Stientje van Veldhoven, Infrastructuur en Waterstaat, meldden dit begin juli 2018 in een brief aan de Tweede Kamer.

In 2019 starten zeven pilots van twee tot drie jaar, in de regio's

Rotterdam, Amsterdam, Eindhoven, Limburg, Groningen-Drenthe, Twente en Utrecht-Leidsche Rijn. De proeven starten regionaal, maar kunnen snel landelijk uitgerold worden. Zowel overheden als betrokken vervoersbedrijven en MaaS-aanbieders investeren in de pilots. Het ministerie van IenW heeft samen met de regio's maximaal 20 miljoen euro beschikbaar voor de cofinanciering van de opstartkosten van de MaaS-diensten. Het actuele reisadvies dat de MaaS-app gaat bieden, is gebaseerd op de persoonlijke voorkeuren van reizigers. Daarnaast biedt de app ook toegang tot het vervoer.

AGENDA

28-29 november 2018
Vakbeurs Mobiliteit
► **Houten**

Jaarlijkse beurs voor verkeer- en vervoerprofessionals. De toegang is gratis.
vakbeursmobiliteit.nl

7 februari 2019
Vakbeurs Openbare Ruimte
► **Brussel**

Bezoekers krijgen op de beursvloer een actueel beeld van alle facetten van openbare ruimte, waaronder Verkeer & Mobiliteit.
openbareruimte.be

3-6 juni 2019
13th ITS European Congress
► **Eindhoven-Helmond**

Noteer alvast in de agenda: het ITS Congress is in 2019 eindelijk weer eens in Nederland. Met als veelbelovende titel: 'Fulfilling ITS promises'.
2019.itsineurope.com



Eerst data dan doen

Jarenlang hebben we verkeersdata ingewonnen met een specifiek doel voor ogen. ‘We willen hier filestaartbeveiliging en daar toeritdosering en *dus* gaan we meten.’ Maar inmiddels beschikken we als verkeersprofessionals over wagonladingen data waar we niet eens om gevraagd hebben. De uitdaging is nu: we hebben de data, maar wat doen we ermee? Dat het loont om serieus over die vraag na te denken, is het onderwerp van ons hoofdartikel.

Verkeersdata kreeg je nooit zomaar. Als je wat wilde weten, moest je lussen infrezen en camera's ophangen – en die spullen moest je dan nog onderhouden ook. Jarenlang hebben we daarom alleen gemeten wat strikt noodzakelijk was. En wát we maten, werd tot op het bot benut. Lussen die voor filestaartbeveiliging waren aangelegd, werden zo tevens bron voor verkeersinformatie en basis onder menig beleidsdocument.

Maar toen kwamen er data die *niet* specifiek voor verkeersmanagement werden ingewonnen, maar slechts ‘bijproduct’ waren. Denk aan gsm- en gps-gegevens: eigenlijk bedoeld om de telecom- of serviceprovider in staat te stellen z'n klanten te bedienen, maar als ‘floating car data’ ook nuttig voor wegbeheerders. De data komen met gigabytes tegelijk binnen, van alle denkbare wegen, tegen zeer geringe kosten. Vanaf begin 2017 biedt NDW de FCD bovendien op een presenteerblaadje aan.

Sindsdien is er de uitdaging zoals we die in het intro benoemden: eerst zijn er de data en dan pas de vraag wat we er zoal mee kunnen. Natuurlijk worden bijvoorbeeld de FCD al breed gebruikt en we kunnen ons zelfs niet meer voorstellen hoe we het ooit zonder hebben gedaan. Maar veel toepassingen zijn nog redelijk rechttoe-rechtaan. Het potentieel van de nieuwe bronnen is dan ook nog lang niet zo benut als bijvoorbeeld lusdata – laat staan het potentieel van het slim *combineren* van databronnen. Er ‘borrelt’ wel het nodige, zeker in universiteiten, maar het is nog wachten op de echte grootschalige praktijktoepassingen.

Ter inspiratie

Is dat koudwatervrees? Of gewoon onbekendheid met de mogelijkheden? Wie zal het zeggen. Maar geheel vrijblijvend en ter inspiratie bieden we in deze uitgave van NM Magazine drie praktijkgerichte cases aan van wat het oplevert als we serieus stilstaan bij de vraag: wat is er meer mogelijk met onze bak aan data?

We beginnen op pagina 10 met een voorbeeld van **slim combineren**. Het betreft het real-time schatten van de bufferruimte op wegvakken, bijvoorbeeld bij een toeritdoseerinstallatie. Er is interessant onderzoek gedaan naar de mogelijkheden om die bufferruimte op basis van alleen FCD te schatten. Er blijkt dan veel mogelijk, maar er zit wel een adertje onder het gras: in die onderzoeken wordt uitgegaan van de *ruwe*

vorm van FCD. Die wordt om privacyredenen niet aan wegbeheerders geleverd – en de hoop dat de inductielussen de grond uit kunnen, moet dus nog even in de ijskast. Nieuw onderzoek toont echter aan dat ook de geaggregeerde en geanonimiseerde FCD bufferruimte-potentieel hebben, mits slim gecombineerd met een instroom- en uitstroomlus. In het artikel leest u hoe u met de FCD van bijvoorbeeld Google of NDW het *cumulatieve-foutenprobleem* omzeilt.

In het tweede artikel, vanaf pagina 13, komt een interessante beleidstoepassing van FCD aan bod. De dekking van FCD is vele malen groter dan die van meetlussen of camera's. In principe is er informatie beschikbaar over het complete wegennet in een stad of regio – en dat opent perspectieven. Eén nieuwe mogelijkheid is om de **effecten van (regionaal) verkeersbeleid in beeld te brengen en te monitoren** door de kwaliteit van de verkeersafwikkeling op het stedelijke of regionale wegennet te toetsen. Het gaat er dan om indicatoren te kiezen die de prestatie van wegvakken concreet en consistent beschrijven én passen bij de databron FCD.

Het derde artikel ten slotte, zie pagina 16 tot en met 18, is van andere aard. In deze bijdrage stellen de auteurs het wensdenken rond de zelfrijdende auto aan de kaak. Mogen we echt verwachten dat zelfrijdende auto's het stadsbeeld zó veranderen dat het een en al groen en recreatie wordt? Futuristen redeneren er op los, maar het artikel bespreekt een aanpak om de **toekomstscenario's** van zelfrijdend vervoer **gestructureerd en objectief te verkennen aan de hand van bestaande data-sets**. Centraal staan zogenaamde systeemdynamische modellen gevoed met data over onder meer het grondgebruik, het aantal banen, het aantal woonplekken en de verkeersvolumes. Zo'n analyse leidt tot beduidend minder jubelende conclusies, maar ze biedt beleidsmakers wel stevige en zeer bruikbare handvatten.

Daarmee hebben we met drie cases drie verschillende gebruikstoepassingen geïllustreerd: real-time verkeersmanagement, beleidsmonitoring en visievorming (verkennen van de toekomst). Deze toepassingen zijn af of bijna af, wachtend op gebruikers en op meer praktijkervaring. Maar belangrijker nog: er moet veel meer mogelijk zijn als we data fris benaderen en net even anders gebruiken. De data zijn er al – nu nog het doen •

Real-time schattingen van voertuigaccumulatie met FCD

In ruwe vorm zijn *floating car data* rijk en uiterst gedetailleerd. Het punt is alleen dat we om privacyredenen niet met die ruwe data mogen werken – we moeten het doen met *geaggregeerde* data die door een *privacyfilter* zijn gehaald. Is daarmee nog enige verkeersmanagement-er te behalen? Jawel, mits je de FCD slim combineert met bijvoorbeeld *lusdata*. Zelfs het real-time schatten van wachtrijen behoort dan tot de mogelijkheden, aldus de auteurs.

Elk datatype heeft z'n sterkte punten, maar ook z'n zwakke punten. Die laatste beperken de gebruiksmogelijkheden van de betreffende data – en vandaar ook dat elk datatype specifieke, vastomlijnde toepassingen heeft. Dankzij datafusie is het echter mogelijk om twee 'beperkte' datatypen zo te combineren dat zich nieuwe toepassingen aandienen.

In deze bijdrage zoomen we in op één interessant voorbeeld van datafusie: het combineren van *floating car data* (FCD) en *lusdata* om het aantal voertuigen op een wegvak in real-time te schatten. Die gebruikstoepassing speelt een belangrijke rol in het bepalen van de overgebleven ruimte op buffers, bijvoorbeeld van een toerit met een toeritdoseerinstallatie. Hoe nauwkeuriger die ruimte wordt geschat, hoe gericht en veiliger we de toeritdosering kunnen inzetten.

Wachtrijwachter op basis van instroom en uitstroom

Er zijn verschillende manieren om een wachtrij op een wegvak (buffer) te beschrijven. Wij hebben er in onze studie voor gekozen om het aantal voertuigen op het wegvak, de voertuigaccumulatie, als uitgangspunt te nemen. Die accumulatie schatten we aan de van de in- en uitstroom op het betreffende wegvak. Die meten we met lussen aan het begin en einde van het wegvak. Het verschil tussen de instroom A en uitstroom D in periode p , oftewel $A(p) - D(p)$, geeft de verandering in voertuigaccumulatie.

Als we weten hoeveel voertuigen zich op een zeker moment in het wegvak bevinden (een mooi vertrekpunt is als het wegvak leeg is) en we de instroom en uitstroom observeren met lussen, dan kunnen we op elk tijdstip het aantal voertuigen op het wegvak bepalen.

Tenminste, in theorie. In praktijk werkt deze methode namelijk niet goed: er kunnen zich altijd meetfouten voordoen, bijvoorbeeld als een voertuig net van strook verandert als het een van de lussen passeert. Zulke meetfouten stappelen zich over de tijd op, waardoor de schattingsfout erg groot kan worden: het *cumulative error problem*, het cumulatieve-foutenprobleem.

Beperking van het cumulatieve-foutenprobleem

Het cumulatieve-foutenprobleem is onderwerp van meerdere academische studies. Door gebruik te maken van andere data, zoals *floating car data*, kan de fout op gezette tijden worden hersteld, zo toonden Ashish Bhaskar e.a. (2011) en Hans van Lint e.a. (2015) aan.^{*} Daarnaast kunnen we aan de hand van geobserveerde fouten de structurele meetfouten leren doorgronden, aldus Zahra Amini e.a. (2016).^{**}

Het probleem van de meeste bestaande studies is echter, dat er gewerkt wordt met *ruwe* FCD, trajectoriedata. Met dit type data kun je afzonderlijke voertuigen volgen over de tijd – en uit privacyoverwegingen zal een wegbeheerder nooit met deze data mogen werken. Waar wegbeheerders en dienstverleners hooguit over beschikken zijn *floating car data* die zijn *geaggregeerd* over tijd en ruimte. Vaak is er ook nog een *privacyfilter* overheen gegaan. Denk dan aan data uit het Google Better Cities-programma en aan FCD zoals NDW die levert. Is er ook een (datafusie)oplossing denkbaar die geschikt is voor dit type 'bewerkte' FCD?

De methode

De methode voorgesteld in ons onderzoek aan de TU Delft combineert *lusdata* en snelheidsdata op basis van *geaggregeerde* FCD. Door de relatief lange aggregatieperiode die deze FCD hebben – voor de Google Better Cities-data bedraagt die periode maar liefst 5 minuten – zijn de data op zichzelf niet geschikt voor real-time schattingen van de voertuigaccumulatie. We kunnen deze data echter wel gebruiken om het cumulatieve-foutenprobleem te beperken.

Dat doen we op twee manieren. Zodra de *geaggregeerde* FCD beschikbaar zijn, gebruiken we die om (1) de schattingsfout te herstellen en (2) onze schatting van de structurele meetfout van de lussen te updaten. De methode is volledig beschreven in een wetenschappelijk artikel dat op korte termijn gepubliceerd wordt.^{***} In het kort: De notatie $M(p)$ wordt gebruikt om de voertuigaccumulatie aan het einde van periode

^{*} Het gaat om de studies 'Fusing Loop Detector and Probe Vehicle Data to Estimate Travel Time Statistics on Signalized Urban Networks' (Bhaskar, 2011) en 'A generic methodology to estimate vehicle accumulation on urban arterials by fusing vehicle counts and travel times' (Van Lint, 2015).

^{**} Zie 'Queue-Length Estimation Using Real-Time Traffic Data' (Amini, 2016), 2016 IEEE 19th International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC).



p te beschrijven. Deze schatten we in real-time met behulp van de volgende recursieve vergelijking:

$$M(p) = \max[M(p-1) + A(p) - D(p) + bD(p), 0]$$

De wegvak in- en uitstroom ($A(p)$ en $D(p)$) observeren we met behulp van lussen en $M(p-1)$ hebben we in de voorgaande periode geschat. Deze vergelijking houdt er rekening mee dat het fysiek onmogelijk is dat er minder dan nul voertuigen op het wegvak staan. Ook hebben we een term toegevoegd om de structurele meetfout te beschrijven ($bD(p)$). Hierbij gaan we ervan uit dat de structurele meetfout proportioneel is aan het aantal voertuigen dat het wegvak verlaat.

Zodra we de beschikking hebben over de geaggregeerde FCD, schatten we de gemiddelde voertuigaccumulatie voor de FCD-periode op twee manieren. Door de geaggregeerde FCD te fuseren met lusdata kunnen we een tijdgemiddelde voertuigaccumulatie gedurende de FCD-periode (bijvoorbeeld: 5 minuten) schatten. Vervolgens bepalen we de tijdgemiddelde voertuigaccumulatie aan de hand van de schattingen op basis van alléén de in- en uitstroom-lusdata, over exact dezelfde periode. Uitgaande van het verschil tussen de twee schattingen zetten we de twee bovengenoemde processen in – (1) en (2) – om zo de cumulatieve fout te beperken.

Het eerste proces dient om de fout opgebouwd in voorgaande perioden te verkleinen. Dit beïnvloedt de initiële voertuigaccumulatie ($M(0)$) die gebruikt wordt om de voertuigaccumulatie voor de volgende periodes te schatten. In het tweede proces leren we automatisch de structurele fout (biasterm b) tussen de twee lussen, die we gebruiken om de lusmetingen daarna *direct* te gebruiken voor verschillen tussen in- en uitstroom. Hierdoor verkleinen we op voorhand de fout die in een lusperiode wordt opgebouwd.

Casestudie met Google Better Cities-data

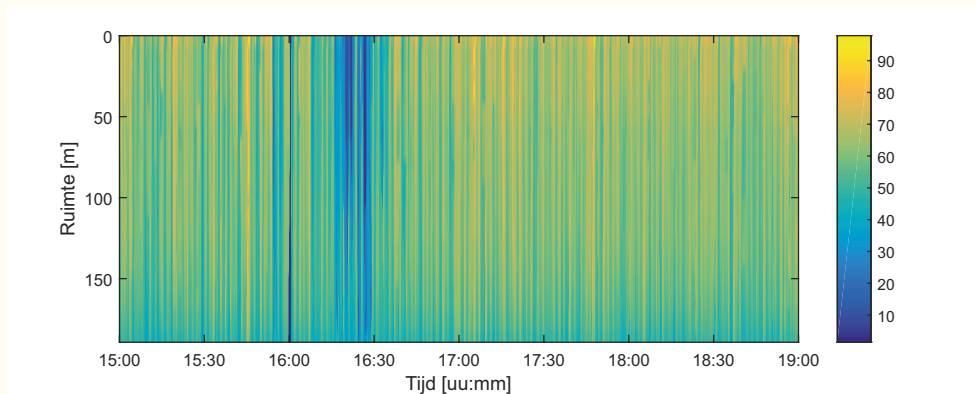
De voorgestelde methode is geëvalueerd in een casestudie die gebruikmaakt van echte data. Aangezien de methode ontwikkeld is om het cumulatieve-foutenprobleem te beperken, is het erg waardevol dat we met echte data (lees: echte fouten) kunnen werken.

De drie datatypen die we in de case tot onze beschikking hebben zijn: (a) lusdata, (b) snelheden op basis van geaggregeerde FCD en (c) snelheden op basis van radarmetingen. Het gaat dan om data voor de toerit naar de A10-Zuid vanaf de s106 gedurende de avondspits (15:00-19:00 uur) op 6 juli 2016. Deze data zijn beschikbaar gesteld door Rijkswaterstaat en Google (als onderdeel van het Google Better Cities-programma).

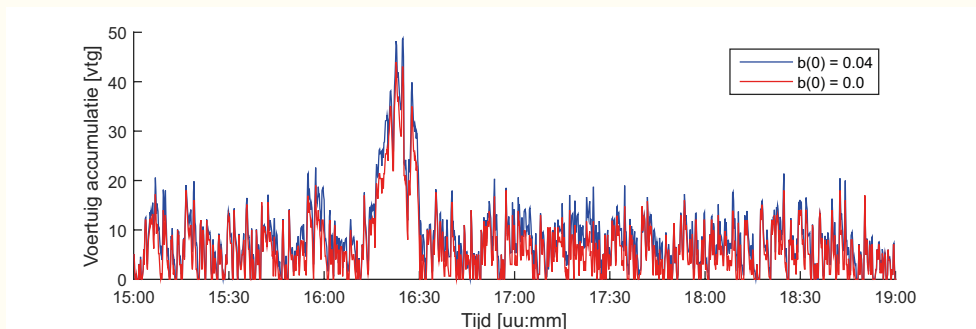
De FCD worden verzameld met mobiele apparaten die gebruikmaken van Google-producten als Android of Google Maps. Er worden alleen locatiegegevens gebruikt van gebruikers die hiervoor expliciet toestemming hebben gegeven. Om de privacy te waarborgen aggregeert Google deze data (voor perioden van 5 minuten) en haalt het bedrijf ze door een privacyfilter. Bij zo'n filterbewerking wordt een random fout toegevoegd. Hoe groot die fout is hangt af van de verkeerscondities. In druk verkeer, wat voor de toepassing van onze methode het geval is, is de toegevoegde fout klein.

In de casestudie reconstrueren we in- en uitstroomtellingen voor perioden van 10 seconden, gebruikmakend van de lusdata (VLOG-data). Een praktisch puntje was dat de lussen aan de instroomkant van de toerit niet werkten tijdens onze avondspits van 6 juli 2016. Deze lusmetingen hebben we daarom gereconstrueerd op basis van de lusmetingen van de kruispunten stroomopwaarts van de toerit. Aan de uitstroomkant van de toerit vervalt de linker van de twee rijstroken kort na de lussen. Hierdoor zijn er een groot aantal rijstrookwisselingen op dit punt, wat resulteert in dubbele meting (meting door beide lussen) voor een enkel voertuig. Om de fout te reduceren gebruiken we alleen de metingen van de lus op de rechterstrook.

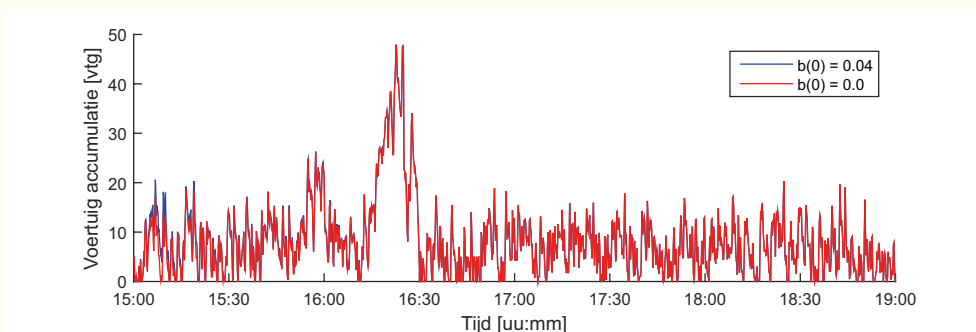
***Het gaat om het artikel 'Vehicle accumulation estimation with loop-detector flow and probe mean speed data', van Van Erp, Knoop en Hoogendoorn. Dit artikel is op dit moment 'under review' voor Transportation Research Part C: Emerging Technologies.

**Figuur 1:**

De snelheid op de toerit naar de A10-Zuid vanaf de s106 gedurende de avondspits op 6 juli 2016, bepaald aan de hand van radardata. De stopstreep voor de TDI is geplaatst op 0 m.

**Figuur 2:**

De schattingen van de voertuigaccumulatie op de toerit. Er is hier gebruikgemaakt van een combinatie van lusdata en Google-FCD. De FCD is gebruikt om schattingsfouten te herstellen (zonder leerproces).

**Figuur 3:**

De schattingen van de voertuigaccumulatie op de toerit. De Google-FCD is nu gebruikt om ook de structurele fouten aan te pakken (met leerproces).

Figuur 1 toont de snelheid voor de toerit gedurende de avondspits, bepaald aan de hand van radardata. Hierin is de stopstreep voor de TDI geplaatst op 0 m. In het figuur vallen twee perioden op waarin de snelheid op de toerit lager ligt, namelijk 15:55-16:00 uur en 16:15-16:30 uur, waarbij de vertragingen vooral hoog zijn in de tweede periode. Op basis van deze radardata verwachten we dat de voertuigaccumulaties in deze twee periodes het hoogst zijn.

Het verschil tussen de cumulatieve in- en uitstroom gedurende de (gehele) avondspits is -213 voertuigen ten opzichte van een totale uitstroom van 5.331 voertuigen, dus ongeveer 4%. Dit betekent dat we een hogere uitstroom hebben gezien dan instroom. Als we ervanuit gaan dat het aantal voertuigen aan het begin en einde van de avondspits gelijk is, moeten we vaststellen dat voor elk voertuig dat het wegvak verlaat er een meetfout van '0.04 vtg' is. Figuren 2 en 3 laten de schattingen van de voertuigaccumulatie zien voor de situatie waarin we de Google-FCD met de voorgestelde methode toepassen. Figuur 2 geeft de situatie weer waarin we alleen de schattingsfout herstellen en figuur 3 de situatie waarin we ook de structurele fout leren. In beide gevallen kijken we naar een (initiële) biasterm $b(0)$ van 0.0 en 0.04 – wat betekent dat we de (verwachte) structurele fout van -0.04 vtg per uitstromend voertuig compenseren.

In alle gevallen waarin de Google-data is gebruikt om de opgebouwde fouten te herstellen, zien we een duidelijke piek in de periode 16:15-16:30 uur. Dit komt overheen met de lagere snelheden geobserveerd

door de radar. Figuren 2 en 3 zeggen daarnaast iets over de waarde om de FCD te gebruiken om de structurele fout te leren en herstellen. Dit maakt de initiële waarde die we kiezen voor de bias, $b(0)$, minder cruciaal. De blauwe en rode lijn (welke een verschillende $b(0)$ hebben) convergeren snel wanneer b wordt geüpdatet met behulp van de FCD (figuur 3) terwijl er anders een verschil in de schatting blijft bestaan (figuur 2). Daarnaast is te zien dat de schattingen in figuur 3 beter de eerste periode met lagere radarsnelheden, namelijk 15:55-16:00 uur, aangeven dan de schattingen in figuur 2.

Conclusies

Dit onderzoek laat zien dat het mogelijk is om ook geaggregeerde en privacy-gefilterde floating car data te gebruiken voor real-time verkeersmanagementtoepassingen – als 'tool' om wachtrijschattingen op basis-lusdata te helpen corrigeren. De ontwikkelde methode kan worden toegepast in praktijk. Wel is het verstandig om de methode eerst verder te testen op andere locaties en andere FCD. Op basis van de bevindingen kan de methode mogelijk nog worden verbeterd en vervolgens in praktijk worden toegepast ●

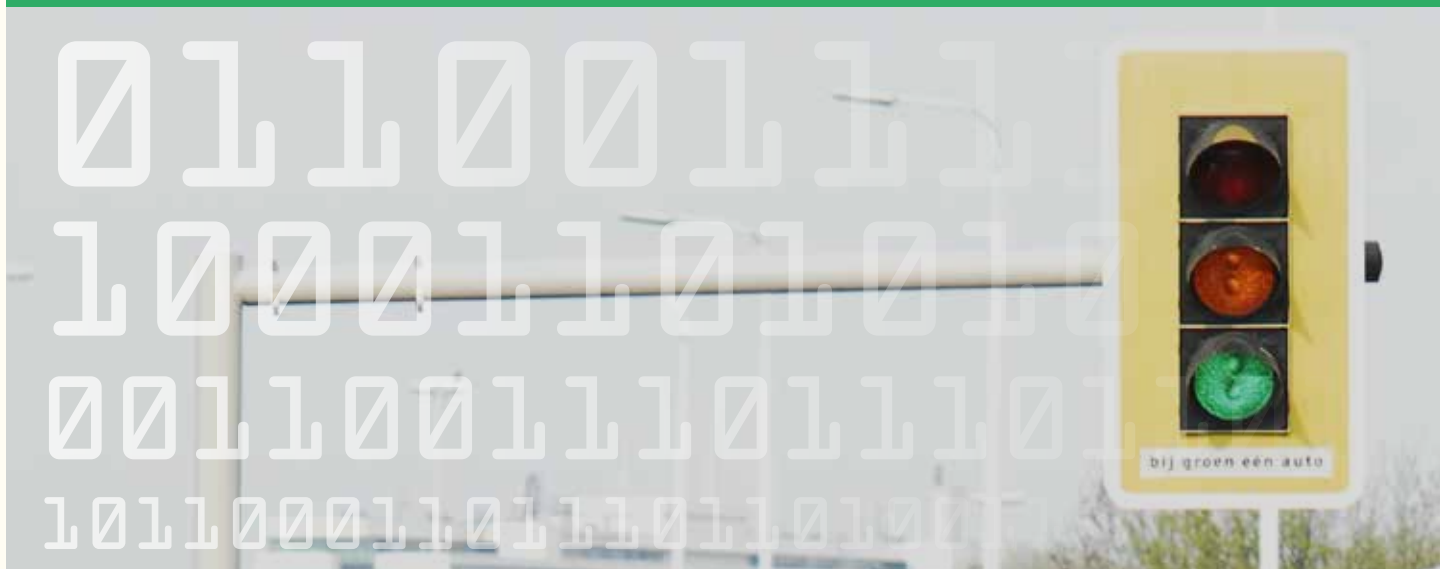
De auteurs

Paul van Erp is promovendus aan de TU Delft op het gebied van het schatten van de verkeerscondities.

Dr. Victor L. Knoop is universitair hoofddocent Verkeersdynamica op de TU Delft.

Prof. dr. ir. Serge Hoogendoorn is hoogleraar Smart Urban Mobility op de TU Delft.

Verkeersbeleid toetsen met floating car data



Sinds begin 2017 heeft NDW *floating car data* in z'n assortiment. De reistijden die deze nieuwe bron levert, zijn interessant voor rechttoe-rechtaan toepassingen als reistijdanalyses. Maar Metropoolregio Rotterdam Den Haag en Groningen Bereikbaar gebruiken de *floating car data* inmiddels ook om de kwaliteit van de verkeersafwikkeling op hun netwerken te toetsen. Hoe gaat dat in z'n werk?

De dekking van *floating car data*, FCD, is vele malen groter dan die van meetlussen of camera's. In principe is er informatie beschikbaar over het complete netwerk van een stad of regio – en dat opent perspectieven. Een nieuwe mogelijkheid is om de effecten van (regionaal) verkeersbeleid in beeld te brengen en te monitoren.

Beleidsindicatoren

Een eerste uitdaging als we FCD op deze wijze willen gebruiken, is het bepalen van de juiste 'graadmeters': welke *indicatoren* zijn a) geschikt om het presteren van alle wegvakken concreet en consistent te beschrijven en b) passen bij de databron FCD?

Steden en regio's gebruiken in hun beleidsstukken vaak de begrippen doorstroming (snelheid of reistijd, gemeten over een wegvak) en betrouwbaarheid (variatie in doorstroming). Maar de kwaliteit van wegen wordt nog het best uitgedrukt met een combinatie van beide begrip-

pen. Immers, een goede doorstroming is mooi, maar de verschillen van dag tot dag moeten hierbij wel minimaal zijn, zodat de weggebruiker weet waar hij aan toe is. Vooral voor woon-werkverkeer – meest spitsverkeer – is een 'betrouwbare doorstroming' belangrijk.

Samen met de Metropoolregio Rotterdam Den Haag en Groningen Bereikbaar heeft Arane Adviseurs daarom indicatoren uitgewerkt voor zowel doorstroming als betrouwbaarheid. De onderlinge vergelijkbaarheid van wegvakken was daarbij een belangrijk uitgangspunt.

Voor de *doorstroming* zijn we uitgekomen op een indicator die de snelheid in de spitsperiodes relateert aan een 'referentiesnelheid'. Dat kan de freeflowsnelheid op een traject zijn, maar ook een beleidsmatige snelheid.* Hoe dichterbij het spitsverkeer deze referentiesnelheid benadert, hoe beter de doorstroming is.** Omdat het om een relatieve waarde gaat ('de snelheid tijdens de spits ten opzichte van de freeflowsnel-

* In de proeven in de regio's Rotterdam-Den Haag en Groningen bleek dat de referentiesnelheid het beste per wegbeheerder kan worden bepaald, omdat deze sterk afhankelijk is van de verplaatsingspatronen in het gebied. Voor MRDH is de dalreistijd als referentiewaarde gekozen, terwijl voor Groningen Bereikbaar de freeflowsnelheid praktischer bleek, omdat daar het verschil tussen spits en dalperiode groter is.

** Deze indicator kan ook met reistijden worden bepaald in plaats van gemiddelde snelheden.



Figuur 1:

Een visualisatie van de normwaarde – betrouwbaarheid avondspits planningstijdindex – ten opzichte van de indicatorwaarde. De gekleurde trajecten voldoen niet aan de normwaarde. (Afbeelding: Fileradar.)

heid is 60%) voldoet deze indicator uitstekend aan het uitgangspunt van vergelijkbaarheid: de prestatie van verschillende typen wegen kunnen we prima naast elkaar zetten.

Deze indicator kan overigens gemakkelijk met reistijden worden bepaald, wat voor het werken met FCD een pre is.

Het bepalen van een indicator voor de *betrouwbaarheid* was iets complexer. De wetenschap heeft in de loop der jaren verschillende indicatoren voorgesteld om de betrouwbaarheid van reistijden uit te drukken. Met een literatuuronderzoek hebben we een groot aantal van die indicatoren met elkaar vergeleken en getoetst op aspecten als uitlegbaarheid, uitwerkbaarheid en verkeerskundige relevantie. Uit het onderzoek bleek dat de planningstijdindex, PTI, het beste bij onze wensen aansloot.^{***}

De PTI geeft aan welke reistijd je extra moet inplannen ten opzichte van de verwachte reistijd om in de meeste gevallen op tijd te komen. Hoe hoger de planningstijdindex, hoe onbetrouwbaarder de reistijd op het traject is. Een voorbeeld: een PTI van 1,2 betekent dat een reiziger die rekening houdt met 20% extra reistijd, in 90% van de gevallen op tijd aankomt.

Ambitie bepalen: normwaarden vaststellen

Een volgende stap is om voor beide indicatoren de *normwaarden* vast te stellen. De ambities die de betrokken overheden in hun beleidsdocumenten vaststellen voor het functioneren van het autonetwerk, zijn hierbij leidend. De vraag is: bij welke waarde van de doorstromings- en betrouwbaarheidsindicator is er beleidsmatig gezien sprake van een knelpunt? Deze normwaarden nemen we op in het *beleidsmatig referentiekader*.

Omdat het gewenst functioneren per type weg verschilt, bepalen we normaliter meerdere normwaarden: één voor doorgaande snelwegen, één voor een stedelijke assen enzovoort. Al deze waarden moeten gekoppeld zijn aan de beleidsdocumenten.

Voor Groningen Bereikbaar hebben we bijvoorbeeld gebruikgemaakt van de netwerkvisie voor het regionale wegennet, opgesteld in een Gebiedsgericht Benutten Plus-traject. Zo'n netwerkvisie bevat een functiekaart en functieprofielen en beschrijft voor elk type weg hoe het netwerk moet functioneren – een ideaal uitgangspunt voor het beleidsmatige referentiekader.

Case: MRDH en Bereik!

De 23 samenwerkende wegbeheerders in de Metropoolregio Rotterdam Den Haag hebben in hun beleidsplannen normen vastgesteld voor het auto-, ov- en fietsnetwerk. Voor het auto-netwerk zijn die normen beschreven in termen van reistijd en betrouwbaarheid. Met behulp van FCD heeft de regio in 2017 inzichtelijk gemaakt waar op het netwerk het beleidsmatig gezien knelt.

Omdat een netwerkanalyse met FCD voor zowel de regio als NDW nieuw was, kostten de eerste analyses de nodige moeite. Ook was er de vraag hoe de reistijd en betrouwbaarheid precies gemeten moesten worden. Verschillende runs lieten zien dat de gekozen trajectlengte, de definitie van dal- en spitsperiode, het wel of niet meenemen van vakanties en feestdagen en de meetperiode alle sterk bepalend zijn voor de uitkomsten. In een druk gebied als MRDH is de invloed van verstoringen – wegwerkzaamheden, evenementen en incidenten – enorm van invloed, zeker als de meetperiode kort is.

Vervolgstappen

Onder de vlag van *Bereik!*^{*****} is een knelpuntanalyse gedaan om te kijken of de reistijd per wegtype voldoet aan de normen die zijn gesteld in de netwerkvisie. De knelpuntenkaart(en) zijn vervolgens met de verschillende wegbeheerders doorgenomen: herkennen ze de geïdentificeerde problemen? Enkele knelpunten konden zo van het lijstje af, bijvoorbeeld omdat de referentiewaarde niet goed was bepaald of omdat de oorzaak gezocht moest worden in tijdelijke knelpunten, namelijk wegwerkzaamheden of evenementen.

In een tweede check heeft de regio per knelpunt bepaald of er op de korte of langere termijn al maatregelen worden uitgevoerd die het knelpunt (voldoende) aanpakken.

De overgebleven knelpunten zullen nader worden geanalyseerd aan de hand van gedetailleerdere FCD (50 meter-wegvakken en korte periodes minuutdata). De oorzaken van de problemen en de vereiste maatregelen kunnen zo beter worden bepaald.

Het is overigens wel belangrijk goed in de gaten te houden of de normwaarden haalbaar en realistisch zijn. Historische gegevens zijn hiervoor een prima hulpmiddel.^{****}

Aan de hand van het aldus opgestelde referentiekader kunnen we het functioneren van het wegennet periodiek toetsen aan het wensbeeld. Daarmee identificeren we meteen de (beleidsmatige) knelpunten op wegvakken en routes. Verder vormt het kader een goede basis voor het in beeld brengen van de afwikkelingskwaliteit tijdens langdurige werk-in-uitvoering of bij calamiteiten en evenementen.

Toetsen ambitie in periodieke rapportages

Het functioneren van het netwerk monitoren we over het algemeen met een lage frequentie. Afhankelijk van de wensen van de wegbeheerder wordt de FCD-thermometer maandelijks, per kwartaal of zelfs jaarlijks

^{***} Arane Adviseurs heeft dit onderzoek voor MRDH samen met Fileradar uitgevoerd.

^{****} De historische databank van NDW gaat wat FCD betreft terug tot begin 2017. Hiermee kan gecheckt worden of de normwaarden aansluiten bij het huidige functioneren.

^{*****} Samenwerkingsverband op het gebied van verkeersmanagement tussen Rijkswaterstaat, provincie Zuid-Holland, gemeente Den Haag, gemeente Rotterdam, Havenbedrijf en Metropoolregio Rotterdam Den Haag.

in het netwerk gestoken. Op deze wijze filteren we dag-tot-dag-fluctuaties weg en minimaliseren we invloeden van bijvoorbeeld incidenten en werk-in-uitvoering.

Door consequent en met een vaste interval de kwaliteit in beeld te brengen kunnen we (structurele dan wel incidentele) knelpunten in het netwerk identificeren. Afhankelijk van de frequentie is het ook mogelijk om de ontwikkeling van het knelpunt te monitoren en – bijvoorbeeld bij een maandelijkse monitoringcyclus – de invloeden van vakanties en langdurige werk-in-uitvoering in beeld te brengen.

Nader onderzoek

Hebben we eenmaal structurele knelpunten vastgesteld, dan kan er worden besloten om nader onderzoek te doen naar de oorzaken. De kwaliteit op een zeker wegvak voldoet misschien niet aan de normen, maar *waar* op het wegvak de oorzaak van het probleem ligt en *wat* dat probleem precies is, wordt uit de analyses met de beleidsindicatoren niet duidelijk. Hiervoor is nader onderzoek nodig, met andere aggregaties in tijd en ruimte.

Ook hier bieden FCD handvatten. NDW kan op aanvraag gedetailleerdere FCD leveren, die de snelheden per minuut op kleine segmenten (50 meter) weergeeft. Met de juiste tooling kunnen we hiermee de eigenschappen van het knelpunt analyseren – en de oplossingsrichtingen voor het betreffende knelpunt bepalen.

Dit zijn uitwerkingen die nu al worden gedaan, bijvoorbeeld in de regio Utrecht. In het kader van de Proof of Concept Utrecht-Zuid wordt de verkeersafwikkeling van complete deelnetwerken in beeld gebracht met (gedetailleerde) FCD, aangevuld met lusdata van het hoofdwegenet en het stedelijke wegenet. Relaties tussen problemen op het hoofdwegenet en het stedelijke wegenet worden zo zichtbaar.

De conclusie van de beleidsrapportages en het nadere onderzoek kan trouwens ook zijn dat de normwaarden te ambitieus zijn. We zullen de normwaarden dan meer in lijn moeten brengen met de beleidsdoelstellingen – en eventueel moeten die doelstellingen worden aangepast.

FCD als databron: nieuwe kansen

MRDH en Groningen Bereikbaar hebben het afgelopen jaar een bijzonder traject doorlopen waarbij het gebruik van FCD voor beleidsmonitoring is verkend.

De belangrijkste punten hebben we in het voorgaande beschreven. We zijn er echter van overtuigd dat er nog veel meer is te ontdekken en te verbeteren. Zo doen we in regio Groningen ervaring op met een maandelijkse monitoring van het referentiekader – zie het kader 'Case: Groningen Bereikbaar'. Ook is het verwerken en visualiseren van FCD-data een gebied waar nog veel mogelijk is, zeker in relatie tot de nadere analyse van knelpunten. We werken momenteel aan indicatoren die het functioneren van deelnetwerken letterlijk in beeld brengen. Met de juiste tooling kan ook de gedetailleerdere FCD van NDW worden gevisualiseerd en kunnen we de eigenschappen van structurele knelpunten nader duiden ten behoeve van een gerichte inzet van maatregelen op straat ●

De auteurs

Koen Adams is partner bij Arane Adviseurs.

Arjan Veurink is beleidsmedewerker verkeer van Metropoolregio Rotterdam Den Haag.

Terry Albronda is adviseur netwerkmanagement van Groningen Bereikbaar.

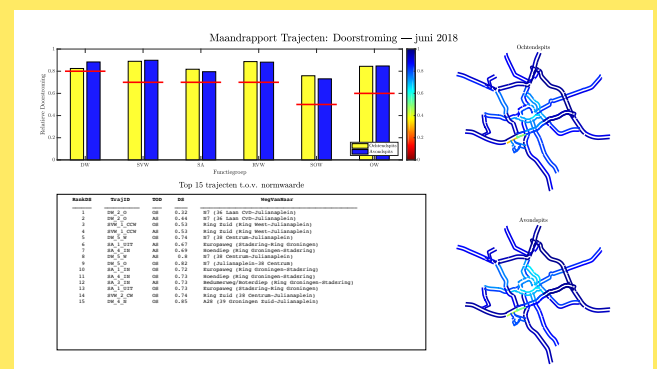
Case: Groningen Bereikbaar

De overheden van Groningen Bereikbaar weten inmiddels uit eigen ervaring dat je voor effectief netwerkmanagement de juiste instrumenten nodig hebt. Stap voor stap is dan ook gewerkt aan een netwerkvisie, een 'tactisch kader' voor operationeel regelen en aan een referentiekader voor het gewenst functioneren van het netwerk. Bij het vaststellen van dit laatste instrument heeft de regio goed gebruikgemaakt van FCD.

Met behulp van de FCD zijn doorstroom- en betrouwbaarheidsindicatoren geformuleerd en kwaliteitsnormen bepaald per type wegfunctie. De regio kan nu precies in beeld brengen wat de kwaliteit is van trajecten, van routes (opgebouwd uit trajecten met soms verschillende functies) en zelfs deelnetwerken. Dit laatste is een interessante noviteit die het mogelijk maakt om aan de hand van verschillende 'servicelevels' de prestatie van deelnetwerken te presenteren en onderling te vergelijken.

Rapportages

Sinds begin 2018 stelt de regio maandelijks een monitoringsrapportage op, die consequent tijdens de vergaderingen van het Regionaal Tactisch Team (RTT) wordt besproken.



De netwerkkwaliteit van het regionaal netwerk van Groningen in beeld. De doorstromingsindicator wordt per wegfunctie tegen de norm afgezet. Voor de afzonderlijke trajecten wordt de indicator in het geografische netwerk afgebeeld.

Hoewel de rapportages in eerste instantie bedoeld waren om structurele knelpunten in het netwerk op te sporen, werd al in de eerste bijeenkomst van het RTT duidelijk dat er meer uit de cijfers te halen was. Zo bieden de rapportages ook waardevolle input voor het operationele proces, bijvoorbeeld om de effecten van (grootschalige) werkzaamheden te monitoren. Er is daarom al snel voor gekozen om naast de werkdagen (spitsen) ook de weekenddagen aan de maandelijkse monitor toe te voegen. Veel werkzaamheden werden namelijk in de relatief rustige weekenden gepland en ook die effecten wilde Groningen Bereikbaar graag analyseren.

Toegevoegde waarde

De toegevoegde waarde van het op FCD gebaseerde referentiekader en de monitor hebben zich inmiddels in de praktijk bewezen. Zo bleek uit de monitor dat de inzet van een regelscenario bij wegwerkzaamheden aan de Zuidelijke Ringweg toch tot doorstromingsproblemen op een belangrijke route door de stad leidde. Er zijn toen een aantal gerichte aanpassingen doorgevoerd – waarna het probleem zich niet meer voordeed.

De effecten van zelfrijdend vervoer op de stad

De zelfrijdende auto zal een ware revolutie ontketen. Geen wijken vol stilstaand blik meer en alle ruimte voor groen en recreatie. Toch? Onderzoekers van TU Delft en Technolution ontwikkelden een nieuwe aanpak om de effecten van zelfrijdend vervoer zo objectief en onderbouwd mogelijk te bepalen. Ze voedden systeemdynamische modellen met datasets over onder meer het grondgebruik, het aantal banen en woonplekken en de verkeersvolumes – en kwamen tot beduidend minder jubelende conclusies.

Dat de zelfrijdende auto z'n impact zal hebben op de ruimtelijke ordening in de stad is wel duidelijk. Maar welke impact precies en hoe groot is die 'revolutie'? Futuristen verwachten dat zelfrijdend vervoer het aanzicht van een stad drastisch zal veranderen. De redenatie is eenvoudig: zelfrijdende voertuigen maken het wegverkeer vele malen efficiënter, efficiënter wegverkeer legt een minder grote claim op het stedelijk oppervlak en die vrijkomende ruimte kan terug naar de inwoners van de stad. Ook het gegeven dat zelfrijdende auto's zelf een parkeerplek kunnen opzoeken, buiten de woongebieden, doet *believers* dromen van groene steden en spelende kinderen.

De juiste toekomst?

Het is op zich zonneklaar dat de zelfrijdende auto het potentieel heeft zo'n ommezwaai te veroorzaken. Maar de vraag is of nu specifiek die ommezwaai er komt. Voor elk scenario met spelende kinderen kun je immers met evenveel recht een scenario zetten waarin het tegenovergestelde gebeurt. Een voorbeeld. De tijd die we normaliter aan reizen besteden ligt al vele decennia tussen de 1,0 en 1,5 uur per persoon – langer beleven we al snel als hinderlijk. Maar stel dat we reistijd als nuttige tijd gaan ervaren doordat we kunnen ontspannen, werken of leren en plots veel langer gaan reizen dan die 1,5 uur per dag? Iedere efficiëntiewinst van het verkeer zal dan teniet worden gedaan door de toename van het verkeer op de weg. De parkeermedaille heeft een zelfde keerzijde. Wat als we de tijd die we nu kwijt zijn om te parkeren van de reistijd kunnen aftrekken, omdat de zelfrijdende auto zelf zijn weg wel vindt naar een parkeerplaats? Wat als we op onze parkeerkosten kunnen besparen doordat de zelfrijdende auto een goedkope parkeerplaats opzoekt buiten de stad?

De vraag is dus hoe we de mogelijke effecten van nieuwe vervoerstechnologieën op het verkeersvolume, de bereikbaarheid, de weginfrastructuur en de populatiedichtheid in stedelijke gebieden goed en realistisch in beeld kunnen krijgen – zonder ons te verliezen in wensdenken. Een solide toekomstmodel bestaat niet en we hebben geen data uit de toekomst. We kunnen echter wel de hier en nu beschikbare datasets als uitgangspunt nemen en die inzetten om de toekomst met open vizier te verkennen. Hoe precies?

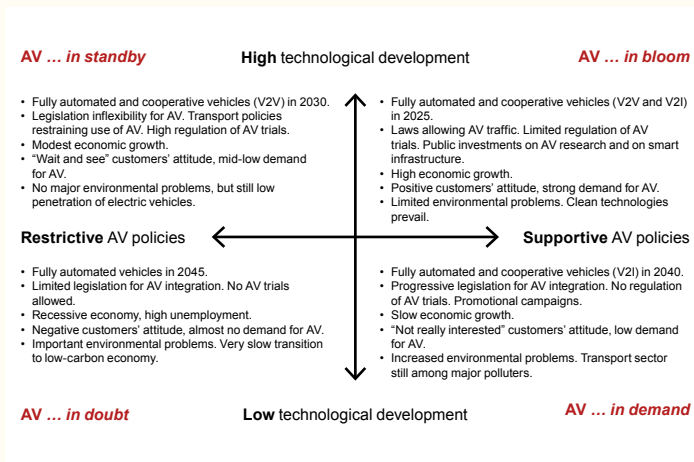
Nieuwe manier van toekomst verkennen

De aantrekkelijkheid van een woonlocatie is afhankelijk van de bereikbaarheid en de wijze waarop het gebied eromheen wordt gebruikt (het landgebruik). De effecten die zelfrijdende auto's hierop hebben, zijn mede afhankelijk van toekomstige sociaaleconomische ontwikkelingen.

Traditioneel ontwerpen we nu eerst een paar scenario's waarbij we per scenario a priori een verwacht effect van zelfrijdende auto's definiëren. Vervolgens diepen we iedere 'hoofdrichting' uit. Een mooi voorbeeld zijn de scenario's zoals gedefinieerd in een recente studie van Milakis e.a. (2017). Zie figuur 1.

Voor onze studie 'Transportation and spatial impact of automated driving in urban areas' hebben we een andere aanpak gekozen. In plaats van op voorhand een verwacht effect te definiëren, accepteren we de onzekerheden als gegeven en verkennen we de 'onzekerheidsruimte'. We zeggen dus niet dat (bijvoorbeeld) in scenario 1 alle voertuigen in 2025 volledig zelfrijdend zijn en in scenario 2 in 2040, maar stellen dat de penetratiegraad van een autonoom voertuig in een bepaald jaar een waarde kan hebben tussen de 0 en 100%. Vervolgens rekenen we voor elke penetratiegraad van 0 tot 100% de bijbehorende toekomstontwikkeling door. Hetzelfde doen we met de andere onzekerheden rond zelfrijdende voertuigen, zoals de efficiëntie van rijden (bijvoorbeeld: nemen zelfrijdende auto's meer of minder ruimte in op de weg, gegeven onder meer de rijafstanden die ze aanhouden?), de reistijdwaardering, de drempelverlagende werking op onze mobiliteit, het al dan niet delen van zelfrijdende auto's, de tijd dat deze auto's onbenut staan te wachten en de dichtheid van parkeren. Zie verder figuur 2.

Voor het doorrekenen van alle mogelijke toekomstontwikkelingen gebruiken we een *systeemdynamisch model*. Zo'n model beschrijft het gedrag van een systeem in de tijd aan de hand van: (i) de begintoestand van het systeem, (ii) de factoren die van invloed zijn op de verandering van de toestand, (iii) de tijdstap waarin de verandering plaatsvindt en (iv) de recursieve regel: nieuwe toestand = oude toestand + verandering.



Figuur 1:

Een meer traditionele verkenning van de mogelijke effecten van zelfrijdende voertuigen. Uit de studie 'Development and transport implications of automated vehicles in the Netherlands – Scenarios for 2030 and 2050', van Milakis, Snelder, Van Arem, Van Wee en Homem de Almeida Correia (European Journal of Transport and Infrastructure Research, 2017).

We voeden dit model met bestaande data. Vervolgens verkennen we de 'onzekerheidsruimte' door steeds een andere waarde te kiezen voor ieder van de genoemde onzekerheidsfactoren: voor iedere set van waarden rekenen we de toekomst door. Iedere modelrun geeft een idee wat mogelijke effecten van een onzekere vernieuwing in de verre toekomst zijn en maakt de verandering over tijd inzichtelijk. Iedere gekozen set van waarden voor de onzekerheidsfactoren plus de modeluitkomst voor de verre toekomst staan voor een scenario. De crux is dus dat we niet een overzichtelijk aantal scenario's vooraf definiëren, maar een veelvoud aan scenario's uit de verkenning van de 'onzekerheidsruimte' laten ontstaan. Datagedreven systeemdynamisch modelleren nieuwe stijl, zo gezegd.

Met deze aanpak onderzoeken we een breed scala aan toekomstbeelden rond zelfrijdende auto's. Vervolgens stellen we vast welke van deze uitkomsten gewenst zijn en welke ongewenst. Zowel voor de gewenste als ongewenste uitkomsten kunnen we vervolgens 'terugzoeken' wat de belangrijkste factoren zijn die tot deze uitkomst hebben geleid. Dat is vooral beleidsmatig interessant: de oorzaken die tot een gewenst toekomstbeeld leiden, kunnen beleidsmakers faciliteren en stimuleren, terwijl factoren die tot ongewenst toekomstbeelden leiden juist kunnen worden tegengegaan.

Studiegebied Kopenhagen

Om deze nieuwe aanpak te beproeven bestuderen we de effecten van zelfrijdende voertuigen op de metropoolregio Kopenhagen. Dit studiegebied hebben we opgesplitst in een groot aantal zones, 860 (!) in totaal. We creëren voor elke zone een eigen systeemdynamisch model. Zo'n model bestaat uit submodellen (met overigens ook weer sub-submodellen) die rekenen met bevolking, landgebruik, verkeer en parkeren – zie figuur 3.

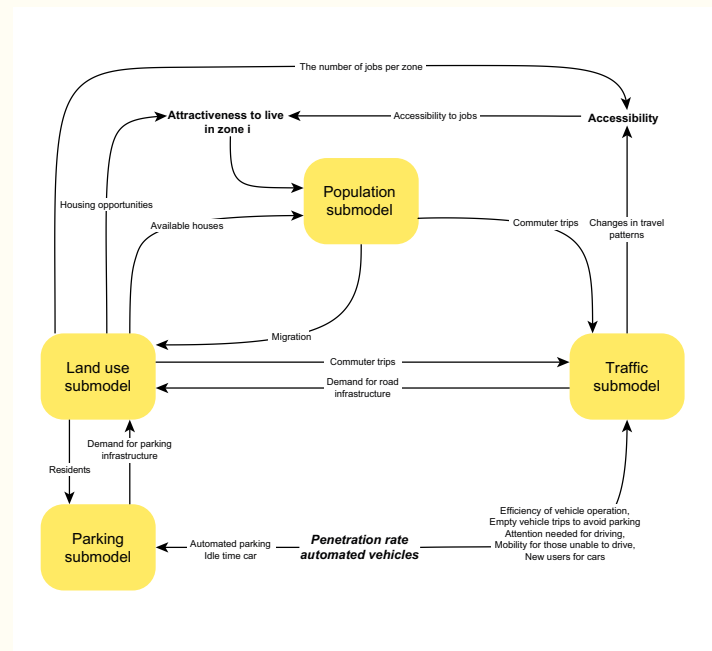
De honderden zonemodellen van de metropoolregio interacteren nog niet, maar elk model neemt al wel de aantrekkelijkheid van zijn directe burens mee in de berekening.

De tweede stap is de zonemodellen te voeden met relevante data. We putten hiervoor uit onderzoeken, gegevenssets waar normaliter simulatiemodellen (grondgebruik, verkeer en vervoer) mee worden gevoed, en harde cijfers per zone over het grondgebruik, het aantal banen en woonplekken en de verkeersvolumes. Via literatuuronderzoek brengen

Variable	Range	Comment
Penetration rate AV	0 - 100%	Dynamic over time
Efficiency of vehicle operation	0.7 - 1 PCU	0.95-1 at <40%; 0.8-0.95 at >40% AVs
Value of time in private AV	5.39 - 10.84 €/h	Depends on in-vehicle environment
Increased mobility per person	0 - 50%	0 - 10% of adults; 0 - 50% of teens and elderly
Idle time car	5.5 - 84%	Fraction of time, depends on new uses of cars
Parking density rate	100 - 160%	Fraction of change in parking capacity per m ²
Car-sharing rate	0 - 100%	Fraction of vehicles used for sharing

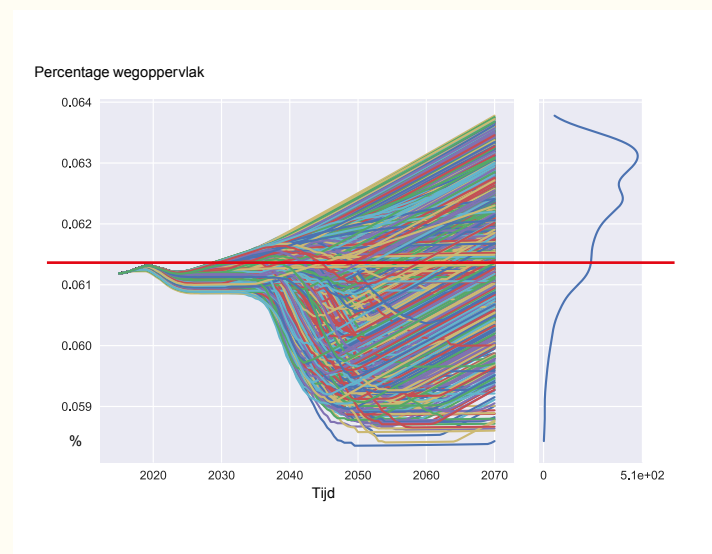
Figuur 2:

De 'onzekerheidsruimte' van de verschillende factoren die gezamenlijk de effecten van zelfrijdende voertuigen in de stad bepalen.



Figuur 3:

Een schematische weergave van een systeemdynamisch model zoals elke zone in het studiegebied Kopenhagen heeft.



Figuur 4:

Percentage wegoppervlak in het centrum. De rode lijn geeft de beleidsmatige randvoorwaarde weer. Alle scenario's die erboven eindigen (er is meer wegoppervlak nodig) zijn ongewenst. De blauwe lijn rechts geeft aan hoeveel scenario's op het betreffende percentage uitkwamen. Hoe verder die lijn uitslaat, hoe groter de kans.



we de onzekerheidsfactoren in beeld en de mogelijke waarden die deze factoren kunnen aannemen.

We laten de systeemdynamische modellen voor alle zones in de metro-poolregio Kopenhagen beginnen in het startjaar 2015.* We werken in tijdstappen van één jaar en verkennen zo de ontwikkeling in landgebruik, transport en de sociaaldemografische kenmerken door de tijd heen, steeds rekening houdend met de uitkomsten van het jaar daarvoor.

In totaal heeft de set van systeemdynamische modellen 5000 keer berekeningen uitgevoerd, iedere keer met andere aanvangswaarden voor de onzekerheidsfactoren. Voor ieder scenario wordt bekeken wat de invloed van zelfrijdende auto's is op de einduitkomst voor de stedelijke waarden, die zijn verwoord in de (sub)modellen in het systeemdynamisch model.

Figuur 4 toont bij wijze van voorbeeld het percentage wegooppervlak in het stadscentrum dat volgt uit een subsubmodel van het submodel landgebruik. Iedere polygoon staat voor een scenario: de ontwikkeling in de tijd bij de gekozen set van waarden voor de onzekerheidsfactoren. De figuur is aan de rechterkant aangevuld met een curve die aangeeft hoeveel scenario's leiden tot een specifieke einduitkomst. Een groot aantal scenario's dat tot dezelfde of vergelijkbare einduitkomsten leidt, houdt in dat de waarschijnlijkheid van deze einduitkomst hoger is dan andere einduitkomsten. Vervolgens hebben we de *Patient Rule Induction Method* (PRIM) gebruikt om de einduitkomsten aan de aanvangswaarden van de onzekerheidsfactoren te relateren.

Vanuit het vigerende beleid kan nu worden vastgesteld welke toekomstverwachtingen (lees: einduitkomsten) gewenst zijn en welke ongewenst. Stel dat het beleid erop is gericht geen extra wegooppervlak aan te leggen in het stadscentrum. Alle scenario's die leiden tot een einduitkomst met juist een grotere behoefte aan wegooppervlak zijn dan ongewenst.

Het classificeren van (on)gewenste scenario's kan voor de stad als geheel worden gedaan, maar ook per zone of per district, zoals een stadscentrum, buitenwijken en landelijke gebieden.

Onzekerheidsfactoren met grote impact

Wat zijn enkele interessante uitkomsten van onze casestudie Kopenhagen? De reistijdwaardering en de mate van autodelen blijken het meest bepalend te zijn voor de bereikbaarheid en het benodigde wegooppervlak, in zowel positieve als negatieve zin. Als mensen de reistijd in een zelfrijdende auto als nuttig gaan zien – de reistijdwaardering is dan *lager* – dan is de kans groot dat het verkeersvolume groeit. Het delen van auto's kan een groot deel van deze groei compenseren: 10% autodelen compenseert een halvering van de reistijdwaardering. Mocht de reistijdwaardering echter verder dalen, dan is een percentage autodelen van minimaal 40% nodig om te zorgen dat de zelfrijdende auto niet tot ongewenste effecten leidt.

Wat leert deze manier van datagedreven toekomstverkenning ons? In ieder geval dat een stad niet zo veel zal veranderen als veel futuristen verwachten. Een kleine vermindering van wegooppervlak is mogelijk, maar dat betekent niet dat er massaal parken en groene gebieden aangelegd kunnen worden. Een vermindering van wegooppervlak schraapt een stukje van een lange strook af en kan er hooguit voor zorgen dat trottoirs of fietspaden iets breder kunnen worden.

Onze toekomstverkenning geeft dus geen aanleiding om de zelfrijdende auto als 'dé oplossing' van onze stedelijke problemen te zien. Sterker nog, de zelfrijdende auto kan met hetzelfde gemak de problemen vergroten. Het gaat er dan ook meer om de komst van de zelfrijdende auto in goede banen te leiden – en niet simpelweg om het stimuleren. Zal deze uitkomst verkeerskundigen verbazen? Vast niet, maar door de toekomst datagedreven te verkennen kunnen we het futuristische optimisme nu wel onderbouwd nuanceren.

En nu verder

De nieuwe manier van datagedreven systeemdynamisch modelleren laat zien dat we de toekomst kunnen verkennen gebruikmakend van losse datasets die in grote mate beschikbaar zijn. Door de data en de modellen hun werk te laten doen voorkomen we biased toekomstinvullingen. Zo'n type toekomstverkenning geeft meer houvast dan het focussen op slechts enkele, theoretisch mogelijke scenario's •

De auteurs

Martijn Legêne is student Transport Infrastructuur en Logistiek aan de TU Delft. Hij heeft de studie inmiddels afgerond.

Prof. dr. ir. Bert van Arem en dr. ir. Goncalo Homem de Almeida Correia zijn respectievelijk hoogleraar en universitair docent op de afdeling Transport & Planning aan de TU Delft.

Drs. Edwin Mein is domeinspecialist Mobiliteit bij Technolution.

* Dat we met 2015 beginnen is niet zonder reden: het biedt de gelegenheid de rekenresultaten voor 2018 te vergelijken met data uit datzelfde jaar. Zo kunnen we toetsen of de set van systeemdynamische modellen een correcte uitgangspositie heeft.

WE ARE HIRING!

TRAFFIC ENGINEER

Be-Mobile is a European market leader in smart mobility solutions, headquartered in Ghent. We develop and sell technological solutions for electronic toll collection, multi-modal route planning and electronic fare collection. We also offer advanced solutions to measure and manage the traffic flows to put travelers, cities, road authorities, parking operators and logistic companies in control over their mobility processes. **To strengthen our team, Be-Mobile is looking for a traffic engineer who is interested in working in a cutting-edge, socially engaged environment.**

Responsibilities

At Traffic Lab, all the research is centered and the innovation begins. To reinforce this team we are looking for a traffic engineer who will be in charge of the following responsibilities:

- You develop new traffic prediction models, techniques for fusion and statistical analysis of traffic data, geo ICT processes and traffic algorithms. These new models will be prototyped in Matlab and translated into technical specs for our developers and business analysts.
- You contribute to innovative research projects by sharing your thoughts and writing reports.
- You act as project manager for projects within your domain of expertise and work together with clients and internal stakeholders.

Profile

The must-haves we are looking for are:

- Higher relevant degree (geography, technology, engineering, data-analysis) and strong technical curiosity.
- Found of analyzing big data and eager to use your creativity to come up with opportunities.
- You take ownership and value good communication with clients and colleagues to work out technical specs, ready for further development.
- You keep track and overview over different projects and you are result oriented.
- Standard project methodology (such as Prince II) knowledge and practice are seen as a plus.

Values that make a great Traffic Engineer are:

- Eye for details during your analyses though creative and open minded in your advice.
- Able to balance the harmony between working on high tech concepts/technologies with a can-do mentality and organizational culture.
- Taking ownership in your projects but also in the collaboration with your contacts.
- Willing to share knowledge and natural tendency towards continuous improvement.

If you recognize yourself in these requirements, we are happy to hear from you!

Ready to leave your mark in the smart mobility revolution?

Send your motivation letter and CV to HR@be-mobile.com.
For more information please visit our website www.be-mobile.com.

VERBORGEN SCHATTEN

**KOMT
DAT
ZIEN**



Natuurmonumenten

De cruciale rol van netwerkmanagement

Een column in NM Magazine. Er zijn vele interessante en relevante onderwerpen in de context van netwerkmanagement waar ik over kan schrijven. Ik hou het op netwerkmanagement in een veranderende inhoudelijke en maatschappelijke context. Want het is opvallend hoe netwerkmanagement en mobiliteit aan het groeien en evolueren zijn, en welke impact dit heeft op het speelveld, samenwerkingen binnen en buiten het domein en op organisaties.

Netwerkmanagement gaat uiteraard in de eerste plaats over mobiliteit: infrastructuur beter benutten en het verkeer efficiënt en veilig afwikkelen. Maar de wereld is groter dan mobiliteit. Klimaat- en energieakkoorden, klimaatadaptatie, energietransitie, uitstoot, fijnstof, duurzame mobiliteit – het zijn allemaal aspecten die de bijdrage van netwerkmanagement in een breder perspectief plaatsen. De maatschappelijke potentie en relevantie van netwerkmanagement wordt steeds meer onderkend en we zijn ook steeds beter in staat om de meerwaarde voor de leefomgeving te duiden, bijvoorbeeld in vermindering van uitstoot en energiebesparing.

Maar er verandert meer. Waar netwerkmanagement eerst het *alternatief* was voor bouwen van infrastructuur, is het nu de *standaard*. Er zijn de technologische innovaties en vernieuwingen en de daarmee gepaard gaande leemtes in kennis bij een deel van het werkveld. Als ontwikkeling die daar weer overheen komt, geldt de beweging naar verkeersmanagement als een dienst, VMaaS, met een verschuiving van rollen en verantwoordelijkheden. Ondertussen is Nederland koploper op het gebied van (technologische en procesmatige) innovaties in mobiliteit en worden we alom gezien als het land dat het best klaar is voor zelfrijdende voertuigen. De raakvlakken die ook deze innovatie met netwerkmanagement heeft, zijn evident.

Al deze ontwikkelingen dagen ons uit om mee te bewegen en door te ontwikkelen. Als Europees ingenieursadviesbureau zijn wij volop betrokken bij oplossingen rond bijvoorbeeld de al genoemde VMaaS (denk aan de iDiensten) en 'smart traffic' (zoals ITS-applicaties voor iVRI's). Hiermee vertalen wij onze mobiliteitskennis naar producten en diensten – en we nemen hiermee een voor ons andere positie in, in een veranderend speelveld.

Maar niet alleen Sweco spant zich in. Veel marktpartijen en overheden in Nederland investeren fors in nieuwe technologieën en nieuwe diensten om ons land leefbaarder en duurza-



Rob Althuisius

Hoofd Mobiliteit Sweco Nederland

mer te maken. Deze investeringen leiden tot nieuwe producten en diensten, waarbij het nog onzeker is of en op welk moment er een volwassen markt voor ontstaat. Een compliment voor het initiatief, lef en ondernemerschap van publieke en private betrokkenen is zeker op zijn plaats!

Om samen succesvol de transitie te doorlopen is betrouwbaarheid van afspraken belangrijk. Het aanbod van private partijen moet conform verwachtingen zijn en de vraag van publieke partijen moet de voorgespiegelde impuls bieden. Het is ook essentieel dat we elkaar uitdagen op kwaliteit en maatschappelijke meerwaarde. Standaardisatie is prima om een marktproces in gang te zetten, maar uiteindelijk gaat het om de meerwaarde voor de maatschappij. Concreet: oplossingen die de grootste reductie in voertuigverliesuren, verkeersonveiligheid of uitstoot (afhankelijk van de beleidsdoelen) realiseren, zouden we moeten omarmen en op een voetstuk plaatsen. In een werkveld in transitie is het belangrijk dat er echte marktwerking ontstaat, waarbij concurrentie op kwaliteit en meerwaarde plaatsvindt. De publieke sector heeft de verantwoordelijkheid om hierop te sturen, als hoeder van het algemeen belang. Alleen dan zal de marktwerking optimaal bijdragen aan de hogere doelen en zal de ingeslagen weg bestendigen.

Dat lijkt me ook niet meer dan logisch. We zijn niet bezig nieuwe werkwijzen en technologieën te implementeren 'omdat het kan', maar om een bijdrage te leveren aan een mooie toekomst. Netwerkmanagement als middel om een hoger doel te bereiken! ●

Interview Frits Brouwer en Nico van Paridon

“We moeten verder kijken dan auto en ov”

Eind maart organiseerden NDW en NDOV gezamenlijk een congres over data. Het doel was de (data)werelden van wegverkeer en openbaar vervoer dichter bij elkaar te brengen – en dat is in een tijd van mobiliteitsmanagement, multimodale routeplanners en MaaS geen overbodige luxe. Maar hoe zien NDW en NDOV dat precies voor zich? NM Magazine sprak met Frits Brouwer, directeur NDW, en Nico van Paridon, voorzitter van de stuurgroep NDOV.



Frits Brouwer, NDW

Je zou ze zusjes kunnen noemen, de Nationale Databank Wegverkeersgegevens (NDW) en Nationale Data Openbaar Vervoer (NDOV). In de eerste werken de publieke wegbeheerders samen aan het inwinnen, opslaan en distribueren van gegevens over het wegverkeer. NDOV richt zich namens de ov-autoriteiten op het beschikbaar stellen en verbeteren van de kwaliteit van ov-reisinformatie. Beide organisaties doen dat al meer dan tien jaar.

NDW en NDOV hebben hun datawerk het afgelopen decennium vooral ‘los’ van elkaar gedaan, maar inmiddels weten ze elkaar aardig te vinden. Zo organiseerden ze op 29 maart 2018 samen Drive4Data, een congres over ‘mobiliteitsdata in het tijdperk van smart mobility en MaaS’.

In vergelijking met 2007 zitten we inderdaad in een heel ander tijdperk. Wat zijn voor jullie als ‘databasebeheerders’ de belangrijkste ontwikkelingen?

Nico van Paridon, NDOV: “Ik denk dat de belangrijkste is dat de vraag naar data zo exponentieel groeit. Van die data verwachten we ook steeds meer: het moet nauwkeurig en liefst gepersonaliseerd, gezien alle toepassingen en diensten die ervan afhankelijk zijn. Denk alleen maar aan de data die je nodig hebt voor een ontwikkeling als MaaS, Mobility as a Service.”

Frits Brouwer, NDW: “En met toepassingen als MaaS en mobiliteitsmanagement vervaagt ook de scheiding tussen de vervoersmodaliteiten. Eén enkele reis kan nu gemakkelijk per auto, ov én huurfiets worden afgelegd.”

Wat betekent dat voor jullie?

Brouwer: “Wat dat multimodale betreft is het goed dat we als NDW en NDOV meer de samenwerking zoeken. Dat voornemen hebben we op het congres ook nadrukkelijk uitgesproken. Maar multimodaal betekent dat we verder moeten kijken dan alleen auto en ov: de fiets is minstens zo belangrijk. Daarom hebben we op het afgelopen Nationaal Fietscongres in juni allebei de *Nationale Intentieverklaring Fietsdata* ondertekend, samen met Tour de Force, SHPV, CROW en MOGIN en in aanwezigheid van staatssecretaris Infrastructuur en Waterstaat Stientje van Veldhoven. We willen er met elkaar voor zorgen dat ook fietsdata snel beschikbaar komen.”

Van Paridon: “Het is wel belangrijk dat we de balans blijven zoeken. We moeten open staan voor nieuwe ontwikkelingen, maar tegelijkertijd moeten we onze kerntaken wel perfect blijven uitvoeren – de basis moet op orde zijn. Als NDOV merken we dat onze opdracht om ov-data in beeld te brengen en te beheren, nu al veel verder rijkt dan ‘ouderwetse’ ov-reisinformatie. Afgelopen jaren hebben we vooruit-

gang geboekt met onder meer haltedata, KAR [Korte Afstands Radio – red.] en sociale veiligheid. Door de MaaS-ontwikkelingen komen er nog veel meer vragen op ons af. Het is zaak die nieuwe taken met behoud van kwaliteit op te pakken.”

Aan welke nieuwe datastromen en informatie is behoefte?

Brouwer: “Ik noemde al fietsdata. Maar denk ook aan de mogelijkheden van weergegevens – voor mij als oud-directeur van het KNMI een inkoppertje. Door die data te koppelen aan verkeersgegevens, kunnen we de kans op ongevallen en vertragingen beter bepalen. Een informatiesoort waar met name verkeerscentrales om vragen, is een *verkeersverwachting* van bijvoorbeeld een half uur vooruit.”

Van Paridon: “Wat voor beleidsmakers, ondernemingen én reizigers ook heel nuttig is, zijn bezettingsgraden van het ov: wanneer is het waar druk? En als we weer even aan MaaS denken, dan is informatie over beschikbaarheid van ov-fietsen, deelauto's en parkeerplaatsen belangrijk. Koppel die data aan reserveringsmogelijkheden en je bent al een eind op weg met MaaS.”

Dat is nogal een lijst. Wat is ervoor nodig om aan die databehoeftes te voldoen?

Brouwer: “Twee zaken. Ten eerste steeds meer databronnen ontsluiten, uit de weg, uit de auto, desnoods uit satellieten. En ten tweede *data science*-technieken gebruiken om uit die data relevante informatie te halen. Wat zijn bijvoorbeeld de belangrijkste voorspellers voor de te verwachten verkeersdrukke over een half uur? Met *big data* moeten we dat kunnen achterhalen.”

Van Paridon: “Eens! Maar we moeten ook goed nadenken over de standaarden, de privacy en de governance van deze data. Dus vóór elke nieuwe stap moeten we de basis goed neerzetten.”

In hoeverre is het de taak van overheden – jullie zijn samenwerkingsorganisaties van overheden – om ervoor te zorgen dat deze data beschikbaar komen?

Brouwer: “De overheid moet het samen met de markt doen. Wat je momenteel ziet is dat de real-time data voor route-informatie steeds meer uit de markt komt. Wegbeheerders bouwen zelfs al wat wegkantapparatuur af, vanwege de mogelijkheden van *floating car data* als bron voor bijvoorbeeld DRIP-teksten over vertraging. Data die van belang zijn voor het

monitoren van randvoorwaarden als verkeersveiligheid en milieu, zijn natuurlijk wel typisch ‘des overheids’.”

Van Paridon: “Je moet als overheid duidelijke afspraken en regels over onder meer standaardisatie maken, maar daarna de markt de ruimte geven om maximaal te innoveren en te concurreren. Neem een MaaS-platform waar mobiliteitsaanbieders hun diensten aanbieden en waar consumenten kunnen plannen, boeken en betalen: mijns inziens is het het beste als de overheid spelregels afsprekt en een governance opstelt voor de standaarden en hoe partijen zich tot elkaar en tot elkaars data verhouden. Maar deze governance moet zo licht mogelijk zijn.”

Terug even naar jullie samenwerking. Jullie stelden net al vast dat een nauwere samenwerking nuttig zou zijn. Hebben jullie daar concrete plannen voor?

Brouwer: “Op communicatiegebied weten we elkaar goed te vinden – het congres heeft dat bewezen. Maar een concreet plan voor verdere samenwerking hebben we op dit moment niet.”

Van Paridon: “Na het congres hebben we geconstateerd dat er voldoende reden is om de samenwerking in alle openheid verder te onderzoeken. Dat is waar we nu staan.”

Brouwer: “Zaken waarin we onze samenwerking zouden kunnen uitbouwen, zijn onze IT-processen en onze standaardisatie-activiteiten, BISON en MOGIN. Ook het onderwerp wegwerkzaamheden is interessant: betere informatie daarover is van belang voor de personenauto's en het ov! We zitten gelukkig allebei in Utrecht, dus daar zal het niet aan liggen.”



Nico van Paridon, NDOV

Dus? Hoe zien jullie de organisaties over vijf jaar? Hebben we dan één groot 'NDWOV'?

Brouwer: “Ach, wie weet. Belangrijker dan fusieren is dat de wegbeheerders en de ov-autoriteiten optimaal ondersteund worden op datagebied en dat we als overheid zoveel mogelijk gegevens als open data beschikbaar stellen voor hergebruik. Als fusie dan handig is, zal dat wel blijken. Maar doe dan fietsdata en parkeerdata er ook maar gelijk bij!” ●

NDW en NDOV in internationaal perspectief

Frits Brouwer, NDW: “Ik sprak laatst met de voorzitter van Vemodis, de brancheorganisatie van serviceproviders voor verkeersinformatie. Zijn bedrijf werkt veel in het buitenland en hij benadrukte dat nergens de beschikbaarheid van open verkeersdata zo goed geregeld is als in Nederland met NDW. Als er buitenlandse gasten op bezoek komen, staan ze ook altijd verbaasd dat ons samenwerkingsverband van wegbeheerders op vrijwillige basis mogelijk is. We hebben echt wel reden om trots te zijn!”

Nico van Paridon, NDOV: “Op internationale ov-congressen hoor ik partijen vaak benadrukken hoe belangrijk het is om open en betrouwbare data te hebben. Er is dan altijd wel een regio of stad die z'n plannen presenteert om dat voor elkaar te krijgen. Als ik vervolgens vertel dat we dit in Nederland al tien jaar lang geregeld hebben, landsbreed, dan kijkt men toch wel op. Volgens mij zijn we wat dat aangaat, uniek in de wereld.”

Assetmanagement in beweging

Met behulp van verkeersmanagement proberen we het bestaande wegennet zo goed mogelijk te benutten. Maar dat is alleen mogelijk als we die wegen, inclusief verkeersmanagement-instrumentarium, goed en toekomstgericht beheren. Anders gezegd: wegbeheerders moeten hun *assetmanagement* op orde hebben. De auteurs Marc van den Elzen en Bas Govers leggen uit wat daar (nog) voor nodig is.

Assetmanagement is de “gecoördineerde activiteit van een organisatie om waarde te realiseren uit activa”, aldus de officiële ISO 55000-definitie. Voor wegbeheerders komt dat neer op het (proactief) beheren en onderhouden van het wegennet, de bijbehorende kunstwerken, het meubilair en installaties als verkeerslichten, camera's en DRIP's. Het doel is ervoor te zorgen dat deze assets gedurende hun hele *life cycle* beschikbaar zijn en doen waarvoor ze gemaakt zijn – en wel zo dat alle geïnvesteerde gelden zich dubbel en dwars terugverdienen.

Dat klinkt als een enorme opgave en dat is het ook, zeker op dit moment. De budgetten slinken, terwijl de wegen toch volcontinu ‘beter benut’ worden – lees: tot het uiterste gebruikt. Ondertussen gaat mobiliteit over veel meer dan bereikbaarheid alleen, want ook aspecten als emissies, geluidhinder, veiligheid en ruimtebeslag zijn beleidsfactoren van belang geworden. De mobiliteitsmarkt is met ontwikkelingen als smart mobility, MaaS en automatisch rijden sowieso volop in beweging. Overheden zitten in een proces waarin ze verantwoordelijkheden naar marktpartijen schuiven en er wordt gewerkt met nieuwe financieringsconstructies als Design-Built-Finance-Maintain. Zie dan maar eens het beheer, onderhoud en de uiteindelijke vervanging van je assets goed te organiseren!

Wat zijn enkele voorwaarden om te midden van al deze ontwikkelingen de juiste keuzes te maken? Daar is veel over te zeggen, maar in deze bijdrage staan we stil bij twee veranderopgaven voor assetmanagement.

Maatschappelijke bril

Het is in de eerste plaats belangrijk met de juiste bril naar onze assets te kijken. Simpel gezegd: we moeten de infrastructuur niet als asfalt en beton benaderen, maar als een *maatschappelijk goed*. De voor assetmanagers gebruikelijke afweging van prestaties, risico's en kosten zullen we dus ook in een brede maatschappelijke context moeten bezien.

Wat *prestatie* betreft, gaat het bijvoorbeeld om meer dan het sec beschikbaar hebben van infrastructuur. De kernvraag is in hoeverre assets maatschappelijke meerwaarde hebben – dát bepaalt hun prestatie. Niemand zit immers te wachten op het beheren en onderhouden van *achterhaalde* assets.

Ook bij *risico's* moeten we in maatschappelijke effecten denken.

Risico is dan niet alleen de kans op functie-uitval. Ook het risico van afnemend economisch belang moet worden meegenomen of een afname van het maatschappelijke draagvlak, bijvoorbeeld in het geval van een weg die veel omgevingshinder veroorzaakt.

De *prijs* ten slotte wordt bepaald door de totale levensduurkosten.

Het gaat om de aanlegkosten en om de exploitatiekosten en opbrengsten, kosten voor beheer en onderhoud en kosten van de organisatie. Maar ook de maatschappelijke kosten moeten worden meegewogen. Een goed onderhouden en geoutilleerd wegennet trekt mogelijk meer auto- en vrachtverkeer aan, met extra emissies en meer ongevallen als gevolg.

Een interessante case in dit verband is die van de Maastunnel in Rotterdam. Voor het hoognodige onderhoud van de tunnel had de verantwoordelijke afdeling van de gemeente een plan opgesteld waaraan een prijskaartje hing van 200 miljoen euro. Het nieuwe college had echter heel andere opvattingen ten aanzien van de mobiliteitstransitie in Rotterdam. ‘We gaan toch geen 200 miljoen investeren in het in stand houden van een probleem?’ De meerwaarde van de autobereikbaarheid in de stad woog voor hen niet langer op tegen de *maatschappelijke kosten* van lucht- en geluidshinder, barrièrewerking en ruimtebeslag in en rond de Maastunnel. In het nieuwe Verkeersplan is dan ook ingezet op een halvering van het huidige aantal van 60.000 motorvoertuigen per dag.

Responsive infrastructuur

Een tweede aspect om het assetmanagement met z'n tijd mee te laten gaan, is door op een meer *responsive* wijze met infrastructuur om te gaan. We beschikken over de technologie en de data om het gebruik, de status en prestatie van onze infrastructuur scherp in de gaten te houden – en dat helpt om beschikbare ruimte en middelen optimaal te benutten en om indien nodig ‘bij te sturen’.

Maar de *responsiveness* zal nog wat eerder in het proces z'n plek moeten krijgen. Traditioneel zijn de werkgebieden planvorming, realisatie, benutting en instandhouding (assetmanagement) redelijk op zichzelf staand, wat in de praktijk betekent dat assetmanagement pas goed in beeld komt als de assets er al zijn. Door vraagstukken op het gebied



van ruimtelijke ordening en mobiliteit samen te brengen met assetmanagement, kan er al in de planningsfase rekening worden gehouden met toekomstige ontwikkelingen en de daarbij behorende 'flexibele' invulling.

Een voorbeeld. Nederland loopt internationaal gezien voorop in dynamisch verkeersmanagement en ITS. De wereld verandert echter in rap tempo en we staan aan de vooravond van een enorme verandering, waarbij de vertrouwde verkeersmanagementinstrumenten plaatsmaken voor nieuwe systemen en nieuwe technologieën. Dit stelt eisen aan de instandhoudingsstrategie van deze systemen – die moet voldoende *responsive* zijn – en vraagt een andere manier van omgaan met en kijken naar toekomstige scenario's. Deze scenario's zijn slechts ruw te schetsen en sterk afhankelijk van de toe te passen nieuwe technologieën en maatschappelijke ontwikkelingen. Thema's als netwerk georiënteerd verkeersmanagement, communicatiesystemen, databeheer en de verdeling publiek en privaat spelen hierbij een belangrijke rol.

Hoe dat op te pakken? Vanuit een assetmanagementbenadering moeten we een beeld zien te vormen hoe we de bestaande functionele prestaties kunnen borgen, tegen welke prijs en met welke risico's. De implementatie van nieuwe ontwikkelingen en technologieën binnen bestaande systemen verdient eenzelfde beschouwing, waarbij rekening moet worden gehouden met de ontwikkelingen in de nabije én verre toekomst. De verantwoordelijken voor planning, bouw, beheer en benutting zullen de volgende (assetmanagement-) vraagstukken behandelen:

- Hoe gaan we om met innovatieve modificaties van de huidige systemen?
- Hoe zorgen we er daarbij voor dat nieuwe ontwikkelingen niet worden belemmerd, maar dat we daar juist op verantwoorde en duurzame manier op voorsorteren?
- Hoe ga je om met kapitaalintensieve investeringen die een impuls of juist een rem zijn op de ontwikkeling van toekomstgerichte systemen voor verkeersmanagement?
- Welke innovaties zijn er die de bestaande systemen vervangen?
- Hoe richten we in een complex ontwikkelende omgeving assetmanagement in?

Door deze assetmanagementvraagstukken *gezamenlijk* aan te pakken en *samen* in te zetten op visie, organisatie, projectvorming en financiering, kunnen we afgewogen keuzes maken voor een optimale bereikbaarheid, beschikbaarheid en leefbaarheid.

Verandering

Hoe ver zijn we met deze veranderopgave? De eerlijkheid gebiedt te zeggen, dat we als vakgebied assetmanagement nog zoekende zijn naar de maatschappelijke bril en de *responsiveness*, inclusief de nauwe samenwerking tussen planning, bouw, beheer en benutting. Het besef dat assetmanagement een andere invulling moet krijgen, is er wel, maar er zijn ook *disablers*. De huidige budgetten worden bijvoorbeeld nog sterk projectgewijs toegekend. De te doorlopen trajecten zijn langjarig. Ook is er de bekende vrees voor samenwerken en nieuwe rolverdelingen: iedereen wil voor zijn eigen deel 'in control' en voorspelbaar zijn en onverwachte innovatieve interventies worden gemedend.

Toch zijn er ook organisaties die al flinke stappen hebben gezet om de transitie mogelijk te maken. Zo zijn binnen de projectorganisatie van Schiphol de afdelingen Assetmanagement en Ontwikkeling samengevoegd. Dit helpt enorm. Partijen kunnen elkaar makkelijker opzoeken, transparant zijn en elkaars 'taal' leren spreken. Vanuit de eigen organisatie kun je op zo'n manier stimuleren dat er integraal wordt samengewerkt.

Met een paar van zulke vooruitstrevende koplopers zullen andere organisaties vanzelf volgen – zeker als duidelijk wordt dat het nieuwe assetmanagement ons nog beter in staat stelt 'om waarde te realiseren uit activa' ●

De auteurs

Marc van den Elzen en Bas Govers zijn respectievelijk adviseur Assetmanagement en adviseur Strategie en Beleid bij Goudappel.

iVRI's – Stand van zaken

In 2017 zijn de eerste verkeersregelininstallaties in Nederland leveranciers-onafhankelijk en interoperabel gemaakt – klaar voor nieuwe, intelligente toepassingen. Hoe staat het op dit moment met deze iVRI's? Waar lopen de partijen tegenaan bij de uitrol? Welke vooruitgang is er geboekt? En is er al iets te zeggen over de mogelijke effecten?

Met de iVRI, de intelligente verkeersregelininstallatie, hopen overheid en markt het regelen van verkeer op kruispunten een paar niveaus hoger te tillen.* Daar heeft het ook alle kans van. Belangrijk uitgangspunt van de iVRI's is namelijk dat techniek (hardware) en functionaliteit (software) gescheiden zijn. Dat maakt het veel eenvoudiger om innovaties door te voeren: voor een nieuwe toepassing is dan een 'software-update' nodig en geen 'hardware-update'. De iVRI's zijn bovendien *connected* en communiceren continu met de omgeving, bijvoorbeeld met naderende auto's en fietsers. En dan is er nog het gegeven dat de iVRI's met standaard interfaces werken. Dat bevordert de stabiliteit en schaalbaarheid van de installaties en voorkomt voor de afnemers (wegbeheerders) een *vendor lock-in*.

Alle reden dus om voort te maken met de uitrol en het gebruik van de iVRI's. Hoe staat het er op dit moment, half 2018, voor?

Vertraging...

Het korte antwoord op die vraag is, dat er veel vooruitgang is geboekt, maar dat de partijen qua planning achterlopen. Om met dat laatste te beginnen: het was oorspronkelijk de bedoeling om in de loop van 2017 meer dan duizend iVRI's geleverd te hebben. Maar het daadwerkelijke aantal iVRI's dat momenteel concreet langs de weg staat, bedraagt slechts enkele tientallen. Er zijn er al wel honderden in bestelling, een kleine 700.

Wat onder meer lastiger uitviel dan gedacht, is de *kruispunttopologie*, de gedetailleerde beschrijving van een kruispunt. Vooraf was ingeschat dat de bestaande kruispunttekeningen van wegbeheerders een prima basis zouden zijn om snel tot een beschrijving in MAP te komen, de internationale standaard die iVRI hanteert. Die inschatting bleek wat rooskleurig: er komt nog veel handwerk bij kijken, inclusief inspecties op straat, om de tekeningen van wegbeheerders aan te vullen en te verbeteren. Dat heeft veel extra tijd gekost. Overigens is ook het beheer van de topologie in MAP een aandachtspunt: hoe nemen wegbeheerders die nieuwe taak op zich?

Los daarvan waren er de meer organisatorische uitdagingen rond bestellen en produceren. Op beleidsmatig niveau was er weliswaar afgesproken dat de wegbeheerders in 2017 meer dan duizend iVRI's zouden afnemen, maar het proces van offertes uitvragen en beoordelen is niet in een dag geklaard. Sowieso zijn veel bestellingen pas eind 2017 of zelfs later geplaatst. De in totaal vijf leveranciers wachtten op hun beurt met de productie tot de bestellingen echt rond waren en konden toen ook niet stante pede leveren. Bovendien zijn er dan nog de vertragende factoren van vergunningen aanvragen, werkzaamheden inplanen enzovoort.

... en ook vooruitgang

En zo kan het dus gebeuren dat de partijen inmiddels een klein jaartje achterlopen op de oorspronkelijke uitrolplanning. Gelukkig is die tijd op organisatorisch en inhoudelijk vlak niet onbenut gelaten.

Zo was er nog niet voorzien in een gremium om standaarden vast te stellen in de keten waar de iVRI onderdeel van is. In april 2018 heeft minister Van Nieuwenhuizen van Infrastructuur & Waterstaat echter een *Strategic Committee* opgericht. Dit comité, waarin vertegenwoordigers van overheden en bedrijven zitting hebben, organiseert de samenwerking met bestaande instanties als Stichting IVERA, CVN en IVER, stelt de standaarden vast en laat die beheren door CROW.**

Verkeerskundig gezien is er ook interessante vooruitgang geboekt. Alle iVRI's die momenteel worden uitgerold, ondersteunen de diensten Informeren, Prioriteren en Optimaliseren – de eerste *use cases*. Maar daar zit wel een zekere spanning op: de spanning tussen dynamiek in regelen en voorspelbaarheid in informeren. Informeren van weggebruikers heeft alleen nut als de ITS-applicatie 'in de toekomst' kan kijken. Maar de veelheid aan gebeurtenissen rondom kruispunten vereist een grote mate van flexibiliteit om optimale doorstroming te bereiken: het toekomstbeeld wordt immers voortdurend geoptimaliseerd met aanpassingen van de groentijden.

*Het project iVRI is onderdeel van het publiek-private programma Talking Traffic. Zie www.talking-traffic.com.

**Zie www.crow.nl/thema-s/verkeersmanagement/landelijke-ivri-standaarden.

***Zie het artikel 'Voorspellende verkeerslichten: de volgende stap in stedelijk verkeersmanagement' in NM Magazine 2016 #4, pagina 35-37. Eerdere uitgaven van NM Magazine zijn als pdf te downloaden op www.nm-magazine.nl/download.



Een artikel in NM Magazine stelde eind 2016 *model predictive control* voor als veelbelovende regelmethode.^{***} Nu, anderhalf jaar later, is de regelmethode een feit en zijn er ITS-applicaties beschikbaar die netwerken van kruispunten regelen op basis van een voorspellend verkeersmodel. Hiermee zijn de iVRI's verkeerskundig voldoende geëquipeerd om steeds de juiste balans te vinden tussen tijdig prioriteren, betrouwbaar informeren en logisch optimaliseren.

Evaluaties

Waar ook stevig aan is doorgewerkt, zijn (de voorbereidingen voor) de evaluaties. Binnen het iVRI-programma is het onderzoek naar verkeerskundige effecten zwaar aangezet. Alle iVRI's die zogenaamde V-Log-data leveren worden geëvalueerd, wat neerkomt op honderden iVRI's. Dat gebeurt middels een voor- en een nameting die elk zo'n vier weken duren.

De effecten van de verschillende use cases, de diensten Informeren, Prioriteren en Optimaliseren, zullen afzonderlijk worden bepaald in vooraf bepaalde gebieden, de zogenaamde *geofences*. Aan potentiële gebruikers is hierbij geen gebrek, want de diensten komen onder meer via de bekende Flitsmeister-app beschikbaar – en alleen Flitsmeister telt landelijk één miljoen gebruikers. Ook Locatienet (van onder meer Routenet.nl) en Mobiele TV NL bieden de services aan hun gebruikers aan. Alles wat deze reizigers aan adviezen en waarschuwingen krijgen in de geofences wordt gelogd, inclusief korte GPS-traces in geval van een snelheidsadvies.

De eerste resultaten van de evaluaties komen eind 2018, begin 2019 beschikbaar. Aan wat voor evaluatiecijfers moeten we dan denken? Op basis van een eerste notitie met simulatieresultaten zouden de diensten Informeren en Optimaliseren tot een reductie van 22% in het aantal voertuigverliesuren voor automobilisten kunnen leiden. Maar de werkelijkheid is doorgaans iets weerbarstiger en ook veiligheid en gedrag zijn de moeite van een grondige analyse waard. Leidt een toepassing als informeren over groentijden (tijd tot rood) bijvoorbeeld tot een relaxtere rijstijl of juist tot meer Max Verstappen-voetjes?

Diverse studies en projecten wijzen bovendien uit dat een doorstromingswinst van iets meer dan tien procent realistischer is. Dat is nog

steeds een forse verbetering – zeker als je bedenkt dat meer doorstroming automatisch ook minder uitstoot betekent. Hier speelt echter weer het al eerder genoemde punt van voorspelbaarheid, bij de use cases Informeren en Optimaliseren. Beïnvloeding van gedrag van weggebruikers door het vrijgeven van groentijden (Informeren), leidt tot verhoogde veiligheid en minder uitstoot. Maar verhoogde voorspelbaarheid van ITS-applicaties heeft de prijs van minder flexibiliteit bij het Optimaliseren en dat leidt tot verminderde doorstroming. De grote vraag is in hoeverre connected weggebruikers ervoor zorgen dat het conflict tussen flexibiliteit en voorspelbaarheid verzacht wordt. En bij hoeveel procent connected weggebruikers wordt een optimum bereikt?

De use case Prioriteit lijkt wat dat betreft makkelijker. Hoe eerder een prioriteitsaanvraag bekend is in de ITS-applicatie, hoe minder verstoring dit in de doorstroming oplevert. Met nieuwe technologie is dit zeer goed realiseerbaar.

Tot slot

De afgelopen anderhalf jaar is er hard gewerkt aan een nieuwe revolutie in de verkeersregeltechniek: ITS-applicaties op basis van de gestandaardiseerde iVRI-architectuur. De soms wat al te ambitieuze plannen zijn niet gehaald – maar er zijn voldoende stappen gemaakt en de echte uitrol kan met de honderden uitstaande bestellingen nu echt goed loskomen.

Daarmee breekt een verkeerskundig interessante tijd aan. De individuele weggebruiker kan ongeacht modaliteit (auto, fiets, voet) een belangrijk aandeel leveren in de prestaties van de verkeersregeltechniek. Hoeveel procent doorstromingswinst zal dat opleveren? En wat betekent dat voor de uitstoot en verkeersveiligheid? De grondig opgezette evaluaties zullen het ons het komende half jaar vertellen ●

De auteurs

Herman van der Vliet is *solution manager Mobility* bij Dynniq.

Frans van Waes is *innovation and new business developer* bij Vialis.

Zelfrijdende voertuigen: kans voor het ov in Nederland?

De ontwikkeling van zelfrijdende voertuigen neemt wereldwijd een hoge vlucht. Hoe zal die automatiseringsslag ons openbaar vervoer beïnvloeden? TU Delft en Goudappel Coffeng inventariseerden de visie en mening van de verschillende ov-autoriteiten in Nederland.

Dat we ons met dit onderzoek op de openbaar-vervoermarkt hebben gericht, is niet zonder reden. Het ov biedt met z'n (deels) afgesloten infrastructuur, vaste routes en voorraangsregelingen een prima basis voor een vlotte uitrol van zelfrijdende voertuigen. In principe zou het daar dus snel kunnen gaan. Maar de ov-markt is van oudsher ook conservatief – en de stap naar zelfrijdend is zeker geen geringe. Dus hoe hangt de vlag erbij in het Nederlandse ov?

We zijn als TU Delft, het Smart Public Transport Lab van de universiteit en Goudappel Coffeng in het kader van het SURF-project STAD een onderzoek gestart om de denkbeelden en visies in Nederland over zelfrijdende voertuigen in het ov te inventariseren.* We hebben hiertoe gesprekken ingepland met elf ov-autoriteiten. Door middel van open vragen, stellingen en situationele schetsen hebben we de heersende denkbeelden in termen van behoeften, kansen, uitdagingen, risico's, haalbaarheid en kennishiaten achterhaald. In deze bijdrage beschrijven we de voornaamste uitkomsten.

Het ov-systeem van de toekomst

Over het algemeen zijn de ov-autoriteiten het erover eens dat het openbaar vervoer op de hoofdassen qua vorm blijft bestaan zoals we dat nu kennen. Op korte termijn zal er zelfs extra op de treinen, metro's en trams worden ingezet. De reden is eenvoudig: op de hoofdassen moeten in korte tijd veel mensen vervoerd worden en dan heb je efficiënt, grootschalig vervoer nodig – en die efficiëntie bieden de huidige systemen in voldoende mate. Vermoedelijk zal er wel enige automatisering plaatsvinden in de hoofdmodaliteiten, zoals de introductie van rijtaak-ondersteunende systemen. In Parijs en Londen bijvoorbeeld kennen we al de automatische metro.

Als we vragen naar de voornaamste uitdagingen voor het ov-systeem van de toekomst, dan worden vooral deze punten genoemd:

- Hoe houden we het ov voor iedereen toegankelijk?
- Hoe gaan we om met de bevolkingskrimp en vergrijzing (en dus: de afnemende ov-vraag) in landelijke gebieden?
- Hoe houden we het ov rendabel?

*Het onderzoek valt onder het werkpakket 'Case studies and Demonstrators' van STAD. Het doel van dit pakket is om te leren van eerdere toepassingen en proefprojecten en om beter voorbereid te zijn op een definitieve implementatie.

**Zie ook het artikel 'Proeven met automatische voertuigen: wat leren we?' in NM Magazine 2017 #3, pagina 30-31. Eerdere uitgaven van NM Magazine zijn als pdf te downloaden van nm-magazine.nl/download.

Deze uitdagingen spelen vooral verder van de hoofdassen af, in de 'haarvaten' van het ov-systeem.

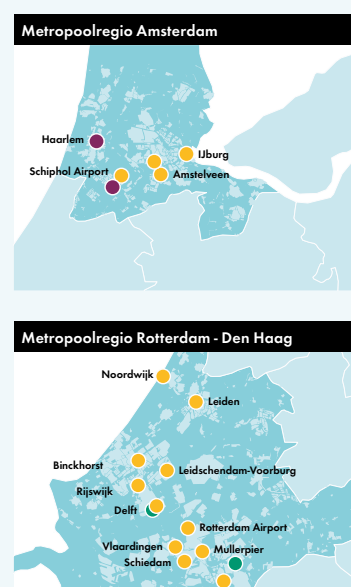
Pilots

In bijna alle provincies van Nederland bekijken de autoriteiten mogelijke testlocaties voor automatische voertuigen – zie de kaart. Het gaat om bijna dertig locaties, beduidend meer dan we vooraf hadden ingeschat. Op acht locaties zijn er al experimenten geweest, zoals in Ede-Wageningen met de WEpod en in Appelscha met het Easymile-voertuig.**

De pilots zijn nog vooral technisch ingestoken. Om een automatisch voertuig als ov in te zetten, zijn er echter veel meer uitdagingen dan alleen technische. Zo moet het voertuig *betrouwbaar* zijn, *beschikbaar* wanneer nodig en *vindbaar* in de diverse databases (met het oog op bijvoorbeeld reisplanners). Verder dienen de voertuigen te worden uitgerust met ov-apparatuur als KAR, een boordcomputer en een OV-chipkaart-systeem.

Figuur 1:

Een overzicht van de (mogelijke) testlocaties voor automatische voertuigen. (Bron: TU Delft/ Goudappel Coffeng.)



Volgens de geïnterviewde partijen is het belangrijk dat de focus van de komende pilots meer op de reiziger wordt gericht en op het eindplaatje: wat willen we op de lange termijn, welke functie(s) moeten de zelfrijdende voertuigen in het ov vervullen en op welke doelen moet we dan inspelen?

Per provincie verschilt de rol van de vervoerders in de pilots. Soms trekt de provincie de kar, soms faciliteert een provincie slechts door het beschikbaar stellen van een budget. In de toekomst zal het opdrachtgeverschap veranderen, is de verwachting. Er zal meer vraaggericht gewerkt worden en private partijen krijgen waarschijnlijk een veel grotere rol. Denk aan Uber-achtige bedrijven die steeds meer betaalbaar vervoer aanbieden. Volgens de ov-autoriteiten zullen als gevolg van automatisering publiek en privaat vervoer in elkaar over lopen.



Concessies van de toekomst

Als het ov zoals we dat nu kennen verandert, zullen vermoedelijk ook de concessies veranderen. Momenteel worden concessies al flexibeler dan voorheen ingericht, waardoor er ruimte is voor nieuwe concepten naast de bestaande dienstregelingen. Binnen deze ruimte zou geëxperimenteerd kunnen worden met zelfrijdende voertuigen. Kritische prestatie-indicatoren die hierbij passen zijn reizigersbeleving, beschikbaarheid van de voertuigen, veiligheid (zowel in het voertuig als daarbuiten) en de betrouwbaarheid van het systeem.

Redenen om wel/niet te investeren

De huidige zelfrijdende voertuigen kunnen veel, maar niet alles. Een belangrijk minpunt dat veel werd genoemd, is dat de voertuigen nog een te lage snelheid hebben. Ook de onzekerheid met betrekking tot de betrouwbaarheid van het voertuig maakt sommige ov-autoriteiten terughoudend. Veel geïnterviewden gaven dan ook aan dat een automatisch voertuig wellicht kan worden ingezet als *aanvulling* op het huidige ov-systeem, maar dat de ontwikkeling nog niet klaar is om ingezet te worden als *vervanging* van het huidige ov.

Voor de langere termijn zien de ov-autoriteiten wel veel kansen voor zelfrijdende voertuigen. Zo zouden deze voertuigen flexibele mobiliteit kunnen bieden aan iedereen, inclusief bevolkingsgroepen die nu mogelijk geen/beperkt toegang hebben tot het ov. Daarnaast kunnen kosten bespaard worden: je hebt immers geen chauffeur nodig. Ook wordt het als voordeel gezien dat de meeste automatische voertuigen elektrisch zijn, wat past bij de doelstellingen van Nederland om de emissies te beperken.

Maar al met al overheerst voorzichtigheid. De ontwikkeling van de automatische voertuigen gaat snel – maar voor sommige ov-autoriteiten nog niet snel genoeg.

Conclusie

De ov-autoriteiten dragen met hun pilots actief bij aan de ontwikkeling van zelfrijdende voertuigen. Toch zijn er nog niet of nauwelijks concrete plannen voor een daadwerkelijke implementatie. Dit lijkt een typisch kip-ei-verhaal: om automatische voertuigen grootschalig toe te kunnen passen is een betrouwbaar product nodig. Maar zonder een eerste grootschalige toepassing blijft het nog gissen naar de te leren lessen.

De bevindingen uit dit onderzoek worden zoveel mogelijk meegenomen in een gepland vervolgonderzoek van het Smart Public Transport Lab en het Research Lab Automated Driving Delft.^{***} Zij zijn voornemens om na de zomer nader onderzoek te doen naar de relatie zelfrijdende voertuigen en ov. Vooralsnog worden zelfrijdende voertuigen als aanvulling ingezet naast het bestaande ov. Hierbij dient de concurrentiepositie van de automatische voertuigen ten opzichte van voetgangers en fietsers in ogenschouw te worden genomen.

Uit de inventarisatie is in ieder geval duidelijk geworden dat een eventuele introductie van zelfrijdend ov geleidelijk gemaakt moet worden. Gedurende een lopende concessie kan naast de huidige dienstregeling geëxperimenteerd worden en kan een transitiepad uitgestippeld worden. De ov-autoriteiten zijn op dat punt zonneklaar: zelfrijdende voertuigen in het ov komen er niet met een 'big bang' ●

De auteurs

Ir. Arthur Scheltes is adviseur Openbaar vervoer bij Goudappel Coffeng.
Reanne Boersma is onderzoeksmedewerker in het STAD-project aan de TU Delft en de Hogeschool Rotterdam.

Dr. ir. Niels van Oort is co-director Smart Public Transport Lab van TU Delft.

^{***}Zie smartptlab.tudelft.nl en www.raddelft.nl.



Foto: Jerroen Willems

Het Gentse circulatieplan gewikt en gewogen

In maart 2018 werd de evaluatie van het Circulatieplan Binnenstad Gent gepresenteerd. Daarmee maakt Mobiliteitsbedrijf Stad Gent, in samenwerking met Transport & Mobility Leuven, de eerste balans op, een jaar na de invoering van het plan. Voor de evaluatie is een ruime selectie aan data gebruikt, waaronder ook kwalitatieve bronnen.

In september 2015 stelde het stadsbestuur van Gent z'n nieuwe Strategische Mobiliteitsvisie vast. Onderdeel van deze visie was een concept van een circulatieplan voor de binnenstad. Dit plan is in 2016 uitgewerkt en uiteindelijk op 3 april 2017 ingevoerd. Het *Circulatieplan Binnenstad Gent* deelt het gebied binnen de stadsring op in sectoren en verandert rijrichtingen. Het doel is het stadscentrum te ontlasten van doorgaand verkeer. Weggebruikers die echt in het centrum moeten zijn, kunnen zo hun bestemming vlot bereiken. Tegelijk wordt het autovrij gebied aanzienlijk groter.

Het Circulatieplan zorgt er dus voor dat mensen zich anders gaan verplaatsen. Maar gebeurt dat wel zoals gepland en verwacht? En welk effect heeft dat op de bereikbaarheid, veiligheid en leefbaarheid? Om die vragen te kunnen beantwoorden, is al vóór de invoering nagedacht over het evalueren achteraf.

Het evaluatiekader: inspiratie vanuit Europese hoek

Bij het opzetten van de evaluatie is gebruikgemaakt van de kennis verzameld in CIVITAS. Dit Europese project test mobiliteitsmaatregelen in Europese steden, ondersteunt de implementatie ervan en – niet onbe-

langrijk – evalueert de maatregelen. Om ervoor te zorgen dat de impact van maatregelen over de verschillende Europese steden en projecten heen op een systematische manier kan worden vergeleken, is in CIVITAS een solide evaluatiekader uitgewerkt. Het Mobiliteitsbedrijf Stad Gent en Transport & Mobility Leuven hebben dit kader als vertrekpunt genomen bij de evaluatie van het Circulatieplan Binnenstad Gent. Voor elke hoofddoelstelling ('objectief') is een consistent stappenplan uitgewerkt. Zie figuur 1 voor een schematische weergave van het objectief 'Bereikbaarheid openbaar vervoer'.

De beoogde impact van een objectief (in het voorbeeld van figuur 1: 'vlot') wordt beschreven met specifieke indicatoren ('commerciële snelheid' en 'perceptie'). Om op die punten de effecten te kunnen bepalen, heb je een combinatie van kwantitatieve en kwalitatieve databronnen nodig. Voor de 'harde' indicatoren liggen kwantitatieve data voor de hand, zoals trajectmetingen van de Vlaamse openbaarvervoersmaatschappij De Lijn om de commerciële snelheid* te bepalen. Voor het

*De snelheden met inbegrip van wachttijden aan haltes.

bepalen van indicatoren als perceptie en waardering zijn kwalitatieve data nodig. Het is belangrijk juist ook deze 'zachte' indicatoren goed te onderbouwen. Je kunt bijvoorbeeld niet zomaar concluderen dat reizigers hun busrit 'vlot' vinden simpelweg omdat er meer bussen op een lijn zijn gaan rijden. Een uitspraak daarover moet *onderbouwd* zijn met behulp van een gebruikersbevraging of focusgroep.

Het totale aantal kwantitatieve databronnen waar de onderzoekers gebruik van hebben gemaakt, kwam uiteindelijk op veertien, variërend van fiets- en passantentellingen tot *floating car data*. Dat dit aantal bronnen zo groot is, komt door de breedte van de objectieven – bereikbaarheid, leefbaarheid en veiligheid – en vooral ook door de *multimodale* aanpak van het circulatieplan. In de evaluatie moet dus worden nagegaan of de binnenstad van Gent vlot bereikbaar is met auto, openbaar vervoer, fiets en te voet. Elk van deze vervoerswijzen vereist weer z'n eigen databron(nen).

Voor de kwalitatieve analyses werden 3.347 Gentenaars aangeschreven. Ook zijn er focusgroepen georganiseerd.

Na een eerste verwerking van de data zijn alle data met zorg gevalideerd. Waar nodig zijn actualiseringen doorgevoerd. Er is ook goed gekeken welke data als nulmeting (de situatie vóór de invoering van het circulatieplan) konden dienen. Van veel databronnen moest bijvoorbeeld teruggerepeld worden op data uit 2012 en 2013: de data van de jaren net voor de invoering van het circulatieplan waren niet geschikt als nulmeting, door de impact van enkele belangrijke wegenwerken in die periode.

Data autoverkeer

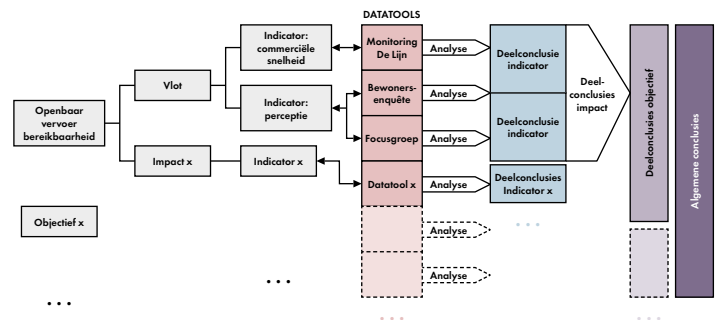
Wat is er aan bronnen gebruikt om de indicatoren met betrekking tot het autoverkeer in te vullen? Voor de trajecttijden – hoe lang doet het autoverkeer over een bepaalde afstand? – is een beroep gedaan op *floating car data*. Deze bron maakt gebruik van gps-signalen in wagens, voornamelijk afkomstig van smartphones.

Er zijn ook zogenaamde cordonmetingen gebruikt om een goed beeld krijgen van de verdeling van de (auto)verkeersstromen over het wegennet, voor en na de invoering van het circulatieplan voor de binnenstad. Er is een denkbeeldige lus rond de stad getrokken, ter hoogte van de stadsring, en daarop zijn veertien telposten geïnstalleerd. Verder werden nog eens dertien telposten gevestigd op strategische plaatsen binnen de stadsring. Op deze onderzoekslocaties zijn per richting de nummerplaten geregistreerd met behulp van infrarood ANPR-camera's. Gelijke nummerplaten op posten zijn gecombineerd tot een route van een voertuig. Dat gaf de onderzoekers zicht op zowel het doorgaande als het zogenaamde 'semi-doorgaande' verkeer. Dat laatste slaat op het verkeer dat van buiten de binnenstad komt en aan de andere kant van de binnenstad een bestemming heeft. Zo is nagegaan in welke mate het verkeer dat eigenlijk de stadsring zou moeten gebruiken, toch nog door de binnenstad rijdt.

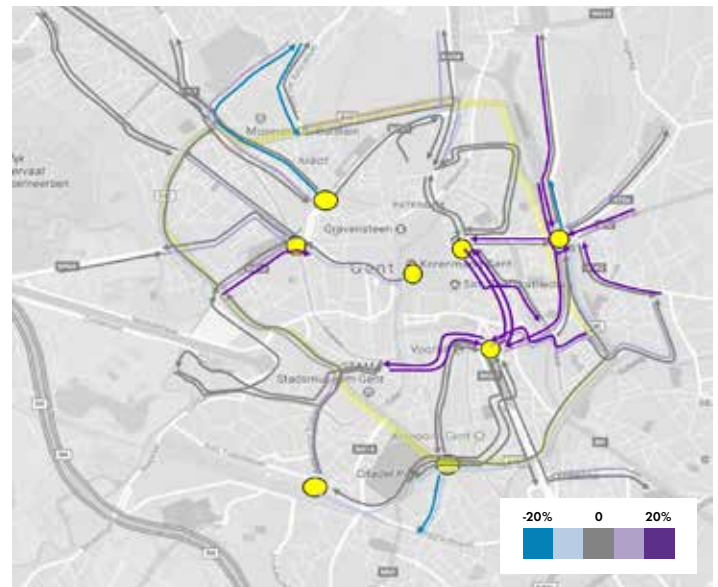
De fileregistratie gebeurde op basis van data afkomstig van 'on-board'-navigatiesystemen. Voor elk straatdeel kon zo de gemiddelde verliestijd in de spits worden berekend: de snelheid tijdens de spits werd afgezet tegen de zogenaamde *free flow*-snelheid, de gereden snelheid 's nachts (tussen 22 en 6 uur).

Doorstroming openbaar vervoer

Voor het openbaar vervoer voorzag De Lijn in trajecttijdmetingen. Zij maken gebruik van een monitoringsysteem dat de trajecttijden van alle bussen en trams registreert. Op basis hiervan worden gemiddelde trajecttijden en de gemiddelde commerciële snelheden op de verschillende segmenten van het tram- en busnetwerk berekend voor de schooldagen in de maand oktober tijdens de ochtend- en avondspits. Bijkomend zijn ook de totale trajecttijden voor verplaatsingen tussen de P+R-locaties



Figuur 1: Opbouw analysedoelstellingen vanuit indicatoren en datatools, toegepast op de doelstelling Bereikbaarheid openbaar vervoer.



Figuur 2: Verschil in commerciële snelheid bus voor – en na het circulatieplan. Op de donkerpaarse segmenten stijgt de commerciële snelheid met 20%. (Bron: De Lijn.)

en de belangrijkste haltes in het centrum berekend. Op die manier kon een van de belangrijkste doelstellingen, namelijk het verbeteren van de doorstroming van het openbaar vervoer, op een transparante manier in kaart worden gebracht. Zie figuur 2 voor enkele van de resultaten.

Wordt vervolgd

Dit najaar wordt het tweede luik van de evaluatie opgestart. Daarin kunnen de onderzoekers van Transport & Mobility Leuven in samenwerking met Stad Gent voortbouwen op het uitgewerkte evaluatiekader. Ook de effecten die op langere termijn waarneembaar zijn en waar nog geen data voor beschikbaar waren tijdens deze eerste evaluatie, kunnen dan worden bepaald. Het gaat dan onder meer om gegevens van de Vlaamse Milieumaatschappij over de luchtkwaliteit. Het bijhorende evaluatierapport wordt verwacht in het voorjaar van 2019 ●

—
De complete evaluatie is beschikbaar op de site 'Gent speelt open kaart': stad.gent/mobilityplan/evaluatierapporten.

De auteurs

Dirk Engels, Gitta Van Den Bergh en Bregtje Proost zijn respectievelijk mobiliteitsexpert, researcher en communicatie-expert bij Transport & Mobility Leuven. Begga Van Cauwenberge en Dries Meers zijn adjunct van de directie Monitoring & Evaluatie, Mobiliteitsbedrijf Stad Gent.

Een nieuwe regelaanpak voor regionaal verkeersmanagement in Midden-Nederland

In de Proof of Concept Utrecht-Zuid werken overheid en markt aan een netwerkbrede ‘regelaanpak’ om het verkeer te sturen op de A12-parallelbaan richting Den Haag en het omliggende stedelijke wegennet. Het vernieuwende aan de aanpak is dat er gecoördineerd wordt ingegrepen op de oorzaken van verkeersproblemen en dat het hele regelproces compleet geautomatiseerd is. In deze bijdrage beschrijven de auteurs de opzet van de proef en de – succesvolle – praktijkervaringen.

Sinds 2011 heeft het samenwerkingsverband VERDER in Midden-Nederland al meer dan honderd bereikbaarheidsmaatregelen geïnitieerd. Een opvallende en vooral ook innovatieve oplossing die de regio recent heeft omarmd, is de netwerkbrede regelaanpak voor verkeersmanagement in het project Proof of Concept Utrecht-Zuid.

In 2016 hebben we als deelnemende partijen* een eerste versie van deze aanpak beproefd op de A12-parallelbaan richting Den Haag, tussen knooppunt Oudenrijn en Lunetten. Eind 2017 is een ‘2.0-versie’ van de regelaanpak uitgewerkt en konden we ook testen op het omliggende stedelijke wegennet.

Principes van de regelaanpak

De regelaanpak van Utrecht-Zuid verschilt aanzienlijk van het gebruikelijke verkeersmanagement met regelscenario's. Essentieel is dat er niet geregeld wordt op de gevolgen (file) maar op de oorzaken. De maatregelen worden gecoördineerd ingezet. En het hele proces is compleet geautomatiseerd.

Een voorbeeld. Een toeritdoseerinstallaties (TDI) gaat normaliter pas aan als het ter plaatse druk wordt op de hoofdrijbaan. Maar het netwerkmanagementsysteem van de nieuwe regelaanpak houdt de kiem van het probleem in de gaten, zoals een weefvak dat misschien wel een kilometer stroomafwaarts ligt. Zodra op die kiem de situatie verslechtert, gaat de bewuste TDI aan. Door op deze wijze vroegtijdig in te grijpen, stellen we het ontstaan van files uit of voorkomen we het zelfs. Het effect wordt nog versterkt door een gecoördineerde inzet van (ondersteunende) maatregelen. In het algemeen geldt dat de duur van de inzet van een TDI wordt beperkt door de wachtrij op de toerit. Immers, als die rij te lang wordt – en dat gebeurt soms al na een paar minuten – moet de TDI worden uitgeschakeld om terugslag van verkeer te voorkomen. De nieuwe regelaanpak creëert daarom gericht extra regeltijd: de

groentijden van verkeerslichten stroomopwaarts (op de stedelijke wegen die naar de toerit leiden) worden zo aangepast dat verkeer wordt ‘gebufferd’ en er dus minder verkeer naar de toerit gaat. De wachtrij bij de TDI groeit nu minder snel en de TDI kan langer z'n werk doen. Uiteraard hebben de verkeerslichten zelf ook maar beperkt bufferruimte, maar die kunnen we weer oprekken met de regelingen verder stroomopwaarts.

Deze regelprincipes zijn ook goed toepasbaar op het stedelijke en provinciale wegennet. Denk bijvoorbeeld aan een kruispunt met verkeerslichten waar wachtend verkeer geregeld terugslaat op een ander (geregeld) kruispunt stroomopwaarts. Deze kiem kan worden aangepakt door het verkeer stroomafwaarts ruim baan te geven met meer groen. Tegelijkertijd kunnen we de instroom naar de kiem beperken door stroomopwaarts te ‘knijpen’ met meer/langer rood licht. Met deze aanpak verbeteren we niet alleen de doorstroming, maar ook de leefbaarheid (voorkomen onnodige uitstoot) en verkeersveiligheid (voorkomen onoverzichtelijke situaties).

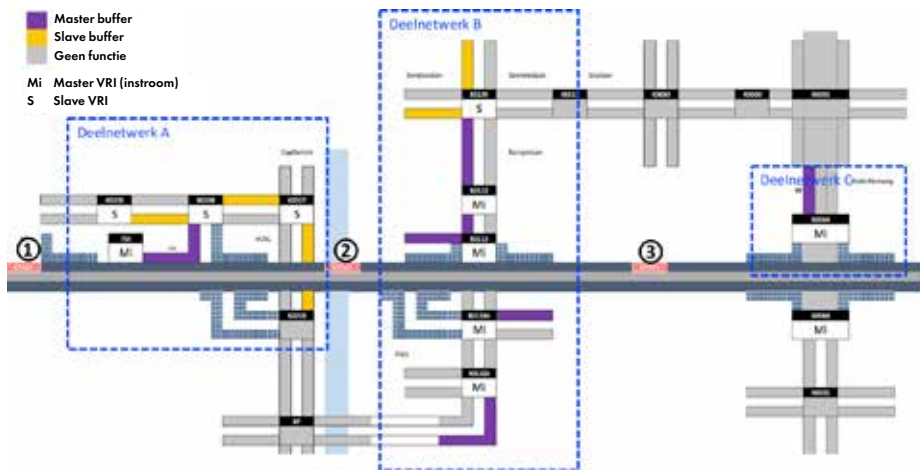
Verbetering regelaanpak

De Proof of Concept heeft goed gebruikgemaakt van de kennis en producten uit eerdere projecten.** Maar dankzij de pilot is er ook het nodige toegevoegd en verbeterd. Zo hebben we een nieuw feedbackalgoritme ontwikkeld dat bij het bepalen van de regelkracht (hoe ‘sterk’ moet er gedoseerd worden?) niet alleen rekening houdt met de actuele situatie, maar ook met het effect van de vorige regelstap. We kunnen daarmee geleidelijker ingrijpen met een TDI of verkeerslichtenregeling, wat tot een rustiger regelproces leidt.

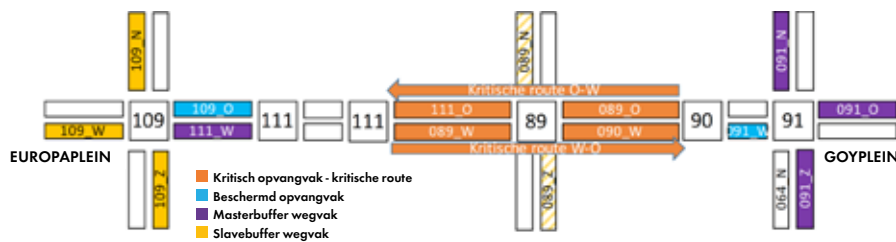
De berekende regelkracht wordt nu ook eerlijker verdeeld over de bufferwgvakken: wegvakken waar nog veel ruimte is, krijgen relatief meer groenbeperking. Dreigt een wegvak stroomafwaarts toch vol te lopen, dan zorgt het algoritme ervoor dat de groentijd van de signaalgroep niet worden verhoogd.

*De volgende partijen zijn bij de Proof of Concept Utrecht-Zuid betrokken: gemeente Utrecht, gemeente Amersfoort, provincie Utrecht, Rijkswaterstaat, Arane, Hoeflake, Fileradar en Technolution.

**Proof of Concept Utrecht-Zuid bouwt voort op de Praktijkproef Amsterdam en het Maastunnel-project Adaptief File Management van gemeente Rotterdam.

**Figuur 1:**

Proef Regelen kiem op de snelweg. Schematisch overzicht van de deelnetwerken. De cijfers geven de kiemen aan.

**Figuur 2:**

Proef Regelen kiem op stedelijke wegennet. Schematisch overzicht van de betrokken wegen ('t Goylaan).

Het afbouwen van een ingreep verloopt eveneens soepeler dan voorheen. In de praktijk bleek dat als we een TDI uitzetten zodra een probleem verholpen was, er vaak direct een nieuw probleem ontstond op de kiemlocatie – simpelweg doordat we in één keer het grote peloton aan voertuigen loslieten dat zich op de toerit had verzameld. Daarom is er nu een 'normalisatie-algoritme' dat de regelkracht rustig afbouwt, totdat de verkeerssituatie op de kiemlocatie én in de bufferwegvakken weer normaal is.

Met de wegbeheerders is overigens per wegvak een bufferlengte afgesproken die tijdens het regelen niet mag worden overschreden. We zetten ondersteunende wegvakken in om de wachtrij in de bufferwegvakken onder die beleidsmatige grens te houden. Door inzet van de ondersteunende wegvakken konden we in de Proof of Concept gemiddeld een half uur langer op probleemsituaties regelen – een enorme verbetering.

Uitbreiding en verbetering monitoringsystemen

De genoemde regelprincipes hebben alle als uitgangspunt dat er gedetailleerde informatie beschikbaar is over kiemen en over de vulling en ruimte in het netwerk. In de proef maken we daarom gebruik van de monitoringtools *Kiemenspeurder HWN* en *Wachtrijwachter*.

De *Kiemenspeurder HWN* geeft aan of een kiem regelbaar is en of er samenhang is met andere kiemen: zijn de problemen echt op de kiem ontstaan of is er sprake van terugslag? Het netwerkmanagementsysteem kan op basis van deze informatie beter beslissen of het maatregelen aan of uit moet zetten, en of er op de stroomopwaartse aansluitingen (ook) op andere kiemen geregeld moet worden om de groei van de file in bedwang te houden.

De radardetectoren langs de weg detecteren met een zeer hoge frequentie de positie en snelheid van objecten (voertuigen) binnen hun bereik. Algoritme zorgt ervoor dat de radardetectie worden omgezet in voertuigtrajectoriën en dat deze toegekend worden aan een rijstrook. In de configuratie van de *Wachtrijwachter* worden de rijstroken ingedeeld in

segmenten van 7 meter. Op basis van de voertuigtrajectoriën kunnen we vervolgens in tijd en ruimte een vrij nauwkeurige schatting maken van waar in het wegvak er voertuigen stilstaan. Op basis van deze informatie berekent de Wachtrijwachter elke 10 seconden de indicatoren die cruciaal zijn voor een juiste werking van het regelsysteem: de vulling van een wegvak (hoeveel voertuigen kunnen er nog aansluiten?) en de ruimte in een wegvak (wat is de buffercapaciteit per signaalgroep?).

Verbetering netwerkmanagementsysteem

Ook het netwerkmanagementsysteem zelf is verbeterd, zowel functioneel als technisch. Zo kunnen we de functies van de verkeerslichtenregelingen (VRI's) en de netwerkdelen nu geautomatiseerd inlezen, wat het configureren van andere deelnetwerken veel eenvoudiger maakt. Het systeem is bovendien robuust gemaakt voor foutsituaties. Als er bijvoorbeeld een radardetector of VRI uitvalt, kunnen we toch veilig doorregelen.

Een interessante technische voorziening is de zogenaamde *Enterprise Service Bus* of ESB. Alle verschillende componenten van het systeem communiceren nu met elkaar via deze bus. Dat maakt het eenvoudiger om functionaliteit toe te voegen of te wijzigen, maar ook om alle services te monitoren: de data die via de ESB lopen, kun je in een database opslaan en met een API-interface uitlezen, analyseren, evalueren en visualiseren. Die visualisatie gebeurt met een *geografisch gebruikersinterface*, wat een goed beeld geeft van de verkeerssituatie en de regelingrepen op straat.

Een laatste verbetering is de directe aansturing van de VRI's met het IVERA-protocol. Hiermee hebben we de frequentie van de aansturing van de VRI's sterk verhoogd en is de keten van systemen eenvoudiger en daardoor minder storingsgevoelig geworden.

De regelaanpak in de praktijk

Eind 2017 hebben we de verbeterde systemen en regelaanpak een aantal weken in de praktijk van het studiegebied laten draaien. De algehele indruk was positief. Als we de verkeerskundige evaluatie van de spits-



periodes beschouwen, zien we dat de regelaanpak het ook beter doet naarmate het drukker wordt.

Proef hoofdwegennet plus stedelijk wegennet

Het regelen op kiemen op het hoofdwegennet is beproefd op de A12 parallelweg richting Den Haag, tussen de knooppunten Oudenrijn en Lunetten. Er is daarbij op drie kiemen geregeld, gebruikmakend van één TDI en zes verkeerslichtenregelingen op de aansluitingen Papendorp, Europalaan en Waterlinieweg. Bijzonder aan deze proef is dat alleen op de meest stroomafwaartse aansluiting met een combinatie van TDI en VRI's is geregeld en op de overige aansluitingen alleen met VRI's. Zie figuur 1.

In de ochtendspits is er voornamelijk geregeld op kiem 3, nabij de aansluiting Waterlinieweg. Door het verkeer vanaf de Waterlinieweg richting de A12 met een verkeerslichtenregeling te doseren, is er een winst geboekt van 50 voertuigverliesuren op de A12. De wachtrij op de Waterlinieweg groeide hierdoor en dit veroorzaakte ongeveer evenveel verliezen op de Waterlinieweg zelf. Het nettoresultaat tussen winst op het hoofdwegennet en verliezen op het stedelijk wegennet is daarmee neutraal, maar er is wel een *verschuiving* opgetreden in de locaties waar de verliezen optreden. In plaats van op de hoog geprioriteerde A12 treden de verliezen nu op de lager geprioriteerde Waterlinieweg op. In de avondspits is de uitstroom van het stedelijk netwerk richting de A12 erg hoog en is er vooral op de meest stroomafwaartse kiemen 1 (Oudenrijn) en 2 (weefvak Galecopperbrug) geregeld. In de avondspits is er veel winst gehaald op de parallelbaan A12: gemiddeld 175 voertuigverliesuren per avondspits, een verbetering van maar liefst 40%. Hier staat een 'doseerverlies' van 37 voertuigverliesuren op het stedelijke wegennet tegenover. Interessant is ook dat door het in bedwang houden van de kiemen op het hoofdwegennet, de situatie stroomopwaarts op de Waterlinieweg fors verbeterd.

In de avondspits wordt in totaal een winst van 189 voertuigverliesuren geboekt, oftewel 18% winst ten opzichte van de nulmeting. Doordat de A12-parallelbaan beter doorstroomt, is een verwacht neveneffect dat het verkeer langer op de snelweg zal blijven, in plaats van sluiproutes door de stad te kiezen om files te omzeilen.

Proef stedelijk wegennet

Het regelen op kiemen op een stedelijk traject is toegepast op de 't Goylaan in Utrecht, een traject bestaande uit vier geregelde kruispun-

ten en één geregeld voorrangsp plein – zie figuur 2. De 't Goylaan is in 2016 heringericht. De capaciteit is van 2x2 naar 2x1 rijstroken gegaan en een geregeld kruispunt midden in het tracé is vervangen door een voorrangsp leintje. Doel van het regelsysteem is om, ondanks de herinrichting, de doorstroming van met name het openbaar vervoer op peil te houden. Belangrijke randvoorwaarde daarbij is, dat het tegenhouden van verkeer veilig gebeurt en dat een blokkade van het voorrangsp leintje wordt voorkomen. In de evaluatie is het effect van de regelaanpak onderzocht.

De 't Goylaan presteerde ook vóór de regelaanpak redelijk goed, met name in de ochtendspits. Uit de analyses blijkt dat de doorstroming op de 't Goylaan als gevolg van de regelaanpak in de ochtendspits gelijk is gebleven en in de avondspits is verbeterd. Het regelsysteem heeft de wachtrijen op 't Goylaan ook beter onder controle gehouden. Ten opzichte van de nulmeting is de tijd dat er een 'kritische wachtrij' stond tot 40% gedaald, wat tot minder blokkades van kruispunten en minder onveilige situaties heeft geleid.

Vervolg

De ervaringen met de regelaanpak op de A12-parallelweg-Noord en de 't Goylaan zijn dermate positief dat de betrokken wegbeheerders hebben besloten om na de proefperiode de systemen structureel in gebruik te nemen. Voor het stedelijke traject 't Goylaan is dit inmiddels gerealiseerd. In de volgende fase van de Proof of Concept zal ook het regelsysteem op de A12 worden klaargemaakt voor een structurele in gebruikname. Ook zullen we dan een proef uitvoeren met regelen op netwerkniveau door het verkeer te informeren over de routes A27-A12 en Waterlinieweg, om zo tot een betere benutting van de A27 te komen.

Voor de toekomst zien de betrokken wegbeheerders kansen om de aanpak ook elders in de regio uit te rollen. De gemeente Utrecht zal de kennis die is opgedaan sowieso toepassen in het project Westelijke Stadsboulevard. Uniek aan dat project is dat er daar een multimodaal vraagstuk ligt waar een regelaanpak ondersteunend zal worden ingezet ●

De auteurs

Jaap van Kooten, Koen Adams en Erik-Sander Smits zijn adviseurs bij Arane. Peter-Jan Kleevens is adviseur Verkeersmanagement van gemeente Utrecht.

AL MEER DAN 10 JAAR UW FAVORIETE VAKBLAD



MAAR HEEFT U ZICH OOIT 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 weggennet 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.

Verkeersveiligheid verbeteren met verkeersmanagement

Het gaat niet goed met de verkeersveiligheid in Nederland. Het aantal zwaargewonden is al een paar jaar stijgende en het aantal doden stabiliseert – en het ziet er niet naar uit dat de trend spontaan weer dalend zal worden. Wat te doen? ‘De’ oplossing bestaat niet, maar slim verkeersmanagement en (C-) ITS kunnen wellicht een bijdrage leveren, zo concludeerde TrafficQuest op basis van een *challenge* onder verkeersveiligheidsexperts.

Hoewel verkeersmanagement primair gericht is op doorstroming, wordt het instrument ook al jaren met succes ingezet om de verkeersveiligheid te verbeteren. Een mooi voorbeeld is de *filetaartbeveiliging* – een decennia oud succesnummer op het gebied van verkeersveiligheid. Is er wellicht meer winst te behalen met verkeersbeïnvloeding op de weg en in de auto?

Om die vraag te beantwoorden heeft TrafficQuest* een kleine *challenge* onder verkeersveiligheidsexperts georganiseerd. Na een korte verkenning van de literatuur zijn zeven specialisten van SWOV, TU Delft, Universiteit Twente, Rijkswaterstaat en gemeente Rotterdam bevestigd over de mogelijkheden van verkeersmanagement en (coöperatieve) ITS om de verkeersveiligheid te verbeteren. Hieronder komen de verkeersmanagementmaatregelen en ITS-oplossingen aan bod die de experts het meest hebben genoemd.

Managen van de snelheidskeuze

Het beïnvloeden van de snelheid van voertuigen is een belangrijke verkeersveiligheidsmaatregel. Het in-carsysteem *Intelligent Speed Adaptation*, ISA, geeft weggebruikers een seintje zodra zij de geldende snelheidslimiet overschrijden, met een visueel, auditief of zelfs haptisch signaal (tegendruk op het pedaal). Ook zijn er navigatiesystemen die de snelheidslimiet aangeven en/of snelheidsadvies geven.

Een probleem is wel dat deze systemen maar mondjesmaat worden gebruikt. Ook is het de vraag wie je precies met deze vrijblijvende assistentie bereikt. De toch al voorzichtige bestuurder krijgt misschien graag waarschuwingen, maar hoe blij is de ‘sportieve’ automobilist met de repeterende alerts? Zelfs de meer geavanceerde systemen zijn nog niet zo vormgegeven dat het voertuig zich *automatisch* aan de snelheidslimiet houdt. In die zin biedt de zelfrijdende auto wel interessante perspectieven.

Managen van de routekeuze

De geïnterviewde experts zien ook het managen van de routekeuze als een maatregel met potentie. Dit kan door de bewegwijzering langs de

kant van de weg te verbeteren, bijvoorbeeld waar die als verwarrend wordt ervaren. Of door navigatiesystemen expliciet rekening te laten houden met verkeersveiligheid in de voorgestelde route (vermijden van gevaarlijke wegvakken en kruisingen). Belangrijk is dat de gegevens langs de weg consistent zijn met de informatie in het voertuig.

Ondersteunen van de rijtaak

Er zijn diverse rijtaakondersteunende systemen die bij kunnen dragen aan de verkeersveiligheid. De experts noemden ISA, de hierboven besproken ‘snelheidsassistent’, *Adaptive Cruise Control*, die de snelheid en volgtijd automatisch regelt, en de systemen *Lane Departure Warning* en *Lane Keeping Support*. Die laatste helpen ongevallen vermijden waarbij het voertuig van de weg raakt.

Verbeteren van de HMI

De human-machine interfaces van in-carsystemen zijn lang niet altijd optimaal. Dit betreft zowel de HMI van de in voertuigen ingebouwde systemen als die van smartphone-apps. De richtlijnen in de publicatie ‘Human factor guidelines for the design of safe in-car traffic information services’** kunnen helpen de HMI’s te verbeteren.

Waarschuwen voor gevaarlijke situaties

Er komen steeds meer mogelijkheden om te waarschuwen voor gevaarlijke situaties, ook als die onvoorspelbaar in tijd en ruimte zijn. Vooral interessant zijn de in-carsystemen die bestuurders waarschuwen voor situaties die ze zelf nog niet kunnen zien, maar waar ze wel binnen korte tijd op zullen stuiten. De waarschuwing kan gepaard gaan met een snelheids- en strookadvies. In Nederland wordt er hard aan gewerkt om dit soort waarschuwingen inderdaad in-car te krijgen, onder andere in het Partnership Talking Traffic van het programma Beter Benutten.

Geloofwaardigheid van maatregelen

Het is zaak om de geloofwaardigheid van maatregelen te waarborgen. Dit geldt allereerst voor snelheidsadviezen: passen die bij de situatie en

*TrafficQuest is een samenwerkingsverband van Rijkswaterstaat, TNO en TU Delft. Formeel is het samenwerkingsverband per 1 januari 2017 beëindigd, maar op ad-hocbasis werken de partijen nog samen onder de naam TrafficQuest.

**Kroon, E.C.M., M.H. Martens, K.A. Brookhuis, M.P. Hagenzieker, J.W.A.M. Alferdinck, I.M. Harms and T. Hof (2016). ‘Human factor guidelines for the design of safe in-car traffic information services’. DITCM, 31 augustus 2016.



bij het gedrag van het omringende verkeer? Verkeerslichtenregelingen kunnen geoptimaliseerd worden, zodat weggebruikers niet voor een rood licht staan als niet duidelijk is waarom het licht voor hen rood is. Ook moet duidelijk zijn waarom er rode kruizen boven de weg getoond worden en weggebruikers moeten daar het nut van inzien. Als er afzettingen zijn voor wegwerkzaamheden, zou ook te zien moeten zijn dat er gewerkt wordt en dat de afzetting dient om wegwerkers, materieel en de passerende weggebruikers zelf te beschermen.

Meer mogelijkheden

Een andere, meer algemene maatregel die de experts in de interviews noemden, is het verlagen van de conflictsnelheid. Dat heeft twee voordelen: als gemotoriseerde voertuigen op kruisingen een lage snelheid hebben, (a) verkleint dat de kans op een botsing met een fietser of voetganger en (b) raakt die minder zwaar gewond als er onverhoopt toch een botsing optreedt.

Een efficiënte inzet van handhaving kwam ook aan de orde. Regulier overleg tussen wegbeheerder en politie is in dit verband nuttig om de beperkte handhavingscapaciteit zo slim mogelijk in te zetten. En algemene gedragsbeïnvloeding, zonder dienst of rijtaakondersteunend systeem, werd een aantal keer 'getipt' als effectief op de wat langere termijn. Denk bijvoorbeeld aan voorlichting, campagnes en maatregelen om de roodlichtnegatie van fietsers en voetgangers terug te dringen.

Overigens uitten de geïnterviewde experts ook een aantal zorgen. Het belangrijkste 'maar' van ITS-oplossingen betreft de hoeveelheid informatie die de bestuurder aangeboden krijgt door met name in-carsystemen. Wordt er geen *information overload* gecreëerd? Hoe ervoor te zorgen dat boodschappen aan de bestuurder geprioriteerd worden, zodat de bestuurder niet te veel berichten tegelijk krijgt – en daardoor wellicht afgeleid wordt en te lang zijn ogen van de weg heeft?

Verder temperden de experts de vaak hooggespannen verwachtingen rond in-carsystemen en apps. De penetratiegraad is meestal nog te laag om echt impact te hebben en sowieso is er weinig bekend over hoe vaak en waar bestuurders de systemen daadwerkelijk gebruiken.

Hoe verder?

De challenge heeft duidelijk gemaakt dat verkeersmanagement en C-ITS op zich kansen bieden om de verkeersveiligheid te (helpen) verbeteren. Dat geldt trouwens net zo goed voor automatisch rijden en *Mobi-*

lity as a Service. Het is dan wel belangrijk om te werken met expliciete doelstellingen, zowel bij het ontwerpen van afzonderlijke maatregelen als bij het inrichten van overkoepelende programma's. Nu wordt er vaak alleen op doorstroming (bereikbaarheid) en eventueel duurzaamheid gestuurd. Door ook veiligheid als doel mee te nemen, worden de afwegingen (eventuele conflicten) tussen verkeersveiligheid en andere doelstellingen in ieder geval helder.

Het Strategisch Plan Verkeersveiligheid en het Manifest 'Verkeersveiligheid: een nationale prioriteit' kunnen aanknopingspunten bieden bij het formuleren van veiligheidsdoelstellingen voor de ontwikkeling van nieuwe maatregelen en diensten. Maar het is aan ieder project om dit te vertalen naar expliciete doelstellingen en om te evalueren of deze ook behaald (kunnen) worden.

Wat kan het vakgebied verder nog doen? Verkeersmanagement- en verkeersveiligheidsexperts kunnen samen de potentie van maatregelen en diensten, ook die voor langzaam verkeer, in kaart brengen. Het *gewenst* gebruik van de juiste oplossingen kan vervolgens gestimuleerd worden. Er moet echter ook goed nagegaan worden of bepaalde 'oplossingen' geen ongewenste (onverwachte) effecten hebben. En er moet veel aandacht zijn voor goed HMI-ontwerp en de betrouwbaarheid van adviezen.

Dat zijn nogal wat aanbevelingen, maar de stijgende trend van het aantal ongevallen en slachtoffers zal niet zomaar om te buigen zijn. De uitdaging is groot, zeker gezien de toenemende drukte op de Nederlandse wegen, maar (levens)belangrijk genoeg om aan te gaan ●

De auteurs

Dr. ir. Henk Taale (Rijkswaterstaat, TU Delft)
en ir. Isabel Wilms (TNO) zijn experts bij TrafficQuest.

Strategische verkeersmodellen – hoe krijgen we ze realistisch én snel?

Strategische verkeersmodellen zouden eigenlijk een graadje realistischer moeten zijn – zeker met het oog op (nieuwe) toepassingen als het doorrekenen van benuttingsmaatregelen. De sleutel voor die kwaliteitsslag ligt bij de verkeers-toedelingsmodellen. Het verbeteren van die toedeling heeft nogal wat haken en ogen, maar het model STAQ biedt hoop: meer realisme tegenover acceptabele rekentijden.



Strategische verkeersmodellen zijn eigenlijk vooral bedoeld voor lange-termijnprognoses. Typische toepassingen zijn het afwegen van varianten van grootschalige infrastructurele ontwikkelingen en bijvoorbeeld de evaluatie van klimaatdoelstellingen. Omdat het hierbij om effecten in een ver zichtjaar gaat, worden alleen *relatieve* verschillen beschouwd en is realisme van de absolute uitkomsten op de fijnere uitvoerniveaus, zoals de afwikkeling op wegvakken, geen vereiste.

De afgelopen jaren echter zijn we strategische modellen ook voor beïndrukkend minder strategische toepassingen gaan gebruiken. Denk dan aan het bepalen van de effecten van benuttingsmaatregelen, met een tijdshorizon van slechts enkele jaren, aan het schatten van een referentiesituatie voor afgeleide, meer operationele modellen of aan een maatschappelijke kosten-batenanalyse waarin de absolute reistijdbaten door het verkeersmodel berekend worden. Het realisme van de modeluitkomsten is in deze gevallen wél essentieel. Hoe kunnen strategische modellen daarin voorzien?

De sleutel ligt bij het *toedelingsmodel*, dat binnen het strategisch model de afwikkeling en routekeuze bepaalt. Die toedeling is nu nog vaak statisch. Als dat realistischer kan, en dan specifiek voor netwerken met congestie, zal dat de resultaten van het strategische model als geheel

ten goede komen. Voorwaarde is natuurlijk wel dat de aanpassingen ter wille van het nieuwe gebruik niet ten koste gaan van de oorspronkelijke (langetermijnprognose-) toepassingen.

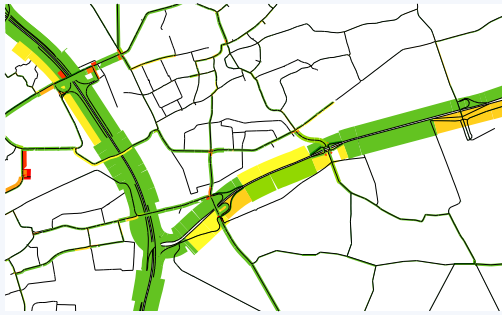
Macroscopisch-dynamische toedelingsmodellen?

Het lijkt wellicht voor de hand liggend om de statische toedelingsmodellen in strategische modelsoftware simpelweg te vervangen door de al decennia beschikbare *macroscopisch-dynamische toedelingsmodellen*. Deze modelleren de verkeersafwikkeling inderdaad realistischer. Dat heeft allereerst te maken met de factor tijd. In statische toedelingsmodellen is de invoer (vervoersvraag) 'stationair' en is de uitvoer (wegvakintensiteiten, snelheden en -dichtheden) een gemiddelde over de studieperiode. In dynamische toedelingsmodellen daarentegen variëren de invoer, en daarmee ook de uitvoer, keurig over de tijd.

Wat zeker ook bijdraagt aan het realisme is dat de dynamische modellen strikte capaciteitsbeperkingen hanteren: er kan nooit meer verkeer door een wegvak dan dat de capaciteit toelaat. Dynamische modellen modelleren de vertraging dan ook *stroomopwaarts* van bottlenecks, zoals in werkelijkheid, terwijl in statische modellen de complete vertraging op het bottleneck-wegvak zelf wordt gemodelleerd. De strikte capaciteitsbeperkingen zorgen er bovendien voor dat er (in het model)

*Dit betekent dat elke weggebruiker altijd de route gebruikt die voor hem of haar de kortste reistijd heeft. Hoewel zo'n evenwicht in werkelijkheid wellicht nooit volledig zal optreden, is het wel in lijn met rationeel routekeuzegegedrag. Belangrijker nog, het werken met het (voorspelbare) gebruikersevenwicht is noodzakelijk om verschillen tussen modeluitkomsten van verschillende modelscenario's te kunnen interpreteren als scenario-effecten in de werkelijkheid.

**Wanneer gebruik wordt gemaakt van kruispuntmodellering zijn ook kruispuntdefinities nodig, net als in statische modellen.

**Figuur 1:**

Toedeelresultaten voor het referentiescenario, bij gebruik van een statisch toedelingsmodel (links, locatie bottleneck omcirkeld) en bij gebruik van STAQ (rechts). Balkkleuren: gemodelleerde snelheid als percentage van de vrije snelheid. Balkdikten: gemodelleerde intensiteit. Blauwe cirkels in STAQ-resultaten: locaties van primaire bottleneck (radius geeft omvang en getal geeft aantal veroorzaakte voertuigverliesuren weer).

**Figuur 2:**

Toedeelresultaten van het fictieve oplossingscenario. Links het resultaat van het statische model, rechts dat van STAQ.

Bandwidths
STAQ equilibrium reldspeed as_w/ithmdelays

0	53.3
6.7	60
13.3	66.7
20	73.3
26.7	80
33.3	86.7
40	93.3
46.7	100

fysieke wachtrijen ontstaan die stroomopwaarts terug kunnen slaan, en dat stroomafwaarts van een bottleneck een doserend effect optreedt: er stroomt nooit meer uit dan de effectieve capaciteit van de bottleneck.

Deze twee belangrijke pre's hebben echter hun prijs. De factor tijd maakt de macroscopische-dynamische toedelingsmodellen bijvoorbeeld erg rekenintensief. Dit beperkt de omvang van het gebied dat het model praktisch gezien kan behappen.

Een ander probleem is dat macroscopisch-dynamische modellen een hoog detailniveau van invoerdata vereisen – al snel té hoog als het om een langetermijnprognose gaat. Want ja, hoe lang zijn de opstelstroken van kruispunt A in zeg 2040?

Een laatste showstopper is dat dynamische modellen niet of onvoldoende in staat zijn het *gebruikersevenwicht* te bepalen.^{*} Bij het vergelijken van scenario's is daardoor niet duidelijk of effecten een gevolg zijn van verschillen in de geëvalueerde scenario's of van verschillen in het (impliciet) door het model berekende routekeuzegegedrag.

STAQ: het beste uit twee werelden

De gedwongen afweging die modelgebruikers moeten maken tussen realisme (dan kom je op dynamisch uit) en toepasbaarheid (statisch) was voor onderzoekers van Goudappel Coffeng, TU Delft, Universiteit Twente en later DAT.Mobility en Universiteit Sydney reden om in de periode 2011-2014 STAQ te ontwikkelen, wat staat voor *Static Traffic Assignment with Queuing*.

STAQ combineert de uitgangspunten van statische en macroscopisch-dynamische modellen: het gaat uit van een stationaire vervoersvraag gedurende één tijdperiode, zoals in statische modellen, maar voegt daar de strikte capaciteitsbeperkingen van dynamische modellen aan toe. Op deze wijze levert STAQ naast intensiteiten, snelheden en dichtheden ook de locaties van bottlenecks en het aantal veroorzaakte voertuigverliesuren per bottleneck. Deze informatie kan als filekiemen op het netwerk worden weergegeven op knoop- en afslagbeweging-niveau.

Een belangrijk voordeel van deze 'best of both worlds'-oplossing is dat STAQ niet meer invoer vereist dan een statisch toedelingsmodel: een vervoersvraagmatrix per gebruikersklasse en een capaciteit (vrije) snelheidswaarde per wegvak.^{**}

Wat wel een aandachtspunt is, is de vereiste nauwkeurigheid van de capaciteitswaarden. Waar een statisch model vrij vergevingsgezind is voor incorrecte wegvakcapaciteiten, heeft een te lage capaciteit binnen STAQ onherroepelijk onrealistische congestie tot gevolg. In de praktijk kunnen we de bottlenecklocaties uit een STAQ-testtoedeling gebruiken om wegvakken met een verkeerde capaciteitswaarde op te sporen.

Toegevoegd realisme

Om het toegevoegde realisme van STAQ te demonstreren rekenen we een fictief oplossingscenario door voor een notoire bottleneck in de avondspits op de A59 richting Nijmegen ter hoogte van afrit Rosmalen. We gebruiken een 'traditionele' statische evenwichtstoedeling en een STAQ-toedeling – zie figuur 1.

In de referentiesituatie laat de statische toedeling alleen kleine snelheidsdalingen zien direct op de wegvakken die de bottleneck veroorzaken. STAQ heeft ook aan de bovenstroomse zijde van deze wegvakken kiemlocaties: eentje tussen de af- en toerit (308 voertuigverliesuren) veroorzaakt door het eindigen van de weefstrook en een tweede, veel kleinere, kiemlocatie onder aan de afrit (60 voertuigverliesuren), veroorzaakt door de VRI. Deze twee kiemen veroorzaken in de STAQ-toedeling wachtrijen die terugslaan op de A59, tot ver op de ring Den Bosch.

In het fictieve oplossingscenario is de capaciteit van de VRI fors uitgebreid en is er een extra strook toegevoegd tussen de af- en toerit. Dit resulteert in de toedeelresultaten weergegeven in figuur 2.

Als we figuur 1 en 2 vergelijken, zien we dat de volgende effecten in zowel de statische als de STAQ-toedeling zichtbaar zijn:

1. De twee bottlenecks rondom de afrit verdwijnen als gevolg van het toevoegen van capaciteit: de wegvaksnelheden nemen daar toe.
2. Als gevolg van 1 wordt de toerit meer gebruikt: de intensiteiten op de toerit en toeleidende wegvakken zijn hoger.
3. Verkeer in zuidelijke richting dat op het onderliggende wegennet de A59 kruist, keert terug van alternatieve routes naar de route langs de aansluiting waar de capaciteit van de VRI is uitgebreid. De intensiteit op deze route is hoger, terwijl de intensiteiten op de alternatieve A59-kruisende routes lager zijn.

Voertuigverliesuren per avondspitsuur			
	Referentie-scenario	Oplossings-scenario	Reistijds-winst (=verschil)
Statisch	2095	2031	64
STAQ	1469	1335	134

Tabel 1:

Voertuigverliesuren en reistijd-winsten van fictief oplossings-scenario A59 Rosmalen.

Run-indicatoren						Rekentijd			Geheugengebruik	
Model	Spits-periode	#routes	#iteraties	#kiem locaties	geblokkeerde routes	totaal [uu:mm:ss]	per iter [mm:ss]	per route per iter [ms]	totaal [Mb]	per route [Kb]
Leuven	Avond	74697	49	74	21%	0:01:50	0:02	0.03	404	5.41
NRM-West	Ochtend	1241762	31	863	56%	0:37:19	1:12	0.06	2935	2.36
BBMB	Ochtend	1272227	14	470	27%	0:22:53	1:38	0.08	2245	1.76
Breda	Avond	2069672	46	940	53%	3:02:58	3:59	0.12	6470	3.13
Haaglanden	Avond	2854246	18	255	32%	1:36:56	5:23	0.11	7631	2.67

Tabel 2: Rekentijden en geheugengebruik van vijf strategische modellen waarop STAQ getest is.

De volgende effecten zijn echter alleen zichtbaar in de STAQ-resultaten:

- De wachtrij op de ring Den Bosch vanuit de oorspronkelijke bottleneck is veel korter. Dit is een gevolg van het verdwijnen van beide kiemlocaties rondom de afrit.
- Dat er toch nog een wachtrij staat, is het gevolg van twee nieuwe kiemlocaties (94 voertuigverliesuren bij knooppunt Hintham, 57 voertuigverliesuren bij afrit Rosmalen-Oost) en een intensivering van twee bestaande kiemlocaties (van 148 naar 215 voertuigverliesuren bij afrit Oss; van 41 naar 63 voertuigverliesuren bij toerit Oss), veroorzaakt door het ontbreken van de oorspronkelijke bottleneck (afwikkeling) en de aanzuigende werking (routekeuze) van de toegevoegde capaciteit in het oplossings-scenario.

Het statische model modelleert dus alleen de effecten op de wegvakken en knopen waar maatregelen zijn genomen, plus enkele van de routekeuze-effecten. STAQ daarentegen modelleert ook de effecten stroomopwaarts en stroomafwaarts van de oorspronkelijke bottleneck. De toevoeging van terugslag- en doserende effecten van bottlenecks aan het model verbetert het realisme op netwerken met congestie sterk.

In tabel 1 hebben we de toedeelresultaten doorvertaald naar reistijd-winsten, zoals die als invoer voor een (maatschappelijke) kosten-baten-analyse zouden worden gehanteerd. Merk op dat deze resultaten alleen voor illustratieve doeleinden zijn, omdat er geen kalibratie is uitgevoerd op beide modellen.

Wat blijkt? Bij gebruik van STAQ is de reistijds-winst meer dan tweemaal zo groot. Uitgaande van een gemiddelde tijdswaardering van 9 euro per uur, een gemiddelde betrouwbaarheidsratio van 0,6 en 260 van deze gemiddelde avondspitsuren per jaar zou de maatschappelijke waarde van het oplossings-scenario volgens het statische toedelings-model ongeveer 240.000 euro zijn, terwijl STAQ deze waarde schat op 500.000 euro. Deze bevindingen tonen aan dat de keuze voor een toedelingsmodel dat rekening houdt met doserende en terugslag-effecten aanzienlijke effecten heeft op de uitkomsten van een kosten-baten-analyse in een studiegebied met structurele congestie.

Vergelijkbaarheid en rekentijd

De mate van evenwicht, en daarmee de mate van vergelijkbaarheid, is het meest zuiver uit te drukken in de *duality gap*. Deze maat bepaalt het surplus aan voertuiguren dat is gemaakt op routes die een grotere reistijd kenden dan de (op dat moment) kortste route, uitgedrukt als fractie van de hoeveelheid voertuiguren dat gemaakt zou zijn als al het verkeer wél de kortste route zou hebben genomen (het gebruikersevenwicht).

Er heerst consensus onder onderzoekers dat in een strategische context een *duality gap* van $1E-04$ (0,0001) of lager nodig is – en dat is ook het criterium dat gehanteerd wordt binnen STAQ.

In tabel 2 zijn rekentijden en geheugengebruik opgenomen van vijf strategische modellen waarop STAQ getest is. Hieruit blijkt dat STAQ binnen acceptabele tijd het evenwicht bereikt: op de grote netwerken variëren rekentijden tussen 23 minuten en 3 uur op een gewone desktop pc met 2,2 tot 7,6 GB geheugengebruik.

Dit is (ordegrootte) vergelijkbaar met statische toedelingsmodellen. We kennen geen dynamische toedelingsmodellen die op dit soort netwerken deze mate van evenwicht kunnen bereiken.

Tot slot

STAQ is in diverse pilots getest en wordt ondertussen toegepast binnen de strategische verkeersmodellen van de provincie Noord-Brabant. Daarnaast is het de toedeling achter verkeersmodel Stadsregie van de gemeente Den Haag. Nu het toedelingsmodel in gebruik is, wordt er nog gewerkt aan een efficiënte matrixkalibratiemethodiek en het schatten van een *neuraal netwerk model* om weefvakcapaciteiten te bepalen. Ook is er de ambitie om onderzoekstrajecten te doen om verkeer uit kiemen van een STAQ-toedeling over te hevelen naar een volgende tijdsperiode, om zo een semi-dynamische toedeling te vormen en om gevoeligheidsanalyses te doen met andere kruispuntmodellen.

In dit artikel hebben we laten zien dat STAQ als vervanger van een statische evenwichtstoedeling meer realisme op gecongesteerde netwerken realiseert zonder de inputvereisten te verhogen, terwijl de rekentijden op acceptabele niveaus blijven. Dit maakt het model geschikt voor toepassingen waarbij noch statische noch dynamische modellen voldoen: strategische toepassingen op grootschalige netwerken met congestie. Het ligt in de lijn der verwachting dat steeds meer statische modellen in gecongesteerde gebieden zullen worden vervangen door modellen met harde capaciteitsbeperkingen •

—
Zie voor een overzicht van de gebruikte literatuur de online-versie van dit artikel op www.nm-magazine.nl.

De auteurs

Ir. Luuk Brederode is PhD-kandidaat bij de TU Delft en consultant bij DAT.mobility.
Prof. dr. ir. Serge Hoogendoorn is hoogleraar Smart Urban Mobility op de TU Delft.

Wegwijs in de verkeerskunde

Deze tweedaagse cursus is een kennismaking met het vakgebied van verkeer en vervoer én met de verkeerskundigen die hierin werkzaam zijn. Deelnemers krijgen een goed beeld van de uitdagingen die spelen en van de complexiteit van verschillende vraagstukken. Ook leren zij de begrippen en basisbeginselen van relevante thema's als verkeersveiligheid, ontwerp en verkeersmanagement.

Datum: 4 en 11 oktober 2018

Locatie: Utrecht

Kosten: 1.290,- euro

Meer info: www.dtvconsultants.nl

Verkeersveiligheid: nieuwe ontwikkelingen

Een interactieve cursus van prof. dr. Marjan Hagenzieker (TU Delft, SWOV) en dr. Diversa Twisk (SWOV) over de nieuwste ontwikkelingen op het gebied van verkeersveiligheid. Denk aan *hot topics* als: fietsveiligheid en het toenemend gebruik van e-bikes en speed pedelecs, ouderen in het verkeer, gevolgen van afleiding door gebruik van apparatuur (door automobilisten maar ook door fietsers en voetgangers), opkomst van stille elektrische auto's, automatisch rijden enzovoort.

Datum: 8 oktober 2018

Locatie: Amersfoort

Kosten: 585,- euro

Meer info: www.paotm.nl

Talking Traffic: Topologie voor wegbeheerders

In deze cursus leert u als wegbeheerders alles over Talking Traffic en zogenaamde kruispunttopologieën: de achtergronden, de organisatie, en de opzet van de zogenaamde ITF standaard en bijhorend kaartmateriaal. Dit helpt u onder andere om op een effectieve wijze iVRI's voor te bereiden en het meeste uit Talking Traffic te halen voor uw stad, gemeente of provincie.

Datum: 10 oktober 2018

Locatie: Utrecht

Kosten: 750,- euro

Meer info: www.dtvconsultants.nl

Masterclass Mobiliteit voor Wethouders

Het parkeertarief is slechts een van de hete hangijzers in gemeenten als het gaat om verkeer en mobiliteit. Hoe houden we onze dorpen en steden toegankelijk voor een vergrijzende bevolking? Wat kunnen we doen om de verkeersveiligheid te waarborgen? En wat is nu reëel als het gaat om trendy onderwerpen als zelfrijdende voertuigen en Mobility as a Service? Met de Masterclass Mobiliteit voor Wethouders krijgt de wethouder in één dag de juiste handvatten voor zijn of haar mobiliteitsstrategie.

Datum: 12 oktober 2018

Locatie: Utrecht

Kosten: 490,- euro

Meer info: www.dtvconsultants.nl

Talking Traffic: Topologie voor producenten

Deze cursus helpt producenten de kwaliteit en effectiviteit te vergroten van de productie van zogenaamde topologiebestanden in het kader van Talking Traffic. Centraal in de cursus staat de ITF-standaard en de wijze waarop deze wordt toegepast in de topologiecontrole.

Datum: 31 oktober 2018

Locatie: Utrecht

Kosten: 750,- euro

Meer info: www.dtvconsultants.nl

Nieuwe PAOTM-cursus Verkeersbelastingmodel voor bruggen

In 2012 is bepaald dat voor alle bruggen in Nederland dezelfde veiligheidsnormen gelden. Maar voor veel stadsbruggen zijn die regels (veel) te streng. Dankzij een nieuw verkeersbelastingmodel mogen gemeenten nu per geval bepalen of versteviging van de brug wel of niet nodig is. Omdat er flink wat geld bespaard kan worden met dit model, organiseert PAO Techniek en Management een cursus over de toepassingsmogelijkheden.

Volgens het Bouwbesluit 2012 en Eurocodes moet elke brug in Nederland bestand zijn tegen het allerzwaarste verkeer: vrachtwagens van 50 ton en ontheffingsverkeer tot 100 ton. Dat plaatst gemeenten voor een probleem: veel bruggen zijn niet bedoeld voor en dus ook niet berekend op zwaar vervoer. De kosten om die bruggen dan toch geschikt te maken, lopen al snel fors op. Zo beraamde gemeente Rotterdam de vereiste 'verstevigingsoperatie' op een half miljard euro.

Op verzoek van Rotterdam onderzocht TNO daarom van welk voertuiggewicht moet worden uitgegaan bij de berekening van de veiligheid van stadsbruggen. Er is vervolgens een nieuw 'verkeersbelastingmodel' ontwikkeld dat gemeentes helpt bepa-



len welke verkeersbelasting voor bruggen moet worden aangehouden. Uitgangspunt is dat zware trucks van meer dan 50 ton niet op die bruggen mogen komen. Rotterdam kon zo voor 90 procent van de stadsbruggen aantonen dat ze al veilig genoeg zijn en niet aan de Bouwbesluit-normen aangepast hoeven te worden.

Cursus

Het mooie is dat deze modelaanpak als wijzigingsblad in de veiligheidsnormen NEN8700 en NEN8701 is opgenomen. Om gemeenten te helpen dit model te gebruiken, is een praktische cursus uitgewerkt, 'Nieuw verkeersbelastingmodel voor bruggen'. Geïnteresseerden kunnen zich via de website www.paotm.nl inschrijven.

Geslaagde CCOL-gebruikersdag 2018: klaar voor de iVRI



Vialis heeft op 18 april 2018 een geslaagde gebruikersdag georganiseerd rond CCOL, een toolkit voor het programmeren van VRI's. Veertig CCOL-gebruikers vanuit de overheid en het bedrijfsleven namen in Houten deel aan het jaarlijkse programma. Dit keer stonden de nieuwe CCOL 9.5-versie voor de iVRI en het verzamelen van wensen voor CCOL 10 centraal.

Het doel van de CCOL-gebruikersdagen is om de CCOL-toolkit gebruiksvriendelijk, accuraat maar vooral ook actueel te houden. Met de landelijke Talking Traffic-uitrol van iVRI's betekent dit dat de CCOL-protocollen moeten worden aangepast voor het programmeren van deze nieuwe generatie verkeerslichten. Dat is een flinke operatie, omdat de iVRI-architectuur de bestaande, enkelvoudige VRI-kolom loslaat: een iVRI bestaat in feite uit drie apparaten die onderling moeten communiceren. De CCOL-applicatie moet daarom zowel de communicatie met de TLC, *Traffic Light Controller*, beschrijven als die met een RIS, *Road Side ITS-station*.

'Vialis-toepassing'

De verkeerskundigen Martijn de Leeuw en Ron van Zuilichem van Vialis toonden op de gebruikersdag hoe Vialis CCOL inmiddels geschikt heeft gemaakt voor iVRI's. Het komt er simpel gezegd op neer dat er nu een faseplan is om de verschillende regelstappen transparant te maken. Ook is er een LDM+ ontwikkeld, een *Local Dynamic Map*, die helpt om voorspellingen te doen waarop flexibel kan worden geanticipeerd. Met name het transparant maken van het actuele en toekomstige regelgedrag helpt bij het duiden van situaties die misschien niet helemaal goed gaan.

Ton van Grinsven, de ontwikkelaar van CCOL, maakte bekend dat de CCOL 9.5-versie, aangevuld met Intergroen, TIG, wordt ingevoerd zodra Vialis en Swarco die hebben getest. Aansluitend presenteerde hij een nieuwe wensenlijst voor de CCOL 10-versie.

Meer info:

luuk.misdom@vialis.nl

Samenwerking wegbeheerders bij uitrol intelligente verkeerslichten

Op 15 mei 2018 kwamen de wegbeheerders van de Zuidvleugel in de regio Zuid-Holland bijeen om te praten over de uitrol van intelligente verkeerslichten, iVRI's. De iVRI's kunnen communiceren met weggebruikers en omgekeerd. Zo kunnen verkeerslichten beter afgestemd worden op naderende fietsers, auto's, bussen en trams en krijgen weggebruikers informatie over onder meer de wachttijd tot het groene licht.

Vanuit het landelijke project Talking Traffic van het ministerie van Infrastructuur en

Waterstaat werken wegbeheerders en marktpartijen aan intelligente, 'samenwerkende' verkeerslichten. De nieuwe mogelijkheden die internet en smartphones bieden, worden hierbij zo goed mogelijk benut. Alle oude verkeerslichten moeten aangepast worden, inclusief de dataverbindingen. Alleen in de Metropoolregio Rotterdam Den Haag gaat het om 202 iVRI's. Om de gehele keten werkend te krijgen, wordt landelijk gewerkt aan cloudservices en de ontwikkeling van apps.

Besteld

Het merendeel van de iVRI's in de regio is besteld, een aantal volgt nog. Na het technisch

installeren volgt het proces om de verkeerslichten in te regelen en uit te rusten met de gewenste use-cases (regelingen), zoals prioriteit voor de fiets of prioriteit voor het openbaar vervoer.

De bijeenkomst was bedoeld om van elkaars aanpak te leren bij het bestellen en realiseren van de iVRI's. Door het verdelen van technische expertise kunnen naast de grote steden ook de middelgrote gemeenten nu de iVRI's uitrollen.

Meer info:

b.sligter@mrdh.nl



Nieuw innovatief verkeersmodel voor provincie Utrecht

Sweco en 4cast bouwen een nieuw verkeersmodel voor de provincie Utrecht, als aanvulling op de bestaande regionale modellen. Het model is *tour based* en stelt de provincie in staat om doelgericht elke combinatie van vervoerwijzen te analyseren en in te richten: auto, fiets en openbaar vervoer. Het model gebruikt hiervoor software van PTV Group.

De provincie Utrecht staat samen met de gemeenten uit de regio voor de uitdaging om de mobiliteit van haar inwoners optimaal te faciliteren, nu en in de toekomst. Daarbij spelen verschillende, soms tegenstrijdige ruimtelijke-orderingfactoren een rol, zoals doorstroming, duurzaamheid en veiligheid. Met het nieuwe *tour based*-model kan de provincie Utrecht steeds de juiste keuzes maken: het model brengt nauwkeurig de relaties tussen verkeersstromen in beeld.

Sweco en 4cast verkregen in mei 2018 de opdracht om het model te bouwen. Zij maken daarbij gebruik van de bekende software Visum van PTV Group. ABF Research levert de sociaaleconomische gegevens.

Tour based benadering

Klassieke verkeersmodellen brengen alleen losse verkeerverplaatsingen in kaart, zonder dat de relaties tussen verkeersstromen duidelijk worden. Bij de innovatieve *tour based*-benadering die voor provincie Utrecht wordt gebruikt, bestaat een reis (of *tour*) uit een multimodale keten van verplaatsingen die thuis begint en daar uiteindelijk ook weer

eindigt. Belangrijk uitgangspunt bij een *tour*-benadering is het vaststellen van een hoofdmotief, zoals 'werk', en een hoofdvervoerwijze. Een nevenbestemming, zoals een winkelcentrum onderweg van werk naar huis, wordt daaraan gekoppeld. Zo kan een duidelijke relatie worden gelegd tussen de vervoerwijze en tijdstipkeuze van een heen- en terugverplaatsing en wordt de werkelijkheid veel beter benaderd dan met de klassieke benadering mogelijk is.

Multimodaal

Het model maakt combinaties van vervoerwijzen mogelijk en laat ook de effecten daarvan zien, of het nu de auto, openbaar vervoer (trein, bus en tram), fiets of lopen betreft. Het gebruik van parkeergarages en P&R-terreinen en het gebruik van lopen en fiets als voor- en natransport voor het openbaar vervoer worden bovendien heel realistisch gemodelleerd. Hiermee sorteren Sweco en 4cast voor op de mogelijkheid om nieuwe mobiliteitsconcepten als MaaS en Smart Mobility te modelleren, waarbij gebruikers gedurende hun reis keuzeafwegingen blijven maken.

Het model levert daarnaast input voor onderzoek voor ruimtelijke ordening en milieu, zoals geluid-, ecologisch en luchtonderzoek.

Meer info:

david.oudewesselink@provincie-utrecht.nl

miriam.vandullemen@sweco.nl

phm@4cast.nl, info.nl@ptvgroup.com

NDW ondertekent Intentieverklaring Fietsdata

NDW heeft op 21 juni 2018 tijdens het Nationaal Fietscongres 2018 de *Intentieverklaring Fietsdata* ondertekend, samen met NDOV, Tour de Force, SHPV, CROW en MOGIN. De intentieverklaring werd via een live-WhatsApp-chat ondertekend in aanwezigheid

van staatssecretaris Stientje van Veldhoven van Infrastructuur en Waterstaat. De partijen hebben afgesproken nauw samen te werken om de achterstand op het gebied van fietsdata in te halen. Fietsdata is namelijk veel minder beschikbaar dan data van gemotoriseerd

verkeer. NDW levert graag een bijdrage als inkooporganisatie en als centraal opslagpunt van data namens overheden.

Meer info:

info@ndw.nu

Nieuwe N18 drie maanden eerder open

Foto: Rijkswaterstaat



De nieuwe N18 van Enschede naar Groenlo, onderdeel van de Twente-route, is op 2 mei 2018 opengesteld voor het verkeer. De 27 kilometer nieuwe weg en het 45 kilometer onderliggende wegennet zijn drie maanden eerder klaar dan gepland.

De bouw van de N18 is uitgevoerd onder de naam Noaber18, een samentrekking van *noaber* en N18. Het Twentse en Achterhoekse

woord *noaber* staat voor 'goede buur'. Dat is ook het motto geweest van dit project: 'noaberschap', een goede buur zijn als projectorganisatie voor de omgeving en de grote diversiteit aan stakeholders van de N18.

Noaber18 is een combinatie van VolkerInfra PPP en DIF. VolkerInfra is opgericht door vier VolkerWessels-ondernemingen, KWS, Van Hattum en Blankevoort, Vialis en VolkerRail. DIF is een onafhankelijke Nederlandse inves-

teerder in infrastructuurprojecten in binnen- en buitenland. Noaber18 heeft ZUS als architect en landschappelijk vormgever aan zich verbonden. Zij hebben voor een passend en in het landschap opgaand beeld gezorgd. Binnen het consortium was Vialis verantwoordelijk voor de verkeersregelinstanties, berm-DRIP's, lokale filebeveiliging en openbare verlichting op het traject.

Beperking overlast

Om overlast tijdens de bouw te beperken zijn een aantal slimme oplossingen bedacht. Zo werd er al eerste een bouwweg aangelegd op de plek van de uiteindelijke route. Via deze bouwweg is al het materiaal aangevoerd dat nodig was voor de aanleg van de weg. Verder is de bouwfasering en -logistiek zo opgezet dat hinder voor weggebruikers en de omgeving zo veel mogelijk werd voorkomen. Voor omwonenden, bedrijven en andere direct betrokkenen werden bovendien extra maatregelen genomen om overlast te beperken. Er is zelfs een speciale Noaber-app ontwikkeld met actuele informatie over werkzaamheden en verkeersmaatregelen.

Met de openstelling is het 25-jarig onderhoudscontract voor Noaber18 ingegaan.

Meer info: hugo.vos@vialis.nl

Nieuw meldsysteem voor afstemmen wegwerkzaamheden in gebruik genomen

Op 19 juni 2018 heeft Gelderland als eerste provincie het systeem Melvin in gebruik genomen. Dit is een nieuwe applicatie van de wegbeheerders voor het melden en afstemmen van wegwerkzaamheden. Melvin is gebouwd door DAT.Mobility en Tenuki. NDW heeft het ontwikkeltraject namens de wegbeheerders begeleid.

De afspraak is dat provincies en gemeenten alle wegwerkzaamheden en evenementen op het zogenaamde regionaal-verkeersmanagementnetwerk onderling afstemmen. Tot nu waren daar verschillende commerciële meldsystemen voor in gebruik. Dat was al weinig

ideaal, maar daar kwam nog bij dat de provincies afzonderlijk licenties moesten vernieuwen of een opdracht moesten aanbesteden. Na overleg hebben de betrokken wegbeheerders er begin 2017 voor gekozen om één systeem te laten bouwen, met de overheid als eigenaar: Melvin, wat staat voor MELden van Verstoringen in de Infrastructuur in Nederland.

Groen licht

Na het aanbestedingstraject is er vanaf medio oktober 2017 aan het nieuwe systeem gebouwd. Gelderland is nu de eerste provincie waar het systeem daadwerkelijk in gebruik is genomen. Na een gebruikersacceptatietest heeft de provincie op dinsdag 5 juni groen

licht voor de implementatie gegeven. Op dinsdag 19 juni is het productiesysteem formeel opgeleverd en is de eerste melding ingevoerd. Direct erna is de conversie voor Gelderland gestart.

Op woensdag 25 juni hebben de Gelderse gebruikers – provincie en gemeenten in Gelderland, plus aangesloten hulpdiensten – het systeem in gebruik genomen voor het invoeren en/of raadplegen van meldingen. De volgende stap, het leveren van data uit Melvin aan NDW, volgt binnenkort. In het najaar zullen de volgende provincies het systeem in gebruik nemen.

Meer info: bart.mens@sweco.nl

TT Assen: eMaaS in optima forma

De 88e editie van de TT Assen vond plaats in het weekend van 29 juni tot en met 1 juli. Met 105.000 bezoekers op de racedag, zondag, is het het grootste ééndaagse sportevenement van Nederland. Vanzelfsprekend is het een enorme logistieke uitdaging om al deze bezoekers te ontvangen en te begeleiden naar de verschillende parkeerplaatsen rond het circuit. Met de hulp van Goudappel Coffeng is het echter gelukt om iedereen ruim op tijd op de parkeerplaatsen te krijgen.

Vooraf was 11:30 uur afgesproken als (ambitieuze) doelstelling om alle bezoekers binnen te hebben. Op zondag 1 juli was het publiek echter al om 11:00 uur binnen, zonder noemenswaardige vertraging. Het verkeer is in de afgelopen 40 jaar nog nooit zo vlot en soepel naar het circuit gekomen.

Verkeersplan

Aan de basis van dit succes lag een uitgebalanceerd plan, het Verkeersplan TT 2018. Dit bevatte een uitgebreid maatregelenpakket, met veel nadruk op het tijdelijk vergroten van de weg- en parkeer capaciteit. Zo zijn rotondes op de toewegwegen volledig afgezet en zowel linksom als rechtsom gebruikt. Er zijn extra parkeerplaatsen gerealiseerd, 2.500 voor auto's en 1.500 voor motoren. Het plan voorzorg ook in uitgebreide en heldere bebording,



zodat mensen zoveel mogelijk 'zelfsturend' in de juiste banen konden worden geleid. Uiteraard waren er verschillende regelscenario's uitgewerkt.

Kernteam

Goudappel Coffeng is sinds 2017 betrokken bij de totstandkoming van het Verkeersplan TT 2018. Het bureau heeft de projectleiding verzorgd, bewaakte de belangen van de verschillende stakeholders en leverde input voor de stuurgroep. Ook verzorgde Goudappel Coffeng de voorzitter van het kernteam Verkeer, Remco Meinen. In dit kernteam hebben

vertegenwoordigers van het TT-circuit, Rijkswaterstaat, de gemeente Assen en de politie zitting. Het team was tijdens het evenement operationeel en eindverantwoordelijk voor de aan- en afvoer van alle verkeersstromen op en rondom het circuit. Zo heeft het team de actuele verkeersstromen gemonitord via camera's en *floating car data*, bediende het de 20 tekstkarren en DRIP's, nam het beslissingen over de schakelmomenten van de verschillende regelscenario's en stuurde het de 200 verkeersregelaars en parkeerbegeleiders aan.

Meer info: rmeinen@goudappel.nl

Nieuwe binnen- en buitenstedelijke snelfietsroute voor Tilburg

In opdracht van de gemeente Tilburg stelt Sweco het uitvoeringscontract op voor een van de eerste snelfietsroutes van Noord-Brabant. De nieuwe route verbindt het NS-station Tilburg met de kernen Loon op Zand, Kaatsheuvel en het regionaal bedrijventerrein ten noorden van Waalwijk. Ook de Efteling wordt op de snelfietsroute aangesloten.

Met de aanleg van de snelfietsroute krijgen Tilburg, Kaatsheuvel en Waalwijk een hoogwaardige fietsverbinding waar grote aantallen fietsers met hogere snelheid door kunnen fietsen, over een lengte van 19 kilometer. Onderweg kom je zo weinig mogelijk verkeerslichten of andere obstakels tegen. De route is een directe verbinding en duidelijk herkenbaar. Met het realiseren van deze snelfietsroute willen de ge-

meenten Waalwijk, Loon op Zand en Tilburg meer mensen, met name autoforensen, op de fiets krijgen.

Gemeente Tilburg heeft Sweco gevraagd het uitvoeringscontract voor de fietsroute op te stellen. Sweco is op veel plaatsen in het land betrokken bij het ontwerp en de realisatie van fietspaden, Fietsroute Plus-trajecten en snelfietsroutes. Ook test het bedrijf nieuwe methoden voor fietsmonitoring en doet het onderzoek naar de impact van het toenemende gebruik van de speed pedelec.

Meer info:
bart.mens@sweco.nl

Visienota Routeplan 2030 vervoerregio Antwerpen goedgekeurd

Op 27 juni 2018 heeft de Vervoerregioraad Antwerpen de visienota van het Routeplan 2030 voor de vervoerregio Antwerpen voorgesteld en aangenomen. Binnen een consortium met APPM, The New Drive en Sweco was Goudappel Coffeng inhoudelijk verantwoordelijk voor de samenstelling van deze visienota.

De Vervoerregioraad Antwerpen bestaat uit de 33 gemeenten uit de regio, de 9 stadsdistricten, de provincies Antwerpen en Oost-Vlaanderen, het Departement Mobiliteit en Openbare Werken, het agentschap Wegen en Verkeer, NMBS en de vervoersmaatschappij

De Lijn. De visienota die de raad heeft aangenomen, stelt een nieuwe kijk op mobiliteit voor: een vraaggericht systeem waarin de gebruiker centraal staat. Er wordt een programma beschreven met maatregelen en projecten gericht op de multimodale bereikbaarheid van de regio. De bedoeling is om het gebruik van het openbaar vervoer en de fiets te bevorderen tot een modal split van 50/50.

Maatregelen

De maatregelen voorzien allereerst in een kwaliteitsnetwerk van openbaar vervoer. Dat moet de reiziger garanties bieden op het vlak van snelheid, betrouwbaarheid, aansluitingen en aanvullende diensten op knooppun-

ten. Een tweede accent in het programma is het aanleggen van comfortabele, directe en veilige fietsverbindingen. En dan zijn er nog de maatregelen gericht op een vlotte en betrouwbare afwikkeling op de snelwegen. Het hoofdwegennet wordt vervolledigd met de sluiting van de Antwerpse ring door de Oosterweelverbinding voor stadsregionaal verkeer en het versterken van het Havenraccé voor het doorgaande en het havenverkeer. Bovendien worden de aansluitingen op de snelwegen verbeterd. Deze netwerken worden onderling gekoppeld via veilige knooppunten.

Meer info: pwillems@goudappel.nl
bgovers@goudappel.nl

Nieuwe college tijden verminderen spitsdrukke

De Radboud Universiteit en de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen passen naar aanleiding van een onderzoek van MuConsult hun college tijden aan om de piekdrukke rond de campus Heijendaal te verminderen. De nieuwe college tijden gaan vanaf september 2018 in.

Op de campus studeren 42.000 studenten. Dat zorgt in de ochtend voor overvolle bussen en treinen en opstoppen op de fietspaden, vooral ook omdat de Radboud Universiteit en de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (HAN) hun colleges op dezelfde tijd beginnen, om 8:45 uur. Het ROC Nijmegen, dat ook op Heijendaal is gevestigd, begint om 8:30 uur.

Spreiding aanvangstijden

MuConsult heeft daarom onderzocht wat de effecten zouden zijn als de aanvangstijden worden aangepast. Het meeste effect wordt behaald in het scenario waarbij de Radboud naar 8.30 uur verschuift, de HAN naar 9.00 uur en het ROC om 8.30 uur blijft, zo berekende het bureau. Hierbij wordt een daling



Foto: Radboud Universiteit/Dick van Aalst

van de piekbelasting behaald van 19% in de trein, 27% in de bus en 19% op de fietspaden. Op basis van dit onderzoek besloten de besturen van de Radboud Universiteit en de HAN om de college tijden inderdaad aan te passen:

de Radboud Universiteit begint vanaf september een kwartier eerder, de HAN een kwartier later.

Meer info: m.vanderaa@muconsult.nl

Onderzoek naar gewenste fietspadbreedtes

Het wordt steeds drukker op de Nederlandse fietspaden. Dit leidt op sommige locaties tot onveilige situaties, een verminderde doorstroming en ongemak voor fietsers. In opdracht van CROW-Fietsberaad heeft DTV Consultants daarom onderzoek gedaan naar de beleving van fietsers bij verschillende (combinaties van) intensiteiten en fietspadbreedtes.

Voor het onderzoek ontwikkelde DTV Consultants een speciaal rekenmodel, de Ontmoetingsvoorspeller, dat inzicht geeft in het aantal en het soort ontmoetingen bij een gegeven fietspad. Ook is er empirisch onderzoek gedaan: op 15 locaties door heel Nederland zijn fietsers ondervraagd over hun zojuist gemaakte rit en over de breedte van het pad. Met tellingen is het werkelijke gebruik van het fietspad vastgesteld.

In een data-analyse is vervolgens gezocht naar verbanden tussen fietspadbreedte, gebruik en oordeel van fietsers. Daaruit bleek onder meer dat er een duidelijk verband is tussen de intensiteit (hoe druk het is op het fietspad) en het oordeel over de rit. Een hogere intensiteit leidt tot een lager oordeel.



Visuele weergave score fietspad

Met een speciale rekentool die is toegevoegd aan de Ontmoetingsvoorspeller is tot slot gekeken of de breedterichtlijnen van de Ontwerpwijzer Fietsverkeer wellicht moeten worden aangescherpt. Uit het onderzoek bleek echter dat de richtlijnen al strenger zijn – er wordt een grotere breedte geadviseerd – dan

noodzakelijk. Het Fietsberaad vindt het nog te vroeg om de aanbevelingen nu al te verruimen, maar ziet in de uitkomsten wel aanleiding tot verdere discussie.

Meer info:

h.godefrooij@dtvconsultants.nl

Europa investeert fors in beveiliging automatische voertuigen

Op 1 mei 2018 is het onderzoeks- en innovatieproject SECREDAS van start gegaan. In het programma werken 69 partners van 16 Europese landen samen aan de veiligheid en beveiliging van automatische systemen. Met het project is een investering van 50 miljoen euro gemoeid. De focus zal liggen op automotive, de spoorwegindustrie en personal healthcare.

SECREDAS is een afkorting van *Product Security for Cross Domain Reliable Dependable Automated Systems*. De bedoeling is dat de deelnemers een nieuwe architectuur ontwerpen, inclusief tools, om de veiligheid van automatische systemen te borgen. Het gaat dan om zelfrijdende voertuigen, maar bijvoorbeeld ook om robotsystemen in de gezondheidszorg die operaties uitvoeren – systemen waarbij veiligheid, beveiliging en privacybescherming meer dan cruciaal zijn.

De projectcoördinatie is in handen van NXP Semiconductors. Vanuit Nederland doen naast NXP nog acht partijen mee, waaronder TU Eindhoven en gemeente Helmond. De Belgische deelnemers zijn het Interuniversitair Micro-Electronica Centrum en Transport & Mobility Leuven. Die laatste partij is verantwoordelijk voor de integratie van de knowhow, vragen en analyses betreffende de menselijke factor.

Het project heeft een looptijd van drie jaar. De verwachting is dat tijdens het ITS European Congress in Helmond, van 3 tot 6 juni 2019, de eerste resultaten gepresenteerd kunnen worden.

Meer info:

lars.akkermans@tmleuven.be

Wij maken infrastructuur intelligent



www.vialis.nl

Leefbaarheid in Nederland, daar werken we aan.

Alles wat we in ons werkdomein infrastructuur en mobiliteit doen, staat in het teken van het verbeteren van de doorstroming op weg en water. Stimuleren van duurzaamheid en vergroten van veiligheid.

Enthousiast grijpen we elke uitdaging aan om te innoveren; we omarmen complexiteit.

Slimme oplossingen en technologie staan centraal in ons denken en doen. Wij zijn ervan overtuigd dat technologische ontwikkelingen en onze verbindende kracht kunnen bijdragen aan leefbaarheid.

Wij doen dat door infrastructuur intelligent te maken.