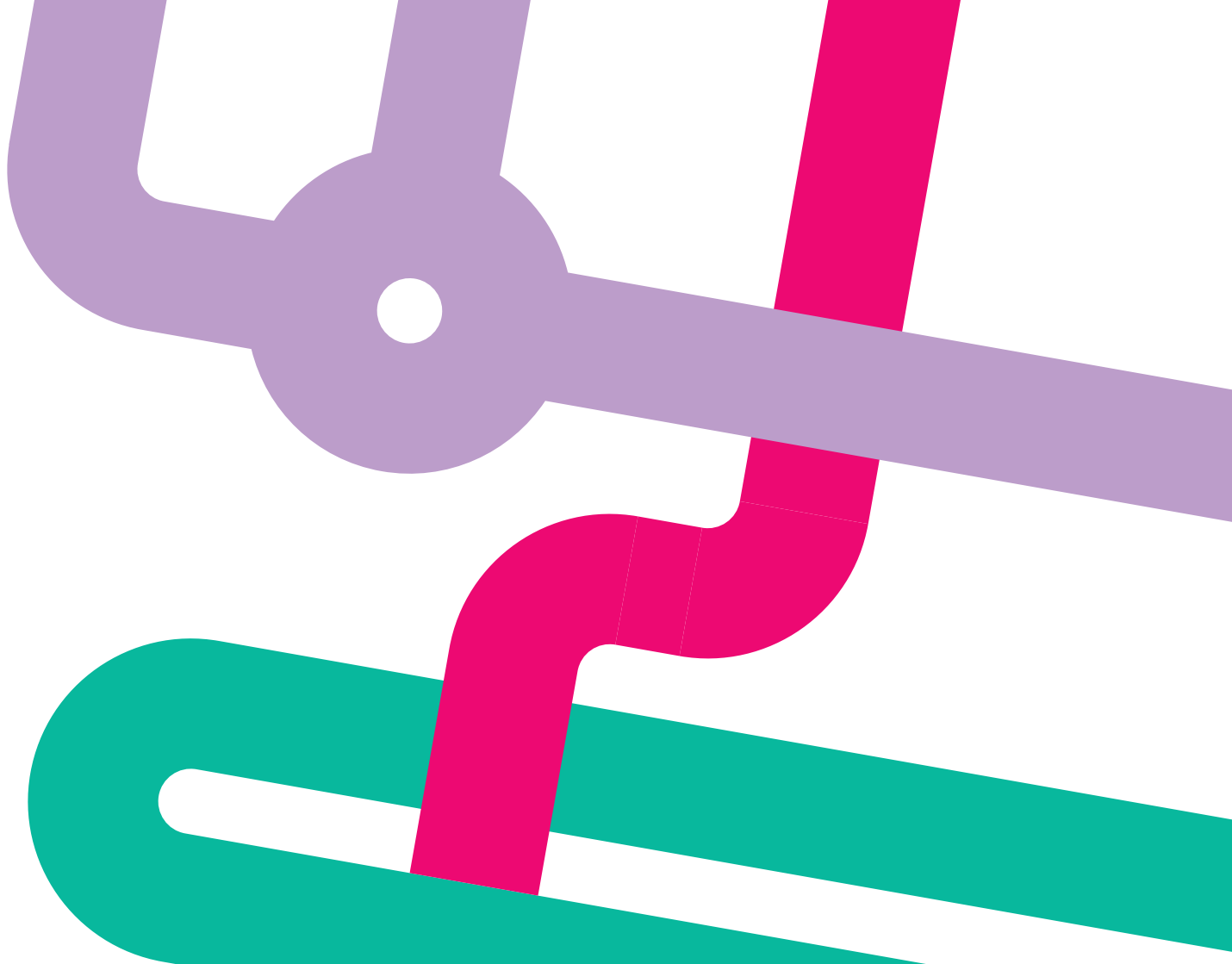


Verkeer in Nederland 2022



TrafficQuest
CENTRE FOR EXPERTISE ON TRAFFIC MANAGEMENT



Inhoud.

Voorwoord	4		
1. De verkeersafwikkeling in Nederland	8	2.3. Gedragsbeïnvloeding in het verkeer	40
1.1. Verkeersafwikkeling in cijfers	9	2.4. Stedelijke mobiliteit: sturen op leefbaarheid	52
1.2. Verkeersveiligheid in cijfers	15	2.5. Fysische vs. datagedreven modellen	54
1.3. Luchtkwaliteit in cijfers	16	2.6. Robuustheid van verkeersnetwerken	58
1.4. Samenvatting	19		
2. De thema's van 2022	26	3. Nieuwe ontwikkelingen in onderzoek	70
2.1. Brede welvaart en verkeersmanagement	27	3.1. Relevant promotieonderzoek	71
2.2. Het effect van verplichte rijhulpsystemen	32	3.2. Congressen en symposia	78



4. Pilots smart mobility en verkeersmanagement	84
4.1. ENSEMBLE	85
4.2. SHOW	86
4.3. Code the Streets	88
4.4. MaaS-programma en de MaaS Leeromgeving	90
4.5. ROMO	92
4.6. TKI NL Smart Mobility	94

5. Programma's en samenwerkingsverbanden	98
5.1. CCAM Association	99
5.2. Landelijk Verkeersmanagement-beraad	100
5.3. Nationaal Toegangspunt Mobiliteitsdata	102
5.4. Nationaal Groeifonds	104
Over TrafficQuest	106
Colofon	107

Voorwoord.

We zijn alweer beland bij de negende uitgave van Verkeer in Nederland. We kijken hierin terug op 2021, het tweede jaar van de coronapandemie. Zo'n beetje het hele jaar stond in het teken van het virus en de maatregelen om het virus te beteugelen. Die hadden, net als in 2020, een forse impact op onze mobiliteit. Wat dat aangaat is ook 2021 een *atypisch* jaar.

In het eerste kwartaal van 2022 is het virus gaan liggen en was er van een crisis geen sprake meer. Deze maand, oktober, leek er een nieuwe golf in de maak, maar tot op heden is het weinig alarme-rends. Ook wat het verkeer betreft zijn we terug op niveau van vóór corona. Maar zijn we daarmee weer beland in de *typische* jaren? We betwijfelen het. De coronacrisis was nog niet voorbij of in februari begon de *Oekraïne*crisis. Die staat droevig genoeg garant voor heel veel menselijk leed, maar – we beperken ons tot ons vakgebied

– de oorlog heeft ook z'n impact op de mobiliteit in Nederland. Benzineprijzen zijn fors gestegen en meer in het algemeen ligt een Europese recessie op de loer. En oh ja, ondertussen hebben we nog een stikstofcrisis, een klimaatcrisis, een woningcrisis en een crisis op de arbeidsmarkt, alle met op z'n minst enig dwarsverband met mobiliteit. Het zou dus zomaar kunnen dat we ook in de komende edities van Verkeer in Nederland terug moeten kijken op atypische jaren.

Dat maakt het des te belangrijker om goed te leren van alle crises. In deze bijdrage doen we dat door de verkeer- en vervoercijfers van 2021 op een rij te zetten en waar mogelijk te duiden. Zie hiervoor hoofdstuk 1. Ook bespreken we de thema's 'die ertoe doen'. Tijdens de coronacrisis is wel duidelijk geworden dat onze gebruikelijke fysische modellen minder geschikt zijn om nieuwe ontwikkelingen,



zoals thuiswerken, mee te nemen. Het is daarom interessant stil te staan bij wat *datagedreven* modellen kunnen betekenen – zie paragraaf 2.5. Met het oog op de klimaatcrisis, die gepaard zal gaan met extremer weer, kan het ook geen kwaad om werk te maken van de *robuustheid* van onze vervoersnetwerken. Zie hiervoor paragraaf 2.6.

Meer in het algemeen zijn crises ook de momenten om ons te bezinnen op wat echt van waarde is. In dat verband is het interessant dat *brede welvaart* ineens een buzzword van jewelste is in ons vakgebied. We zijn er massaal achter gekomen, dat mobiliteit niet alleen bij moet dragen aan bijvoorbeeld bereikbaarheid, maar dat ook gezondheid en leefomgeving factoren van belang zijn. Als Traffic-Quest hebben we deze discussie ondersteund met een *challenge* – zie paragraaf 2.1. Maar het thema brede welvaart kwam ook volop

terug in de congressen, zie hoofdstuk 3, en zelfs in een programma als het Nationaal Groeifonds, zie 5.4.

Laten we hopen dat het niet bij *buzz* alleen blijft en dat we ons verkeer- en vervoerssysteem een nieuwe duurzame, gezonde en leefbare weg kunnen laten inslaan. Verkeersmanagement en -informatie zal in zo'n systeem zeker een rol blijven spelen. Wat ook niet verandert, is dat we ons in zo'n transitie zullen moeten blijven baseren op theoretische en meer operationele kennis. Precies daaraan hopen we met deze uitgave een bijdrage te leveren. Een verkeerskundige terugblik op 2021, een overzicht van de thema's van het moment, een overzicht van de nieuwste onderzoeken, pilots en programma's – met één uitgave bent u weer bij!

Henk Taale & Isabel Wilmink, oktober 2022





De verkeersafwikkeling in Nederland.

Op het moment van schrijven lijkt het erop dat het ergste van corona achter ons ligt. Zo'n beetje alle coronamaatregelen zijn weer teruggedraaid en we hebben zowaar een normale zomer achter de rug. Maar in 2021 was het virus nog zeer nadrukkelijk aanwezig. Wat betekende dat voor onze mobiliteit? In dit hoofdstuk nemen we de cijfers van vorig jaar door – over de verkeersafwikkeling, de verkeersveiligheid en de uitstoot door verkeer.

In 2021 drukte de coronapandemie nog altijd een flinke stempel op het dagelijks leven in Nederland. Een blik op [figuur 1](#) zegt wat dat betreft genoeg. De grafiek toont het aantal door coronapatiënten bezette IC-bedden in 2020 en 2021 [1], maar ook de zogeheten COVID-19-beperkingenindex [2]. Deze index geeft weer hoe strikt het overheidsbeleid is ten aanzien van de coronapandemie en in welke mate er beperkingen worden opgelegd: hoe hoger de waarde, hoe strikter het beleid. De index is samengesteld uit negen ‘deelindices’ over de regels voor scholen, werkplaatsen, openbare evenementen, samenscholingen en openbaar vervoer en de verplichtingen met betrekking tot thuisblijven, binnenlandse reisebewegingen en internationale reizen. Ook publiciteitscampagnes zijn in de index meegenomen. [Figuur 1](#) laat goed zien dat het beleid soms *reageert* op de ontwikkelingen en soms *anticipeert*. Maar vooral is duidelijk dat Nederland in 2021 vaak behoorlijk ‘beperkt’ werd.

Veel van de coronamaatregelen zijn van grote invloed geweest op de mobiliteit van personen en goederen. Over het geheel genomen was de impact iets minder groot dan in 2020, maar nog steeds aanzienlijk. In de volgende paragrafen bespreken we de 2021-cijfers over respectievelijk de verkeersafwikkeling, verkeersveiligheid en luchtkwaliteit.

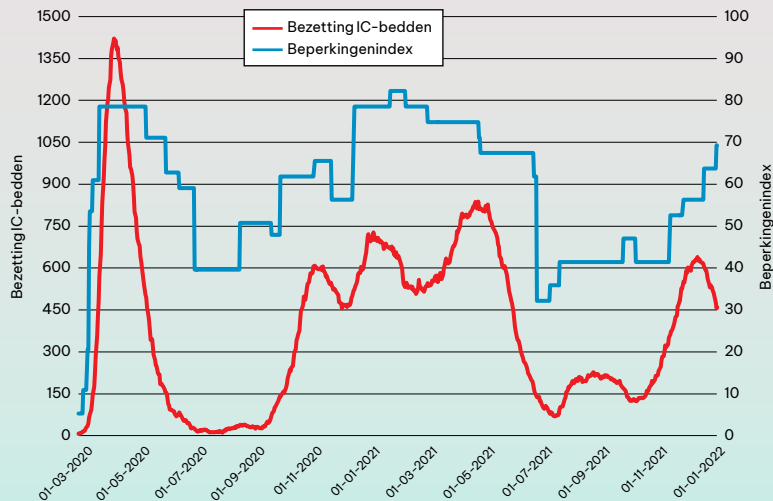
1.1. Verkeersafwikkeling in cijfers

Ontwikkelingen hoofdwegenet

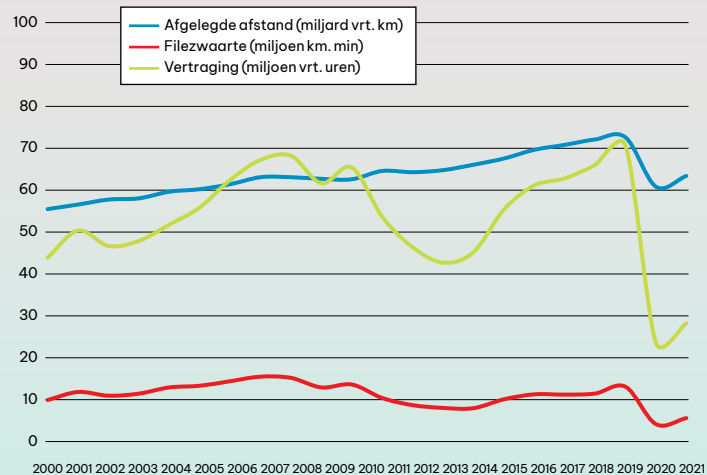
Vergeleken met 2020 hebben we in 2021 iets meer voertuigkilometers op het hoofdwegenet afgelegd [3]. De toename bedroeg ongeveer 4%, wat overeenkomt met 2,6 miljard voertuigkilometers. Daarmee ligt 2021 nog wel 13% onder het niveau van 2019.

Vergelijken we 2021 met het ‘basisjaar’ 2000, dan is het aantal voertuigkilometers 14% hoger. In 2020 was dat +10% en in 2019 zelfs nog +31% ten opzichte van 2000.

Iets meer verkeer betekent vanzelf meer file. Zoals we in onze vorige uitgave hebben laten zien, is er een sterk verband tussen afgelegde afstand en vertraging: een klein beetje meer verkeer leidt al snel tot veel meer files en vertraging. Nu is dat voor 2021 gelukkig meegevallen, zoals [figuur 2](#) laat zien. Ten opzichte van 2020 is de totale vertraging nog wel 20% hoger. Vergeleken met 2019 is er juist een forse afname, namelijk 60%. Dit komt goed overeen met de 57% die de ANWB publiceerde [4].



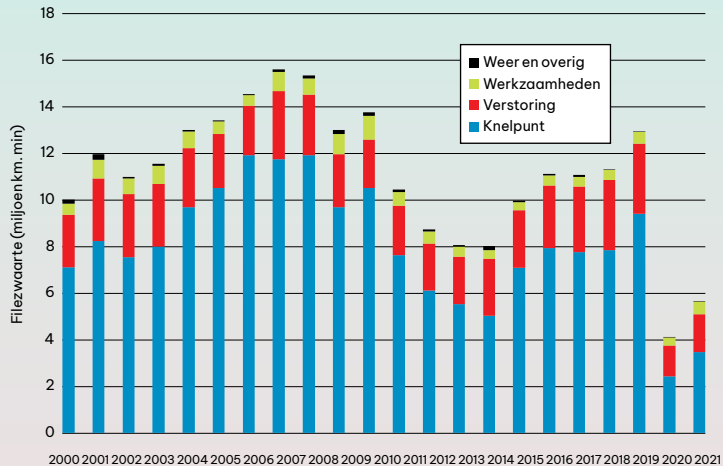
Figuur 1: Bezetting IC-bedden en COVID-19-beperkingenindex (bron: LCPS en Our World in Data).



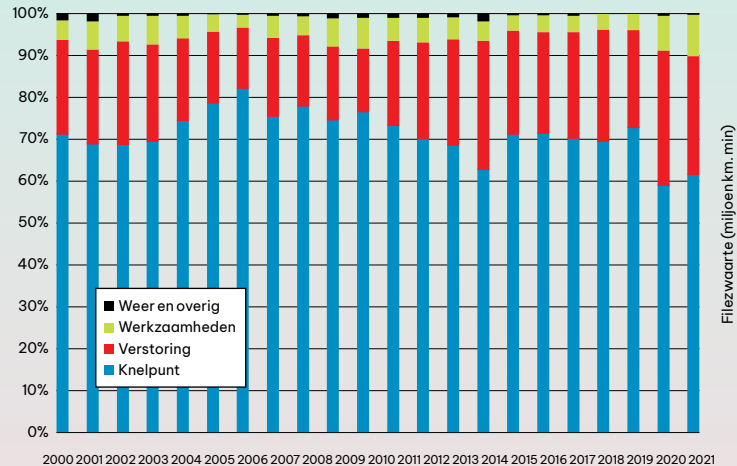
Figuur 2: Indicatoren hoofdwegennet (bron: Rijkswaterstaat).

Figuur 3 en figuur 4 betreffen de oorzaken van files. De files zijn voor alle oorzaken iets toegenomen, maar de relatieve toename was het grootst voor *knelpunten*: van 58,9% naar 61,4%. Dat was 72,7% in 2019. Ook de toename voor *werkzaamheden* was relatief groot:

van 8,3% naar 9,8%. Ter vergelijking: in 2019 was dat aandeel 3,9%. Het aandeel files door *verstoringen* is in 2021 gedaald: van 32,2% naar 28,4%. In 2019 was die oorzaak goed voor 23,2%.



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



Figuur 4: Filezwaarte naar oorzaak, relatief (bron: Rijkswaterstaat).

De File Top 10 van 2021 kent in vergelijking met 2020 enkele verschuivingen – zie [tabel 1](#). Het traject op de A20 tussen Rotterdam-Schiebroek en Terbregseplein blijft het meest filegevoelig. Opvallende stijger is de A27 tussen Lexmond en Noordeloos. Ook op de

A4 tussen Den Haag en Rotterdam is de situatie verslechterd. Dat heeft deels te maken met de files tussen Pernis en het Beneluxplein: die veroorzaken terugslag naar de Ketheltunnel. Daar wordt dan tunneldosering toegepast, wat veel vertraging oplevert.

De gemeten filezwaarte voor de File Top 10 voor de periode 2017-2021 geven we weer in [figuur 5](#). Alle knelpunten zijn in 2021 gestegen ten opzichte van 2020, maar het niveau van 2019 wordt nog zeker niet gehaald. Verhoudingsgewijs vond de grootste toename plaats op de A27 tussen Lexmond en Noordeloos (knelpunt 2) en op de A50 tussen Arnhem en Oss (knelpunt 10). Voor beide knelpunten geldt dat de filezwaarte in 2021 ongeveer drie keer zo groot was als in 2020.

Het is niet verwonderlijk dat ook de reistijdindex van TrafficQuest een lichte stijging laat zien – zie [figuur 6](#). De reistijdindex zegt iets over de gemiddelde extra reistijd in vergelijking met een rit zonder vertraging. In 2021 steeg deze index ten opzichte van 2020 met 0,6 procentpunt naar 4,5%. Dit betekent dat een willekeurige rit die exact een uur zou moeten duren (over het hele etmaal gezien), in 2021 2 minuten en 42 seconden langer uitviel. Dat is nog altijd een stuk beter dan in 2019, met een reistijdindex van 9,7% oftewel 5 minuten en 49 seconden extra op een uur reizen.

Ontwikkelingen stedelijk wegennet

De Traffic Index van TomTom laat voor stedelijke netwerken hetzelfde beeld zien: een lichte stijging ten opzichte van 2020 [5]. Dat geldt overigens niet voor alle steden – zie [figuur 7](#). Ook in deze index wordt het niveau van 2019 nog niet gehaald.

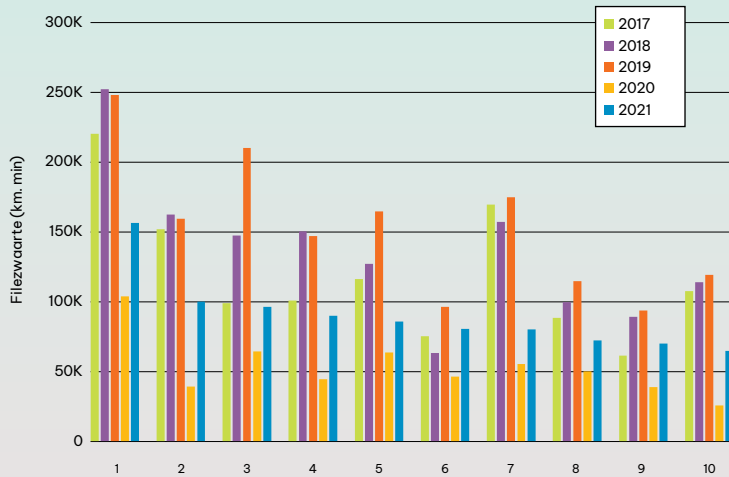
De Global Traffic Scorecard van INRIX ziet er net wat anders uit [6]. INRIX hanteert een getal voor het aantal vertragingen. Deze

Positie	Weg	Traject van	Traject naar	Koplocatie
1 (1)	A20	Hoek van Holland	Gouda	tussen R'dam Schiebroek en Terbrugseplein
2 (10)	A27	Utrecht	Gorinchem	tussen Lexmond en Noordeloos
3 (2)	A1	Amsterdam	Apeldoorn	tussen Hoewelaken en Barneveld
4 (9)	A4	Den Haag	Rotterdam	tussen Ketheltunnel en Kethelplein
5 (3)	A20	Gouda	Hoek van Holland	tussen Moordrecht en Nieuwerkerk a/d IJssel
6 (8)	A20	Gouda	Hoek van Holland	tussen R'dam - Crooswijk en R'dam - Schiebroek
7 (4)	A20	Hoek van Holland	Gouda	tussen Nieuwerkerk a/d IJssel en Moordrecht
8 (5)	A16	Breda	Rotterdam	tussen Rotterdam - Alexander en Terbrugseplein
9 (11)	A4	Den Haag	Rotterdam	tussen Pernis en Beneluxplein
10 (14)	A50	Arnhem	Oss	tussen Ewijk en Bankhoef

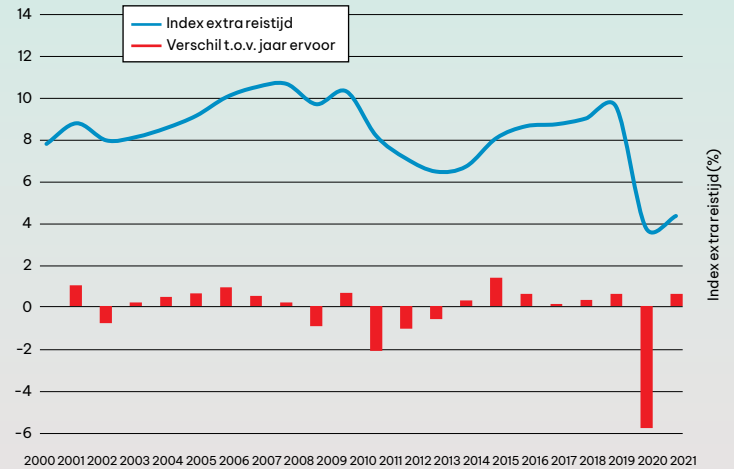
Tabel 1: De File Top 10 van 2021.

index is daarmee anders dan die van TomTom, maar in principe zou de ontwikkeling dezelfde kant op moeten wijzen. Uit [figuur 8](#) blijkt dat voor Rotterdam, Den Haag en Groningen de indices inderdaad dezelfde richting hebben, maar voor de andere steden weer niet. Het blijft lastig deze indices goed te interpreteren.

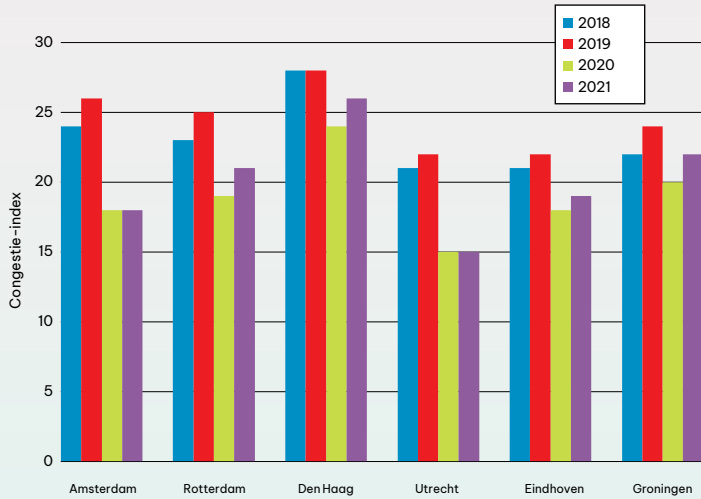
Al met al is wel duidelijk dat ook in de stedelijke gebieden de vertraging is toegenomen.



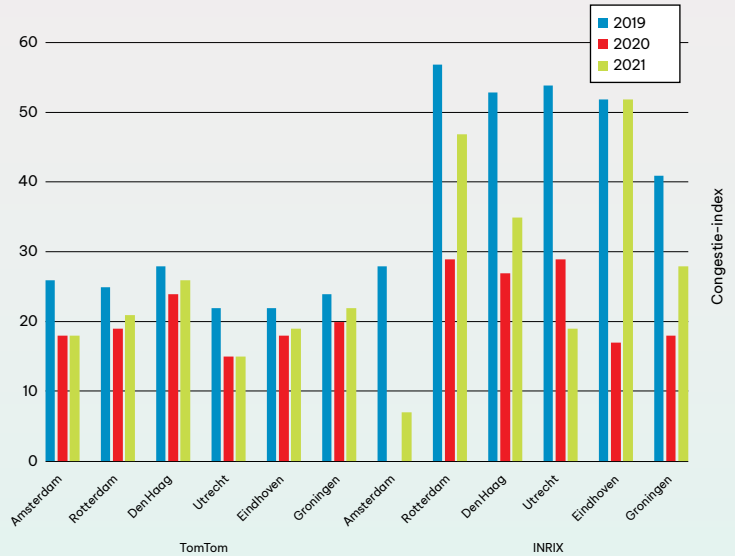
Figuur 5: De ontwikkeling van de filewaarde van de File Top 10, van 2017 tot 2021.



Figuur 6: Reistijdindex voor het hoofdwegennet (bron: Rijkswaterstaat en TrafficQuest).



Figuur 7: Congestie-index voor stedelijke netwerken (bron: TomTom).



Figuur 8: Indices voor verschillende steden (bron: TomTom & INRIX).



1.2. Verkeersveiligheid in cijfers

In 2021 werd er meer gereden dan in 2020, maar het aantal verkeersdoden nam gelukkig opnieuw af: het aantal daalde tot 582, 28 minder dan in 2020 [7]. In 2019 waren er nog 661 dodelijke slachtoffers te betreuren, dus we kunnen wel stellen dat de coronapandemie – of beter gezegd: de beperkende maatregelen – een stevig effect hebben gehad.

Als we inzoomen en de cijfers opsplitsen naar modaliteit, dan zien we bij *fietsers* en *personenauto's* een forse afname met respectievelijk 22 en 20 verkeersdoden. Bij *brom- en snorfietzen* en *brom-mobielen* steeg het aantal juist, met 14 [8]. Wat de fiets betreft is er de laatste jaren trouwens geen lijn te ontdekken in de cijfers: 2019 kende een afname (-25), 2020 weer een toename (+26) en in 2021 dus opnieuw een daling in het aantal verkeersdoden (-22). Het is niet duidelijk hoe dat komt.

Als we de cijfers opsplitsen naar leeftijdscategorieën dan is er over de hele linie sprake van een duidelijke daling, behalve bij de jongeren van 15-20 jaar (+9) en bij senioren van 80 jaar en ouder (+9).

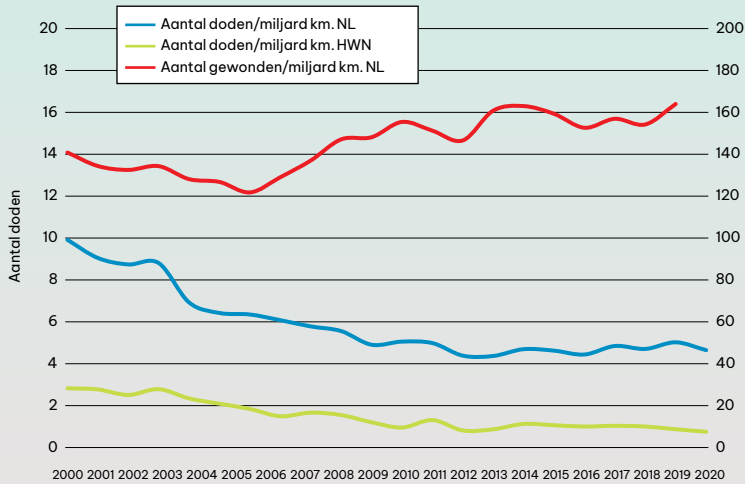
Het aantal verkeersdoden op het hoofdwegennet ging van 58 naar 53; dat waren er in 2019 nog 79. Dat heeft voor een belangrijk deel te maken met de daling van het aantal gereden kilometers op het hoofdwegennet. Kijken we naar het aantal doden per gereden kilometer, geldend voor alle wegen in Nederland, dan zien we in 2021

eveneens een afname – in 2020 was dit relatieve cijfer nog gestegen. Zie [figuur 9](#). Het 2021-cijfer is (net) lager dan dat van 2018 en 2019. Voor specifiek het hoofdwegennet geldt ook dat in 2021 het aantal verkeersdoden per gereden kilometer afnam.

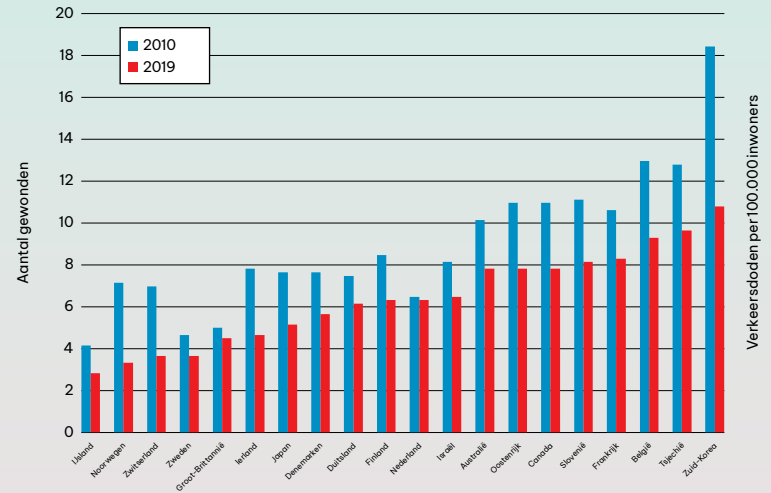
Dan het aantal gewonden. De cijfers van 2021 zijn nog niet bekend, maar in 2020 daalde het aantal met bijna 8% tot 19.700 [9]. Omdat er in 2020 veel minder kilometers zijn gereden, is er wel een relatieve stijging van ongeveer 10 gewonden per miljard gereden kilometers.

Door de coronapandemie wijkt de internationale rapportage van 2021 [10] af van voorgaande edities. Zo zijn de cijfers over de verkeersdoden per miljard gereden kilometers niet compleet. Vandaar dat we dit keer de vergelijking maken tussen de verschillende landen op basis van de verkeersdoden per 100.000 inwoners – zie [figuur 10](#). Op deze ranglijst staat Nederland op een met Finland gedeelde tiende plaats. In 2010 was dat nog een vierde plaats.





Figuur 9: Ontwikkeling relatieve aantal verkeersdoden en ernstig gewonden (bron: Rijkswaterstaat en CBS).



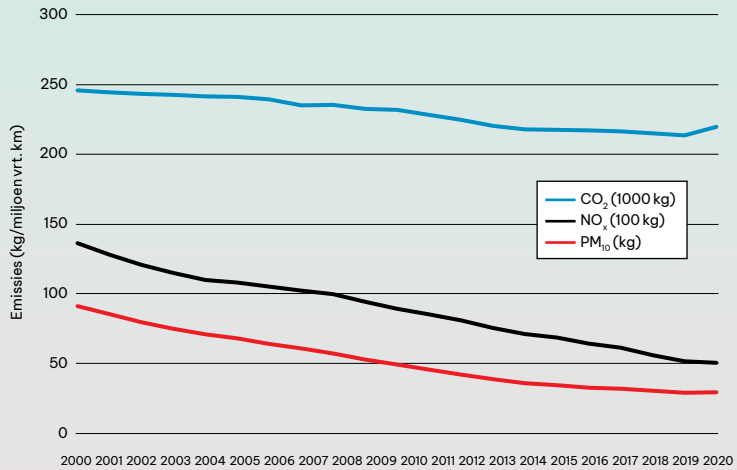
Figuur 10: Internationale vergelijking verkeersdoden per miljard kilometers (bron: IRTAD).

1.3. Luchtkwaliteit in cijfers

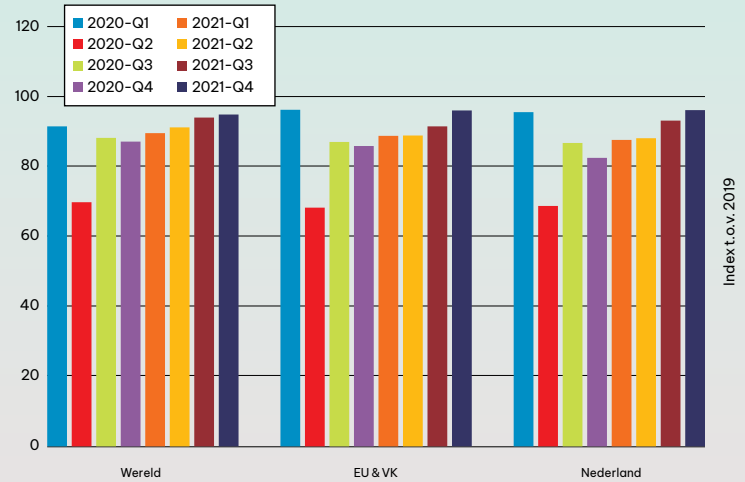
De cijfers voor de uitstoot van NO_x , PM_{10} en CO_2 door het wegverkeer zijn voor 2021 nog niet bekend. Maar van het eerste coronajaar 2020 weten we inmiddels dat ze in absolute zin fors daalden: NO_x met 15%, PM_{10} met 13% en CO_2 met 11%. Omdat er minder kilometers gereden werden, was de relatieve daling wel kleiner dan in voorgaande jaren. Voor CO_2 was er per gereden kilometer zelfs sprake van een stijging van 3% [11]. Zie ook [figuur 11](#).

Kijken we wat breder naar *transportgerelateerde emissies* – dat betreft dus niet slechts wegverkeer – dan krijgen we het beeld van [figuur 12](#). Deze figuur toont de transportgerelateerde CO_2 -emissie per kwartaal wereldwijd, voor EU plus Verenigd Koninkrijk en voor alleen Nederland. Duidelijk is dat de transportuitstoot in 2020 en 2021 veel minder is dan in 2019. Voor Nederland lag de uitstoot in 2020 ongeveer 17% lager en in 2021 ongeveer 9% lager [12].





Figuur 11: Ontwikkeling van emissies (bron: CBS).



Figuur 12: CO₂-emissie door transport (bron: Carbon Monitor).



1.4. Samenvatting

Ook in het tweede jaar van de coronacrisis blijft de mobiliteit achter op de periode 'pre-corona'. Ten opzichte van 2020 nam onze mobiliteit wel toe, maar ze bleef duidelijk onder het niveau van 2019. Dit werkte door in de hoeveelheid files, de verkeersveiligheid en luchtkwaliteit. Daarbij moet wel opgemerkt worden dat de verkeersveiligheid en luchtkwaliteit niet evenredig met het verkeer afnamen. Beide aspecten van het verkeer blijven daarom onze aandacht nodig hebben – vooral ook omdat het erop lijkt dat met de toename van het verkeer in de afgelopen periode de verkeersveiligheid en luchtkwaliteit weer wat achteruitgaan.

Belangrijkste constatering

- In 2021 is de verkeersprestatie van het hoofdwegennet wel toegenomen, maar is die nog altijd fors minder dan in 2019.
- Ook de filezwaarte en vertraging zijn iets toegenomen, maar ze zijn nog niet op het niveau van 2019.
- Het aandeel van files veroorzaakt door knelpunten is toegenomen.
- Het aantal verkeersdoden is in 2021 afgenomen.
- De emissie van CO₂ neemt in absolute zin af, maar niet zoals verwacht mocht worden.



Referenties

- [1] **LCPS (2022)** *Actuele data COVID-bezetting*, lcpns.nl/datafeed, geraadpleegd op 28 juli 2022.
- [2] **Hale et al. (2021)** *A global panel database of pandemic policies (Oxford COVID-19 Government Response Tracker)*, *Nature Human Behaviour* 5, pp 529-538.
- [3] **Rijkswaterstaat (2022)** *Rapportage Rijkswegennet – 3e periode 2021, 1 september-31 december*, rapportage, Rijkswaterstaat, 22 maart 2022.
- [4] **ANWB (2021)** *57% minder files op de Nederlandse wegen in 2021*, nieuwsbericht, 29 december 2021, www.anwb.nl/verkeer/nieuws/nederland/2021/december/57-procent-minder-files-op-de-nederlandse-wegen-in-2021, geraadpleegd op 2 augustus 2022.
- [5] **TomTom (2022)** *TomTom Traffic Index*, www.tomtom.com/en_gb/traffic-index, geraadpleegd op 2 augustus 2022.
- [6] **INRIX (2022)** *Global Traffic Scorecard*, www.inrix.com/scorecard, geraadpleegd op 2 augustus 2022.
- [7] **SWOV (2022)** *Verkeersdoden in Nederland*, factsheet, april 2022. SWOV, Den Haag.
- [8] **CBS (2022)** *Overledenen – doden door verkeersongeval in Nederland, wijze van deelname*, 13 april 2022, Statline, geraadpleegd op 2 augustus 2022.
- [9] **SWOV (2021)** *Ernstig verkeersgewonden in Nederland*, factsheet, november 2021.
- [10] **IRTAD (2021)** *Road Safety Annual Report 2021 – The Impact of COVID-19*, rapport, OECD Publishing, 2021.
- [11] **CBS (2022)** *Emissies naar lucht op Nederlands grondgebied – mobiele bronnen*, 9 maart 2022, Statline, geraadpleegd op 2 augustus 2022.
- [12] **Carbon Monitor (2022)** *Carbon Monitor, a near-real-time daily dataset of global CO2 emissions*, carbonmonitor.org, geraadpleegd op 2 augustus 2022.





De thema's van 2022.

In beleidskringen wordt momenteel veel gesproken over *brede welvaart*. Dat raakt ook de mobiliteitssector, omdat mobiliteit een belangrijke voorwaarde is voor die welvaart. Maar is er daarmee ook een link met verkeersmanagement – of zou die er *moeten* zijn? Daar staan we bij stil in dit hoofdstuk over de thema's van 2022. Verder aandacht voor de intelligente snelheidsassistent, verkeersgedrag, stedelijke mobiliteit, datagedreven modellen en robuustheid.

2.1. Brede welvaart en verkeersmanagement

Brede welvaart gaat over alles wat van invloed is op het welzijn van mensen. Dat is dus niet alleen materiële welvaart, maar bijvoorbeeld ook gezondheid, sociale verbanden, zingeving, persoonlijke ontplooiing en vrijetijdsbesteding. Mobiliteit speelt bij dit welzijn een heel belangrijke rol. Ze stelt mensen immers in staat om bestemmingen te bereiken – om naar school of werk te reizen, familie en vrienden te bezoeken en naar de huisartsenpost, supermarkt, bioscoop, kerk, moskee, voetbalclub enzovoort te gaan.

Mobiliteit zou je dus een belangrijke *voorwaarde* voor brede welvaart kunnen noemen. Daarmee is echter niet gezegd dat mobiliteit automatisch bijdraagt aan ons welzijn: mobiliteit kan ook verkeersonveiligheid, geluidsoverlast en milieuvervuiling veroorzaken [1]. Een zorgpunt is ook dat de baten en lasten van mobiliteit niet gelijk verdeeld zijn over groepen mensen, regio's en generaties.

Figuur 13 geeft een overzicht van de verschillende facetten van brede welvaart en hun relatie tot mobiliteit [2]. De cirkel is in vier dimensies verdeeld: leefomgeving, veiligheid, bereikbaarheid en gezondheid. De buitenste schil geeft de verschillende 'prestatie-indicatoren' aan. Voor al deze indicatoren is het in principe mogelijk ook de verdeling te bepalen, zoals welke groepen of regio's vooral last hebben van geluidsoverlast, of voor wie of waar de toegang tot mobiliteitsopties optimaal of juist ondermaats is.

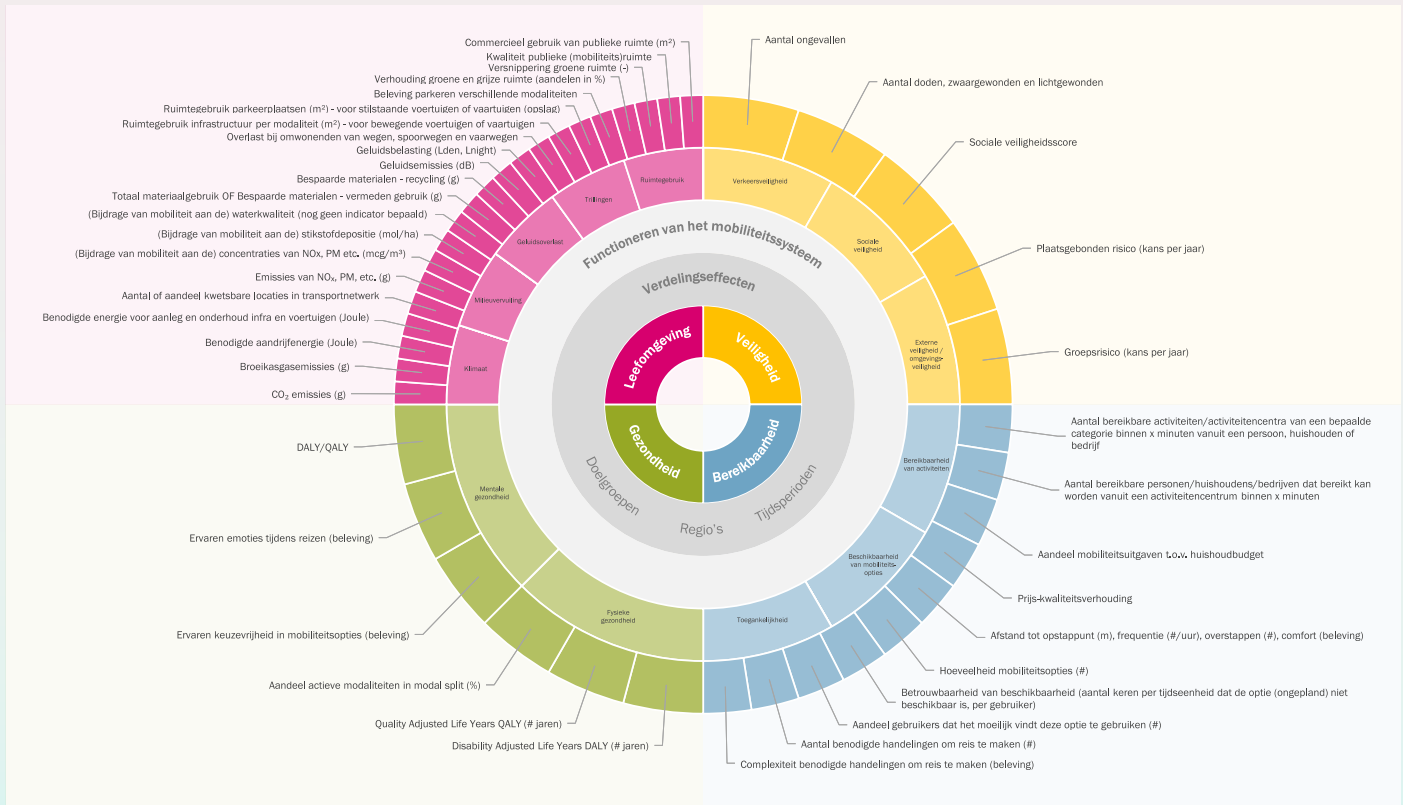
Challenge

Dan de rol van *verkeersmanagement* in het geheel. Want als mobiliteit zo belangrijk is voor de brede welvaart, dan moet verkeersmanagement er toch ook (enige) invloed op hebben. Maar wat voor invloed en hoe werkt dat dan? Om dit onderwerp te verkennen hebben we een *TrafficQuest-challenge* georganiseerd [3].

De challenge omvatte een literatuurscan en twee workshops met experts. In die workshops zijn verschillende verkeersmanagementmaatregelen besproken, met als hoofdvraag: 'draagt deze (set aan) maatregel(en) in enig opzicht bij aan brede welvaart en zo ja, hoe kunnen we die bijdrage maximaliseren?' Denk bij dit laatste aan de mogelijkheid om een bepaalde verkeersmanagementmaatregel zo vorm te geven dat meer dimensies van brede welvaart bediend worden. Wat leverde deze quickscan op?

Constateringen

Als eerste werd duidelijk dat verkeersmanagement het thema brede welvaart momenteel slechts ten dele bedient. Zo ligt de focus nog voornamelijk op de dimensies bereikbaarheid en veiligheid. Leefomgeving en gezondheid komen wel aan bod, maar slechts mondjesmaat. Dat heeft vooral te maken met het feit dat verkeersmanagement van oorsprong bedoeld is om de bestaande (auto-) weginfrastructuur zo goed mogelijk te benutten. Wat de impact ook



Figuur 13: Dimensies en indicatoren voor brede welvaart en mobiliteit (bron: TNO).

niet vergroot, is het gegeven dat verkeersmanagementmaatregelen vooral *adviserend* en *geleidend* zijn en veel minder sturend.

Een tweede constatering was dat verkeersmanagers ervanuit lijken te gaan dat brede welvaart eerder in het proces is meegewogen, bij beleidsvorming voornamelijk, en dat het bij het implementeren en inzetten van verkeersmanagementmaatregelen niet nodig is om daar opnieuw naar te kijken. Maar klopt deze aanname wel? Bij bijvoorbeeld de aanleg van spitsstroken is de impact op de leefomgeving niet op dezelfde wijze gewogen als bij een klassieke wegwitbreiding. Maar spitsstroken leiden tot meer verkeer en meer uitstoot – en dus mogelijk tot negatieve gezondheidseffecten. Als dat expliciet meegenomen was, was voor een aantal trajecten misschien wel besloten toch maar geen spitsstroken aan te leggen. Het zou dus beter zijn als er ook op het niveau van verkeersmanagement meer aandacht komt voor de verschillende dimensies van brede welvaart. Verkeersmanagers zouden bijvoorbeeld een soort signalerende functie kunnen hebben: ‘Je wil dit, wij denken dat het dat-en-dat effect zal hebben. Is dat echt de bedoeling?’

Constatering drie is dat de impact van verkeersmanagement mede afhangt van het geografische schaalniveau. Op *rijksniveau* is er een focus op het auto- en vrachtverkeer en de afwikkeling daarvan. Er wordt hier ook vooral adviserend en geleidend opgetreden. In de *steden* daarentegen zijn er auto- en fietsnetwerken, voetgangerszones, bus- en trambanen enzovoort en wordt het verkeersmanagement sneller multimodaal vormgegeven. Wat de doelen aangaat,

draait het in steden om meer dan alleen verkeersafwikkeling: er wordt veel gemanaged op leefbaarheid en veiligheid, zoals ‘minder verkeer langs scholen sturen’. Net als op de snelwegen zijn veel van de maatregelen adviserend en geleidend, maar dankzij verkeersregelinstanties kan de stedelijke verkeersmanager ook sturen en dus ‘directiever’ optreden.

Aanbevelingen

De challenge heeft duidelijk gemaakt dat het nog niet eenvoudig is verkeersmanagement te verbreden van ‘gericht op bereikbaarheid en veiligheid’ naar alle vier de dimensies van brede welvaart. Dit uitzoemen vergt ook een aanpassing van de staande praktijk – en dat is altijd lastig. Het lijkt de geraadpleegde experts echter wel nuttig om deze verbreding op z'n minst op te zoeken. Wat zijn enkele aanbevelingen die zij gaven?

Meer sturen. In de discussies over mobiliteit in relatie tot brede welvaart gaat het vaak om het *voorkomen* van autoverkeer, omwille van de leefbaarheid bijvoorbeeld. Maar dat voorkomen is eigenlijk het domein van mobiliteitsmanagement. Verkeersmanagement heeft daar wel invloed op, maar indirect en niet per se positief. Immers, als we het verkeer met verkeersmanagementmaatregelen faciliteren, is dat voor reizigers een reden minder om hun mobiliteitsgedrag te veranderen. Hoe zou verkeersmanagement wel positief kunnen bijdragen? In feite moet er meer *gestuurd* worden. De focus kan dan komen te liggen op het beperken van (auto)verkeer en het voorrang geven aan specifieke groepen (verdelingseffecten) en vervoerwijken.

Monitoring verbeteren. De monitoringfunctie van verkeersmanagement is ingericht op het detecteren vooral van het (auto)verkeer. In de stedelijke omgeving wordt steeds vaker en steeds beter ook het *overige* verkeer meegenomen: fiets, voetgangers en openbaar vervoer. Uit deze data kunnen we, mits ze toegankelijk zijn, indicatoren voor het verkeerssysteem afleiden, zoals reistijden, snelheden en intensiteiten. Maar deze indicatoren zijn sterk gericht op de dimensies bereikbaarheid en veiligheid. Om ook gezondheid en leefbaarheid op gelijkwaardige wijze mee te nemen, zou de monitoringfunctie zó moeten worden uitgebreid, dat we voor elke dimensie over ten minste één indicator beschikken.

Een ander aandachtspunt is dat we (beter) onderscheid moeten zien te maken naar verschillende groepen in de samenleving en naar de aspecten die voor die groepen bijdragen aan brede welvaart. Een voorbeeld: autoforensen en andere ‘veelgebruikers’ van de snelweg zouden graag zien dat de maximumsnelheid op de snelweg omhooggaat, maar mensen die in een wijk naast de snelweg wonen, denken daar waarschijnlijk anders over. Door te verfijnen naar doelgroep kunnen we beter inzichtelijk maken hoe de lusten en lasten verdeeld zijn.

Het vakgebied is overigens al wel bezig de monitoring te verbeteren. In verkeersmanagement in steden, in MIRT-trajecten en bij de Integrale Mobiliteitsanalyse of IMA [4] worden meer typen maatregelen bekeken en wordt al een bredere set aan indicatoren meegenomen.

Tools ontwikkelen. Op dit moment beschikken beleidsmakers en verkeersmanagers nog nauwelijks over de tools en methodieken om alle dimensies van brede welvaart in hun verkeersmanagement mee te nemen. Om los te komen van de oude manier van werken moet er idealiter een ‘handvat voor brede welvaart’ komen met aandacht voor het strategische (beleids)niveau van verkeersmanagement, gekoppeld aan het tactische en operationele niveau. Voor zo’n handvat kan wellicht voortgebouwd worden op de recent opgeleverde Leidraad Multimodale netwerkkaders [5].

Hoe zou zo’n nieuwe werkwijze eruit kunnen zien? Er kan met verkeersmanagement meer op leefomgeving en gezondheid worden gestuurd door bijvoorbeeld prioriteit te geven aan schonere voertuigen en actieve modaliteiten, actief autoverkeer te weren en het welzijn van omwonenden als indicator mee te nemen. Die inspanningen kunnen worden ondersteund door flankerende maatregelen, zoals een verlaging van de parkeernormen, wegversmallingen enzovoort. De grote vraag vanuit het brede welvaartspectief is of we de dominantie van de auto in het mobiliteitsbeleid (= de autobereikbaarheid van gebieden vergroten) sowieso niet moeten doorbreken. Wat wel of niet nodig is qua mobiliteit is een politiek vraagstuk, maar als de keuzes gemaakt worden, is er met verkeersmanagement veel mogelijk.

Conclusie

Er is een gat tussen verkeersmanagement enerzijds, voornamelijk gericht op de korte termijn en op concrete knelpunten, en op brede welvaart anderzijds, wat een meer overkoepelend en abstract begrip is. De mogelijkheden van de (operationele) verkeersmanager voor het bijdragen aan brede welvaart zijn nog relatief beperkt. Het beleid moet eerst duidelijke keuzes maken en richting geven voor de na te streven bredewelvaartsdoelen. De verkeersmanager kan dit concretiseren en vertalen naar acties en ingrepen op de korte termijn. Die bijdrage kan heel bepalend zijn, omdat de verkeersmanager bij uitstek degene is die vanuit een netwerkperspectief naar de mobiliteit kijkt en veel ervaring heeft met het afwickelen van verschillende modaliteiten en het verdelen van de schaarste.



2.2. Het effect van verplichte rijhulpsystemen

Vanaf juli 2022 moeten alle nieuwe automodellen in Europa standaard voorzien zijn van een aantal rijhulpsystemen.¹ Het gaat om bijvoorbeeld de intelligente snelheidsassistent, een systeem dat de bestuurder waarschuwt zodra die de geldende maximumsnelheid overschrijdt. Ook rijstrookondersteuning is dan verplicht, net als een noodremsysteem, een systeem dat waarschuwt bij vermoeidheid of afleidingen, een zwarte doos² en een aansluiting voor een alcoholslot.

Deze nieuwe regelgeving geeft invulling aan de Europese doelstelling om in 2050 het aantal verkeersdoden en zwaargewonden tot nul te reduceren. De Europese Commissie hoopt zo de oorspronkelijke, dalende trend van het aantal verkeersslachtoffers te herpakken – zie [figuur 14](#) [6]. Maar hoe reëel is dat? En hoe snel kunnen we verbeteringen verwachten, gelet op het feit dat rijhulpsystemen alleen verplicht zijn voor *nieuwe* voertuigen? In deze paragraaf gaan we daar dieper op in.

Veranderingen in het wagenpark

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat heeft in 2021 onderzoek laten doen naar de ontwikkeling van de penetratiegraad van *Advanced Driver Assistance Systems* of ADAS [7]. De ‘ingroei’ van ADAS verloopt bij verplichte systemen weliswaar sneller dan bij niet-verplichte systemen, maar door de gemiddelde levensduur van een auto zal het nog altijd zo’n vijftien jaar duren voordat de penetratiegraad op 80% ligt. In de jaarkilometrage neemt het aandeel ADAS overigens wat sneller toe, blijkt uit het rapport. Dit komt vooral doordat veel nieuw verkochte voertuigen als leaseauto worden ingezet – en die hebben een relatief hoog jaarkilometrage.

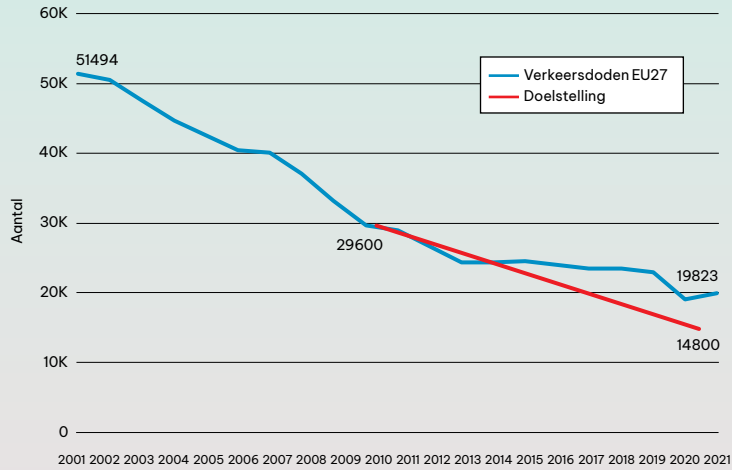
Effect op de verkeersveiligheid

De effecten van ADAS op de verkeersveiligheid verschillen per systeem. Geen enkel systeem lijkt de verkeersveiligheid ongunstig te beïnvloeden, concludeerde SWOV in 2019 [8]. Maar of een systeem echt het verschil zal maken, is sterk afhankelijk van de manier waarop de dienst is geïmplementeerd en van de randvoorwaarden waarbinnen de systemen functioneren. We lopen de effecten van een aantal ADAS-systemen kort langs.

De *snelheidsassistent* zoals de Europese Commissie die voorstaat, geeft alleen een waarschuwing – het systeem kan de snelheidsbegrenzing niet afdwingen. Voertuigfabrikanten bepalen zelf hoe de feedback wordt gegeven: auditief of *haptisch*, waarbij de bestuurder

¹ Vanaf 2024 geldt deze Europese regelgeving voor alle nieuw geregistreerde voertuigen, ongeacht model.

² Deze zwarte doos registreert relevante gegevens uit het voertuig van vlak voor tot vlak na een ongeval.



Figuur 14: Verkeersdoden in Europa (bron: ETSC, 2022).

via het gaspedaal voelt dat de limiet is bereikt. Verder staan de Europese regels toe dat de bestuurder het systeem (tijdelijk) kan uitzetten. Dat is al met al een minder 'sturende' invulling dan waar sommige organisaties op hadden gehoopt. Volgens de European Traffic Safety Council blijkt uit onderzoek bijvoorbeeld dat bestuurders hoorbare waarschuwingen in vergelijking met haptische feedback eerder als vervelend ervaren en daarom eerder uitschakelen [9]. Dat komt de effectiviteit natuurlijk niet ten goede.

De *rijstrookassistent* en het *noodremsysteem* zijn wat dat aangaat wat steviger ingestoken. Juist doordat de vereiste rijstrookassistent voor personenauto's en bestelbussen daadwerkelijk kan ingrijpen en bijsturen, zal dit systeem in de praktijk flink effectiever zijn dan waarschuwende varianten. Ook de effectiviteit en kosten-batenverhouding van noodremsystemen blijken positief te zijn. Volgens één studie kan het noodremsysteem het aantal kop-staartbotsingen in de EU met 38% reduceren [10]. Belangrijk is ook dat het beoogde systeem fietsers en voetgangers kan detecteren.

De effectiviteit van de verplichte aansluiting van een *alcoholslot* is lastig te beoordelen. Het alcoholslot pakt namelijk vooral de symptomen aan (rijden onder invloed) en niet het probleem. Het gebruik van alcohol in het verkeer is nog steeds een belangrijke achterliggende oorzaak van verkeersongevallen, maar uit de praktijk weten we dat programma's waarin ook de oorzaken van het alcoholprobleem worden aangepakt, geschikter zijn om een blijvende gedragsverandering te bereiken [11].

Andere effecten

Hoewel de systemen primair zijn voorgesteld om de verkeersveiligheid te verbeteren, is het ook interessant om te kijken of de systemen bijdragen aan andere maatschappelijke doelen. Bieden ze wegbeheerders bijvoorbeeld handvatten om de *bereikbaarheid* te verbeteren? Het Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid heeft in 2021 onderzoek gedaan naar de effecten van smart mobility op de doorstroming op de weg [12]. Daarbij is ook expliciet het effect van de per 2022 verplichte rijkhulpsystemen meegenomen.

Uit dit onderzoek blijkt dat de effecten op de doorstroming in het algemeen onzeker zijn. Dankzij de snelheidsassistent weten bestuurders bijvoorbeeld beter hoe hard ze op een bepaald wegvak mogen rijden. Dit vertaalt zich in een smalle bandbreedte van snelheden op een wegvak: enerzijds doordat een deel van de bestuurders juist langzamer gaat rijden om zich aan de maximumsnelheid te houden, anderzijds doordat doorgaans voorzichtigere bestuurders juist wat sneller gaan rijden. Beide gedragsaanpassingen vertalen zich hoogstwaarschijnlijk in een homogener verkeersstroom, waarbij de snelheid bij drukte langer rond de maximumsnelheid kan blijven liggen. Maar die rustigere verkeersstroom leidt er mogelijk ook toe dat er minder wordt ingehaald en er minder ruimte is voor in- en uitvoegend verkeer. Uit onderzoek naar de invoering van de 80 km/uur-maatregel weten we dat zo'n tekort aan 'hiaten' ertoe leidt dat bestuurders harder moeten remmen als er toch iemand invoegt – wat schokgolven en daarmee een lagere capaciteit veroorzaakt [13]. Het is niet uitgesloten dat dit proces ook optreedt bij het



gebruik van de snelheidsassistent, helemaal gegeven de vrijheden die fabrikanten hebben met de 'vormgeving' van de ISA-dienst. Al met al concludeert het rapport van het KIM dat een snelheidsassistent die ingrijpt op de bediening van de auto – dus waarbij de auto fysiek beperkt wordt tot een bepaalde maximumsnelheid of die haptische feedback geeft – de capaciteit met een onbekend percentage zal doen *afnemen*.

De mogelijke bereikbaarheidseffecten van de rijstrookassistent en het noodremsysteem zijn voornamelijk indirect. Als gevolg van de verminderde ongevalskans zullen er minder incidenten plaatsvinden, wat zich doorvertaalt naar lagere aantallen voertuigverliesuren in het verkeersnetwerk [14].

Randvoorwaarden voor succes

Het verplicht stellen van de systemen door wetgeving en daarmee de systemen in alle nieuwe voertuigen introduceren is een belangrijke stap. Maar het is goed te beseffen dat er met deze brede introductie ook nieuwe risico's ontstaan. Volgens een recent onderzoek van de Onderzoeksraad voor de Veiligheid [15] zijn auto's met ADAS technisch onvergelijkbaar met hun voorgangers van enkele decenia geleden. De systemen kunnen handelingen verrichten op basis van eigen waarnemingen en eigen beslissingen, die zijn vastgelegd in algoritmes. De benodigde hardware en software zijn complex – en dat is een potentieel veiligheidsrisico. Want kennen bestuurders de mogelijkheden én beperkingen van hun auto met aanvullende rijhulpsystemen?

De tijdsperiode tussen de beslissing om systemen verplicht te stellen en de ingangsdatum van de wetgeving was met twee jaar vrij beperkt. De koepelorganisatie voor Europese autofabrikanten (ACEA) heeft begin 2019 aangegeven dat de veiligheidsmaatregelen belangrijk zijn, maar dat de industrie minimaal 36 maanden nodig zou hebben om hun productontwikkeling in overeenstemming te krijgen met de nieuwe wetgeving. Dit statement van de ACEA ligt in lijn met het eerder genoemde onderzoek van de Onderzoeksraad, waarin wordt gesteld dat de huidige generatie ADAS-systemen nog niet in alle opzichten volwassen is. Het eindrapport geeft bijvoorbeeld aan dat de prestaties van ADAS-systemen per merk vaak aanzienlijk verschillen.

De gebruikerservaring en tevredenheid van gebruikers zijn natuurlijk ook belangrijk. Op dit moment lijkt het erop dat de snelheidsassistent minimaal de vaste maximumsnelheden moet kunnen aangeven en optioneel de variabele snelheden. De EU-verordening schrijft daarbij voor dat de dienst in 90% van de gevallen een goede snelheidsindicatie moet geven. Gelet op het feit dat er in Nederland veel dynamische snelheden worden toegepast, is het belangrijk dat de voertuigfabrikanten ervoor zorgen dat de kwaliteit van de systemen en de interactie met de bestuurder goed genoeg zijn, zodat bestuurders de systemen ook echt gaan gebruiken.



Alleen parkeren
voor deelfietsen

P



Als laatste is het van belang dat wegbeheerders ervoor zorgen dat ze actuele en consistente data beschikbaar stellen over bijvoorbeeld geldende maximumsnelheden (en tijdelijke aanpassingen bij wegwerkzaamheden of evenementen). Met name auto's uit het lagere segment zijn waarschijnlijk sterk afhankelijk van deze informatie, omdat die geen uitgebreide sensoren en/of camera's aan boord hebben om zelfstandig verkeersborden te registreren en herkennen.

Monitoring effecten en ervaringen

Mede door de technische complexiteit en de mens-machine-interactie is monitoren, evalueren en bijsturen essentieel voor een veilige introductie en breed gebruik van rijhulpsystemen. Volgens de Onderzoeksraad voor de Veiligheid [15] ontbreken helaas empirische gegevens over ongevallen, gevaarlijke situaties en incidenten, terwijl die wel essentieel zijn om de feedbackloop te sluiten. Ook het feit dat er nog geen registratie is van ADAS-systemen – welk voertuig heeft wat aan boord? – maakt het evalueren van de introductie van ADAS ingewikkeld. Gelukkig is hier vanuit de EU wel aandacht voor. In de definitieve specificaties van de ISA-dienst is bijvoorbeeld benoemd dat autofabrikanten geaggregeerde, anonieme gegevens moeten rapporteren over hoe ISA-systemen worden gebruikt en of ze door chauffeurs worden uitgeschakeld. Twee jaar na het intreden van de regelgeving moet op basis van deze informatie zichtbaar worden welke systemen het meest effectief zijn. Potentieel zou de zwarte doos hier een belangrijke rol in kunnen spelen, door inzicht te geven in de omstandigheden van een aanrijding. Helaas heeft de Europese Commissie besloten dat de data-

recorders geen locatie, datum en tijdinformatie mogen registreren. Hoewel het Europese parlement de Commissie in een recent verslag heeft opgeroepen “om ervoor te zorgen dat alle gegevenselementen die relevant zijn voor diepgaande analyse van ongevallen en verkeersveiligheidsonderzoek (inclusief locatie, datum en tijd) worden geregistreerd en opgeslagen door de EDR”, is het vooralsnog onduidelijk of deze aanbeveling wordt overgenomen.

Ook in Nederland is de discussie over de rol van de overheid op gang gekomen. Zo roept het eindrapport van de Onderzoeksraad voor de Veiligheid de Nederlandse overheid op om zich op haar eigen rol te bezinnen. Ze zou expliciet de publieke belangen moeten waarborgen die mogelijk worden beïnvloed door de opkomst van automatiseringen in het wegverkeer.



Concluderend

Met het verplicht stellen van een groter pakket aan rijhulpsystemen zet Europa een nieuwe stap naar de doelstelling om in 2050 het aantal verkeersslachtoffers tot nul te reduceren. Hoewel de systemen maar relatief langzaam in het wagenpark zullen doordringen, is het aannemelijk dat deze hulpsystemen ongevallen gaan voorkomen en daarmee de verkeersveiligheid verbeteren. De grootte van dit effect en eventuele neveneffecten (optreden nieuw soort ongevallen) zijn op dit moment nog onduidelijk.

Het is goed dat er middels expliciete specificaties eisen worden gesteld aan het ontwerp en de invulling van de systemen door fabrikanten, maar mogelijkserwijs zijn niet alle kansen hiervoor optimaal benut, gezien de vrijheid die fabrikanten hebben om de systemen vorm te geven. Wat de feedback aan de gebruikers betreft hoeven bijvoorbeeld niet alle systemen hetzelfde te reageren.

De komende jaren zullen uitwijzen op welke manier de fabrikanten invulling geven aan de systemen en hoe de bestuurder en het systeem gaan samenwerken. Monitoring en evaluatie van het gebruik zijn hierbij van cruciaal belang. Daarbij moet niet alleen naar de technische aspecten worden gekeken, maar moeten ook de eindgebruiker en de rol van de overheid worden meegenomen.



2.3. Gedragsbeïnvloeding in het verkeer

We zullen ons niet zo snel aan onszelf storen, maar het verkeersgedrag van anderen doet ons wel geregeld de wenkbrauwen fronsen. De verzekeraar Allianz Direct rapporteert periodiek over de grootste *auto-ergernissen* in Nederland [16]. In 2021 waren dat achtereenvolgens bumperklevers (59%), automobilisten die met hun smartphone bezig zijn (48%), snelheidsduivels (31%), linksrijders (29%) en automobilisten die afval uit het raam gooien (24%). Er werd ook gevraagd naar *afleidingen* die mensen ervoeren tijdens het rijden. Dat lijstje ziet er als volgt uit: andere weggebruikers (32%), de smartphone (22%), slaperigheid (21%), werk aan de weg (15%) en billboards (14%). Opvallend is dat de smartphone in beide lijstjes voorkomt. Een automobilist kan zich dus het ene moment ergeren aan een medeweggebruiker die met een smartphone bezig is en op het andere moment zelf afgeleid worden door een berichtje!

Nu zijn dit soort lijstjes herkenbaar en misschien zelfs vermakelijk, maar de ergernissen en afleidingen zijn natuurlijk in de eerste plaats *risico's*. Punten als bumperkleven, te hard rijden blijven, met de smartphone bezig zijn of slaperigheid kunnen bijvoorbeeld gemakkelijk tot ongelukken leiden. En automobilisten die afval uit het raam gooien, hebben een negatieve impact op de leefomgeving.

De vraag dringt zich dan ook op in hoeverre we het verkeersgedrag van weggebruikers en reizigers kunnen aanpassen zodat er minder ergernis, en minder potentieel gevaarlijke of onleefbare situaties

ontstaan. De maatschappelijke doelen verkeersveiligheid, leefbaarheid en bereikbaarheid hebben er tenslotte baat bij als we ons netjes gedragen terwijl we onderweg zijn. Bovendien geldt dat veel verkeersmanagementmaatregelen alleen werken als we ons aan de informatie, aanwijzingen of geboden houden.

In deze paragraaf geven een kort overzicht van enkele wetenschappelijke inzichten over verkeersgedrag. Ook bespreken we een aantal voorbeelden van (problematisch) verkeersgedrag en de mogelijkheden voor beïnvloeding.

Theorie van gedragsbeïnvloeding in het verkeer

Het menselijk gedrag is het resultaat van een zeer complex samenspel van gedachten, ervaringen, emoties en gevoelens. Gedragsbeïnvloeding is dus minstens zo complex. Toch zijn er enkele principes die ons in ieder geval *handvatten* bieden bij gedragsbeïnvloeding.

Volgens de sociale psychologie laat veel gedrag zich als volgt verklaren: (1) we willen de wereld om ons heen begrijpen en gedragen ons zo dat het ons het meest oplevert, (2) we zoeken steun en waardering bij mensen waar we om geven en (3) we zien onszelf en de mensen waar we om geven, graag op een positieve manier. Merk op dat we als mens bepaald geen eilandjes zijn, maar ons op een bepaalde manier verhouden tot andere mensen. De invloed van die andere mensen is dan ook enorm: we hebben, zonder dat we daar

Verkeersgedrag en rijhulpsystemen

In 2011 publiceerde TrafficQuest al eens een paper over de ergernissen in het verkeer [17]. De invalshoek toen was hoe je met intelligente (coöperatieve) systemen ongewenst rijgedrag zou kunnen aanpakken. Wat is er sindsdien op dit vlak gebeurd?

Het echt *aanpakken* van ongewenst gedrag met slimme systemen heeft nog altijd geen grote vlucht genomen. Technisch gesproken kunnen bijvoorbeeld de coöperatieve adaptieve cruisecontrol (CACC) en de invoeg- of inhaalassistent ongewenst gedrag van medeweggebruikers detecteren en ‘verklikken’ aan bevoegde instanties – maar dat laatste gebeurt nog niet.

Ook andere rijhulpsystemen houden het nog bij adviseren. Denk aan de geldende snelheidslimiet. Navigatieapps wijzen de bestuurder vaak al op een overschrijding, maar vanaf 2022 worden nieuwe voertuigmodellen standaard uitgerust met een intelligente snelheidsassistent. Ook systemen die afleiding en moeheid detecteren zijn dan verplicht in nieuwe modellen – zie ook paragraaf 2.2.

Nieuwe ergernissen?

Het is overigens niet uitgesloten dat al die intelligente systemen ook weer nieuwe ergernissen veroorzaken. Denk aan auto’s met ACC. Die houden vaak een wat grotere volgtijd aan. Als andere bestuurders dan steeds in de ontstane hiaten invoegen, zal het ACC-voertuig elke keer moeten remmen. Of het kan juist zijn dat voertuigen die semiautomatisch rijden met ACC plus *lane keeping*, geen hiaten creëren terwijl iemand juist graag wil invoegen.

erg in hebben, de neiging ons te voegen naar meningen en acties van wie we als onze naasten beschouwen.

Interessant is ook hoe we informatie verwerken. Eén bepalende factor is *conservatisme*, wat betekent dat bestaande opvattingen en bestaand gedrag maar langzaam veranderen. Er is het punt *toegankelijkheid*: wat je recent gedaan hebt of in het geheugen zit, komt ook weer snel naar boven. Tot slot is er de factor *intuïtie*. Veel van ons gedrag is onbewust en bestaat uit automatisen (gewoontegedrag). Je kijkt ook meestal, ongeveer 95% van de tijd, slechts oppervlakkig naar informatie. Echt nadenken en redeneren doen mensen pas als dingen niet volgens verwachting zijn, of als er iets verandert waardoor het oude gedrag niet bijdraagt aan het halen van de persoonlijke doelen.

De factoren die onze informatieverwerking bepalen, zie je ook terug in de niveaus waarop mensen mobiliteitsgerelateerde keuzes maken [18]:

- **Planningsniveau.** Keuze over de locatie van wonen, werken en recreëren. Hierover wordt over het algemeen goed en lang nagedacht.
 - **Strategisch niveau.** Keuzes over het reizen (of niet-reizen), modaliteitskeuze, keuzes over de route en het tijdstip. Hier staan men niet dagelijks bij stil, tenzij er sprake is van een ongewone of onverwachte situatie.
 - **Tactisch niveau.** Keuzes over manoeuvres in het verkeer, zoals van rijstrook veranderen, inhalen enzovoort. Dit gaat, afhankelijk van het ervaringsniveau, redelijk op de automatische piloot.
 - **Operationeel niveau.** Keuzes bij het besturen van het voertuig, zoals uitwijken, gas geven en remmen. Dit zijn de echt intuïtieve keuzes die in een fractie van een seconde gemaakt worden.
- Het mag duidelijk zijn dat het inzetten van gedragsbeïnvloeding op het planningsniveau relatief gezien het eenvoudigst is: je kan daar mensen echt proberen te overtuigen. Dat is alleen niet het niveau waarop de verkeersmanager opereert. Met verkeersinformatie en met instrumenten als verkeerslichten, spitsstroken en dynamische route-informatiepanelen (DRIP's) opereert de manager meer op strategisch en tactisch niveau. En om dan effect te sorteren, moet aan de volgende voorwaarden worden voldaan:

- **Waarnemen.** De weggebruiker moet de voor hem belangrijke informatie uit de omgeving detecteren en tot zich nemen. Dat is meer dan iets 'zien'.
- **Begrijpen.** De weggebruiker moet snappen wat van hem of haar verwacht wordt. Informatie moet begrijpelijk zijn, maar ook voldoende compact: in het verkeer is er weinig tijd om informatie te lezen.
- **Kunnen.** Het moet mogelijk zijn om het gevraagde gedrag uit te voeren. Eventueel kan dit worden aangeleerd.

Nudges voor gedragsverandering

Nudges beïnvloeden het automatische en onbewuste gedrag van mensen. Het zijn eigenlijk kleine duwtjes in de richting van een bepaald gewenst gedrag, zonder andere keuzeopties uit te sluiten. Ze zijn actueel in de gedragswetenschappen, omdat ze vaak vrij makkelijk en tegen niet al te hoge kosten te implementeren zijn.

Een bekende ‘mobiliteitsnudge’ is de pianotrap, die in 2009 in Stockholm werd gebouwd om mensen te verleiden vaker de trap te nemen. De treden van de trap klonken als een piano, wat het *fun* maakte om de trap in plaats van de roltrap te nemen. Ook de rode en groene vlakken bij de opstappunten van de pontjes over het IJ nabij Amsterdam Centraal station zijn een voorbeeld van een nudge. Groen geeft aan waar de *instappers* en rood waar de *uitstappers* lopen: een klein duwtje om de doorstroming bij het opstappunt te verbeteren.

Een aandachtspunt bij de inzet van nudges is wel, dat ze soms maar kortdurend effect hebben. Zo zijn in Nederland Dick Bruna-borden ingezet om de snelheid van het verkeer te verlagen. In het begin was het resultaat inderdaad positief, maar toen de nieuwigheid (het verrassingseffect) eraf was, viel ook het positieve effect weg.



- **Willen.** Dat is het geval als het nieuwe gedrag (veel) meer voordelen biedt dan het oude gedrag. Ook een bepaalde morele druk of een beloning om het gedrag uit te voeren, kunnen zorgen voor ‘willen’.

Pas als aan alle bovenstaande punten is voldaan, zal een weggebruiker het nieuwe gedrag ook *doen, uitvoeren en volhouden*. Kan er om welke reden niet aan (een van) de voorwaarden worden voldaan, dan resteert alleen afdwingen door bijvoorbeeld handhaving.

De reeks waarnemen, begrijpen, kunnen en willen maakt ook duidelijk dat bewustwording alleen (waarnemen en begrijpen) niet genoeg is voor gedragsverandering. Omgevingsfactoren (zoals waarnemen, kunnen) en persoonlijke motieven (willen) beïnvloeden het gedrag net zo goed. Gedragsverandering begint daarom met het achterhalen van de relevante drijfveren: waarom doen mensen het zoals ze het nu doen? Om een goede interventie te ontwerpen, is het belangrijk om je goed in te leven in de verkeerssituatie en de verschillende gebruikers, en om na te denken welk gedrag je van hen wil. Natuurlijk is het achterhalen van de motieven van alle weggebruikers een tijdrovende aangelegenheid. Het is dan ook zaak om te focussen: op de groepen die het ongewenste gedrag het meest laten zien bijvoorbeeld – of juist op groepen die makkelijk te bereiken en welwillend zijn.

De verkeersmanager zal het verkeersgedrag van de individuele weggebruikers zo proberen te beïnvloeden dat het bijdraagt aan

de maatschappelijke doelen van de wegbeheerders, aan het collectieve belang. Daarbij kan de verkeersmanager zich op drie ‘niveaus’ richten: het knelpunt op de weg zelf, de weg als onderdeel van het netwerk en mobiliteit en bereikbaarheid in de breedte. Het *Raamwerk voor human factors in verkeersmanagement* uit 2014 is een goed handvat voor de verkeersmanager om interventies gericht in te zetten [18]. Het raamwerk legt de link tussen enerzijds het gedrag van de weggebruikers – de genoemde stappen waarnemen, begrijpen, kunnen en willen – en anderzijds de instrumenten van de verkeersmanager, namelijk informeren, adviseren, geleiden en sturen.

Nu kan het ook geen kwaad als de verkeersmanager af en toe *buiten* het eigen instrumentarium denkt. In brede zin kunnen interventies op rijgedrag zich richten op de drie E’s: *Engineering*, het ontwerp van voertuig, weg en omgeving; *Education*, de rijopleiding, verkeerseducatie en voorlichting; en *Enforcement*, de handhaving. Hoewel de verkeersmanager zelf weinig doet met bijvoorbeeld verkeerseducatie en handhaving, heeft deze wel goede kennis van het huidige verkeersgedrag en waar/wanneer het mis gaat. Die inzichten kunnen zeer nuttig zijn bij het ontwerpen van een goede (mix van) interventie(s).

Gebruik van smartphone in het verkeer

Dan nu enkele voorbeelden van (hinderlijk) rijgedrag en de beïnvloeding daarvan. We beginnen met het gebruik van de smartphone in het verkeer. Eens in de twee jaar brengt SWOV de *Interpolis Barometer* uit over het telefoongebruik door automobilisten,



FIETSEN-STALLING

P

fietsers en voetgangers [19]. Volgens de Barometer van 2021 gebruikt 71,5% van de volwassen respondenten wel eens zijn of haar telefoon tijdens deelname aan het verkeer – een significante stijging ten opzichte van 2019 en 2017. Onder jongeren was er géén significante toename, maar daar lag het percentage toch al hoog, op 85,3%. Dat zijn zorgelijke cijfers, te meer omdat maar heel weinig respondenten aangaven er ooit een boete voor te hebben gekregen. Ruim de helft van de respondenten schat de kans op een boete dan ook (zeer) laag in.

Jongeren in de leeftijdscategorie 12 tot 17 jaar blijken de telefoon het vaakst te gebruiken en doen dit ook het vaakst uit gewoonte. Zij schatten de risico's lager in dan oudere verkeersdeelnemers en ervaren sociale druk om de telefoon te gebruiken. Ook de mate waarin mensen vertrouwen hebben in eigen bekwaamheid speelt een rol: hoe hoger het vertrouwen, hoe hoger het gebruik van de telefoon.

Onderzoek onder de inwoners van Amsterdam [20] liet zien dat rond de 70% van de bestuurders/berijders van auto, scooter, brommer, snorfiets, motor, fiets of elektrische fiets aangaf de smartphone '(bijna) nooit' in het verkeer te gebruiken – let op het woord 'bijna'. Voor wandelaars lag dit met 12% een stuk lager. Tegelijkertijd zet maar 13% de 'niet storen'-functie aan tijdens het rijden, terwijl ruim 60% ermee bekend is. De vijf meest gebruikte excuses voor het niet gebruiken van deze functie zijn: 'Ik heb de discipline om niet te kijken', 'Ik wil wel bereikbaar blijven', 'Ik vergeet hem aan te zetten', 'Ik heb een goede handsfree-functie in de auto' en 'Ik gebruik

mijn telefoon sowieso niet als ik onderweg ben'. Waarbij de laatste natuurlijk wel als positieve reden beschouwd kan worden.

Sinds 2018 loopt de MONO-campagne *Ongestoord op weg*, die iedereen vraagt de mobiele telefoon niet te gebruiken tijdens het rijden, of dit nou in de auto of op de fiets is. Geadviseerd wordt je mobiel in te stellen op 'niet storen' en/of een van de apps tegen afleiding in het verkeer te gebruiken. Hoewel de campagne ertoe leidde dat meer mensen weten dat zulke apps bestaan, leidde ze niet tot een groter gebruik ervan. Onderzoek naar aanleiding van de campagne laat zien dat bijna iedereen vindt dat het goed is om maatregelen te nemen om ongestoord aan het verkeer deel te nemen, maar dat slechts de helft aangeeft zulke maatregelen te nemen [21]. Informatie over wat daarvan het effect is op het aantal ongevallen, is niet voorhanden.

Uit nieuwsberichten begrijpen we dat er van de MONO-campagne niet al te veel wordt verwacht, onder meer omdat mensen hun ingesleten gedrag niet zomaar veranderen en er in dit specifieke geval weinig sprake is van (positieve) groepsdruk. Bij de BOB-campagne bijvoorbeeld was die druk er wel en moest alleen de BOB zijn of haar gedrag aanpassen.

Het laatste gedragsredmiddel *handhaving* zou soelaas kunnen bieden, maar zoals gezegd laat dat momenteel ook te wensen over: de kans op een boete is gering. Overigens zou de pakkans flink omhoog kunnen door meer gebruik te maken van slimme camera's [22].



Snelheidslimiet bebouwde kom naar 30 km/uur

Steeds meer gemeenten zijn van plan om de snelheidslimiet voor (een deel van de) gebiedsontsluitingswegen te verlagen. Deze limiet is nu nog 50 km/u, conform de Duurzaam Veilig-wegcategorisering. Er wordt een nieuwe wegcategorie binnen de Duurzaam Veilig-aanpak geïntroduceerd met een lagere snelheidslimiet: de *GOW30*.

Uit onderzoek blijkt dat deze aanpassing een aanzienlijke veiligheidswinst oplevert [23]. Ook kan 30 in plaats van 50 positieve effecten op de leefomgeving hebben, bijvoorbeeld omdat de geluidsoverlast afneemt. Maar willen we deze kansen ook echt benutten, dan moeten weggebruikers zich wel aan die snelheid houden. Hoe dat gedrag te bevorderen?

Een gedegen voorlichtingscampagne is altijd nuttig, om weggebruikers in ieder geval bekend te maken met de nieuwe regels in een stad. Maar uit onderzoek weten we dat bij snelheid ook sterk het onbewuste gedrag meespeelt – en dat dat weer afhangt van een *goede inrichting* [24]. De 30 km/u-limiet moet namelijk als geloofwaardig worden gezien, wat voor doorgaande wegen een uitdaging is. Want hoe combineer je een doorstromingsfunctie met goede veiligheidsniveaus? Het volstaat in ieder geval niet om alleen een ander limietbord neer te zetten. [Tabel 2](#) geeft een aantal interessante voorbeelden van hoe weg- en omgevingskenmerken onze snelheid beïnvloeden. Iets eenvoudigs als belijning kan ons al het idee geven dat we sneller mogen of kunnen rijden.

Wegkenmerk	Effect op rijnsnelheid
Aantal rijstroken	Meer rijstroken > hogere snelheid
Breedte weg/rijstrook	Bredere wegen/rijstroken > hogere snelheid
Middenberm	Middenberm aanwezig > hogere snelheid
Verharde berm	Verharde berm aanwezig > hogere snelheid
Belijning	Kant- en middenstrepen > hogere snelheid
Type wegdek	Glad wegdek (asfalt) > hogere snelheid
Openheid omgeving	Open omgeving > hogere snelheid

Tabel 2: Weg- en wegomgevingskenmerken die de rijnsnelheid ongemerkt beïnvloeden.

Het lijkt er dus op dat een verlaging van de snelheidslimiet van 50 naar 30 km/u vooral een herinrichtingsvraagstuk wordt. Bij het ontwerp moet goed worden meegenomen hoe weggebruikers op de kenmerken reageren.

De verkeersmanager zal aan die gedragsbeïnvloeding richting 30 weinig kunnen bijdragen. Wel kan de verkeersmanager monitoring inzetten om te kijken of de lagere limiet wordt opgevolgd en of de verkeersstromen zich niet te veel verplaatsen naar de gebieden buiten de 30 km-zone [25]. Het project *Leefbare stad* liet zien dat een deel van het verkeer niet langer dwars door de 30 km-zone gaat, maar er omheen rijdt. Op het gebied van bereikbaarheid, veiligheid en luchtkwaliteit gaat de 30 km-zone er daarmee aanzienlijk op vooruit. Buiten het gebied kan de impact ‘neutraal’ tot ‘beperkt negatief’ zijn.

Bezorgverkeer

Tijdens de coronapandemie nam het online winkelen een enorme vlucht. Dat gaf een extra boost aan het fenomeen *flitsbezorger*, bedrijven die enorm snel boodschappen thuis bezorgen voor slechts een klein bedrag. Gemak dient de mens! Maar over die flitsbezorgers ontstond ook veel ongenoegen: hoewel de bezorging in de regel plaatsvindt per duurzaam vervoermiddel (bijvoorbeeld een fiets), is er overlast omdat de fietsen vaak langere tijd veel plaats innemen op de stoep, vooral in woonwijken. Als de bezorgers naar een klant moeten, hebben ze uiteraard ook veel haast, waarbij ze vaak meer risico's in het verkeer nemen.

Op de *Verkeersgedragdag 2022* werd een presentatie gegeven over het gedrag van jonge bezorgers. De aanleiding was een onderzoek naar het risicogedrag dat zij zelf aangeven 'wel eens' te vertonen. 82% noemde over de stoep rijden, 67% op de verkeerde weghelft rijden, 49% geen voorrang verlenen, 48% te snel rijden, 47% rijden met de mobiel in de hand en 43% door rood rijden. Bijna een kwart was wel eens betrokken geweest bij een verkeersongeval tijdens het werk, waarbij ze als redenen gaven: slecht weer, andere weggebruikers, kapot onderdeel voertuig, maar ook 'ik nam risico's' en 'ik was afgeleid'.



De tips die de geënquêteerde bezorgers gaven aan werkgevers waren zo voor de hand liggend dat ze eigenlijk overbodig zouden moeten zijn:

1. Voorzie in degelijk materiaal en goed onderhoud.
2. Rust de bezorgers uit met een telefoonhouder.
3. Zorg voor voldoende bezorgers.
4. Jaag de bezorgers niet op.
5. Geef aanwijzingen over veilig rijden.

Tip 4 en 5 hebben te maken met gedrag. Duidelijk is ook dat 4 verband houdt met 3. Wat niet geruststellend is, is dat specifiek flitsbezorgers zeggen geregeld afgeleid te zijn, maar dat ze toch vaak andere weggebruikers als oorzaak van een ongeval zien. Vanuit verkeersgedragsperspectief is dat zorgelijk.

Het is daarom zaak actief in te grijpen op de ritpatronen en het rijgedrag, te meer omdat er steeds méér commerciële activiteiten plaatsvinden via wegen, fietspaden en trottoirs. Stap één is dan goed te monitoren wat er precies aan de hand is. Dat kan door middel van vragen aan bezorgers, maar ook door observaties op plekken waar overlast gemeld of vermoed wordt. Daarnaast is het belangrijk dat we bedenken wat we willen met de publieke ruimte en met ons verkeers- en vervoersysteem. Dat kan als beleidsmaker in een stad bijvoorbeeld, maar ook als verkeersmanager die ziet wat er in de praktijk gebeurt, of als verkeersdeelnemer of omwonende. Willen we steeds meer dingen thuis bezorgd krijgen, of vinden we een centraal ophaalpunt in de wijk ook prima?

Naast de verkeersveiligheid is ook de leefbaarheid van belang. Nu hebben we het over fietsen en scootertjes, maar ook drones wordt een grote toekomst in de bezorgdiensten toegedicht. Vanuit een goed beeld van hoe we willen dat de bezorgdiensten van de toekomst eruitzien, kan regelgeving ontwikkeld worden waar nodig, of kan goed gedrag beloond worden. Een optie 'hoeft niet morgen bezorgd te worden, ik kan wel een paar dagen wachten' bij het online bestellen, zou al kunnen helpen.



2.4. Stedelijke mobiliteit: sturen op leefbaarheid

De leefbaarheid van steden in Nederland staat onder druk. Onze steden zijn al vol, maar we hebben alleen nog maar méér woningen nodig – en die zullen voor een belangrijk deel in diezelfde steden komen. Hoe de schaarse ruimte optimaal te benutten? Eén optie is om de privileges die de (privé-) auto jarenlang heeft gehad in de stad in te perken. Dat is onder meer mogelijk door het *parkeerbeleid* aan te scherpen. Door tegelijkertijd *alternatieve vervoerwijzen* aan te bieden en te stimuleren, zoals goed ov- en deelvervoer en mobiliteitshubs waar die vervoerwijzen samenkomen, kan de auto langzaam worden ‘weggeconcurrerd’ [26].

Parkeren

Parkeren is inderdaad een knop waarmee gemeenten direct invloed uitoefenen op de mobiliteitskeuzes van haar inwoners en bezoekers. De gemeente kan slim keuzes maken in de locatie van de parkeerplaatsen, de hoeveelheid plaatsen in nieuwe of bestaande wijken, de geldende bewoners- en bezoekerstarieven, de kwaliteit van de parkeerlocaties (denk bijvoorbeeld aan camera’s, betaal-mogelijkheden en verlichting) en de (milieu)eisen die aan de te parkeren auto’s worden gesteld [27]. Het voordeel van de ‘knop’ parkeren is ook dat het beleid vrij gemakkelijk aangepast en gefinetuned kan worden, afhankelijk van de ontwikkelingen van het mobiliteitssysteem.

Het is dan wel belangrijk dat de gemeente automobilisten goed en tijdig informeert over de parkeer(on)mogelijkheden. Zo wordt zoekverkeer voorkomen – en met de juiste informatie wordt de reiziger ook ontmoedigd om überhaupt met de auto de stad of het centrum in te komen.

Deelvervoer en hubs

Ook deelvervoer kan helpen om de mobiliteitstransitie (uiteindelijk: minder autobezit en -gebruik) vorm te geven, vooral op locaties die met het openbaar vervoer niet zo goed te bereiken zijn. Hubs waarop men dit deelvervoer kan vinden en over kan stappen van/ naar het ov of eigen vervoer, worden daarmee steeds belangrijker gevonden [28].

Wil zo’n hub aanslaan, dan moet die wel in alle opzichten aantrekkelijk zijn om naartoe te reizen. Een goede hub is bijvoorbeeld eenvoudig te bereiken en ligt bij voorkeur dicht bij uitvalswegen. Het is duidelijk hoeveel parkeerplaatsen, voertuigen en opties er beschikbaar zijn en het reserveren verloopt vlot en simpel. Ook de reis *vanaf* de hub moet prettig verlopen. Duurzame vervoerwijzen worden goed gefaciliteerd, met bijvoorbeeld brede fietspaden en veel groentijd voor fietsers bij de verkeerslichten rondom de hub. Ook doet het ov de hub frequent en gedurende een groot deel van de dag aan.

Modellen

Wegbeheerders die parkeerbeleid, deelvervoer en hubs willen inzetten, willen natuurlijk wel weten hoe dat gaat uitpakken. Wie zal er met welke vervoerwijze reizen, hoe vaak en waarnaartoe? Wat betekent dat voor de drukte op onze wegen en in het openbaar vervoer? Om hier meer inzicht in te krijgen, zijn modellen onmisbaar – en gelukkig worden er steeds meer modellen ontwikkeld of aangepast die parkeren, hubs en deelvervoer mee kunnen nemen in hun berekeningen.

Wat parkeren betreft zijn er verschillende modelontwikkelingen. Zo heeft TNO voor de gemeente Den Haag een inschatting gemaakt van het reisgedrag en de bijbehorende parkeerbehoefte van nieuwe bewoners, onder meer voor de te ontwikkelen wijken in de Binckhorst. Hiervoor zijn populatiegegevens met activiteitschema's en leefstijlkenmerken van bewoners samengebracht. Op basis van causale diagrammen is vervolgens een *quickscanmethode* ontwikkeld waarmee de effecten van het nieuwe reisgedrag berekend kunnen worden [29].

Een ander voorbeeld is Utrecht. De gemeente is er samen met Goudappel in geslaagd om autoluwe ontwikkelingen mee te nemen – beperkte parkeercapaciteit, de mogelijkheid voor parkeren op afstand en hubs – in de schattingen van herkomst-bestemmingsmatrices. Het resultaat is wat zij een *multi proportioneel zwaartekrachtmodel* noemen [30].

Binnen het project *Urban Tools Next II* zijn ook modellen (door) ontwikkeld om met parkeercapaciteiten en -kosten te rekenen. Het parkeren wordt meegenomen in verschillende modelstappen: bij het opstellen van de activiteitschema's (activity-based model Feathers) bijvoorbeeld, maar ook bij het toedelen van het verkeer op het netwerk. Voor de toedeling worden er parkeercapaciteiten gemodelleerd op specifieke 'parkeerlinks', waar maar een beperkt aantal auto's gebruik van kan maken. Met looplinks wordt het uitwijkgedrag gemodelleerd, waarbij auto's in een nabijgelegen zone met meer parkeercapaciteit parkeren.

Urban Tools Next II kan ook het parkeren bij hubs en de overstap op deelmobiliteit meenemen. Een speciaal voor- en natransportmodel kijkt voor iedere hoofdvervoerswijze of een rit via een hub misschien aantrekkelijker is, rekening houdend met onder meer (hoge) parkeerkosten bij de eindbestemming, lage of geen parkeerkosten bij de hub en de beschikbaarheid van deelmobiliteit als voor- en natransportoptie op de hubs [31, 32].

2.5. Fysische vs. datagedreven modellen

Om beleidskeuzes te ondersteunen en de impacts van verschillende scenario's met elkaar te vergelijken, maken we al decennialang gebruik van fysische verkeersmodellen. Met deze modellen brengen we de verkeersvraag en verkeersstromen in kaart, de huidige én toekomstige. De meeste van deze modellen zijn een flinke versimpeling van de werkelijkheid: de modellen baseren zich veelal op geaggregeerde informatie, met verkeerskundige theorieën en natuurkundige wetten als basis. In zekere zin vertrouwen we dus op de wetmatigheid totdat het tegendeel bewezen is. Het zijn ook juist die wetmatigheden die ons in staat stellen om de uitkomsten te begrijpen en te verklaren.

Dat de modellen een versimpeling zijn is overigens niet zonder reden: het is praktisch onmogelijk om alle parameters en verbanden mee te nemen en er zullen dus keuzes moeten worden gemaakt. De modellen werken dan goed binnen een bepaalde afbakening. Buiten die afbakening moet de modelexpert alert zijn, want minder significante en niet-lineaire relaties kunnen door een extrapolatie ineens 'relevant' worden.

Datagedreven

Maar wat als we juist geïnteresseerd zijn in die minder significante en minder voor de hand liggende variabelen? In die gevallen kunnen *datagedreven* modellen ons helpen. Dat kan bijvoorbeeld met beschrijvende regressieanalyses, waarmee je onderzoekt welke variabelen elkaar (significant) beïnvloeden (correleren). Deze aanpak is gebaseerd op statistiek en kansberekeningen en niet op natuurkundige principes.

Een mooi voorbeeld van zo'n datagedreven aanpak zijn de *verkeersveiligheidsdashboards* in Rotterdam en Utrecht. Deze dashboards brengen op basis van historische ongevalsgegevens risicovolle locaties in beeld. Op deze blackspots kan de wegbeheerder reactief maatregelen nemen. Maar de dashboards zijn ook in staat om met behulp van *machine learning* risicofactoren te bepalen. Zijn die eenmaal vastgesteld, dan kan het systeem op zoek naar andere locaties in de regio met vergelijkbare (risicovolle) omstandigheden – en op die locaties kan de wegbeheerder dan proactief maatregelen treffen, nog voordat het een blackspot wordt. Hierbij moet wel gezegd worden dat het vinden van 'soortgelijke locaties met vergelijkbare omstandigheden' heel lastig kan zijn: wat neem je daarin mee en is daar dan ook data van? Maar de richting die Rotterdam en Utrecht hiermee inslaan, is zeker een interessante.



Verkeersmanagement

Ook binnen specifiek het domein van verkeersmanagement nemen datagedreven modellen een steeds belangrijker positie in. Dit is vooral te danken aan de inmiddels ruime beschikbaarheid van ‘nieuwe’ data, zoals *floating car data* en data uit moderne (kleinere, flexibelere en slimmere) sensoren. Deze data bieden kansen voor wegbeheerders om bestaande systemen te moderniseren, breder toe te passen en kosten te besparen.

Uit eerdere onderzoeken blijkt bijvoorbeeld dat Automatische Incident Detectie, AID, een significant positief effect heeft op de verkeersveiligheid, doorstroming en wegcapaciteit [33]. Dit systeem, dat in de jaren 70 van de vorige eeuw is ontwikkeld, is nog sterk afhankelijk van de data van (kostbare) inductielussen in het wegdek. Als de AID-algoritmes zouden kunnen draaien op *floating car data*, zou de functionaliteit ook op andere delen van het verkeersnetwerk, zonder grootschalige monitoring via lussen, beschikbaar komen. We zijn dan meteen minder afhankelijk van het bestaande sensor-netwerk, dat door de huidige vervangings- en renovatieopgave onder druk staat.

In 2022 bleek uit de resultaten van het project *Ursa Major Neo* dat *floating car data* inderdaad succesvol kunnen worden ingezet als enkele databron voor incidentdetectie [34]. Wel variëren de resultaten tussen de verschillende locaties en wegvakken. Deze verschillen zijn met ‘lokale’ kennis (kennis van de situatie op de betreffende wegvakken) vaak goed te verklaren. Dat laat trouwens goed zien dat ook

bij de datagedreven aanpak de interpretatie van de resultaten door de verkeerskundige en beleidsmaker cruciaal is en blijft.

Op basis van de onderzoeksresultaten is het nu aan Rijkswaterstaat om te beoordelen of een AID-algoritme op basis van alleen *floating car data* voldoet, of dat wordt ingezet op een combinatie van *floating car data* met extra informatie uit (een beperkter aantal) lussen.

Andere toepassingen

Ook stedelijk zijn er toepassingen denkbaar om data slim in te zetten en te combineren: mobiliteitsdata van verschillende modaliteiten, maar ook data over bijvoorbeeld luchtkwaliteit en energie.

En juist in de steden, waar de ruimte schaars is en de connectiviteit door de opkomst van het internet is gegroeid, kunnen datagedreven toepassingen heel nuttig zijn om de beschikbare middelen beter te verdelen. Deze modellen kunnen zelfs geschikter zijn dan traditionele modellen. Slimme diensten op het gebied van onder andere energie, gezondheid en mobiliteit hebben de potentie de levenskwaliteit te verbeteren en real-time op eventuele veranderingen te anticiperen. Dat het verkeerssysteem inmiddels in hoge mate connected is, is hierbij een extra pre. We halen niet alleen uit steeds meer connected apparaten informatie op, maar we kunnen inwoners en reizigers via diezelfde apparaten ook individueel aanspreken en bijvoorbeeld van een gepersonaliseerd routeadvies voorzien.

Leercyclus in de verkeersmodellen

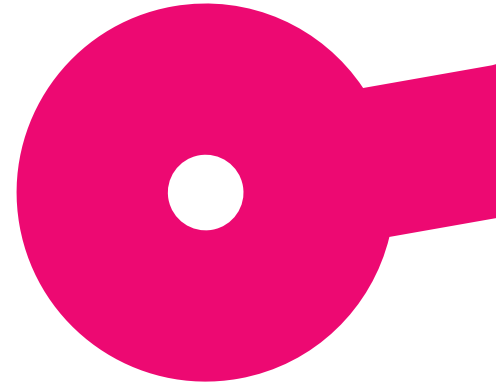
De datagedreven modellen hebben het verkeersdomein al veel moois gebracht, maar nieuwe ontwikkelingen rekken de mogelijkheden nog eens op. De nieuwste generatie datagedreven modellen is namelijk *zelflerend*: de data zijn niet slechts input voor een berekening, maar ook voor een verbeteringslag van het achterliggende model. Modellen met zo'n geïntegreerde leercyclus helpen ons om steeds beter de verschillende vervoersmodaliteiten te representeren – en het zou dan uiteindelijk ook mogelijk moeten zijn het verkeerssysteem als geheel te benaderen, met weinig of in ieder geval veel minder versimpeling.

Conclusie

De traditionele verkeersmodellering is in ons werkveld niet weg te denken, en terecht. Mede door de achterliggende afbakening, aannames en natuurkundige wetmatigheden kunnen uitkomsten van een model relatief makkelijk verklaard en geduid worden, door modelexperts en andere stakeholders.

Dit voordeel is echter ook meteen een nadeel: zodra we op nieuw, onbekend terrein komen, hebben we nog maar weinig aan de fysieke modellen. Voor die situaties hebben datagedreven methodes weer meerwaarde. Op basis van grootschalige datasets is het mogelijk om afhankelijkheden, complexiteit en samenhang tussen de variabelen inzichtelijk te maken. Wel geldt dat ook bij de datagedreven aanpak de interpretatie door de modelexpert en achterliggende domeinkennis essentieel blijven.

In de toekomst zullen we die datagedreven modellen nog krachtiger kunnen maken door een leercyclus in te bouwen. In ieder geval tot die tijd zijn traditioneel fysieke modellen en datagedreven modellen even onmisbaar: beide dragen ze bij aan een betere modellering van de werkelijkheid.



2.6. Robuustheid van verkeersnetwerken

De laatste jaren is er meer aandacht voor de *robustheid* van onze verkeersnetwerken. Een netwerk is robuust wanneer het zo is ingericht dat er geen onverwacht groot reistijdverlies optreedt bij verstoringen [35, 36]. Zo'n netwerk kan, simpel gezegd, tegen een stootje en loopt niet meteen vast als zich ergens een probleem voordoet.

Het robuust(er) maken van een netwerk is echter geen simpele opgave. Je kan je natuurlijk niet tegen alle mogelijke verstoringen beschermen, omdat dat simpelweg te duur is. Het uitbreiden van het netwerk is ook weinig effectief: door infrastructuur en alternatieve routes bij te bouwen wordt het netwerk aantrekkelijker en komt er meer verkeer – en ben je al snel terug bij af.

Maar dat het ingewikkeld is, wil niet zeggen dat we niet hoeven te werken aan robuuste netwerken. Een mooi begin is om *te leren van fouten*.

Spitsstrook

Spitsstroken zijn een schoolvoorbeeld van hoe infrastructurele ingrepen onbedoeld negatieve effecten kunnen hebben op de robuustheid. Het probleem is dat door de aanleg van een spitsstrook de latente vraag vanzelf een permanente vraag wordt. Een spitsstrook is echter niet altijd beschikbaar: soms wordt de strook bijvoorbeeld niet opengesteld vanwege haperende IT-systemen of door een defect voertuig dat de spitsstrook als pechstrook gebruikt.

Dat betekent op zo'n moment een flinke capaciteitsverlaging van het betreffende wegvak. Als dat een keertje voorkomt, is het nog acceptabel, maar als het vaker voorkomt maakt de spitsstrook het netwerk substantieel minder robuust, met name in de spitsperiodes.³

Verdelingseffecten van verstoringen

Een tweede les betreft de Haringvlietbrug, een belangrijke schakel tussen Zuid-Holland, Zeeland en Noord-Brabant. Deze brug heeft van medio 2021 tot 2023 een lagere capaciteit beschikbaar voor verkeer. Oorzaak zijn klemmen op de brug die lostrillen onder de druk van het vele verkeer. Door de capaciteit te beperken – de vier beschikbare rijstroken zijn versmald en de snelheid is verlaagd van 100 naar 50 kilometer per uur – blijft de brug veilig tot de tijd dat er grotere werkzaamheden kunnen worden uitgevoerd. Het gevolg van het 'knijpen' is wel dat de voorspelde extra reistijd oploopt, tot ongeveer een half uur in de avondspits. In de praktijk lijkt dat overigens mee te vallen.

³ De camera's die nu gebruikt worden voor het schouwen van de spitsstroken zijn (bijna) aan het einde van hun levensduur en vervanging laat nog op zich wachten. Hierdoor zullen de spitsstroken naar verwachting vaker niet beschikbaar zijn.

Doordat er maar zeer beperkt alternatieve routes beschikbaar zijn, zit er voor veel gebruikers van de brug niet veel anders op dan rekening te houden met de extra reistijd. Omwonenden worden hierdoor echter onevenredig benadeeld, omdat zij de brug het vaakst gebruiken. En vanuit Goeree-Overflakkee, waarop maar één regionaal ziekenhuis is, wordt bijvoorbeeld sommige meer specialistische zorg (buiten Goeree-Overflakkee) veel minder bereikbaar door de deelsluiting van de brug. De les hier is dat we bij voorspelbare verstoringen niet alleen moeten kijken naar wat het ‘gemiddeld’ effect is op bijvoorbeeld reistijd, maar ook rekening moeten houden met verdelingseffecten. Oftewel: wat betekent het voor bepaalde (kwetsbare) groepen?

Digitale infrastructuur, services en medewerkers

Een laatste punt is dat robuustheid niet alleen afhangt van de fysieke infrastructuur. Om een netwerk functionerend te houden zijn we de laatste jaren immers steeds afhankelijker geworden van de digitale infrastructuur, services en medewerkers. ‘Verstoringen’ op die vlakken kunnen ook voor forse problemen zorgen.

Op Schiphol ontstonden in de meivakantie van 2022 voor het eerst grote opstoppingen en wachtrijen door een gebrek aan personeel bij de beveiliging, de bagageafhandeling en het vliegpersoneel. In mei 2022 liet de NS minder of kortere treinen rijden op bepaalde trajecten, doordat zij niet genoeg conducteurs, machinisten en ander personeel konden vinden. En ook op de weg zagen we zulke problemen, toen eveneens in mei de Ketheltunnel een paar uur dicht

moest, omdat er geen tunneloperators meer beschikbaar waren. Om een systeem robuust te houden, moeten we dus verder kijken dan bijvoorbeeld het ontwerp van de infrastructuur.

Werken aan robuustheid

Het wordt steeds duidelijker dat er aan robuustheid gewerkt moet worden en dat gebeurt ook op een aantal vlakken. Zo heeft TNO op verzoek van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat in 2016 en 2017 de Robuustheidstool en Kwetsbaarheidstool voor het hoofdwegennet ontwikkeld [37, 38]. De *Robuustheidstool* richt zich op extreem reistijdsverlies als gevolg van incidenten en wijst scores toe op basis van impact van en kans op incidenten. Hierbij scoren wegen met een hoge intensiteit, lage restcapaciteit, grote kans op fileterugslag en weinig alternatieve routes erg hoog. De *Kwetsbaarheidstool* kijkt naar omrijtijden voor individuele gebruikers bij wegafsluitingen. Voor deze tool is een wegvak kwetsbaar als alternatieve routes (met voldoende capaciteit) op grote afstand liggen, waardoor omrijden veel tijd kost.

De tools zijn onder ander gebruikt in de *Nationale Markt- en Capaciteitsanalyse 2017* en de *Integrale Mobiliteitsanalyse 2021* [39, 40]. Dat inspireerde om ook te kijken naar oorzaken van netwerkuitval, en hoe je daar in assetmanagement rekening mee kan houden. In 2022 is bovendien gestart naar de kwetsbaarheid van het Nederlandse wegennet voor klimaatverandering. Bij het inzetten van de tools voor het klimaat wordt rekening gehouden met de kansen dat bepaalde situaties zich voordoen op specifieke locaties, en de gevol-



gen wanneer deze wegen (deels) afgesloten zijn. Deze studie is een van de eerste die vooruitkijkt op de robuustheid van het wegennet.

Rol van verkeersmanagement

Hoewel verkeersmanagement soms juist debet is aan het probleem – denk aan de kwetsbaarheid als gevolg van spitsstrooksystemen – kan je verkeersmanagement, in combinatie met incidentmanagement, zeker ook als onderdeel van de *oplossing* zien. Bij een ongeval of pechgeval is het uiteraard belangrijk om gestrande voertuigen zo snel mogelijk weg te slepen en de weg weer volledig vrij te krijgen. Maar verkeersmanagers kunnen ook helpen door verkeer adequaat om te leiden of door informatie te verstrekken zodat mensen niet de weg op gaan of anders gaan reizen. Verder kan terugslag worden voorkomen door de instroom plaatselijk te beperken en de uitstroom juist te bevorderen.

Om effectief te zijn, moet verkeersmanagement wel op een flexibele manier worden ingezet – je weet immers maar deels waar de verstoringen te verwachten zijn. Ook kan er nog wat meer nagedacht worden over de te verwachten (soorten) verstoringen en waar in het netwerk de *points of failure* zich bevinden. Op deze locaties kunnen wegbeheerders dan extra aandacht besteden aan het voorkomen van verstoringen.

Als laatste is het nog noemenswaardig dat *minder* ‘benutten’ ook bijdraagt aan een robuuster systeem. Wanneer een netwerk (bijna) volledig benut wordt is er weinig restcapaciteit beschikbaar op (alternatieve) routes en hiermee wordt het lastig om incidenten goed af te handelen [41]. Bij minder benutten komen er echter een hoop andere vragen tevoorschijn, want hoe doe je dat in de praktijk? Kan je ervoor zorgen dat in de spits een weg voor maximaal 80% gebruikt wordt, tenzij er in de nabijheid een incident is? Minder benutten lijkt bijna onmogelijk, tenzij we het verkeer veel harder gaan sturen en geleiden. Daarmee krijg je een afweging tussen robuustheid enerzijds en bereikbaarheid of reistijd anderzijds. De uitkomst van die afweging kan natuurlijk zijn dat minder benutten niet wenselijk is, maar het is in ieder geval iets om over na te denken.



Referenties

- [1] **PBL (2021)**, *Brede welvaart en mobiliteit, rapport*, Planbureau voor de Leefomgeving, november 2021.
- [2] **TNO (2021)**, *Indicatoren voor brede welvaart in het mobiliteitsdomein – een vertrekpunt voor discussie gebaseerd op een quickscan*, rapport, december 2021.
- [3] **TrafficQuest (2022)**, *Brede welvaart en verkeersmanagement*, rapport, augustus 2022.
- [4] **KiM (2021)**, *Uitwerking van brede welvaart voor de monitoring en evaluatie van mobiliteitsbeleid*, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, december 2021.
- [5] **CROW (2021)**, *Multimodale netwerk-kaders: Leidraad voor het opstellen en toe-passen van een multimodaal netwerkkader*, CROW, maart 2021.
- [6] **ETSC (2022)**, *Road deaths in the European Union – latest data*, [etsc.eu/euroadsafetydata](https://www.etsc.eu/euroadsafetydata), geraadpleegd op 4 augustus 2022.
- [7] **MuConsult (2021)**, *Bandbreedte ontwikkeling penetratiegraad ADAS*, MuConsult, juni 2021.
- [8] **SWOV (2019)**, *Intelligente transport- en rijhulpsystemen (ITS en ADAS)*, factsheet, april 2019.
- [9] **ETSC (2021)**, *Intelligent Speed Assistance set for launch on all new EU vehicle types from 2022*, nieuwsbericht, 31 mei 2021, [etsc.eu/intelligent-speed-assistance-set-for-launch-on-all-new-eu-vehicle-types-from-2022](https://www.etsc.eu/intelligent-speed-assistance-set-for-launch-on-all-new-eu-vehicle-types-from-2022), geraadpleegd op 4 augustus 2022.
- [10] **Fildes et al. (2015)**, *Effectiveness of low speed autonomous emergency braking in real-world rear-end crashes*, Accident Analysis & Prevention 81, pp. 24-29, 2015.
- [11] **SWOV (2016)**, *Alcoholslot*, factsheet, maart 2016.
- [12] **KiM (2021)**, *Smart mobility in de relatie tot doorstroming op de weg*, rapport, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, september 2021.
- [13] **Harms, H. (2006)**. *80 km/u vertraagt? De oorzaken van de toename in filezwaarte na invoering van de 80 km/u maatregel*, afstudeerrapport, TU Delft, november 2006.
- [14] **Tan et al. (2020)**, *Estimate of safety impact of lane keeping assistant system on fatalities and injuries reduction for China: Scenarios through 2030*, Traffic Injury Prevention, 21(2), pp. 156-162, 2020.
- [15] **OvV (2019)**, *Wie stuurt? Verkeersveiligheid en automatisering in het wegverkeer*, rapport, Onderzoeksraad voor Veiligheid, november 2019.

[16] **Allianz Direct (2019)**, *De grootste auto ergernissen van Nederland*, nieuwsbericht, 16 april 2021, www.allianzdirect.nl/pers/grootste-auto-ergernissen-2021, geraadpleegd op 5 augustus 2022.

[17] **Wilmink, I., B. Immers en H. Schuurman (2011)**, *De toepassingsmogelijkheden van coöperatieve systemen en services in Nederland*, paper gepresenteerd op 2e Nationaal verkeerskundecongres, 2 november 2011.

[18] **CROW (2014)**, *Mobiliteit en gedrag – begrijpen en beïnvloeden*, CROW, december 2014.

[19] **SWOV (2021)**, *Interpolis Barometer 2021 - Vragenlijststudie mobiel telefoongebruik in het verkeer*, rapport, 2021.

[20] **Vervoerregio Amsterdam (2022)**, *Inwoners Vervoerregio Amsterdam denken verleiding smartphone in het verkeer te kunnen weerstaan*, nieuwsbericht, 30 maart 2022, vervoerregio.nl/artikel/20220330-inwoners-vervoerregio-amsterdam-denken-verleiding-sm, geraadpleegd op 5 augustus 2022.

[21] **Dvj Insights (2021)**, *Campagne-effectonderzoek MONO*, rapport in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Dvj Insights, december 2021.

[22] **TrafficQuest (2021)**, *Artificial Intelligence in verkeersmanagement – Een quickscan analyse*, rapport, oktober 2021.

[23] **SWOV (2022)**, *Hoeveel veiliger wordt het met 30 km/uur als de norm binnen de bebouwde kom?*, factsheet, juli 2021.

[24] **SWOV (2022)**, *Snelheid en snelheidsmanagement*, factsheet, juli 2021.

[25] **SWOV (2021)**, *Concept-opzet evaluatie GOW30 – Aanbevelingen voor onderzoek naar de effecten van gebiedsontsluitingswegen met limiet 30 km/uur*, rapport, SWOV, december 2021.

[26] **KpVV (2104)**, *Parkeren en mobiliteitsmanagement*, Kennisplatform Verkeer en Vervoer, juni 2014.

[27] **KiM (2018)**, *Sturen in parkeren*, rapport, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, juni 2018.

[28] **Heezen, M., D. Vonk Noordegraaf, B. Kin (2021)**, *Hubs: Knooppunt van Maatschappelijke Opgaven*, paper voor het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk, november 2021.

[29] **TNO (2021)**, *Challenge verlagen parkeernorm Den Haag*, oktober 2021.

[30] **Terlouw, D., H. Huisman (2021)**, *Parkeerplafonds en parkeren op afstand in model Utrecht*, presentatie voor het PLATOS Modellencolloquium, maart 2021.

[31] **Snelder, M., T. Bellemans, W. Clerx (2021)**, *Urban Tools Next – de stap naar activity based modellen*, paper voor het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk, november 2021.

[32] **TNO (2012)**, *Deelauto's Amsterdam – onderzoek naar aantallen en spreiding van deelauto's*, rapport, december 2021.

[33] **Taale, H. (2022)**, *Effecten van benutting in Nederland – Een overzicht van 270 praktijkbeoordelingen*, presentatie, versie 5.1, Rijkswaterstaat, 25 maart 2022.

[34] **UMneo (2022)**, *Congestion Detection with Floating Car Data*, evaluatierapport URSA MAJOR neo door ModelIt, MuConsult, Rijkswaterstaat, april 2022.

[35] **Snelder, M., H. Drolenga en M. Mulder (2011)**, *Hoe kwetsbaar is het Nederlandse wegennetwerk?*, paper voor het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk, 24 en 25 november 2011.

[36] **Van Mourik, H., M. Snelder en M. Mulder (2016)**, *Indicator voor robuustheid van het hoofdwegennet*, paper voor het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk, 24 en 25 november 2016.

[37] **TNO (2016)**, *Methode Robuustheidscore*, rapport, in opdracht van Rijkswaterstaat, mei 2016.

[38] **TNO (2017)**, *Kwetsbaarheidsindicator vanuit netwerkperspectief – Een toepassing op het Nederlandse hoofdwegennetwerk*, rapport, 21 februari 2017.

[39] **IenW (2017)**, *Nationale Markt- en Capaciteitsanalyse 2017*, rapport, ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, mei 2017.

[40] **IenW (2021)**, *Integrale Mobiliteitsanalyse 2021*, rapport, ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2021.

[41] **KiM (2010)**, *De betekenis van robuustheid: robuustheid in kosten-batenanalyses van weginfrastructuur*, rapport, Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid, juli 2010.



- diens**
toegestaan
en hoger
- toegestaan**
en hoger
- toegestaan**
Taxi
2009
en jonger
-
-





Nieuwe ontwikkelingen in onderzoek.

In onze terugblik kunnen de resultaten van promotieonderzoek niet ontbreken. PhD'ers aan de TU Delft en de Universiteit Twente verdiepten zich in onderwerpen als verhandelbare spitsrechten, rijstrookspecifiek verkeersmanagement en congestiepatronen. Verder schenken we aandacht aan de congressen en symposia van het afgelopen jaar. Wat brachten die aan nieuws?

3.1. Relevant promotieonderzoek

Verhandelbare spitsrechten voor congestie-management

Prijsbeleid is een heet hangijzer in Nederland. Al decennialang praat de politiek over rekeningrijden, tolpoorten, congestieheffingen, spitsheffingen, anders betalen enzovoort. Lizet Krabbenborg zette echter een net andere vorm van beprijzen voor het voetlicht: zij verdedigde op 12 januari 2021 op de TU Delft haar proefschrift over *verhandelbare spitsrechten*.

Krabbenborg heeft met enquêtes de voor- en nadelen van een dergelijk systeem in kaart gebracht. Zij richtte zich vooral op de vraag of verhandelbare spitsrechten breder gesteund worden en dus haalbaarder zijn dan andere vormen van heffing. De verwachtingen van de geïnterviewde beleidsmakers en onderzoekers over de eventuele steun van het grote publiek waren echter niet heel positief – en zelfs negatiever dan de empirisch vastgestelde resultaten onder inwoners.

Al met al kon Krabbenborg de vraag of verhandelbare spitsrechten haalbaarder zijn, niet eenvoudig beantwoorden. Er lijken echter wel degelijk kansen te zijn, gelet op de reacties van inwoners. Voor hen zijn vooral de eerlijkheid van het systeem, het geloof in

de effectiviteit en het vertrouwen in de overheid belangrijk. Omdat de steun onder de bevolking vaak groter wordt als beleid eenmaal is geïmplementeerd, pleit Krabbenborg ervoor om realistische experimenten te houden.

Lizet Krabbenborg, *Tradable Credits for Congestion Management: support/reject?*, PhD-thesis, TU Delft, januari 2021.



Ontwerp en optimalisatie van wegennetwerken voor automatische voertuigen

Automatische voertuigen, AV, wordt een gouden toekomst toegedicht, mede doordat ze het transportsysteem veiliger en beter zouden maken. Maar het wegennet moet wel berekend zijn op deze voertuigen. Of en in hoeverre automatische voertuigen echt zelfstandig kunnen rijden, hangt namelijk nauw samen met de infrastructuur: valt die binnen hun *operationeel ontwerpdomein*?

Om overheden te ondersteunen bij het ontwerpen van wegennetwerken voor automatische voertuigen, ontwierp Bahman Madadi van de TU Delft een nieuwe methode om investeringen in de fysieke en digitale weginfrastructuur te optimaliseren. Zijn proefschrift hierover heeft hij op 20 januari 2021 verdedigd.

Madadi liet zien dat voor automatische voertuigen de connectiviteit van subnetwerken een absolute voorwaarde is. Een andere belangrijke conclusie is dat lang niet alle wegen 'AV-proof' hoeven te worden. Een groot deel van de baten is namelijk al te behalen door alleen een AV-subnetwerk goed uit te rusten, mits hiervoor de juiste selectie van links wordt gemaakt. Zo'n subnetwerkaanpak heeft ook voordelen voor de veiligheid en netwerkprestatie tijdens de overgangperiode. Madadi geeft hier in zijn proefschrift enkele voorbeelden van.

Bahman Madadi, *Design and Optimization of Road Networks for Automated Vehicles*, PhD-thesis, TU Delft, januari 2021.



Rijstrookspecifiek verkeersmanagement

Hari Hara Sharan Nagalur Subraveti richtte zijn promotieonderzoek aan de TU Delft op het rijstrookgebruik. Onevenwichtig rijstrookgebruik kan in drukke perioden namelijk makkelijk leiden tot file, ook als er nog capaciteit beschikbaar is. Subraveti verdedigde op 20 maart 2021 zijn proefschrift waarin hij verkent hoe we het rijstrookwisselgedrag op autosnelwegen zouden kunnen beïnvloeden en welke impact dat heeft op de verkeersstroom. Hij ontwikkelde daarvoor een rijstrookspecifiek verkeersmodel. Voor de regelingen heeft hij vooral gekeken naar de invloed van automatische voertuigen en de penetratiegraad daarvan in de overgangperiode.

Subraveti's belangrijkste conclusie is dat het beïnvloeden van rijstrookwisselgedrag nuttig kan zijn, als we tenminste goed rekening houden met de verschillende mechanismen voor het wisselen van rijstrook, typen knelpunten en vraagscenario's.

Hari Hara Sharan Nagalur Subraveti, *Lane-specific Traffic Flow Control*, PhD-thesis, TU Delft, maart 2021.



Praktische oplossingen voor verkeersmanagement op netwerkniveau

Op 14 juni 2021 verdedigde Ramon Landman zijn proefschrift aan de TU Delft over nieuwe regelmethoden voor verkeersmanagement. In zijn proefschrift gaat hij in op aspecten als het oplossen van problemen vanuit een netwerkperspectief, het integreren van verkeersmaatregelen, beleidsdoelstellingen, gebruikersbelangen en praktische toepasbaarheid. Met behulp van simulaties laat hij zien dat als het verkeer wordt geleid op basis van vooraf gedefinieerde serviceniveaus, de routecapaciteit binnen het netwerk volledig kan worden benut en dat verschijnselen die de netwerkprestaties verminderen worden voorkomen. Ook blijven op die manier buitensporige vertragingen voor omgeleide weggebruikers beperkt.

Landman heeft ook gekeken naar het gebruik van *buffers* om netwerkmanagement concreet toe te passen. Duidelijk is dat de netwerkprestatie wordt beïnvloed door de selectie van gecoördineerde buffers en de volgorde waarin deze worden gevuld. Het is verder van belang om de buffers zorgvuldig te kiezen. Het optimale aantal en hun opstelcapaciteit zijn situatiespecifiek.

Ramon Landman, *Operational Control Solutions for Traffic Management on a Network Level*, PhD-thesis, TU Delft, juni 2021.

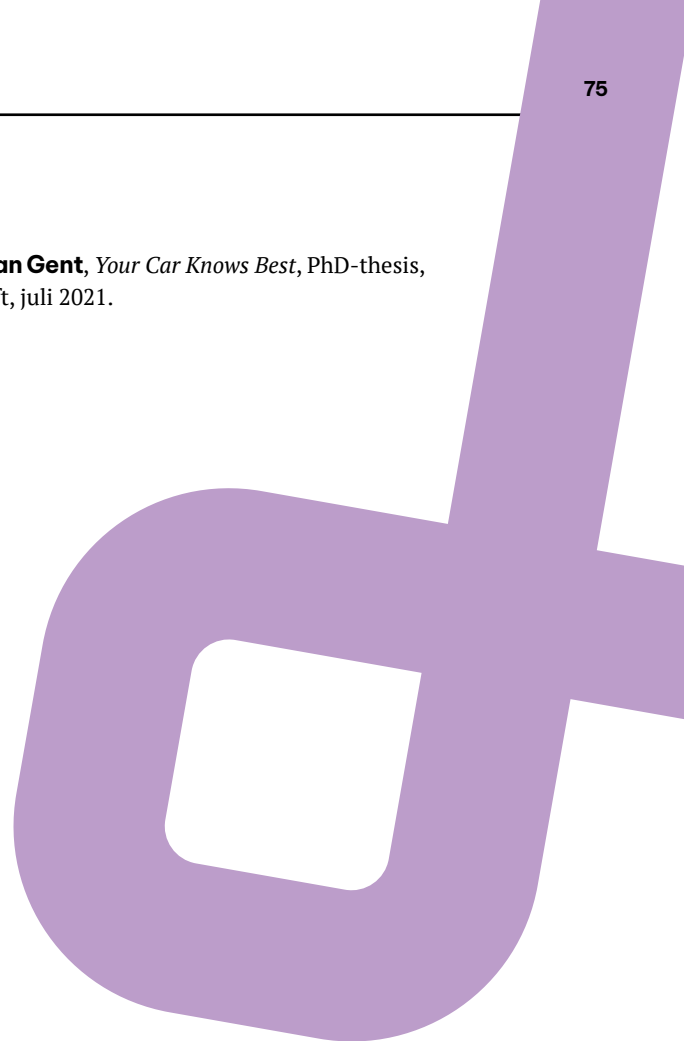


Uw auto weet het beter

Met behulp van in-car waarschuwingen en adviezen kunnen we het rijgedrag van autobestuurders beïnvloeden en zo uiteindelijk congestie verminderen. Door bestuurders bijvoorbeeld advies te geven over de te gebruiken rijstrook, kan het verkeer ‘rustiger’ worden gemaakt en voorkomen we het ontstaan van filegolven. Maar hoe pak je dat beïnvloeden aan? Hoe geef je advies, wanneer doe je dat en welke boodschap geef je door? Die vragen komen aan de orde in het proefschrift van Paul van Gent, dat hij op 9 juli 2021 aan de TU Delft verdedigde.

Om te bepalen wat een geschikte werkwijze is, heeft Van Gent een aantal proefpersonen in een simulator gezet en verschillende ‘beïnvloedingstactieken’ onderzocht. Zijn conclusie is dat visuele boodschappen het beste overkomen en dat we die het best kunnen geven als de werklust van bestuurders laag is. Werklust is lastig te meten, maar de hartslag lijkt een goede maat te zijn. Het conceptuele model dat Van Gent voor dit onderzoek heeft ontwikkeld, kan ontwerpers helpen bij het bepalen van de juiste communicatiestrategie bij het benaderen van een bestuurder.

Paul van Gent, *Your Car Knows Best*, PhD-thesis, TU Delft, juli 2021.



Snelwegcongestiepatronen

Tin Nguyen promoveerde op 21 juli 2021 aan de TU Delft op het onderwerp *snelwegcongestiepatronen*. Congestie is een dagelijks terugkerend fenomeen dat de samenleving veel tijd en dus geld kost. Om dit probleem efficiënt te kunnen managen, is kennis nodig – en kennis over congestiepatronen kan daarbij helpen.

Voor zijn onderzoek ontwikkelde Nguyen een raamwerk om grote hoeveelheden verkeersdata te verwerken, congestie te detecteren, te clusteren en patronen te herkennen. Deze patroonherkenning gebeurt met een zelflerend algoritme. Nguyens aanpak kan helpen om knelpunten in de toekomst sneller op te sporen, nog voor ze écht zichtbaar zijn. De karakteristieken van de congestiepatronen kunnen ook verkeersmanagement verder helpen, omdat we dan meer ingrepen op maat (afhankelijk van de karakteristieken) kunnen doen.

Tin Nguyen, *Highway Traffic Congestion Patterns – Feature Extraction and Pattern Retrieval*, PhD-thesis, TU Delft, juli 2021.

De dynamiek van modaliteitskeuze

Marie-José Olde Kalter promoveerde op 5 november 2021 aan de Universiteit Twente. Zij onderzocht hoe we het gebruik van duurzame vervoermiddelen kunnen stimuleren. Daarvoor is inzicht nodig in de motivaties en belemmeringen voor het gebruik van de verschillende vervoermiddelen en de onderliggende redenen om wel of niet van gedrag te veranderen.

Olde Kalter verliet zich bij haar onderzoek op een combinatie van twee bronnen paneldata: het Mobiliteitspanel Nederland (MPN) en het Nederlands Verplaatsingspanel (NVP). De MPN-data gebruikte ze om de invloed van huishoudinteracties, levensgebeurtenissen en attitudes op de veranderingen in de vervoerwijzekeuze te bepalen. De data van het NVP was belangrijk om de invloed van corona op toekomstige veranderingen in de woon-werkmobiliteit te onderzoeken.

Eén conclusie uit het onderzoek is dat attitudes en voorkeuren stabiel zijn dan de vervoerwijzekeuze. Olde Kalter stelde ook vast dat mensen eerder geneigd zijn hun attitudes en voorkeuren aan te passen, als dat het past bij het gedrag dat ze toch al vertonen. Dat wordt bevestigd door de analyse van de gedragsveranderingen tijdens de coronapandemie. Werknemers werkten veel vaker thuis en dat resulteerde in grote veranderingen in het woon-werkverkeer. Tegelijkertijd werden werknemers tijdens de lockdown steeds positiever over telewerken.

Marie-José Olde Kalter, *Dynamics in Mode Choice Behaviour*, PhD-thesis, Universiteit Twente, november 2021.

3.2. Congressen en symposia

NVC 2021

Het Nationaal Verkeerskundecongres werd in 2021 weer *fysiek* gehouden, in Utrecht. Het thema was ‘nabijheid en verbinden’. Nabijheid zou een belangrijk thema moeten zijn, omdat het mobiliteit en ruimtelijke ordening verbindt. Het is goed te bedenken dat mobiliteit geen doel op zich is, maar een middel is om bepaalde doelen te bereiken. Daarom kunnen beleidsindicatoren als reistijd en voertuigverliesuren beter vervangen worden door bijvoorbeeld kwaliteit en comfort, tekenden we op.

De keynote was van Rico Bakker, die ‘de kracht van een slecht idee’ besprak. Veel kennis hebben kan makkelijk leiden tot tunnelvisie. Een slecht idee kan ons helpen om vaste patronen in het denken te doorbreken, was zijn redentatie. Door onlogische oplossingen te onderzoeken, worden we gedwongen buiten de vaste patronen te denken – en dat kan tot nieuwe oplossingen leiden. Het is verder nuttig om in beperkingen te denken, aldus Bakker, omdat mogelijkheden daar misschien uit voortkomen.

Tijdens het congres kon TrafficQuest een presentatie geven over de *Leidraad Multimodale Netwerkkaders*. Deze Leidraad laat zien hoe je herleidbare en gedragen keuzes kan maken tussen modaliteiten binnen de schaarse ruimte die er is. De presentatie was trouwens een duopresentatie: het tweede deel betrof de *Leidraad Gebiedsontwikkeling & Smart Mobility*. Deze laat zien hoe je hoge beleidsambities rond gebiedsontwikkeling en mobiliteit op een slimme manier in de praktijk waarmaakt.

Verder waren er interessante bijdragen over het ontwerp van knooppunten en een risicobenadering van verkeersveiligheid.

Meer informatie:

[nationaalverkeerskundecongres.nl](https://nationaleverkeerskundecongres.nl)

CVS 2021

Ook het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk, CVS, in Utrecht kon in 2021 fysiek gehouden worden. Het CVS had trouwens een beperkt hybride vorm, omdat een plenaire spreekster uit Australië haar presentatie online hield. Dat was enigszins in tegenspraak met haar onderwerp, want zij stelde dat reistijd niet beschouwd moest worden als verloren tijd, maar als waardevol. Reistijd kan dienen als bibliotheek, tempel, speeltuin, café en galerie, betoogde ze. En reistijd geeft ook gelegenheid om samen te zijn met vrienden en familie, of met nieuwe gezichten.

Het thema van het CVS was dan ook 'de betekenis van reizen'. Dit thema werd uitgediept in sessies met titels als 'Oost west, thuis best', 'Stap op', 'Te smalle welvaart?' en 'Een virus in je model'.

Meer informatie:

cvs-congres.nl



Congres Mobiliteitstransitie 2022

Het Congres Mobiliteitstransitie is de opvolger van het MaaS-congres – en een goed voorbeeld van hoe een congres een hybride vorm kan krijgen. Deelnemers konden eind mei 2022 naar de fysieke bijeenkomst in Madurodam in Den Haag, maar ze konden het congres ook online volgen, wat veelvuldig gedaan werd.

Het centrale thema was de wisselwerking tussen ruimtelijke ordening en mobiliteit. Zo werd in de openingssessie besproken hoe je met mobiliteitsbeleid de wereld kan verbeteren, met name door het concept van brede welvaart beter toe te passen: je bereikt dan alle mensen in plaats van alleen een bepaalde groep. Door de woningbouwopgave zijn de mobiliteit en de gebiedsopgave ook niet los van elkaar te zien. Belangrijk daarbij is om burgers actief te betrekken bij het afwegen van publieke waarden. Zet burgers op de stoel van beleid en laat hen keuzes maken. Inhoudelijk kan dit nieuwe inzichten opleveren en je creëert er draagvlak mee.

Verder waren er sessies over parkeren en hubs, verduurzaming en klimaat, en brede welvaart. In de laatstgenoemde sessie werd gesteld dat we moeten leren leven met de file. We zouden ook niet langer met alleen een economische bril naar congestie moeten kijken, maar veel meer aspecten mee moeten wegen. Het uitgangspunt moet zijn dat een beleidskeuze zo min mogelijk schade oplevert.

Het congres werd afgesloten met een debat over de rol van deelauto's bij gebiedsontwikkeling.

Meer informatie:
congresmobiliteitstransitie.nl

PLATOS Modellencolloquium 2022

In 2022 is het vijftig jaar geleden dat het baanbrekende rapport *De grenzen aan de groei* van de Club van Rome werd gepubliceerd. De conclusies van dit rapport waren zorgwekkend: de natuurlijke hulpbronnen van de aarde raken op en daardoor remt de industriële groei. De bevolking en vervuiling nemen nog enige tijd toe, maar door een verslechtering van de voedselvoorziening en de gezondheidszorg komt de bevolkingsgroei tot stilstand en later neemt deze af. Deze conclusies werden getrokken op basis van een systeem-dynamisch model, waarbij interacties tussen bevolking, industriële groei, voedselproductie en limieten in de ecosystemen van de aarde opgenomen zijn.

Natuurlijk zitten in dit model tal van aannames en het doortrekken van trends zonder wijziging in de omstandigheden is niet zonder risico, maar latere onderzoeken bevestigen nog altijd de geldigheid van het gebruikte scenario. Ook de zich opstapelende problemen waarmee de wereld op dit moment te maken krijgt, lijken de Club van Rome gelijk te geven: we ervaren grenzen aan de controle over ziektes, grenzen aan de hoeveelheid verkeer en aan de hoeveelheid neerslag die verwerkt kunnen worden, en grenzen aan de hoeveelheid energie die we kunnen opwekken.

Hoe past dit binnen het paradigma van de economische groei en hoe kunnen we hier in onze modellen rekening mee houden? Het PLATOS Modellencolloquium 2022 stond hierbij stil. Er is besproken hoe we om kunnen gaan met krimp en groei, en welke rol modellen daarbij spelen.

Meer informatie:
platos-colloquium.nl





Pilots smart mobility en verkeersmanagement.

Zeker in een vakgebied als verkeer en vervoer is het belangrijk om nieuwe technologieën en diensten ook goed in de praktijk te testen. In dit hoofdstuk bespreken we de voortgang van zes nationale en internationale pilots. Vrijwel alle grote innovaties van de afgelopen jaren komen voorbij, van automatisch rijden tot voertuigdata en communicatie met verkeerslichten.

4.1. ENSEMBLE

In maart 2022 vond het eindevenement van het *ENSEMBLE Truck Platooning*-project plaats. Tijdens dit evenement, een livestream, zijn de belangrijkste resultaten en ‘lessons learned’ van het project gepresenteerd.

Binnen ENSEMBLE is een referentieontwerp ontwikkeld voor *multi-brand platooning*-technologie, dat is geïmplementeerd door alle toonaangevende Europese vrachtwagenfabrikanten. De specificatie van een ad hoc voertuig-naar-voertuigprotocol (V2V) was een van de belangrijkste elementen om het juiste gedrag van de vrachtwagens in elke verkeerssituatie te kunnen garanderen. Deze technologie is gedurende het project stapsgewijs getest. De proef op de som vond in Spanje plaats: zeven vrachtwagens kwamen onder real-life omstandigheden samen op een snelweg, om vervolgens als een geïntegreerd peloton naar Barcelona te rijden.

In het ENSEMBLE-project zijn verder verschillende studies uitgevoerd om de effecten van truckplatooning inzichtelijk te maken: wat betekenen de platoons voor de infrastructuur, verkeersveiligheid, doorstroming, logistieke integratie en het brandstofverbruik?

Met het eindevenement en de afronding van het ENSEMBLE-project ligt er een bruikbaar en toepasbaar fundament voor een standaard die in de toekomst vertaald kan worden naar een definitieve EU-brede

standaard die technische interoperabiliteit en logistieke integratie mogelijk maakt.

Veranderende context

Binnen ENSEMBLE is dus een grote stap vooruit gezet, maar de *context* van truckplatooning is de afgelopen jaren wel veranderd. Het concept is geëvolueerd van een duurzaamheidsinnovatie (besparing op brandstofverbruik) naar meer een veiligheidsinnovatie die ongevallen helpt voorkomen. Ook worden de huidige ontwikkelingen inmiddels vooral gezien als bouwblokken om automatisch rijden in de toekomst mogelijk te maken.

Op dit moment wordt er nog volop aanvullend onderzoek gedaan. Zo zijn er in juni 2022 binnen het *URSA MAJOR neo*-project verschillende testritten met een truckplatoon uitgevoerd. Het doel hiervan was om onder echte verkeersomstandigheden de effecten van pelotons op de openbare weg te bestuderen. Er is onder meer gekeken naar de effecten op het brandstofverbruik. Ook zijn er metingen verricht aan bruggen en tunnels om de effecten op de kunstwerken inzichtelijk te maken. De resultaten van deze tests worden in de komende maanden verwacht.

Meer informatie:
platooningensemble.eu

4.2. SHOW

In het EU-project SHOW, wat staat voor *Shared Automation Operating Models for Worldwide Adoption*, worden *automated urban mobility*-pilots uitgevoerd. Dat zijn pilots met gedeelde elektrische vloten van automatische voertuigen. Dit kan regulier openbaar vervoer betreffen, vraagafhankelijk openbaar vervoer, *Mobility as a Service* en *Logistics as a Service*. Als het lukt deze mobiliteitsconcepten goed te implementeren, zal het mobiliteitssysteem aanzienlijk duurzamer worden.

SHOW is een zeer groot project met veel *pilot sites*. Er zijn zogenaamde *mega-sites* in Duitsland, Zweden, Frankrijk, Oostenrijk en Spanje, met pilots in meerdere steden en met meerdere automatische voertuigen. *Satellite sites*, met wat kleinere pilots, zijn er in Finland, Denemarken, Nederland, Italië, Griekenland en Tsjechië. En dan zijn er nog *follower sites*, die leren van wat er uit de pilots komt om dat toe te passen in hun eigen (huidige of toekomstige) pilots.

In de pilots rijden diverse soorten automatische voertuigen, waaronder ook voertuigen die op afstand worden bestuurd (tele-operation). Er wordt een groot aantal usecases bekeken, met bijvoorbeeld onderscheid naar de complexiteit van de verkeerssituatie en de vorm van mobiliteit (personen/goederenvervoer). De deelnemende partijen onderzoeken de integratie van de voertuigen en diensten in stedelijk verkeersmanagement. En uiteraard monitoren de partners in het project vooral ook de ervaringen van gebruikers: hoe ervaren

zij het reizen met de verschillende automatische mobiliteitsopties, en hoe reageren (kwetsbare) verkeersdeelnemers op de automatische voertuigen?

Een van de eerste pilots binnen het project was die in een voorstad van Tampere, Finland. Daar werden twee zelfrijdende personenbusjes ingezet, die tweeënehalve maand als ‘toevoerlijn’ dienden voor een drukke tramlijn. De passagiers gaven feedback over hoe de voertuigen reden en hoe ze de service ervoeren. In deze pilot werd getest in winterse omstandigheden, met temperaturen die soms onder de -20 graden Celsius doken. Ook kregen de busjes te maken met soms grote hoeveelheden sneeuw. Dat zorgde voor bijzondere uitdagingen: de voertuigen werden bijvoorbeeld geconfronteerd met een door sneeuwschuivers berijdbaar gemaakt spoor dat vrij ver van de bushalte lag.

Meer informatie:
show-project.eu





4.3. Code the Streets

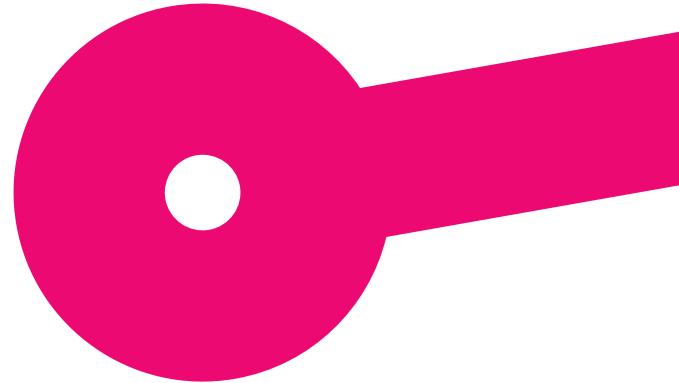
De projectpartners van Code the Streets, onderdeel van het initiatief EIT Urban Mobility, heeft in 2021 in Amsterdam een pilot met *social routing* gedaan. Hierbij werden automobilisten aangemoedigd om routes te nemen die niet door schoolzones en door kleine straten en woonwijken gingen.

Deze pilot vond in het najaar van 2021 plaats en duurde drieënhalve maand. Gedurende deze tijd werden de deelnemers aan de proef, reizigers die regelmatig van of naar het centrum van Amsterdam reden, van advies voorzien. Dit ging om pre-trip advies en on-trip advies. Bij de pre-trip adviezen kregen de bestuurders twee opties voorgeschoteld: de normale, snelste route, of de ‘sociale’ route, waarbij werd aangegeven of dit ten behoeve van de veiligheid of de leefbaarheid (of beide) was. Bij de on-trip adviezen werd gewerkt met geofences. Zo kregen bestuurders bij het binnenrijden van een schoolzone een snelheidsadvies ten behoeve van de veiligheid en, als ze zich hieraan hielden, een bedankje bij het uitrijden van de schoolzone. Een vergelijkbare pilot vond in dezelfde periode plaats in Helsinki.

De pilots hadden vooral ten doel meer inzicht te geven in de respons van bestuurders op het sociale advies. Houden bestuurders zich eraan, in welke mate en wat is het effect op netwerkniveau van die respons? Verder was het een mooie testcase om ervaring op te doen met het delen van informatie met serviceproviders: hoe kan dat het beste georganiseerd worden? Mogelijk kunnen de geleerde lessen worden toegepast in andere soorten applicaties, zoals voor parkeren en betalen naar gebruik.

De projectpartners van Code the Streets monitorden het gedrag van de reizigers en namen enquêtes bij hen af, zowel voor als na de pilot. Met behulp van een dynamische verkeerstoedeling zijn de effecten van de pilot opgeschaald naar netwerkniveau. Uit de resultaten bleek dat reizigers in de praktijk iets minder geneigd waren de sociale route te nemen, dan ze zelf in de enquêtes hadden aangegeven. Verder werd duidelijk dat automobilisten een langere reistijd eerder accepteren als dat ten goede van de veiligheid kwam, vergeleken met leefbaarheid. Een extra reistijd van 10 tot 20% werd als acceptabel gezien, wanneer dit de goede zaak dient.

Meer informatie:
codethestreets.eu



4.4. MaaS-programma en de MaaS Leeromgeving

De pilots in het MaaS-programma van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat zijn live. In zeven regio's zijn apps ontwikkeld die *Mobility as a Service*, MaaS, aanbieden. Met die apps kunnen reizigers hun reis plannen, meerdere vervoerwijzen boeken en de reis betalen. Het gaat om de volgende regio's en apps:

- Groningen en Drenthe: Glimble
- Amsterdam: Amaze
- Twente: GOAN!
- Utrecht: GAIYO
- Rotterdam: Moves
- Eindhoven: Turnn
- Limburg: Glimble

Onderdeel van de MaaS-pilots is het gezamenlijk leren: hoe ziet een succesvolle MaaS-dienst eruit en hoe kunnen deze bijdragen aan de maatschappelijke doelen die we willen bereiken? Om deze vragen te beantwoorden, worden er enquêtes gehouden om de karakteristieken en motivaties van reizigers te doorgronden. Alle data en inzichten worden samengebracht in de *MaaS Leeromgeving*.

Er zijn tot nu toe 200 enquêtes ingevuld. Dat is nog een kleine groep respondenten, die we bovendien onder de (niet heel representatieve) *early adopters* van MaaS kunnen scharen. Maar met die slag om de arm zijn alvast de eerste inzichten opgedaan. Zo blijkt dat de

MaaS-reizigers in de pilots vooral hoogopgeleid en man zijn. Het merendeel beschikt over een (bak)fiets en personenauto, en maakt al vaak gebruik van mobiliteitsgerelateerde apps, voor bijvoorbeeld het huren van fietsen, scooters en auto's en voor parkeren. De meest voorkomende motieven om MaaS-apps te gebruiken zijn nieuwsgierigheid of simpelweg het feit dat de werkgever de reiskosten betaalt bij gebruik van de app. In het algemeen vindt men dat de app voldoende inzicht geeft in de verschillende vervoerwijzen, en dat het aanbod dekkend is voor de gewenste reisbestemmingen. Op het gebied van tevredenheid valt er echter nog winst te behalen: het gemiddelde rapportcijfer dat de respondenten hun MaaS-app geven, is een 6,2. Ongeveer de helft van de gebruikers geeft ook aan dat de app niet altijd functioneert zoals gewenst.

Andere data die in de Leeromgeving worden opgenomen, zijn maandelijks geaggregeerde kengetallen over aantal klanten en gebruik. Die gegevens zullen helpen om MaaS beter te begrijpen en op een goede manier in te richten.

Dit najaar wordt er een nieuwe rapportage van de MaaS-pilots opgeleverd.

Meer informatie:
maas-programma.nl



4.5. ROMO

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat is dit jaar samen met Mercedes Benz het project ROMO, *Road Monitoring*, gestart. De autofabrikant zal de komende twee jaar voertuiggegevens van moderne Mercedesen doorsturen over de toestand van het Nederlandse wegennet. Wegbeheerders kunnen deze (anonieme) gegevens gebruiken om de verkeersveiligheid te verbeteren en beter zicht te krijgen op de kwaliteit en onderhoudsstaat van het wegdek.

Het aantal sensoren in een moderne auto is de afgelopen decennia sterk toegenomen. Dankzij de data die deze sensoren genereren, zijn de voertuigen betrouwbaarder, veiliger, comfortabeler en schoner geworden. Maar de waarde van de data gaat verder dan dat, bewijst ROMO: door de sensordata te verzamelen, verwerken en visualiseren krijgt de wegbeheerder meer inzicht in situaties en omstandigheden op het verkeernetwerk. Een voorbeeld is de wiel-snelheidssensor, die onderdeel is van het ABS-systeem en het blokkeren van wielen bij het remmen voorkomt. Informatie over waar, wanneer en onder welke omstandigheden het ABS-systeem in werking treedt, kan waardevol zijn om eventuele gladde verhardingen te detecteren en versneld te onderhouden. Of denk aan sensoren in de ophanging van de auto die de mate en snelheid waarin de vering wordt ingedrukt en terugspringt meet: daarmee kunnen wegbeheerders gaten in het wegdek opsporen. Voor gladheidsbestrijding zijn temperatuurmetingen uit het voertuig en eventuele registraties van neerslag via de regensensoren waardevol.

Het concept om informatie uit sensoren van voertuigen te benutten is trouwens niet nieuw. In 2011 verkende het programma Brabant In-Car al de mogelijkheden om in-car waarschuwingen te geven op basis van voertuigsensoren. In de afgelopen jaren zijn deze eerste ervaringen uitgewerkt tot een tweetal ‘marktklare’ informatiediensten rondom assetmanagement en verkeersveiligheidsanalyse – en die zijn uiteindelijk gebruikt als fundament voor het ROMO-project.

In een tijd waarin de bescherming van persoonsgegevens *hot-and-happening* is en regelmatig in de media voorbijkomt, is privacy ook in het ROMO-project een belangrijke randvoorwaarde. Mercedes garandeert dat de data uit voertuigen niet terug te leiden zijn naar specifieke auto's en hun bestuurders. Ook worden er alleen voertuigdata gedeeld als de bestuurders daarvoor expliciet toestemming hebben gegeven.

Het is interessant om te volgen hoe de komende jaren de voertuigdata uit het ROMO-project de informatie kunnen aanvullen van wegenspecteurs, de weerstations langs de weg en van het centrale meldpunt van Rijkswaterstaat. De verwachting is dat ROMO tot meer tijdige informatie zal leiden en dat Rijkswaterstaat sneller en ook proportioneler op situaties kan reageren. Denk dan aan het vlot repareren van schade aan het wegdek of – nog tijdsgevoeliger – aan het tijdig inzetten van strooiwagens.



4.6. TKI NL Smart Mobility

Het afgelopen jaar zijn er in het kader van het project TKI NL Smart Mobility twee pilots gehouden met coöperatieve adaptieve cruise-control, CACC, van voertuigen. Het ging daarbij specifiek om de communicatie tussen het voertuig en intelligente verkeersregelin-stallaties, iVRI's. In Noord-Holland is een dienst beproefd waarbij het CACC-voertuig op basis van informatie uit de iVRI voor zichzelf een snelheidsadvies genereert en automatisch opvolgt. In Tilburg was een pilot met CACC-trucks, die prioriteit kunnen aanvragen en dan een *Green Light Optimisation Speed Advice*, GLOSA, terugkrij-gen. De trucks kunnen dit advies automatisch opvolgen. Voor beide pilots is er een microsимулатieomgeving gebouwd, waarin ook de schaafeffecten van de dienst zijn geëvalueerd.

Pilot Noord-Holland

De pilot in de Noord-Holland werd gehouden op de N201 en N205. Het in-car gegenereerde snelheidsadvies, gebaseerd op informatie over de actuele verkeersregeling, vermindert het aantal stops in-derdaad en laat het verkeer daardoor soepeler doorstromen. Je zou aannemen dat de capaciteit van de kruisingen dan ook beter wordt, maar dat blijkt niet het geval. De dienst zorgt ervoor dat voertui- gen op snelheid zijn als het groen wordt en faciliteren in sommige gevallen één à twee voertuigen extra per rijstrook per groenfase. Maar er zit ook dynamiek in de verkeersregeling. Daardoor wordt het soms eerder groen dan het voertuig had berekend. In zo'n geval is het voertuig voor niets langzamer gaan rijden en kunnen er een

aantal voertuigen minder door groen. Per saldo gaat het aantal stops dus omlaag, maar blijft de capaciteit gelijk. Minder stops betekent overigens wel een voordeel op het gebied van geluid en brandstofverbruik.

Er is bij het bepalen van het snelheidsadvies ook gekeken of de CACC-voertuigen dynamische informatie over de wachtrijlengte zouden moeten meenemen. Al snel bleek echter dat het algoritme gevoeliger is voor de accuraatheid van wachtrijlengte dan voor de exacte groentijd of de afstand tot de stopstreep. Daarbij komt dat wachtrijlengte nog moeilijk in te schatten is. Veel voertuigen remmen dus vaak voor niets. Halverwege de pilot is daarom besloten om geen gebruik meer te maken van dynamische informatie over wachtrijlengte, maar simpelweg een aanname te doen van de wachtrij op basis van de tijd op de dag. Bijvoorbeeld, in de ochtend-spits uitgaan van zeven voertuigen in de rij en buiten de spits van drie voertuigen. Dit bleek veel beter te functioneren, dan rekenen met een 'actuele' geschatte wachtrij.

Het gebruik van de adviesdienst had een toegevoegde waarde voor de gebruikers. Zo moesten voertuigen zonder service ge-middeld de helft van de keren stil staan voor een verkeerslicht, terwijl de voertuigen met de service maar bij 30% van de verkeers-lichten stilstonden.

Pilot Tilburg

Dan de pilot in de Tilburg. Die was in drie opzichten anders dan de Noord-Holland-pilot. Ten eerste deden er in de Tilburg-pilot alleen trucks mee. Door hun veel grotere massa kan er met het voorkomen van stops veel meer brandstof bespaard worden. Daarnaast werd het snelheidsadvies hier door de verkeersregeling zelf uitgegeven. Zo is het kruispunt in staat om een systeemoptimum na te streven bij het adviseren aan de voertuigen. Een laatste verschil was dat de trucks prioriteitsaanvragen bij de verkeersregeling konden doen. De trucks pasten zich dus niet alleen aan op de regeling, maar hadden er ook invloed op.

Net als in Noord-Holland zorgde de dienst voor een halvering van het aantal stops voor voertuigen die waren uitgerust met de dienst. In Tilburg is dat wel extra bijzonder, omdat de trucks op de N260 al veel minder hoefden te stoppen dan in Noord-Holland. Het kleinere aantal stops zorgde ook hier voor een flinke reistijdwinst voor de deelnemende trucks. Hierbij gold dat hoe drukker het verkeer was, hoe groter de winst voor de CACC-trucks.

Wat werkt beter?

De pilots leverden op zichzelf al interessante informatie op, maar ze met elkaar vergelijken is minstens zo leerzaam. Is het bijvoorbeeld beter om het snelheidsadvies in het voertuig te genereren of toch in de iVRI zelf? Het maken van bruikbaar snelheidsadvies is sowieso

complex, omdat het gevoelig is voor een groot aantal variabelen, zoals de hoeveelheid verkeer vóór het voertuig, de hoeveelheid verkeer op zijstromen en de mate van dynamiek in de regeling. Deze informatie is beschikbaar in de regeling en die kan deze informatie vrij gemakkelijk in een GLOSA-algoritme integreren, zoals in Tilburg. De informatie doorsturen naar het voertuig, zoals in Noord-Holland, kan ook, maar daar is deze moeilijker te gebruiken. De zekerheid van toekomstige faseovergangen blijkt bijvoorbeeld per verkeerslicht te verschillen, zelfs wanneer ze van dezelfde fabrikant komen. Het lijkt dan ook beter om snelheidsadviezen vanuit de verkeerslichten te verzenden.

Een ander vraag is, wat beter is: wel of geen prioriteitsaanvragen? Die is lastiger te beantwoorden, omdat de vraag een bepaalde politieke en lokale lading heeft. Door de prioriteitsaanvragen zal de regeling de doelgroep die de prioriteit mag aanvragen, altijd beter bedienen dan andere (niet-geprioriteerde) doelgroepen. Of het 'voortrekken' van bijvoorbeeld ov of vrachtverkeer wel of niet nodig en gerechtvaardigd is, zal de buurt of gemeente waar die prioriteit geldt, moeten beantwoorden. In sommige gevallen is het antwoord overigens wel eenvoudig te geven, bijvoorbeeld als de luchtkwaliteit enorm kan verbeteren door een vervuilende groep vlot, zonder vervuilende stops, de stad uit te krijgen.





Programma's en samenwerkingsverbanden.



In het domein verkeer en vervoer zijn veel spelers actief, van wegbeheerder tot autofabrikant en dienstverlener. Om nieuwe technologieën en diensten vlot doorgevoerd te krijgen, is samenwerking tussen de spelers essentieel. In dit laatste hoofdstuk bespreken we een aantal nieuwe of opvallende samenwerkingsinitiatieven.

5.1. CCAM Association

In Verkeer in Nederland 2020 schreven we al over het CCAM Platform. Dat platform was opgericht door de Europese Commissie om vorm te geven aan het onderzoeksprogramma Horizon Europe en om belanghebbenden bij elkaar te brengen. Inmiddels is het CCAM Platform via het CCAM Partnership overgegaan in de CCAM Association. De officiële kick-off van het *Co-programmed Partnership CCAM* was op 23 juni 2021.

Het doel van de CCAM Association is het promoten en faciliteren van precompetitief onderzoek op het gebied van *Connected, Cooperative and Automated Mobility*, CCAM, door verschillende actoren van de 'CCAM-waardeketen' bij elkaar te brengen. Die kunnen dan Europa-breed afstemmen welk onderzoek en welke innovaties nodig zijn om de introductie van CCAM-toepassingen en -diensten te versnellen. Inmiddels zijn meer dan 180 partijen aangesloten, vanuit de industrie, onderzoek, dienstverlening en de overheid. CCAM richtte zich traditioneel op het verbeteren van de verkeersveiligheid en de doorstroming, maar inmiddels zijn ook inclusiviteit (diensten ontwerpen die aansluiten bij de behoeften van verschillende groepen gebruikers) en klimaatverandering (diensten zo vormgeven dat ze bijdragen aan het bereiken van klimaatdoelen) belangrijk.

In het voorjaar van 2022 kon een eerste fysieke bijeenkomst worden gehouden. Meer dan honderd aanwezigen spraken over de resultaten van de eerste activiteiten, zoals het formuleren van teksten voor de *Strategic Research and Innovation Agenda*, SRIA, en de Horizon Europe-werkprogramma's. In de bijeenkomst werden de teksten gefinetuned, werden verbanden tussen de clusters gelegd en konden witte vlekken in de huidige onderzoeksagenda worden geïnventariseerd. Die laatste punten worden in toekomstige versies van de SRIA meegenomen.

Meer informatie:
www.ccam.eu



5.2. Landelijk Verkeersmanagementberaad

Het Landelijk Verkeersmanagementberaad, kortweg LVMB, bestaat al geruime tijd als landelijk platform waarin gemeenschappelijke en regio-overstijgende onderwerpen op het gebied van verkeersmanagement worden verkend, besproken en uitgewerkt. Rijkswaterstaat, het ministerie van Infrastructuur en Milieu en de decentrale wegbeheerders (provincies en gemeentes) nemen gezamenlijk deel aan het LVMB en worden daarbij ondersteund door een aantal experts vanuit het werkveld. De samenwerking richt zich vooral op het bundelen en uitwisselen van kennis en expertise, het gezamenlijk uitvoeren van projecten, het stimuleren van innovatie vanuit de uitvoering en het maken van afspraken over landelijke uniformiteit. Die inspanningen moeten leiden tot een betere dienstverlening aan de weggebruiker tegen lagere (maatschappelijke) kosten.

Het LVMB kent zeven thematafels waarin specifieke onderwerpen worden besproken, zoals operationeel verkeersmanagement, stedelijk verkeersmanagement en data. Deze tafels worden overkoepelend gecoördineerd en ondersteund. De langetermijnstrategie wordt vertaald naar een samenwerkingsagenda met onderzoeksvragen voor de komende twee jaar. Voor de periode 2021-2022 staan daarbij de volgende onderwerpen centraal: multimodale mobiliteit, de inrichting van het iVRI-landschap, samenwerking op reguliere 'productie'-onderwerpen, slim sturen, het gebruik van nieuwe databronnen, digitalisering en de verhouding met de markt, zicht

op de kantelpunten van dynamisch-verkeersmanagementassets en *advanced driver assist systems*, en het verbeteren van de samenwerking rond regionale bereikbaarheid.

Een voorbeeld van een actie die het LVMB heeft opgepakt is het (laten) actualiseren van de *Leidraad Multimodale Netwerkkaders*: de eerste ervaringen met het gebruik van de methodiek zijn in de uitgave verwerkt en ook is de Leidraad zo aangepast dat ze beter aansluit bij de digitale beleidskaders waaraan parallel gewerkt wordt.

Wat verkeerslichten betreft onderkent het LVMB dat de ontwikkeling van de intelligente verkeerslichtenregelingen, iVRI's, trager is verlopen dan voorzien: er waren nogal wat kinderziektes te verhelpen en de verdere uitrol en het beheer bleken ook lastiger en duurder dan vooraf aangenomen. Om toekomstige investeringen in iVRI's beter te onderbouwen, schrijft Slim & Schoon Onderweg – een samenwerkingsverband van achttien gemeenten in de regio Arnhem-Nijmegen – momenteel een whitepaper over de (on)mogelijkheden, kosten en effecten van iVRI's.

Verder onderzoekt het LVMB hoe databronnen als *floating car data* en voertuigdata ontsloten kunnen worden voor verkeersmanagement, incidentmanagement en assetmanagement.



5.3. Nationaal Toegangspunt Mobiliteitsdata

Eén centraal loket waar alle mobiliteitsdata vindbaar en uitwisselbaar zijn, waar je terecht kan met vragen over mobiliteitsdata en waar je als gebruiker van deze data geen zorgen hebt over de kwaliteit – dat is de belofte van het in juli 2022 gelanceerde *Nationaal Toegangspunt Mobiliteitsdata*, NTM, dat mobiliteitsgegevens van verschillende organisaties ontsluit.

De initiatieven vanuit het recentelijk gestarte Europese NAPCORE-project waren mede aanleiding om het NTM op te zetten. In NAPCORE werken de Europese lidstaten samen aan een ‘basisinfrastructuur’ voor ITS in Europa. Het NTM zet hierbij als meest uitgebreide en multimodaal *national access point* (NAP) een voorbeeld neer voor andere EU-lidstaten.

Het is niet de bedoeling dat het NTM zelf datasets gaat aanbieden: het wil vooral een wegwijzer zijn voor verkeers- en vervoersdata over Nederland. NTM zal wel actief werken aan de standaardisatie en harmonisatie van de verschillende datasets, zodat de databronnen makkelijker aan elkaar te koppelen zijn. NTM zal bijvoorbeeld het proces faciliteren waarin verschillende aanbieders afspraken maken over de kwaliteit van de data en de normen waaraan de data moeten voldoen. Juist omdat het NTM samenwerkt met de andere NAP's in Europa wordt het hierdoor gemakkelijker voor dienstverleners en wegbeheerders om hoogwaardige informatie en diensten

aan weggebruikers en reizigers te bieden die grensoverschrijdend gebruikt kunnen worden.

Het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat is de opdrachtgever voor het NTM. Het platform is ondergebracht bij het Nationaal Dataportaal Wegverkeer, NDW. De al bestaande Nederlandse dataknooppunten – CBS, DOVA, RDW, NWB, de nationale bewegwijzeringdienst Nbd en het Kadaster – zijn als partners betrokken. Hierdoor beschikt het NTM meteen over een brede basis van statische en dynamische mobiliteitsdata. Dit aanbod zal de komende verder groeien.

Meer informatie:

www.toegangspuntmobiliteit.nl



5.4. Nationaal Groeifonds

In Verkeer in Nederland 2021 berichtten we al over het Nationaal Groeifonds en de infrastructuurprojecten die in de eerste ronde waren toegekend. Inmiddels is er een tweede ronde geweest en is aan nog eens 28 projecten budget toegekend. Eén daarvan is een infrastructuurproject: Rail Gent-Terneuzen, bedoeld om verschillende (spoor)knelpunten van het goederenvervoer op te lossen. Daarnaast zijn er nog vier niet-infrastructurele mobiliteitsprojecten gehonoreerd, samen goed voor tientallen miljoenen aan budget. Het gaat om de volgende projecten.

Datagedreven Ecosysteem Mobiliteit en Smart City (DEMS). DEMS richt zich op de digitale koppeling tussen mobiliteit, verstedelijking en verduurzaming. Het zet hiervoor een publiek-private ‘datafederatie’ op die data efficiënt en voor meerdere doeleinden efficiënt ontsluit. DEMS werkt met usecases die de opbrengsten van het meervoudig gebruik van data aantonen, bijvoorbeeld voor ketenreizen of een betere benutting van de bestaande infrastructuur. De datafederatie gebruikt toekomstvaste techniek en hanteert breed gedragen afspraken over data-uitwisseling en -gebruik. Daarmee biedt DEMS nieuwe optimalisatiemogelijkheden in mobiliteit, verstedelijking, verduurzaming, woningbouw en ruimtelijke verdichting. Door een intensiever gebruik van bestaande assets worden bovendien overgedimensioneerde investeringen vermeden. Binnen DEMS wordt gewerkt aan toepassingen die brede welvaart dichterbij moeten brengen en het Klimaatakkoord ondersteunen.

DEMS biedt de mogelijkheid voor onderzoek en valorisatie, en ruimte voor het ontwikkelen van nieuwe businessmodellen en exportmogelijkheden.

Digitale Infrastructuur en Logistiek. Doel van dit project is om de digitalisering van de logistieke sector te versnellen. Dat zou tot een forse efficiëntiewinst moeten leiden, zoals hogere beladingsgraden, kortere wachttijden, minder buffervorraden en lagere administratieve kosten. In het project werken de partijen aan één ‘federatieve’ data-infrastructuur voor de logistieke sector, bedrijven en de overheid.

Luchtvaart in Transitie. Dit project gaat over het verduurzamen van de luchtvaart. De mogelijkheden worden in de breedte verkend en betreffen onder meer synthetische vliegtuigbrandstof, ultra-efficiënte demonstratievliegtuigen (denk aan vliegen op waterstof) en een proeftuin met laad- en tankinfrastructuur op Nederlandse luchthavens.

Zero-emissie binnenvaart batterij-elektrisch. Hier gaat het om het verduurzamen van de binnenvaart. Er wordt geïnvesteerd in dockingstations, batterijcontainers en het ombouwen van schepen, zodat die op elektriciteit kunnen varen.

Inmiddels zijn ook de voorstellen voor de derde ronde in de maak. Welke daarvan doorgaan, wordt bekend in de zomer van 2023.



Over TrafficQuest.



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

Meer dan zeven jaar bestreek TrafficQuest het hele terrein, van de meer fundamentele, theoretische kennis over VMI tot 'operationele kennis' over de toepassing en effectiviteit van VMI. In 2016 is besloten op kleinere schaal verder te gaan, en de activiteiten te concentreren op een aantal actuele challenges en op de uitgave 'Verkeer in Nederland'.

De TrafficQuest-partners blijven ook betrokken bij een groot aantal programma's, projecten en samenwerkingsverbanden. En een deel van de activiteiten die TrafficQuest uitvoerde, worden nog steeds uitgevoerd, maar in andere programma's en door andere partijen.

Zie voor alle TrafficQuest-publicaties, oude en nieuwe, de website www.traffic-quest.nl

Colofon.

Tekst

Ernst Jan van Ark, Fieke Beemster,
Paco Hamers, Dawn Spruijtenburg,
Henk Taale, Tanja Vonk,
Isabel Wilmink

Productie

Essencia Communicatie, Den Haag

Fotografie

Jeroen van den Heuvel

© 2022 TrafficQuest

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









