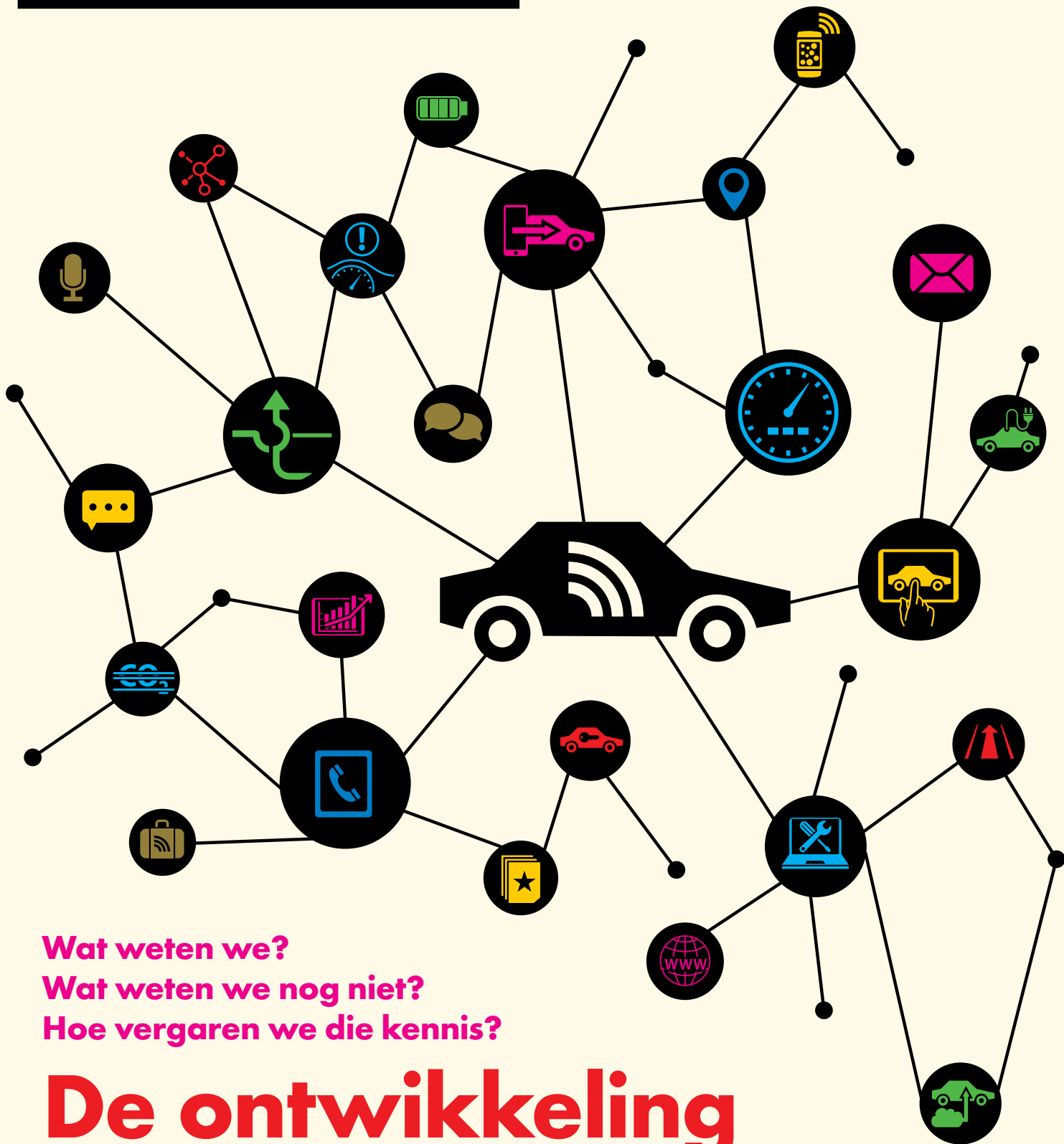


nm

**Hét vakblad voor
netwerkmanagement
in verkeer en vervoer.**

11^e Jaargang
Nr. 2, 2016
nm-magazine.nl

magazine



Wat weten we?

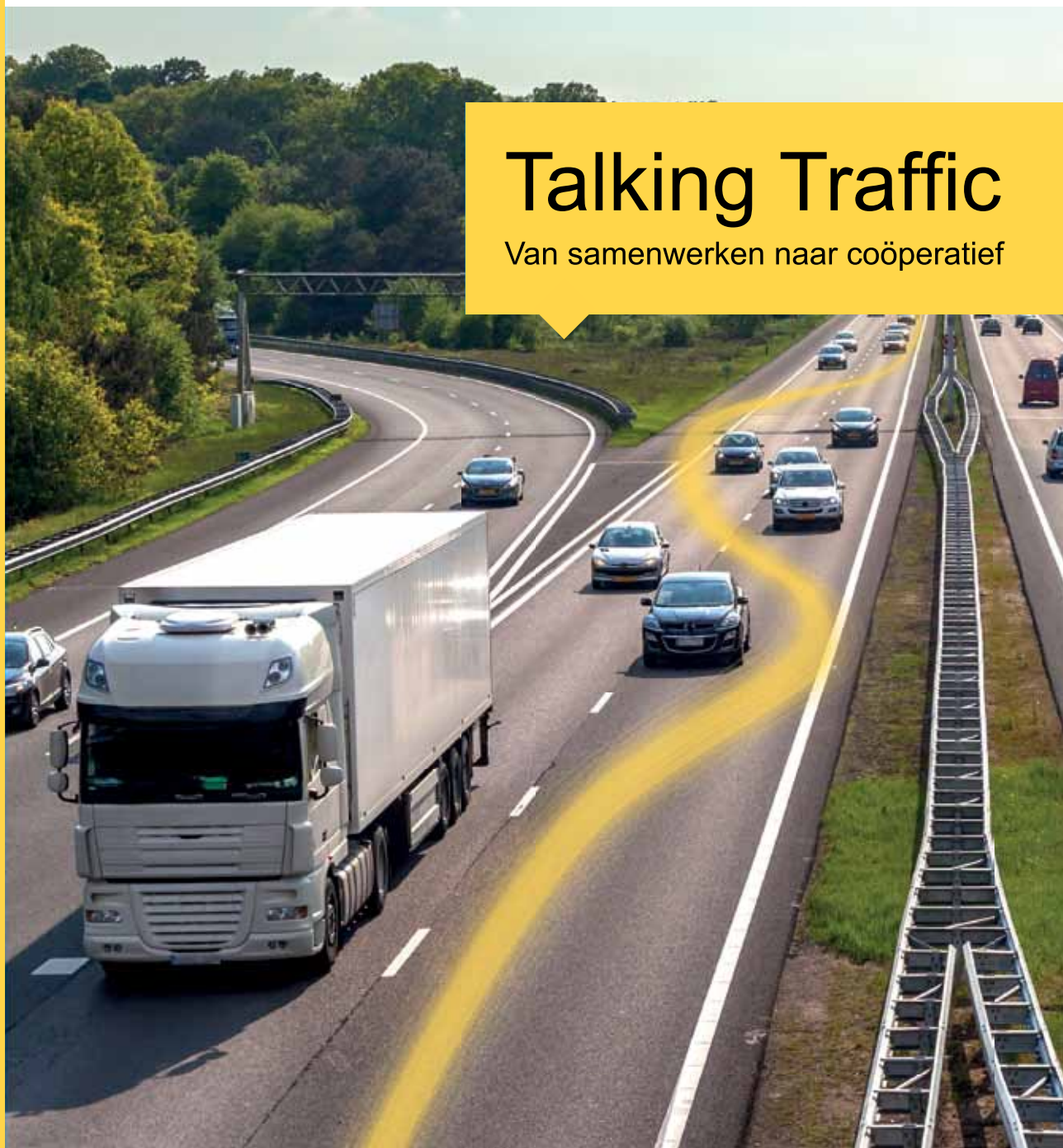
Wat weten we nog niet?

Hoe vergaren we die kennis?

De ontwikkeling van Connected ITS

Talking Traffic

Van samenwerken naar coöperatief



Eind jaren '60 voorzag dr. Robertson al de schaalsprong die wij zouden kunnen maken indien alle auto's met elkaar en met wegkantapparatuur kunnen communiceren. Met de afronding van de zogeheten ITS G5-chipsets, ook wel WiFi-P genoemd, staan we aan de vooravond van deze schaalsprong. Een nieuw scala aan toepassingen ligt hiermee in het verschiet. Technolution trapt af met de lancering van FlowPatrol. Samen met u realiseren wij uw coöperatieve toepassing binnen uw domein.

MEDE MOGELIJK GEMAAKT DOOR:



citg.tudelft.nl | +31 15 278 3179



tmleuven.be | +32 16 317 730



connectingmobility.nl | +31 88 798 2631



ndw.nu | +31 30 280 6683



ars.nl | +31 70 360 8559



be-mobile.be | +32 9 330 5180



goudappel.nl | +31 570 666 222



sweco.nl | +31 88 811 6600



rhdhv.com | +31 88 348 2000



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 11 (2016), 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

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

Redactie

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

Productie

Essencia Communicatie, Den Haag

Medewerkers

Ropp Schouten (*vormgeving*)
Félice van Koppen (*ondersteuning redactie*)
Rob de Voogd (*fotografie*)
Eunice Driesprong (*traffic*)

Druk

Platform P, Rotterdam

Abonnementen

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

Advertenties

Reserveringen: tel. 070 361 7685.

Copyright

© 2016 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



“Mijn klanten zijn enthousiast over onze vergrote innovatiekracht. En ze vinden het vooral goed dat we die innovatieve oplossingen praktisch blijven toepassen.”

Rob Althuisius, afdelingshoofd Mobiliteit
Trots op ons project Houtenbrug in Sneek

GRONTMIJ
HEET NU SWECO

De beste toekomst bouwen we samen
www.sweco.nl

SWECO 

REDACTIONEEL

Never a dull moment in de wereld van verkeersmanagement. De meest in het oog springende veranderingen spelen zich natuurlijk af in het werkveld dat we C-ITS zijn gaan noemen: alle inspanningen om onze auto én wegkant slimmer te maken. In ons hoofdartikel geven we een overzicht van hoe ver we al zijn met het ontwikkelen en in de praktijk beproeven van al die nieuwigheden. Overigens blijft het aantonen van het effect van C-ITS een heikel punt – dus in het artikel ook aandacht voor de evaluaties van proefprojecten.

Ook op andere terreinen is verkeersmanagement in beweging. In Brabant beproeven ze interessante maatregelen om data- en privacybescherming op orde te krijgen en het LVMB lijnt alle regionale verkeersaanpakken uit met z'n nieuwe landelijke aanpak. Maar echt spannend is het nieuws uit wetenschappelijke hoek: een nieuwe *modelgebaseerde optimaliserende aanpak*, dankzij een slimme wiskundige techniek – zie pagina 33 tot 35. De potentie van die aanpak is hoog, zo blijkt uit de eerste cases, dus dat belooft wat. Als we met die aanpak in gedachten het opiniestuk lezen op pagina 26 en 27 over de behoefte aan VRI's die zichzelf functioneel kunnen beheren, dan zou je toch denken: één en één is twee.

Kortom, het vakgebied bevindt zich allesbehalve in stil water. Dat betekent dat we als NM Magazine voorlopig geen gebrek aan interessante content hebben. Op naar tien jaar erbij!

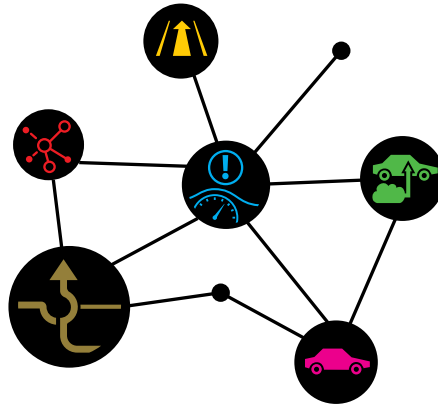
Daar wilden we trouwens nog wat over kwijt. In ons afgelopen jubileumnummer hebben we een tikfout over het hoofd gezien op nota bene de voorpagina. Op de papieren uitgave kun je dus nog altijd lezen hoe we minister Schultz “rijksaankondersteuning” laten zeggen (sorry, minister). Dit heeft ons lichte buikpijn bezorgd, maar we troosten ons met de gedachte dat het onze eerste prominente tikfout in tien jaar is. We hebben ons vast voorgenomen dat we pas bij ons twintigjarig jubileum opnieuw in de fout gaan. Dan met een hoofdartikel over de definitieve doorbraak van de *zelfrijdende* auto.

Veel leesplezier!

De redactie
redactie@nm-magazine.nl

in dit nummer

8 De ontwikkeling van Connected ITS



16 Het opschalen van de effecten van ITS

20 De (r)evolutie van de routeplanner



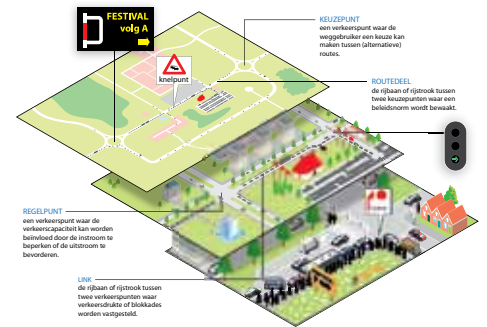
23 Declaration of Amsterdam: eerste stap naar EU-regulering zelfrijdende auto's

24 Slimme oplossingen voor veiligheids- en privacy-issues

26 De noodzaak tot innovatie van verkeerslichten



28 Regionaal verkeersmanagement volgens de Landelijke Regelaanpak



30 Reistijden berekenen met Floating Car Data

33 Verkeersmanagement door simulatie

36 Tutorial: Innovaties in keuzemodellen



en verder

- 6 Kort nieuws
- 6 Agenda
- 19 Column Marit de Jong
- 39 Publicaties
- 40 Cursussen
- 41 Projectnieuws

Coöperatieve wifi-p dienst live op A58



Weggebruikers op de A58 tussen Tilburg en Eindhoven kunnen sinds 18 april 2016 een nieuwe en snellere data-infrastructuur testen als onderdeel van de pilot Spookfiles A58. Op het traject zorgen 34 wifi-p kastjes langs de weg ervoor dat de apps ZOOF en Flowpatrol real-time informatie kunnen geven over de verkeerssituatie. Hierdoor worden weggebruikers geïnformeerd over files en opstoppingen verderop in het verkeer en kunnen ze tijdig hun snelheid terugbrengen. De nieuw ontwikkelde coöperatieve technologie is ook in te zetten voor andere mobiliteitsdiensten en maakt het mogelijk dat weggebruikers in toenemende mate sneller, veiliger, prettiger en betrouwbaarder reizen.

Grontmij wordt Sweco

Advies- en ingenieursbureau Grontmij Nederland heeft op 4 april 2016, na ruim 100 jaar, haar naam veranderd in Sweco Nederland. Grontmij werd op 1 oktober 2015 overgenomen door Sweco.

Be-Mobile fuseert met Flow en Mobile-For

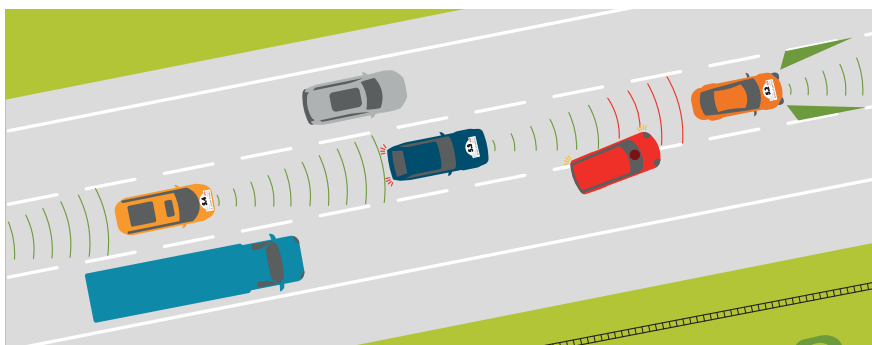
Be-Mobile, Flow en Mobile-For kondigden half maart 2016 hun fusie aan: ze willen samen een nieuwe, sterke smart mobility-onderneming vormen. Proximus, de grootste mobiele operator in België, wordt de hoofdaandeelhouder van het bedrijf.

Be-Mobile biedt real-time verkeersinformatie. Flow is het zusterbedrijf van Be-Mobile en richt zich onder meer op parkeertechno-

logie (monitoring, parkeerroute-informatie). Mobile-For is in België de grootste dienstverlener op het gebied van mobiel betalen voor parkeren en OV.

De bedrijven bundelen de krachten "om de bereikbaarheid van steden te verhogen en verkeersstromen te beheren en te optimaliseren", aldus het persbericht. De officiële naam van het bedrijf is nog niet bekend.

Test met slimme auto's op A2 succesvol verlopen



Illustratie: Royal HaskoningDHV

Op 16 maart 2016 reden ruim vijftig semi-zelfrijdende auto's op de A2 voor de vooralsnog grootste zelfrijdende-autotest op de Europese openbare weg. De test was een initiatief van onder meer Aon en RoyalHaskoningDHV.

De test is zonder noemenswaardige problemen verlopen. De eerste bevindingen zijn dat de pelotons met name stabiel bleven op het gedeelte van

de A2 waar trajectcontrole voor 100 km/u geldt. Bestuurders konden hier op grote gedeelten vertrouwen op hun voorganger. Het overige verkeer reed hier gelijk op met de pelotons, waardoor er minder onderbrekingen waren door invogend verkeer dan bij het gedeelte waar 120 km/u gereden mag worden en geen trajectcontrole geldt. Pelotons die onderbroken werden, herstelden zich in enkele tientallen seconden.

AGENDA

28-29 mei 2016

Grand Cooperative Driving Challenge

► **Helmond**

Een serie innovatieve demonstraties op de A270 tussen Helmond en Eindhoven, waarbij het automatisch samenwerken tussen voertuigen centraal staat.

gcdc.net

2 juni 2016

Dag van de Openbare Ruimte Euregio

► **Maastricht**

Professionals, fabrikanten en leveranciers van het werkveld Openbare Ruimte ontmoeten elkaar op deze 'Euregio'-variant van de bekende OR-beurs.

openbareruimte.eu

9 juni 2016

Mobiliteit 2050

► **Brussel**

Congres georganiseerd door het Vlaams Instituut voor Mobiliteit over de mobiliteit van nu, morgen, 2030 en 2050.

mobiliteit2050.be

Europese transportministers tekenen Declaration of Amsterdam



Foto: Rijksoverheid / Martijn Beekman

Tijdens de informele Transportraad op 14 april 2016 in Amsterdam hebben de 28 Transportministers van de EU de **Declaration of Amsterdam** ondertekend. Met deze verklaring maken de ministers afspraken over de stappen die nodig zijn voor de ont-

wikkeling van zelfrijdende technologie in de EU. Het gaat onder meer over het harmoniseren van regelgeving en afspraken over thema's als aansprakelijkheid, privacy en computerveiligheid. Zie ook het artikel op pagina 23 over de *Declaration*.

Aantal verkeersdoden Nederland stijgt fors in 2015

In 2015 zijn 621 mensen omgekomen in het verkeer. Dit zijn er 51 meer dan de 570 in 2014, wat staat voor een stijging van 8,9%. Dit blijkt uit cijfers van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) en Rijkswaterstaat.

Het is voor het eerst sinds 2011 dat het aantal verkeersdoden is gestegen – en voor het eerst in decennia zo fors. Vooral opvallend is de stijging van het aantal doden in de modaliteit personenauto's: dat ging omhoog van 187 in 2014 naar 224 in 2015, +19,8%. Saillant is de ontwikkeling op de 130 km/u-wegen. Hoewel het aandeel in relatieve zin klein is (6%), baart de absolute toename van het aantal dodelijke slachtoffers op 130 km/u-wegen zorgen: het ging omhoog van 10 in 2014 naar 32 in 2015. Dit heeft de discussie over de veiligheid van de 130-maximumsnelheid opnieuw aangewakkerd.

DVM Exchange: Test Suite beschikbaar

DVM Exchange is een open standaard die dynamisch-verkeersmanagementsystemen van verschillende leveranciers en wegbeheerders op een gestructureerde en kosteneffectieve manier koppelt. Om de innovatie en marktwerking te stimuleren is er nu ook een *Test Suite* voor DVM-Exchange beschikbaar.

Met deze Test Suite kunnen leveranciers en afnemers van netwerkmanagement- en verkeersmanagementsystemen hun producten vóór de implementatie testen. Integratieproblemen in het veld worden zo voorkomen. De Test Suite is te downloaden vanaf www.dvm-exchange.nl.

AGENDA

6 oktober 2016

Urban Innovation – The next step
► **Breda**

Wat hebben wetenschap en praktijk in Nederland aan de kennis die in internationale projecten wordt ontwikkeld? Wat dragen we zelf bij? Deze vragen staan centraal tijdens het VerDuS-congres over stedelijke innovatie.
platform31.nl

10-14 oktober 2016

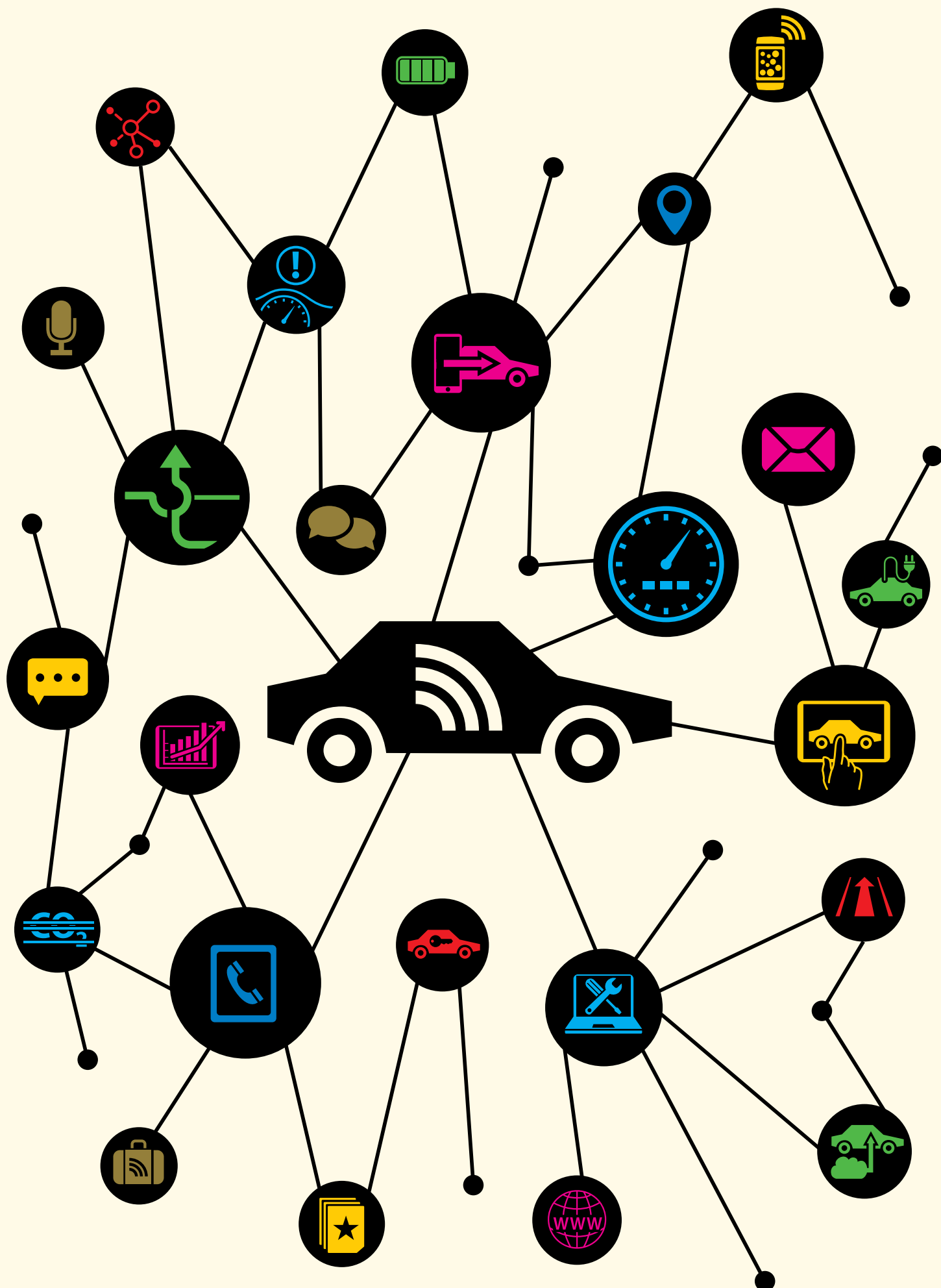
ITS World Congress
► **Melbourne**

Hét jaarlijkse ITS-evenement is weer terug op Australische bodem. Na Sydney in 2001 is nu Melbourne de host.
itsworldcongress2016.com

23-24 november 2016

Verkeer, Mobiliteit & Parkeren
► **Houten**

De Dag van Verkeer & Mobiliteit gaat vanaf deze 11e editie verder als tweedaagse vakbeurs Verkeer, Mobiliteit & Parkeren. De toegang is als vanouds gratis.
verkeerenmobiliteit.nl



Wat weten we?

Wat weten we nog niet?

Hoe vergaren we die kennis?

De ontwikkeling van Connected ITS

Nederland investeert fors in slimme mobiliteitsoplossingen. Er zijn de afgelopen paar jaar meer dan vijftig ITS-proefprojecten opgestart, waarvan er zo'n tien Connected ITS betreffen. Deze laatste categorie wordt gezien als *the next step* in het vakgebied – en zowel overheid als markt investeren dan ook juist hierin. Maar waar staan we eigenlijk met C-ITS? Wat hebben we tot nu toe van de pilots geleerd? Wat weten we nog niet? En hoe zorgen we ervoor dat we dat zo snel mogelijk wél weten?

In 2013 stippelden overheid en bedrijfsleven een 'transitieroute' uit om verkeersmanagement en verkeersinformatie naar een hoger plan te brengen. Met deze Routekaart Beter Geinformeerd op Weg* kwam de focus nadrukkelijk op de ontwikkeling van intelligente transportsystemen, ITS, en dan met name op de *connected* variant daarvan, C-ITS. Hiermee doelen we op gepersonaliseerde real-time diensten waarbij de weggebruiker via bijvoorbeeld zijn smartphone 'verbonden' is met de systemen van een serviceprovider of zelfs met wegkantssystemen en andere voertuigen. Dit maakt innovatieve diensten mogelijk, variërend van slimme navigatie tot gepersonaliseerde snelheidsadviezen.**

Mede dankzij de Routekaart is het vakgebied inderdaad flink in beweging gekomen: in een paar jaar tijd is de ene na de andere ITS-pilot gelanceerd. De site itsoverzicht.connectingmobility.nl biedt wat dit betreft een interessant overzicht. Dankzij de input van ruim 100 organisaties weten we dat er inmiddels al meer dan vijftig ITS-projecten zijn ontplooid. Als we specifiek naar C-ITS kijken, komen we op een tiental projecten, waarvan er een aantal al

zijn afgerond en een aantal nog lopen. De regio's Noord-Brabant en Noord-Holland springen er daarbij uit: projecten als Brabant In-car, Spookfiles A58, Compass4D en Praktijkproef Amsterdam zetten de C-ITS-toon voor de rest van het land. Ook regio Drenthe scoort dankzij Sensor City relatief goed.

De nadruk van de C-ITS-projecten ligt op het hoofdwegennet, maar een aantal diensten neemt het onderliggende en het stedelijke wegennet wel mee.

Inhoudelijk gezien betreffen de projecten vooral reisinformatie. Meestal gaat het om de ontwikkeling van slimme mobiele applicaties. De spelers in dit specifieke werkveld zijn grote namen als TomTom en Waze, maar er doet ook een groep relatief kleine spelers mee. Die weten zich met vernieuwende oplossingen, waarbij ze bijvoorbeeld reisinformatie combineren met snelheids- of rijstrookadviezen, goed staande te houden.

Behalve reisinformatiediensten lopen er pilots op het gebied van verkeersveiligheid en milieu (zoals Compass4D, Brabant In-car II en IkBespaar), verkeersregelingen (Freilot) en de integratie van verkeersmanagement (Praktijkproef Amsterdam).

Evaluaties

Dat veel (zo niet alle) C-ITS-projecten in Nederland mede mogelijk worden gemaakt met publiek geld, heeft als groot voordeel dat ze vaak uitvoerig worden geëvalueerd. Voor het samenstellen van dit artikel zijn we in een aantal van die evaluaties gedoken. De studies leren ons wat we al weten over de C-ITS-toepassingen maar ook wat we nog niet weten. In het onderstaande gaan we op hierop

* Zie NM Magazine 2013 #4, pagina 8-19.
Deze uitgave is als pdf beschikbaar op www.nm-magazine.nl/download.

** In de internationale literatuur staat C-ITS meestal voor Cooperative ITS: coöperatieve systemen die sterk leunen op kortafstandscommunicatie (via bijvoorbeeld wifi-p) tussen wegkantssystemen en voertuigen. In dit artikel gebruiken we C-ITS voor het bredere begrip Connected ITS. Dit omvat ook diensten die alleen via langeafstandscommunicatie (zoals 3G) met bijvoorbeeld een serviceprovider communiceren.

in, gebruik makend van de kennis vergaard in Brabant In-car III, Praktijkproef Amsterdam In-car, Smart in Twente en Spookfiles A58. We bespreken hoe we toekomstige evaluatiestudies zo kunnen opzetten, dat er meer kennis beschikbaar komt en we dus sneller stappen vooruit kunnen maken. We sluiten het artikel af met een kort overzicht van de progressie die er in meer algemene zin is geboekt.

RESULTATEN EVALUATIES: WAT WE WETEN

De partijen in de genoemde C-ITS-projecten zijn in staat gebleken **goed werkende diensten** te produceren met vaak een nagenoeg 100% uptime. Dat is geen vanzelfsprekendheid: veel C-ITS-diensten worden voor het eerst toegepast in de praktijk en dan is 'technisch werkt het' een belangrijk (eerste) resultaat.

In de genoemde projecten is het de partijen gelukt **grote aantallen deelnemers** te verleiden de nieuwe diensten te gebruiken. Ondanks het feit dat de projecten niet als beloningsprojecten zijn uitgevoerd, zoals bij de spitsmijden-projecten, loopt het aantal downloads van de apps in de honderden (Brabant In-car III), duizenden (Smart in Twente, connected dienst Spookfiles A58) tot vele tienduizenden (Praktijkproef Amsterdam In-car).

Dankzij de evaluaties weten we ook vrij goed welk **profiel de deelnemers** aan de C-ITS-projecten hebben. Het betreft de typische *innovators*: hoog opgeleid, werkend, overwegend man, leeftijd 40-55 jaar, interesse in techniek en innovatie. Deze groep is belangrijk om een productinnovatie van de grond te krijgen: als het bij hen aanslaat, volgen al snel de *early adopters*, die op hun beurt de weg plaveien voor de *early* en *late majority*.

Slaan de beproefde diensten aan? Uit de evaluatie van Brabant In-car III-projecten blijkt dat de **beoordeling van de apps** op 5,5 tot 6,5 ligt. Dat is voldoende, maar laag vergeleken bij de algemene beoordeling van in-car reisinformatie. Navigatiediensten van TomTom en Flitsmeister krijgen van hun gebruikers bijvoorbeeld rapportcijfers rond de 7,5. En de waardering voor de informatievoorziening langs of boven de weg ligt tussen 6,5 en 7,0.

Hoe laat de 'net voldoende' bij Brabant In-car zich duiden? Allereerst betreft het pilots en zijn de diensten dus niet 100% uitontwikkeld. Soms zijn er technische rafelrandjes of is er simpelweg nog weinig aandacht besteed aan de *usability* of de 'geliktheid' van een app. Daarnaast zal meespelen dat producten als TomTom en Flitsmeister de beoordeling krijgen van het grote publiek, terwijl de diensten in de ITS-projecten beoordeeld worden door enthousiaste maar wel veeleisende en kritische innovators. In dat licht bezien is een zes als rapportcijfer zo'n slechte start nog niet.

Wat de **opvolging van adviezen** betreft, kunnen we putten uit de resultaten van enquêtes en uit de loggingdata van de apps of devices. Voor de Brabant In-car projecten geeft 85% van de ondervraagden aan dat hij of zij de (snelheids)adviezen opvolgt. Een analyse van de loggingdata van de apps ondersteunt dit beeld. Voor de in-car apps van de Praktijkproef Amsterdam geldt dat circa de helft de routeadviezen opvolgt. Dit is vastgesteld aan de hand van de logs van het gegeven advies en de afgelegde route.

Interessant is verder dat een aanzienlijk aantal deelnemers de diensten **blijft** gebruiken, zelfs als het proefproject formeel is afgelopen en er geen campagne meer wordt gevoerd. Neem het Smart in Twente-project: hoewel de dienst momenteel niet actief gepromoot wordt, blijven 200 à 300 deelnemers de app gebruiken. Hetzelfde geldt voor de 'connected' app van Spookfiles A58 en apps die binnen Brabant In-car zijn ontwikkeld: een klein maar trouw publiek maakt er nog steeds dankbaar gebruik van.

WAT DE EVALUATIES ONS (NOG) NIET VERTELLEN

Onder het kopje 'wat we *niet* weten' moeten we eerst en vooral terug naar de **opvolging van adviezen**. Want cijfers als die 85 en 50% zijn mooi, maar er zijn de nodige kanttekeningen te plaatsen.

Eén punt is dat de evaluaties van de C-ITS-projecten vaak alleen vaststellen wat het *gerealiseerde gedrag* is. De loggings beslaan bijvoorbeeld de adviezen en het daadwerkelijke rij- of routegedrag per tijdsmoment, maar daarmee toon je nog geen oorzakelijk verband aan. Stel bijvoorbeeld dat uit de loggings blijkt dat er een advies is

Evaluatiestudies

Bij het samenstellen van dit artikel hebben we onder meer geput uit de ervaringen in de volgende projecten:

Brabant In-car III

Het doel van dit project is om het reizen vloeiender, veiliger, schoner en comfortabeler te maken. Er zijn drie smartphone-apps voor in-car adviezen ontwikkeld en beproefd betreffende aspecten als rijnsnelheid, afstand tot de voorganger en de rijbaan.

www.beterbenutten.nl/brabant-in-car-iii

Praktijkproef Amsterdam In-car

Informatiediensten gericht op 1) woonwerkverkeer en zakelijk verkeer in regio Amsterdam en 2) evenementenverkeer in Amsterdam-Zuidoost en RAI. De deelnemers krijgen via een mobiele app informatie en adviezen over een optimale route en parkeermogelijkheden.

www.praktijkproefamsterdam.nl

Smart in Twente

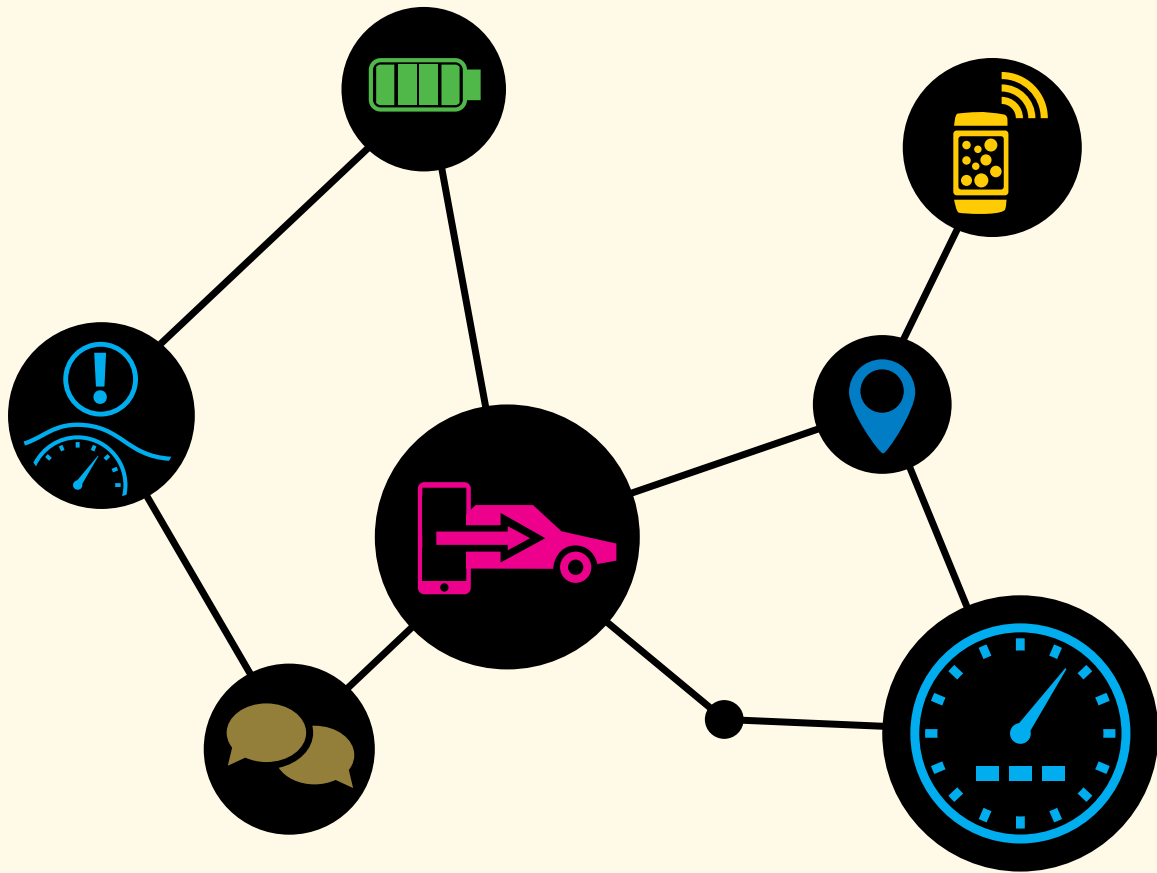
Informatiedienst (app) die gebruikers helpt slimmer en bewuster van, naar en in Twente te reizen: files vermijden, groener rijden etc.

www.smartintwente.nl

Spookfiles A58

In het project ontwikkelen de partners een coöperatief voertuig-wegkantsysteem, met een spookfiledienst (adviesnelheden met oog op files stroomafwaarts) als eerste applicatie. Deze dienst is al in een 'connected' vorm getest en wordt nu ook als coöperatieve dienst beproefd.

www.spookfiles.nl



gegevens om snelheid te minderen en dat de bestuurder inderdaad afremde. Remde hij dan af omdat de app dat zei of had hij zonder die ondersteuning toch wel geremd? Hetzelfde geldt natuurlijk voor routeadviezen.

De enquêtes bieden in dit verband weinig extra inzicht, want de vragen zijn vaak algemeen geformuleerd, in de trant van: 'Heeft u snelheidsadviezen gehad en heeft u die opgevolgd?' Ook al antwoordt de deelnemer met 'ja', dan weten we nog steeds niet of dat gedrag anders is dan in de situatie zonder advies. Het is zelfs de vraag in hoeverre de deelnemer daar iets zinnigs over kán zeggen, omdat rijgedrag in hoge mate gewoontegedrag is waar we normaliter niet al te veel over nadenken.***

Een ander punt is dat het advies van de app nooit de enige invloedsfactor is. Ook de adviezen van wegkantsystemen en het rijgedrag van andere weggebruikers bepalen immers het handelen van de deelnemer. Het kan dus ook gebeuren dat een deelnemer een advies wel wil opvolgen, maar dat het overige verkeer hem dat onmogelijk maakt. Dit maakt het meten van het effect van een advies zeer lastig.

Waar we ook weinig over weten, zijn de **effecten** van C-ITS **op de verkeersveiligheid**. Het vermoeden bestaat dat apps die on-trip adviezen geven en bijvoorbeeld waarschuwen voor een file stroomafwaarts, gunstige effecten hebben op de verkeersveiligheid, omdat automobilisten eerder geïnformeerd zijn. Maar zeker weten doen we het niet. Het is namelijk niet ondenkbaar dat de gegeven adviezen de deelnemer juist afleiden van zijn rijtaak en dat zou risico-verhogend zijn. Als we vragen naar de eventuele afleiding, dan zijn er weinig automobilisten die zeggen dat dat het geval is. Maar ook

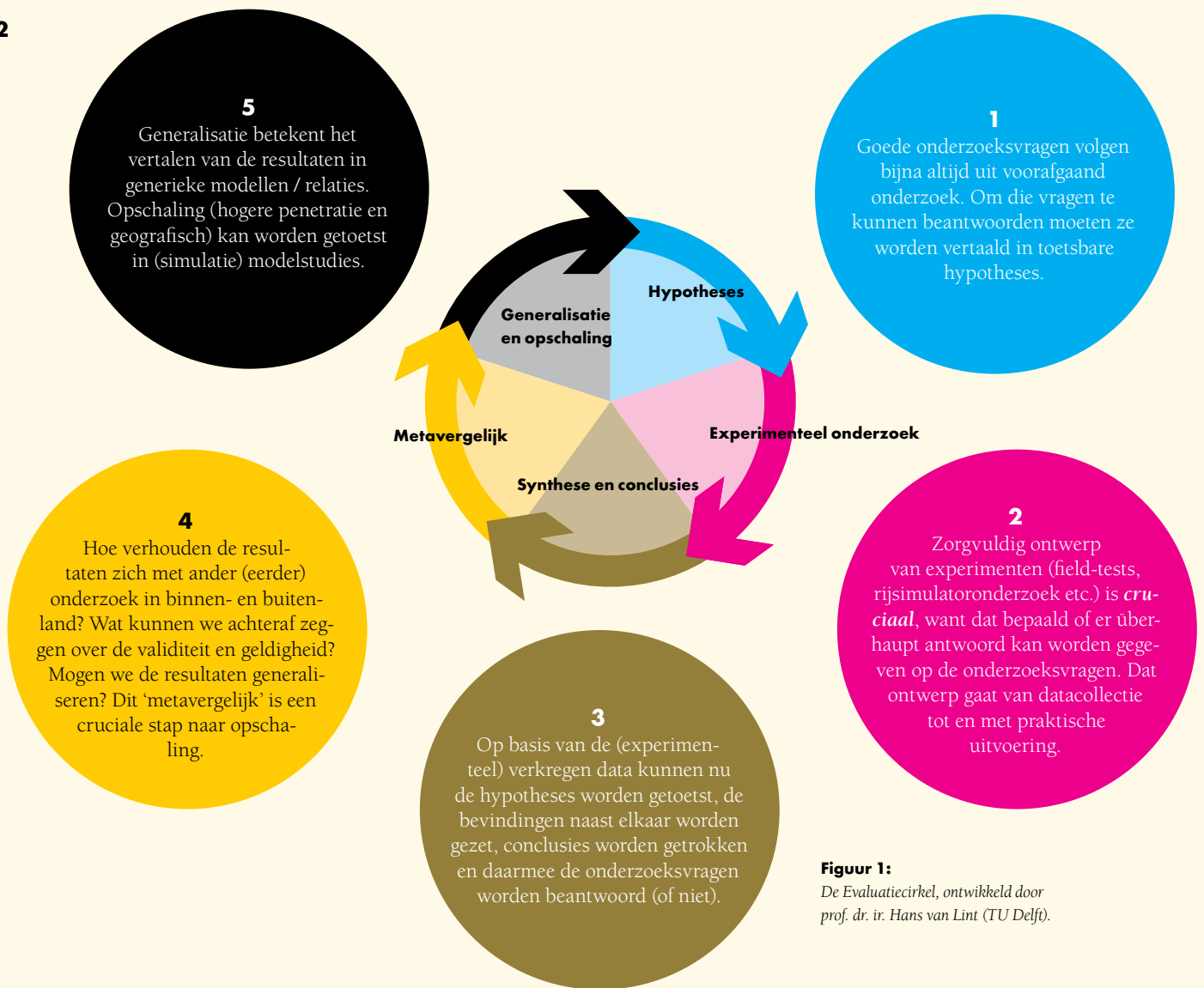
hier geldt: is de deelnemer aan de proef wel in staat om zijn eigen (gewoonte)gedrag te beoordelen?

Dan het niet onbelangrijke punt **effecten op het verkeer**. Over het algemeen geldt dat de omvang van de projecten te laag is om effect te mogen verwachten op ontwikkelingsparameters als voertuigverliesuren en de betrouwbaarheid van reistijden. Zelfs in de Praktijkproef Amsterdam, waarbij de app Superroute 35.000 keer werd gedownload en een miljoen keer werd gebruikt, waren de effecten hooguit bescheiden. Bij de proeven met evenementenverkeer werd bij grote evenementen een klein effect vastgesteld in de vorm van kortere reistijden en betere spreiding over de invalsroutes. Maar bij de proeven voor woon-werkverkeer was weer geen effect meetbaar op bijvoorbeeld voertuigverliesuren. De deelnemers bleken de Superroute-app ook vooral *pre-trip* te gebruiken en in veel mindere mate *on-trip*. Dat laatste is in lijn met eerdere bevindingen: zeker als deelnemers op bekend terrein rijden, vinden ze het al snel te veel moeite om de smartphone in de cradle te zetten, de app aan te zetten enzovoort.****

Overigens toont het evaluatierapport van Praktijkproef Amsterdam op basis van theoretische argumenten aan dat er bij grootschalig gebruik wel degelijk een gunstig netwerkeffect te verwachten is, ook bij woon-werkverkeer. Bij de Brabant In-car projecten zijn de mogelijke effecten met microsimulaties onderzocht. Als je die resultaten extrapoleert, uitgaande van voldoende gebruik, kom je eveneens uit op netwerkeffecten.

*** Voor apps die pre-trip reisinformatie geven, lijken enquêtes bruikbaar, omdat het dan gaat om keuzes betreffende een complete rit, zoals route en vertrektijd.

**** Zie het artikel 'Nieuwe reisinformatie? (Nog) weinig behoefte' in NM Magazine 2016 #1, pagina 36.



Figuur 1:

De Evaluatiecirkel, ontwikkeld door prof. dr. ir. Hans van Lint (TU Delft).

KUNNEN EVALUATIEMETHODEN SLIMMER?

Juist omdat de effecten op het verkeer lastig te kwantificeren zijn, is in opdracht van Connecting Mobility en Beter Benutten de *Landelijke Ronde Tafel Effecten C-ITS en Automatisch rijden* opgericht. DITCM Innovations faciliteert het initiatief, waaraan zowel publieke als private partijen deelnemen. ***** Het doel van de 'tafel' is de effectbepaling van C-ITS-projecten in Nederland verder te verbeteren om zo bij te dragen aan de uitrol en opschaling van Smart Mobility. De betrokkenen zien de volgende drie punten als de grote uitdagingen:

- **Het bepalen van de effecten op verkeersstroomniveau.** Hoe kunnen we de effecten die zijn vastgesteld in een kleinschalige proef op de juiste wijze opschalen?
- **Het kwantificeren van effecten.** Hoe kunnen we effecten met harde cijfers onderbouwen, zodat er minder aannames nodig zijn?
- **Uniformiteit effectbepaling.** Hoe komen we tot meer uniformiteit tussen de verschillende evaluatiestudies?

Om deze punten in te vullen heeft de Ronde Tafel allereerst bestaande tools onder de loep genomen, zoals de Leidraad Evaluaties Benutting, de Landelijke Evaluatiemethodiek Regelscenario's en de Europese methode FESTA. Deze hulpmiddelen zijn echter weinig interdisciplinair en slechts geschikt voor de evaluatie van een bepaald type techniek of dienst.

De Ronde Tafel onderzoekt daarom momenteel de mogelijkheden van de *Evaluatiecirkel*, een meer generieke evaluatiemethodiek voor C-ITS ontwikkeld door hoogleraar en Ronde Tafel-deelnemer Hans van Lint van TU Delft. Deze methodiek gebruikt veel van de principes uit de genoemde handleidingen, maar het voegt daar een 'cirkelaanpak' aan toe. De crux van die aanpak is dat je steeds schakelt tussen een ex-ante en een ex-post benadering – zie bovenstaande figuur en het artikel op pagina 15 voor een toelichting.

Overigens draait de Evaluatiecirkel op bestaande (ex-ante en ex-post) evaluatietechnieken, zoals microsimulatie, metingen, enquêtes etc. Ook de doorontwikkeling van die technieken en de ontwikkeling van *nieuwe* technieken verdient aandacht om de evaluatiestudies een niveau hoger te krijgen. Zo zijn er nog nauwelijks tools om de human factors-kant van C-ITS te kwantificeren, dus daar ligt een enorme opgave.

Juiste opzet project en evaluatiestudie

Met alleen geschikte, (wetenschappelijk) verantwoorde evaluatiemethodieken en -tools zijn we er echter nog niet. Heel belangrijk is dat een project zó wordt opgezet, dat het de evaluatie van de betreffende C-ITS-dienst optimaal 'bedient' en dat de evaluatie geen hinder ondervindt van weeffouten in de projectaanpak. Ook de opzet van de evaluatiestudie zelf is cruciaal – zie stap 2 in de Evaluatiecirkel. Aandachtspunten bij het opzetten van het proefproject zelf en de bijbehorende evaluatiestudie zijn onder meer:

- **Doel en vraagstelling.** Wat is het doel van het proefproject? Daaruit volgt weer: welke vraag willen we met de evaluatie be-

***** Zie voor meer informatie www.ditcm.eu/its-round-tables/effects-on-traffic-management.

antwoorden? Gaat het erom de techniek te testen? Om de keten van verkeersinformatie te toetsen? Of is het doel het effect van de dienst op de doorstroming te bepalen?

- **Ontwerp proefproject.** Maak vooraf een scherp ontwerp van het proefproject en de experimenten daarin. Op basis van die informatie kan ook de evaluatie goed worden ingericht: nul- en éénmeting, data-inwinning (conform doel en vraagstelling), controlegroep, omstandigheden die in proef worden meegenomen (zoals goed/slecht weer, rustig/druk verkeersbeeld) enzovoort.
- **Timing.** Neem genoeg tijd voor ontwikkeling, testen en inregelen van de nieuwe dienst of techniek zodat uiteindelijk een zo optimaal mogelijk systeem getest wordt. Korte iteratieslagen op technische prestatie en systeemontwerp kunnen immers flinke verbeteringen opleveren.
- **Budget.** Houd in het projectbudget rekening met de (kosten voor de) evaluatie. In de praktijk wordt evaluatie nog te vaak als sluitpost gezien.

Hoe zwaar er op elk van de punten wordt ingezet, hangt mede af van de vereiste verantwoording richting overheid en bedrijfsleven. Maar niet alleen die factoren zouden leidend moeten zijn. Met het oog op kennis opdoen en de behoefte van opschaling en uitrol elders zijn er ook 'projectoverschrijdende' belangen. De Ronde Tafel probeert dit belang bij de verschillende projecten onder de aandacht te brengen.

VEEL VOORUITGANG GEBOEKT

Het feit dat we veel nog niet weten over de effecten van C-ITS en de (extra) aandacht die evaluatie verdient, zouden het beeld kunnen oproepen dat de miljoenen aan investeringen vanuit overheid en markt ons maar weinig verder hebben gebracht. Daarmee zouden we de projecten echter tekort doen.

Los van het feit dat wel degelijk onze kennis hebben verdiept – zoals besproken onder het kopje 'Wat we wel weten' – zien we meer in het algemeen ook een consistente ontwikkelingslijn waarbij het ene project een opstapje blijkt naar een volgend, groter project. Neem Brabant In-car: serie I bestond nog uit kleinschalige demonstratieproeven, in serie II werd al opgeschaald naar grote deelnemersgroepen en Brabant In-car III tot slot heeft als doel het (potentieel) oplossen van concrete doorstromingsproblemen op de A67.

Het eerder genoemde Spookfiles A58 is in feite weer een opvolging van Brabant In-car III. In dit project is een coöperatieve infrastructuur ontwikkeld waarop de regio Brabant en Nederland de komende jaren verder kunnen bouwen. Wegkantleveranciers Siemens en Vialis hebben op de A58 tussen Tilburg en Eindhoven in totaal 34 wegwakbalken geplaatst die zijn uitgerust met wifi-p. De apps van serviceproviders FlowPatrol en ZOOF kunnen via een 'Talking Traffic'-kit in de auto data ontvangen en een snelheidsadvies produceren. De serviceproviders rustten in totaal 1.200 reguliere verkeersdeelnemers uit met zo'n kit. En al testende is het de partners Be-Mobile en Simacan gelukt grote verbeteringen te maken in de kwaliteit van de data: die werd completer, betrouwbaarder, accurater, sneller en beter schaalbaar.

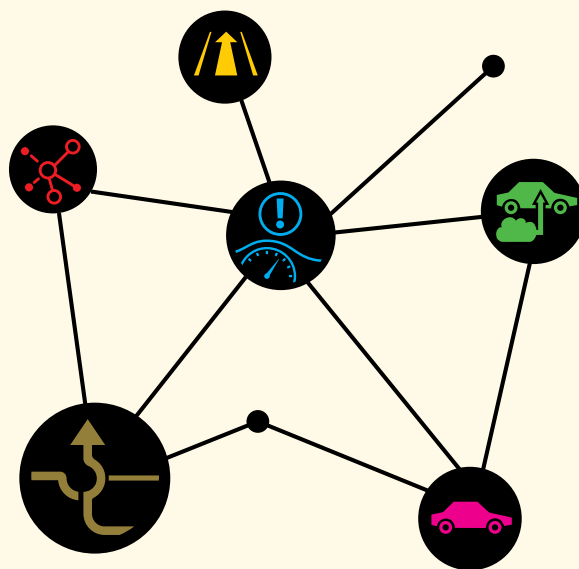
Een krachtige zet was de keuze om in het project uitgebreid aandacht te besteden aan de *governance*. Markt en overheid maakten gezamenlijk afspraken over een veelheid aan publiek-private zaken. Doordat dit in de beschermde omgeving van het project uitgewerkt en getest kon worden, is (inter)nationaal een flinke voorsprong genomen op het gebied van governance. Dit resulteerde onder andere in een *High Level Architecture* met koppelvlakken voor de coöperatieve infrastructuur. De leveranciers die bij het project betrokken

zijn, hebben gezamenlijk strak gespecificeerde koppelvlakken gedefinieerd en deze – waar reeds beschikbaar – gebaseerd op Europese standaarden (ETSI, CEN) en Nederlandse afspraken (NORA, Landelijke Ronde Tafel Dutch Profiles). Daarnaast zijn er procedures rondom servicemanagement vastgesteld, en zijn er testprotocollen en maatregelen voor privacy- en databescherming ontwikkeld. Veel van deze oplossingen zijn feitelijk te groot voor één project, maar doordat ze binnen een project zijn uitgewerkt, is er waardevolle ervaring opgedaan. Ook is de snelheidsadviesdienst die nu wordt getest, slechts het begin. De opgeleverde techniek is in te zetten voor tal van andere diensten, op ook andere (typen) wegen. Denk hierbij aan een waarschuwingssysteem voor wegwerkzaamheden, weersomstandigheden of voor een naderende ambulance, of aan een systeem dat communiceert met verkeerslichten en zo informatie geeft over de *time to green*. Het is dus niet voor niets dat Brabant aan opschaling werkt, onder meer middels het onlangs opgerichte ITS Bureau Brabantstad.

De Praktijkproef Amsterdam maakt momenteel een doorstart naar de derde fase waarin in-car oplossingen en wegwaktoplossingen geïntegreerd worden. Veelbelovend zijn de proeven in Amsterdam-Zuidoost waarin momenteel een slag wordt gemaakt van publiek naar privaat verkeersmanagement.

Tot slot

We zijn in Nederland al heel ver gekomen met C-ITS-projecten waarin mobilisten beter worden geïnformeerd over een efficiëntere reis. Tot echte effecten op de weg heeft dat nog niet geleid – die zullen pas zichtbaar zijn als de penetratiegraad van C-ITS in het verkeer in tijd en ruimte hoog genoeg is. Wel is er veel kennis vergaard en is de algemene ontwikkelingslijn stijgend. Om die lijn zo te houden en een grootschalige uitrol van C-ITS-diensten te faciliteren zal de (inrichting van) de evaluatie van de projecten wel extra aandacht moeten krijgen. De Ronde Tafel Effecten ITS begeleidt en stimuleert die ontwikkeling •



De auteurs

Drs. Paul van Beek is adviseur bij Goudappel Coffeng.

Ing. Suzanne van Lieshout is adviseur Verkeersmanagement bij Royal HaskoningDHV en secretaris van de Ronde Tafel Effecten ITS.

Dr. Kerry Malone is senior advisor bij TNO en expert in het schrijfteam van de Ronde Tafel Effecten ITS.

Verder werkten mee: prof. dr. ir. Henk Meurs (MuConsult), Bram Hendrix (AutomotiveNL) en prof. dr. ir. Hans van Lint (TU Delft, Ronde Tafel Effecten ITS).

REACTIE HENK TAALE, TRAFFICQUEST:

“Om het effect van C-ITS te bepalen, moeten we meer gebruik maken van modellen”



“Het hoofdartikel over de ontwikkeling van Connected ITS geeft een goed en voor zover ik kan beoordelen compleet overzicht van de kennis die we momenteel hebben over de effecten van C-ITS in Nederland. Het is een prima aanvulling op wat we in ons TrafficQuest-rapport ‘Coöperatieve systemen & Automatisch rijden’ hebben vastgelegd, waarin we vooral de resultaten van Europese projecten belichten. Uit het artikel wordt duidelijk dat we in Nederland veel experimenteren en dat daarbij goed wordt samengewerkt tussen de overheden, marktpartijen en kennisinstellingen. Dit alles om het gedrag van (weg)gebruikers te beïnvloeden, zodat doorstroming, verkeersveiligheid en leefbaarheid beter worden. En dat dit succesvol is, wordt ook duidelijk gemaakt: de ontwikkelde apps worden veel gedownload, de adviezen lijken

goed te worden opgevolgd en er is voldoende waardering voor de diensten.

Maar wat het artikel ook laat zien, is dat we eigenlijk nog maar heel weinig weten over de effecten van C-ITS op de verkeersafwikkeling, en dat geldt evenzeer voor de effecten op de verkeersveiligheid en leefbaarheid. Nu is dat ook lastig: veel diensten verkeren nog in een pilotstadium en door de grote verscheidenheid aan diensten is het trekken van generieke conclusies over de effecten niet eenvoudig. Zo hebben we als TrafficQuest recent nog onderzocht wat er bekend is over de effecten van C-ITS op de verkeersveiligheid. Dan blijkt dat van verschillende diensten en systemen vanuit Europese projecten wel iets bekend is, maar dat het stapelen (optellen van effecten van verschillende diensten) en opschalen (vertaling van lokaal naar netwerkniveau) daarvan heel lastig is.

Uitgaand van een bepaald scenario over de introductie van C-ITS is er bijvoorbeeld gecijferd dat C-ITS in Europa kan leiden tot een afname van 500 verkeersdoden en 60.500 gewonden per jaar vanaf 2030. Voor de Nederlandse situatie betekent dat een afname van 9 verkeersdoden en 550 gewonden per jaar vanaf 2030. Maar dit is een grove schatting waarbij geen rekening is gehouden met de specifieke situatie in Nederland. Bij het stapelen en opschalen naar Europees niveau zijn namelijk aannames gedaan, net als bij het vertalen naar de Nederlandse situatie.

Dergelijke cijfers zijn dus niet heel goed onderbouwd, maar op dit moment is het het enige wat we hebben.

Terecht wordt in het artikel opgemerkt dat bestaande evaluatiemethoden nog

niet toegesneden zijn op het evalueren van C-ITS. Dat komt vooral omdat bij C-ITS veel disciplines betrokken zijn: niet alleen verkeerskunde, maar ook human factors, organisatiekunde, ICT en communicatie. De interactie tussen deze vakgebieden maakt het evalueren uitdagend en het is tijd dat daar meer aandacht voor komt. De in het artikel genoemde Evaluatiecirkel helpt daarbij: die maakt die interactie zichtbaar.

Wat in het artikel niet genoemd wordt, maar in mijn ogen een belangrijke toevoeging kan zijn voor het bepalen van effecten, is het gebruik van modellen. Uiteraard is dat een van de vele manieren om een evaluatie uit te voeren, maar op de een of andere manier is er nog te weinig aandacht voor de mogelijke rol van modellen. Terwijl modellering toch veel voordelen biedt: stapelen en opschalen gaat makkelijker en externe factoren worden uitgefilterd, zodat het netto-effect van de maatregelen zichtbaar wordt. Natuurlijk zijn er ook nadelen: modellen zijn over het algemeen (nog) niet geschikt voor de effectbepaling van C-ITS en moeten dus aangepast worden. Maar daar zijn wel mogelijkheden voor. Kortom, een richting die het waard is verder te onderzoeken.

Zo zie je maar dat de opkomst van C-ITS genoeg uitdagingen biedt. Niet alleen om de diensten en applicaties zelf te ontwikkelen en van de grond te krijgen, maar zeker ook ten aanzien van het bepalen van de effecten!”

HANS VAN LINT, HOOGLERAAR TU DELFT:

“Evaluatie is het vliegwiel van innovatie”

“Verkeer is niet de optelsom van heel veel individueel rijgedrag, maar het resultaat van de *interacties* tussen heel veel (verschillende) individuen. Hoe snel we rijden of hoeveel afstand we houden, zijn dus nooit op zichzelf staande keuzes: we ‘interacteren’ en de omgeving bepaalt mede ons gedrag. Om te kunnen voorspellen wat de gevolgen zijn van bijvoorbeeld C-ITS heb je daarom niet genoeg aan het eenzijdig begrijpen hoe een individu of een paar individuen zouden reageren.

Dit betekent dat een veldtest op kleine schaal niet volstaat om de effecten op een complete verkeersstroom te bepalen. Dan maar grootschalig testen? Dat is prima voor toepassingen gericht op informatievoorziening en comfort. Maar het is natuurlijk niet verantwoord om zomaar applicaties uit te rollen die daadwerkelijk ingrijpen op rijgedrag. De ethisch juiste (en ook economisch veel voordeligere)

methode om de opschalingsvraag te beantwoorden is door middel van simulatie, veilig achter ons bureau.

‘Dat is mooi, want we hebben toch goeie simulatiemodellen waar we die C-ITS technologie in kunnen verwerken?’ Helaas, dat is (nog) niet het geval. De modellen voor longitudinaal rijgedrag (voertuigvolggedrag) zijn behoorlijk goed, omdat dat gedrag sterk wordt bepaald door systeemdynamica. Maar van lateraal gedrag (inhalen, oversteken, kruisen, invoegen) begrijpen we veel minder en er is nog geen simulatiemodel waarin de inhaalmanoeuvres echt lijken op wat wij dagelijks doen.

Om de effectvraag toch zo goed mogelijk te kunnen beantwoorden, zullen we dus behoedzaam te werk moeten gaan, waarbij we stap voor stap de effecten proberen te doorgronden. Met dat doel hebben we de Evaluatiecirkel ontwikkeld. In het hoofdartikel komt die kort aan bod, maar ik zou de aanpak graag met een voorbeeld verduidelijken.

Het principe erachter is simpel: evalueren is een continu proces, een cirkel. Het begint met vragen en hypothesen (1). Bijvoorbeeld: Kunnen we met slimme in-car apps filegolven oplossen? We proberen algoritme A,B,C en adviessysteem X,Y,Z onder die en die omstandigheden op een stuk weg dat geteisterd wordt door filegolven. Dan doen we experimenteel onderzoek (2). Werkt het technisch en zijn er verkeerskundige effecten? We zetten een grootschalig onderzoek op de A58 op, waarbij we alle denkbare data verzamelen om dat te kunnen toetsen. De resultaten vallen tegen, maar we kunnen goed analyseren waarom (3). Ik noem twee hypothetische bevindingen: de te grote *latency* van de data was funest voor het functioneren van de algoritmes en de

respons van gebruikers nam sterk af na ‘ongelukkige’ adviezen. Maar als we naar de literatuur kijken en praten met verkeerskundige experts (4), zien we dat er geen enkele reden is om de toepassing af te schrijven, integendeel. We zullen alleen iets moeten doen aan de algoritmes en de techniek. Als opmaat voor een nieuwe ronde bouwen we een simulatiemodel van de A58 waarin we heel specifiek toetsen welke (hypothetische) grenzen er zijn in termen van latency voor de verschillende algoritmes en welke mogelijke succesrichtingen voor algoritmes we kunnen inslaan (5). Hierna gaan de industriële partners en wegbeheerders weer aan de slag met het ontwikkelen van veel robuustere algoritmes voor een nieuwe ronde in de cirkel. Die kunnen we nu veel efficiënter doorlopen omdat de onderzoeksinfrastructuur er al ligt.

Zo zou innovatie ook moeten werken, vind ik: veel en gericht evalueren en leren van wat we doen. Om de interacties tussen uitgeruste en niet-uitgeruste voertuigen te vertalen in simulatiemodellen is trouwens ook nog fundamenteel onderzoek nodig, zowel met simulatoren als in het veld, maar dat kan prima parallel lopen aan de cirkel. Met elk resultaat dat we boeken versterken we het gereedschap om te evalueren.

In de wetenschap hoort Nederland bij de absolute wereldtop in ons gebied. Ik ben ervan overtuigd dat als we systematisch evaluatie inzetten, Nederland de trekkersrol in de EU kan invullen die onze minister zo graag ziet. Evaluatie als vliegwiel voor innovatie dus, waarbij wetenschappelijke ontwikkeling hand in hand gaat met technologieontwikkeling vanuit de markt, met nieuwe toepassingen voor wegbeheerders en eindgebruikers als resultaat.”



Het opschalen van de effecten van ITS

Op basis van een veldtest of simulatie kunnen we uitspraken doen over de effecten van intelligente transportsystemen op het niveau van een traject of gebied. Maar voor bijvoorbeeld beleidsbepaling heb je al snel meer nodig: je wilt dan weten wat het effect zou zijn als de dienst in het *hele land* of *heel Europa* zou worden ingevoerd. Om zo'n vraag onderbouwd te kunnen beantwoorden, moet je opschalen. De auteurs leggen uit wat daar bij komt kijken.

De opschaling waar we in dit artikel op ingaan, is het vertalen van de effecten van intelligente transportsystemen (ITS) op kleine schaal, zoals een weg of stad, naar effecten op grote schaal, zoals Nederland, België of Europa. Met zo'n opschaling heb je interessante input voor beleids- en investeringsbeslissingen. Is het zinvol een dienst of maatregel uit te rollen? Hoeveel levert dat op en welke investering (of subsidie) rechtvaardigt dat? Enzovoort. Ook zijn opgeschaalde effecten nuttige munitie voor kosten-batenanalyses en businesscases. Opschaling kan op alle soorten ITS-diensten en -maatregelen worden toegepast, dus ook op C-ITS en automatisch rijden.

Aanpak

Maar hoe schaal je effecten op? Als uitgangspunt gebruik je uiteraard de impact van een ITS-dienst zoals die op kleine schaal is vastgesteld. Die cijfers kunnen doorstroming, veiligheid of milieu betreffen en komen uit een veldtest, uit simulaties of uit de literatuur. De uitdaging is nu om die effecten *evenredig* te vergroten naar het doelgebied. Daarbij speelt uiteraard het aantal voertuigkilometers een rol (aantal kilometers van de proef- of modelsituatie versus aantal kilometers in het doelgebied) of de frequentie dat een zeker 'event' of gebeurtenis (incident, file-golf etc.) zich voordoet.

Om een realistische schatting te kunnen maken, is het echter ook belangrijk de *omstandigheden* in ogenschouw te nemen. Wat zijn de effecten bij rustig of juist druk verkeer? Op het hoofdwegennet of het onderliggende wegennet? Bij goed of slecht weer? Een ITS-dienst of maatregel heeft immers zelden een constant effect, maar zal al naar gelang de omstandigheden een grotere of juist kleinere impact hebben. De omstandigheden die mede het effect bepalen, noemen we 'situationele variabelen'.

In het (fictieve) voorbeeld in figuur 1 hebben we deze aanpak gevolgd. Op basis van de data zijn de cijfers van een kleine veldstudie opgesplitst in drie wegtypes (snelweg, landelijke weg, stedelijke weg) en twee afwikkelingsniveaus (file en geen file). Voor elke combinatie wegtype en afwikkelingsniveau is er een effect gevonden: een verandering in CO₂-emissies bij gebruik van de ITS-applicatie ten opzichte van de

nulsituatie (geen ITS). Ook het aandeel voertuigkilometers per combinatie wegtype-afwikkelingsniveau in het doelgebied is bekend. De opgeschaalde verandering in CO₂-emissies voor alle verkeer (in het doelgebied in een bepaalde tijdsperiode) is dan gelijk aan de gevonden effecten vermenigvuldigd met het aandeel in kilometrage: -4,6%.

Uitdagingen

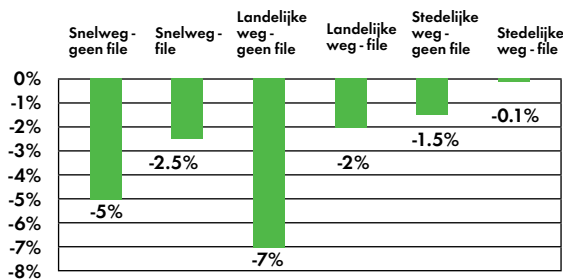
Zoals dit fictieve voorbeeld laat zien, hebben we voor het uitvoeren van opschaling al snel veel statistieken nodig. Allereerst moeten er voldoende data over de uitgangssituatie zijn – wat nog maar eens benadrukt hoe belangrijk een goede opzet van (de evaluatie van) een proefproject of simulatie is. Maar daarnaast hebben we cijfers nodig over het doelgebied, bijvoorbeeld over de kilometrage per (combinatie van) variabele. Deze statistieken zijn er soms überhaupt niet, of ze zijn er maar voor een aantal regio's of landen, of alleen voor een bepaald wegtype, of er zijn grote inconsistenties tussen verschillende bronnen enzovoort. Er is vooral een gemis aan data over de kilometrage uitgesplitst naar verschillende niveaus van verkeersafwikkeling, terwijl deze data juist zo belangrijk zijn voor de opschaling van ITS-applicaties. *Event-based* data (hoe vaak en onder welke omstandigheden een bepaalde gebeurtenis voorkomt) zijn nog moeilijker te vinden.

Voor we aan het rekenen kunnen, moeten we dan ook grote hoeveelheden data uit verschillende bronnen combineren, (dis)aggregeren en nog wat aannames doen om de gegevens compleet te maken. Dit leidt soms tot forse onzekerheden, wat weer controles op de data of gevoeligheidsanalyses vereist.

Voor het rekenen zelf zijn gelukkige slimme applicaties beschikbaar, zoals SCENIC. Deze tool kan met allerlei data worden gevuld, waaronder lusdata van NDW (Nationale Databank Wegverkeersgegevens). Door slim gebruik te maken van rekenregels en inschattingen van de gebruiker kan SCENIC ook overweg met gebrekkige data.*

* Voor opschaling van effecten op een enkel traject of kruispunt naar bijvoorbeeld een stad is een tool als ITS Quick Scan (TNO) geschikt. De tool maakt gebruik van een verkeersmodel en houdt rekening met het daadwerkelijke aantal kruisingen, type wegen en drukte op routes in Nederlandse steden of regio's.

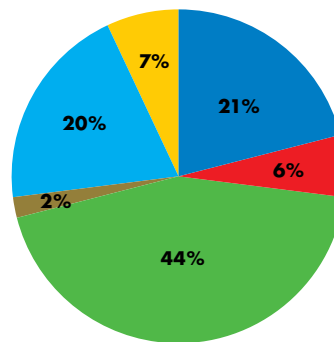
Verandering in CO₂ emissies



Figuur 1:

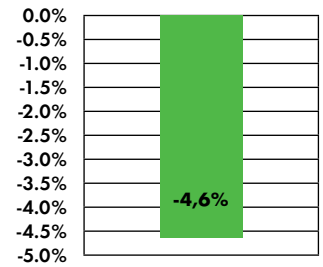
Fictief voorbeeld waarin de effecten op kleine schaal worden vergroot, rekening houdend met de kilometrage én enkele situationele variabelen (type weg en afwikkelingsniveau).

Aandeel in kilometrage



- Snelweg - geen file
- Snelweg - file
- Landelijke weg - geen file
- Landelijke weg - file
- Stedelijke weg - geen file
- Stedelijke weg - file

Verandering in CO₂ emissies (overall)



Case: ecoDriver-project

Het is hoe dan ook geen sinecure om de effecten van ITS op de juiste wijze op te schalen. Bij een opschaling naar Nederland kunnen we nog putten uit een bovengemiddeld rijke bron aan verkeersgegevens, maar als er naar een nog grotere of zelfs Europa-brede schaal moet worden geëxtrapoleerd, zijn de uitdagingen groot.

Dat opschaling toch goed mogelijk is, blijkt uit de case van het Europese project ecoDriver. Het doel van ecoDriver is om chauffeurs met gerichte adviezen over snelheid en schakelen efficiënter (energiezuiniger) te laten rijden. De dienst is op de openbare weg getest. De vraag vanuit de projectorganisatie was om onderbouwde uitspraken te doen over de toekomstige effecten van ecoDriver op EU-schaal (28 lidstaten).

Er zijn eerst toekomstscenario's opgesteld die de mogelijke 'toekomst' tot 20 jaar vooruit beschrijven, elk met eigen waarden betreffende de penetratiegraad van type motor (conventioneel, hybride of elektrisch), kilometrage, acceptatie van nieuwe technologieën etc. Deze scenario's zijn vertaald naar input voor microsimulaties, waarin de effecten van de ecoDriver-systemen voor verschillende netwerken en wegtypes en bij verschillende penetratiegraden zijn doorgerekend. De netwerken zijn zo gekozen dat ze representatief zijn voor het Europese wegennetwerk. Voor het modelleren van de systemen (gebruikersgedrag) zijn de resultaten van de praktijktests gebruikt. Uiteindelijk is zo de impact van de ecoDriver-systemen op doorstroming, veiligheid en milieu op kleine schaal berekend.

Deze impact is vervolgens opgeschaald naar het niveau van de EU, met zelfs nog een kosten-batenanalyse voor zowel de maatschappij als specifieke stakeholders.

Voor de opschaling zijn data uitgesplitst naar de volgende situationele variabelen: wegtype (snelwegen, landelijke wegen en stedelijke wegen), terrein (heuvelachtig, vlak), verkeersafwikkeling (lage drukte, gemiddelde drukte, file) en voertuigtype (auto, bestelwagen, vrachtwagen, bus). Er is gebruik gemaakt van databronnen als Eurostat, OpenStreetMap, OECD, Tremove, TomTom, INRIX, en GoogleMaps.

De uitkomst van de opschaling van het ecoDriver-project voor alle afgelegde kilometers in de EU in het jaar 2035 is dat er met de met ecoDriver-systemen een effect op CO₂-emissies en energieverbruik gehaald kan worden tot -1,7%. In de simulaties en praktijktests zijn hogere effecten gevonden, maar omdat bij opschaling een weging is gemaakt van de verschillende wegtypes en situaties (ook de situaties waarin ecoDriver-systemen geen effect hebben, zoals bij congestie) en er geen 100% penetratie en opvolging wordt aangenomen, zijn de effecten na opschaling kleiner.

Kansen

De case ecoDriver laat goed uitkomen dat met een goede opschaling de resultaten niet alleen naar een grote gebied vertaald worden, maar dat de resultaten van praktijktests en simulaties ook in een bredere context worden geplaatst: ze geven inzicht in hoe de systemen het verkeer bij verschillende weg- en verkeerscondities beïnvloeden en hoe dit uiteindelijk optelt tot een totaaleffect. En zoals blijkt, is het zelfs mogelijk om opgeschaalde effecten voor de toekomst te schatten.

Een ander niet onbelangrijk punt is dat de data over het doelgebied (kilometrages, wegtype, congestie, penetratiegraden etc.) voor een belangrijk deel generiek zijn. Die gegevens kunnen dus hergebruikt worden voor het opschalen van effecten van andere rijtaakondersteunende systemen. De soms forse inspanningen die nodig zijn om de data rond te krijgen, kunnen we zo over meerdere opschalingen uitsmeren.

Mits goed uitgevoerd en met inachtneming van de onzekerheden is opschaling dan ook een uiterst nuttig instrument om beleids- en investeringsbeslissingen te onderbouwen en slimme businesscases uit te werken. Anders gezegd: door op de juiste manier op te schalen kunnen we de ITS-lijnen voor de komende jaren weer wat scherper uitzetten. ●

De auteurs

Ir. Eline Jonkers en ir. Isabel Wilmlink zijn onderzoeker en adviseur Smart Mobility bij TNO. Isabel is daarnaast expert bij TrafficQuest.

AL MEER DAN 10 JAAR UW FAVORIETE VAKBLAD



MAAR HEEFT U ZICH OOI AFGEVRAAGD HOE WE DAT DOEN?

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

Ook partner worden van NM Magazine?

Bel 070 361 76 85 of mail naar redactie@nm-magazine.nl.



magazine

Zonder klanten geen smart mobility



Marit de Jong

Strategisch adviseur Connecting Mobility

Ik ben opgeleid als civiel ingenieur en werk sinds 2000 bij Rijkswaterstaat – en dus bij het ministerie van Infrastructuur en Milieu. Ik heb ooit bewust gekozen voor een baan bij de overheid, gedreven als ik ben om bij te dragen aan oplossingen voor maatschappelijke problemen. En dan het liefst aan oplossingen die een tijdje mee kunnen. Een van de rode draadjes in mijn loopbaan tot nu toe is dan ook het stellen van de vragen: Voor wie doen we dit eigenlijk? En wat willen zij? Ik durf te stellen dat de komst van smart mobility deze vragen nog belangrijker heeft gemaakt. Want zonder klanten geen smart mobility!

Klantgericht werken in het publieke domein is inmiddels normaal. Echt, ook aan overheidszijde stellen we onszelf steeds de vraag: doen we de goede dingen en doen we de dingen goed? En aan wie kun je dat beter vragen dan aan de eindgebruiker van je producten? Als je veel samenwerkt met overheden of zelf werkt bij een overheid zul je vast de volgende begrippen herkennen: werken met open planprocessen, publieksgericht netwerkmanagement, 'we zetten de gebruiker centraal', omgevingsmanagement, burgerparticipatie enzovoort. Allemaal heel klantgericht, maar ik denk dat de komst van smart mobility vraagt om een nieuwe klantoriëntatie: smart mobility eist *interactie* met de klant.

Sinds begin 2014 werk ik bij Connecting Mobility. Als aanjagers van de Routekaart Beter Geïnformeerd Op Weg werken wij samen met marktpartijen, kennisinstituten en overheden en hebben we ingezet op schaalvergroting, de profilering van Nederland als testland voor smart mobility en – daar is ie weer – 'de gebruiker centraal'. Prachtige uitgangspunten, maar de hamvraag is: hoe doe je dat? Afgelopen jaar hebben we gesnuffeld aan de mogelijkheden van *crowd sourcing* in samenwerking met een massamediabedrijf, en samen met Dynniq (toen nog Imtech), verschillende Brabantse gemeenten en Van Berlo geëxperimenteerd met Frame Creation, een *social design*-methode. Het zijn eyeopeners uit andere sectoren. Interactie kan, en biedt nieuwe perspectieven.

Om uit te leggen waarom dit zo belangrijk is, vertel ik vaak het volgende verhaal. Als je een 'harde infrastructuurmaatregel' uit gaat voeren, bijvoorbeeld het aanleggen van een ongelijkvloerse kruising, is het normaal om aan de voorkant de stakeholders te betrekken. De omwonenden, de automobilisten, de passanten, de belanghebbende bedrijven etc. ontwerpen idealiter mee. Ook tijdens de bouw houd je korte lijntjes met elkaar. Na opening van het nieuwe civiele kunstwerk monitor je of je de bedoelde effecten bereikt. Ook check je netjes of alle partijen tevreden zijn met het resultaat. Maar dat is het dan ook. Om blijvend effect te genereren is het niet nodig de klantrelatie interactief in stand te houden. Hoe anders is dat bij smart mobility-oplossingen! Een smart mobility-dienst staat of valt met het aantal actieve gebruikers van de dienst. Om blijvend effect te genereren is langdurig aansluiten bij de drive van de klanten en het onderhouden van een interactieve klantrelatie cruciaal. We weten immers allemaal dat een app met één druk op de knop van het dashboard zal verdwijnen als de klant er geen brood meer in ziet.

Mijn stelling is dan ook: aangezien smart mobility niet kan functioneren zonder interactie met klanten, is het van het grootste belang vaart te maken op het transitiepad 'Van Business-to-Government naar Business-to-Business en Business-to-Consumer' uit de Routekaart Beter Geïnformeerd Op Weg. De crux is immers dat smart mobility-oplossingen niet 'governmentgedreven', maar altijd consumentgedreven zullen zijn. ●

De (r)evolutie van de routeplanner

De routeplanner is in korte tijd uitgegroeid van een nogal rechttoe-rechtaan toepassing op je Windows 98-pc tot een slimme en multimodale app op je smartphone. In deze bijdrage verkent de auteur de basisingrediënten van de routeplanner anno nu, bespreekt hij mogelijke extra diensten en blikt hij voorzichtig vooruit naar wat nog komen gaat.

We kunnen het ons nog nauwelijks voorstellen, maar nog geen vijftien jaar geleden was de routeplanner een stand-alone PC-toepassing, waarbij je de routes nog expliciet op papier afdrukte en mee de auto innam. Dat is inmiddels wel anders. Dankzij de almaar groeiende berg verkeersgegevens en de enorme populariteit en beschikbaarheid van mobiele toestellen is de routeplanner uitgegroeid tot de pratende, slimme, multimodale en actuele navigatieapp die we nu massaal gebruiken.

En de ontwikkelingen op navigatiegebied zijn zeker niet tot stilstand gekomen. Makkelijk is het niet om nieuwe toepassingen te lanceren – het hebben van een grote ‘installed base’ is inmiddels een factor van belang – maar ontwikkelaars verzinnen nog altijd innovatieve en nuttige oplossingen voor eindgebruikers.

Over die ontwikkelingen dadelijk meer. Eerst bespreken we in dit artikel beknopt de basisingrediënten van een goede routeplanner, en hoe ook openbaar vervoer hierin een rol speelt.

De rol van openbaar vervoer

Zo'n beetje alle routeplanners die momenteel in gebruik zijn, bieden een vorm van *multimodaliteit*. Het gaat dan meestal om informatie over de route per auto én met het openbaar vervoer. Reizigers hebben hier zeker behoefte aan, omdat het een objectieve vergelijking van beide alternatieven mogelijk maakt. In een eerder onderzoek vonden we dat het openbaar vervoer in België slechts 8% van alle dagelijkse rittenketens ad hoc zou kunnen vervangen (met inbegrip van één of meer aparte ritten). Men zou hieruit kunnen concluderen dat het openbaar vervoer niet aangepast is aan de mobiliteitsbehoeften van de bevolking. Je zou echter ook kunnen stellen dat ons *verplaatsingsgedrag* nog onvoldoende is aangepast en dat daarom ons *modaliteitsgedrag* stukt. Anders gezegd: wil een modal shift slagen dan is er ook een ‘mental shift’ nodig. Slimme routeplanners die een autorit en OV-rit naast elkaar zetten, kunnen die ‘mental shift’ versnellen.

Openbaar vervoer vormt hoe dan ook een noodzakelijk ingrediënt voor de moderne routeplanner. Een uitdaging hierbij is dat ontwikkelaars over de juiste gegevens dienen te beschikken, met name uurtabellen, overstaplocaties, en indien mogelijk, een schatting van de vertragingen.

Nederland heeft die informatievoorziening inmiddels goed op orde: via ndovloket.nl zijn alle real-time brondata sinds eind maart 2016 vrij beschikbaar. In België wordt dit via data.gov.be gedaan. Jammer genoeg dienen ontwikkelaars vaak eerst nog expliciet de data via licenties aan te vragen, wat als struikelblok toch een beetje ingaat tegen de principes waar ‘open data’ als beweging voor staat. Los van de vraag hoe makkelijk of moeilijk het is deze gegevens te verkrijgen, is er nog de vraag in hoeverre ze accuraat en recent zijn. Een routeplanner die onjuist, of gewoonweg verkeerd advies geeft, zal snel in ongebruik vervallen, waardoor de inspanningen van de ontwikkelaars zinloos worden. In de meeste gevallen zijn dus een aantal extra stappen nodig naast het sec vergaren van de data: de opkuis en fusie van de gegevens, en een niet te onderschatten brok testen.

Verder dan klassieke routeplanners

Wat het autoverkeer betreft is een ander basisingrediënt van de routeplanner dat er een goede schatting wordt gegeven van de reistijd. De eerste routeplanners baseerden hun berekeningen op de fysiek kortste afstand. Een verbetering die kort daarna werd doorgevoerd, was om te werken met de theoretisch kortste reistijd (die op zijn beurt gebaseerd was op bijvoorbeeld de maximaal toegestane snelheid voor elk wegsegment). Nog later, met de opkomst van statistieken over beschikbare historische gegevens, werden deze ramingen berekend met de werkelijk ervaren reistijden op elk wegsegment.

Gedurende lange tijd bleven de meeste routeplanners min of meer in deze positie vastzitten. Maar na de opkomst van meer dynamische, real-time gegevensstromen zoals floating car data op basis



van mobiele telefoons, Twitter-feeds en bluetooth-signalen, veranderde het hele spel. Een goede routeplanner is nu ook in staat om real-time congestie op te sporen, waarmee het bepalen van de reistijd flink nauwkeuriger wordt. Op basis van historische gegevens kan deze schatting zelfs worden uitgebreid tot een bereik waarin zo'n 85% van de ervaren reistijden vallen.

Op naar de volgende generatie van routeplanners

Tot zover de basisingrediënten en stand van zaken. Zoals we al opmerkten, staan de ontwikkelingen echter allesbehalve stil. Wat speelt er zoal?

Allereerst wordt er nog gewerkt aan het verbeteren van de route-dienst zelf. Ontwikkelaars zijn bijvoorbeeld druk bezig om ervoor te zorgen dat routeplanners rekening houden met dynamische variaties op de beoogde route. We hebben het dan niet enkel over de plotselinge binnenkomende informatie van een ongeval. Het gaat vooral om de state-of-the-art waarbij een routeplanner de *veranderende verkeerssituatie na verloop van tijd* incalculeert. Daar waar een klassieke routeplanner de reistijd schat op basis van de verkeerssituatie langs de gehele route op het moment van vertrek, zullen deze nieuwere routeplanners de veranderende verkeersomstandigheden voorspellen langs de route en dit voor de gehele duur van de rit. In de praktijk vereist dit ofwel een onderliggend verkeersstroommodel (dat de filevorming nabootst), ofwel specifieke statistische analyses van historische reistijden op elk wegsegment. Een voorbeeld hiervan is het recent afgeronde Europese MODUM-project waarin dergelijke dynamische componenten aanwezig zijn.^{*} In contrast hiermee staan bijvoorbeeld de IQ Routes van TomTom, welke een analyse van de historiek gebruiken.

Vermits we ook meer rekenkracht, beschikbare gegevens en modellen gebruiken, kunnen deze routeplanners zelfs schattingen van het energieverbruik maken, uitgedrukt in bijvoorbeeld CO₂-uitstoot.

De routeplanner 'plus'

Een ander ontwikkelpad betreft niet de routeplanning zelf, maar de inbedding van andere typen diensten, waarmee er een soort routeplanner 'plus' ontstaat. We bespreken kort een aantal voorbeelden.

Ritplanning voor toeristen

Een mooi voorbeeld is de ritplanning voor toeristen, waarbij toeristen van real-time advies voorzien worden. Zij kunnen hun (openbaar vervoer-) ritten dan zo plannen, dat er rekening wordt gehouden met hun interesses in attracties, lokale winkels, musea enzovoort.

Een beproefde methode om dit te doen is dat een routeplanner zijn advies geeft op basis van (i) een selectie van de interesses van de reiziger, en (ii) de openings- en sluitingsuren van de plaatsen waar dergelijke activiteiten plaatsvinden. Dit advies kan ook andersom geformuleerd worden: een toerist geeft zijn algemene voorkeuren van bijvoorbeeld socioculturele activiteiten, waarna de routeplanner de optimale volgorde van de bezoeken bepaalt, rekening houdend met de dienstregeling van het openbaar vervoer, wandeltijden en openingsuren.

Geïntegreerd tariefbeheer

Een ander voorbeeld betreft geïntegreerd tariefbeheer. In Brussel hebben we de MOBIB-kaart voor al het openbaar vervoer, in Nederland is er inmiddels de OV-chipkaart. Maar in de meeste Europese steden en regio's is het nog altijd een heel gepuzzel om de juiste ticketaankopen te doen, met name voor nieuwe of buitenlandse gebruikers van het systeem. Kies je voor een standaardticket, een dagpas, een 10-rittenkaart, een abonnement? Geldt zo'n ticket dan in bus én trein? Enzovoort. Om dit aan te pakken zie je her en der al bedrijven die het hele aankoopproces voor hun klanten stroom-

^{*} Zie het artikel 'MODUM: Proefproject dynamische en groene routeplanning' in NM Magazine 2015 #1, pagina's 28-29. Deze uitgave is als pdf beschikbaar op www.nm-magazine.nl/download.

lijnen. Een enkele app geeft verschillende routeadviezen, met telkens daarbij vermeld welke tickets nodig zijn.

Zo'n systeem vraagt een gebruiker naar (i) de vertreklocatie, (ii) de bestemming, en (iii) persoonlijke voorkeuren. Vervolgens berekent het de snelste route gebaseerd op de dynamisch veranderende situatie op het netwerk en de uurregelingen van het beschikbare openbaar vervoer, en in het geval van openbaar vervoer biedt het de mogelijkheid om direct en veilig de aankoop van alle benodigde tickets te doen (met terugloopties voor het geval dat de gebruiker zijn ritvolgorde aanpast). Deze tickets worden digitaal op het toestel opgeslagen, waarna ze in het voertuig zelf gevalideerd kunnen worden. Hierdoor verdwijnt de behoefte aan papieren tickets – en in principe zou je hiermee zelfs het Nederlandse systeem van aparte chipkaarten overbodig maken aangezien deze functionaliteit volledig in een smartphone geïntegreerd wordt. Een voorbeeld van een dergelijk systeem is de HoPE-app die is ontwikkeld in het gelijknamige Europese project: een slimme applicatie met groene, multimodale routing, ritplanning voor toeristen en volledig geïntegreerd tariefbeheer.**

Parkeren

Een andere interessante ontwikkeling is de parkeerhulp. Denk aan systemen die precies weten waar nog parkeer ruimte is, daar vlot naartoe navigeren, eventueel na eerst een plek gereserveerd te hebben, meteen de betaling verzorgen en ook de route van P-plaats naar eindbestemming verder uitstippelen, per OV of te voet. (Parkeer)zoekverkeer zou hiermee tot het verleden behoren, de parkeer capaciteit van een stad zou beter benut worden en voor de gebruiker is het vooral meer gemak.

Zachte modi

Een andere mogelijkheid is de inclusie van de zogeheten zachte modi, voornamelijk wandelen en fietsen. In een aantal state-of-the-art routeplanners bijvoorbeeld is wandelen niet langer een kwestie van het eenvoudigweg vinden van de fysiek kortste route, maar ook van de aantrekkelijkheid ervan, zodat de wandelaar een mooie, leuke en gezonde route neemt.

Beleidsmakers zijn meer geneigd om het fietsgebruik in hun steden te stimuleren, in het bijzonder met de oprichting van speciale fietssnelwegen en prominenter ontworpen fietspaden. Recentelijk zien we ook hoe bepaalde steden rekening houden met de 'perceptie' van hun beschikbare fietsroutes. Dit houdt in dat de planner fietsroutes vermijdt die zwaar belaste wegen met autoverkeer delen of kruisen, ten gunste van meer groenere, rustigere en gezondere routes. Ook het kiezen van een meer comfortabele route (zoals een geasfalteerde route in plaats van een hobbelige) behoort tot de mogelijkheden.

Slim is het nieuwe duurzaam

Deze ontwikkelingen – en wie weet hoeveel slimmigheden er nog volgen – zullen de routeplanner zonder twijfel tot een nog krachtiger instrument maken. Hoe snel en wijdverbreid dat gaat, zal echter sterk afhangen van de beschikbaarheid van de juiste data. We noemden in het bovenstaande al de moeite die ontwikkelaars zich vaak moeten getroosten om OV-gegevens boven water te krijgen en vervolgens op te kuisen, en datzelfde geldt voor data over parkeren,



fietspaden etc. voor de genoemde voorbeelden.

Veel steden doen gelukkig steeds beter hun best die zoektocht naar data te faciliteren. Europese lidstaten zijn volgens de wet vereist om hun publieke gegevens open te stellen, zoals beschreven in de INSPIRE-richtlijn EG (2007/E/EG), de EG-PSI-richtlijn (2013/37/EU) en de bijbehorende gedelegeerde handelingen. Dit maakt dat nieuwe bronnen van gegevens in snel tempo voor ontwikkelaars beschikbaar komen.

Een interessant gevolg is dat daar waar in het verleden alles duurzaam was, we nu een verschuiving zien waarbij slim het nieuwe duurzaam is. De combinatie van een grote hoeveelheid beschikbare gegevens en big data-analysetechnieken leidt tot een revolutie in het mobiliteitslandschap. Uitspitten van Twitter-feeds kan bijvoorbeeld inzicht geven in de locaties in een stad waar bepaalde sociale activiteiten plaatsvinden, of in patronen in het pendelverkeer.

Om de mogelijkheden van deze gegevens aan te boren, stellen steden hun gegevens aan het grote publiek open, meestal via webportalen. Hierbij hanteren ze eenvoudige en duidelijke licenties die het (her)gebruik van deze gegevens regelen. Men organiseert zelfs workshops, hackathons en uitdagingen om het beste concept, prototype, businessmodel, of het gebruik van de gegevens te vinden. Die laatste stap is noodzakelijk, omdat we merken dat het louter beschikbaar maken van de gegevens vaak niet voldoende is om de markt te stimuleren.

Tot slot: Van slimme steden naar 'MaaS'

Terwijl de gegevens uit steden meer beschikbaar en gebruikt worden, denken sommige ontwikkelaars al een stap verder: zij omarmen het concept Mobiliteit-als-een-Dienst (Mobility-as-a-Service, MaaS). De volgende generatie van routeplanners zal de gebruiker bevrijden van alle gedoe rond zijn of haar mobiliteitsvereisten. Een dienstverlener zal hiervoor zorgen en die vereist enkel van de gebruiker dat hij of zij aangeeft binnen hoeveel minuten de rit nodig is. Zo'n 'package-deal' zal het hele concept van verplaatsingen radicaal veranderen, waarbij MaaS het tijdperk van het nieuwe, toekomstige transportparadigma inluidt ●

—

Een uitgebreidere versie van dit artikel verschijnt op het 11e Europees ITS Congres in Glasgow, Ierland, juni 2016.

De auteur

Dr. Sven Maerivoet is onderzoeker bij het adviesbureau Transport & Mobility Leuven, België.

** Zie www.hope-eu-project.eu.

Declaration of Amsterdam: goede stap richting zelfrijdende auto

Op 14 april 2016 schaarden de 28 transportministers van de EU zich eensgezind achter de *Declaration of Amsterdam on cooperation in the field of connected and automated driving*. Deze verklaring wordt gezien als een eerste, belangrijke stap om zelfrijdende voertuigen op de Europese weg mogelijk te maken.



Tekst: Edwin Kruiniger

De Declaration werd getekend tijdens de informele bijeenkomst voor milieu- en transportministers in Amsterdam, die op 14 en 15 april 2016 onder Nederlands EU-voorzitterschap plaatsvond. Terwijl de agenda op vrijdag 15 april werd beheerst door actuele thema's als transportveiligheid en grenscontroles, was het programma op donderdag de 14^e op innovatie gericht. Er waren sessies over duurzame en slimme mobiliteit, de ministers maakten een ritje in (deels) zelfrijdende auto's, ze bezochten de Innovatie Expo en stelden de Declaration over *connected and automated driving* vast. Ook vertegenwoordigers van de Europese Commissie en de auto-industrie waren hierbij aanwezig.

Inhoud

Maar wat hebben de ministers nu precies verklaard? Zoals de naam Declaration al doet vermoeden, is het geen document van concrete afspraken: het gaat om *acknowledging, emphasizing en recognising*. Zelfs de in de media veel genoemde 'afpraak' dat in drie jaar tijd de Europese regelgeving rond zelfrijdende voertuigen op orde zal zijn, blijkt minder hard: die regelgeving "should be available, if possible, by 2019".

Dat wil echter niet zeggen dat we de resultaten van 14 april als irrelevant kunnen afdoen. Het thema slimme mobiliteit is nog nooit zo uitgebreid op hoog Europees niveau besproken als die dag. De gezamenlijke Declaration benoemt ook precies de issues die de komende tijd aandacht verdienen om de vaart erin te houden. De tekst roept de stakeholders –

EU-lidstaten, Europese Commissie en industrie – bijvoorbeeld op om aan de volgende punten te werken:

Regelgeving

De regelgeving op Europees en nationaal niveau moet coherent zijn. Eventuele barrières moeten worden weggenomen.

Data: beschikbaarheid, privacy en beveiliging

Wie mag (voertuig)data verzamelen en gebruiken? Hoe de privacy te waarborgen?

Compatibiliteit en interoperabiliteit

Alle systemen, communicatietechnologieën en diensten zouden binnen heel Europa compatibel en 'interoperabel' moeten zijn.

Beveiliging van de systemen

Het gaat dan niet alleen om het voorkomen van technische problemen, maar ook om bescherming tegen cyber-threats.

Internationale samenwerking

Dit betreft vooral de samenwerking met Japan en de VS.

Voor deze thema's beveelt de Declaration een aantal logische stappen aan. Zo moeten de Verdragen inzake Wegverkeer van Genève (1949) en Wenen (1968) eerst aangepast worden om zelfrijdend verkeer op de openbare weg überhaupt mogelijk te maken. Daarnaast spreekt de tekst zich specifiek uit voor grensoverschrijdende praktijkproeven en voor een *informal high-level structural dialogue*, om het

thema op de Europese agenda te houden.

De Europese Commissie wordt gevraagd om op basis van de aangedragen punten een Europese strategie uit te werken. Interessant is ook het verzoek om het tot nu toe nuttige C-ITS Platform te continueren en zelfs uit te breiden met de werkvelden verkeersmanagement en verkeersveiligheid.

Richting

Hiermee zijn de Europese neuzen dezelfde kant op gezet – en alleen dat al maakt de Declaration een belangrijke stap vooruit. De vrijblijvendheid van de verklaring maakte het mogelijk om alle lidstaten mee te krijgen. Landen als Griekenland en Roemenië hebben immers wel grotere zorgen dan het faciliteren van zelfrijdende auto's, maar zijn nu toch inhoudelijk betrokken. Ondertussen biedt de Declaration voldoende handvatten voor de landen die zich al op het thema richtten (voornamelijk West-Europese lidstaten): de concreet geformuleerde issues en stappen bieden een mooi raamwerk voor nieuwe Europese projecten, afspraken en regelgeving.

Vanuit het perspectief van Nederland is misschien nog wel belangrijker dat Nederland het initiatief heeft gehouden en zijn positie tussen alle sterke auto-industrielanden weer wat heeft versterkt. Met zijn ervaring met grootschalige praktijkproeven, communicatietechnologieën en privacy en dataveiligheid heeft het ook wat te bieden – en laten dat nu ook juist de thema's zijn die nadrukkelijk terugkomen in de Declaration •

Slimme oplossingen voor veiligheids- en privacy-issues

Data zijn de drijvende kracht achter intelligente transportsystemen. Maar waar data worden gebruikt, loert het gevaar van lekken, stiekem meekijken en het ongeautoriseerd aanpassen van gegevens – de bekende (data) veiligheids- en privacy-issues. Om die reden werken de partijen in het project Spookfiles A58 niet alleen aan vernieuwende ITS, maar ook aan oplossingen voor de bijbehorende dataproblemen.



Spookfiles A58 is een van de projecten binnen het programma Beter Benutten van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu. Bedrijven, overheid en kennisinstellingen werken hierin samen aan de introductie van een coöperatief systeem (wifi-p infrastructuur), met de A58 tussen Tilburg en Eindhoven als proeftraject. De eerste dienst die op het systeem draait, is de spookfiledienst: op basis van nauwkeurige informatie over stremmingen en filegolven op het proeftraject krijgen deelnemers vanuit de wegwijk gepersonaliseerde in-car snelheidsadviezen toegezonden.

Wil het coöperatieve systeem zo'n advies kunnen genereren, dan moeten er wel heel wat gegevens verzameld, opgeslagen, bewerkt en verzonden worden. Het gaat daarbij om zowel 'publieke' data, zoals verkeersinformatie en de uiteindelijke adviezen die het systeem uitzendt, als om 'persoonsgebonden' data over de coöperatieve voertuigen, zoals hun exacte locatie, snelheid en richting. Het werken met deze data zal al snel leiden tot twee typen risico's: mogelijke problemen op het gebied van (data)veiligheid en issues met de privacy. Voor beide categorieën hebben de Spookfiles A58-partijen interessante oplossingen uitgewerkt die de risico's tot een aanvaardbaar niveau terugbrengen.*

(DATA)VEILIGHEID

Risico's

Onder (data)veiligheid vallen allereerst problemen met de **beschikbaarheid**. Doet de dienst het wel als de afnemer die wil gebruiken? Of doet er zich ergens in de keten een probleem voor met het inwinnen of delen van gegevens en leidt dat tot 'uitval' van de dienst? Ten tweede is er de **authenticiteit** van data. Kan de afnemer van een in-car service erop vertrouwen dat de informatie op het scherm van zijn device echt afkomstig is van de serviceprovider? En dan zijn er nog de zorgen om de **integriteit**. Is het advies dat op het scherm verschijnt juist? Is er niet bewust of onbewust iets aan de data veranderd?

Op zich zijn deze veiligheidsrisico's voor specifiek het project Spookfiles A58 klein: de spookfiledienst die wordt aangeboden is slechts een adviesdienst. Het ergste wat er kan gebeuren is dat er even géén advies binnenkomt of dat er een verkeerd advies op het scherm van het in-car device verschijnt (een advies om snelheid te minderen terwijl dat niet nodig is bijvoorbeeld). In beide gevallen zit de bestuurder 'ertussen' en die zal altijd zijn eigen beslissing nemen.

Maar omdat Spookfiles A58 een ontwikkel- en proefproject is, is besloten om toch stevige (data)beveiligingsmaatregelen te treffen. Dat is een mooie oefening voor toekomstige diensten waarbij de risico's wel groter zijn.

Oplossingen

Hoe worden de risico's rond **beschikbaarheid** getackeld? Dat is vooral een kwestie van kwaliteitscomponenten gebruiken, systemen en verbindingen redundant uitvoeren en de juiste (commerciële) *service level agreements* afsluiten. Het Spookfiles A58-systeem draait bijvoorbeeld op servers met een hoge gegarandeerde beschikbaarheid, geleverd door gespecialiseerde marktpartijen.

Het waarborgen van specifiek de **integriteit** en **authenticiteit** had meer voeten in aarde. Het projectteam heeft hiervoor een *Public Key Infrastructure* (PKI)-oplossing uitgewerkt.

PKI werkt kort gezegd als volgt. Elk systeem in Spookfiles A58 dat draadloos berichten verzendt – dat zijn de wegkantstations en de *on-board units* in de coöperatieve voertuigen – krijgt twee typen digitale 'sleutels': geheime sleutels waar alleen zij bij kunnen en een publieke sleutel die via een database voor iedereen toegankelijk is. De uitgifte en registratie van de sleutelsets worden streng bewaakt. Stel nu dat een serviceprovider een snelheidsadvies wil versturen. Vóór verzending 'ondertekent' de serviceprovider dit bericht met zijn **geheime sleutel**: op basis van de inhoud van het bericht **ge-geneert** de sleutel een **digitale handtekening**. Zodra een coöperatief voertuig dit snelheidsadvies oppikt, zal het de **publieke sleutel** van het zendende station opzoeken. Met deze publieke sleutel kan de **handtekening** onder het bericht worden **gecontroleerd**: is die handtekening wel met de juiste geheime sleutel gegenereerd (= is de afzender wel wie hij beweert te zijn) en matcht die met de inhoud van het bericht? Komt er een 'OK' terug, dan weet het voertuig dat zowel de authenticiteit als de integriteit in orde zijn. Komt er een 'false' terug, dan is óf de verzender niet wie hij beweert te zijn of is het bericht gewijzigd.

PRIVACY

Risico's

Dan de privacy. Een eerste risico is dat er gedetailleerde data worden verzameld en opgeslagen van afzonderlijke (tot op individuen te herleiden) voertuigen. Bepaalde informatie wordt daarnaast gedeeld met derden. Dat roept vragen op: kunnen er geen onbevoegden bij de opgeslagen data? En wordt er geen privacygevoelige informatie gedeeld?

Een privacyrisico van een heel andere orde is het afvangen van data die coöperatieve voertuigen uitzenden. Hoewel een los 'berichtje' geen gevaar vormt – een zeker voertuig A reed op moment *t* op locatie *x* – is er wel een probleem als alle meldingen van een voertuig

zouden worden afgevangen. Als iemand die op een kaart zou projecteren, tekent zich immers een route af. Dat zou inzicht geven in het verplaatsingsgedrag van afzonderlijke voertuigen (en daarmee: van de gebruiker/bestuurder).

Oplossingen

Welke oplossingen zijn op dit vlak uitgewerkt of in voorbereiding? Alle brondata die voor het project Spookfiles A58 worden verzameld, worden opgeslagen op de al genoemde servers. Die zijn niet alleen goed beveiligd tegen uitval, maar worden ook fysiek en digitaal stringent beveiligd.

De brondata, met daarin gegevens die tot op specifieke voertuigen zijn te herleiden, worden ook nooit zomaar overgedragen aan derden. Als er gegevens worden gedeeld – de coöperatieve data zijn vanuit verkeerskundig oogpunt erg waardevol – dan betreft dat altijd **geaggregeerde** data. De derde partij zal dus niet kunnen inzoomen op gegevens van afzonderlijke voertuigen. Een extra maatregel op dit vlak is 'in voorbereiding' en kan in een later stadium worden doorgevoerd: het verwijderen van de kop en staart van alle ritten. De begin- en eindpunten zijn namelijk moeilijker te aggregeren en om te voorkomen dat er dan toch informatie over afzonderlijke ritten wordt gedeeld, kunnen de laatste paar honderd meter van elke rit worden weggeknipt. **

Dan nog het punt dat alle berichten in theorie zijn af te vangen en mee te lezen. Is het een optie om de berichten die coöperatieve voertuigen uitzenden te versleutelen? Nee, want de kern van het coöperatieve systeem is samenwerken en het vrij delen van gegevens tussen de verschillende componenten (de voertuigen onderling, voertuig en wegkant).

Eén aanpak die is voorbereid, is dat de coöperatieve voertuigen de beschikking krijgen over meerdere digitale handtekeningen om de berichten mee te ondertekenen. Dit maakt het voor luistervinken veel lastiger om een zender te volgen op basis van ontvangen berichten.

Als extra zullen de *on-board units* in de coöperatieve voertuigen straks elke vijf minuten hun MAC-adres veranderen, zodat ze nooit langer dan enkele minuten dezelfde ID uitzenden. *** Zelfs het coöperatieve systeem 'weet' dan niet welke ID bij welk voertuig hoort.

Tot slot

Spookfiles A58 heeft mooi werk geleverd voor de databeveiliging en privacybescherming van ITS-systemen. De oplossingen zijn allereerst voor het coöperatieve systeem op de A58 zelf: ze zijn al geïmplementeerd of in de architectuur is rekening gehouden met de implementatie ervan. Maar de oplossingen zijn zeker ook geschikt voor andere systemen, coöperatief of niet. Bij het uitwerken van de maatregelen hebben de Spookfiles A58-partijen zich namelijk keurig gevoegd naar de Europese kaders zoals die vastgesteld zijn door ETSI, de European Telecommunications Standards Institute. De oplossingen zijn in die zin ook niet nieuw. Wel is het voor eerst dat technieken als PKI in de coöperatieve praktijk op zo'n grote schaal worden toegepast. Het project heeft hiermee een stevige (data)veiligheids- en privacybasis gelegd voor de toekomst •

De auteurs

Peter Goossens is *chief technology officer* bij Vialis.

Willem de Boer is *security domain architect* bij Technolution.

Ir. Oene Kerstjens is *projectmanager* Spookfiles A58

* Er bestaat niet zoiets als 100% (data)veiligheid of privacy, net zomin als een huis ooit 100% inbraakveilig zal zijn. Het doel van maatregelen is dan ook om risico's tot een aanvaardbaar niveau terug te dringen. Wat aanvaardbaar is zal van toepassing tot toepassing verschillen.

** Dit betekent dat er dan ook geen herkomst- en bestemmings-matrices uit de coöperatieve data te destilleren zijn, maar dat is de prijs die voor privacy betaald moet worden.

*** Veel apparaten hebben een vast MAC-adres, maar de *on-board units* niet. Dat heeft alles te maken met de gebruikte communicatietechnologie, wifi-p, die uitgaat van 'connectieloos communiceren'. Er wordt dus niet zoals bij GSM een verbinding gemaakt (daar is ook te veel tijd mee gemoeid): er worden alleen berichten uitgezonden. Dan kan er ook gemakkelijk van ID worden gewisseld.

De noodzaak tot innovatie van verkeerslichten

Verkeerslichten zijn een wonderlijke paradox op ons wegennet. Ze zijn niet weg te denken en tegelijkertijd kost het ons (te) veel moeite ze in goede conditie te houden. Moeten we dat voor lief nemen? Nee, aldus de auteur van deze opiniebijdrage, we moeten eindelijk maar weer eens gaan innoveren met die lichten. Want wanneer is de verkeersregelininstallatie voor het laatst écht onder handen genomen? Juist ja.

“Laks beheer verkeerslichten leidt tot onnodige ongelukken”, kopte dagblad Trouw onlangs. De aanleiding voor het artikel was een onderzoek verricht door DTV Consultants, waaruit bleek dat de helft van de wegbeheerders na het plaatsen van een verkeerslicht er nauwelijks meer naar omkijkt. Zo kan het dus gebeuren dat de verkeerssituatie in de loop der jaren drastisch verandert, maar dat de lichten ‘ouderwets’ op groen en rood blijven springen. Het resultaat is onnodig wachten voor rood en dat leidt weer tot onnodige ongelukken, stellen verkeersdeskundigen in het krantenartikel. “Als je het gevoel hebt dat je voor de kat z’n viool stilstaat, daalt de geloofwaardigheid van zo’n verkeerslicht”, aldus Eric van Berkum van TU Twente. Als reden van het slechte onderhoud voeren de geciteerde deskundigen de hoge kosten aan die ermee gemoeid zijn.

Doel VRI

Als de conditie van stoplichten zo matig is, moeten we dan niet de vrijheid nemen om eens kritisch over deze instrumenten en hun gebruik te discussiëren? Dat begint al met de naamgeving. Gebruik het woord ‘stoplicht’ en je wordt al snel door een verkeerskundige gecorrigeerd. Het is namelijk een verkeersregelininstallatie, afgekort tot VRI. En dat is een complex samenstel van onder meer de regelcomputer en de behuizing daarvan, de masten en de verkeerslantaarns met verkeerslichten voor de rood-geel-groen-signalen, de detectoren (vaak lussen in het wegdek) die de regelcomputer voeden met signalen over de aanwezigheid van weggebruikers en alle bijbehorende voedingen, kabels en leidingen. En zo dwalen we al snel af van het doel waarvoor een VRI wordt neergezet en verzanden we in de techniek.

In de basis is het doel van een VRI “een zo goed mogelijke afwikkeling realiseren van het verkeer op conflictvlakken”, lezen we op Wegenwiki. In een tijd waarin we opschuiven naar netwerkmanagement wordt de functie van een VRI zelfs nog veelomvattender. VRI’s worden nu ook heel bewust ingezet voor het bufferen van verkeer om stroomafwaarts te voorkomen dat de wachtrijen zo lang worden dat uiteindelijk

verkeer komt stil te staan op een kruispunt en ook de andere richtingen over het kruispunt blokkeert (‘blocking back’). Of, zoals is gedaan in de Praktijkproef Amsterdam West, ter ondersteuning van de toeritdoserend om het ontstaan van files op de autosnelweg te voorkomen.* Omgekeerd kunnen VRI’s ook worden gebruikt om de instroom vanaf de autosnelweg naar de stad toe te doseren. Kortom, VRI’s zijn een krachtig regelinstrument in netwerkmanagement en dat vraagt erom de functionaliteit centraal te stellen – en niet de gebruikte techniek. En dan is ‘stoplicht’ niet eens zo’n gek woord. Uiteindelijk instrueren we weggebruikers te stoppen en tijdelijk te wachten voor een hoger netwerkdoel.

Isolement

Wat gaat er mis wanneer een studie laat zien dat nu juist de functionele conditie van te veel VRI’s niet op orde is? VRI’s zijn in het verleden uitgroeid tot regelinstrumenten die in isolement hun taak uitvoeren: een zo goed mogelijke afwikkeling realiseren van het verkeer op conflictvlakken. In sommige gevallen zijn ze via koppelkabels met elkaar verbonden, zodat er een groene golf langs het koppelkabeltraject kan worden gecreëerd. Vrijwel alles ligt vast in de techniek zoals deze langs de kant van de weg is neergezet.

Later kwamen de eerste VRI-beheercentrales waarmee de technische conditie van de VRI’s kon worden bewaakt en functionele aanpassingen mogelijk waren door de verkeersregelingen te herconfigureren, opdat ze beter aansluiten bij de nieuwe verkeerssituatie. Inmiddels hebben al aardig wat wegbeheerders een eigen verkeerscentrale waarin een VRI-beheercentrale een prominente plek heeft naast een netwerkmanagementsysteem (NMS). Vanuit het NMS worden dan regelscenario’s geactiveerd wanneer de verkeerssituatie wijzigt, wat via de VRI-beheer-

* Zie het hoofdartikel van NM Magazine, 2014 #3. Alle uitgaven van NM Magazine zijn als pdf beschikbaar op www.nm-magazine.nl/download.



centrale leidt tot herconfiguratie van de lopende verkeersregelingen of een bewuste keuze voor een andere verkeersregeling die beter bij de vigerende verkeerssituatie past. Dat is ook het pad waarop we móeten zitten en zelf verder moeten groeien, zoals de Praktijkproef Amsterdam heeft laten zien of de daaruit afgeleide Regelaanpak [zie het artikel op pagina 28 en 29 in deze uitgave – red.]. De functionele conditie van een VRI wordt dan niet langer eens in de zoveel jaar gecontroleerd en aangepast, maar door de dag en over de weken heen.

Maar wederom zijn de kosten de beperkende factor. Om deze stap te maken moeten VRI's uit hun isolement worden gehaald en over grote afstand gaan communiceren met de VRI-beheercentrale. Dat kan via koperdraad of glasvezel, maar inmiddels ook via draadloze communicatietechnieken of een combinatie daarvan. Engeland toont al mooie voorbeelden van VRI's die via draadloze communicatietechnologie in een vermaasd netwerk ('mesh network') zijn opgenomen, waarvan slechts één VRI op de glasvezel hoeft te worden gezet die de communicatie tussen het vermaasde netwerk en de VRI-beheercentrale regelt. Verder moet de VRI van een rijke serie verkeersregelingen worden voorzien om een diverse set aan mogelijke verkeerssituaties af te dekken. Idealiter communiceren we tussen de VRI-beheercentrale en de VRI via het open IVERA-protocol en betrekken we data vanuit de VRI in het open VLOG-formaat, opdat in de verkeerscentrale een indicatie beschikbaar is van de hoeveelheid passerende weggebruikers. Daarop moeten oudere VRI's in technische zin worden aangepast.

Systeemopzet

Door dit soort technologie toe te voegen aan de bestaande systeemopzet van een VRI vergroten we weliswaar de meerwaarde van VRI's significant (zeker op netwerkniveau), maar drukken we niet echt de kosten. Daarvoor moeten we naar de systeemopzet zelf kijken. Wat is het laatste jaar geweest dat de VRI echt geïnnoveerd is? Waarom kan een VRI zichzelf niet functioneel onderhouden? In een tijdperk waarin wordt gewerkt aan autonome voertuigen, is het moeilijk vast te houden

aan de gangbare werkwijze waarbij verkeersregelingen handmatig worden gemaakt, gecompileerd en op de regelcomputer in de VRI worden geladen. Iedere stap in dit proces kost tijd en geld en het eindigt met, zoals het onderzoek laat zien, verkeersregelingen die verouderd zijn en niet meegroeien met de veranderende verkeerssituatie. Oftewel, we willen VRI's die autonoom zijn in het functionele onderhoud.

We willen ook VRI's die qua systeemopzet aansluiten bij de grote ontwikkelingen van deze tijd, zoals cloud computing, mesh networking en internet of things. Ontwikkelingen die op veel plekken innovatie brengen en kosten terug weten te dringen, maar nog maar mondjesmaat doordringen in de verkeerswereld. En we willen VRI's die zich niet slechts als stoplicht tonen aan de weggebruikers, maar die tevens uitleggen waarom je als weggebruiker moet stoppen en wachten. Sociaal communicatieve VRI's, die het makkelijker maken VRI's in te zetten om verkeer te bufferen om vastlopen van het verkeer stroomafwaarts te voorkomen.

Eerst innoveren...

Wanneer we constateren dat VRI's een buitengewoon nuttige functie vervullen in het veilig en beter benutten van de beschikbare weginfrastructuur en we tegelijkertijd constateren dat de kosten voor het onderhoud van deze functie te hoog zijn, dan hebben we de plicht in alle openheid te innoveren zonder de discussie direct af te knippen door te wijzen op richtlijnen uit het verleden en de verkeersveiligheid. Eerst innoveren, de richtlijnen passen we er wel op aan. De verkeersveiligheid is inderdaad cruciaal, maar juist daarbij worden in de huidige situatie stevige vraagtekens gezet ●

De auteur

Ing. Paul van Koningsbruggen is business developer bij Technolution en vast redactielid van NM Magazine.

Regionaal verkeersmanagement volgens de Landelijke Regelaanpak

In opdracht van het Landelijk Verkeersmanagementberaad is vorig jaar de Landelijke Regelaanpak uitgewerkt. Deze aanpak biedt samenwerkende wegbeheerders handvatten om *regionaal* verkeersmanagement op te zetten dat toch *landelijk* consistent is. Eind vorig jaar is deze aanpak gepubliceerd als een aanvullende module op het Handboek Verkeersmanagement.*

In verschillende programma's zijn wegbeheerders bezig om regionaal verkeersmanagement verder te ontwikkelen, breder in te zetten en met software te ondersteunen. Deze initiatieven worden vaak regionaal opgepakt, meestal binnen een grootstedelijk samenwerkingsverband of een regio.

Een regionale aanpak is logisch. Er is immers veel lokale kennis nodig van de infrastructuur, verkeersstromen en beleidsdoelstellingen. Maar hoe voorkomen we dat iedere regio als een eiland opereert met eigen, slecht op elkaar aansluitende verkeersmanagementaanpakken en -methoden?

Het Landelijk Verkeersmanagementberaad, LVMB, nam vorig jaar het initiatief om een algemene aanpak te ontwikkelen die *regionaal* kan worden gebruikt maar tegelijkertijd *landelijke* consistentie biedt. Deze werkwijze is in december 2015 vastgelegd in de Landelijke Regelaanpak.

Minder regelscenario's nodig

De Landelijke Regelaanpak biedt een alternatief voor de klassieke regelscenario's. Draaiboeken met schakelschema's zijn nuttig en belangrijk, maar voor een verkeersmanagementaanpak op netwerkniveau zijn ze ook erg arbeidsintensief in onderhoud en operationele uitvoering. Je hebt bijvoorbeeld al snel tientallen scenario's nodig voor allerlei locaties en situaties (ochtendspits, avondspits, incident, evenement). In elk van die scenario's zit bovendien het hele traject van probleemdetectie tot en met probleemoplossing vervat, waarbij je voor iedere maatregel apart moet vastleggen wanneer deze 'aan' en 'uit' moet en hoe om te gaan met conflicterende maatregelen.

De Landelijke Regelaanpak tackelt dit probleem door een generieke aanpak te gebruiken waarin detectie en oplossing van een probleem uit elkaar zijn getrokken. Het detecteren van problemen gebeurt in het hele netwerk op vergelijkbare wijze en de gevonden oplossingen kun-

nen voor meerdere situaties worden hergebruikt. Door deze ontvlechting wordt vervolgens ook de afhandeling van conflicten eenvoudiger.

Bouwstenen

Hoe werkt de Landelijke Regelaanpak precies? Het startpunt is het onderling afgestemde beleid tussen samenwerkende wegbeheerders, zoals uitgewerkt in een *regelstrategie* met *referentiekader*. De Regelaanpak sluit daarmee goed aan op de veel gebruikte methodiek Gebiedsgericht Benutten Plus (GGB+).

Net zoals in GGB+ hanteert de Landelijke Regelaanpak de begrippen 'keuzepunt' en 'regelpunt'. Een keuzepunt is een punt in het beschikbare wegennet waar het verkeer een keuze maakt tussen routes. Een regelpunt is een locatie waar de verkeerscapaciteit beïnvloed kan worden, bijvoorbeeld met een verkeersregelinstallatie of toeritdoseerinstallatie. Nieuw in de Regelaanpak zijn de begrippen 'routedeel' en 'link'. Deze zijn toegevoegd om het verschil aan te geven tussen een traject tussen twee keuzepunten (routedeel) en een traject tussen twee regelpunten (link). Beleidskaders worden over het algemeen op deze twee niveaus gedefinieerd en worden in de Regelaanpak ook op deze niveaus geborgd. Een ander belangrijk aspect van de Regelaanpak is het standaardiseren van het begrip 'DVM-service': een maatregel of combinatie van maatregelen die onder voorwaarden beschikbaar is voor netwerkbreed verkeersmanagement. De volgende services zijn hierbij gestandaardiseerd: Instroom beperken, Uitstroom bevorderen en Omleiden. Zie verder de figuur op de bladzijde hiernaast voor een verduidelijking van de begrippen.

Principes

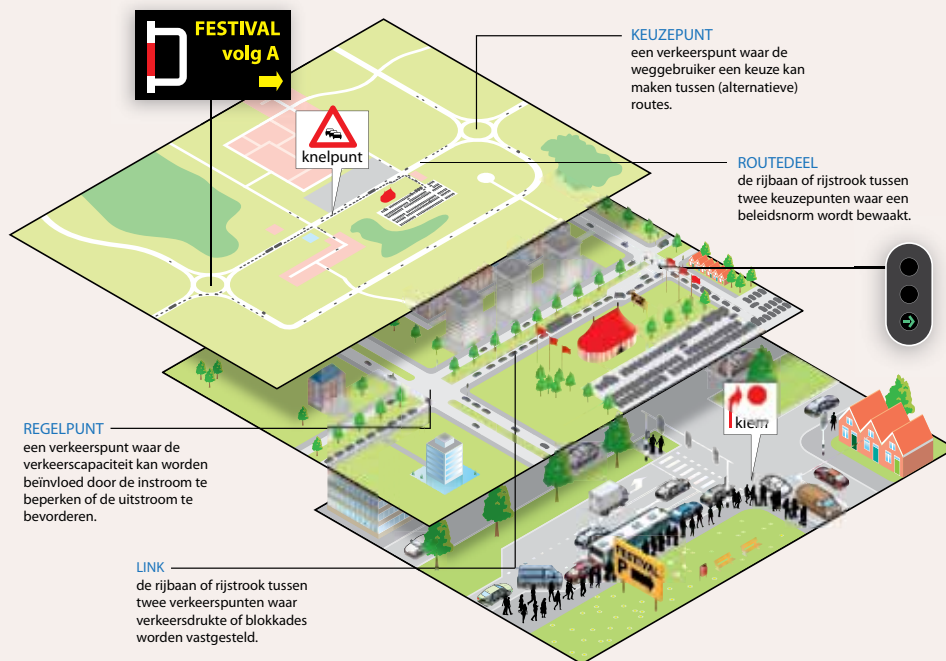
Het instrumentarium is hiermee afgedekt: het 'wat', 'waar' en 'waarmee'. Om de vraag te beantwoorden 'wanneer' de services precies in gang moeten worden gezet, gebruikt de Regelaanpak vier principes.

Principe 1: Proactief terugslag voorkomen door op links vroegtijdig kiemen te detecteren

De wegbeheerder grijpt snel in op regelpunten met 'instroom beperken' en 'uitstroom bevorderen'. De wachtrijlengtes op de links worden zo beheerst.

* Het Handboek Verkeersmanagement wordt uitgegeven door CROW. Zie voor meer informatie over de inhoud en auteurs van het handboek NM Magazine 2011 #1, pagina 36 en 37. Alle uitgaven van NM Magazine zijn als pdf beschikbaar op www.nm-magazine.nl/download.

De figuur toont een kaart met drie 'zoomniveaus'. Op het onderste, meest gedetailleerde niveau zien we een **regelpunt** waar een verkeersprobleem ontstaat (**kiem**) omdat de wachtrij er te groot dreigt te worden. Het middelste niveau toont de link met zijn **regelpunten**. We kunnen hier met behulp van de verkeersregelinstanties de **DVM-services** 'instroom beperken' en/of 'uitstroom bevorderen' inzetten. Het hoogste niveau toont het bijbehorende **routedeel**. Stroomopwaarts van de regelpunten bevindt zich een **keuzepunt** dat kan worden gebruikt voor de DVM-service 'omleiden' (met behulp van de DRIP).



Principe II: Actief borgen van beleidsnormen op routedelen

Zodra er een knelpunt op een route deel wordt geconstateerd, zoals de overschrijding van een streefprestijds, wordt onder meer 'omleiden' ingezet.

Principe III: Optimaliseren binnen de beleidsnormen

Wegbeheerders stellen DVM-services 'onder voorwaarden' beschikbaar: een DVM-service mag alleen worden ingezet zolang die voorwaarden niet zijn overschreden. Met dit derde principe kunnen we principe I en II uitvoeren, maar dan wel zo dat ook de wegen rond de knelpunten binnen de beleidsnormen blijven.

Principe IV: Conflicten afhandelen op basis van ernst verkeerssituatie

Als er veel DVM-services tegelijk worden aangevraagd, kan er een conflict tussen de services ontstaan. De Regelaanpak stelt standaard conflict hanteringsregels voor waarmee bepaald kan worden wat er in zo'n geval moet worden gedaan. Daarbij is de algemene regel dat de service die is aangevraagd vanuit de 'meest ernstige' situatie wordt uitgevoerd ten koste van een andere situatie.

Hergebruik en generalisering

Met deze kennis van de begrippen en principes gaan we nog even terug naar het inperken van het aantal regelscenario's. Waar zit in dit opzicht de winst van de Regelaanpak? In hergebruik en generalisering. De DVM-services zijn altijd verbonden aan dezelfde locatie en hoeven dus maar één keer te worden gedefinieerd. Daarna kunnen ze worden gebruikt voor verschillende verkeerssituaties – dit in tegenstelling tot regelscenario's. Ook de regels voor het aanvragen van de services en oplossen van conflicten zijn generiek en kunnen op elke locatie worden herhaald. Voorbeelden van generieke beslisregels zijn:

- De uitstroom moet vergroot worden indien de wachtrij voor een regelpunt langer is dan de maximaal toegestane wachtrijlengte.
- Omleiden mag alleen indien de reistijd van de omleiding sneller is dan de reistijd op de voorkeursroute.

Zo hoeven de verkeerskundigen zich minder bezig te houden met het telkens opnieuw bedenken en opnemen van de maatregelen – zoals

bij regelscenario's – en kunnen ze zich vooral richten op de uitzonderlijke situaties.

Aan de slag

Het inrichten van een Regelaanpak voor een regio is een proces waarin verschillende organisaties samenwerken. De eerste uitdaging is om alle deelnemende partijen hetzelfde begrippenkader te laten hanteren. 'Wat is een link? Wij noemden dat een wegvak, of is dat wat anders?' Enzovoort.

Een tweede uitdaging is de aansluiting op GGB+. Met de Regelaanpak wordt de aansluiting tussen beleid en operationele uitvoering verbeterd, maar dan moet het beleid natuurlijk wel op orde zijn. Wat doe je als het GGB+ traject geen kwalitatief referentiekader heeft opgeleverd of de operatie al jaren pragmatisch wordt opgepakt? Veel wegbeheerders weten welke omleidingen er waar en wanneer worden ingezet maar hebben dit nog niet gekoppeld aan de beleidsnormen en verkeerssituaties. Hoe doe je dat dan?

Momenteel wordt er in verschillende regio's ervaring opgedaan met de Regelaanpak. Hiermee worden ook andere kansen voor de Regelaanpak inzichtelijk (bijvoorbeeld: hoe passen in-car ontwikkelingen in de Regelaanpak?) en zullen meer praktische vragen beantwoord worden.

Met de publicatie van de module Regelaanpak heeft het LVMB in ieder geval een flinke stap gezet om netwerkmanagement weer een niveau hoger te brengen: op landelijk consistente wijze regionaal samenwerken, met tegelijkertijd een omschakeling van regelscenario's naar regelaanpak ●

De 'Module Regelaanpak' kan gratis worden gedownload op www.crow.nl. Zie ook www.landelijkeregelaanpak.nl, met onder meer informatie over een training.

De auteurs

Ir. Rolf Krikke (Quovadis) is ITS-architect en specialist in verkeersmanagement op netwerkniveau.

Drs. Silvie Spreeuwenberg (LibRT) is specialist in het opstellen, naleven en uitvoeren van beleid en regelgeving.

Reistijden berekenen met Floating Car Data

Afgelopen winter hebben NDW en provincie Zuid-Holland een pilot *Floating car data* uitgevoerd. Doel van de pilot was om te zien hoe bruikbaar deze data zijn voor het berekenen van reistijden. Ook is gekeken welke indicatoren geschikt zijn om de kwaliteit van floating car data te bepalen.

De provincie Zuid-Holland gebruikt actuele reistijden zowel intern als in haar communicatie met weggebruikers. Wat die eerste toepassing betreft: zodra de reistijd op bepaalde trajecten boven een vooraf ingestelde waarde uitkomt – lees: als de kwaliteit van de verkeersafwikkeling te veel afneemt – krijgen de medewerkers op de provinciale verkeersmanagementdesk een seintje en kunnen ze in actie komen. Voor de 'weggebruikerstoepassing' zet de provincie tien DRIP's in die het verkeer op belangrijke verdeelpunten informeren over de reistijden op de beschikbare routes, met teksten als 'tot Zoetermeer: via A12 x minuten, via N470 y minuten'.

Beide toepassingen vereisen kwalitatief goede reistijdgegevens. Al vier jaar leunt de provincie hiervoor op inwinning met kentekencamera's en bluetooth-meetsystemen. De betrouwbaarheid van deze meetmethodieken is in orde, maar de *robuustheid* is minder ideaal. Tijdens wegwerkzaamheden bijvoorbeeld is het een hele toer om de data-inwinning met camera's overeind te houden. Het probleem van bluetooth-meetsystemen is dat er niet altijd voldoende *matches* zijn (te weinig passerend verkeer dat bluetooth-signaal afgeeft). Het gevolg is dat de provincie de afgelopen jaren met enige regelmaat verstoken bleef van reistijden – waardoor ook de toepassingen voor de desk en de weggebruikers tijdelijk uitvielen.

Pilot FCD

De provincie Zuid-Holland nam daarom contact op met NDW om te praten over mogelijke alternatieve methoden om de reistijd te bepalen. De inwintechiek *floating car data* (FCD) leek een goede oplossing. Maar welke kwaliteit leveren deze data precies?

Wilde NDW deze vragen afdoende kunnen beantwoorden, dan zouden eerst de toetsingscriteria aangescherpt moeten worden. De gebruikelijke kwaliteitstoetsing voor reistijden gaat uit van vaste meetsystemen, waarbij de te toetsen reistijden worden vergeleken met de reistijden die met behulp van kentekencamera's zijn gemeten. Deze methode is echter minder geschikt voor FCD. Zo zijn FCD-reistijden *instantane* reistijden, terwijl de referentiereistijd gerealiseerde reistijden betreft – een niet onbelangrijk verschil. Ook is de huidige toetsingsmethodiek met name gericht op drukke trajecten. Het zou juist interessant zijn de mogelijkheden van FCD op minder drukke trajecten te onderzoeken. Een ander punt is dat de huidige methodiek uitgaat van identieke begin- en eindpunten bij referentiereistijd en toetsingsreistijd, iets wat bij een controle van verschillende FCD-leveranciers tegelijkertijd, lastig te organiseren is.

Al met al waren de praktische vraag van Zuid-Holland en de 'toetsvragen' van NDW voldoende redenen een stevige pilot te op te zetten. Omdat ook de gemeenten Den Haag en Rotterdam interesse in FCD toonden, besloot NDW om stedelijke (hoofd)wegen in de proef mee te nemen.

Opzet pilot

In de pilot zijn twee batches data van de FCD-leveranciers TomTom, INRIX en HERE vergeleken met data uit wegkantssystemen van NDW.^{**} De eerste batch bevatte de gegevens over 50 NDW-meetvakken in de periode 21 tot en met 28 september 2015 en de tweede batch bevatte over dezelfde meetvakken data van de periode 8 tot en met 18 november 2015. De 50 meetvakken zijn een mix van rijkswegen, provinciale wegen én gemeentelijke wegen. Er is gekeken naar zowel situaties met druk verkeer als met minder druk verkeer.

De analyse en bewerking zijn grotendeels uitgevoerd door Bram Bakker van Cygnify en Björn Heijligers van TNO, in opdracht van NDW. De FCD- en NDW-reistijden zijn op de volgende punten vergeleken:

- Snelheidsplots per traject over de tijd (visuele vergelijking).
- De numerieke waarde van de reistijd of snelheid per 5 minuten. Voor elk traject afzonderlijk is bepaald in hoeverre FCD afwijkt van de NDW-data.
- Het terecht of onterecht detecteren van (grote) verkeersvertragingen. De niet-reguliere vertragingen zijn hierbij apart onderzocht.
- De tijdigheid van levering van de reistijden.
- De beschikbaarheid van de gegevens in tijd en ruimte.

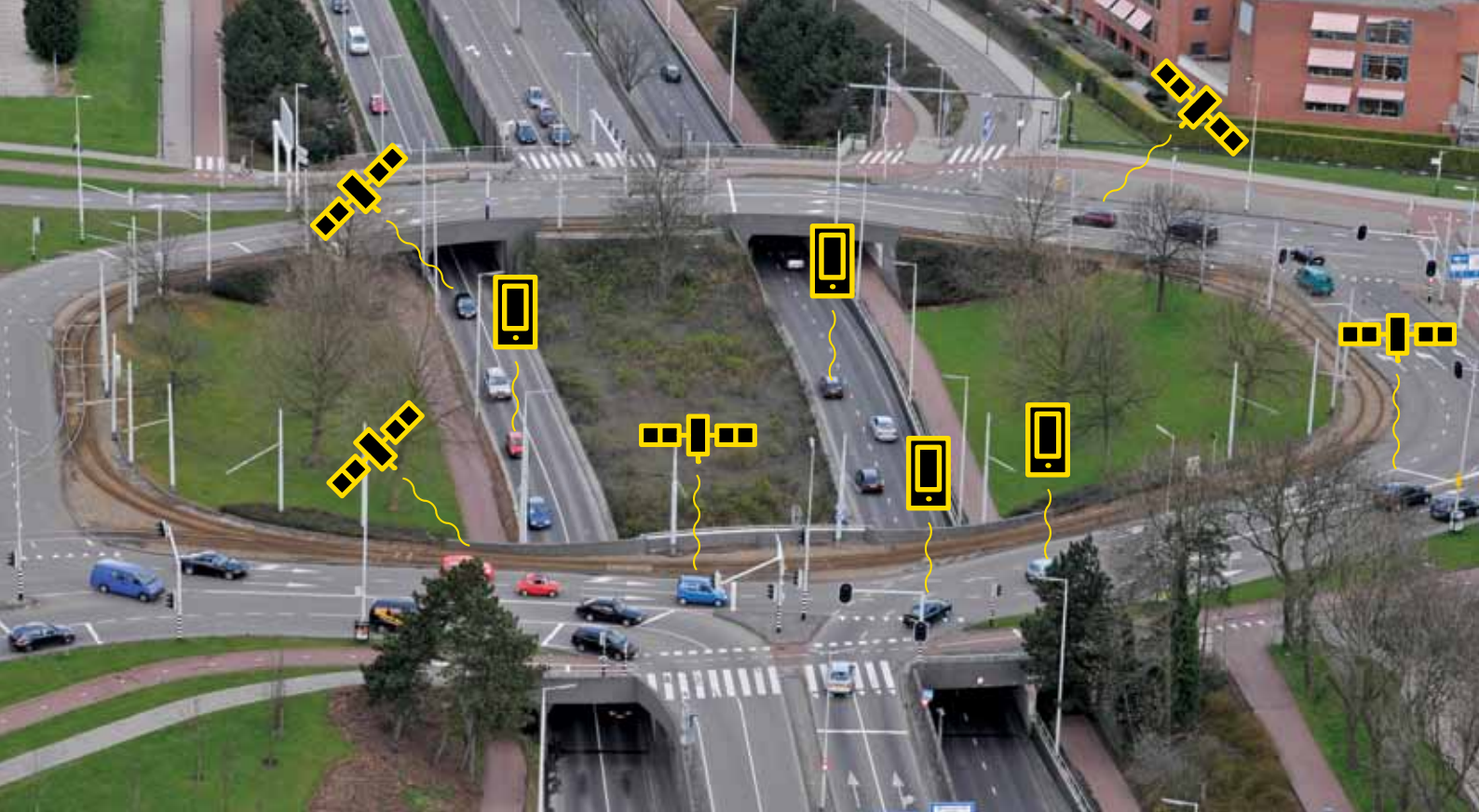
Resultaten

De FCD-reistijden en NDW-data tonen dezelfde patronen over de tijd, met vaak op dezelfde momenten vertragingen en pieken in de snelheden. Er zijn echter ook enkele verschillen.

Als de data in detail per 5 minuten worden bekeken zijn bijvoorbeeld afwijkingen zichtbaar. Dat is niet verwonderlijk. Er is altijd

* De samenwerking lag voor de hand omdat provincie Zuid-Holland en de gemeenten Den Haag en Rotterdam al nauw samenwerken aan de ontwikkeling van verkeersmanagement in BEREIK!

** In een derde batch zal ook de data van Be-Mobile worden meegenomen.



een zekere variatie in reistijden binnen de vijf minuten, kleine locatieverschillen in de trajecten kunnen een rol spelen, het feit dat gerealiseerde reistijden worden vergeleken met instantane reistijden is een factor en ten slotte zijn er nog de onnauwkeurigheden in beide technieken.

De FCD-reistijden blijken daarnaast een iets grotere 'bandbreedte' rond de reistijden van de NDW-meting te hebben dan reistijden op basis van camera's en lussen. Dit betekent dat de nauwkeurigheid per 5 minuten waarschijnlijk iets lager is. Ook dat is geen verrassing, maar het is wel belangrijk vast te stellen in hoeverre FCD-reistijden dan nog bruikbaar zijn voor praktische toepassingen als die van provincie Zuid-Holland. Voor de toepassingen op de desk en in de communicatie is het vooral belangrijk dat eventuele vertragingen *goed* en *tijdig* worden gedetecteerd, zodat er bijvoorbeeld correct en vlot 'beïnvloed' kan worden met tekstmeldingen op de DRIP. Hoe doen de FCD-reistijden het op deze punten?

Het terecht dan wel onterecht detecteren van vertragingen is vastgesteld met behulp van het zogenaamde *Qualitätskennzahl*. Er is hierbij gekeken hoe vaak een grote vertraging die met de NDW-data is opgemerkt, ook wordt signaleerd in de FCD-reistijden, en hoe vaak een vertraging in de FCD-reistijden niet wordt opgemerkt in de NDW-reistijden. De uitkomst was dat FCD de vertragingen heel goed detecteren, waarbij geldt dat irreguliere vertragingen nog wat beter worden opgemerkt dan reguliere vertragingen.

Wat de tijdigheid betreft komen de FCD-gegevens over vertragingen voor de korte tot middellange meettrajecten iets later binnen dan bij NDW-reistijden gebaseerd op camera's: 1-10 minuten later. Dit komt onder meer doordat de FCD-leveranciers een file graag bevestigd zien door meerdere voertuigen voordat ze deze publiceren. Maar voor lange trajecten (meerdere kilometers) scoren FCD-metingen juist beter. Bij metingen met vaste meetpunten, zoals bij de NDW-referentiemeting, moet een voertuig immers eerst het gehele traject afleggen voordat de reistijd kan worden doorgegeven, terwijl FCD al gedurende het traject gegevens van voertuigen rapporteert.

De beschikbaarheid van de reistijden op basis van FCD was hoger dan de beschikbaarheid van reistijden van NDW-data, omdat NDW geen reistijd levert als er geen voertuig is gedetecteerd.

Conclusie en vervolg

Al met al is met de pilot aangetoond dat de onderzochte FCD-reistijden geschikt zijn voor het beoogde gebruik van de provincie Zuid-Holland. Op basis van de resultaten heeft de provincie dan ook het voornemen om samen met NDW een uitvraag te formuleren om reistijden in te winnen op basis van FCD. Als de aanbesteding succesvol is, heeft de provincie hiermee een betrouwbaar en robuust alternatief gevonden voor de reistijdinwinning met wegkantsystemen.

De pilot heeft ook voor NDW waardevolle inzichten opgeleverd voor het definiëren van de kwaliteitscriteria van FCD. De verschillende kwaliteitsmaten die zijn gebruikt, gaven elk inzicht in een ander element van reistijden. Het terecht of onterecht detecteren van een vertraging is als enige vergelijking niet genoeg, omdat er nog steeds sprake kan zijn van een veel hogere of lagere snelheid in de zogenaamde freeflow-toestand. Enkel een numerieke vergelijking biedt ook onvoldoende houvast, omdat nog steeds veel vertragingen kunnen worden gemist (als het gemiddeld maar klopt). Voor NDW bevestigde dit het vermoeden dat de kwaliteit van FCD beter kan worden beschreven op basis van *meerdere* kwaliteitsmaten. Met de pilot is dus een basis gelegd voor de kwaliteitscriteria die NDW wil gebruiken in toekomstige aanbestedingen van reistijden. NDW is voornemens de pilot grotendeels te herhalen in Noord- en Oost-Nederland, met name om te toetsen of de resultaten ook standhouden voor de minder druk bereden wegen. Daarnaast wil NDW andere gebruiksmogelijkheden van FCD onderzoeken, zoals vroege incidentdetectie, voorspellingen en trigger-functies voor de verkeerscentrale ●

De auteurs

Marthe Uenk-Telgen MSc is senior verkeerskundig adviseur bij NDW.

Aan dit artikel werkten ook Ronald de Haas MSc en Tim Blanken MSc van de provincie Zuid-Holland mee.

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

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

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

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

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

e* essencia
communicatie

Vertaalt kale feiten
in krachtige argumenten.

www.essencia.nl

Beter regelen dankzij nieuwe modelgebaseerde optimaliserende aanpak

Verkeersmanagement door simulatie

Om de doorstroming in een netwerk te optimaliseren, moeten we verkeersmanagementmaatregelen in *samenhang* inzetten. Maar hoe bepaal je wat de optimale – meest samenhangende – inzet is? Lange tijd leek het ondoenlijk om zo'n regelprobleem met behulp van (microscopische) modelvoorspellingen op te lossen: het probleem was daarvoor te complex. Een slimme wiskundige techniek die gebruik maakt van verschillende modellen lijkt echter voor een doorbraak te zorgen. Volgens Osorio et al is de nieuwe *modelgebaseerde* optimaliserende aanpak zelfs geschikt voor het doorrekenen van complete netwerken.

Microscopische verkeersmodellen zijn gedetailleerde vraag- en aanbodmodellen die afzonderlijke voertuigen en individuele reizigers simuleren en beschrijven hoe elk van de reizigers beslissingen neemt over bijvoorbeeld de modaliteit, vertrektijd, route en zelfs de rijstrook die ze daarbij gebruiken. Ook details als verkeersregelingen (zoals groentijden) en prioriteiten van het openbaar vervoer worden gemuleerd.

Deze modellen gebruiken we al tientallen jaren om via trial & error verkeerslichten in te regelen, wachtrijen en mogelijke terugslag te bestuderen enzovoorts. We beschikten nog niet over *geautomatiseerde* methoden om regelingen te optimaliseren, maar daar kan snel verandering in komen. In het onderstaande bespreken we kort de kenmerken van het optimalisatieprobleem, we leggen uit waarin de modelaanpak tot nu toe tekortschoot – en laten zien hoe en waarom de nieuwe modelgebaseerde optimaliserende aanpak wél geschikt is voor het (geautomatiseerd) optimaliseren van netwerken.

Het optimalisatieprobleem

We gaan er in het navolgende vanuit dat we de beschikking hebben over een gekalibreerd microsimulatiemodel waarmee we het functioneren van een reeks verkeerslichten kunnen beoordelen. Het is een *stochastisch model*, wat betekent dat de uitkomst van een run elke keer verschilt en de facto een trekking is uit een stochastische verdeling.

We gebruiken de notatie $F = F(x, y; p)$ om dit uit te drukken. Hier staat de beslissingsvector x voor de variabelen van de verkeersregeling, zoals de groentijden. De functie F beschrijft een stochastische waarde van de te optimaliseren prestatiemaat, zoals totale verliestijd, totale reistijd of totale emissie. Deze waarde hangt natuurlijk af van

de verkeersregeling x , maar ook van andere endogene variabelen van het simulatiemodel y . Denk dan aan de capaciteiten van de links, de routekeuzekansen enzovoort. Ook (vaste) simulatieparameters p spelen een rol: de herkomst-bestemmingsmatrix, netwerktopologie, het openbaar-vervoernetwerk etc.

Stel dat we op zoek zijn naar de regeling x^* die de gemiddelde prestatie van het netwerk optimaliseert. We kunnen het optimalisatieprobleem dan beschrijven als:

$$x^* = \arg \min f(x)$$

waarin $f(x) = E(F(x, y; p))$ de verwachte waarde is die we krijgen als we oneindig veel simulaties zouden uitvoeren. Hierbij moeten we natuurlijk rekening houden met het feit dat x^* netjes aan alle randvoorwaarden moet voldoen, met andere woorden: x^* moet realiseerbaar zijn.

De grootste uitdaging bij het aanpakken van dit soort problemen is dat we $f(x)$ niet zomaar kunnen uitschrijven in een paar wiskundige formules: we kunnen de te optimaliseren functie $f(x)$ alleen maar schatten met behulp van een stochastische simulatie. Om dat goed te doen moeten we voldoende simulaties uitvoeren, totdat de juiste verkeersregeling is gevonden. We noemen deze aanpak *Simulation-based Optimisation* (SO).

Netwerkniveau?

Voor simpele problemen (een kruispunt) werkt deze methode uitstekend: dankzij SO-algoritmes kunnen we inderdaad de optimale re-

gelaanpak vinden. Onderzoekers gingen daarom al snel op zoek naar meer: zouden we de SO-aanpak kunnen gebruiken om te bepalen hoe we *meerdere* verkeersmanagementmaatregelen in *samenhang* kunnen inzetten?

Het antwoord was nee. Het probleem is namelijk dat er met de gewone SO-aanpak niet gericht wordt gesimuleerd. Simpel gezegd: het model beschikt niet over kennis van het achterliggende probleem, maar ontdekt ‘simulerenderwijs’ wat de beste oplossing is. Daarbij wordt bijvoorbeeld gebruik gemaakt van principes uit de biologie, zoals evolutie in een genetisch algoritme. Dat is nog te doen als het om een enkele verkeersregeling gaat, maar het op deze wijze doorrekenen van een wat groter netwerk met meerdere maatregelen vereist zoveel simulaties, dat de benodigde rekentijd te lang is. Het toegepaste onderzoek verlegde de aandacht daarom naar alternatieve aanpakken, zoals HERO, de aanpak Gecoördineerd Netwerkbreed Verkeersmanagement (GNV, zoals ontwikkeld binnen de Praktijkproef Amsterdam) en de decentrale Backpressure-methode.

Nieuwe SO-aanpak

Maar zoals gezegd: er gloort hoop. In 2013 ontwikkelden Osorio en Bierlaire *et al* een nieuw, efficiënter algoritme dat ervoor zorgt dat we veel richter simuleren.^{*} Het betreft in feite een SO-metamodel dat de output van de simulator slim combineert met de informatie van een simpel macroscopisch analytisch en differentieerbaar verkeersmodel als MARPLE, STAQ of nog iets veel eenvoudigers. In principe kunnen we gebruik maken van elk model, zolang we maar de afgeleide $\nabla m(x)$ van de beslisvector x naar de modeluitkomsten $m(x)$ kunnen uitrekenen en we het model kunnen ‘fitten’ op de uitkomsten van het simulatiemodel.

In deze bijdrage gaan we uit van een eenvoudig analytisch wachtrijmodel, waarmee we op rudimentaire wijze de terugslag van wachtrijen beschrijven. Dit model maakt het mogelijk om de doelfunctie analytisch te benaderen.

We veronderstellen de volgende vorm:

$$m(x, y; \alpha, \beta, q) = \alpha \cdot f_A(x, y; q) + \phi(x; \beta)$$

Hierin is $f_A(x, y; q)$ de benadering van de prestatie van het netwerk, gegeven de beslisvector x en de endogene variabelen z , waaronder de verdeling van de lengte van de wachtrijen die we kunnen afleiden uit het toepassen van het simulatiemodel. De parameters α en β (schaalparameters) en het functionele deel van het metamodel $\phi(x; \beta)$ worden gebruikt om het model te ‘fitten’ op de uitkomsten van het simulatiemodel.

In Osorio *et al* (2015) wordt het volgende metamodel afgeleid:

$$f_A = \sum_i \rho_i \left(\frac{1}{1 - \rho_i} - (l_i + 1) \frac{\rho_i^{l_i}}{1 - \rho_i^{l_i+1}} \right)$$

Hierin stellen i alle relevante wachtrijen voor en l_i de maximale lengte van deze wachtrijen (voordat ze terugslaan); ρ_i is de verhouding tussen de aankomstintensiteit en de service rate voor de wachtrij i .^{**}

Hierbij gaan we ervan uit dat we de totale reistijd in het netwerk proberen te minimaliseren.

We zullen nu de iteratieve methode toelichten aan de hand van figuur 1. In een gegeven iteratie k doorloopt het algoritme de volgende stappen:

- 1) Fit het metamodel m_k , uitgaande van de simulatieresultaten tot nu toe. Anders gezegd: bepaal α , β en z .
- 2) Gebruik m_k om een optimalisatie uit te voeren en leid een zogenaamd *trial point* x_k af.
- 3) Evalueer de prestaties op dit *trial point* met behulp van de simulator. Dit leidt tot nieuwe simulatieresultaten.

Elk nieuw simulatieresultaat verbetert de nauwkeurigheid van het metamodel. Dit leidt vervolgens tot een beter *trial point* met verbeterde prestaties. Deze stappen kunnen net zo lang worden herhaald totdat de rekencapaciteit (rekentijd) ‘op’ is.

De crux van deze metamodel-benadering is dus dat we de (inefficiënte) stochastische respons van de simulatie vervangen door een deterministische metamodel-responsfunctie m , en wel op zo’n manier dat we (efficiënte) deterministische optimalisatietechnieken kunnen gebruiken.

De casestudie

Om te illustreren dat de aanpak met een SO-metamodel inderdaad goed werkt, gaan we tot slot kort in op een interessante casestudie met betrekking tot Manhattan, New York. Voor deze studie hebben we een microscopisch verkeerssimulatiemodel van de New York City Department of Transportation (NYCDOT) gebruikt, gebruikmakend van Aimsun-software. Het model is gekalibreerd voor de doorde-weekse ochtendspits. Het beschouwde netwerk betreft oostelijk Manhattan – zie figuur 2.

We vergelijken de prestaties van de regelingen die het SO-algoritme van het metamodel voorstelt (aangeduid met m), met de regelingen die NYCDOT momenteel in dat gebied gebruikt. Het SO-algoritme wordt ingezet met een limiet (budget) van 150 simulaties. Dat wil zeggen: zodra er 150 simulatie runs zijn uitgevoerd, stoppen we het algoritme en wordt uit die set het beste regelplan voor *upper east* Manhattan gekozen.

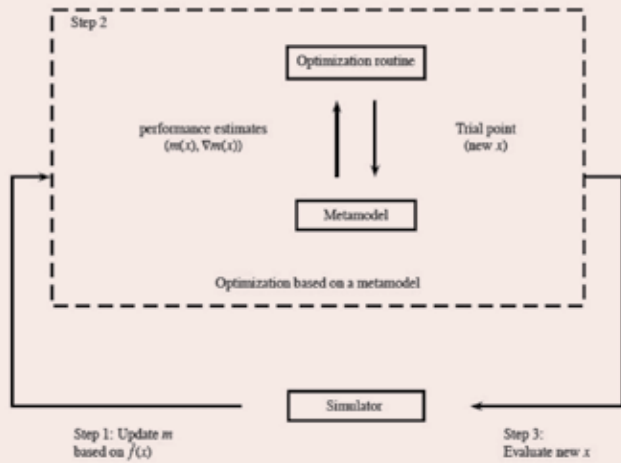
Met behulp van een simulator evalueren we beide regelplannen – de bestaande en het plan dat met de SO-methode is ontwikkeld. We schatten daarbij de volgende prestaties: (a) de verwachte totale wachtrijlengte in het netwerk; (b) de verwachte reistijd (minuten); (c) de verwachte dichtheid gemeten over het gehele netwerk (voertuigen per km); (d) de totale kans op terugslag, oftewel de som van alle terugslagkansen van alle wachtrijen; en (e) de verwachte netwerkcapaciteit (voertuigen per uur).

Om deze prestatie-indicatoren goed te kunnen schatten voeren we per regelplan 50 simulaties uit. Vervolgens plotten we de empirische cumulatieve verdelingsfunctie (*cumulative distribution function*, CDF) van elke prestatie-indicator. Elke CDF-curve bestaat dus uit 50 simulatieschattingen van de betreffende indicator. De ‘plots’ in figuur 3 betreffen steeds één indicator van twee regelplannen, waarbij de doorlopende lijn staat voor het bestaande regelplan en de stippellijn voor de SO-variant.

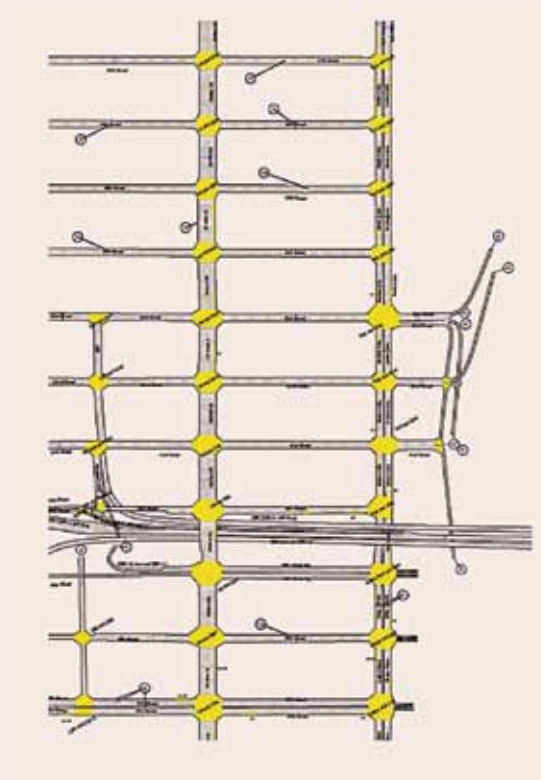
Uit figuur 3-a blijkt dat het voorgestelde SO-plan tot een aanzienlijke vermindering van de totale wachtrijlengte leidt: de gemiddelde vermindering ligt rond 26%. De maximale wachtrijlengte blijft bij een

^{*} C. Osorio, M. Bierlaire *et al*, A simulation-based optimization framework for urban transportation problems, *Operations Research* 61 (6) (2013) 1333–1345.

^{**} Zie voor meer details: Osorio *et al*, Reducing gridlock probabilities via simulation-based signal control, *Transportation Research Procedia* 6 (2015) 101 – 110.



Figuur 1: SO-methode die gebruik maakt van een metamodel.



Figuur 2: Het in Aimsun gesimuleerde netwerk in de casestudie: upper east Manhattan..

op SO gebaseerd plan beperkt tot 400 voertuigen, wat lager is dan de kleinste waarde van het bestaande plan.

Figuur 3-b laat zien dat met het SO-plan de verwachte reistijd afneemt met gemiddeld 10%. Ook de verwachte dichtheid neemt af (3-c), terwijl de netwerkcapaciteit (3-e) juist toeneemt.

Interessant is ook figuur 3-d, die laat zien dat de kans op terugslag significant afneemt. Gemiddeld gaat het om een 25% kleinere kans. Dit toont aan dat het met het gebruikte algoritme goed mogelijk is om het terugslaan van wachtrijen *netwerkbreed* terug te dringen – en daarmee de kans op (extra) congestie te verminderen. Ook is de spreiding van de kans veel kleiner, wat duidt op extra stabiliteit.

Conclusies

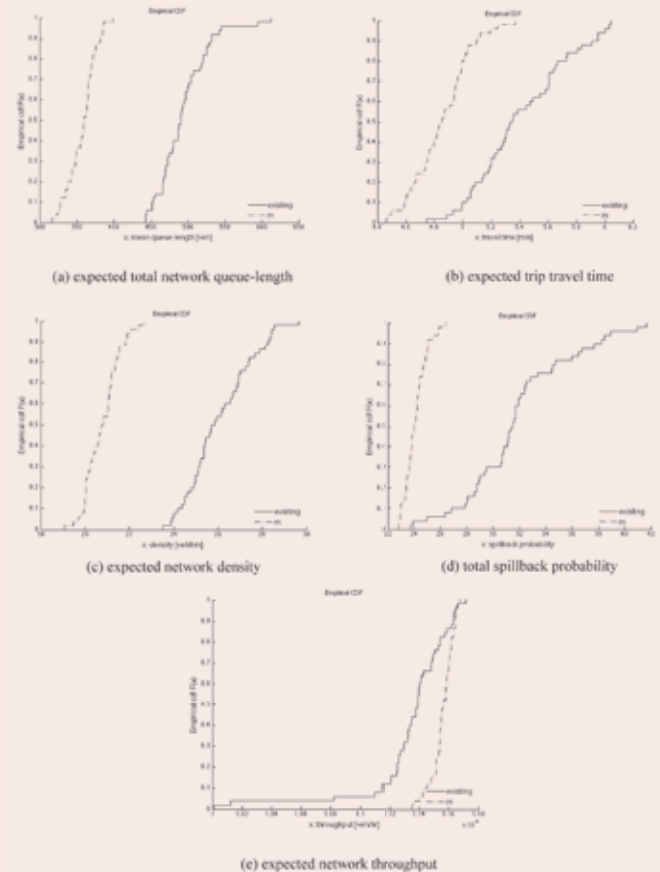
Al met al is het SO-metamodel een zeer veelbelovende methode om verkeersregelingen in een netwerk te optimaliseren. Zoals de Manhattan-case van hiervoor laat zien, zijn er ronduit spectaculaire verbeterlagen mogelijk in de afhandeling van het verkeer.

Voor de komende tijd is het zaak om de theorie en de kennis opgedaan in de cases verder te beproeven en te vertalen naar geautomatiseerde toepassingen. Als dat lukt dan kunnen we met recht spreken van een regelrechte doorbraak in netwerkmanagement ●

De auteurs

Dr. Carolina Osorio is assistant professor aan de Massachusetts Institute of Technology.

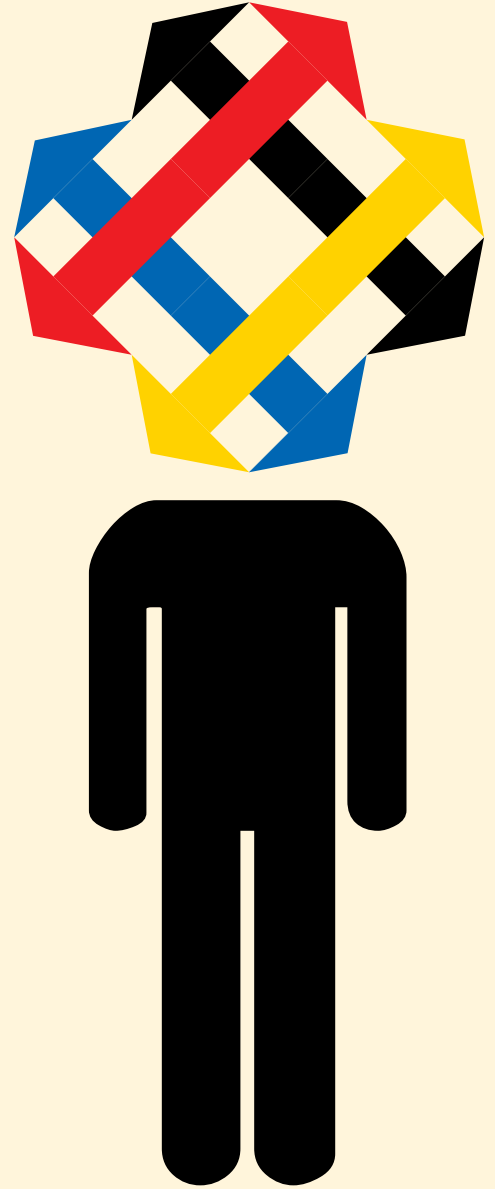
Prof. dr. ir. Serge Hoogendoorn is hoogleraar Verkeersstromen aan de Technische Universiteit Delft.



Figuur 3a: Totale wachtrijlengte, b) Reistijd, c) Dichtheid, d) Kans op terugslag en e) Netwerkcapaciteit.

Innovaties in keuzemodellen

Keuzemodellen modelleren het keuzegedrag van mensen op een wiskundige manier. Ze worden over de hele wereld gebruikt om keuzegedrag kwantitatief te analyseren en te voorspellen. Toepassingen variëren van stemgedrag van kiezers tot consumentenvoorkeuren voor de nieuwste smartphone. Maar ook onze *mobiliteitskeuzes* laten zich prima modelleren. Hoe dat werkt en hoe een en ander zich in de afgelopen decennia ontwikkeld heeft, bespreken we in deze tutorial Keuzemodellen.



In het transportdomein spelen keuzemodellen een cruciale rol. Om maar een paar toepassingen te noemen: we gebruiken ze voor de analyse en optimalisatie van verkeersstromen, we voorspellen er de effecten van nieuwe transporttechnologieën mee en keuzemodellen vormen de basis van maatschappelijke kosten-batenanalyses.

Gegeven het belang van deze modellen voor ons vakgebied, is het niet verbazingwekkend dat veel van de belangrijkste innovaties in keuzemodellen hun oorsprong vinden in ons transportdomein. Reden om in deze tutorial de belangrijkste ontwikkelingen van de laatste decennia op een rij te zetten.

De basis: het Logit-model

Begin jaren 1970 introduceerde Daniel McFadden het zogeheten *Logit*-model. Centraal in dit model staat de logit-keuzekansformule. Deze formule bestond al langer, maar het was McFadden die er een econometrische conceptualisatie aan verbond die in één klap een fundament bood voor de analyse van keuzegedrag. Het door McFadden ontwikkelde *Random Utility Maximization (RUM) Logit*-model is gebaseerd op de veronderstelling dat mensen het alternatief (bijvoorbeeld: de vervoerswijze) kiezen met het hoogste nut (U), en dat we een deel (V) van dit nut kunnen verklaren door de kenmerken van het bewuste alternatief. Dit zogenaamde systematische nut V is een functie van relevante factoren en hun gewicht: bijvoorbeeld de reistijd en rijstijdbetrouwbaarheid van een vervoerswijze, en het

belang van beide factoren voor de reiziger. Een ander deel van het nut wordt niet bekend verondersteld ('niet geobserveerd'). Wanneer we aannemen dat dit deel van het nut zijn eigen statistische verdeling heeft – we modelleren het niet-geobserveerde nut met een storingsterm ϵ – dan komen we voor de keuzekans P op de volgende eenvoudige formule:

$$P_i = \frac{\exp(V_i)}{\sum_j \exp(V_j)}$$

Omdat deze formule een gesloten vorm heeft, kunnen we heel gemakkelijk de kans P berekenen dat alternatief i gekozen wordt uit een keuzeset met J alternatieven.

In de jaren zeventig van de vorige eeuw opende dit de deur om op een nieuwe gedesaggregeerde manier reizigersgedrag te voorspellen. Nadat een keuzemodel is geschat op basis van geobserveerde keuzes (van bijvoorbeeld vervoerswijze), kan de onderzoeker het belang van de verschillende factoren statistisch bepalen. Bijvoorbeeld: hoeveel belangrijker is reistijdwinst dan een verhoging van de reistijdbetrouwbaarheid? Ook kunnen we het keuzemodel gebruiken om het marktaandeel van een nieuw stuk snelweg of een nieuwe OV-verbinding te voorspellen.

Innovaties in de 20e eeuw

In de eerste twee decennia sinds de introductie van het Logit-model waren de meeste innovaties in keuzemodellen gericht op de storingsterm ϵ . Het bleek namelijk dat de meest praktische specificatie van deze term in veel gevallen onrealistische voorspellingen opleverde. Dit was met name het geval wanneer er sprake was van een keuzeset waarin sommige alternatieven veel op elkaar leken, en dus kenmerken deelden. Denk bijvoorbeeld aan een keuze tussen de auto, tram en bus: de laatste twee opties zijn beiden OV en delen dus een aantal kenmerken. In zo'n geval geeft de storingsterm van het Logit-model geen goede weergave van wat het probeert te modelleren (het niet-geobserveerde nut), en dit leidt tot verkeerde voorspellingen.

Onderzoekers kwamen al snel met alternatieve specificaties, die meer realistisch keuzegedrag voorspelden. Sommige van deze modellen hebben inmiddels ook ruimschoots hun weg gevonden naar de beroepspraktijk. Denk aan het *Nested Logit*-model, het *Cross-Nested Logit*-model, en het *Path-Size Logit*-model.

Sinds de eeuwwisseling is de aandacht voor de storingsterm afgenomen, deels omdat de belangrijkste verbeteringen al zijn bedacht. In het vervolg van deze richtingen we ons daarom op enkele andere innovaties van recentere datum.

De wiskunde van gedrag

Traditioneel gezien hechten de ontwerpers van keuzemodellen zeer aan verankering in klassieke economische axioma's van rationeel keuzegedrag, en aan gebruiksvriendelijkheid van het model. Neem bijvoorbeeld de specificatie van het systematisch nut V in de context van een afweging tussen reistijd T en reistijdbetrouwbaarheid B . De meest praktische en rationele specificatie van V is lineair-additief:

$$V = \gamma \cdot T + \theta \cdot B$$

In woorden: de reiziger beoordeelt de vervoerswijze op beide factoren, en vermenigvuldigt elke score met het bijbehorende gewicht. De som van deze deelnutten geeft de eindscore, ofwel het totale systematisch nut van de vervoerswijze. Deze specificatie van V klinkt heel intuïtief, maar decennia van gedragsonderzoek heeft aangetoond dat werkelijk keuzegedrag vaak lang niet zo rationeel tot stand komt als door dit model verondersteld wordt.

Zo toonden Daniel Kahneman en Amos Tversky in hun Nobel-prijs-winnende *Prospect Theory* aan, dat het niet zozeer de absolute waarden van bijvoorbeeld reistijd en betrouwbaarheid zijn die ertoe doen, maar hoe deze waarden zich verhouden tot het referentiepunt van de reiziger. Een negatieve afwijking ten opzichte van het referentiepunt – bijvoorbeeld een reistijd die langer is dan die van de gebruikelijke route – telt bovendien aanmerkelijk zwaarder dan een positieve afwijking. Deze 'verliesaversie' is inmiddels ook breed geaccepteerd in de economische wetenschap, en er zijn verschillende keuzemodellen die er rekening mee houden.

Het grootste probleem van deze op verliesaversie gebaseerde keuzemodellen, is dat het niet evident is wat het referentiepunt is van de reiziger, en dus welk referentiepunt de onderzoeker moet gebruiken in zijn keuzemodel. Neem het voorbeeld van routekeuze en reistijd. Is de reistijd op een gemiddelde dag het referentiepunt, of de 'free flow' reistijd zonder vertraging, of de door de reiziger verwachte reistijd? Recent onderzoek laat zien dat afhankelijk van het door de onderzoeker gekozen referentiepunt, de modeluitkomsten flink uiteen kunnen lopen. Dit is een interessant maar ook zorgwekkend inzicht: er is nog heel wat vervolgonderzoek nodig over de rol van referentiepunten in keuzegedrag!

Ook aan de TU Delft worden keuzemodellen ontwikkeld die uitgaan van beperkte rationaliteit. De door ons ontwikkelde aanpak is gebaseerd op het in de gedragswetenschappen zeer gangbare idee dat mensen bij het maken van keuzes spijt achteraf willen vermijden (in tegenstelling tot de veronderstelling dat mensen nut maximaliseren). Dit zogenaamde spijtmodel is verwant aan de hierboven genoemde notie van verliesaversie, met als belangrijkste verschil de specificatie van het referentiepunt: het spijtmodel gaat ervan uit dat mensen de verschillende keuzealternatieven vergelijken *op elke afzonderlijke factor*. De prestaties van de concurrerende alternatieven vormen het referentiepunt. Bijvoorbeeld: de reistijd van een route wordt vergeleken met de reistijd van elke andere route en hetzelfde gebeurt voor reistijdbetrouwbaarheid. Is jouw route langzamer dan een concurrent, dan levert dat spijt op. Hoe groter het verschil, en hoe groter het gewicht dat je hecht aan reistijd, hoe groter de spijt. Net als in *Prospect Theory*, krijgt spijt een zwaarder gewicht dan zijn positieve tegenhanger, door economen 'rejoice' genoemd.

In formulevorm ziet de spijt die een reiziger anticipeert bij het vergelijken van de reistijd van twee mogelijke vervoerswijzen er als volgt uit:

$$r = \mu \cdot \ln(1 + \exp(\frac{\gamma}{\mu} \cdot \Delta T))$$

Hier staat ΔT voor het verschil in reistijd tussen de twee alternatieven. Spijtaversieparameter μ wordt geschat, en geeft aan hoeveel meer gewicht mensen in een bepaalde keuzesituatie hechten aan spijt dan aan 'rejoice'. Als beide aspecten even belangrijk blijken te zijn, is het spijtmodel equivalent aan het klassieke, lineair-additieve nutsmodel. De elegantie van dit zogenaamde μ RRM-model zit hem dus in het feit dat de onderzoeker niet a priori hoeft te kiezen voor een bepaalde beslisseregels – spijt of nut.

Dit model is inmiddels opgenomen in de meest gebruikte economische softwarepakketten.

Het modelleren van heterogeniteit

Geen mens maakt keuzes op exact dezelfde manier en ook is geen keuzesituatie gelijk. Er is om die reden veel onderzoek verricht naar het modelleren van *heterogeniteit* in keuzegedrag. In eerste instantie probeerden onderzoekers heterogeniteit te vangen door segmentatie op basis van bijvoorbeeld geslacht, opleidingsniveau of inkomen. Zo kon men bijvoorbeeld achterhalen of hoger opgeleiden een ander gewicht toekenden aan reistijdonbetrouwbaarheid dan lager opgeleiden. Hoewel dit type heterogeniteit belangrijk is en deze segmentatiemodellen nog steeds veel gebruikt worden, zijn ze onvolledig: ze missen de aanzienlijke heterogeniteit *binnen* segmenten. Met andere woorden, ook twee personen met dezelfde sociodemografische achtergrond kunnen zeer van elkaar verschillen in keuzegedrag. Econometristen noemen dit ongeobserveerde heterogeniteit.

Sinds de ontdekking van het Logit-model wisten onderzoekers al hoe ze ongeobserveerde heterogeniteit moesten modelleren: door parameters (de gewichten) volgens een statistische verdeling te laten variëren tussen mensen. Zo kan het gewicht van de factor 'reistijd' een verdeling in de populatie volgen. Hoewel iedereen lagere reistijden zal prefereren, varieert de mate waarin men gevoelig is voor reistijd aanzienlijk in de populatie. Het *Mixed Logit*-model, dat dit type ongeobserveerde heterogeniteit kan modelleren, produceert aanzienlijk betere voorspellingen dan (al dan niet gesegmenteerde) conventionele Logit-modellen.

Toch duurde het ruim 25 jaar voordat het Mixed Logit-model populair werd. De reden is simpel: tot de eeuwwisseling was de reken capaciteit van computers niet toereikend om de integralen van het Mixed Logit-model uit te rekenen. Nog steeds kan het dagen duren voordat een Mixed Logit-model geschat is, zeker als het aantal integralen oploopt, wat het geval is als de onderzoeker vermoedt dat meerdere gewichten variëren in de populatie.

De afgelopen paar jaar is het Mixed Logit-model op zijn beurt onderwerp van kritiek geworden. De reden? Het is niet flexibel genoeg, omdat het vereist dat de onderzoeker a priori de statistische verdeling van de gewichten bepaalt. Deze verdeling (bijvoorbeeld de Normaalverdeling of de Lognormaalverdeling) hoeft niet overeen te komen met hoe de gewichten werkelijk variëren binnen de populatie. Bovendien blijkt dat de modeluitkomsten sterk beïnvloed worden door de gekozen verdeling. De oplossing voor deze uitdaging is onlangs gevonden in zogenaamde *Latente Klasse*-modellen. Deze veronderstellen dat er verschillende klassen van individuen zijn, en dat elke klasse verschilt in termen van gewichten en beslisregels. In plaats van dat de onderzoeker van tevoren specificeert hoeveel klassen er zijn, wie in welke klasse zit, en hoe de klassen van elkaar verschillen in gewichten en beslisregels, wordt dit overgelaten aan het proces van modelschatting. Met andere woorden, de data spreken voor zich. Recent onderzoek laat zien, dat deze Latente Klasse-modellen het niveau van modelleren weer een trede hoger hebben getild, omdat ze flexibeler zijn dan Mixed Logit-modellen en minder afhankelijk zijn van inschattingen van de onderzoeker. Ze leveren ook waardevolle informatie op over de verdeling van gewichten en beslisregels over de populatie. Ze staan toe om te testen wat er nu precies voor zorgt dat bepaalde individuen (met bepaalde persoons- en situatiekenmerken) behoren tot een bepaalde klasse. Welke kenmerken bepalen of iemand bijzonder spijtavers is, of bovengemiddeld waarde hecht aan betrouwbare reistijden? Tot slot: we kunnen zonder veel problemen elementen van segmentatie- en Mixed Logit-modellen integreren in Latente Klasse-modellen, wat hun aantrekkingskracht verder vergroot.

Innovaties in dataverzameling: keuze-experimenten

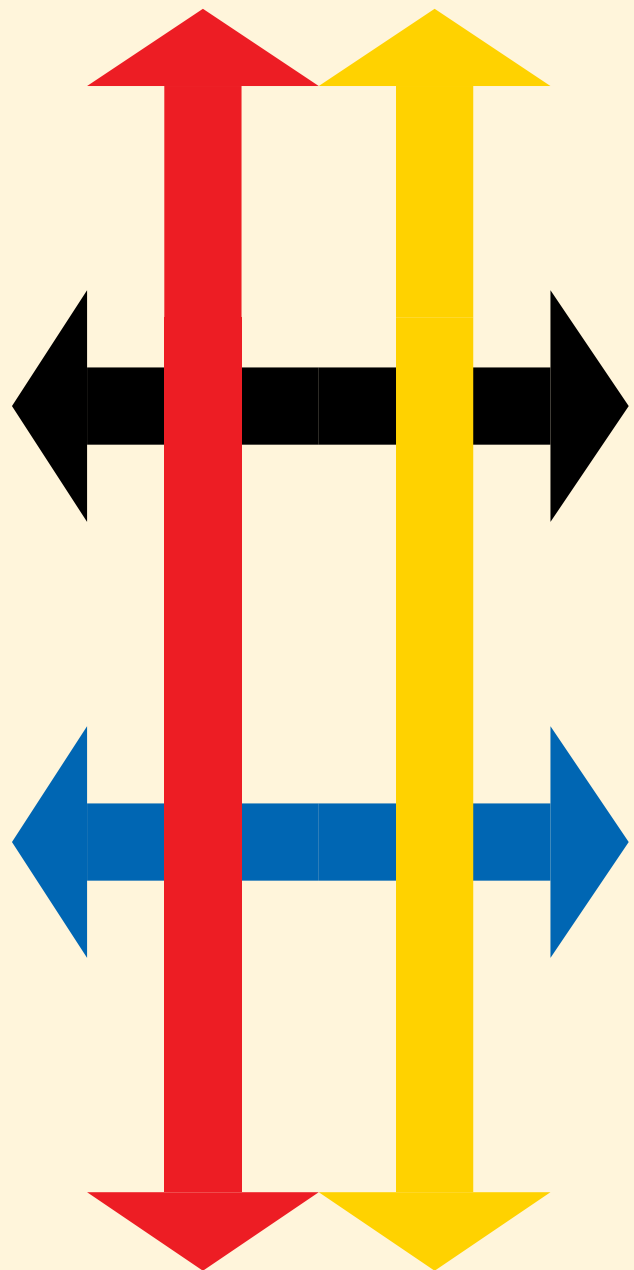
Een keuzemodel is zo betrouwbaar als de data waarmee het geschat is. Veel van het onderzoek in ons vakgebied gaat dan ook over dataverzameling: hoe observeer je keuzes die een betrouwbare basis vormen voor modelschatting en -toepassing? Traditioneel zijn zogenaamde *Stated Preference* (SP)-data populair in mobiliteitsonderzoek. Deze data verzamelen we met behulp van zogenaamde keuze-experimenten, waarin deelnemers wordt gevraagd om te kiezen uit een set van hypothetische alternatieven. De voordelen van deze manier van dataverzameling zijn evident: de experimentele opzet zorgt voor systematiek en controle. Ook is het mogelijk om met de SP-methode keuzes voor nog niet bestaande alternatieven, zoals een nieuwe OV-dienst, te onderzoeken.

Inmiddels zijn onderzoekers erin geslaagd om *optimale SP-experimenten* te ontwerpen, die efficiënt zijn in de zin dat ze met een minimaal aantal respondenten betrouwbare modelschattingen garanderen. Innovaties op dit gebied zitten met name in het optimaliseren van experimenten voor de steeds betere modellen die beschikbaar komen. Zo toont onderzoek van de TU Delft in samenwerking met de Universiteit van Sydney aan, dat een experiment dat optimaal is voor nutsmaximaliserend keuzegedrag, bijzonder inefficiënt kan zijn voor de analyse van spijtgebaseerd keuzegedrag. Hetzelfde geldt voor experimenten die voor Mixed Logit versus standaard Logit geoptimaliseerd zijn. Hiervoor is inmiddels gebruiksvriendelijke software ontwikkeld, zodat ook buiten de we-

tenschap het gebruik van efficiënte keuze-experimenten gemeengoed aan het worden is.

Conclusie

Keuzemodellen spelen al ruim veertig jaar een cruciale rol in het transportdomein. Er is in die tijd grote vooruitgang geboekt, bijvoorbeeld in het modelleren van beperkt rationeel gedrag en heterogeniteit, en in het efficiënt verzamelen van betrouwbare data. Veel van deze ontwikkelingen hebben inmiddels hun weg gevonden naar de beroepspraktijk, waar ze leiden tot betere voorspellingen van verkeer en mobiliteit. De relevantie van deze ontwikkelingen voor de beleidspraktijk is moeilijk te overschatten ●



De auteurs

Prof. dr. ir. Caspar Chorus is hoogleraar *Choice behavior modeling* aan de TU Delft en hoofd van de sectie Transport en Logistiek.

Dr. ir. Sander van Cranenburgh is universitair docent aan de TU Delft

MAGAZINE SMART MOBILITY



In april 2016 lanceerde Connecting Mobility op de Intertraffic Amsterdam de Engelstalige uitgave 'Smart Mobility', met als ondertitel 'Getting to know the smart mobility opportunities in the Netherlands'. Met deze onvervalste Holland-promotie hopen Connecting Mobility en haar partners ook buitenlandse marktpartijen warm te maken voor het Nederlandse living lab op het gebied van smart mobility. Het 20 pagina's tellende magazine is gratis te downloaden.

Uitgever: Connecting Mobility
Meer info: connectingmobility.nl

ONDERZOEK GEELTIJDEN

Als het om geeltijden van verkeerslichten gaat is er in Nederland nogal een verschil tussen wat de (CROW-) richtlijn aanbeveelt en de praktijk. IVER, de Initiatiefgroep Verkeersregeltechnici, vindt dit verschil ongewenst en heeft daarom Goudappel Coffeng een onderzoek laten uitvoeren naar de gewenste duur van geeltijden bij verkeerslichten. Op basis van een grondig literatuuronderzoek, expertinterviews, gedragsonderzoek en data-analyse presenteert Goudappel in het rapport 'Onderzoek geeltijden' nieuwe aanbevelingen.

Uitgever: Goudappel Coffeng
Meer info: goudappel.nl

C-ITS PLATFORM FINAL REPORT

In juli 2014 richtte de Europese Commissie het C-ITS Platform op, of voluit *Platform for the Deployment of Cooperative Intelligent Transport Systems in the European Union*. Doel van het platform was om coöperatieve technologie te 'boosten': waar zijn investeringen nodig, hoe het ontwikkelen van goede businesscases te stimuleren, hoe de interoperabiliteit te waarborgen? Enzovoort. Het publiek-private platform met zo'n 120 experts uit alle mogelijke kennisgebieden heeft inmiddels zijn 'Final Report' opgeleverd. Het is de bijdrage van het platform aan de totstandkoming van een nieuw Master Plan C-ITS van de EU.

Uitgever: C-ITS Platform
Meer info: ec.europa.eu

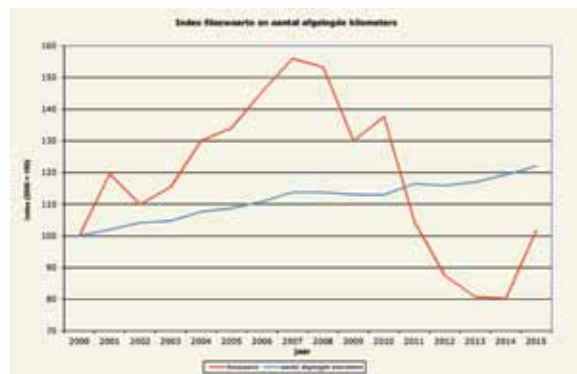
LEREN VAN EN VOOR NIEUW BELEID



Durven te vernieuwen en te experimenteren, ervaringen uitwisselen en zorgen dat nieuw beleid aantoonbaar effect heeft. Dat zijn kenmerken van een lerende organisatie. Maar hoe leert bijvoorbeeld een ministerie in een veranderende omgeving? Welke acties kunnen leerprocessen ondersteunen en versterken? Deze vragen stonden centraal tijdens het symposium dat het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM) eind 2015 organiseerde. Als alternatief voor een symposium-verslag publiceerde het KiM de essays die de twee keynotesprekers, KiM-directeur George Gelauff en Peter van der Knaap, directeur van de Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, schreven op basis van hun presentatie.

Uitgever: Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid
Meer info: kimnet.nl

PUBLIEKSRAPPORTAGE RIJKSWEGENNET 2015



Altijd interessant: een jaarverslag met alle cijfers op een rij over het gebruik van het rijkswegennet. De 'Rapportage Rijkswegennet 2015' beschrijft de derde periode 1 september tot en met 31 december 2015 maar ook het jaar als geheel. Onder meer de filezwaarte, de File Top 10 en het reistijdverlies komen aan bod. Interessant weetjes over de ontwikkeling in 2015 ten opzichte van 2014: Het totaal aantal afgelegde voertuigkilometers nam met 2,2% toe tot 67,8 miljard voertuigkilometers. De jaarfilezwaarte steeg echter met maar liefst 26,8% naar 10,2 miljoen kilometerminuten. Het aantal uren dat alle weggebruikers gezamenlijk extra hebben moeten reizen, onder andere doordat ze in de file stonden, steeg met 22,3%. Hiermee komt het reistijdverlies in 2015 op 55,6 miljoen uur.

Uitgever: Ministerie van Infrastructuur en Milieu
Meer info: rijksoverheid.nl

Binnenvaart en vaarwegen

Nederland beschikt over een uitgebreid hoofdvaarwegennet dat de belangrijkste economische kerngebieden, het onderliggende vaarwegennet en het Trans-Europese vaarwegennet met elkaar verbindt. Het transport over water en het recreatief gebruik van de vaarweg zal de komende jaren verder groeien. Dit leidt tot een grotere diversiteit van schepen en dus verschillen in afmetingen, snelheden, manoeuvreerbaarheid, uitrusting, kennis en kunde van de schipper.

In de cursus 'Binnenvaart en Vaarwegen' wordt een inleiding tot de binnenscheepvaart en het Nederlandse en Europese vaarwegennet gegeven. Aspecten als beleid, techniek en praktijk komen aan bod, zowel nationaal als internationaal.

Datum: 1, 2, 8 en 9 juni 2016
Locatie: Rotterdam, Dordrecht en Wageningen
Kosten: 1.240,- euro (incl. vaarexcursie)
Meer info: www.paotm.nl

Financieel management voor de technische professional

Ook technische managers moeten voortdurend beslissingen nemen over de effectiviteit en efficiency van het bedrijfsbeheer. Deze beslissingen worden vaak gebaseerd op financiële informatie – en veel technische professionals zien dat toch nog als 'vreemd terrein'. De cursus 'Financieel management voor de technische professional' leert de deelnemers daarom in kort tijdsbestek de benodigde vaardigheden, steeds vanuit een praktische invalshoek.

Na afloop beschikt de deelnemer over relevante bedrijfseconomische kennis. Bovendien is hij of zij in staat investeringsvoorstellen in te schatten, kostprijsberekeningen te maken, diverse soorten budgetten te onderscheiden, jaarrekeningen en jaarverslagen inhoudelijk te beoordelen, en financieermogelijkheden af te wegen.

Datum: 2, 3, 9 en 10 juni 2016
Locatie: Brummen
Kosten: 2.575,- euro (incl. 2x overnachting)
Meer info: www.paotm.nl

Professioneel presenteren in een technische omgeving

Het valt niet mee om een technisch onderwerp op de juiste wijze voor het voetlicht te brengen. Maar al te vaak verzanden de sprekers in een opsomming van technische details waardoor het oorspronkelijke doel vervaagt, de presentatie warrig overkomt of onvoldoende aansluiting heeft met niet-technische toehoorders. Ook stressfactoren, kritische vragen van toehoorders en persoonlijke uitstraling kunnen de doelen van een presentatie gemakkelijk teniet doen. Het houden van presentaties is echter geen kunst, maar een kunde. In de cursus 'Professioneel presenteren in een technische omgeving' leren de deelnemers hoe ze een krachtige persoonlijke stijl van presenteren kunnen ontwikkelen die goed aansluit bij de toehoorders.

Datum: 6 juni 2016
Locatie: Utrecht
Kosten: 495,- euro
Meer info: www.paotm.nl

Aanpak verkeersveiligheidsknelpunten

Hoewel Nederland een van de meest verkeersveilige landen ter wereld is, blijft het verbeteren van de verkeersveiligheid een speerpunt voor overheden. Deelnemers aan de cursus 'Aanpak verkeersveiligheidsknelpunten' verwerven de vaardigheden om te beoordelen in hoeverre een bepaalde verkeerssituatie onveilig is en hoe dat te plaatsen is in het grotere kader van Duurzaam Veilig. Aan de orde komen verder: Hoe het gesprek aan te gaan met bezorgde burgers? Waar op te letten bij het schouwen van een onveilige situatie? Wat is de oorzaak van het probleem en met welke oplossingsmogelijkheden kan het probleem worden weggenomen?

Datum: 7, 14 en 21 juni 2016
Locatie: Breda
Kosten: 1.810,- euro
Meer info: www.dtvconsultants.nl

Leergang verkeerskunde: module Mobiliteit en Openbaar vervoer

Het programma Mobiliteit en openbaar vervoer is een module binnen de Leergang Verkeerskunde, maar kan prima los gevolgd worden. Binnen het onderdeel Mobiliteit zoomen de deelnemers in op de reiziger. De vergrijzing, het steeds grotere aandeel vrouwen op de arbeidsmarkt en de invloed van ICT op onze manier van werken zijn slechts enkele van de maatschappelijke trends die de mobiliteit van individuen beïnvloeden. Hoe bereik je in deze veranderende context dat een verstokte autoforens overstapt naar reizen met het openbaar vervoer, de fiets of vaker gaat thuiswerken?

Dan het onderdeel Openbaar vervoer. Het collectieve karakter van het OV vraagt om een zekere organisatie door de overheid. De meeste verkeerskundigen hebben maar zijdelings met deze organisatie te maken, maar worden wel geconfronteerd met de uitkomsten ervan op straat, zoals een wijziging in de route van de bus of een versobering van de dienstregeling. Wat betekent dat voor de ketenmobiliteit?

Datum: 16 en 23 juni 2016
Locatie: Utrecht
Kosten: 1.265,- euro
Meer info: www.dtvconsultants.nl

Summer School Mobiliteit

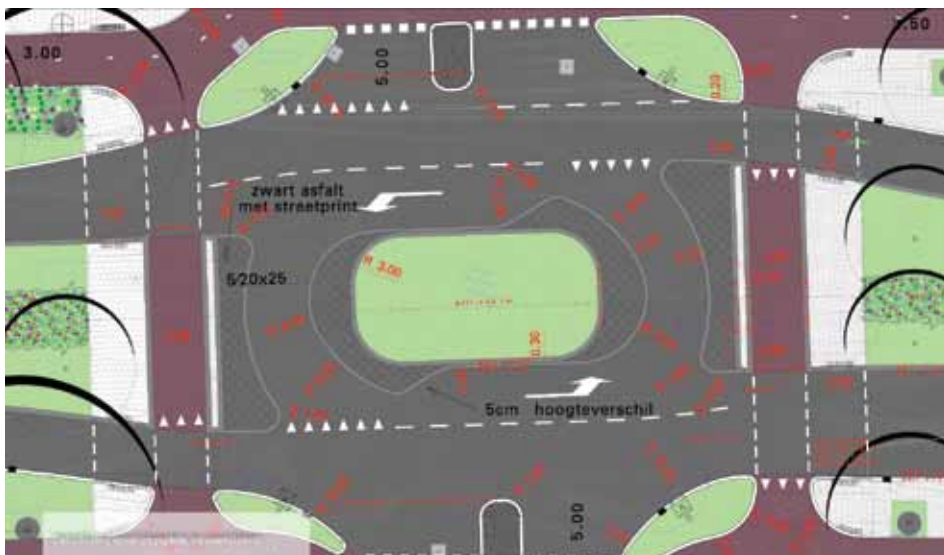
Het vakgebied van verkeer, vervoer en mobiliteit is bezig aan een enorme transitie. De economie, ruimtelijke ordening en het milieu stellen nieuwe grenzen. Tegelijkertijd biedt de techniek nieuwe mogelijkheden. Wat zijn de trends en ontwikkelingen? Wat gebeurt er in de markt? Wat verwachten verkeersdeelnemers? Welke kennis en competenties zijn nodig? Om inzicht te krijgen en antwoord te vinden op strategische en beleidsmatige vragen organiseren CROW en Goudappel Coffeng de 'Summer School Mobiliteit'.

Datum: 5, 6 en 7 juli 2016
Locatie: Veenendaal
Kosten: 1.695,- euro
Meer info: www.crow.nl

Arane ondersteunt gemeente Utrecht bij realisatie monitoringsysteem

Van eind april tot en met eind september verandert gemeente Utrecht de binnenstedelijke verbindingsweg 't Goylaan in een zogenaamde stadsboulevard. De gemeente Utrecht wil het effect van deze herinrichting goed kunnen evalueren en heeft daarom met hulp van Arane Adviseurs een monitoringsysteem uitgerold. Dit systeem zal na de inrichting ook gebruikt worden om het verkeer op de stadsboulevard slim te regelen.

Arane heeft onderzocht wat – gegeven de eisen en wensen – de informatiebehoefte is en welke databronnen aan deze behoefte voldoen. Vervolgens heeft het adviesbureau de gemeente begeleid bij de aanbesteding en realisatie van de juiste monitoringsystemen. De monitoring heeft niet alleen als doel om te bepalen of de herinrichting goed uitpakt: de monitoring zal uiteindelijk vooral gebruikt worden om slim te regelen. Zo zullen er radardetectoren worden ingezet om wachtrijen op kruispunten te meten. Op basis van deze informatie en slimme algoritme wordt dan een geschikte regelaanpak gekozen, conform de verkeerskundige doelen van de gemeente.



Bedd: Gemeente Utrecht

Stand van zaken

De benodigde monitoring is inmiddels gerealiseerd en op moment van schrijven wordt de nulmeting uitgevoerd. Met behulp van onder andere verkeerscamera's krijgt de gemeente inzicht in de huidige wachtrijvorming. Door de camerabeelden te digitaliseren kan deze analyse slim en snel plaatsvinden.

De herinrichting van de 't Goylaan zal naar verwachting op 1 oktober 2016 zijn afgerond. Arane zal daarna de effecten van de herinrichting op het netwerk bepalen en evalueren.

Meer info:

p.koolhaas@utrecht.nl
j.vankooten@arane.nl

Technolution verzorgt technische integratie en coördinatie WEpods

Minister Melanie Schultz-Van Haagen heeft eind januari de eerste testrit gemaakt met de WEpod, een volledig autonoom rijdend busje dat vanaf medio 2016 heen en weer zal pendelen tussen Wageningen Universiteit en station Ede-Wageningen. Technolution verzorgt de technische coördinatie en de integratie in de WEpod.

De WEpod is toegerust met diverse veiligheids- en besturingssystemen om alle denkbare gevaren het hoofd te bieden. Technolution is in het project verantwoordelijk voor de technische coördinatie en integratie van al die systemen in de WEpod. Ook verzorgt het bedrijf de verbinding tussen de zelfrijdende busjes en de controlekamer in Ede.

Meer info: henk.van.den.brink@technolution.nl



Calamiteitenplan voor verkeer regio Limburg

Provincie Limburg heeft Royal HaskoningDHV gevraagd om samen met haar regionale partners een onderzoek uit te voeren naar de verkeersimpact van een calamiteit op industriecomplex Chemelot. Het doel is gezamenlijk te bepalen welke maatregelen nodig zijn om het verkeer in zo'n situatie vlot en veilig te geleiden, hulpdiensten toegang te geven en het verkeerssysteem draaiende te houden.

Industriecomplex Chemelot ligt ingesloten tussen de belangrijkste verkeersaders van Limburg. Wat betekent het voor de bereikbaarheid van Limburg als juist daar een calamiteit plaatsvindt? Bij een ontploffing of toxisch incident kan het noodzakelijk zijn belangrijke hoofdwegen, zoals de A2 en de A76, af te sluiten. Royal HaskoningDHV stelt samen met de regionale partners een actieplan op voor dit soort situaties.

Aimsun

Om een goed beeld te krijgen van de verkeersafwikkeling gebruikt Royal HaskoningDHV het model Aimsun. Het toepassen van dit dynamische model op regionale schaal maakt de



knelpunten in het netwerk zichtbaar, inclusief de gevolgen ervan zoals files, wachtrijen en sluiproutes. Het is ook mogelijk de inzet van dynamische verkeersmaatregelen en eventuele evacuatiestrategieën te simuleren. Aan de hand van deze informatie zal Royal HaskoningDHV een actieplan opstellen. Hierbij worden de stappen gevolgd van de aanpak Gebiedsgericht Benutten (GGB).

Mensen moeten zo snel mogelijk en gestructureerd het gebied kunnen verlaten. Het ver-

keer dat nog onderweg is richting het rampgebied moet om het gebied heen geleid worden. Het gezamenlijke actieplan beschrijft wanneer wat en wie nodig is om de voorgestelde bereikbaarheidsmaatregelen en daarmee het verkeerscirculatieplan ten uitvoer te kunnen brengen.

Meer info:

fhj.lennartz@prvlimburg.nl
geert.van.der.heijden@rhdhv.com

Rijkswaterstaat zet 'location based'-meldingen in bij werkzaamheden SAA

Tot 2026 voert Rijkswaterstaat het omvangrijke programma Schiphol-Amsterdam-Almere (SAA) uit. De extra rijstroken, viaducten en de nieuwe tunnel zullen de doorstroming en leefbaarheid in de regio flink verbeteren. Voor het zover is, zal het verkeer echter rekening moeten houden met hinder door het werk aan de weg. Om weggebruikers daarover goed te informeren gebruikt Rijkswaterstaat onder meer location based-meldingen via Be-Mobile en Flitsmeister.

Be-Mobile en haar partner Flitsmeister zetten afgelopen jaar al location based-diensten voor Rijkswaterstaat in en die samenwerking wordt in 2016 voortgezet. De crux is dat Rijkswaterstaat via de Flitsmeister-app alléén weggebruikers informeert die ook daadwerkelijk in het gebied van SAA rijden – de relevantie van de meldingen is dus vanzelf hoog.

De berichten worden een week voorafgaand aan een nieuwe 'hinderperiode' verspreid, wat de Flitsmeister-gebruikers voldoende gelegenheid biedt om alternatieve routes, vervoerswijzen of reistijden te overwegen. Ten behoeve van de verkeersveiligheid krijgt de Flitsmeister-gebruiker een bericht pas na afloop van de rit te zien.

Voor elke hinderperiode in 2016 zal worden onderzocht hoeveel unieke gebruikers van Flitsmeister er bereikt zijn (het totale aantal unieke gebruikers is meer dan 900.000). Er zijn ook evaluaties ingepland van het opvolgedrag van de berichtgeving.

Meer info:

andy.berkouw@be-mobile.com
jasper.de.vries@rws.nl

Zie ook www.bezoekerscentrum.rijkswaterstaat.nl

Arane voert referentiemeting uit naar effecten AID

Arane voert in opdracht van Rijkswaterstaat een referentiemeting uit naar de effecten van filestaartbeveiliging met matrixborden, oftewel Automatische Incident Detectie (AID). Doel van het onderzoek is om meer inzicht te krijgen in de precieze effecten van AID. Die kennis is nuttig om in de toekomst de effecten van in-car alternatieven voor filestaartbeveiliging te analyseren.

De komende jaren wordt een transitie van wegwijk naar in-car systemen verwacht. De AID-referentiemeting biedt dan duidelijkheid over wat deze transitie betekent voor filestaartbeveiliging. Er wordt gesproken over een referentiemeting omdat een volwaardige in-car filestaartbeveiliging nog maar zeer beperkt beschikbaar is. Daarom zijn ook nadrukkelijk de situaties wel AID en geen AID vergeleken.

Hypotheses

Arane heeft voor het onderzoek onder meer camerabeelden en micro-data (voertuigpassages uit wegwijkstations) geanalyseerd van het traject A1 Stroe-Barneveld. Halverwege dit traject rijden weggebruikers het gesignaleerde gebied binnen.

Er zijn eerst enkele hypothesen opgesteld over de mogelijke effecten van AID op de doorstroming en verkeersveiligheid. Deze hypothesen zijn vervolgens getoetst, onder meer door het volgedrag en de capaciteit van de weg te onderzoeken. Hierbij heeft Arane een aantal nieuwe methodes ingezet, zoals het schatten van de parameters van compositie- en volgtijdmodellen en het gebruik van de *product limiet*-methode voor het bepalen van de verdeling van vrije snelheden.

Resultaten

De resultaten van de referentiemeting op basis van de gegevens die over de A1 zijn verzameld, laten zien dat het effect van AID overwegend positief is voor zowel de doorstroming als de verkeersveiligheid. Om de eventuele invloed van de wegconfiguratie en de eigenschappen van de weg uit te sluiten, voert Arane ook een vervolgmeting uit. Deze zal worden gehouden op een locatie met minder specifieke kenmerken dan de A1.

Meer info:

s.p.hoogendoorn@arane.nl, g.martens@arane.nl
e.smits@arane.nl, marco.schreuder@rws.nl

Vialis en 's-Hertogenbosch regelen verkeer vanuit de cloud

Eind januari hebben Vialis en de gemeente 's-Hertogenbosch op de kruising Bruistensingel-Zandzuigerstraat een verkeersregelaarsautomaat geïnstalleerd die het verkeer 'vanuit de cloud' regelt. De automaat is voorzien van door Vialis ontwikkelde software die communiceert met servers van VolkerWessels. Het is voor het eerst in Nederland dat het regelen op deze wijze wordt aangepakt.

De gemeente 's-Hertogenbosch en Vialis hebben gezamenlijk het initiatief genomen voor regelen vanuit de cloud. Die stap past perfect in alle ontwikkelingen rond C-ITS en biedt regeltechnisch gezien heel interessante mogelijkheden. Zo kunnen eventuele wijzigingen in een applicatie eenvoudig en snel worden uitgevoerd. Het combineren van informatie uit meerdere regelaarsautomaten of het aanbieden van verkeersgegevens aan serviceproviders is vanuit de cloud ook aanzienlijk eenvoudiger.

Beveiliging

Voordat het systeem op de kruising Bruistensingel-Zandzuigerstraat 'live' kon, hebben Vialis en 's-Hertogenbosch veel voorbereidend werk moeten doen. In de voorafgaande negen maanden zijn de applicaties in de regelaarsautomaat bijvoorbeeld van extra beveiligingen en 'fall back'-opties voorzien. Als er dus om welke reden dan ook geen verbinding met de cloud kan worden gemaakt, wordt de regeltechnische veiligheid en de status van de verkeerslichten, aftellers en wachttijdvoorspellers toch gegaran-



deerd. De verkeersregelaarsautomaat zal dan ook te allen tijde doorregelen, zonder op de stand 'knipperen' of 'alles rood' te hoeven gaan. Weggebruikers merken nu nog geen verschil als ze de vanuit de cloud geregelde kruising passeren. Maar binnen afzienbare tijd zal het mogelijk zijn om de verkeersinformatie van de automaat te gebruiken in apps die de weggebruiker informeren over onder meer de juiste snelheid om het kruispunt met minder of geen stops te passeren. Binnen de verkeersregelaarsapplicatie worden voor de aftellers en wachttijdvoorspellers al diverse nieuwe algoritmes gebruikt die prima aansluiten bij de C-ITS use-cases *Time To Green* en *Time To Red*.

Meer info:

e.greweldinger@s-hertogenbosch.nl, luuk.misdom@vialis.nl

Inspiratiebijeenkomst over 'vergevingsgezind fietspad'



Royal HaskoningDHV en projectpartners hebben op 31 maart 2016 een inspiratiebijeenkomst georganiseerd met als thema 'Het vergevingsgezinde fietspad'. Wegbeheerders en ontwikkelaars ontmoetten elkaar tijdens de kennismarkt en workshops, en stimuleerden elkaar om de veiligheid van fietspaden verder te verbeteren.

De toename van het aantal kilometers dat er in Nederland gefietst wordt heeft een positief effect op diverse beleidsthema's, variërend van volksgezondheid en duurzaamheid tot 'beter benutten'. Het toenemende aantal kilometers op de fiets leidt echter ook tot een toenemend aantal enkelvoudige fietsongevallen. Hierbij raakt een fietser uit balans of uit koers, botst tegen een obstakel aan en valt. Een groot deel van deze ongevallen is gerelateerd aan defecten in onze fietsinfrastructuur. Het is dan ook belangrijk aanvullende maatregelen te nemen die fietspaden veiliger en comfortabeler maken.

Veilig Fietsidee

Het project 'Het vergevingsgezinde fietspad' is onderdeel van het initiatief Veilig Fietsidee van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu. Royal HaskoningDHV voerde dit project uit in samenwerking met Rijksuniversiteit Groningen, Fietzersbond, Provincies Overijssel, Fryslân, Utrecht, Politie IJsselland, Ge-

meente Zwolle en Leeuwarden. In het project zijn diverse maatregelen ontwikkeld en in de praktijk onderzocht, waaronder verschillende typen markeringen, randen en bermverharding.

De inspiratiebijeenkomst bestond uit twee workshops. Eén workshop was gericht op de toepassing van voorbeeldmaatregelen in de praktijk. De andere workshop was gericht op de realisatie van vergevingsgezinde fietspaden, in het proces van beleid naar uitvoering. De middag werd ingeleid door de Overijsselse gedeputeerde Bert Boerman, die de resultaten wil toepassen in de Overijsselse fietsprogramma's.

Meer info:

peter.morsink@rhdhv.com
joe.hengeveld@rhdhv.com

Zie ook:

www.vergevingsgezindefietspad.nl

Amsterdam Onderweg: 35 duizend downloads, 1 miljoen adviezen

In het kader van de Praktijkproef Amsterdam ontwikkelden ARS Traffic & Transport Technology en TNO de Superroute-app, een slimme en hoogst actuele navigatietool. De evaluatie van de pilot werd begin maart afgerond. Daaruit bleek dat de app in 2015 meer dan 35.000 keer werd gedownload en in totaal 1 miljoen keer gebruikt.

De pilot van ARS T&TT en TNO had de naam Amsterdam Onderweg. Deelnemers konden de Superroute-app gratis downloaden en in de voorkeuren hun dagelijkse bestemmingen en gewenste vertrek en/of aankomsttijd invoeren. Op basis van die informatie gaf de app allereerst pre-trip een reisadvies inclusief tijdsplanning. Door middel van slimme routing en een navigatiesysteem begeleidde de app deelnemers vervolgens on-trip naar

hun bestemming, rekening houdend met alle omstandigheden onderweg, de belangen van de deelnemer zelf (aankomsttijd) en die van de andere weggebruikers en de wegbeheerder. Er werden indien mogelijk meerdere routes geadviseerd waaruit de deelnemers konden kiezen. Op deze manier werd een betere spreiding over het wegnennet bereikt. Doordat de app gebruik maakte van gedetailleerde, actuele verkeersinformatie, kon er ook informatie over lokale wegen, verkeerslichten en bruggen in het advies worden verwerkt. Bij grootschalige evenementen in Amsterdam, zoals tijdens SAIL 2015, hield de app rekening met de talloze tijdelijke verkeersmaatregelen en parkeergelegenheden rond het evenement. Deelnemers konden zo gemakkelijk naar een beschikbare parkeerlocatie navigeren. Vanaf deze locatie begeleidde de app deelnemers vervolgens via een loop- of OV-route naar het evenement.

Opvolging

In totaal zijn er in 2015 circa 1 miljoen pre-trip en on-trip adviezen verstrekt met de Superroute-app. Zo'n 50% van de deelnemers volgde de reisadviezen daadwerkelijk op. Uit de evaluatie van de pilot bleek bovendien dat wanneer alle navigatiesystemen gebruik zouden maken van deze slimme routeadviezen, tot 16% van de navigatiegebruikers in de spits een alternatieve route zou accepteren. Dit zou een groot effect op de doorstroming kunnen hebben. Om deze mogelijkheid te benutten is een goede publiek-private samenwerking wel een vereiste.

Vanaf mei 2016 zal de Superroute-app commercieel worden ingezet bij grote evenementen in de Amsterdam Arena.

Meer info:

helsdingen@ars.nl

DTV Consultants ontwikkelt 30 regelscenario's voor Rotterdam

Gemeente Rotterdam wil bij problemen op de weg zo snel en effectief mogelijk kunnen ingrijpen. Daarom heeft ze voor haar Verkeersregiekamer enkele tientallen regelscenario's (draaiboeken) klaar staan die bij een incident kunnen worden gevolgd. DTV Consultants leverde begin dit jaar de eerste dertig regelscenario's op.

De verkeersdruk op de wegen rond en in Rotterdam neemt toe: het hoofdwegenet in de stad is structureel zwaar belast. Het gevolg is dat zelfs kleine incidenten snel uitgroeien tot grote bereikbaarheidsproblemen. Door vooraf regelscenario's uit te werken en te bepalen wanneer (bij welke 'trigger') die ingezet moeten worden, wil gemeente Rotterdam problemen in de kiem smoren.

Gefaseerd

Het is ondoenlijk in één keer voor het hele netwerk regelscenario's te ontwikkelen. DTV Consultants heeft de hoofdwegen (S-routes) daarom opgedeeld in 84 unieke schakels, die ieder in twee richtingen worden bereiden. Uit deze 168 schakels heeft DTV Consultants een top 30 geselecteerd waarvoor de eerste regelscenario's zijn gemaakt. De regelscenario's voor de overige schakels volgen gefaseerd.

Per schakel zijn de mogelijke knelpunten geïnventariseerd en beschreven. Welke effecten heeft een incident in deze schakel? Wat zullen weggebruikers naar verwachting doen om het probleem te ontlopen? Hoe kunnen we de weggebruikers daarin faciliteren met omleidingen? Per scenario is vervolgens vastgesteld welke DRIP's en tekstdisplays nodig zijn om het verkeer te informeren. Daarbij worden DRIP's van de gemeente Rotterdam gebruikt, maar ook van de provincie Zuid-Holland en Rijkswaterstaat. Voor zowel de situatie 'hinder' (er kan nog verkeer rijden) als 'dicht' (de schakel is gestremd) is per instrument bepaald welke boodschap nodig is. Op deze wijze is een set van zo'n 300 tekstboodschappen ontstaan.



Daarnaast is een aanpak uitgewerkt voor het indien nodig aanpassen van de verkeersregelingen. Ook hier is een onderscheid gemaakt tussen 'hinder' en 'dicht'. De aanpak voor verkeerslichten is zoveel mogelijk generiek gehouden. Afwijken van de generieke aanpak gebeurt alleen als dit écht nodig is.

Druk op de knop

De regelscenario's zijn geconfigureerd in het netwerkmanagementsysteem van de gemeente Rotterdam. De operators in de Verkeersregiekamer kunnen de regelscenario's dan ook met één druk op de knop inschakelen. De medewerkers krijgen nog een training in het gebruik van de regelscenario's.

Meer info: rc.schaeffer@rotterdam.nl, p.weiland@dtvconsultants.nl

Onderzoek: de invloed van weersomstandigheden op de afrijcapaciteit van VRI's

Tijdens hun afstudeerperiode bij Royal HaskoningDHV onderzoeken Lars Boersma en Remco Smit de invloed van weersomstandigheden op de afrijcapaciteit van kruispunten met een verkeersregelinstallatie. De resultaten van het afstudeeronderzoek worden gebruikt om verkeerslichten opnieuw in te regelen en daarmee de doorstroming te verbeteren.

Bij droge weersomstandigheden stroomt het verkeer bij groen licht op een relatief con-

stante manier door. Bij ongunstige weersomstandigheden, zoals regen of sneeuw, is die doorstroming minder. Maar welke weersomstandigheden hebben nu precies wat voor effect op de afrijcapaciteit? En welke oorzaken liggen hieraan ten grondslag? Het afstudeeronderzoek van Lars en Remco richt zich op deze vragen. Zij zullen hiervoor grote hoeveelheden VLOG-data analyseren, rekening houdend met de verschillende weersomstandigheden tijdens de inwinning van de data. Lars en Remco valideren deze VLOG-data door middel van een veldonderzoek.

Als duidelijk is welke weersomstandigheden effect hebben op de afrijcapaciteit en hoe groot dat effect is, kan er mogelijk een weersafhankelijke verkeersregeling worden opgesteld. Verkeerslichten kunnen dan beter worden ingeregeld, wat bijdraagt aan een betere doorstroming van het verkeer.

Meer info: teun.immerman@rhdhv.com

Sweco adviseert aparte status voor speed pedelec

De zogenaamde speed pedelec krijgt per 1 januari 2017 de status van bromfiets. Sweco vroeg zich af wat de effecten hiervan zouden zijn op de aantrekkelijkheid van de speed pedelec en voerde een gebruikersonderzoek uit.

De speed pedelec is een fiets met elektrische trapondersteuning, die een snelheid tot 45 km/u kan bereiken. Deze 'fiets' wordt steeds populairder en is een concurrent voor de auto en het openbaar vervoer op steeds langere afstanden. Een eventuele bromfietsstatus zou betekenen dat de gebruikers verplicht een bromfietshelm moeten dragen en dat zij binnen de bebouwde gebruik moeten maken van de rijbanen.

Enquêtes en GPS-tracking

Om een beter beeld te krijgen van de gevolgen van die maatregel heeft Sweco een gebruikersonderzoek uitgevoerd met behulp van enquêtes en GPS-tracking. Het onderzoek leidde tot enkele interessante bevindingen. Speed pedelec-gebruikers behoren cognitief, door hun leeftijdsprofiel en hun beweegredenen, tot de veiligste groep verkeersdeelnemers. Twee derde van de gebruikers is voormalig autogebruiker. Speed pedelec-gebruikers mijden nu al de bebouwde kom en binnen de bebouwde kom is de gemiddelde snelheid zo laag dat de speed



pedelec nauwelijks meerwaarde heeft boven een e-bike. De maximale snelheid van 45 km/u wordt vrijwel nooit gereden, gemiddeld rijdt een speed pedelec-gebruiker 35 km/u. Binnen de bebouwde kom ligt de gemiddelde snelheid nog lager.

Volgens Sweco doen de juridische ingrepen dan ook geen recht aan de motieven, routekeuzen en het rijgedrag van de huidige speedpedelec gebruikers. Sweco beveelt aan speed pedelecs binnen de bebouwde kom op het fietspad toe te blijven staan en de brommer-

helmplicht te vervangen door een fietshelmplicht. Wel is het belangrijk te investeren in extra bewustwording en monitoring, om te zorgen dat de speed pedelec-gebruikers tijdig worden waargenomen door andere weggebruikers.

De minister van Infrastructuur en Milieu heeft inmiddels de regelgeving iets versoepeld: in plaats van een brommerhelm is nu een speciaal ontwikkelde fietshelm voldoende.

Meer info: martijn.vandelindeloof@sweco.nl

Historische gegevens NDW nu eenvoudiger opvraagbaar

De NDW Open Data Service kent nu ook een Basismodule waarmee gebruikers historische intensiteiten en snelheden voor specifieke locaties op kunnen vragen. Tot nu toe was het niet mogelijk om een selectie naar locatie te maken, alleen naar tijdstip en gegevenssoort. Dit was voor veel (potentiële) gebruikers van de historische database van NDW te complex.

De historische gegevens in de NDW Open Data Service zijn minuutgegevens over het

aantal voertuigen (vaak onderverdeeld in voertuigcategorieën) dat één van de meetpunten passeert, de gemiddelde snelheid waarmee dat gebeurt en/of de gemiddelde reistijd die gemeten wordt tussen twee punten. De historie gaat terug tot juli 2011. De gegevens zijn opvraagbaar als minuutgegevens in eenheden van een uur.

Er zijn nu twee manieren om gegevens op te vragen. Met de nieuwe Basismodule kan een gebruiker eenvoudig de gegevens over intensiteiten en snelheden opvragen over iedere

gewenste periode voor maximaal 10 meetlocaties. Met de Expertmodule kunnen alle historische gegevens worden opgevraagd, dus ook de reistijden. De gebruiker kan een selectie naar periode en gegevenssoort maken, maar niet naar locatie. De expertmodule was tot nu toe de enige manier om gegevens op te vragen.

Meer info: helene.vander.poel@ndw.nu

50 jaar kennisleiderschap in mobiliteit

Smart
cities

Smart
mobility

G GOUDAPPEL
GROUP EXPERTS
IN MOBILITY

mobility
consultants
**Goudappel
Coffeng**

dat mobility

MAP >>
TRAFFIC MANAGEMENT

Ontzorgen voor morgen

De relatie publiek versus privaat verandert: van opdrachtnemer en opdrachtgever naar partner en 'samen'. Van levering naar prestatie, van techniek naar oplossing en van product naar dienst.

In deze veranderende context doen wij wat we al bijna 140 jaar goed kunnen: het bedenken, bouwen en onderhouden van verkeerssystemen en het managen van verkeersstromen op de weg, het water en het spoor. Door innovatieve technologie en met kwaliteit, verkeersveiligheid, doorstroming en optimale beschikbaarheid als onwrikbare uitgangspunten.

Verkeer. Vialis regelt het.

www.vialis.nl