

nmm

Hét vakblad voor
netwerkmanagement
in verkeer en vervoer.

16^e Jaargang
Nr. 3, 2021
nm-magazine.nl

magazine



Special: C-ITS krijgt vorm

Intelligent, connected en coöperatief

VERBORGEN SCHATTEN

**KOMT
DAT
ZIEN**



Natuurmonumenten

MEDE MOGELIJK GEMAAKT DOOR:



citg.tudelft.nl | +31 15 278 3179



tmleuven.be | +32 16 317 730



ndw.nu | +31 88 797 3435



bereiknu.nl | +31 88 544 5161



be-mobile.be | +32 9 330 5180



dynniq.nl | +31 33 450 22 11



goudappel.nl | +31 570 666 222



technolution.nl | +31 182 594 000



rdhvh.com | +31 88 348 2000



4cast.nl | +31 71 513 9122



arane.nl | +31 182 555 030



dtvconsultants.nl | +31 76 513 6600



essencia.nl | +31 70 361 7685



monotch.com | +31 88 712 0800



muconsult.nl | +31 33 465 5054



ewegh.nl | +31 575 512 341

Colofon

NM Magazine verschijnt drie tot vier keer per jaar. Jaargang 16 (2021), nr. 3.

Formule

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

Uitgever

Stichting NM Magazine
Postbus 61639
2506 AP Den Haag

Bestuur

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

Redactie

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

Productie

Essencia Communicatie, Den Haag

Medewerkers

Ropp Schouten (vormgeving)
Arjan Doeleman (vormgeving)
Jeroen van den Heuvel (fotografie)
Rob de Voogd (fotografie)

Abonnementen

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

Advertenties

Reserveringen: tel. 070 361 7685.

Copyright

© 2021 NM Magazine. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd 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

Mensen, let een beetje op elkaar.

In deze moeilijke tijd is het extra belangrijk om er voor elkaar te zijn. Gelukkig sta je er niet alleen voor. Veel mensen willen jou of jouw dierbaren graag helpen. Het Rode Kruis koppelt haar vrijwilligers aan mensen die hulp of simpelweg een luisterend oor nodig hebben. Ouderen, chronisch zieken of andere kwetsbaren kunnen zich aanmelden via de Rode Kruis Hulplijn (070-44.55.888). Maar ook burens, familie of vrienden kunnen dat voor deze mensen doen op rodekruis.nl/letopelkaar. Want dat is wat we allemaal kunnen doen: een beetje op elkaar letten.



Rode
Kruis

rodekruis.nl

Doneren?



REDACTIONEEL

Dat was een tegenvaller. Dachten we er alweer vanaf te zijn, slaat corona terug met recordaantallen besmettingen. Op het moment van schrijven zijn de maatregelen nog relatief mild, maar een stevige lockdown wordt niet uitgesloten.

Voor het verkeer maakt het allemaal niet uit (heerlijk, die rustige wegen) en NM Magazine schrijven én lezen kan gewoon vanaf huis. Maar we leven mee met bijvoorbeeld de organisatoren van beurzen en congressen. We horen net dat de Vakbeurs Mobiliteit in Houten op het laatste moment is afgelast. Wat een tegenvaller voor de organisatie, na al die maanden voorbereiding die ze erin hebben gestoken! En het is ook niks voor de doelgroep. Handig hoor, dat virtueel samenkomen in Teams- en Zoom-meetings, maar even bijpraten, oude bekenden tegen het lijf lopen en nieuwe contacten aanboren kan eigenlijk alleen goed op de échte beurs- en congresvloer.

Misschien moeten we er de komende jaren mee leren leven, wie zal het zeggen. Interessant is dan om te zien dat de ervaring van ons vakgebied op het gebied van monitoren, voorspellen en managen ook prima 'indoor' is in te zetten. Zie pagina 38 voor een mooi voorbeeld.

Dan het thema van deze uitgave, C-ITS, dat de pagina's 8 tot en met 28 bestrijkt. De C van connected en coöperative staat voor veel extra mogelijkheden om het verkeer veilig en vlot af te handelen. In tien artikelen verkennen we het thema in de breedste zin van het woord. We kijken wat we met de technologie kunnen op een enkel kruispunt, wat we op stedelijk en regionaal niveau kunnen en wat bijvoorbeeld de logistieke sector met C-ITS kan. We duiken zelfs even de wereld van de ethiek in, in een heel interessante bijdrage over 'eerlijk regelen'.

Tot slot wijzen we u nog graag op de bijlage Verkeer in Nederland van TrafficQuest. Die brochure weet al acht jaar lang te boeien. Een klein voorproefje hebben we opgenomen op pagina 32 en 33. Mooi leesvoer!

De redactie — redactie@nm-magazine.nl

in dit nummer

8 C-ITS krijgt vorm: Intelligent, connected en coöperatief



11 Hoe C-ITS kan helpen het verkeer op kruispunten (nog) beter af te handelen

13 Eerlijk regelen en C-ITS: Hoe doe je dat?



16 Anticiperend verkeersmanagement – de stand van zaken

18 SOCRATES2.0: Nieuwe mogelijkheden voor interactief verkeersmanagement



20 Regionale verkeersmanagementservices met de Netwerkmanager

23 C-ITS buiten de landsgrenzen

24 Beter transportmanagement dankzij C-ITS

26 Randvoorwaarden en gedeelde voorzieningen voor C-ITS

28 De gebruiker als cruciale schakel binnen C-ITS



32 Lessen van COVID-19: De relatie verkeersprestatie en vertraging

34 Papieren regelscenario-boekjes exit dankzij nieuwe tool

35 Fietsdata en fietsprioriteit dankzij koppeling radar en iVRI



36 Digital twins: replica's van mobiliteitssystemen

38 Verkeer managen in de schoolgebouwen

en verder

- 6 Kort nieuws
- 6 Agenda
- 31 Column Thea de Vries
- 39 Projectnieuws

Regiodesk Zuid-Holland bestaat tien jaar



Op 1 september 2021 vierde de Regiodesk van het samenwerkingsverband BEREIK! z'n tiende verjaardag – een mijlpaal. Bij de desk komt de informatie samen van de verkeerscentrales van Rijkswaterstaat, provincie Zuid-Holland en de gemeenten Den Haag en Rotterdam. Zijn er geen bijzonderheden dan functioneren deze centrales zelfstandig. Maar zodra er hinder dreigt die de reikwijdte van één verkeerscentrale overstijgt, dan coördineert en monitort de Regiodesk de inzet van de verkeersmaatregelen. Op jaarbasis neemt de desk gemiddeld ruim 1500 maatregelen.

De Regiodesk is in 2011 als proef begonnen. In 2019 besloten de BEREIK!-partners om de samenwerking structureel voort te zetten.

Groen licht voor Vlaamse Mobilidata

Op 12 november 2021 gaf de Vlaamse regering groen licht voor Mobilidata, een ambitieus project dat via slimme data-inwinning, -beheer en -technologie het Vlaamse verkeer veiliger, vlotter en duurzamer wil maken. Vlaanderen trekt 18,2 miljoen euro uit voor het project.

De ministers Lydia Peeters van Mobiliteit en Hilde Crevits van Innovatie noemen data en dataconnectiviteit 'het nieuwe

goud' voor mobiliteit. "Niet enkel kunnen we zo de verkeersveiligheid verhogen en een vlotte doorstroming verzekeren, maar zorgen we via dit open mobiliteit-ecosysteem dat diverse spelers en stakeholders de data kunnen gebruiken om slimme mobiliteitsoplossingen aan te reiken", aldus de ministers. In het project werken de ministeries samen met een consortium onder leiding van Be-Mobile.

Talking Traffic: weggebruikers positief over in-car adviezen

Weggebruikers oordelen overwegend positief over in-car waarschuwingen over potentieel gevaarlijke situaties. Ze passen hun rijgedrag ook daadwerkelijk aan. Dat blijkt uit de evaluatie van de effecten van de Talking Traffic Use Cases, die in september verscheen.



De evaluatie is opgenomen in de Talking Traffic Eindrapportage Evaluatie, die het einde markeert van de formele contractfase van het programma Talking Traffic. Een belangrijke conclusie uit de rapportage betreft het waarschuwen van weggebruikers voor potentieel gevaarlijke situaties. De bedoeling is uiteraard dat weggebruikers na het ontvangen van een in-car advies hun rijgedrag aanpassen. Dat blijkt in de meeste gevallen ook echt te gebeuren. Zo past ruim 60 procent van de respondenten de snelheid aan na het ontvangen van een bericht over de maximumsnelheid. Bijna 90 procent past het rijgedrag aan na een melding over verandering van de rijstrookconfiguratie (een wegversmalling of -verbreding). Automobilisten geven aan de extra informatie te waarderen en een toename van comfort en alertheid te ervaren.

AGENDA

16 december 2021

Seminar MCD

► **Rotterdam**

Hubs lijken dé oplossing voor bereikbaarheid, klimaat, leefbaarheid en meer. Tijd om kritisch te kijken naar deze oplossing! Het MCD-seminar heeft daarom als thema: Mobiliteitshubs: dé oplossing of wensdenken?

seminarmcd.nl/event

16 februari 2022

Studiedag Verkeerslichten

► **Utrecht**

Een studiedag voor iedereen die werkt met (i)VRI's, data uit (i)VRI's en slimme apps. Na afloop ben je volledig op hoogte van de stand van zaken in verkeersregeltechnisch Nederland.

studiedagverkeerslichten.nl

29 maart – 1 april 2022

Intertraffic

► **Amsterdam**

Internationale beurs over mobiliteit, infrastructuur, verkeersmanagement, verkeersveiligheid en parkeren.

intertraffic.com

Speciale bijlage: Verkeer in Nederland 2021



Al onze abonnees in Nederland krijgen 'm als bijlage bij NM Magazine toegestuurd en alle anderen kunnen de uitgave downloaden: het overzicht *Verkeer in Nederland 2021* van TrafficQuest. De auteurs bespreken de verkeerscijfers van 2020, maar staan ook stil bij de belangrijkste thema's van 2021 (waaronder logistiek, sociale inclusie en kunstmatige intelligentie), bij nieuwe ontwikkelingen in onderzoek en bij de belangrijkste pilots *smart mobility* en verkeersmanagement.

Natuurlijk passeert ook corona de revue. Lees een interessant voorproefje hiervan op pagina 32 en 33 van deze uitgave van NM Magazine.

De pdf van *Verkeer in Nederland* is te downloaden op www.traffic-quest.nl/rapporten en www.nm-magazine.nl/download.

KiM: Autoverkeer op oude niveau in 2022 of 2023, ov in 2023 of later

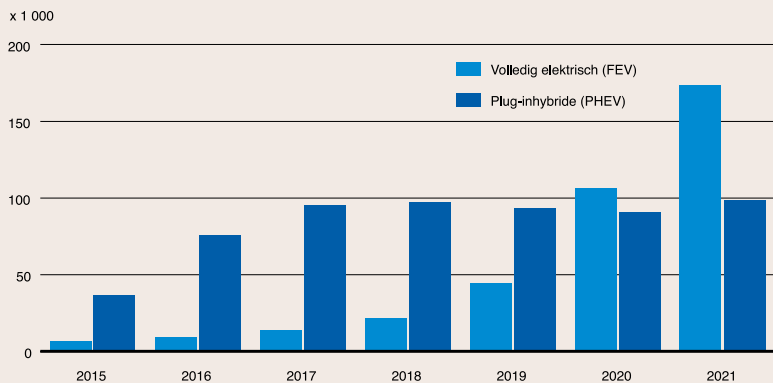
Het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, KiM, verwacht dat de omvang van het wegverkeer op het hoofdwegenet in 2022 of 2023 weer op het niveau van 2019 komt, na de flinke 'coronadip' in 2020 en 2021. Dat blijkt uit het Mobiliteitsbeeld 2021 dat het KiM in november publiceerde.

De afgelegde afstand door autobestuurders nam in 2020 af met 26 procent, aldus het rapport. Dat is veel minder dan de daling van de afstand die we in 2020 met het ov aflegden. Voor de trein was die daling maar liefst 55 procent en voor bus, tram en metro 49 procent. Het zal mogelijk ook iets langer duren eer we weer dezelfde ov-afstand afleggen als in 2019: in 2023 of mogelijk pas in 2025.

Groei elektrische stekkerauto zet door

Volgens het CBS steeg het aantal stekkerauto's in Nederland in 2020 met 38 procent, tot ruim 273 duizend op 1 januari 2021. Vooral het aantal volledig elektrische personenauto's groeide sterk, met 63 procent. Stekkerauto's zijn personenauto's met een elektromotor waarvan de accu wordt opgeladen met een stekker. Hieronder vallen zowel volledig elektrische personenauto's als plug-inhybrides. Begin 2021 was 3,1 procent van alle personenauto's in Nederland een stekkerauto. Het aantal diesel- en lpg-persenauto's is juist afgenomen, met respectievelijk 9,1 en 4,4 procent. (Bron: CBS, RDW)

Stekkerauto's, 1 januari



AGENDA

12 mei 2022 Vakbeurs Openbare Ruimte ► Brussel

Alles over ontwerp, inrichting, onderhoud en beheer van openbare ruimte.
openbareruimte.be

31 mei 2022 MaaS Congres 2022 ► nog niet bekend

Jaarlijks congres over Mobility as a Service.
maascongres.nl

30 mei – 1 juni 2022 ITS European Congress ► Toulouse

Voor het Europese ITS Congress moeten we dit keer naar Zuid-Frankrijk. Het thema: Smart and Sustainable Mobility for all.
itseuropeancongress.com



Special: C-ITS krijgt vorm

Intelligent, connected en coöperatief

Nieuwe technologieën hebben altijd een belangrijke rol gespeeld bij het verbeteren van de efficiëntie, verkeersveiligheid en de milieuprestaties van het wegvervoer. Met de *tech* innovatie C-ITS is dat niet anders: de combinatie intelligentie, connected en coöperatief biedt héél interessante mogelijkheden. Die belofte was er al langer, maar C-ITS staat nu op het punt z'n beloften ook echt in te lossen. Tijd voor een stand van zaken!

Iets meer dan vijf jaar geleden, in mei 2016, wijdden we voor het eerst een hoofdartikel aan C-ITS.¹ Hoewel de C toen ook al stond voor coöperatief, rekten wij het begrip een beetje op: we spraken over *connected ITS*. “Dit omvat ook diensten die alleen via lange-afstandscommunicatie (zoals 3G) met bijvoorbeeld een service-provider communiceren”, legden we uit. Coöperatief was toen nog behoorlijk experimenteel, dus met deze verruiming kreeg het thema een beetje extra body.

Dat is nu niet meer nodig. De ontwikkelingen aan de voertuigkant zijn (erg) snel gegaan en ook aan de wegkant staat het bepaald niet stil. Even ter illustratie: toen we dat artikel samenstelden, bestond de iVRI alleen nog op de tekentafel. Concrete afspraken over die noviteit werden pas eind 2016 gemaakt, met de oprichting van het publiek-private partnership Talking Traffic. Maar inmiddels zijn er toch mooi 750 intelligente en hoogst coöperatieve verkeersregelininstallaties actief in het land. In Vlaanderen zijn de ontwikkelingen iets minder hard gegaan, maar daar wordt inmiddels een forse inhaalslag gemaakt, getuige ook nieuwe projecten als Mobilidata.

We hebben daarmee genoeg redenen om het nog eens te hebben over C-ITS, dit keer met de C van connected én coöperatief.

¹ Zie NM Magazine 2016 #2, “De ontwikkeling van Connected ITS”. De hoofdvragen van dat hoofdartikel waren: “Wat weten we? Wat weten we nog niet? Hoe vergaren we die kennis?” Eerdere uitgaven van NM Magazine zijn gratis te downloaden op www.nm-magazine.nl/download.



Helemaal uitontwikkeld is de technologie niet en wat ook steeds duidelijker wordt, is dat het om veel meer gaat dan sec technologie. Maar de contouren van wat kan, zijn al veel scherper geworden en C-ITS is deels al realiteit.

De mogelijkheden

Wat zijn die contouren van wat kan? We noemen een paar voorbeelden. Voertuigen uitgerust met coöperatieve voertuig-tot-voertuig-communicatiesystemen, V2V, zijn in staat gegevens te ontvangen van andere voertuigen. Op basis daarvan kan het systeem de bestuurder waarschuwen voor gevaren, bijvoorbeeld als een voorligger plotseling hard remt of als ze inrijden op een verstoring als een filestaart of wegwerkzaamheden. V2V-systemen kunnen daarnaast ondersteunen bij taken als in- en uitvoegen. Dat komt naast de veiligheid ook de doorstroming ten goede.

Deze belofte kunnen we oprekken door bij die communicatie ook de wegkant te betrekken: voertuig-tot-infrastructuur-communicatie, V2I. Voertuigen kunnen dan in real-time informatie ontvangen over verkeerslichtfasen en de voorspelde veranderingen daarin of over hinderissen op de route. Met die input kan het remmen en weer optrekken bij verkeerslichten worden teruggedrongen, waarmee we het brandstof- en elektriciteitsverbruik van voertuigen verminderen – met een positief effect op geluidsemissies en emissies van schadelijke stoffen.

Als we de ambities nog wat verder opschroeven, kunnen we C-ITS ook verbreden tot voertuig-tot-fietsers-, voertuig-tot-voetgangers- en uiteinde-

lijk voertuig-tot-alles-communicatie, oftewel V2X. Het aantal informatie- en samenwerkingsdiensten kan dan pas echt explosief groeien.

Trapsgewijs omhoog

De vraag is wel: hoe komen we van 'mogelijk zijn' tot 'mogelijk maken' en grootschalig doen?

We kunnen bij het beantwoorden van die vraag allereerst afgaan op het tempo waarin de onderliggende technologie volwassen wordt. Volwassen in de zin dat de onderliggende technologie productierijp is, de juiste balans is gevonden tussen het gebruik van ad-hoc communicatie met ITS-G5 en cellulaire 5G-communicatie, de interoperabiliteit tot op het niveau van de te communiceren datasets een feit is en de juridische basis onder C-ITS is aangebracht. Dit levert een pad op dat ons trapsgewijs omhoog brengt van diensten die al volwassen zijn (dag 1), via diensten die op het moment vrijwel volwassen zijn (dag 1,5), naar diensten waar nog volop aan de volwassenheid wordt gewerkt (dag 2) en verder.

Het interessante is dat vanuit het voertuig bezien de focus niet eens zozeer op de 'dagen' ligt, maar op het grotere idee. Op dag 1 ligt de nadruk op het uitwisselen van informatie ter bevordering van *anticiperend rijden*. Op dag 2 schuift de nadruk op naar het delen van informatie tussen voertuigen over wat zij individueel waarnemen en zo op het *verhogen van de alertheid* van de voertuigbestuurder op aankomende hinderissen, belemmeringen en gevaren. Dag 3 en verder richt zich dan aanvullend op het *delen van intenties*, het ondersteunen van onderhan-



deling en op de samenwerking tussen voertuigen – in feite op alles wat de weg vrijmaakt voor coöperatief automatisch rijden zonder ongevalen. Langs deze treden van dag 1, dag 2 en dag 3+ wordt de spreekwoordelijke trap genomen naar de hoogste trede, die van geautomatiseerde tot autonoom rijdende voertuigen.

Dit vraagt om een pendant aan de wegkant. Waar willen we uitkomen met het managen van wegverkeer op en over het wegennet? Hoe kijken we naar zelfverklarende, zelfregulerende en zelfhandhavende wegen én een zelfmanagend wegennet? Als we daar een beeld van hebben, kunnen we over de 'dagen' heen kijken en toewerken naar dat idee. Bij het opbouwen van zo'n beeld komen we er niet mee weg aan te haken bij de droom en ambitie van autonoom rijdende voertuigen. Ons idee moet namelijk verder reiken dan sec V2X- en doorpakken naar X2X-communicatie en -interactie. Alles, maar dan ook werkelijk alles in en gerelateerd aan ons multimodale wegverkeer moet dan met elkaar informatie delen en samenwerken. Die samenwerking gaat over modaliteiten, individuele bekwaamheden en kwetsbaarheden in het verkeer, motieven van verplaatsen en publieke en private organisatiegrenzen heen.

Om gedragen te worden, hoort bij zo'n ambitie ook dat we de door C-ITS gefaciliteerde informatie- en samenwerkingsdiensten inbedden in ons verkeers- en vervoersysteem. Daarbij komen als vanouds tijd en ruimte van handelen en reageren om de hoek kijken. Om hier een beeld van te krijgen, kunnen we het trucje van 'scales of ten' toepassen. We beginnen bij het kruispunt en zoomen steeds verder uit. Hoe ziet C-ITS gedreven netwerkmanagement er dan uit?

Leeswijzer

Deze vraag beantwoorden brengt ons weer bij dit themanummer. We beginnen bij de kleinste schaal, die van het kruispunt of de oversteekplaats. Zie hiervoor **pagina 11**. Hoe kan C-ITS helpen vlotter en veiliger te kruisen en over te steken? Wat voegt V2V toe aan V2I en daarmee bijvoorbeeld ook aan de iVRI?

Hier komt gelijk een boeiende vraag omhoog: hoe kun je het verkeer eerlijk verdelen over de tijd en het kruispunt heen? Met deze vraag stuiten we op de ethiek van C-ITS. Zie **pagina 13 tot en met 15**.

We gaan een schaalniveau omhoog. Kruispunten staan immers niet op zichzelf en we moeten ze ook in een groter verband van corridors en deelnetwerken plaatsen. Op dat niveau moeten we *anticiperend kunnen regelen*. Dat komt aan de orde vanaf **pagina 16**.

Net zoals kruispunten niet op zichzelf staan, staan ook gemeenten, provincies en het rijk niet op zichzelf. Samen bieden ze een regionaal wegennet dat in samenhang optimaal moet worden benut. We gaan dus weer een schaalniveau omhoog. Hoe C-ITS op dit regionale niveau kan helpen, wordt besproken op **pagina 20 tot en met 22**. Hier speelt ook de *wijze van samenwerken* nadrukkelijker een rol. We ontstijgen het lokale V2V- en V2I-niveau en gaan samenwerken tussen wegbeheerders en serviceproviders. Zie hiervoor **pagina 18 en 19**.

Tot zover het uitzoomen. Wegverkeer is natuurlijk meer dan personenvervoer, dus we staan op **pagina 24 en 25** ook stil bij de rol van C-ITS in het goederenvervoer. Er is aandacht voor de internationale context (23), want uiteindelijk moet C-ITS overal werken. Tot slot komen de vereiste (centrale) voorzieningen aan bod (26-27) en gaan we in op human factors (pagina 28).

Wat bij het doorlezen van deze artikelen trouwens vanzelf opvalt, is dat we met de huidige definitie van 'dag zoveel'-diensten voor V2I te kort door de bocht gaan. Wat ook duidelijk wordt, is dat C-ITS naast de technische en juridische kanten niet kan zonder verkeers- en vervoerskundige, ethische, organisatorische en culturele componenten. De door C-ITS gefaciliteerde diensten moeten immers op al deze vlakken verankerd zijn en uiteindelijk een geheel eigen waarde toevoegen. Waarom zouden we het anders doen? En we gaan informatie delen en samenwerken – dat vereist ethiek en een cultuuromslag!

Tot slot

Samenvattend kunnen we stellen dat er de afgelopen jaren grote vooruitgang is geboekt: vergelijk de artikelen in deze uitgave maar met die van vijf jaar geleden. Tegelijkertijd geldt dat hoe concreter het wordt, hoe groter de uitdagingen worden. Tot nu toe lukt het gelukkig heel aardig om die uitdagingen aan te gaan. Denk bijvoorbeeld aan de benodigde cultuuromslag om samen te werken: dat is met een programma als SOCRATES2.0, zie **pagina 18 en 19**, toch aardig getackeld.

We kunnen niet wachten wat de komende vijf jaar gaan brengen! ●

De auteur

Ing. Paul van Koningsbruggen is directeur Mobiliteit van Technolution en redacteur van NM Magazine.



Hoe C-ITS kan helpen het verkeer op kruispunten (nog) beter af te handelen

Kruispunten zijn een cruciaal maar ook *kwetsbaar* deel van ons wegennet: er kunnen gemakkelijk veiligheids- en doorstromingsproblemen ontstaan. Op de wat drukkeren en complexere kruispunten zetten we daarom verkeersregelininstallaties in om het verkeer zo goed en veilig mogelijk af te handelen. Dat gaat de huidige generatie VRI's prima af. Maar kan C-ITS de lat wellicht nog hoger leggen?

Het eerste verkeerslicht ter wereld werd in 1868 in Londen bij het Palace of Westminster geplaatst, om ervoor te zorgen dat de leden van het Britse parlement veilig konden oversteken. In de basis zijn verkeerslichten dus vooral een *verkeersveiligheidsmaatregel*. Maar met de toenemende drukte kregen verkeerslichten er een functie bij, namelijk het verdelen van de kruispuntcapaciteit over de verschillende rijrichtingen heen. Hiermee werd naast verkeersveilig ook *optimaal* als criterium geïntroduceerd.

De combinatie verkeersveilig en optimaal maakte het interessant om met fases te werken. Zo kan de eerste groenfase worden gebruikt voor de afwikkeling van de wachtrij en de daaropvolgende groenfases voor de afwikkeling van verkeer dat met hogere snelheid komt aanrijden. Om die laatste fasen naar behoefte in te zetten, is detectie van het aankomende verkeer noodzakelijk. Hoe beter die detectie is, hoe verkeersafhankelijker de verkeersregeling kan worden.

Een andere bekende 'extra functie' van kruispuntregelingen is de *prioriteitsverlening* aan hulp- en nooddiensten (en soms: bussen en trams). Verkeerslichten dragen zo bij aan een hindervrije doorgang voor die doelgroepen.

De verkeersregelininstallatie is dus al een veelzijdig en effectief 'kruispuntinstrument'. Kan dat nóg veelzijdiger en beter? Wat zou C-ITS daarin kunnen betekenen? We beantwoorden die vraag aan de hand van de drie 'servicelagen' van C-ITS, gezien vanuit het perspectief van het voertuig. Het gaat om – even in het Engels – *awareness driving*, *sensing driving* en *cooperative driving*.¹

Awareness driving

Via coöperatieve X2X-communicatie (weggebruikers of systemen connected met andere weggebruikers of systemen) kunnen voertuigen en VRI's hun *statusgegevens* delen. Denk daarbij aan CAM-berichten van voertuigen, met informatie over het type voertuig en de positie, snelheid en rijrichting. Ook informatie over een incident met het voertuig valt hieronder, zoals motor uitgevallen of betrokken bij een ongeval.

Op basis van deze informatie zijn andere connected weggebruikers en systemen zich beter bewust ('aware') van de verkeerssituatie, ook van situaties die ze misschien zelf nog niet waarnemen. Een VRI weet

¹ Zie www.car-2-car.org/about-c-its over deze drie servicelagen (use cases).



dankzij die statusgegevens bijvoorbeeld dat er nog een voertuig aankomt – en als dat een zware truck betreft, zou de VRI langer groen kunnen geven. Auto's die een kruispunt naderen, of dat nu wel of niet geregeld is, weten zo ook ruim van tevoren dat er een wachtrij staat (want: snelheid van connected voertuig op opstelstrook is nul) en kunnen alvast hun snelheid minderen.

Sensing driving

Dankzij de statusgegevens blijven we dus op de hoogte van het 'wat en waar' van andere connected voertuigen en systemen. Maar niet alles is connected – en daarom is het delen van informatie uit *sensor-data* ('sensing driving') een tweede, belangrijke servicelaag van C-ITS. Denk aan wat we van de CAN-bus in het voertuig kunnen leren: het is glad buiten (ABS gebruikt), het wegdek is slecht (input uit schokdempers), er is sprake van slecht zicht (mistlampen aan) enzovoort. Verder leveren camera's aan boord een schat aan informatie. Als een voertuig voetgangers, fietsers of scootmobielen waarneemt en dat deelt met achteropkomend verkeer, dan kunnen die hun snelheid en rijgedrag aanpassen. Dat is nuttige informatie voor ongeregelde kruispunten of oversteekplaatsen!

Cooperative driving

Naast status- en sensorgegevens kunnen coöperatieve X2X-weggebruikers en X2I-VRI's ook *intentionele gegevens* uitwisselen, zoals bestemming en beoogde route van een voertuig of time-to-green van een VRI. Dat zorgt ervoor dat ze intelligent kunnen samenwerken (servicelaag 'cooperative driving') en hun gedrag zelfs in complexe verkeerssituaties kunnen coördineren. Een nog relatief eenvoudig voorbeeld is Green Light Optimized Speed Advisory of GLOSA, waarbij connected voertuigen op basis van de time-to-green de juiste snelheid kiezen om groen te halen. Ingewikkelder wordt het al met de dynamische clusterformatie van op een kruispunt afrijdende vrachtwagens en bussen, die vervolgens als cluster verlengd groen krijgen. Of denk aan coöperatief samenvoegen wanneer een rijstrook wegvalt na het kruispunt of coöperatieve rijstrookverandering bij voorsorteren vóór een kruispunt.

Door intentionele gegevens uit te wisselen kan ook de capaciteit van een geregeld kruispunt worden verhoogd. Immers, als we de gebruikelijke statistische turning-percentages vervangen door het gecommuniceerde voorgenomen gedrag (= route) van de verkeersdeelnemers, dan minimaliseren we de verliezen die ontstaan bij een mismatch tussen statistisch verwacht en werkelijk aanbod.

Meerwaarde

De voorbeelden bij elk van de drie C-ITS-servicelagen laten zien, dat C-ITS veel extra's te bieden heeft voor de afhandeling van verkeer op kruispunten. Dat geldt voor geregelde kruisingen, waarbij C-ITS slim kan samenwerken met de VRI, maar dat geldt ook voor ongeregelde kruispunten. In dat laatste geval is een hoge penetratie van C-ITS in het verkeer wel gewenst, maar zelfs bij lagere penetratiegraden kan de informatie van en via andere voertuigen al voor nuttige veiligheidswaarschuwingen zorgen.

Uiteraard geldt dat de voorbeelden die we hierboven hebben genoemd, voor een belangrijk deel nog *mogelijke* (of positiever gesteld: toekomstige) use cases zijn. We spreken in dit verband van dag 1- ('morgen'), dag 1,5- ('overmorgen') en dag 2- ('daarna') toepassingsmogelijkheden. Onder dag 1 vallen zeker toepassingen als de genoemde GLOSA en prioriteitsverlening aan bijvoorbeeld vrachtverkeer. De dag 1,5- en dag 2-toepassingen bevinden zich nog in de fase van beproeven in de praktijk, zoals die dynamische clusterformatie, coöperatief samenvoegen en coöperatieve rijstrookverandering.

Maar het kan nog complexer – het aantal af te handelen verkeerssituaties dat zich rond een kruispunt kan voordoen, is enorm. Wil C-ITS daarbij de helpende hand kunnen bieden en de situaties zorgvuldig (= verkeersveilig en optimaal) kunnen afhandelen, dan zal de functionaliteit flink doorontwikkeld moeten worden. Neem bijvoorbeeld twee situaties met actieve verkeersdeelnemers. De eerste is een voetganger die tijdens groen voetgangerslicht de overkant niet heeft gehaald en als nog vanaf de opstelruimte de tweede rijbaan oversteekt op het moment dat een auto over diezelfde rijbaan bij groen licht rechtdoor rijdt. Of een auto sorteert bij het kruispunt helemaal rechts voor om rechtsaf te slaan en dwingt daarmee rechtdoorgaande fietsers om de auto links te passeren. Willen we dat C-ITS in dit soort situaties kan ondersteunen, dan moeten we in staat zijn het gedrag van alle weggebruikers te 'voorzien'. Een claim die alleen maar harder op gaat spelen wanneer we met C-ITS ook sterk geautomatiseerd en autonoom rijden gaan ondersteunen. Genoeg ontwikkelwerk voor de boeg dus!

Toepassingen die verder reiken dan kruispunt

In deze bijdrage hebben we vooral stilgestaan bij C-ITS-toepassingen op het niveau van het kruispunt zelf. Maar dankzij de centrale aansturing van verkeerslichten, heeft de verkeersafwikkeling op kruispunten vaak ook een doel dat geografisch verder reikt. We kunnen verkeerslichtenregelingen bijvoorbeeld zo instellen dat ze het stadscentrum, een dicht stedelijk gebied of een tunnel beschermen tegen de onverzadigbare verkeersvraag. De VRI's aan de rand van het gebied of bovenstroom van een tunnel worden dan ingezet om te zorgen voor stabiel en onbelemmerd verkeer in het beschermde netwerk. Of om binnen grenzen de doorstroming te borgen op een corridor waaraan een hoog belang is toegekend in de netwerkvisie. Of sowieso om de doorstroming van al het verkeer over een corridor of in een deelnetwerk te optimaliseren door de rood- en groentijden van de individuele verkeersregelingen slim en dynamisch op elkaar af te stemmen. Kan C-ITS ook dat soort doelen ondersteunen? Hierover in de navolgende artikelen meer. ●

De auteurs

Ing. Klaas Rozema is International Research Director van Dynniq.

Ing. Paul van Koningsbruggen is directeur Mobiliteit van Technolution en redacteur van NM Magazine.



Eerlijk regelen en C-ITS: Hoe doe je dat?

Niet alleen het gras maar ook het *verkeerslicht* lijkt altijd groener bij de burens – die oneerlijkheid ervaren weggebruikers al zolang er verkeerslichten zijn. Ook met de nieuwe generatie ‘connected’ verkeerslichtenregelingen moeten we serieus rekening houden met dit gevoel. In deze bijdrage leggen de auteurs uit wat de valkuilen van het moderne flexibel regelen zijn en met welke benadering je het groen toch zo eerlijk mogelijk verdeelt.

In Nederland en België waren we tot voor kort gewend dat de richtingen om beurten groen krijgen en dat dan in principe alle wachtenden bediend worden. Dat een bus soms ‘voorkruipt’, vonden we ook nog wel eerlijk.

Maar met de opkomst van de nieuwe generatie regelingen kan het in de ogen van de weggebruiker minder overzichtelijk en daarmee ook minder eerlijk worden. Dat heeft twee oorzaken. Ten eerste werkt de nieuwe generatie regelingen flexibeler. Dat biedt alle ruimte voor een optimale afwikkeling voor het collectief, bijvoorbeeld in termen van lagere totale wachttijden op lokaal en netwerkniveau. Maar de weggebruiker op een relatief rustiger richting kan nu wel de pech hebben dat hij erg lang moet wachten – terwijl die andere richting al twee keer groen heeft gehad. Of het groen op de hoofdrichting wordt sterk verlengd om een groepje voertuigen dat in de verte aankomt, mee te nemen. Als het kruispuntvlak van die richting op dat moment leeg staat, wordt het ge-

duld van de wachtende weggebruiker stevig op de proef gesteld! Een tweede punt is dat met de nieuwe generatie regelingen, en dan met name de ‘connected’ iVRI's, meer groepen weggebruikers prioriteit kunnen aanvragen. Voorheen hadden alleen hulpdiensten en het ov dat voorrecht, maar steeds vaker ook groepen fietsers en vrachtauto's. Dat is mooi voor die groepen, maar voor de overige weggebruikers kan het wachten rap oplopen als eerst de bus dan de vrachtauto en dan de fiets voor moet.

Je kan natuurlijk stellen dat het belang van het collectief zwaarder weegt en dat ook die prioriteitsaanvragen er niet voor niets zijn. Maar daarmee ga je aan een belangrijk punt voorbij: de perceptie van eerlijkheid door weggebruikers heeft invloed heeft op de acceptatie. Gebrek aan acceptatie leidt tot een verminderde geloofwaardigheid en – als het tegenzit – ook tot minder naleving. Uiteindelijk kom je dan op minder verkeersveiligheid.

We hebben dus alle reden om stil te staan bij eerlijk regelen. Voor we ingaan op de vraag hoe dat met die nieuwe verkeersregelingen zou moeten, is het goed te bepalen wat 'eerlijk' precies is. Dat doen we aan de hand van de recente masterthesis van Onno Hendriks, die ons probleem vanuit de ethiek benadert.¹

Eerlijk regelen ethisch benaderd

Verkeerslichten verdelen een schaars goed: tijd. Bij discussies over een eerlijke verdeling speelt de afweging tussen het belang van een individu en dat van 'het collectief' een grote rol: kijken we naar de wachttijd van een enkele weggebruiker of naar de voertuigverliesuren van het kruispunt of de route?

Hendriks koppelt in zijn masterthesis vier ethische theorieën aan het functioneren van verkeerslichten: utilitarisme, egalitarisme, sufficientarisme² en deontologie. We lichten deze theorieën toe met een voorbeeld – zie ook de figuren 1 tot en met 5 op de pagina hiernaast. We gaan uit van één wachtende (blauwe) auto en een groep arriverende (grijze) auto's.

Utilitarisme richt zich op het 'algemeen nut', op het maatschappelijk belang. Vanuit die optiek krijgt in ons voorbeeld de grijze groep auto's voorrang: hun gezamenlijke belang weegt immers zwaarder dan het belang van die ene blauwe auto. Per saldo stuur je met deze benadering op minimalisatie van verliestijd van het totaal van alle weggebruikers. **Egalitarisme** streeft naar gelijkheid en nivellering. In het voorbeeld krijgt de blauwe auto voorrang: die heeft al staan wachten, terwijl de grijze auto's net komen aanrijden. Per saldo wordt gestuurd op een gelijke wachttijd voor alle weggebruikers.

Sufficientarisme hanteert een bepaalde drempelwaarde. Het doel is om zoveel mogelijk mensen boven deze grens te trekken. Eenmaal boven die grens maakt de verdere verdeling van de mogelijke extra voordelen niet meer uit. In het voorbeeld krijgt de blauwe auto voorrang mits hij voldoende lang heeft staan wachten (en dus onder de grens dreigt te raken). Staat de blauwe auto er ook pas net (en zit hij dus nog ruim boven de grens), dan gaan de grijze auto's voor. Per saldo wordt gestuurd op de maximale wachttijd.

Deontologie werkt vanuit een ander perspectief en is meer gebaseerd op morele regels en principiële (beleids)keuzes. De absolute prioriteit bij verkeerslichten voor hulpdiensten met prio 1-ritten is een voorbeeld van deze benadering. Fietsers in de regen korter laten wachten of vrachtwagens minder laten stoppen (en optrekken) voor minder emissies zijn, hoewel minder 'hard', ook voorbeelden van de deontologische benadering.

Ethische principes in de praktijk

De 'oude' generatie verkeersregelingen kent een vaste fasevolgorde. Samen met de maximumgroentijden bepaalt die de verdeling van wachttijd. In de basis is dit **egalitarisme**: Als je op tijd bent voor je beurt dan krijg je groen, anders moet je een rondje wachten. Met een maximumcyclustijd en minimum-groentijd wordt invulling gegeven aan **sufficientarisme**: alle weggebruikers krijgen een minimumkwaliteit. De **deontologie** zien we terug in de prioriteitsregels. In de oude generatie heeft **utilitarisme** een wat minder belangrijke rol gespeeld: we zien het hooguit terug in groene golven voor hoofdrichtingen met veel verkeer.



Bij de nieuwe generatie verkeersregelingen bepaalt de zogenaamde doelfunctie wie wanneer aan de beurt is. Met de doelfunctie kan ook gewerkt worden met een mix van ethische principes om te komen tot een eerlijke(r) regeling, maar dat vraagt wel om bewuste keuzes. Dat lichten we toe aan de hand van twee praktijkvoorbeelden.

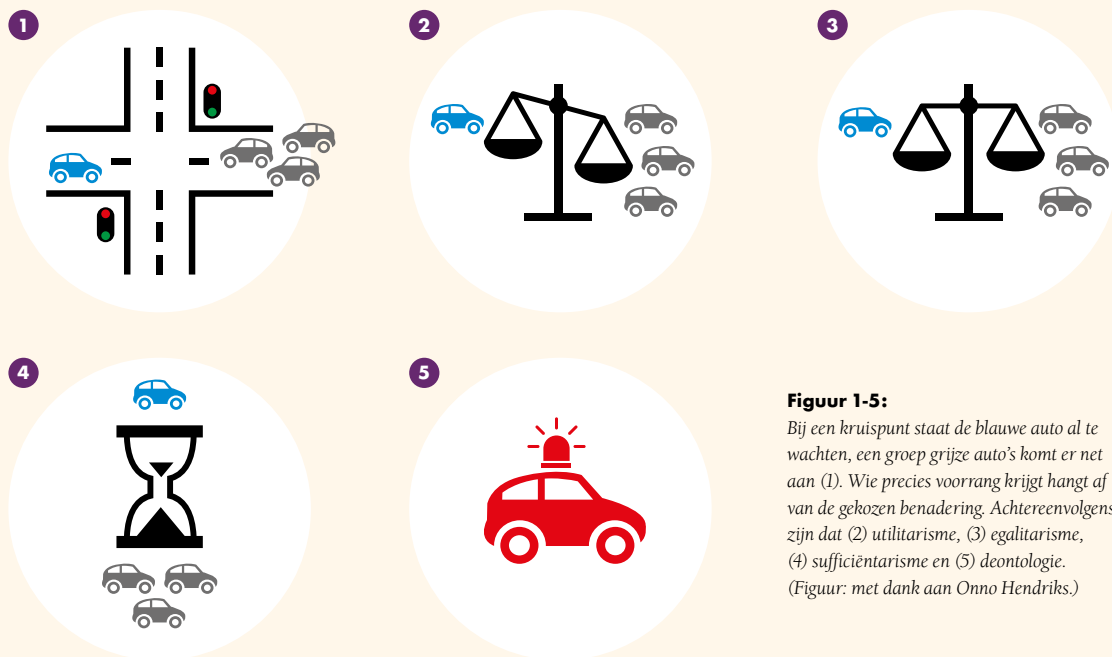
Bij de bestelling van ITS-applicaties nemen wegbeheerders vaak als eis op dat de nieuwe applicaties vooral voor minder voertuigverliesuren of stops moeten zorgen. Dat is volledig in lijn met het **utilitarisme**. Aanvankelijk was het in de nieuwe generatie verkeersregelingen vanuit die efficiencygedachte dan ook heel logisch dat een richting langer groen bleef, bijvoorbeeld om nog een aankomend peloton voertuigen te verwerken. Maar in de beleving van andere weggebruikers is dat minder eerlijk: het wringt met het **egalitarisme**. Soms komen ook het **sufficientarisme** en de **deontologie** in het geding: de wachttijd wordt voor sommigen té lang, met als gevolg klachten, onbegrip, roodlichtnegatie en uiteindelijk toenemende verkeersonveiligheid. Door in de nieuwe generatie regelingen op basis van beleid de gewichten in de doelfunctie anders in te stellen, neemt de kans op problemen fors af. Modelmatige experimenten wijzen uit dat met een zeer beperkte inlevering van verliestijd (utilitarisme) een grotere waarde in eerlijkheid (de andere ethische principes) kan worden bereikt.

Een tweede voorbeeld betreft de verdeling over de richtingen. Voorheen kon je eenvoudig controleren hoe eerlijk dat verliep op basis van het aantal beurten dat een richting per cyclus krijgt. Hoe kan een moderne regeling die niet per se een vaste structuur aanhoudt, daarmee omgaan?

Op grond van de topologie van een kruispunt is het niet zo dat 'elke richting gelijk is'. Zo krijgt een rechtsaffer vaak gelijk groen met recht-doorgaande richtingen op dezelfde rijbaan (tenzij een deelconflict met doorgaande fietsers niet wordt geaccepteerd) en met linksaffers van zij-richtingen: de rechtsaffer 'lift mee' met andere richtingen. Een linksaffer daarentegen wordt vaak juist tegengewerkt door andere richtingen. Ook hier zal simpelweg **utilitair** regelen tot onvrede kunnen leiden, vooral als je toevallig linksaf moet. In een intelligente regeling zou je dan, in dit voorbeeld, het gewicht van de linksaffer in de doelfunctie moeten vergroten, zodat de groenverdeling over de richtingen weer

¹ O. Hendriks, *Equity in traffic light control*, Masterthesis TU Delft, juni 2021. Zie resolver.tudelft.nl/uuid:9473f919-c18c-48c1-9704-ca0f17266099.

² De Engelse term is 'sufficientarianism'. Daar is geen goed Nederlands woord voor, maar naar analogie van de andere termen ('utilitarianism' is in het Nederlands utilitarisme en 'egalitarianism' egalitarisme) spreken we in dit artikel van sufficientarisme.



Figuur 1-5:

Bij een kruispunt staat de blauwe auto al te wachten, een groep grijze auto's komt er net aan (1). Wie precies voorrang krijgt hangt af van de gekozen benadering. Achtereenvolgens zijn dat (2) utilitarisme, (3) egalitarisme, (4) suffiëntarisme en (5) deontologie. (Figuur: met dank aan Onno Hendriks.)

enigszins wordt gelijkgetrokken, conform het *egalitarisme* of toch in ieder geval het *suffiëntarisme*.

Deze voorbeelden laten goed zien dat je met de nieuwe verkeersregelingen al snel de 'eerlijkheid' uit het oog kan verliezen, wanneer je te utilitair bezig bent. Daar is steeds wat aan te doen, maar dat vereist wel aandacht. Die verantwoordelijkheid ligt bij degenen die de applicaties maken, bij degenen die ze toepassen én bij degenen die de (beleids-)kaders maken.

Eerlijk regelen met duidelijke beleidskaders

Want eerlijk regelen is toch in eerste instantie een opgave voor ons gekozen bestuur en hun beleidsadviseurs. Zij stellen immers volgens democratische spelregels vast wat 'we' maatschappelijk acceptabel en eerlijk vinden.

Nu hebben bestuurders meestal wel de nodige kaders gemaakt, zoals (multimodale) netwerkvisies. Die bevatten dan ambities zoals 'het stimuleren van ov en fiets' of 'met verkeersmanagement bijdragen aan schonere lucht'.

Maar het wordt steeds lastiger om dit abstracte beleid te vertalen naar de praktijk van VRI's. Bij een beetje complex kruispunt moet de VRI-deskundige nu al snel rekening houden met vijf prioriteitsgroepen en met de *priority broker* zouden dat er op termijn meer kunnen worden. Soms is de wens van een schone lucht al ingevuld met het (utilitaire) 'minder stops'. Daarnaast zijn er in de huidige VRI-beleidskaders vaak nog indicatoren als maximum-cyclustijden en aantal keren groen per cyclus: instrumentele indicatoren die niet meer passen bij de nieuwe generatie regelingen.

Wat we dus nodig hebben, zijn nieuwe en ook andere beleidskaders: met bewuste keuzes ten aanzien van de verdeling van de effecten per richting en/of doelgroep. Eerlijkheid en ethische principes, maar ook uitlegbaarheid (aan burgers en bestuurders), meetbaarheid en praktische uitvoerbaarheid spelen daarbij een grote rol.

Hoe kan dat kader vorm krijgen? Op basis van praktijkervaringen bij de ontwikkeling van een nieuwe generatie VRI-beleidskaders voor de provincies Noord- en Zuid-Holland komen we tot vier tips:

1. **Wees streng bij de selectie van doelgroepen en hou de onderlinge prioriteit simpel.** Werk met het principe 'zonder beleid geen

prioriteit': het is aan de bestuurders om bevoorrechte doelgroepen te kiezen, niet aan de VRI-experts om dit onder de motorkap te doen. Beperk je daarbij tot hooguit drie of vier prioriteitsklassen.

2. **Zorg dat duidelijk is wat de geprioriteerde groepen bij een VRI zijn.** Bundel alle beleidsmatig vastgestelde netwerken met geprioriteerde groepen in één GIS-omgeving met daarin ook de VRI's. Zorg ervoor dat de VRI-expert snel kan inzoomen op een kruispunt met de geprioriteerde netwerken en hun samenhangen in het netwerk. Leg het beheer van de netwerken bij de beleidsmakers.
3. **Gebruik eenvoudige, meetbare indicatoren en weegfactoren voor de kwaliteit.** Vaak zijn dat de bekende indicatoren: gemiddelde en maximale wachttijd, en soms oververzadiging en wachtrijvorming. Borg de minimale kwaliteit met harde grenzen, conform het *suffiëntarisme*. Stel ook grenzen voor de ideale kwaliteit, zeker voor de geprioriteerde groepen, wat weer aansluit bij het *utilitarisme* en de *deontologie*.
4. **Werk met een eenvoudig uitlegbaar basisprincipe voor het regelen met de VRI.** Zorg eerst dat de VRI voor alle weggebruikers ten minste de minimale kwaliteit biedt. Gebruik vervolgens de ruimte voor het faciliteren van de geprioriteerde groepen. Die beschikbare ruimte kan per situatie en moment verschillen.

Tot slot: eerlijk duurt het langst!

Nieuwe mogelijkheden in de verkeersregelingen dwingen ons om opnieuw na te denken over de vraag wat eerlijk regelen is. Gaat het alleen nog om minimaliseren van voertuigverliesuren? Betekent 'connected' dat alleen een selecte groep weggebruikers voorrang krijgt? Of heb je als wegbeheerder nog steeds oog voor alle weggebruikers?

Alle spelers in de VRI-markt samen hebben hun verantwoordelijkheid om bij te dragen aan de inclusieve regeling die optimaal functioneert. Heel belangrijk is dat beleidsmakers de ethische waarden afwegen en in uitvoerbare en uitlegbare kaders voorzien. ITS-applicatiebouwers moeten zorgen voor applicaties met een transparant instelbare doelfunctie. En VRI-experts bewaken het functioneren van de applicaties aan de hand van de kaders. Zo komen we tot verkeerslichten waar je weliswaar nog steeds moet wachten, maar het naar je gevoel eerlijk is. ●

De auteurs

Ir. Job Birnie is senior adviseur Verkeersmanagement bij Goudappel Coffeng.

Ing. Gert Hut is senior adviseur Smart Mobility bij Royal HaskoningDHV.

Ing. Herman van der Vliet is Mobilty Business Owner bij Peek Traffic (Dynninq).



Anticiperend verkeersmanagement – de stand van zaken

Ook voor verkeersmanagement geldt dat voorkomen beter is dan genezen: pas actie ondernemen als het (te) druk is, is inefficiënt en ineffectief. Maar om goed te kunnen anticiperen moeten we de verkeersstoestand ‘in real time’ kunnen voorspellen. Connectiviteit is daarbij een vereiste. Wat kunnen we inmiddels met dat voorspellen? En wat is straks mogelijk dankzij de almaar groeiende connectiviteit?

Om te kunnen anticiperen op de verkeersstoestand, moeten we uiteraard weten hoe die toestand zich de komende minuten zou ontwikkelen als we niet ingrijpen. Dat voorspellen moet ‘in real time’ gebeuren – en dat kan alleen met (*near*) *real-time data* van het heden (= de uitgangspositie) en met *snelle voorspeltechnieken*.

Dankzij onze toenemende connectiviteit hebben we al een redelijke basis aan data. Denk bijvoorbeeld aan de data van al die verkeerslichten die in verbinding staan met onze verkeersmanagementinstallaties. En natuurlijk aan *floating car data*, verzameld met behulp van ‘connected’ smartphones en navigatiesystemen. Deze data kunnen we met hooguit een vertraging van enkele minuten binnentrekken en ze vormen daarmee een goed uitgangspunt voor veel typen voorspellingen in (*near*) real time.

Wat het snel rekenen betreft, zijn er momenteel twee smaken. Nummer één is de volledig datagedreven aanpak die op basis van historische data leert hoe het mobiliteitssysteem zich waarschijnlijk gaat gedragen, gegeven een bepaalde (actuele) situatie. De tweede aanpak is een hybride vorm waarin we datatechnieken combineren met verkeersmodeltechnieken, om zo verkeerskundige kennis en principes te borgen. Beide benaderingen hebben hun eigen voor- en nadelen. Volledig datagedreven aanpakken zijn vaak net wat sneller, makkelijker schaalbaar

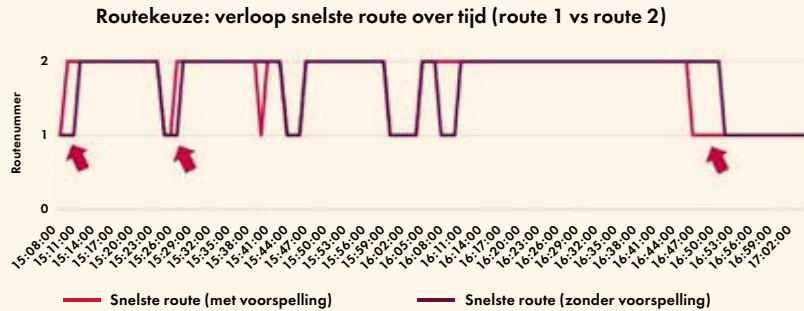
en goed in staat om reguliere situaties te voorspellen. Hybride aanpakken gaan weer beter om met niet-reguliere situaties, doen ook uitspraken over onbemeten wegvakken en kennen een betere verkeerskundige consistentie in ruimte, tijd en eenheid. Welke aanpak de beste is, zal dus per toepassing verschillen.

Anticiperend verkeersmanagement in de praktijk

Maar wat zijn die toepassingen in de verkeersmanagementpraktijk van 2021? Heel veel zijn het er nog niet – we staan wat dat betreft pas aan het begin – maar we belichten er twee.

De eerste ‘case’ is het verkeersmanagementsysteem in Deventer. Om het verkeer beter over de stedelijke hoofdroutes te verdelen, gebruikte Deventer al een aantal jaar dynamische route-informatiepanelen met daarop de instantane actuele reistijden over routes: ‘x minuten via route A, y minuten via route B’.

Het nadeel van een instantane reistijd is echter dat die geen rekening houdt met de ontwikkelingen gedurende de rit. Je bepaalt zo’n routereistijd, simpel gesteld, door van alle afzonderlijke wegvakken de reistijden van nu op te tellen. Maar een automobilist is ‘nu’ pas aan het begin van de route. Tijdens z’n rit kunnen wachtrijen verder op de route toenemen of juist afnemen, waardoor de daadwerkelijke reistijd vaak heel anders uitvalt.

**Figuur 1:**

De grafiek toont het Deventer routeadvies aan automobilisten over de tijd, met én zonder gebruik te maken van verkeersprognoses.

Om dat probleem te ondervangen heeft Deventer eind 2019 z'n verkeersmanagementsysteem MobiMaestro aan het online hybride verkeersprognosesysteem OmniTRANS Real time gekoppeld.¹ Dankzij de voorspeller worden nu per wegvak de juiste reistijden bepaald – niet die van het 'nu', maar van het moment waarop de weggebruiker daar is. De DRIP's geven daardoor de daadwerkelijk te verwachten (= voorspeld 'ervaren') reistijden weer.

De grafiek in figuur 1 laat zien dat automobilisten inderdaad eerder een aangepast routeadvies krijgen. Uit een analyse blijkt dat dit proactief managen effect sorteert: door tijdig te wijzen op een snellere route kan de reistijdwinst voor individuele weggebruikers oplopen tot 10 procent.

Een ander voorbeeld uit de (proef-) praktijk is van Utrecht, van het project Proof of Concept Utrecht-Zuid. Deze proef betrof het verkeer op en rond de 'rechthoek' A28-Waterlinieweg-A12-A27.² Ook hier kreeg het verkeer informatie over de instantane actuele reistijden op route A/B, om zo 'kiemen' te ontlasten en verkeersproblemen te voorkomen of uit te stellen. Maar ook hier was het probleem dat de getoonde reistijden te veel afweken van de uiteindelijk ervaren reistijden.

In het project hebben Technolution, Arane en Fileradar elk een eigen aanpak met neurale netwerken (kunstmatige intelligentie) getoetst. Dankzij de beschikbare technische connecties kon deze datafusie-techniek de volgende bronnen gebruiken: floating car data, lusdata, radardata en data van thermische camera's. De veelbelovende maar complexe voorspelaanpak met neurale netwerken bleek een lastige: de voorspelde reistijden van de drie partijen verschilden aanzienlijk van elkaar en van de daadwerkelijke reistijd. Maar het lukte de partijen al wel goed om verschillende *hinderklassen* te voorspellen: geen, licht of zwaar. Die extra kennis was voldoende om de betrouwbaarheid en informatiewaarde van route-informatiepanelen aanzienlijk te verhogen. Zo'n 40% van een testpanel van forenzen gaf aan het advies te volgen; 20% koos sowieso al de gewenste route.

Voorspellingen in-car brengen

Zoals gezegd is het real-time voorspellen mogelijk dankzij onze connectiviteit en de data die dat oplevert. Maar connectiviteit werkt ook de andere kant op: we kunnen voorspellingen eenvoudig in het voertuig brengen. Binnen het Europese project Prystine³ is de kortetermijnvoorspelling bijvoorbeeld gebruikt als externe 'sensor' voor tactische en strategische beslissingen van zelfrijdende voertuigen. Op basis van de actuele én voorspelde verkeerssituatie stroomafwaarts anticipeert het voertuig op eventuele files, door tijdig snelheid te minderen of van rijstrook te veranderen.

Deze informatie kan ook worden gebruikt voor coördinatie tussen voertuigen en voertuigstromen op netwerkniveau, vergelijkbaar met ontwikkelingen als Green Light Optimal Speed Adaptation (GLOSA). Denk daarbij aan het dynamisch ingrijpen in de snelheid van een voertuigstroom om zo filegolven te dempen.

Meer connectiviteit, meer anticiperend regelen

De praktijkvoorbeelden uit Deventer en Utrecht en het project Prystine laten zien dat er de laatste paar jaar veel vooruitgang is geboekt. Maar we stelden ook: we staan pas aan het begin. Er zijn nog voldoende kansen voor verbeteringen en uitbreidingen.

Die kansen hebben deels te maken met (nog) slimmere voorspelmethodieken. We noemden net al de pogingen met neurale netwerken (kunstmatige intelligentie). De ontwikkelingen op dat vlak gaan razendsnel.

Maar een andere factor van belang is wat er gebeurt op het vlak van connectiviteit. We putten nu nog vooral uit bronnen als verkeerslichten en floating car data, maar de hoeveelheid en rijkheid van real-time data van voertuigen (denk aan *probe vehicle data*), reizigers (reisdata van MaaS-diensten) en verkeerssystemen (denk aan iVRT's) zal alleen maar toenemen.

Juist door die combi van slimmere voorspeltechnieken en (veel) meer data zullen we zowel breder als gedetailleerder kunnen voorspellen. Dit opent de mogelijkheid om 'over vervoerwijzen heen' te optimaliseren. We krijgen daarnaast meer greep op de stochasticiteit van het verkeersproces: het zal steeds beter lukken om de capaciteitsval voor te blijven en om de propagatie en groei van filegolven te voorspellen. Verder zullen we slimmer kunnen ingrijpen ná een incident door bijvoorbeeld anticiperend over te schakelen op een andere uitwijkroute. Het wordt dan zelfs mogelijk te anticiperen op het ontstaan van incidenten: op basis van kunstmatige intelligentie en nauwkeurige probe vehicle data weten we wanneer en waar de kans op een ongeval gevaarlijk groot wordt – en met die input kunnen we tijdig verkeersmanagementmaatregelen nemen.

Vooraf met dat anticiperen op de capaciteitsval, filegolven en incidenten is veel winst te behalen. Door een capaciteitsval zakt de intensiteit op een weg zomaar met 5 tot 30 procent in, filegolven zorgen voor onveiligheid en een incident kan zelfs mensenlevens kosten. Alle reden dus om vol in te zetten op voorspeltechnieken én connected data. ●

De auteurs

Ir. Leon Suijs en dr. ir. Luc Wismans zijn respectievelijk adviseur Verkeersmanagement en innovatiemanager van Goudappel.

Ir. Henri Palm is projectmanager bij DAT.Mobility.

Dr. Erik-Sander Smits is partner van Arane Adviseurs.

Drs. Edwin Mein is domeinarchitect bij Technolution.

¹ De aanpak in Deventer hebben we beschreven in het artikel 'Maximaal trigger-based netwerkbreed wegverkeersmanagement' van NM Magazine 2018 #3.

² Lees meer over deze proof of concept in het artikel 'Het beïnvloeden van de routekeuze: de verkeerskundige effecten' van NM Magazine 2020 #1.

³ Zie www.prystine.eu.



SOCRATES2.0: Nieuwe mogelijkheden voor interactief verkeersmanagement

Zowel wegbeheerders als serviceproviders proberen weggebruikers vlot over het wegennet te leiden. Toch werken deze partijen vaak langs elkaar heen – en soms zitten ze elkaar zelfs in de weg. Het Europese programma SOCRATES2.0 heeft met het oog daarop enkele samenwerkingsmodellen uitgewerkt die voor een win-win-win zorgen. De C van C-ITS wordt daarmee nóg coöperatiever.

Wegbeheerders en serviceproviders hebben in principe allebei het belang van de weggebruiker op het oog. Toch zitten ze lang niet altijd op één lijn.

Een heet hangijzer is de *route* die weggebruikers wordt voorgeschoteld: wat wegbeheerders op de routepanelen zetten, kan flink afwijken van wat serviceproviders met hun navigatiedienst aanbevelen. Ook het *moment* waarop weggebruikers worden geherrouteerd, verschilt vaak. Wegbeheerders kijken naar de hele verzameling van weggebruikers en zetten het herrouteren daarom vroeg in, namelijk als de kans op congestie onaanvaardbaar groot wordt. Serviceproviders denken nog vooral vanuit het belang van de individuele weggebruiker en zijn om die reden behoudender: ze beginnen pas met herrouteren als de congestie zich manifesteert.

Willen wegbeheerders en serviceproviders op deze (en meer) punten op één lijn komen, dan is het belangrijk dat er wordt gezocht naar een 'win-win-win'. Winst voor de wegbeheerders, namelijk een verbeterd en efficiënt beheer van het netwerk. Winst voor de serviceproviders, in de vorm van meer zakelijke kansen en een betere dienstverlening voor hun klanten. En natuurlijk winst voor de weggebruikers, door geldige en consistente verkeersinformatie en navigatieadviezen.

Dat is makkelijk gezegd, maar hoe geef je dat in de praktijk vorm?

20.000 gebruikers

Over die vraag heeft het Europese project SOCRATES2.0 zich de afgelopen vier jaar gebogen. Een consortium van publieke en private organisaties heeft verschillende samenwerkingsmodellen ontwikkeld en vervolgens beproefd. Dat laatste gebeurde met de hulp van een 'test-panel' van 20.000 gebruikers in Amsterdam, Antwerpen, Kopenhagen en München.

De insteek was om samenwerkingsmodellen te ontwikkelen die makkelijk Europabreed zijn uit te rollen. De modellen zijn daarom niet 'dwingend', maar gaan uit van de mate van gemeenschappelijkheid. Er zijn er uiteindelijk drie uitgewerkt – zie figuur 1.

Het eerste model, *Gedeelde data*, betreft het in real-time delen van openbare en commerciële verkeersgegevens op basis van overeengekomen formats voor gegevensuitwisseling. De wegbeheerders zorgen er dan bijvoorbeeld voor dat al hun monitoringinformatie vrij beschikbaar is, inclusief (voorgenomen) verkeersmanagementingrepen; serviceproviders delen hun geaggregeerde verkeersinformatie (waar rijden hun gebruikers?).

In model 2, *Gezamenlijk beeld*, creëren de partners een gemeenschappelijk beeld van de actuele verkeerssituaties door alle gegevens op één punt te verzamelen, fuseren en completeren. Bij voorkeur wordt dit actuele beeld aangevuld met een beeld van de verwachte verkeerssituaties over zeg 15 minuten.

Met model 3, *Gecoördineerde aanpak*, zetten de partners op basis van het gedeelde wereldbeeld diensten in die elkaar versterken.

Merk op dat de drie modellen in feite ook stappen zijn: een regio of land kan beginnen met model 1 en later besluiten model 2 in te voeren. Model 3 is dan het einddoel.

Organisatie

Als de samenwerking nauwer wordt, moeten er ook afspraken worden gemaakt over de rollen: wie doet wat? Ook daar hebben de partijen in SOCRATES2.0 over nagedacht. In de Amsterdamse pilot is bijvoorbeeld een organisatie voor model 3 uitgewerkt. De pilotsite besloeg de Metropoolregio Amsterdam, een samenhangend gebied waarbinnen verschillende wegbeheerders actief zijn, namelijk Rijkswaterstaat, de provincies Noord-Holland en Flevoland, 32 gemeenten en de Vervoerregio Amsterdam. Geografisch gezien dekt deze organisatie het zuiden van Noord-Holland en het oosten van Flevoland af, een

gebied met bijna 2,5 miljoen inwoners. In deze regio zijn diverse serviceproviders actief.

De organisatie die in deze ‘model 3-pilot’ is beproefd kent vier rollen, Strategietafel, Netwerkmanager, Netwerkmonitor en Assessor (Waardebepaler). Zie figuur 2.

De samenwerking begint aan de *Strategietafel*. Wegbeheerders stellen daar in overleg met de serviceproviders de gewenste kwaliteit van de verkeersafwikkeling vast. Deze kwaliteit wordt uitgedrukt in meetbare prestatie-indicatoren.

Voor het meten van de gerealiseerde prestaties op het wegennet wisselen de partners in real-time hun gegevens uit. We praten dan over monitoringdata (van bijvoorbeeld inductielusgegevens en floating car data), maar ook over de door verkeersmanagementcentrales geactiveerde maatregelen. Op basis van al deze gegevens creëert de *Netwerkmonitor* een beeld van de verkeerssituatie in de regio en van de verwachte verkeerssituatie over 15 minuten.

De *Netwerkmanager* gebruikt de beelden om de kwaliteit van de verkeersafwikkeling nu en verwacht vast te stellen (servicelevel) voor iedere corridor in het deelnetwerk en ieder wegsegment in de corridor. Zo wordt vanzelf duidelijk waar de afgesproken prestatie-indicatoren niet (of bijna niet) gehaald worden. Voor die wegsegmenten en/of corridors genereert de *Netwerkmanager* automatisch serviceverzoeken voor de wegbeheerders (verkeerscentrales) en serviceproviders.

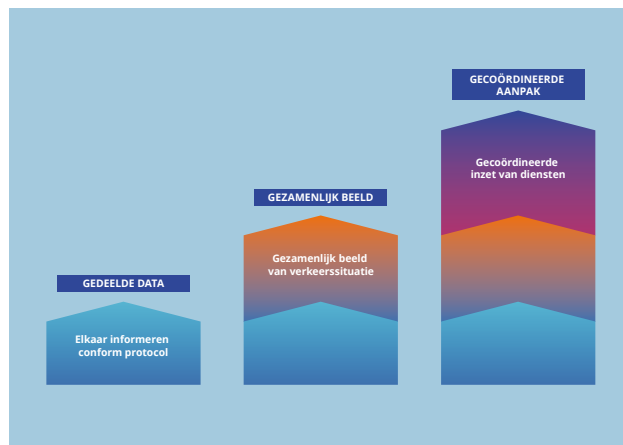
In de Amsterdamse pilot is ervoor gekozen om wat de verkeerscentrales betreft aan te sluiten op bestaande en beschikbare regelscenario's. Afhankelijk van het scenario vertalen de serviceverzoeken van de *Netwerkmanager* zich dan in berichten op route-informatiepanelen, aangepaste rood-groencycli van verkeerslichten, toeritdoseringen die aan of uit worden gezet enzovoort.

Voor de serviceproviders is in de pilot ingezet op twee typen serviceverzoeken, hoewel er meer zijn uitgewerkt. De eerste is een ‘svp vermijd...’-verzoek, waarbij de serviceproviders gevraagd wordt hun klanten/gebruikers een bepaald wegsegment te laten mijden. Het tweede type betreft het ‘svp herrouteer over...’-verzoek, waarbij het de bedoeling is om waar mogelijk hun gebruikers over de aangegeven voorkeursroute te geleiden. De serviceproviders verwerken en filteren de ontvangen serviceverzoeken, vertalen die naar ‘diensten’ (aangepaste adviezen, waarschuwingen etc.), bepalen welke individuele gebruikers in aanmerking komen voor deze diensten en zetten de dienst uit.

Weggebruikers volgen deze gecoördineerde adviezen wel of niet op. De *Assessor* houdt aan de hand van alle monitoringgegevens precies bij wat de impact (het opvolgedrag) is van elk serviceverzoek. Van tijd tot tijd analyseert de *Assessor* ook de impact van elke partner in het samenwerkingsmodel. Aan de hand daarvan beoordeelt de *Assessor* hoe succesvol de samenwerking is, in hoeverre de prestatie-indicatoren aangepast moeten worden en, een slag dieper, welke extra inspanningen van wegbeheerders en serviceproviders wenselijk zijn. Deze analyse is weer input voor de *Strategietafel* – waarmee de cirkel rond is.

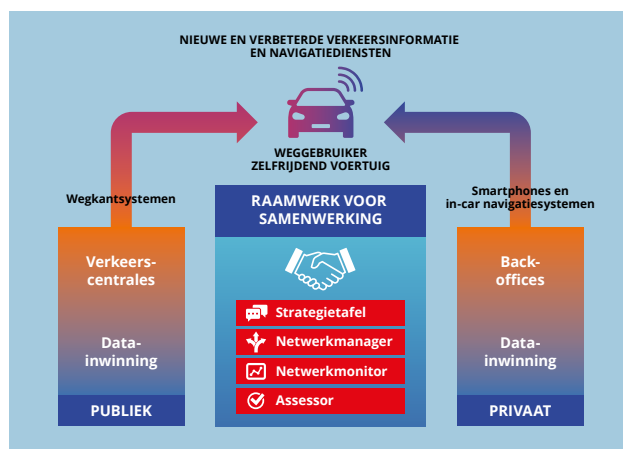
Lessen

Wat zijn de ervaringen tot nu toe met de in SOCRATES2.0 uitgewerkte samenwerkingsmodellen? Uit een analyse blijkt dat de modellen en bijbehorende rollen ervoor zorgen dat alle betrokken partijen, zowel publieke als private, dezelfde taal spreken en de samenwerking inderdaad vergemakkelijken. Wel bleek dat een vlotte gegevensuitwisseling, de basis van elk van de drie modellen, nog niet vanzelfsprekend is. Er waren bijvoorbeeld problemen met georeferentie en met de ‘lokale interpretatie’ van de Europese standaarden voor het verzamelen, uitwisselen en gebruiken van data.



Figuur 1:

De drie samenwerkingsmodellen die binnen SOCRATES2.0 ontwikkeld zijn.



Figuur 2:

De organisatie benodigd voor het samenwerkingsmodel 3, Gecoördineerde aanpak.

Maar dan waar het vooral om gaat: het effect van de verbeterde verkeersinformatie en navigatiediensten. De deelnemers aan de proeven waarderen de (met wegbeheerders afgestemde) in-car diensten van serviceproviders positief. Ze zijn ook bereid hun gedrag tot op zekere hoogte te wijzigen en extra reistijd te aanvaarden wanneer daarvoor een relevante reden wordt opgegeven. Dit is, vanuit het perspectief van de wegbeheerder, een belangrijke eerste stap om meer verkeersmanagementdiensten in de auto te brengen. Dit leidt tot de vraag of bestaande wegweggebonden route-informatiemiddelen kunnen worden verwijderd. De deelnemers aan de proeven gaven aan dat zij deze assets nog steeds gebruiken tijdens hun ritten om relevante verkeers- en reisinformatie te verkrijgen. Kennelijk geeft hun dat nog (extra) houvast. Dat zou een mooie onderzoeksvraag zijn voor vervolprojecten: hoe ervaren gebruikers het als meer en meer verkeersmanagementinformatie uitsluitend in de auto wordt aangeboden? ●

—
SOCRATES2.0 is gefinancierd door de EU. De resultaten van het project zijn beschikbaar via www.socrates2.org.

De auteurs

Ing. Tiffany Vlemmings is projectmanager van SOCRATES 2.0 en werkzaam voor Rijkswaterstaat en NDW.

Dr. ir. Giovanni Huisken is pilot site manager Amsterdam van SOCRATES 2.0.

Jan Romijnders MSc is consultant Mobiliteit van Technolution.

Drs. Jan Maarten van den Berg is businessmanager van SOCRATES2.0 en (inmiddels) werkzaam voor NDW.



Regionale verkeersmanagementsservices met de Netwerkmanager

Door hun samenwerking slim in te richten kunnen wegbeheerders en serviceproviders prima samen aan een vlotte afwikkeling van het verkeer werken – zoveel heeft het programma SOCRATES2.0 wel bewezen. Voor een wat grootschaliger samenwerking is de functie *Netwerkmanager* dan wel cruciaal. Welke rol speelt deze component? En hoe gaat dat (boven)regionaal managen precies in z'n werk?

Het artikel 'SOCRATES2.0: Nieuwe mogelijkheden voor interactief verkeersmanagement' in dit themanummer beschrijft een aantal samenwerkingsmodellen voor wegbeheerders en serviceproviders. In het complexere model *Gecoördineerde aanpak*, waarin de publieke en private partijen écht gaan samenwerken, speelt de Netwerkmanager een centrale rol. Dit is een *rolhouder* (een wegbeheerder en/of een 'trusted partner'), maar het is ook een *applicatie* die automatisch serviceverzoeken voor de wegbeheerders (verkeerscentrales) en serviceproviders genereert.

De Netwerkmanager als applicatie is bedoeld voor multimodaal verkeer en kan doelen nastreven op het gebied van doorstroming, leefbaarheid en veiligheid. In dit artikel bespreken we hoe dat precies werkt. We nemen een metropolitaans netwerk als voorbeeld en – om de uitleg een beetje behapbaar te houden – richten ons specifiek op het doel *doorstroming* en de modaliteit *gemotoriseerd verkeer*. Anders gezegd: we streven voor ons (boven)regionale netwerk naar een vlotte en veilige doorstroming met gepaste dichtheden van verkeer over het hele beschouwde netwerk heen, met een minimale verliestijd.

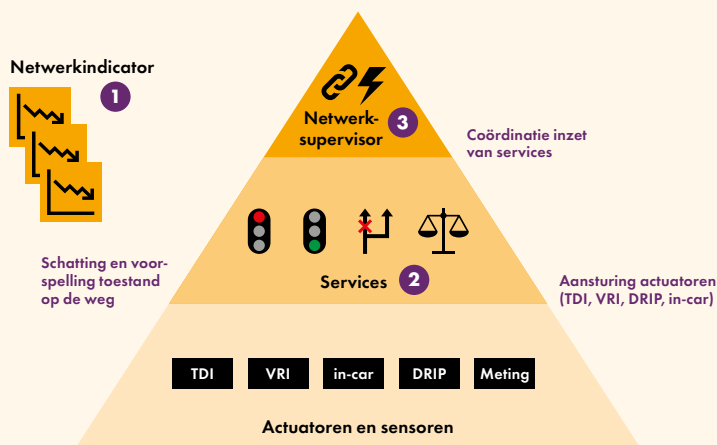
De Netwerkmanager van ons voorbeeld heeft de opbouw zoals weergegeven in figuur 1. De drie belangrijkste componenten zijn 1) de Netwerkindicator, 2) services en 3) de Netwerksupervisor. We lopen deze een voor een langs.

Netwerkindicator

Aan de basis van de regelaanpak staat de Netwerkindicator. Uitgaande van *floating car data* en lusdata kent de Netwerkindicator aan elke schakel in het wegennetwerk een score voor de verkeersafwikkeling toe. Het gaat dan steeds om twee scores per schakel, één voor de actuele toestand en één voor de toekomstige toestand (een voorspelling van 15 minuten vooruit). De scores noemen we ook wel servicelevels en lopen van A tot en met F.

Figuur 2 toont een voorbeeld van een scoreverdeling gebaseerd op het aantal voertuigverliesuren en de productie. Wanneer de productie hoog is en het aantal voertuigverliesuren laag, is er sprake van optimale doorstroming, oftewel servicelevel A. Bij toenemende drukte neemt het aantal verliesuren toe, maar dit gaat nog niet echt ten koste van de productie. Bij nog meer drukte zakt de prestatie in. Op een autosnelwegschakel treedt de bekende capaciteitsval op, terwijl er bij kruispunten blokkades ontstaan, inclusief terugslag stroomopwaarts over de schakels in het netwerk. De Netwerkindicator kent dan de slechtste score toe, servicelevel F. Uitgedrukt in vertraging per kilometer staat het servicelevel A in figuur 2 voor minder dan 30 seconden. Dit loopt op in stapjes van 30 seconden tot een vertraging van meer dan 2,5 minuut bij servicelevel F.

De scoreverdeling verschilt overigens per type weg. Autosnelwegen hebben bijvoorbeeld een hogere maximale productie dan stedelijke



Figuur 1:
De logische opbouw van de Netwerkmanager.

wegen. De mate waarin de productie van een stedelijke schakel inzakt bij beginnende congestie, hangt weer sterk af van de kans op blokkades en terugslag door bijvoorbeeld verkeerslichten. Maar omdat er wordt gekeken naar de relatie, zijn de servicelevels van verschillende typen wegen toch goed te vergelijken.

De Netwerkindicator geeft dus als uitvoer een servicelevel per schakel. Maar deze wordt ook geaggregeerd tot een servicelevel per *corridor*. Uiteindelijk kan de prestatie van het beschouwde *netwerk* met één score worden uitgedrukt.

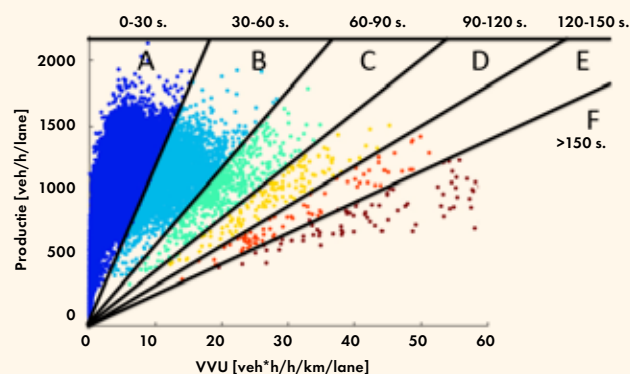
Services

Dan de tweede component van de Netwerkmanager, de services. Dat is onze gereedschapskist, gevuld met maatregelen en informatiediensten die wegbeheerders met hun wegweginstrumenten en serviceproviders met hun navigatiediensten kunnen inzetten. Die services hebben binnen de Netwerkmanager de vorm van verkeerskundige verzoeken, zoals 'instroom beperken', 'uitstroom verhogen' en 'spreiden van verkeer'. Merk op dat een service niet voorschrijft hoe een en ander precies gerealiseerd moet worden: de wegbeheerders en serviceproviders zijn zelf verantwoordelijk voor het nader invullen van een verzoek als 'instroom beperken'.

Hoe wordt zo'n service precies aangevraagd? Schakels in het netwerk gebruiken de Netwerkindicator om te bepalen in hoeverre zij een service (nog) nodig hebben, gelet op het actuele servicelevel. Voor een schakel is dan bijvoorbeeld vastgelegd dat ingrijpen met service X gewenst is zodra het serviceniveau naar C zakt, en dat vanaf servicelevel D ook service Y moet worden ingezet. Geeft de Netwerkindicator aan dat het serviceniveau inderdaad zakt naar C of D, dan is dat de trigger om de betreffende service(s) aan te vragen. Bij dit aanvragen houden we nog geen rekening met de effecten van de service op andere schakels in het netwerk. Omgekeerd houden we ook geen rekening met effecten als gevolg van services die door andere schakels zijn aangeroepen. Dat is namelijk de taak van de derde component.

Netwerksupervisor

De zogeheten Netwerksupervisor, component 3 in figuur 1, is er verantwoordelijk voor de aangeroepen services in een netwerk op elkaar af te stemmen. Alle informatie komt hier samen: de servicelevels van de schakels in het netwerk, op welke schakels met welke services (lo-



Figuur 2:
Voorbeeld van servicelevels die uitdrukking geven aan de kwaliteit van verkeersafwikkeling op een schakel in het netwerk.

kaal) ingegrepen wordt en wat de reikwijdte van elke actieve service is. De Netwerksupervisor gaat vervolgens na of er mogelijk conflicten tussen services ontstaan. Daarvoor put de applicatie uit een *interactiematrix*. Aan de hand van die matrix is duidelijk welke services qua 'regelgebied' overlappen en waar dus een zekere interactie is. Rekening houdend met deze interacties én met de prioriteringsregels – regels die bepalen bij welke condities welke services vóór gaan, uitgaande van de beleidsuitgangspunten – bepaalt de Netwerksupervisor uiteindelijk welke samenhangende set aan services daadwerkelijk actief mogen worden. Die services zet de Netwerkmanager vervolgens uit bij de aangesloten wegbeheerders en serviceproviders. Zie ook het kader op de volgende bladzijde voor een voorbeeld van een (geautomatiseerde) ingreep.

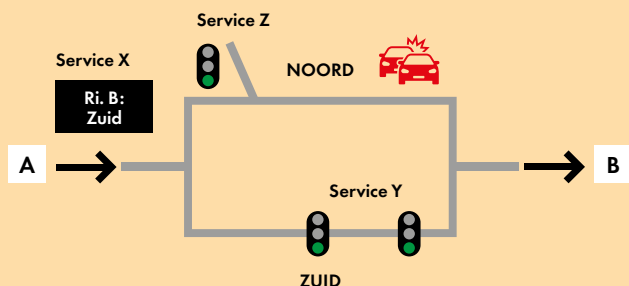
Eerste ervaringen

Tot zover de (papieren) beschrijving van de Netwerkmanager. Maar hoe werkt die in de praktijk? De beschreven case hebben we binnen SOCRATES2.0 prima kunnen beproeven in de Metropool Regio Amsterdam, MRA, vanaf september 2019. Deze proef loopt, enigszins vertraagd door corona, nog tot eind 2021. In deze pilot hebben de wegbeheerders gemeente Amsterdam, provincie Noord-Holland en Rijkswaterstaat, en de serviceproviders Be-Mobile, Brandmkr en TomTom services beschikbaar gesteld en daarmee de 'gereedschapskist' van de Netwerkmanager gevuld.

Begin 2022 volgt een uitgebreide verkeerskundige evaluatie naar de effectiviteit van de Netwerkmanager in MRA. De eerste ervaringen zijn al positief. Technisch werkt alles goed en de serviceverzoeken van de Netwerkmanager worden in veel gevallen gehonoreerd. Per dag ontvangen de verkeerscentrales enkele tientallen automatische verzoeken, waarvan de wegverkeersleiders in de centrales 89 procent uitvoeren. De serviceproviders ontvangen zo'n 500 tot 800 verzoeken per dag, waarvan ook een fors deel – ongeveer de helft – gebruikt wordt om bijvoorbeeld routeadviezen aan te passen. De serviceproviders zien er daarbij op toe dat individuele gebruikers niet te lijden hebben van de verzoeken, zodat het vertrouwen in de diensten van de providers onverminderd hoog blijft.

Om de keuzes die de Netwerkmanager tijdens de proeven maakt, goed te kunnen analyseren, hebben we alle services op een kaart van het MRA-gebied ingetekend en de relaties tussen services schematisch weergegeven. Door zo te herleiden waarom welke services wer-

Voorbeeld: De Netwerksupervisor aan het werk



Het verkeer tussen herkomst A en herkomst B kan normaliter van twee min of meer gelijkwaardige routes gebruikmaken: route Noord en route Zuid. Op zeker moment vindt op route Noord een incident plaats. Omdat het servicelevel daar snel inzakt, schakelt de Netwerkmanager – of meer specifiek: de Netwerksupervisor – service X in, ‘Verkeer herrouteren over route Zuid’.

De Netwerkindicator voorziet echter dat door het extra verkeersaanbod het servicelevel van route Zuid zal verslechteren: het *voorspelde* servicelevel gaat achteruit. Dat triggert het aanvragen van service Y, ‘Uitstroom uit route Zuid verhogen’. Met deze service kan het extra verkeer beter worden verwerkt. De Netwerksupervisor merkt de interactie op en stelt vast dat deze interactie positief (versterkend) is – en dus wordt ook service Y ingeschakeld.

Een service om de uitstroom te verhogen kan echter ook conflicteren. Stel dat een andere schakel service Z aanvraagt. Deze service verhoogt de uitstroom op een van de aanvoerende links naar route Noord. Dat betekent dat service Z juist meer verkeer naar het incident wil sturen. Dit conflicteert met het regeldoel van service X. Vanwege het incident op route Noord zal in dit geval de Netwerksupervisor de aanvraag weigeren.

den ingezet, hebben we de regelaanpak al verder kunnen aanscherpen. Zo hebben we bijvoorbeeld de (beleidsmatige) prioritering binnen de Netwerksupervisor aangepast. Ook hebben we interactiematrix opgeschoond: lang niet alle theoretische interacties tussen services zijn in de praktijk relevant. De complexiteit van het systeem hebben we zo fors kunnen verkleinen.

Uit de proeven blijkt trouwens overduidelijk hoe belangrijk het is om de basis op orde te hebben, oftewel ‘data op orde’ (van belang voor de Netwerkindicator) en ‘services op orde’ (component 2). Zonder deze basis kan de Netwerkmanager onlogische keuzes maken. Daarmee is het belang van een goede en betrouwbare samenwerking tussen wegbeheerders en serviceproviders nogmaals onderstreept!

Lat hoger leggen

Met dit inzicht in de functie van de Netwerkmanager is het tijd de samenwerkingsslat hoger te leggen. In volgende toepassingen moeten we



ook ander verkeer dan het gemotoriseerde verkeer meenemen – de applicatie is immers multimodaal. En het is belangrijk, zeker in de Nederlandse context, de samenwerking te zoeken met vaarweg- en spoorwegbeheerders. Wat betekent dat voor het doorontwikkelen van de Netwerkmanager?

De verkeerskundige literatuur laat zien dat de aard van de interacties sterk afhankelijk is van de functie van de weg. Dit betekent dat we de juiste vorm van verkeersmanagement en in het verlengde daarvan C-ITS moeten inzetten, passend bij de functie van de weg. Verder moeten we speciale aandacht besteden aan de uitwisselingen tussen wegen met verschillende functies.

Met het oog op de doelen leefbaarheid en veiligheid is het verder noodzakelijk om de servicelevels (en de kwaliteit) ruimer te definiëren. Naast voertuigverliesuren en productie moeten ook kwaliteitswaarden voor verkeersveiligheid en de kwaliteit van de leefomgeving een plek krijgen. Waarden die we moeten (leren) differentiëren naar modaliteit. De gedefinieerde regelaanpak staat dit zonder meer toe door de set aan meetdata te vergroten en de Netwerkmonitor verder te verrijken.

Dan de interactie met vaar- en spoorwegen. Deze interactie komt in eerste instantie met verstoringen in het wegennetwerk doordat bruggen worden geheven en spoorwegovergangen gesloten. Dit kan relatief eenvoudig worden toegevoegd aan de boven beschreven servicelevels. Een stap verder kunnen de actuele servicelevels bij interacties met vaarwegen worden meegewogen in de beslissing over wat het juiste moment is om de brug te heffen ten faveure van de scheepvaart. Dit vergroot de verantwoordelijkheid van de Netwerkmanager.

Nog een stap verder kan de regelaanpak worden opgeschaald naar meerdere modaliteiten door voor hen ook services toe te voegen aan de gereedschapskist. Dat is met de eenvoud van de scores A tot en met F eigenlijk overal toepasbaar.

De Netwerkmanager is voor deze aanpassingen en uitbreidingen open genoeg. Ook zijn er nog mogelijkheden voor verdergaande automatisering. De vervolguutwerkingen vragen natuurlijk om meer en andersoortige data, meer kennis en een bredere samenwerking. Maar zoals het er nu naar uitziet, zal het resultaat er naar zijn! ●

De auteurs

Drs. Edwin Mein is *domeinarchitect bij Technolution.*

Dr. Erik-Sander Smits is *partner bij Arane Adviseurs.*

Drs. Jan Maarten van den Berg is *businessmanager van SOCRATES2.0 en (inmiddels) werkzaam bij NDW.*

Ing. Hanneke Welten is *teamleider Smart Mobility bij DTV Consultants.*



C-ITS buiten de landsgrenzen

In deze uitgave van NM Magazine beschouwen we C-ITS vanuit een Nederlands en Belgisch perspectief. Maar de wereld houdt niet op bij de landsgrenzen – en C-ITS is bij uitstek een internationale aangelegenheid. Daarom in deze bijdrage een kort overzicht van de grotere Europese initiatieven.

In Europa lopen een aantal grote proeftuinen. In deze internationale projecten werkt vaak een hele reeks aan overheden, kennisinstellingen en bedrijven samen aan een gemeenschappelijke basis, die vervolgens in verschillende use cases wordt gebruikt. Typisch is er dan een overheid of wegbeheerder die zich engageert om dat internationaal testen met C-ITS mogelijk te maken. Het geeft deze partijen de kans om hun eigen dienstverlening te verbeteren, doordat fouten en onnauwkeurigheden veel beter opgespoord worden naarmate de proeftuin (ook) internationale spelers aantrekt.

Een mooi voorbeeld van zo'n Europees initiatief is *InterCor*. In dit inmiddels afgeronde project werkten zestien partijen uit Nederland, België, Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk samen om op een netwerk van internationale (autosnelweg)corridors 'dag 1' C-ITS-diensten aan te bieden.

CONCORDA is een soortgelijk project. Nederland en België trekken hierin op met Frankrijk, Duitsland en Spanje om de interoperabiliteit van C-ITS-oplossingen te beproeven. Dit omvat veel testwerk om te kijken in welke mate de gekozen communicatietechnologie diverse diensten kan dragen.

Noordelijk van ons gebeurt er veel in *NordicWay*. In dit project, dat al vanaf 2015 loopt, werken Denemarken, Finland, Noorwegen en Zweden aan 'dag 1'- en 'dag 1,5'-toepassingen.

In bredere context zien we frequent het project *C-Roads* terugkeren. Eigenlijk is dit meer een amalgaam van projecten, gegroepeerd om het *C-Roads Platform*. Hierin treedt de Europese Commissie op, samen met een lange stoet aan EU-lidstaten, te weten Nederland, België, Oostenrijk, Tsjechië, Denemarken, Finland, Frankrijk, Duitsland, Hongarije, Italië, Noorwegen, Portugal, Slovenië, Spanje, Zweden en het Verenigd Koninkrijk. In al deze landen wordt actief gewerkt aan C-ITS-pilootprojecten en -ontwikkelingen.

Dat de Europese Commissie hier veel belang aan hecht, hoeft geen betoog. In deze context is er bijvoorbeeld het *CEDR*-samenwerkingsverband tussen de lidstaten, waarbij een lidstaat gedurende een bepaalde periode de voorzittersrol op zich neemt. Onder *CEDR* lopen projecten die aanbevelingen uitwerken voor de Europese Commissie (die dan weer naar de lidstaten doorvloeien) over zaken als zelfrijdende voertui-

gen en verkeersmanagement, digitale tweelingen, en niet in het minst C-ITS-diensten.

Verder biedt het nieuwe *Horizon Europe*-kaderprogramma veel kansen om internationale projecten te lanceren waarbinnen C-ITS een rol speelt.

Europabreed

We zien dat de genoemde projecten over heel Europa lopen. Dit is een goede evolutie, want voor C-ITS zijn harmonisatie en interoperabiliteit een harde voorwaarde. Dat is allereerst zo omdat het bepaald onhandig zou zijn als slimme diensten bij het overschrijden van de eerste de beste landsgrens niet meer zouden werken. Maar een ander punt is dat C-ITS mede rust op voertuigtechnologie – en van autoconstructeurs weten we dat zij uit kostenefficiëntie geen systemen opleveren gericht op een enkel land. Ze willen dat hun ontwikkelingen meteen voor bijvoorbeeld heel Europa geschikt zijn. De randvoorwaarden voor C-ITS-ontwikkelingen kunnen zelfs nog sterker zijn, als de autoconstructeur op wereldvlak commercieel actief is.

Een nadeel van de inspanningen door de auto-industrie is wel dat niet alle informatie publiek beschikbaar is, terwijl Europees gesubsidieerde projecten juist open zijn. Als eerste op de markt komen met een goed werkend product is een van de voornaamste redenen voor deze geheimhoudingen: de autoconstructeurs willen hun eigen aanbod scherp en concurrentieel houden.

Dat maakt het voor Europese overheden wel weer extra interessant om samen te werken en inderdaad één ecosysteem en daarmee één blok te vormen. Europa houdt dan de regie in handen. ●

—
Meer lezen:

intercor-project.eu
ertico.com/concorda
nordicway.net
c-roads.eu

cedr.eu,
horizon-eu.eu
c-its-deployment-group.eu
car-2-car.org

De auteur

Dr. Sven Maerivoet is onderzoeker bij Transport & Mobility Leuven.





Beter transportmanagement dankzij C-ITS

Het goederenvervoer drukt een steeds grotere stempel op het verkeer in en om de stad. Willen we daar grip op houden, dan is het belangrijk om verkeersmanagement en transportmanagement bij elkaar te brengen. C-ITS kan daarin een belangrijke rol spelen.

Dat die almaar groeiende stoet aan pakketbezorgers, winkelbevoorraders, containervervoerders en andere transporteurs hun lading elke dag weer op de juiste tijd, op de juiste plaats en in goede staat af weten te leveren, kunnen we een klein wonder noemen. Een wonder dat vooral *ict* heet, want de logistieke sector is in hoge mate geautomatiseerd. Enterprise Resource Planning, vlootmanagementsoftware, routeplanners, transportmanagementsystemen – van begin tot eind wordt het transport real-time begeleid, gevolgd en geoptimaliseerd.

Toch hebben die logistieke systemen één manco: *verkeersinformatie* speelt in het hele proces slechts een minimale rol. Natuurlijk beschikken vervoerders over verkeersinformatie, maar er is niet of nauwelijks interactie tussen logistieke systemen enerzijds en verkeersmanagement- en verkeersinformatiesystemen (ITS en C-ITS) anderzijds.

Dat leidt geregeld tot onnodige vertraging en oponthoud. Denk aan wegwerkzaamheden en incidenten. De meeste werken worden keurig ingepland en gegevens over afsluitingen en omleidingen zijn vrij en tijdig beschikbaar; informatie over incidenten is er vaak in een kwestie van minuten. Maar omdat er nog geen directe en automatische 'informatielink' is met de logistieke systemen, moet de chauffeur het zonder automatische waarschuwing, gewijzigd routeadvies of aangepaste planning doen.

Dat logistieke systemen en (C-) ITS niet connected zijn, zorgt ook voor gemiste kansen de andere kant op. Verkeersmanagementsystemen zouden immers erg geholpen zijn met informatie uit die planning- en vlootmanagementsystemen: hoeveel vrachtverkeer gaat er de weg op, wat zijn de herkomsten en bestemmingen enzovoort. Nog mooier wordt het als de logistieke systemen wat tijdsplanning en

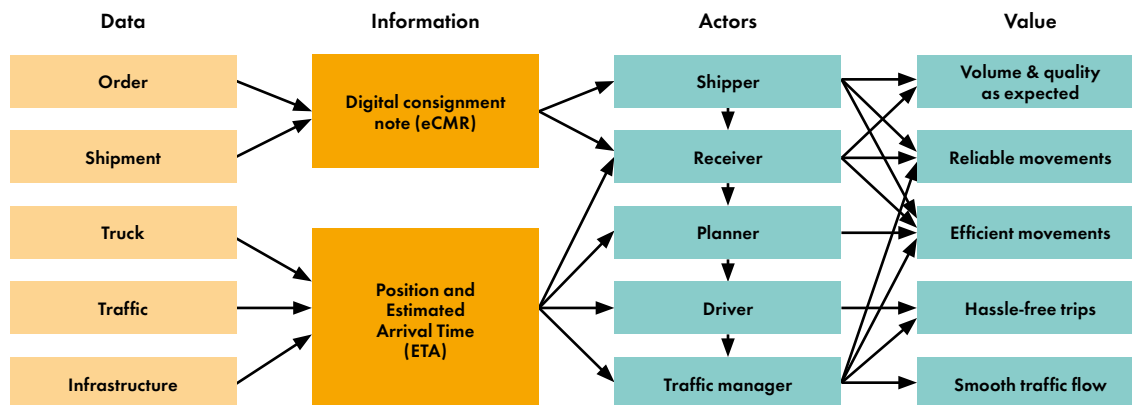
routekeuze betreft het verkeersmanagement van de wegbeheerders actief ondersteunen.

FTMaaS

Het mag duidelijk zijn: kansen genoeg door meer interactie te creëren tussen logistiek en verkeersmanagement. Op welke manier die koppeling vorm zou moeten krijgen, wordt onder meer onderzocht in het NWO-project *Freight Transport Management as a Service*, kortweg FT-MaaS. Dit project is ingericht als living lab.

Het doel van FTMaaS is om tot een win-win te komen door zowel logistieke (= commerciële) als verkeerskundige (= maatschappelijke) waarde te creëren. Die logistieke waarde ontstaat als ritten niet opnieuw gedaan hoeven te worden, als wachttijden drastisch verminderen, als productie- en voorraadprocessen soepeler verlopen en als consumenten hun bestellingen op tijd geleverd krijgen. De verkeerskundige waarde is er als tijdens de rit niet nodeloos fossiel brandstof of elektriciteit wordt verbruikt, congestie op de weg wordt vermeden, de fysieke interactie van vracht- en bestelverkeer met de dynamische modaliteiten (fietsers, voetgangers) afneemt en als nodeloze ritten worden voorkomen door vracht te bundelen.

Om hierbij geen kansen te missen, gebruikt FTMaaS een richtinggevend *data-to-value framework* – zie figuur 1. Dit raamwerk beschrijft 1) welke data gedigitaliseerd en bijeengebracht moeten worden om 2) tot bruikbare informatie te komen. Ook is geïdentificeerd 3) aan welke actoren die informatie beschikbaar moet worden gesteld. Gesteund door deze informatie kunnen de actoren via gerichte interactie 4) logistieke en verkeerskundige waarde creëren.



Figuur 1:
Het data-to-value framework
van het project FTMAaS.

Een sec logistieke waarde is bijvoorbeeld dat de juiste spullen in goede staat op de juiste plek komen: 'volume & quality as expected'. Maar de winst van de koppeling logistiek-verkeersinformatie zit 'm vooral in die andere punten: betrouwbare, efficiënte en probleemloze ritten en een goede doorstroming.

Cruciaal daarbij is dat het gaat om nieuwe koppelingen over actoren en de achterliggende organisaties heen, waarvoor andere werkprocessen gevolgd moeten worden dan tot nu toe het geval is. Op het hoogste niveau betreft het de interactie tussen verzender en ontvanger; op het middelste niveau de interactie tussen vervoermiddel en ontvangstplek; en op het laagste niveau om de interactie tussen vervoermiddel en de wegwagentinstrumenten en andere weggebruikers.

Geen loze beloften

Met dit raamwerk als kader kunnen systeemontwikkelaars de juiste datakoppelingen en interacties uitwerken. Binnen FTMAaS gebeurt dat momenteel in drie pilots – zie het kader op deze bladzijde. De eerste resultaten van deze projecten komen naar verwachting medio 2022 beschikbaar. Maar dat de logistieke en maatschappelijke waarden die FTMAaS nastreeft geen loze beloften zijn, is al ruimschoots aangetoond in andere pilots en projecten.

Neem bijvoorbeeld de groene golf voor zwaar verkeer. Die bewijst ook zonder datakoppelingen al z'n waarde. In Kopenhagen bijvoorbeeld zijn langs de gehele tweede stadsring de verkeerslichten zodanig op elkaar afgestemd dat zwaar verkeer bij een zekere snelheid zonder te stoppen door groen kan rijden. Met deze maatregel wordt het zwaar verkeer effectief verleid uit de binnenstad te blijven en gebruik te maken van een verkeersader die wél op vrachtwagens is ingericht. Maar door de systemen te koppelen, kan die prioriteitsverlening *dynamisch* worden ingezet. In het Duitse project Green4Transport van de Hamburg Port Authority (HPA) bepalen verkeerslichten aan de hand van de C-ITS CAM-berichten (Cooperative Awareness Message) of er meerdere vrachtwagens naderen.¹ Zo ja, dan geven ze deelnemende vrachtwagens een seintje dat als ze dicht op elkaar rijden het hele cluster van vrachtwagens verlengd groen krijgt. In de periode maart tot juli 2021 hebben zo honderden 'vrachtwagentreintjes' prioriteit gekregen. Uit een eerste evaluatie blijkt dat op de hoofdroutes de Green4Transport-voertuigen in meer dan driekwart van de gevallen een groen licht naderden. In meer dan 97% van die situaties konden de vrachtauto's ook echt de stopstreep passeren zonder te stoppen. Het vermijden van een rode fase resulteert in een plaatselijke reistijdvermindering van ten minste 16 seconden, zo werd bevestigd. Maar ten minste zo belangrijk

is dat het leidt tot minder brandstofverbruik en minder uitstoot van verontreinigende stoffen. Uit weer een ander project, het Nederlandse CATALYST Living Lab, blijkt bijvoorbeeld dat niet hoeven stoppen bij een regulier verkeerslicht, een zware vrachtauto 0,12 liter diesel per keer bespaart, oftewel 0,32 kg CO₂ en 1,8 g NO_x.² Dit is nog een voorzichtige schatting, want bij intelligente verkeerslichten kan er meer brandstof bespaard worden door in-truck informatie als tijd-tot-groen en tijd-tot-rood.

Let wel, deze praktijkcijfers betreffen de relatief eenvoudige winst in reistijd en -betrouwbaarheid. Als er niet slechts bij verkeerslichten, maar in het hele logistieke proces – vanaf de eerste ritplanning vooraf tot het afleveren van de goederen – waarde wordt gecreëerd, dan kan de logistieke en maatschappelijke winst snel oplopen. In Nederland Distributieland hebben we dan ook alle reden om door te pakken op deze interactie tussen logistiek en verkeersmanagement. ●

Drie pilots in FTMAaS

Het NWO-project FTMAaS heeft de vorm gekregen van een living lab. De applicaties om verkeersinformatie vanuit de verkeerssystemen te 'integreren' in de logistieke systemen, worden beproefd in drie pilots op de internationale Goederencorridor Zuid (Rotterdam-Venlo).

De drie pilots worden in verschillende regio's rond de corridor uitgevoerd. Het gaat om (1) het meenemen van wegwerkzaamheden in de ritplanning van MKB-bedrijven (2) het verbeteren van de aankomstprocessen en intake van inkomende zendingen bij distributiecentra en (3) het optimaliseren van het laadproces van uitgaande zendingen bij productielocaties.

De drie pilots worden ondersteund door zes onderzoeksprojecten, die zich richten op waardecreatie, data-analyse en de optimalisatie van én logistiek én verkeersprestatie in het algemeen.

Het lab draait onder het innovatieprogramma van TKI Dinalog, heeft meer dan twintig partners uit de kennis-, logistieke en ICT-wereld en loopt tot eind 2024.

De auteurs

Prof. dr. ir. Lóri Tavasszy is hoogleraar Goederenvervoer en Logistiek aan de TU Delft.

Ing. Paul van Koningsbruggen is directeur Mobiliteit van Technolution en redactielid van NM Magazine.

¹ Zie www.hamburg-port-authority.de/de/themenseiten/green4transport.

² TNO (2020), Fuel consumption and pollutant emissions of heavy-duty trucks traversing signalized intersections: an exploration using real-world data, Ernst Jan van Ark, Nico Deschle, Robbert Janssen en Jessica de Ruiter, CATALYST work package #4.



Randvoorwaarden en gedeelde voorzieningen voor C-ITS

Een C-ITS-onderzoeksproject is nog relatief eenvoudig op te zetten: enkele basale data- en communicatievoorzieningen zijn vaak afdoende. Maar belanden we eenmaal in de fase van opschalen en uitrollen, dan kan van 'basaal' geen sprake meer zijn. Van data-uitwisseling tot governance – alles moet professioneel zijn georganiseerd en aan strenge kwaliteitseisen voldoen.

Voor een geslaagde uitrol van een C-ITS-dienst is het allereerst zaak om aan te haken bij *standaarden*, zowel qua interfacing als berichttypes. Standaarden zorgen voor een bredere adoptie, een betere werking en ze verkleinen bovendien de kans op een 'vendor lock-in'. Wat de berichten betreft zijn met name DATEX II en ETSI-standaarden als DENM en IVI relevant. DATEX II wordt vooral gebruikt voor het uitwisselen van real-time en semi-statische data, tussen bijvoorbeeld verkeerscentrales. De ETSI-standaarden richten zich meer op real-time communicatie waarbij zeer lage latency cruciaal is.

Waar geen bestaande standaarden zijn, bieden *standaardisatiecomités* een oplossing. Die zijn er op nationaal niveau, zoals in Nederland het NEN. Ook zijn er een aantal organisaties die *de facto* standaarden ontwikkelen: CROW, BISON, DVM-Exchange. Maar de echte afspraken komen natuurlijk van de internationale comités, zoals in Europa de CEN/TC 278.

Interessant is dat belanghebbenden als autoconstructeurs, navigatieproviders en onderzoekers vaak proactief toetreden tot die standaardisatiecomités. Dat gebeurt dan bijvoorbeeld in de context van een

onderzoeksproject, waarin samenwerkingspartners nieuwe concepten ontwikkelen die mogelijk een uitbreiding of aanpassing van een standaard vereisen. Je kunt dan maar beter alvast aan tafel zitten bij zo'n comité, is de gedachte.

Data-uitwisseling

Al die C-ITS-data en -berichten moeten we vervolgens ook snel en betrouwbaar zien uit te wisselen binnen het mobiliteitsecosysteem. Dat vraagt om *uitwisselingsplatforms* van hoge kwaliteit met dito beschikbaarheid en inclusief kwaliteitsmonitoring. Zulke platforms zijn typisch voorzieningen die je centraal wil regelen. Voor elke C-ITS-dienst of -onderdeel separate voorzieningen treffen, werkt immers kostenverhogend. Aparte silo's hebben ook vaak verschillende kwaliteitskenmerken – en dat kan in de keten tot (kwaliteits)problemen leiden.

Zo'n breed uitwisselingsplatform moet een zekere neutraliteit hebben. Ook is belangrijk dat het eventuele businessmodel van het platform transparant is. Marktpartijen zullen namelijk niet graag data delen met platformen van concurrenten. Overheden willen weer zekerheid dat hun data niet voor oneigenlijke doelen wordt gebruikt.

Governance

Een derde ‘voorziening’ is een goede *governancestructuur*. C-ITS is nog volop in ontwikkeling en dat gaat vanzelf gepaard met vragen en dilemma’s. Wie levert welke data aan? Wie neemt daarin het voortouw? Wie betaalt wat? Enzovoort. De belangen van publieke partijen enerzijds en private partijen anderzijds willen hierbij nog wel eens uiteenlopen. Door gezamenlijk geschikte ‘spelregels’ te bepalen, bijvoorbeeld over standaarden, toegang, rollen en rechten, kunnen die vragen ondertijd worden beantwoord. Bij voorkeur zijn alle stakeholders in de governance vertegenwoordigd, zodat een goede belangenafweging kan plaatsvinden en het draagvlak voor data-uitwisseling groot blijft. In Nederland hebben we Mogin voor (onder meer) de governance van weggerelateerde data.

Zulke organen bepalen bijvoorbeeld welke partijen data mogen inbrengen en welke partijen onder welke condities toegang krijgen tot die data.

Security

Als het gaat om het professioneel organiseren van een C-ITS-dienst, dan is *security* natuurlijk een absoluut vereiste. Voor security in de meer brede zin – van ontwikkeling tot beheer – zijn er nog geen harde internationale standaarden ontwikkeld. Voorlopig moeten we dus uitgaan van nationale afspraken, voor zover die voor C-ITS relevant zijn. In Nederland heeft het Nationaal Cyber Security Centrum goede algemene security-adviezen opgesteld.

Verder is een ISO27001-certificering een minimale eis voor de technische partijen die actief zijn in de keten van C-ITS. (Nederlandse) overheden zullen moeten voldoen aan de BIO, Baseline Informatiebeveiliging Overheid. Ook regelmatige penetratietesten zijn van groot belang.

Dat er nog geen ‘ketendekkende’ internationale veiligheidsstandaarden zijn, wil natuurlijk niet zeggen dat er geen aandacht voor is. Het Europese automotieve onderzoeksproject SECREDAS draait bijvoorbeeld geheel om security. Zeventig organisaties werken hierin samen om de voertuigen veiliger te maken (als in: minder vatbaar voor hacking) en er is daarbij aandacht voor de hele communicatieketen, essentieel voor C-ITS-toepassingen. Dit project geeft specifieke input aan bestaande standaardisatieorganisaties.

In Europa is verder voor de identificatie en authenticatie van het berichtenverkeer het European Union C-ITS Security Credential Management System uitgewerkt, met onder meer het C-ITS Point of Contact (CPOC) Protocol.

En aangaande authenticatie en encryptie is er veel vastgelegd binnen het Europese project C-Roads. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen de opzet bij directe communicatie (directe verbinding tussen voertuig en wegkant) en de cellulaire opzet (communicatie via een cloud-platform). In Nederland wordt met name de cellulaire opzet gebruikt. Ook autofabrikanten, die zich eerst vooral op kortere-afstandscommunicatie (DSRC in ITS-G5) richtten, testen nu met het cellulaire 5G.

Privacy

Bij C-ITS-diensten worden vrijwel altijd locatiegegevens uitgewisseld, dus ook *privacy* verdient (professionele) aandacht. Een verdere uitdieping van alle privacyaspecten valt buiten de reikwijdte van dit artikel, maar laten we het erop houden dat het zeker de moeite loont om aan te sluiten bij bestaande ketens waar de privacyaspecten door specialisten beoordeeld en georganiseerd kunnen worden. Belangrijke organen in dit verband zijn de Autoriteit Persoonsgegevens in Nederland en de Gegevensbeschermingsautoriteit van België. Zij vertalen de Europese algemene verordening rond het recht op privacy naar nationaal niveau en bepalen aan welke voorwaarden je moet voldoen om toch bepaalde persoonlijke data te kunnen verzamelen. Denk aan het recht om ver-

geten te worden, al je data op te vragen, niet geïdentificeerd te kunnen worden enzovoort.

Conclusie

Het devies is om voor C-ITS-diensten gebruik te maken van professionele platformen waar kwaliteit, neutraliteit, governance, security en privacy geborgd zijn. Geen sinecure voor wegbeheerders die overwegen zelf aan de slag te gaan, maar in Nederland zijn er gelukkig al de nodige voorzieningen waar provincies en gemeentes gebruik van kunnen maken. Op het vlak van data en data-uitwisseling is er bijvoorbeeld het Urban Data Access Platform, UDAP, bedoeld voor *low latency* real-time data die beschikbaar moeten zijn binnen (milli)seconden. In Nederland stelt daarnaast het NDW Open Data Portal ‘gewone latency’ real-time data (over reistijden en files bijvoorbeeld) en statische data beschikbaar en is er Melvin voor informatie over wegwerkzaamheden. Deze platformen maken onderdeel uit van het Nationaal Toegangspunt Mobiliteitsdata en vallen, via het NDW, onder toezicht van de verzamelde wegbeheerders.

In België zijn de gewestelijke overheden hard aan het werk om soortgelijke voorzieningen op te zetten. Een voorbeeld hierin is de uitrol van het Mobilidata-platform. Mobilidata wil innovatieve verkeersoplossingen realiseren om zo het verkeer vlotter, duurzamer en veiliger te maken voor elke weggebruiker. Een centrale component is om in eerste instantie alle wegkantinformatie te gebruiken, en aansluitend alle mobiele informatie, zoals de communicatie tussen voertuigen en infrastructuur. Hiermee kan het verkeer gerichter gemanaged worden, met bijvoorbeeld time-to-green-diensten, dynamische snelheidsbeperkingen, doortochten van prioritaire voertuigen enzovoort.

Die platformen zijn belangrijk voor het opschalen en uitrollen, maar ze zijn net zo interessant voor kleinschalige pilots. UDAP biedt bijvoorbeeld de mogelijkheid om voor pilots en/of specifieke use cases data afgeschermd uit te wisselen via een apart datadomein. Rondom deze platformen bestaat ook al een levendige community van bedrijven die de nodige deskundigheid hebben opgebouwd aangaande C-ITS-diensten en data-uitwisseling. De basis is er dus – met alle mogelijkheden voor een efficiënt gebruik van bestaande voorzieningen en deskundigheid. ●

Meer informatie

- ETSI etsi.org/committee/its
- DATEXII datex2.eu
- CEN/TC 278 itsstandards.eu
- Mogin mogin.ndw.nu
- CPOC cpoc.jrc.ec.europa.eu
- Nationaal Cyber Security Centrum ncsc.nl
- BIO bio-overheid.nl
- SECREDAS secredas-project.eu
- C-Roads c-roads.eu
- UDAP talking-traffic.com/nl/urban-data-access-platform
- NDW Open Data opendata.ndw.nu
- Melvin melvin.ndw.nu/public
- Mobilidata mobilidata.be

De auteurs

Menno Malta is CEO van Monotch.

Dr. Sven Maerivoet is senior onderzoeker bij Transport & Mobility Leuven



De gebruiker als cruciale schakel binnen C-ITS

Bij C-ITS gaat het al snel over techniek en over de communicatie tussen voertuigen en weginfrastructuur. Maar *gebruikers* spelen voorlopig nog een belangrijke rol binnen C-ITS. Hoe zorgen we ervoor dat we ook bij deze cruciale schakel alles op orde hebben?

C-ITS is nog in hoge mate afhankelijk van de gebruiker van de dienst. Denk aan in-car gepresenteerde boodschappen als de adviessnelheid voor een groene golf. Zo'n dienst heeft pas effect als de bestuurder inderdaad z'n snelheid aanpast.

We hebben dan ook alle reden om bij het uitwerken en uitrollen van C-ITS-toepassingen een scherp oog te hebben voor de mens aan het stuur. Waar moeten we dan op letten?

Veiligheid en penetratiegraad

Mensgerichtheid betekent eerst en vooral dat we *veiligheid* als harde eis hanteren: een dienst mag niet afleiden van de rijtaak en de eventuele adviezen moeten veilig kunnen worden opgevolgd.

Belangrijk is ook de *penetratiegraad* van de C-ITS-dienst. Als je de enige voertuigbestuurder bent die op een in-car adviessnelheid kan reageren, ben je een zonderling op de weg. Bij een bescheiden penetratiegraad lijkt het daarom het beste te beginnen met informatiediensten gericht op anticiperend rijden. Groeit de penetratiegraad, dan kunnen we op strategisch niveau de samenwerking opzoeken en ons bijvoorbeeld via coöperatieve routekeuzes beter over het wegennet verspreiden en zo congestie uitstellen of zelfs voorkomen. Bereiken we echt een serieuze penetratiegraad, dan kunnen we ook op het tactische manoeuvreerniveau gaan samenwerken en bijvoorbeeld samen beter ritsen en weven.

Vier voorwaarden voor impact

Oog hebben voor de mens achter het stuur betekent echter ook dat we ervoor zorgen dat de gebruiker van de C-ITS-dienst mee *wil* doen in het coöperatieve samenspel. Hoe geven we dit vorm? We doen er goed aan op de volgende vier *voorwaarden voor succes* te letten.

Waarnemen. Onderzoek laat zien dat we veel visuele informatie met succes onbewust verwerken. Om ervoor te zorgen dat de boodschap 'binnenkomt', hebben we dus geen toeters en bellen nodig – tenzij we willen waarschuwen voor bijvoorbeeld een naderende ambulance. Er

moet wel goed worden nagedacht over bijvoorbeeld de grootte en plaats die een melding krijgt op het scherm.

Begrijpen. Dat de boodschap is waargenomen, is geen garantie dat ze begrepen wordt. Gezien de complexiteit van de rijtaak moeten we de lat laag houden, om de chauffeur niet onnodig te belasten. Het gaat om *inzicht door overzicht* en om het begrijpelijk maken van coöperatieve adviezen. 'Waarom zou ik 5 minuten omrijden terwijl er ogenschijnlijk een kortere route is?'

Kunnen. Ook de taak die de dienst aan de chauffeur meegeeft, moet eenvoudig zijn. Dat betekent bijvoorbeeld dat een vereiste actie tijdig wordt aangekondigd en waar mogelijk opgeknipt wordt in stapjes: eerst rechts voorsorteren, daarna afslaan.

Willen. De laatste succesvoorwaarde hangt samen met 'willen'. Is het advies geloofwaardig en past het bij het type chauffeur? Vertrouwt die de informatie en de afzender? In verschillende Talking Traffic-pilots is om die reden een nieuwe use case toegevoegd aan een *bestaande* dienst, zoals Flitsmeister. Voor gebruikers voelt dat vertrouwd en ze zijn dan meer geneigd hun gedrag aan te passen. Om het toekomstig 'willen' op peil te houden, is het trouwens belangrijk het gewenste gedrag te belonen of te bevestigen. Een klein geluids-ignaal kan al volstaan als een 'goed gedaan'.

Tot slot

De komende jaren zullen we C-ITS introduceren en daarna veilig opschalen langs de as van de penetratiegraad. Maar willen we dat de diensten effect sorteren, dan moeten we daarbovenop letten op de trits waarnemen, begrijpen, kunnen en willen. Dan pas is er impact. ●

De auteurs

Joost Vandenbossche is hoofd Mobility Lab van Be-Mobile.

Harmen Krusemeijer is adviseur Gedrag bij DTV Consultants.

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

AL VIJFTIEN JAAR UW FAVORIETE VAKBLAD



MAAR HEEFT U ZICH OOIT AFGEVRAAGD HOE WE DAT DOEN?

U een gratis journalistiek vakblad sturen? Zonder verkooppraatjes maar met uitsluitend hoogwaardige en diepgaande content?

Dat lukt alleen dankzij de partners die u op pagina 3 genoemd ziet. Zij dragen alle kosten om ook deze uitgave op uw mat te laten belanden. Hun doel is prima in lijn met het doel van het magazine: het vakgebied steeds weer een stapje verder brengen, zodat het wegnemet 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.

Alleen gedurfde ov-keuzes leiden tot aantrekkelijke metropolen

Meer dan 100.000 Oostenrijkers hebben afgelopen maand een 'Klimaticket' aangevraagd. Daarmee kunnen ze voor een jaarlijks bedrag van 950 euro – in Nederland kost zoiets meer dan 4000 euro per jaar – onbeperkt gebruikmaken van het openbaar vervoer. Het Klimaticket is een van de manieren waarmee de Oostenrijkse regering de klimaatdoelen wil halen.

Het Klimaticket zien we bij Vervoerregio Amsterdam als een gedurfd plan, dat in ieder geval twee dingen heel goed doet: het is een *out of the box*-plan dat om meerdere redenen het verschil maakt en het zet Oostenrijk tegelijk als ov-frontrunner op de kaart. Wenen leverde lokaal trouwens het bewijs dat het plan werkt met een eerdere versie van het Klimaticket: het aantal kaarthouders ging daar in drie jaar tijd het aantal geregistreerde auto's in de hoofdstad voorbij.

In Nederland schiet men dit soort concepten al snel af vanwege de hoge kosten en de lage terugverdienskans. Terwijl het hier om een publieke voorziening gaat dat meerdere maatschappelijke doelen dient: naast de vergroting van bereikbaarheid, sociale inclusie, is reizen met het ov ook goed voor het klimaat en de leefbaarheid. Hoe meer mensen met het ov reizen, hoe minder uitstoot. We gaan zelfs naar compleet emissievrij ov in 2025.

In stedelijke gebieden zijn de voordelen van een *modal shift* van auto naar ov nog veel groter. Minder auto's zorgt voor meer ruimte. Ruimte die gebruikt kan worden om te fietsen, te lopen, te recreëren of te spelen. Wat weer z'n effect heeft op de luchtkwaliteit en het welzijn in een stad of regio.

De schaarse ruimte zorgt trouwens ook voor een andere knellende discussie: het gebrek aan huizen. Vervoerregio Amsterdam pleit er al een tijdje voor om 'woningbouw' aan 'infrastructuur' te koppelen. In het stedelijk gebied kiezen we inmiddels bewust voor meer ov- en fietsinfrastructuur en een lagere parkeernorm. We staan niet alleen. Een flinke rij partners, zoals onze evenknie Metropool Regio Rotterdam-Den Haag, provincies, G4 en de Mobiliteitsalliantie, verkondigt deze boodschap ook al jaren. De sprong die de metropoolregio's willen zetten in de bereikbaarheid met het openbaar vervoer heeft niet alleen meerwaarde voor de mensen die hier (komen) wonen, werken en naar school gaan, maar ook voor het klimaat en



Thea de Vries

Algemeen directeur Vervoerregio Amsterdam

de leefbaarheid. Het klinkt zo logisch, maar vraagt wel een andere mindset dan het modelmatige businesscase denken waar we in Nederland zo goed in zijn.

De critici in Oostenrijk zijn bang dat het Klimaticket ten koste gaat van investeringen in infrastructuur. Ik zou het om willen draaien, door het nieuwe kabinet te vragen na te denken over een aantrekkelijk ticket om zoveel mogelijk mensen in het ov te krijgen. Vervoerregio Amsterdam wil meedenken en onderzoeken hoe we zo'n klimaatticket in Nederland kunnen introduceren. Als zoiets lukt, zijn alle investeringen in ov- en fietsinfrastructuur die we willen doen om nieuwe woningen bereikbaar te maken, maatschappelijk eerder de moeite waard – er wordt dan vanzelf goed gebruik van gemaakt. Daarmee creëren we de aantrekkelijke, prettig leefbare metropoolregio's van de toekomst. En het is nog goed voor het klimaat ook. ●

Lessen van COVID-19: De relatie verkeersprestatie en vertraging

We meenden er al vanaf te zijn, maar corona lijkt deze herfst toch weer aardig de kop op te steken. Wat dat voor het verkeer betekent zal de tijd leren, maar we hebben in ieder geval al veel uitzonderlijks om op terug te kijken en van te leren. Zo onderzocht TrafficQuest de relatie tussen de verkeersprestatie en de vertraging op het hoofdwegenet. Door theorie te koppelen aan 'corona-verkeersdata' kwam het expertisecentrum tot waardevolle nieuwe inzichten.

Dat we sinds maart 2020 een verkeerskundig gezien interessante tijd beleven, is een understatement. Door de pandemie en de getroffen maatregelen – lockdowns, thuiswerken, online lessen enzovoort – was van *business as usual* en 'doorzettende trends' geen sprake meer.

Figuur 1 schetst het beeld van de verkeersprestatie per week op het hoofdwegenet.¹ De effecten van de lockdowns zijn duidelijk zichtbaar na week 12, week 42 en week 51 in 2020; het effect van de avondklok zien we na week 4 in 2021. Ook is goed te zien hoe de verkeersprestatie in 2021 weer gestaag toeneemt, al ligt deze nog steeds ongeveer 5 procent onder het niveau van 2019.

Dat een paar procent minder verkeer veel invloed op de congestie heeft, zien we in figuur 2. Net als de verkeersprestatie stijgt de vertraging in 2021 steeds een beetje, maar net voor de zomervakantie is die 60 procent lager dan in 2019 en net erna gemiddeld nog altijd 40 procent lager. Dat bewijst nog maar eens dat een kleine hoeveelheid minder verkeer leidt tot een grote hoeveelheid minder vertraging.

Relatie verkeersprestatie en vertraging

En daarmee komen we op een interessant punt. Want hoe is die relatie tussen de hoeveelheid verkeer (verkeersprestatie) en de vertraging precies? Hoeveel minder vertraging mag je verwachten bij een 5, 10, 20 of 30 procent lagere verkeersprestatie? Vóór de coronaperiode was het lastig daar iets over te zeggen, omdat het bijna altijd druk was en er daardoor ook veel congestie was. Door de coronatijd is het veel rustiger op de weg geworden – en weten we nu ook meer over rustige perioden op de weg.

Om de relatie tussen verkeersprestatie en vertraging te onderzoeken, hebben we de weekdata van de indicatoren verkeersprestatie en vertraging voor de jaren 2019, 2020 en 2021 genomen. Om enigszins vergelijkbare en hanteerbare getallen te krijgen, zijn de weekcijfers gedeeld door het aantal uren in een week en is de verkeersprestatie omgezet

naar duizendtallen. We krijgen dan cijfers van een gemiddeld uur in een week. Deze hebben we in figuur 3 in een puntenwolk tegen elkaar afgezet. Opvallend is de week met sneeuw in februari 2021. De weken met boerenprotesten in oktober 2019 vallen niet eens echt uit de toon.

In de figuur is goed te zien dat er een relatie is tussen de verkeersprestatie en de vertraging. Merk ook op dat naarmate de verkeersprestatie hoger is, de vertraging sneller oploopt. Zouden we alleen de blauwe punten van vóór de coronaperiode hebben gehad, dan hadden we deze relatie maar lastig kunnen schatten, omdat punten uit de rustige weken ontbreken en de spreiding groot is. Met de rode punten erbij is het duidelijker hoe de relatie eruitziet. Het zou een exponentiële relatie kunnen zijn, maar die geeft toch niet goed het steile verloop van de grafiek weer, zoals de stippellijn in figuur 3 laat zien.

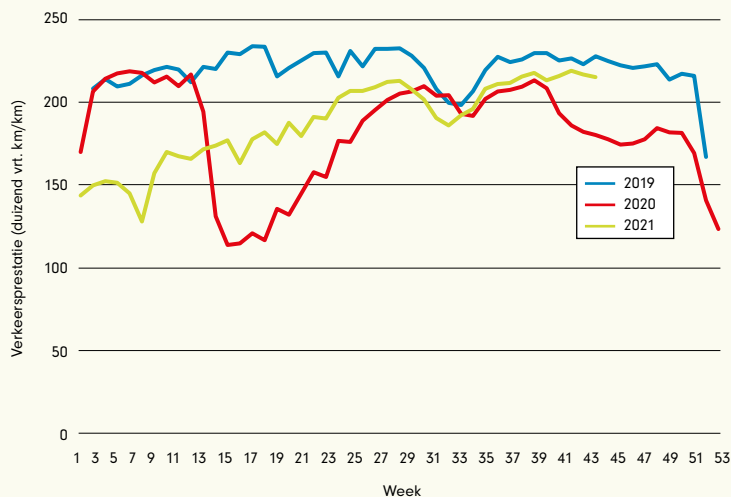
In termen van de verkeersprestatie heeft het wegenet dus ook een soort capaciteit. Komt de verkeersprestatie in de buurt van deze capaciteit of gaat deze eroverheen, dan ontstaat er vertraging. Al met al lijkt de relatie verkeersprestatie/vertraging daarmee op een intensiteit/capaciteit-verhouding voor een netwerk. Voor de relatie tussen intensiteit en reistijd op een traject kenden we al de functie van Akçelik. Deze functie is ook goed bruikbaar als de verkeersvraag de capaciteit nadert en daar zelfs overheen gaat. Omdat intensiteit op een wegvak vergelijkbaar is met de verkeersprestatie in een netwerk en de reistijd op een wegvak met de vertraging in een netwerk, zou dit een goede benadering kunnen zijn.

De functie hebben we toegepast op de data die we hadden en dat levert de doorgetrokken lijn in figuur 3 op. Deze functie lijkt de data inderdaad beter te representeren.

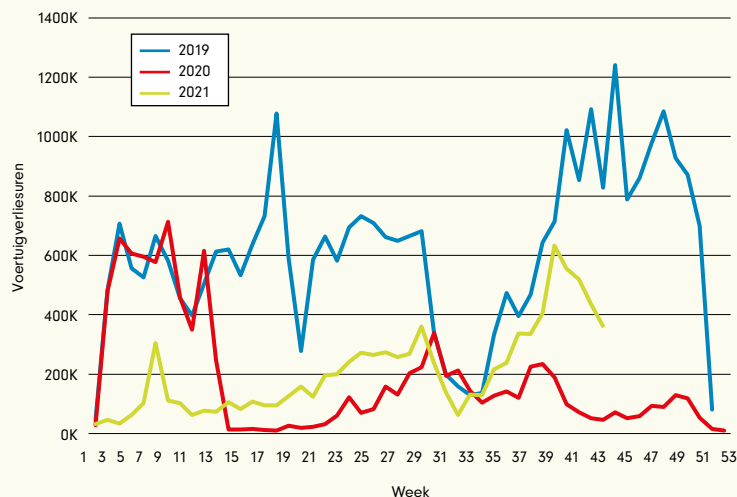
Uitgaande van een gemiddelde week in 2019 kunnen we met deze relatie een voorspelling doen over de invloed die een verandering van de hoeveelheid verkeer heeft op de hoeveelheid vertraging. Zo komen we tot de resultaten van tabel 1.

¹ We hebben het hier over het totaal aantal kilometers dat voertuigen in een week hebben afgelegd op puur het hoofdwegenet.

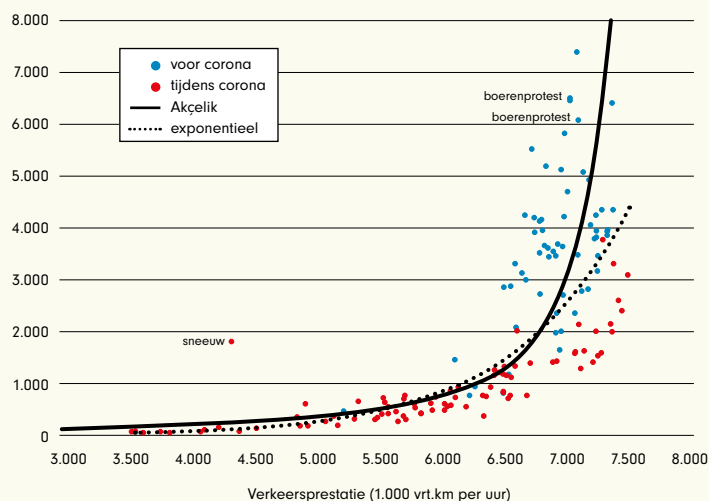
1



2



3



4

De verhouding tussen verkeersprestatie en vertraging

-5% vrt.km	-46% VVU
-10% vrt.km	-65% VVU
-15% vrt.km	-75% VVU
-20% vrt.km	-81% VVU
-25% vrt.km	-85% VVU

Figuur 1:

Verkeersprestatie op het hoofdwegennet (bron: Rijkswaterstaat).

Figuur 2:

Vertraging op het hoofdwegennet (bron: Rijkswaterstaat).

Figuur 3:

Meetdata verkeersprestatie en vertraging hoofdwegennet (bron: Rijkswaterstaat). De cijfers zijn weekgemiddelde uren uit de periode 2019-heden. De blauwe punten betreffen de periode vóór corona, de rode de periode vanaf maart 2020. Ter referentie is een exponentiële functie toegevoegd en de Akçelik-functie.

Figuur 4 (tabel):

De verhouding verkeersprestatie-vertraging: x procent minder voertuigkilometers (links) leidt tot y procent minder voertuigverliesuren (rechts).

Ter controle hebben we gekeken naar de weken 12 tot en met 52 in 2019 en 2020. Volgens de meetgegevens waren er in 2020 in die periode 20 procent minder voertuigkilometers en 84 procent minder voertuigverliesuren. Bij 20 procent minder verkeer voorspelt de gevonden relatie 81 procent minder voertuigverliesuren – een goede overeenstemming dus.

Als we de relatie toepassen op de weken 2 tot en met 29 van 2021, dan vinden we eenzelfde goed resultaat: de relatie geeft 71 procent minder vertraging bij 13 procent minder verkeer, terwijl er in de praktijk 74 procent minder voertuigverliesuren gemeten zijn.

Toepassing

Waarom is dit nu goed om te weten? Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat onderzoekt momenteel hoe de mobiliteitseffecten van de coronacrisis bestendig kunnen worden. Deze relatie geeft een idee hoeveel verkeer er minder moet zijn om een bepaald effect te bereiken.

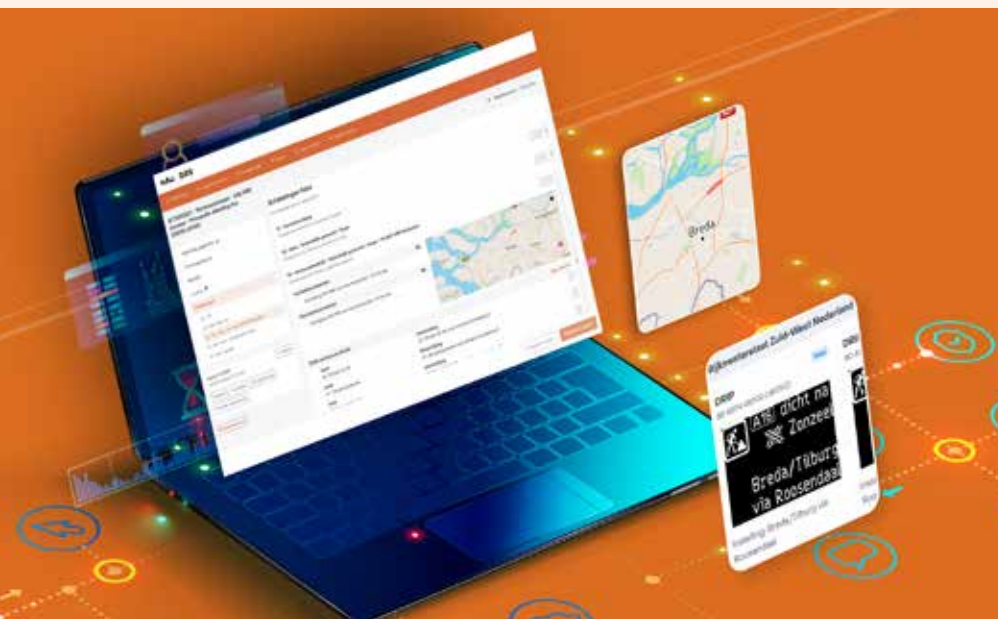
Of als er een bepaald doel gesteld is, is duidelijk hoeveel effect dat zou kunnen hebben. Monitoring blijft uiteraard nodig om de situatie op de weg in beeld te houden. ●

—
Dit artikel is een bewerking van een tekst uit de nieuwe uitgave 'Verkeer in Nederland 2021' van TrafficQuest. Deze is als bijlage (papier of pdf) bij NM Magazine gevoegd.

De auteurs

Dr. ir. Henk Taale is senior adviseur Verkeersmanagement bij Rijkswaterstaat en universitair docent aan de TU Delft.

Papieren regelscenarioboekjes exit dankzij nieuwe tool



Goed nieuws voor alle opstellers en gebruikers van regelscenario's. Vanaf volgend jaar is er slimme software beschikbaar voor het ontwerpen, goedkeuren, raadplegen en beheren van regelscenario's: de DRS-tool. De papieren regelscenarioboekjes zijn daarmee (eindelijk) verleden tijd.

Wegbeheerders gebruiken al jaren de zogenaamde *regelscenarioboekjes*. In de boekjes staan werkschema's, opgesteld met Microsoft Visio, die duidelijk maken wat er waar moet gebeuren bij bijvoorbeeld een incident, evenement of werk-in-uitvoering. Wegverkeersleiders in de verkeerscentrale pakken deze boekjes erbij zodra de betreffende gebeurtenis zich voordoet en weten zo precies welke handelingen ze moeten verrichten om het verkeer veilig en vlot af te handelen.

Daarmee zijn de boekjes vooralsnog onmisbaar – maar ideaal is het niet. Het ontwerpen en beheren is namelijk omslachtig en bij het raadplegen van een boekje of een pdf liggen fouten op de loer: heeft de wegverkeersleider wel de laatste versie? Voor Rijkswaterstaat, provincie Noord-Holland en de gemeenten Amsterdam en Den Haag was dat reden om het hele proces nog eens tegen het licht te houden. Samen met NDW zijn ze vervolgens aan de slag gegaan om een slim, digitaal alternatief te ontwikkelen, *Digitaal Regel Scenario* of DRS. Met deze alles-in-één-tool, die volgend jaar gebruiksklaar is, kunnen wegbeheerders regelscenario's ontwerpen, valideren, beheren en raadplegen.

Voordelen DRS

Een belangrijk pre van de nieuwe tool is, dat die gemakkelijk kan worden gekoppeld aan de gebruikte netwerkmanagementsystemen. DRS 'weet' daardoor welke verkeersmanagementinstrumenten waar in het netwerk beschikbaar zijn. Dat vergemakkelijkt het proces

van *ontwerpen*: de gebruiker kan eenvoudig de juiste instrumenten selecteren en op de kaart van het netwerk plaatsen. In diezelfde kaart tekent hij ook de (omleidings)routes in.

In de huidige werkwijze met Microsoft Visio moet een gebruiker nog voortdurend 'knippen en plakken'. Het opstellen van een boekje voor een wat groter regelscenario kan dan zo maar een dag werk kosten. De ontwikkelaars van de DRS-tool schatten in dat het intekenen van zo'n zelfde regelscenario in DRS in ongeveer twee uur moet kunnen. Een forse tijdsbesparing!

De link met netwerkmanagementsystemen maakt ook het *beheer* eenvoudiger. Wanneer bijvoorbeeld een DRIP niet meer beschikbaar is, dan waarschuwt de tool welke regelscenario's aangepast moeten worden. Een wegbeheerder is zo veel beter in staat z'n misschien wel tientallen regelscenario's up-to-date te houden.

Een ander voordeel van DRS betreft het *raadplegen*. Waar de huidige werkwijze met boekjes geen garantie geeft dat iedere wegverkeersleider op hetzelfde moment hetzelfde gevalideerde regelscenario volgt, geeft de DRS-tool deze garantie wel. Zo neemt de kans op fouten of spraakverwarring af.

Gelet op deze voordelen zal NDW de tool beschikbaar stellen aan alle wegbeheerders in Nederland. De papieren regelscenarioboekjes kunnen zo vlot uitgefaseerd worden. Rijkswaterstaat, Noord-Holland, Amsterdam en

Den Haag hebben al aangegeven hiermee te beginnen zodra de tool in 2022 in gebruik wordt genomen.

Voorbereid op de toekomst

Wegbeheerders hebben eerder afspraken gemaakt met het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat dat zij uiterlijk 2023 negentig procent van hun mobiliteitsdata gedigitaliseerd hebben. De DRS-tool zal hieraan bijdragen.

Maar bij het ontwikkelen van DRS is ook gelijk opgetrokken met het project Verkeersmanagementinformatie voor Routeadvies, VM-IVRA. Wegbeheerders en serviceproviders werken hierin samen aan een oplossing om verkeersmanagementinformatie te verwerken in individuele in-car routeadviezen en waarschuwingen, zodat verkeersmanagement (van wegbeheerders) en verkeersinformatiediensten (van serviceproviders) meer op één lijn komen. Hierbij is DRS een ideale informatiebron voor VM-IVRA om verkeersmanagementinformatie te delen. Wegbeheerders die hun regelscenario's digitaliseren met behulp van de DRS-tool, zijn dus ook meteen voorbereid op die nieuwe stap in verkeersmanagement. ●

Meer weten? Kijk op www.vmivra-drs.nl

De auteurs

Ir. Arno Grund is *product owner* DRS bij Rijkswaterstaat.

Ing. Nick Mijers is *projectmanager* DRS bij Rijkswaterstaat (CIV).



Fietsdata en fietsprioriteit dankzij koppeling radar en iVRI

Het Utrechtse mobiliteitsprogramma Goedopweg onderzocht wat je in de praktijk van de (binnen)stad met een *fietsradar* kunt – of specifieker: met een radar/lidar-combinatie. Welke data levert dit instrument op en hoe ontsluit je de data voor de iVRI?

Veel gemeenten en provincies zien de fiets als dé oplossing voor hun problemen met congestie en luchtkwaliteit. Maar wil je daar echt werk van maken, bijvoorbeeld met fietsverkeersmanagement, dan heb je wel eerst goede en actuele data nodig.

Voor het monitoren van fietsverkeer kunnen overheden verschillende technieken inzetten.¹ Eén mogelijkheid is de *fietsradar*. Dat meetinstrument heeft evidente voordelen – het genereert real-time data met een hoge nauwkeurigheid en is AVG-proof – maar wordt nog weinig ingezet. Om er beter mee bekend te raken besloot het Utrechtse samenwerkingsverband Goedopweg om begin 2021 een kleine praktijkproef te houden, 'Fiets Peloton herkenning/iVRI'. Het plaatste hiertoe twee *Signums* op het kruispunt Archimedeslaan-Pythagoraslaan, waar een intelligente verkeersregelininstallatie staat. De *Signum* is een radar/lidar-combinatie van het Nederlandse bedrijf Cycledata.

De koppeling

Eén doel van de pilot was om de meetdata slim te ontsluiten. Goedopweg volgde de *Talking Traffic*-praktijk door de radars niet direct te koppelen aan de iVRI, maar aan 'tussenstation' UDAP, het platform voor snelle data-uitwisseling.² De fietsradar detecteert naderende fietsers en zet de gegevens om in CAM-data over de positie en snelheid van de fietsers. De CAM-data worden via 4G naar UDAP gestuurd, waar de iVRI ze weer ophaalt. Dankzij UDAP kunnen ook andere systemen gemakkelijk bij de fietsdata.

De koppeling radar-iVRI via UDAP bleek door het gebruik van standaarden eenvoudig te realiseren. De aanpak is ook voldoende generiek en dus herbruikbaar in andere gemeenten. Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft de koppeling inmiddels 'succesvol geverifieerd op conformiteit aan de relevante aansluitisen' van Talking Traffic.

Over de data zelf

Dan de data zelf. Met handmatige tellingen, vooral tijdens de meettechnisch gezien complexere spitsuren, kon de nauwkeurigheid van de *Signum*-fietsradars worden gecheckt: die lag tussen 96 en 98 procent. Interessant is ook dat de radars de afzonderlijke voertuigen in een peloton goed onderscheiden. Zo blijft er, ook in de drukte, goed zicht op de snelheden en vooral ook de *verschillen* in snelheden op het fietspad.

Toepassingen

Met de data kan de iVRI z'n regeling optimaliseren. In de pilot zijn daar enkele ingrepen voor uitgewerkt, met als uitgangspunt: grotere pelotons krijgen sneller en/of langer groen. Er is binnen de pilot geen onderzoek gedaan naar de verkeerskundige effecten van die ingrepen. Puur 'op het oog' ging de doorstroming er voor fietsers op vooruit. De fietswachtijden bij de verkeerslichten waren ook korter.

Dat biedt aanknopingspunten voor vervolgpilots. Door opeenvolgende kruispunten goed te monitoren moet het mogelijk zijn om de doorstroming op bijvoorbeeld een hoofd- of snelfietsroute te faciliteren. En als het meetwerk inderdaad wordt uitgerold – en een beetje richting de 'monitoringdichtheid' van autoverkeer komt – dan beschik je vanzelf over voldoende informatie voor beleidsdoelstellingen: waar is het te vaak te druk, waar zijn de snelheidsverschillen te hoog, wat zijn de reistijden op hoofdroutes enzovoort. Met die input kunnen steden en provincies hun beleid optimaliseren en de oplossing fiets optimaal benutten. ●

De auteurs

Esther de Waard en Mary Verspaget zijn communicatiemanager bij respectievelijk Monotch en Cycledata.

¹ Zie het artikel 'Fietsdata: hoe winnen we ze in?' in NM Magazine 2019 #2.

² UDAP staat voor Urban Data Access Platform. Dit platform fungeert als overnamepunt voor het snel en betrouwbaar uitwisselen van data tussen bijvoorbeeld iVRI's en connected weggebruikers. UDAP is de opvolger van TLEX. Het bedrijf Monotch verzorgt de UDAP-dienstverlening.

Digital twins: replica's van mobiliteitssystemen

Een *digital twin* is een digitale en real-time replica van de werkelijkheid. Het concept vindt inmiddels langzaam z'n weg in het vervoersdomein. En terecht, want de digital twin is een krachtig hulpmiddel om inzicht te krijgen in actuele en voorspelde knelpunten – en daarmee een prima uitgangspunt voor verkeersmanagement en infrastructuurplanning.

We gebruiken simulatie al decennialang om onze ontwerpen in een virtuele omgeving te verifiëren. Maar de simulatielat ligt met de komst van de *digital twin* ineens een stuk hoger: gegevens uit de echte wereld worden teruggekoppeld naar de virtuele omgeving, wat de nauwkeurigheid van de modellen fors vergroot. Dat maakt op zijn beurt veel geavanceerdere simulaties mogelijk.

Steeds meer partijen werken daarom aan digital twins voor steden en regio's, met replica's van onder meer mobiliteit, luchtkwaliteit, geluid, waterniveau, energie en ict. Ook TU Delft maakt goed gebruik van deze nog relatief nieuwe technologie. In de vorige uitgave van NM Magazine schreven we over twee specifieke toepassingen van de afdeling Transport & Planning van TU Delft, de *Outdoor Mobility Digital Twin* en de *Indoor Mobility Digital Twin*.¹ In deze bijdrage houden we het wat algemener en verkennen we aan de hand van wat voorbeelden de kansen die deze nieuwe tools bieden. Ook staan we stil bij de digital twin-ambities van het *Sustainable Urban Mobility Lab* van TU Delft.

Beheer en onderhoud

Om te illustreren wat er zoal mogelijk is met digital twins, nemen we kort een aantal cases door. Let wel, we bespreken hier geen bestaande producten, maar *mogelijke* producten – producten die op z'n best nog in ontwikkeling zijn.

Het eerste voorbeeld betreft beheer en onderhoud. Als we ons wegennet modelleren en dat model continu voeden met voertuigdata, creëren we een real-time replica van het wegennet en van de staat van de weg. Op basis van CAN-busgegevens van het ABS en de vering kunnen we bijvoorbeeld afleiden hoe stroef het asfalt is, of er gaten en oneffenheden in de weg zijn, of er rommel ligt enzovoort. Elk probleem op de weg is zo direct zichtbaar in de digital twin – en een verkeers- dan wel assetmanagementsysteem kan op basis hiervan 'per omgaande' reageren op een verstoring en uit verschillende onderhoudsopties de beste strategie kiezen.

Deze digital twin lijkt nog het meest op de Outdoor Mobility Digital Twin en de Indoor Mobility Digital Twin uit het eerdere artikel. De twin fungeert als een *control tower*: de situatie wordt constant gemonitord en ze ondersteunt op die manier bij real-time beslissingen en noodinterventies.

Voertuig ontwerpen

Dan een tweede voorbeeld. Onze auto wordt steeds slimmer en groener en de elektronische regeleenheden en besturingsprogramma's aan boord zijn dan ook complexer dan ooit. Dat maakt het voor autobouwers wel moeilijker om nieuwe systemen te ontwikkelen en testen. Als we echter een virtuele voertuigreplica koppelen aan (= data uitwisselen met) een echt voertuig kunnen we de nieuwe technologie 'toepassen' en onder verschillende omstandigheden nauwkeurig verifiëren en beproeven – nog voordat er een prototype van een echt systeem is gemaakt.

Merk op dat in deze case de heel directe link tussen werkelijkheid en 'replica' verdwenen is: we hebben immers zitten sleutelen aan de replica. De data waarmee we ons model testen, blijft echter wel *real*.

Strategische planning

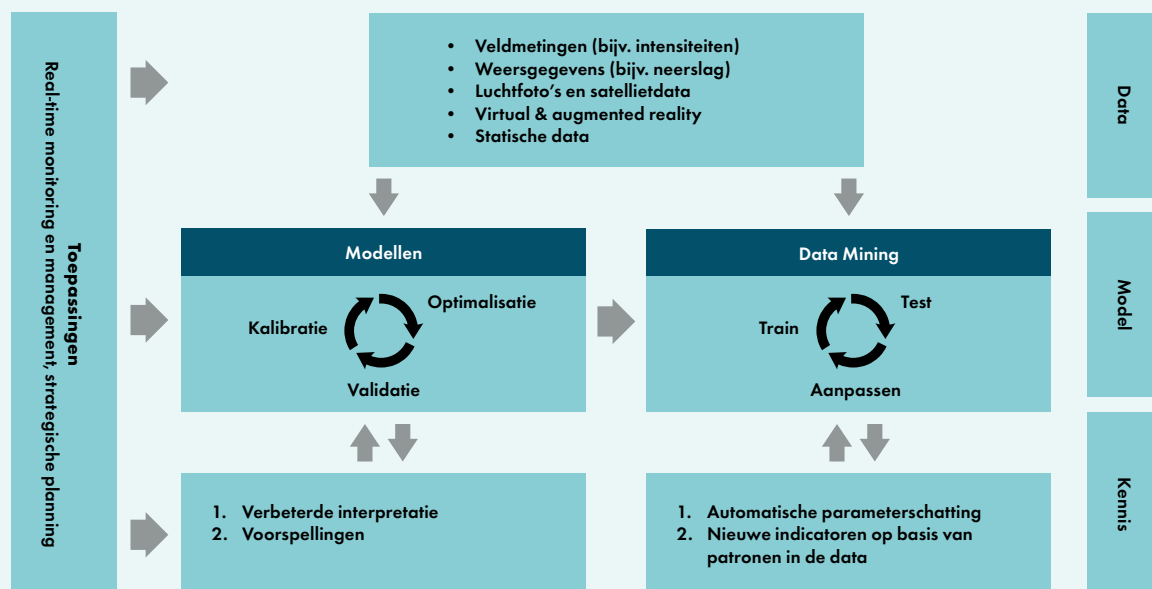
De bovenstaande voorbeelden betreffen operationele, real-time toepassingen. Digital twins zijn echter ook interessant voor meer *strategische* planningsvraagstukken. Denk aan infrastructuuruitbreiding voor de auto, ov en fiets, de planning van mobiliteitshubs, autoluwe centra en emissievrije zones, het bepalen van de benodigde parkeercapaciteiten enzovoort.

Voor dit soort vraagstukken gebruiken we normaliter strategische verkeer- en vervoermodellen. Die hebben al als manco dat de rekentijd relatief lang is – een 'run' van meer dan een dag is geen uitzondering. Maar een ander nadeel van de modellen is dat ze zich richten op een *gemiddelde* werkdag in de toekomst.² In werkelijkheid is geen dag het-

¹ Zie het artikel 'Nieuwe systemen voor real-time analyse en gebruik van multimodale data' in NM Magazine 2021 #2.

² Dat is omdat de modellen worden geschat en gekalibreerd met statische data van een eveneens gemiddelde werkdag van een bepaald basisjaar.

Digital twin



Figuur 1:
Schema van een
digital twin.

zelfde, omdat verstoringen als regen, werkzaamheden en ongevallen tot een grote variatie in vraag en aanbod leiden.

Met een digital twin kunnen we die variatie wel reproduceren. Omdat het strategische vraagstukken over de toekomst betreft, kunnen we de digital twin niet een-op-een voeden met 'echte' data – die infrastructuuruitbreiding of mobiliteitshub die we onderzoeken, is er immers nog niet. Maar als we de nieuwe situatie modelleren en daarbij goed rekening houden met alle variatie in vraag en aanbod (uitgaande van echte data), zijn we af van die platgeslagen gemiddelden. Met de digital twin kunnen we het planningsvraagstuk dan goed analyseren en robuuste toekomstprognoses opstellen.

Nog interessanter wordt het wanneer we vervoerwijzen en/of mobiliteitssystemen onderzoeken die in de praktijk nog niet of nauwelijks beschikbaar zijn, zoals Mobility as a Service, deelvoertuigen en ritdeelsystemen, automatische voertuigen, stepjes, shuttles, drones etc. Omdat er van deze vervoerwijzen niet of nauwelijks data zijn, ontbreken ze in de strategische verkeer- en vervoermodellen. We kunnen de nieuwe vervoerwijzen wel toevoegen, maar dan moeten we aannames doen over reizigersvoorkeuren. Op dit moment vallen we voor die aannames terug op zogenaamd *stated preference*-onderzoek. Het nadeel daarvan is dat onderzoeksdeelnemers zich een situatie moeten voorstellen die ze nog niet kennen. De resultaten kunnen dan ook flink afwijken van de keuzes die mensen maken als de nieuwe vervoerwijzen er echt zijn.

Een mooie oplossing zou zijn om voor dit soort preference-onderzoeken digital twins in combinatie met virtual en augmented reality in te zetten. Onderzoeksdeelnemers kunnen zich dan in een levensechte omgeving begeven (die in werkelijkheid nog niet bestaat) en realistische keuzes maken. Die keuzes kunnen we vervolgens vertalen naar modelparameters.

Ambities

Digital twins bieden dus tal van mogelijkheden om operationele (real-time) en strategische planningsvraagstukken te adresseren. Door gebruik te maken van een combinatie van databronnen krijgen we een vollediger en accurater beeld van de actuele situatie, kunnen we beter korte- en langetermijnvoorspellingen maken en kunnen we het effect

van maatregelen beter simuleren. De ambitie hierbij is om zo goed mogelijk te sturen op doelen rond bereikbaarheid, veiligheid, luchtkwaliteit, geluidsoverlast, leefbaarheid enzovoort.

Binnen de afdeling Transport & Planning van TU Delft wil ook ons *Sustainable Urban Mobility Lab*, kortweg SUM-lab, aan deze ambitie bijdragen. We gaan state-of-the art onderzoek doen op het vlak van datafusie, *advanced data analytics*, kunstmatige intelligentie (AI), virtual reality en (agent based) verkeers- en vervoermodellen die in digital twins kunnen worden gebruikt. Deze methodologieën zijn belangrijk om meer grip te krijgen op operationele (real-time) planningsvraagstukken zoals evacuatie, verkeersmanagement en het toewijzen van deelvoertuigen aan ritten. Maar ze zijn net zo hard nodig voor die meer strategische vraagstukken, zoals het ontwerp van toekomstige mobiliteitssystemen.

Bij dit onderzoek zoeken we trouwens graag de samenwerking. Binnen de TU Delft sluiten we aan op de Outdoor Mobility Digital Twin en de Indoor Mobility Digital Twin. In de komende periode willen we een koppeling maken met Urban Strategy, een instrument van TNO waarmee we op netwerkniveau simulaties van fiets, auto, ov, luchtkwaliteit en geluid kunnen maken. Verder werken we in onder meer het Nederlandse project SIPCAT, *Safe Interaction of Pedestrians and Cyclists With Automated Transport*, samen met andere partijen aan de ontwikkeling van een 3D Virtual Reality-omgeving als onderdeel van een digital twin.

We hopen zo heel vlot stappen te maken. Hoe sneller we de kansen die we in dit artikel hebben geschetst naar de praktijk kunnen brengen, hoe beter! ●

De auteurs

Dr. Maaike Snelder is universitair docent aan de TU Delft, co-director van het SUM Lab van TU Delft en principal scientist bij TNO.
Dr. Shadi Sharif Azadeh is universitair docent aan de TU Delft en co-director van het SUM Lab van TU Delft.

Verkeer managen in de schoolgebouwen

Niet alleen het verkeer op de weg, maar ook het verkeer in gebouwen heeft soms bijsturing. Vooral door corona en de anderhalvemetermaatregel is het erg belangrijk om 'indoor files' en andere opstoppen te voorkomen. Het Mobility Innovation Centre Delft, MICD, van TU Delft werkte hiervoor een interessante oplossing uit voor het middelbaar en hoger onderwijs.



Met en is weten. Toen het ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap ons begin 2021 de opdracht gaf om een pilot op te zetten voor een veilige heropening van het onderwijs, hebben we dat principe als uitgangspunt genomen.¹ Uiteraard vroegen we de studenten om zich goed te blijven testen op corona, om zo het virus buiten de poort van de instelling te houden. Maar omdat vrijwillig testen niet honderd procent waterdicht is, hebben we ook een (privacyproof) monitoringsysteem opgezet om besmettingsrisico's binnen de poort te verkleinen. De proeven hiermee vonden plaats in onder meer de bibliotheek, de X en The Fellowship van TU Delft en in het complex van de Haagse *Dutch Academy of Performing Arts*, DAPA.

Bakens, polsbandjes en een app

Het grootste risico op besmettingen is als er te weinig afstand wordt gehouden. Om zulke interacties in beeld te brengen, hebben we op onze proeflocaties speciale *bakens* opgehangen. De leerlingen op hun beurt gebruikten *polsbandjes of smartphone-apps*. Dankzij bluetooth- en ultrasound-technologie wist het systeem precies hoe druk het in de buurt van de bakens was en wat de afstand tussen de leerlingen was. Al deze data hebben we op een grafisch dashboard gevisualiseerd.

We hadden het systeem zo opgezet, dat we de polsbandjes en apps ook aan groepen konden toewijzen. Dat is nuttig wanneer in een klas afstand houden géén optie is, zoals in de dansklassen van DAPA. Voor hen maakten we dan een 'bubbel' aan waarbinnen de anderhalvemetermaatregel niet gold. Het monitoren richtte zich daarmee alleen op risicovolle interacties tussen bubbels.

Interventies

Met die inzichten konden we bijsturen. In de pilot hebben we verschillende interventies beproefd, zoals het vloerplan (looproutes) wijzigen of het spreiden van roosters en pauzes. Soms was de oplossing wel heel simpel. Op DAPA bleken er bijvoorbeeld aan het begin van de school-

dag opstoppen in de gangen te ontstaan doordat de deuren van lokalen nog niet open waren. Door die deuren extra vroeg te openen, konden de leerlingen veilig in de klas wachten op de docent.

Ook aan informeren en leren is gedacht. We hebben bijvoorbeeld kleine 'verklidders' aan een keycord gebruikt die een signaal geven als de gebruiker te dicht in de buurt komt van een andere verklidder. De leerlingen ervaren zo hoe groot anderhalve meter is en leren nieuw gedrag aan.

Hoe verder

De pilot heeft veel nuttige inzichten opgeleverd. Het belangrijkste was dat monitoren en interveniëren werkt. Op DAPA zorgden de bubbels er bijvoorbeeld voor dat bij een besmetting alleen de betreffende groep in quarantaine moest. Zelfs tijdens een forse uitbraak van het virus bij DAPA kon 75% van de studenten alsnog veilig naar school.

Maar interessant was ook dat we in de pilot kennis en modellen uit het 'echte' verkeersmanagement hebben kunnen gebruiken. Zo hebben we met succes kunstmatige intelligentie ingezet om de witte vlekken in de monitoring in te vullen, de onbemeten plekken tussen bakens. Ook is het ons gelukt om op basis van actuele data de drukte in een gebouw te voorspellen: waar is het hoe druk over een kwartier, een uur of meerdere uren?

We hebben zo materiaal genoeg om uit te werken en door te ontwikkelen. Ons doel hierbij is simpel: ervoor zorgen dat we *nooit* meer terug hoeven naar die lege schoolgebouwen uit de eerste lockdown ●

—
Meer lezen? Download de rapportage 'Onderwijs op locatie tijdens de coronapandemie' op www.nm-magazine.nl/download

De auteur

Dr. ir. Sascha Hoogendoorn-Lanser is directeur van het MICD.

¹ Het ministerie vroeg nog zeven partijen (consortia) om een pilot te starten. Die betroffen vooral verschillende (zelf)teststrategieën.

Monotch en Be-Mobile kondigen samenwerking aan voor verdere uitrol C-ITS in Europa

Op het ITS World Congress in Hamburg, half oktober 2021, hebben Monotch en Be-Mobile een samenwerkingsovereenkomst getekend voor de realisatie en opschaling van C-ITS-diensten in Nederland, Vlaanderen, Frankrijk en de rest van Europa. Beide partijen onderstrepen met deze samenwerking het belang van een volledig operationeel C-ITS-ecosysteem.

Samen zijn Monotch en Be-Mobile in staat om het hele mobiliteits-ecosysteem te bedienen. Dat biedt steden, wegbeheerders en weggebruikers uitstekende mogelijkheden om C-ITS-diensten optimaal in te zetten en te gebruiken voor onder meer het verbeteren van verkeersveiligheid en doorstroming, het prioriteren van weggebruikers en het verminderen van CO₂-uitstoot.

Door samen te werken voor de Nederlandse, Vlaamse en Franse markt kunnen Monotch en Be-Mobile de voordelen van V2X-platforms verder promoten. Monotch zorgt voor de datastromen via het TLEX I2V-platform door verkeersregelininstallaties en andere wegkantapparatuur te koppelen aan dienstverleners, de auto-industrie, wegbeheerders, hulpdiensten en uiteindelijk weggebruikers. Dit sluit goed aan bij het C-ITS-platform van Be-Mobile dat bestuurders in staat stelt om actuele lokale verkeersinformatie te ontvangen en te anticiperen op de verkeersomstandigheden. Daarnaast heeft Be-Mobile al veel kennis opgedaan met *use cases* als time-to-red, time-to-green, informeren over gevaarlijke wegsituaties en voorrang bij verkeerslichten.



Menno Malta van Monotch en Jorn de Vries van Be-Mobile/Flitsmeister.

Klaar om de hele waardeketen te bedienen

Beide partijen bouwen voort op de succesvolle samenwerking en realisatie van use cases in Nederland en hun gezamenlijke indiening voor het Mobilidata-programma in Vlaanderen. Het partnerschap bereidt niet alleen de infrastructuur voor op verbonden en geautomatiseerde mobiliteit, maar maakt ook een grootschalige uitrol van C-ITS-diensten in Europa mogelijk.

Meer info:

jorn.de.vries@flitsmeister.nl

Arane werkt aan netwerkmanagementkader voor Zwolle

De stad Zwolle zal de komende jaren een schaa sprong maken. Er komen jaarlijks duizend woningen bij en het gunstige vestigingsklimaat trekt veel nieuwe bedrijven aan. De groei in mobiliteit moet grotendeels door de huidige netwerken worden opgevangen. Het STOMP-principe is daarbij leidraad. Arane zal de gemeente helpen dit principe handen en voeten te geven.

De nieuwe omgevingsvisie van Zwolle zet de ambities voor de leefomgeving van de stad uiteen. De gemeente wil de omgevingsvisie

concretiseren in een uitwerking die de kaders schetst voor het managen van de verkeersstromen in de stad. Dit netwerkmanagementkader helpt ook bij het concretiseren van het zogenaamde STOMP-principe dat is vastgelegd in de mobiliteitsvisie. STOMP beschrijft de prioritering van de verschillende modaliteiten in het verkeer: stappen (lopen) en trappen (fietsen) staan op één en daarna volgen ov, MaaS en de privéauto. Maar tot waar en wanneer reikt die prioriteit voor voetgangers en fietsers in de stad precies? Welke wegen in de stad zijn dermate belangrijk dat de auto daar wel de hoogste prioriteit heeft? Arane Adviseurs is gevraagd om hierin te ondersteunen.

De leidraad Multimodale Netwerkkaders van het LVMB die dit jaar verscheen, vormt de basis voor de uitwerkingen. Met zo'n netwerkkan de gemeente structurele knelpunten identificeren, multimodale oplossingsrichtingen uitwerken en die uiteindelijk operationeel maken in de verkeerssystemen van de stad.

De werkzaamheden zijn in volle gang. Begin volgend jaar is zijn de uitwerkingen gereed en worden deze bestuurlijk vastgesteld.

Meer info:

m.oving@zwolle.nl
k.adams@arane.nl

Provincie Utrecht en gemeente Amersfoort werken aan bereikbaarheid en leefbaarheid



Goedopweg is samen met de wegbeheerders in Midden-Nederland bezig met de uitrol van intelligente verkeerslichten. De provincie Utrecht en gemeente Amersfoort zullen vier van die iVRI's voorzien van de adaptieve verkeersregelapplicatie Flowtack. Hiermee willen zij sturen op bereikbaarheid en leefbaarheid. Ook kan de regio zo ervaring opdoen met het werken vanuit de cloud.

Het is al jaren druk op de wegen in en om Amersfoort. De stad wil graag goed bereikbaar blijven, maar ook leefbaar. Daarvoor is het nodig mobiliteit slimmer, beter en toekomstbestendig te organiseren.

Prioriteit hulpdiensten, fietsers en ov

Om aan dat doel bij te dragen zullen de provincie Utrecht en Amersfoort de verkeersregelapplicatie Flowtack installeren op het drukke traject Maatweg-N199. Langs de route staat het Meander Medisch Centrum, met een belangrijke regionale functie. Ook is de Brandweerpost Amersfoort-Centrum vlakbij en ligt er een snelfietsroute waarvan veel scholieren gebruikmaken. De uitdaging is dus om het autoverkeer soepel af te wikkelen, maar tegelijk voldoende prioriteit te geven, inclu-

sief groene golven, aan hulpdiensten, openbaar vervoer en groepen fietsende scholieren. Hulpdiensten gaan daarbij uiteraard voor: als er een ambulance uitrukt zal deze, net als de andere hulpdiensten, absolute prioriteit krijgen boven het ov en het overige verkeer. Dat kan betekenen dat automobilisten iets langer moeten wachten, maar ze kunnen dan via bijvoorbeeld de Flitsmeister-app worden geïnformeerd over de reden van het wachten.

In totaal worden vier kruispunten voorzien van Flowtack. De komende tijd start het ombouwen van de conventionele verkeersregelinstanties naar intelligente verkeersregelinstanties (iVRI's), waaraan vervolgens Flowtack wordt gekoppeld.

Dankzij de real-time informatie-uitwisseling tussen weggebruikers en verkeerssystemen

kan Flowtack snel en continu de optimale verkeersregeling genereren.

Samen ervaring opdoen

Het aansturen van verkeerssystemen vanuit de cloud is relatief nieuw. Flowtack heeft op verschillende locaties al kortere reistijden, korter wachten voor fietsers en auto's, minder voertuigverliesuren én lagere kosten weten te realiseren. Daarom willen wegbeheerders van de provincie Utrecht en de gemeente Amersfoort er ook in Midden-Nederland mee aan de slag, om zo ervaring op te doen.

Goedopweg, de gemeente, de provincie en Royal HaskoningDHV zullen de komende tijd daarom nauw samenwerken. Royal HaskoningDHV deelt expertise en ondersteunt gemeente en provincie bij het realiseren van hun mobiliteitsvisie. Wegbeheerders krijgen inzicht in de technologie van Flowtack en aan alle mogelijkheden om zelf 'aan de knoppen' te zitten.

Meer info:

andrew.roos@rhdhv.com

NDW Data Science Society start projecten MLOps en IDEA

De NDW Data Science Society is deze zomer twee onderzoeksprojecten begonnen. In MLOps is een nieuwe, op machine learning gebaseerde ontwikkelomgeving ontwikkeld. In IDEA werken dataspecialisten aan een algoritme dat geplande afsluitingen van wegen controleert.

Als Dataportaal voor Wegverkeer verzamelt, verwerkt en gebruikt NDW grote hoeveelheden data. De data worden doorgeleverd via het National Access Point, maar ze worden ook ingezet voor onderzoek en analyse binnen de NDW Data Science Society, NDSS. In de NDSS werken geselecteerde marktpartijen samen met NDW aan specifieke opdrachten en uitdagingen. De society streeft daarbij naar kennisuitwisseling tussen alle deelnemers.

Machine Learning

Afgelopen zomer zijn binnen NDSS twee nieuwe projecten gestart. Als eerste MLOps: samen met D-fine GmbH heeft NDW een cloud-based ontwikkelomgeving opgezet, die grotendeels rust op *machine learning*. Het doel was om een systeem in te richten waarin meerdere partijen makkelijker én slimmer kunnen werken met de binnen NDW beschikbare data, gebruikmakend van herbruikbare processen en de kracht

van machine learning. Dat dit is gelukt, toont het eerste pilotproject op deze MLOps-omgeving. Met relatief weinig inspanning was het mogelijk software te schrijven die zeer nauwkeurig files op de A12 tussen Arnhem en de Duitse grens voorspelt.

Nauwkeurigere afsluitingsinformatie

Het tweede project is IDEA, geïnitieerd door gemeente Amsterdam (trekker), gemeente Den Haag, provincie Noord-Holland en Rijkswaterstaat. Het doel van IDEA is om verkeersdata over afsluitingen met een hogere betrouwbaarheid en kwaliteit uit te wisselen. Hiervoor ontwikkelen de NDSS'ers DAT.mobility, Lynxx en MAPtm algoritmes die op basis van *floating car data* bepalen of geplande afsluitingen van wegen daadwerkelijk worden gerealiseerd. Na de check wordt de afsluitingsinformatie inclusief de resultaten van het algoritme gedeeld met serviceproviders, zodat die de informatie in hun navigatiesystemen kunnen gebruiken. Het doel is het algoritme breder in te zetten en voor meer potentiële afnemers beschikbaar te maken.

Meer info:

ruud.vanden.dries@ndw.nu

Individu centraal in nieuwe generatie verkeersmodellen van Goudappel

Na Almere hebben ook Zwolle, de regio Drechtsteden en de regio Midden-Holland gekozen voor de nieuwste generatie verkeersmodellen van Goudappel: OmniTRANS Horizon. Dit jaar wordt voor hen een nieuw strategisch verkeersmodel opgesteld dat nadrukkelijk rekening houdt met het veranderende mobiliteitsgedrag.

Goudappel speelt met deze nieuwe generatie verkeersmodellen in op de behoefte van beleidsmakers aan inzicht in (= het modelleren van) het mobiliteitsgedrag van diverse doelgroepen. Waar tot enkele jaren geleden de focus lag op 'de zakelijke reiziger en de forens in de file', wordt er nu veel meer rekening gehouden met *brede welvaart*. Met andere woorden, mobiliteit die bijdraagt aan een leefbare omgeving en aan de ontplooiing van iedereen. De nieuwste generatie verkeersmodellen

van Goudappel biedt beleidsmakers de tools om juiste die breedte in het mobiliteitsbeleid te vangen.

Individueel gedrag

De kern van elk verkeersmodel is de wijze waarop je een herkomst-bestemmingsmatrix opstelt. Omdat verplaatsingsgedrag steeds minder homogeen is, gaat OmniTRANS Horizon uit van een zogenoemde microbenadering. Dat betekent dat er niet met 'gemiddeld gedrag' wordt gewerkt, zoals de meer traditionele modellen doen, maar dat alle verplaatsingen van elk individu worden gemodelleerd. Zo kunnen overheden beleidsmaatregelen voor specifieke doelgroepen onderzoeken, zoals meer ruimte voor fietsers en voetgangers, parkeren in hubs enzovoort.

Interessant is verder de wijze waarop OmniTRANS Horizon dat individuele gedrag mo-

delleert. Zogenaamde *agent based* modellen werken ook op individueel niveau, maar ze leunen daarbij op kansberekeningen. Hierdoor kunnen de uitkomsten tussen varianten verschillen zonder dat dit door de modelinvoer wordt verklaard. De specialisten van Goudappel en het aan Goudappel gelieerde DAT.mobility is het gelukt om op individueel niveau te modelleren zonder deze zogenaamde statistische ruis.

Oplevering

Almere werkt al sinds deze zomer met OmniTRANS Horizon. De modellen voor Zwolle, Drechtsteden en Midden-Holland worden medio 2022 opgeleverd.

Meer info:

bpossel@goudappel.nl

Technolution realiseert betere doorstroming van lightrailtrams in San Francisco

TNL, de Amerikaanse tak van Technolution uit Gouda, heeft in San Francisco een betere doorstroming gerealiseerd voor de lightrailtrams op 3rd Street, een van de drukste corridors van de stad. Bij het innovatieve pilotproject zijn onder meer intelligente sensoren en software-simulaties ingezet. De resultaten worden door San Francisco's Traffic Engineers beschreven als "dramatic improvements".

De pilot is met Amerikaanse partners uitgevoerd in opdracht van de SFMTA, de transportautoriteit in San Francisco. Behalve lightrailtrams gaan er veel bussen, auto's, fietsers en voetgangers door 3rd Street. Er liggen een stadion en een groot ziekenhuis aan. De corridor heeft tien kruispunten met verkeerslichten en er zijn vier tramhaltes. Doordat de verkeerslichten op vaste groen- en roodperiodes werkten, stonden lightrailtrams vaak lang stil op de halte en voor rode verkeerslichten.

In de pilot zet TNL de FlowCube in. Deze veelzijdige verkeerssensor is voorzien van intelligente algoritmes. In San Francisco detecteert de FlowCube twee dingen: de drukte op



de tramperrons en het moment dat de deuren van de tram sluiten. Het andere verkeer wordt nauwkeurig in beeld gebracht met LiDAR's (lasersensoren). De data van de FlowCubes en LiDAR's zijn de input voor simulaties van de verkeersstromen. Slimme algoritmes van MobiMaestro Flow wegen de prioriteiten van de verschillende modaliteiten af en sturen continu de verkeerslichten aan voor de beste doorstroming.

Wachttijden 73 procent korter

Dankzij het systeem zijn de wachttijden van de lightrailtrams 73 procent korter geworden

waardoor de passagiers een grote verbetering ervaren en de SFMTA de mogelijkheid krijgt om minder trams in te zetten, terwijl dezelfde schema's gehandhaafd blijven (kostenbesparing). Met de FlowCube, de simulaties en MobiMaestro Flow levert TNL een cruciale bijdrage aan de pilot. Voor de stad San Francisco is deze vorm van geïntegreerd verkeersmanagement een succesvolle primeur.

Meer info:

tom.de.groot@technolution.nl

T&ML maakt plan verkeersinfrastructuur voor Hasselts ziekenhuis

In de regio Hasselt komt het nieuwe Jessa Ziekenhuis. De bedoeling is dat meer dan 3000 werknemers gebruik gaan maken van de nieuwbouw in de zone tussen de Hasseltse ring en de autosnelweg Antwerpen-Luik. Door de verhuizing zal ook de multimodale verkeersstructuur in het zuiden van Hasselt moeten worden aangepast. Transport & Mobility Leuven, T&ML, is gevraagd hiervoor een Masterplan op te stellen.

T&ML zal voor dit Masterplan de verplaatsingen van en naar de nieuwe locatie kwantificeren en inschatten wat dan de parkeerbehoeften zijn. Ook werkt het bureau de nieuwe verkeersstructuur uit, voor zowel de grotere omgeving van het nieuwe ziekenhuis als voor de nieuwe lo-

kale multimodale 'knoop' waar de specifieke verkeersstromen van het ziekenhuis worden bijeengebracht. T&ML zal daarbij de functionering van de belangrijke ovonde, die toegang geeft tot de verschillende ziekenhuisfuncties, operationeel evalueren en optimaliseren.

Ten slotte zal een *mobilitateffectenrapportage* voor het project worden opgemaakt. Voor deze rapportage zal T&ML de verschillende opties voor de multimodale toegankelijkheid evalueren en optimaliseren, en ook flankerende maatregelen definiëren. Dit alles vormt een onderdeel van de vergunningsaanvragen die Hasselt en het ziekenhuis zullen indienen.

Meer info: dirk.engels@tmleuven.be

Slim systeem zal bouwverkeer olympisch atletendorp 2024 in goede banen leiden

Het Gentse mobiliteitsbedrijf Be-Mobile is gevraagd een vlootbeheersysteem te ontwikkelen voor de bouw van het atletendorp voor de Olympische Spelen 2024 in Parijs. Met deze toepassing kan Parijs de naar schatting 400 vrachtwagens die dagelijks door de stad zullen rijden, over hun hele traject begeleiden.

Solideo, de overheidsorganisatie die verantwoordelijk is voor de infrastructuur van de Olympische Spelen van Parijs, heeft in mei 2021 het Franse bedrijf Mobility by Colas aangesteld om de 'last mile' logistieke stromen voor de bouw van het olympische atletendorp te organiseren. Een van de tools die het bedrijf hierbij inzet, is het vlootbeheersysteem van Be-Mobile, inclusief de *driver companion*-applicatie. Hiermee wil Mobility by Colas de 'bouwverkeershinder' in het toch al drukke centrum van Parijs tot een minimum beperken.

Hoe het werkt

Elk bouwbedrijf dat meewerkt aan de bouw van het atletendorp, zal worden gevraagd de Truckmeister-app te gebruiken. Deze applicatie koppelt de vrachtwagenchauffeurs aan het platform van Mobility by Colas. Het bedrijf weet zo exact waar en met welke snelheid de verschillende vrachtauto's rijden.

Voordat de vrachtwagens Parijs binnenrijden, worden ze eerst naar een wachtparking geleid. De Truckmeister-app geeft aan wanneer ze de wachtparking mogen verlaten om hun tijdslot in het atletendorp te halen. De routenavigatie op de app leidt het bouwverkeer vervolgens via drie tot vijf zorgvuldig geselecteerde routes het atletendorp binnen, waardoor de impact op het overige verkeer tot een minimum wordt be-



perkt. De reistijden voor de verschillende routes worden ook op digitale borden op de wachtparkings weergegeven. In het ideale scenario komt en vertrekt iedereen op precies het juiste moment, strevend naar een perfect geoliede machine.

De oplossing met Truckmeister die Mobility by Colas inzet, is voor het bedrijf een erg interessante: ze kan op maat worden gemaakt voor elk project, ongeacht de omvang.

Meer info: gerd.nees@be-mobile.com

Verbeterde informatie voor routekeuze A4/A13

Het samenwerkingsverband BEREIK! probeert op korte termijn het oponthoud bij congestieknelpunten in het netwerk te verbeteren met *Moving Traffic*. Dit is een datagedreven agile aanpak gericht op het experimenteel optimaliseren van systeeminstellingen. Een van de knelpunten die de organisatie op het vizier heeft, is de A4 richting Rotterdam in zuidelijke richting rondom de Ketheltunnel. Arane Adviseurs is gevraagd om BEREIK! hierbij te ondersteunen.

Voor het noord-zuidverkeer vanuit Den Haag heeft het verkeer bij knooppunt Ypenburg de keuze om via de A4 of de A13 naar Rotterdam te rijden. Vooral wanneer het tunneldoseren van de Ketheltunnel actief is, is het vaak sneller om via de A13 te rijden. De (instantane) reistijden die momenteel worden getoond boven de weg houden er echter geen rekening mee dat files snel aangroeien. De daadwerkelijk gereden reistijden

kunnen daarom anders zijn dan getoond. Betere routeinformatie kan er toe leiden dat de route via de A13 eerder wordt ingezet en het knelpunt rond de Ketheltunnel wordt ontlast.

BEREIK! wil met anticiperend verkeersmanagement de informatie die op de DRIP's wordt getoond verbeteren. Arane is gevraagd om te ondersteunen bij het ontwikkelen en implementeren van deze aanpak. De bedoeling is dat de congestie stroomafwaarts van de Ketheltunnel wordt gemonitord; wanneer deze terug dreigt te slaan richting de Ketheltunnel zal dit alvast in de reistijdinformatie op de DRIP's worden verwerkt. Op basis van de data-analyse verwachten BEREIK! en Arane 35 procent meer verkeer om te leiden dan met het huidige systeem.

Meer info:

bob.dodemont@obligato.nl, e.smits@arane.nl



Technolution
Move

Wat weet u van uw grootste groep weg- gebruikers?

Aantallen. Reistijden. Routekeuzes. In de verkeersstromen van motorrijtuigen heeft u veel inzicht. Hoe waardevol zou het zijn als u dezelfde, betrouwbare data ook over voetgangers en fietsers zou hebben?

Met Technolution FlowCube kan het. Eenvoudig en met gewaarborgde privacy.

www.technolution.com/flowcube



Redefining
solutions