

# *Sturen op verkeersstromen*

WAAROM WE NIET ZONDER  
VERKEERSMANAGEMENT KUNNEN



Prof. dr. ir. Serge Hoogendoorn



# *Sturen op verkeersstromen*

WAAROM WE NIET ZONDER  
VERKEERSMANAGEMENT KUNNEN

Prof. dr. ir. Serge Hoogendoorn



# *Inhoud*

<b>VOORWOORD</b>	<b>5</b>
<b>DE LOVEPARADE 2010 – EEN RECONSTRUCTIE</b>	<b>6</b>
<b>WAAROM LOVEPARADE IN EEN BOEKJE OVER VERKEERSMANAGEMENT</b>	<b>9</b>
<b>EFFICIËNTE ZELFORGANISATIE</b>	<b>10</b>
<b>WANNEER ZELFORGANISATIE NIET WERKT</b>	<b>12</b>
<b>INGRIJPEN DUS. MAAR HOE?</b>	<b>19</b>
<b>ER IS MEER MOGELIJK. MAAR WAAR BLIJVEN DE PRAKTIJKPROEVEN?</b>	<b>24</b>
<b>TOT SLOT, MET NOG ÉÉN KEER DE LOVEPARADE</b>	<b>27</b>



# Voorwoord

Op 7 januari 2011 heb ik de jaarlijkse Dies-rede op de Dies Natalis van de TU Delft gehouden. Zo'n verjaardag is een behoorlijk formele happening, dus ik was behalve geleid ook bezorgd. Hoe zou ik het ervan af brengen? Maar vooral: waarmee kon ik een zaal vol TU'ers en voorname relaties van de TU een half uur lang blijven boeien? Na lang wikken en wegen besloot ik er een algemene introductie op verkeersmanagement van te maken. Mijn specialisme, verkeersstroomtheorie, vindt in verkeersmanagement zijn meest praktische toepassing. Maar tegelijkertijd wordt verkeersmanagement ronduit slecht begrepen, vaak (helaas) ook door bestuurders, beleidsmakers en beslissingnemers. 'Is het allemaal wel nodig? Auto's worden toch steeds slimmer? Werkt het wel?' Enzovoort. Met de Dies-rede zou ik nut en noodzaak ervan aan in ieder geval het Dies Natalis-publiek proberen bij te brengen.

Getuige de reacties achteraf, is die missie geslaagd. 'Die apparaten boven en langs de weg zijn toch wel érgens goed voor' – zo klonk het ongeveer. Dat heeft me aan het denken gezet. Onbekend maakt onbemind. Zou de scepsis tegenover verkeersmanagement wellicht te maken hebben met het feit dat de achterliggende (wetenschappelijke) principes zo onbekend zijn? Helemaal uit te sluiten is het niet.

Zo is vervolgens het idee voor deze uitgave geboren. De verkeersstroomtheorie en haar praktische toepassingen gaan mij en mijn studenten erg aan het hart. Als we nut en noodzaak weer aan een iets breder publiek bekend kunnen maken, doen we dat graag. Vandaar dus dit boekje. We hopen dan ook dat u deze introductie op (auto- en voetgangers-) verkeersmanagement met belangstelling leest en aan het eind maar één conclusie trekt: we kunnen niet zonder verkeersmanagement.

[Prof. dr. ir. Serge Hoogendoorn](#)

Hoogleraar Verkeersstromen en Dynamisch Verkeersmanagement TU Delft

# **De Loveparade 2010**

## **EEN RECONSTRUCTIE**



### **14.30 uur**

24 juli 2010, half drie 's middags, Duisburg. De Loveparade is een half uur geleden begonnen: verschillende DJ's en bands zijn bezig met optredens. Het terrein loopt nu snel vol. Te snel, vindt de crowdmanager. Hij vraagt om half drie politieassistentie. Probleem is alleen dat het team ter plaatse niet over een radio of mobiele telefoon beschikt. De crowdmanager verklaart later dat hij pas drie kwartier later contact heeft kunnen leggen met het hoofd van de politie.

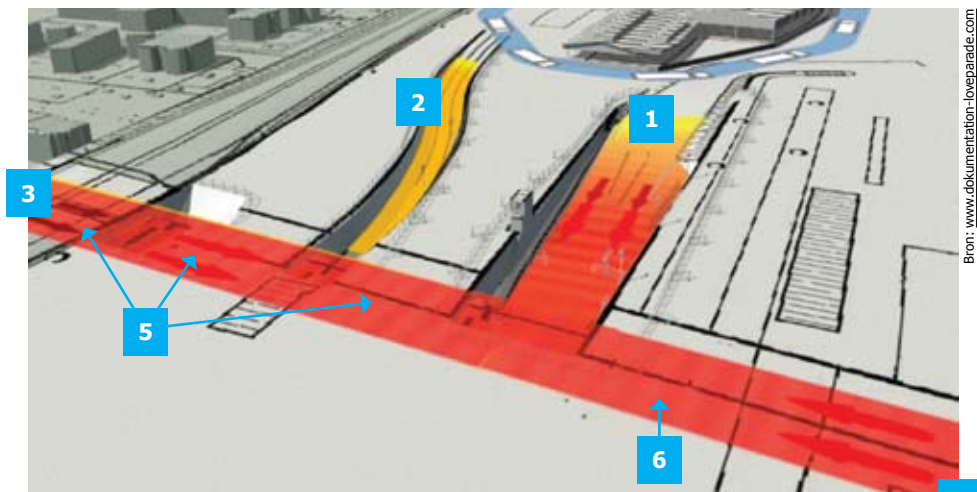
### **15.00 uur**

Beveiligingspersoneel sluit zoveel mogelijk toegangspoortjes. De toevloed vanuit de westelijke toegang neemt iets af.

### **15.30 uur**

Bij de hoofdtoegang is het niettemin dringen geblazen. Verschillende bezoekers die daar staan te wachten, besluiten om de westelijke en oostelijke taluds te beklimmen om zo eerder op het festivalterrein te komen. Gevolg is dat het daar nóg drukker wordt.





- |                                 |                                 |                         |
|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 1. Hoofdingang (tevens uitgang) | 3. Westelijke toegangspoorstjes | 5. Westelijke viaducten |
| 2. Kleine uitgang               | 4. Oostelijke toegangspoorstjes | 6. Oostelijke tunnel    |

### 15:50 uur

Reden voor de politie om rond tien voor vier een eerste blokkade te vormen ter hoogte van de westelijke viaducten. Tegelijkertijd wordt een kleine uitgang dicht bij de hoofdingang afgesloten. Even later wordt ook de oostelijke invalroute, bij de ingang van de oostelijke tunnel, door een politiekordon afgesloten. Bij beide blokkades ontstaan lange wachtrijen.

### 16:02 uur

Kort na vieren worden de westelijke toegangspoorstjes weer geopend, waarschijnlijk omdat er een ambulance het terrein op moet. Vanaf dat moment stroomt een grote groep bezoekers vanaf de westelijke toegang het terrein op, richting het eerste politiekordon. Op hetzelfde moment werpt de politie een derde blokkade op onderaan de hoofdtoegang tot het terrein. Ter hoogte van deze blokkade wordt een grote groep mensen die van het festivalterrein af wil, tegengehouden.

### 16:15 uur

De situatie verslechtert als de menigte om kwart over vier het politiekordon aan de oostzijde doorbreekt. De doorgebroken bezoekers lopen in de richting van de hoofdtoegang, waar zij op het derde politiekordon stuiten. Even later besluit de politie het eerste kordon aan de westzijde ook maar op te heffen. Ook deze mensenmassa begeeft zich naar de hoofdingang. Hier staat nu een steeds groter wordende groep mensen die het terrein op willen tegenover een groeiende groep mensen die het terrein af willen, op dat moment nog gescheiden door het derde politiekordon.

### 16:24 uur

Negen minuten later begeeft ook dit derde kordon het, eenvoudigweg omdat de druk te groot wordt. Vanaf dit moment is de situatie oncontroleerbaar en onhoudbaar. De gevolgen? 21 doden en enkele honderden gewonden.



# Waarom Loveparade

## IN EEN BOEKJE OVER VERKEERSMANAGEMENT

Een reconstructie van de tragedie in Duisburg – dat is bepaald geen vrolijk begin van een uitgave over verkeersstromen en verkeersmanagement. Toch hebben we besloten juist dit voorbeeld te gebruiken. Allereerst maken we in één keer duidelijk dat je bij verkeersstromen en verkeersmanagement aan meer moet denken dan alleen autoverkeer. Ook grote groepen voetgangers vormen verkeersstromen, net als groepen fietsers, schepen of wat zich ook maar beweegt. De verschijnselen die we bij al deze verkeersstromen waarnemen, zijn in principe gelijk. Sterker nog, er zijn analogieën met verschijnselen in andere vakgebieden: biologie, fysica.

Maar een tweede reden om met Duisburg te beginnen, is omdat de verschijnselen die zich voordoen bij verkeersstromen, soms aanleiding geven om in te grijpen. Dit zogenaamde verkeersmanagement is effectief in de strijd tegen files op de autoweg, maar dezelfde principes kunnen we toepassen om groepen mensen veilig te geleiden, bijvoorbeeld bij grote evenementen (al noemen we het dan vaak crowdmanagement). Kennis van die principes is dus óók belangrijk om tragedies als die in Duisburg te voorkomen.

Daarmee raken we de kern van deze uitgave: de studie van verkeersstromen is maatschappelijk uiterst relevant, omdat het doelgericht sturen op verkeersstromen – verkeersmanagement dus – onder bepaalde omstandigheden essentieel is.

# ***Efficiënte zelforganisatie***

Dat betekent niet dat je altijd en overal moet gaan ingrijpen en sturen. Integendeel. Zolang het niet te druk is, blijkt het verkeerssysteem prima in staat om zichzelf te organiseren. Automobilisten zijn normaal gesproken goed in staat om de voor hen optimale route te kiezen, al dan niet ondersteund door een navigatiesysteem. Zolang het rustig is, zijn de weggebruikers elkaar daarbij niet of nauwelijks tot last. Het mooie is dat al die individuele keuzes van de verkeersdeelnemers ook op netwerkniveau leiden tot een evenwichtige situatie waarin goed gebruik wordt gemaakt van de beschikbare ruimte. Automobilisten verdelen zich keurig over de rijstroken, waardoor de situatie per rijstrook zich als het ware synchroniseert.

Dat geldt voor auto's, maar ook voor voetgangers. Een mooi voorbeeld is wanneer twee groepen voetgangers op elkaar inlopen. Je verwacht het misschien niet, maar er ontstaat geen chaos en de boel stagneert niet. Bijna als vanzelf en in heel korte tijd ontstaan er 'dynamische loopstroken' waarbinnen de voetgangers niet of nauwelijks worden gehinderd door voetgangers uit de andere richting. Dat is zelforganisatie in optima forma!



### **Is zelforganisatie intelligent?**

Nu zou je kunnen denken dat deze efficiënte zelforganisatie ontstaat, omdat wij mensen nu eenmaal van die weldenkende, intelligente en coöperatieve wezens zijn. Maar dat is een onterechte veronderstelling. Zelforganisatie komt namelijk ook buiten onze mensenmaatschappij voor. Het is een bekend kenmerk van zogenaamde 'gedreven veel-deeltjes systemen' die we kennen uit de biologie, de fysica en de scheikunde. Wanneer de bewegingsruimte van de deeltjes in zo'n systeem afneemt, worden er collectieve patronen gevormd waarin de individuele deeltjes beter af lijken te zijn. Kijk maar eens naar de fascinerende dynamiek van een school vissen of van een zwerm spreeuwen, of naar de wijze waarop duinen worden gevormd in de Sahara.

De dynamische patronen die ontstaan, zijn vaak buitengewoon complex. Toch is de coördinatie niet georkestreerd en er is ook geen sprake van een bewuste, intelligente samenwerking tussen de 'deeltjes', die spreeuwen of zandkorrels. Het individuele gedrag van de deeltjes kun je wel met een paar eenvoudige gedragsregels beschrijven: de deeltjes willen niet tegen elkaar botsen, maar ook niet op te grote afstand van elkaar bewegen. Deze regels zijn het geheim van de complexe zelforganisatie!

# Wanneer zelforganisatie niet werkt

Hoe efficiënt de zelforganisatie van verkeersstromen ook kan zijn, we merken al op dat het alleen werkt wanneer het niet te druk is. Want op een gegeven moment loopt de zelforganisatie tegen zijn grenzen aan.

## Stagnatie

Laten we teruggaan naar onze voetgangersstromen. We hebben gezien dat de voetgangers die in de verschillende richtingen lopen zichzelf groeperen en dat er bij tweerichtingsverkeer loopstroken ontstaan. Maar dit strookvormingsproces stagneert naarmate het drukker wordt. De loopstroken vallen uiteen en er ontstaat congestie: schuifelen, beetje duwen, stilstaan enzovoort.

Soms is dit een tijdelijk of heel lokaal probleem, maar afhankelijk van waar het vastloopt en hoe druk het precies is, kan er een kettingreactie ontstaan. De dichtheden lopen dan in korte tijd enorm op, bij grote mensenmassa's tot wel tien (!) voetgangers per vierkante meter. In veel gevallen zie je ook een ongecontroleerde beweging van de menigte ontstaan die we 'turbulentie' noemen. De krachten die voetgangers daarbij op elkaar uitoefenen, zijn extreem hoog. Het

mag duidelijk zijn, dat dit soort situaties letterlijk en figuurlijk beklemmend maar vooral ook bijzonder gevaarlijk zijn.

## Brandalarm

Hoe kan het dat die zelforganisatie zo plotseling omslaat in chaos? Wat er gebeurt is dat bij een toenemende verkeersdruk er nog wel zelforganiserende patronen ontstaan, maar dat die elkaar in de weg gaan zitten. De efficiëntie neemt af en het 'systeem' wordt instabiel.

Die afnemende efficiëntie zien we onder meer bij (ongecoördineerde) evacuaties. Stel dat je in een gezellig volle bioscoop zit en dat plotseling het brandalarm afgaat. Je zou denken dat het het beste is als iedereen zo snel mogelijk naar buiten loopt: een beetje duwen, een beetje trekken en je staat razendsnel buiten. Maar niets is minder waar. Hoe meer haast we hebben, hoe langer de evacuatie zal duren.

In het vakgebied verkeersstromen noemen we dit het 'sneller is langzamer'-effect. Je kunt het gemakkelijk nabootsen met een trechter en een zak rijst. Als je de rijst



mondjesmaat in de trechter giet, zullen de korrels er beneden soepel uitkomen. Maar stort je de trechter in één keer vol, dan zorgt de druk ervoor dat de rijstkorrels er veel minder soepel doorheen stromen: ze komen klem te zitten in de smalle opening beneden.

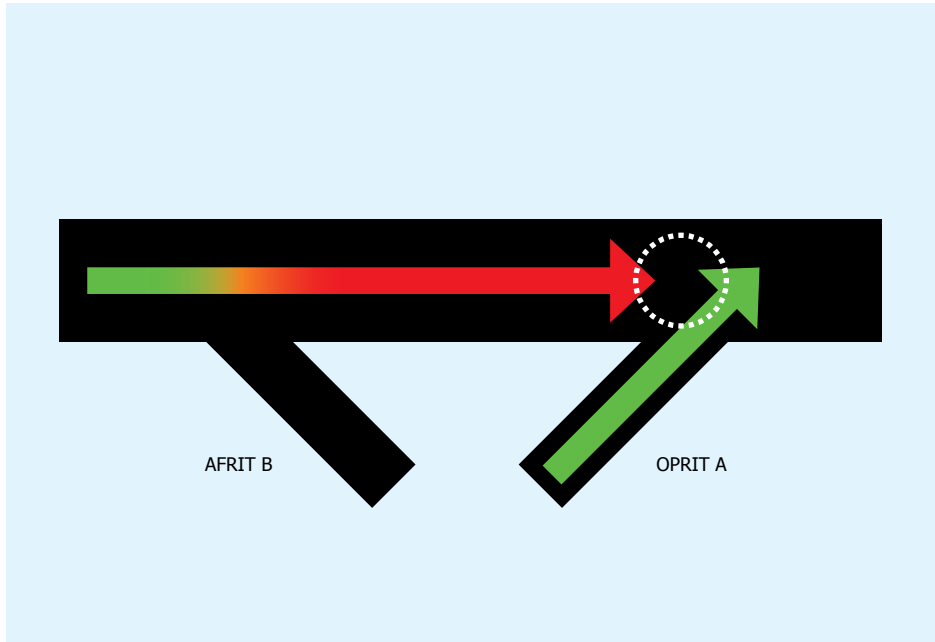
Dat zal ook gebeuren als je met z'n allen hard de bioscoop uitholt: de druk die ontstaat door het geduw van de menigte, zorgt ervoor dat een paar bezoekers bij de deuren knel komen te zitten en zich alleen met veel moeite, en dus langzamer, naar buiten kunnen wurmen. Hoe meer haast, hoe groter de druk en des te langzamer de evacuatie verloopt.

### **Spookfiles**

Een ander voorbeeld van inefficiënte zelforganisatie zien we op de snelweg. De situatie zal bekend klinken: het is druk, maar de snelheid ligt nog redelijk hoog. Er is niet direct een knelpunt in de buurt, en toch rij je opeens een file in. Je komt helemaal stil te staan. Misschien een ongeluk gebeurd, denk je nog, maar na één of twee minuten kun je weer gewoon de file uitrijden. Niks aan de hand!

Dit fenomeen noemen we in de verkeersstroomtheorie een filegolf. Zo'n golf ontstaat alleen als het druk is, of wat nauwkeuriger uitgedrukt: als de verkeersstroom instabiel is geworden. Door een kleine verstoring – één automobilist schrikt en remt net iets te abrupt – ontstaat een korte file waarin de dichtheid zeer hoog en de snelheid zeer laag is. De file verplaatst zich tegen de richting van het verkeer in met een snelheid van ongeveer 18 km/u. En hoe futiel die kleine verstoring aan het begin ook was, de filegolf kan soms langer dan een uur blijven bestaan.

Voor wetenschappers die verkeersstromen bestuderen is dit een reuze interessant verschijnsel, maar wenselijk is het allerminst. Filegolven zorgen voor een reductie van de capaciteit van de weg met zo'n 30%. Ze zijn bovendien relatief onveilig: voor je het weet, heb je een kop-staartbotsing. En ze zorgen voor een toename in uitstoot en brandstofverbruik. Kortom: een zeer onwenselijk voorbeeld van inefficiënte zelforganisatie.



### Terugslag

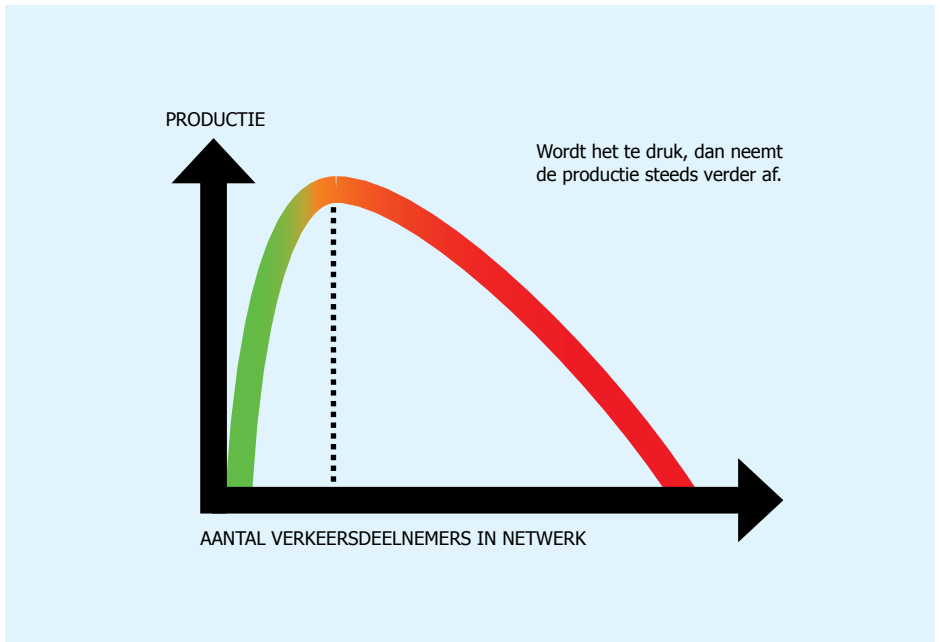
We hebben het tot nu toe alleen gehad over relatief eenvoudige (enkelvoudige) problemen. Op netwerken doet zich echter een verschijnsel voor dat de zaken nog eens compliceert: terugslag- of gridlock-effecten. Die ontstaan als een knelpunt in de ene verkeersstroom de andere verkeersstroom hindert. Een voorbeeld: er komt zoveel verkeer via oprit A op de ring(snel)weg, dat er een file op die ring ontstaat. Die groeit en groeit, totdat een eerdere afrit B geblokkeerd wordt. Gevolg is dat automobilisten die afrit B willen gebruiken (en dus helemaal niets met oprit A van doen hebben), toch stil komen te staan. De file groeit hierdoor alleen maar sneller aan en verspreidt zich als een olievlek over het netwerk!

### Aantal voertuigen versus productie

Al deze verschijnselen – zelforganisatie, inefficiënte zelforganisatie, terugslageffecten – zijn kenmerkend voor verkeersnetwerken. En wederom: dan hebben we het niet alleen over verkeersnetwerken voor auto's, maar ook voor voetgangers, fietsen, schepen of wat zich ook maar beweegt over een netwerk.

Hoewel deze verschijnselen en de samenwerking ertussen erg ingewikkeld kunnen zijn, laat het resultaat op netwerkniveau zich beschrijven door een zeer eenvoudige relatie. In de grafiek op de bladzijde hiernaast staat de horizontale as voor het aantal voertuigen in het netwerk en de verticale as





voor de zogenaamde productie. De productie is het aantal voertuigen dat per tijdseenheid de bestemming bereikt of het netwerk verlaat. Duidelijk is dat zolang er weinig verkeersdeelnemers in het netwerk zijn (links in de grafiek, het groene deel) alles efficiënt verloopt. In deze situatie betekent een toename van het aantal voertuigen in het netwerk een evenredige toename in de productie.

Maar wordt het druk (te druk) in het netwerk, dan stijgt de productie steeds minder hard en op een gegeven moment daalt ze zelfs. Waar dit omslagpunt ligt, verschilt per netwerk. Maar in principe is voor elk netwerk zo'n zelfde grafiek met zo'n zelfde verloop op te stellen.

Deze relatie – aantal verkeersdeelnemers versus productie – vormt in feite het bestaansrecht van verkeersmanagement: als in een verkeersnetwerk het aantal voertuigen (of voetgangers) de kritische grens nadert en je grijpt niet in, dan stapelen de problemen zich in rap tempo op. Het zelforganiserende vermogen van verkeersstromen is vanaf die kritische grens onvoldoende en in feite zelfs contraproductief. Verstandig ingrijpen is dan gewenst!



E19 E25

Ring Rotterdam

Dordrecht 28

Utrecht 54

Havens 100-200

A 20

K



A 20

6



80

80

afrit 14

Centrum

Hillegersberg

Schiebroek



80





# ***Ingrijpen dus***

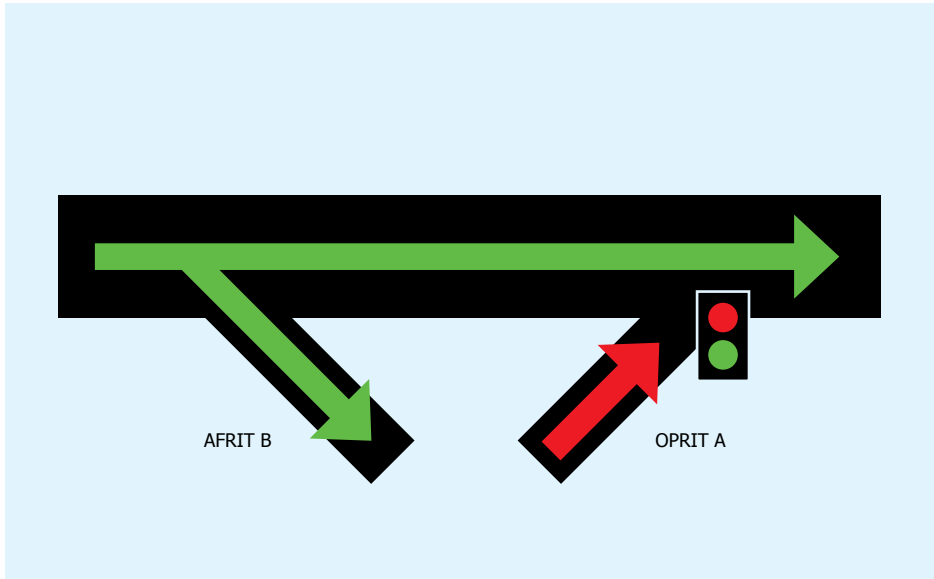
## MAAR HOE?

Goed. Dat punt is gemaakt: ingrijpen op verkeersstromen is vanaf een bepaald moment noodzakelijk. Maar hoe pak je het aan? Het aardige is dat de eerder genoemde oorzaken en verschijnselen belangrijke aanknopingspunten bieden voor slimme manieren om het verkeer in zo'n netwerk te regelen.

Op het gevaar af alles net iets te simpel voor te spiegelen, kun je stellen dat we bij verkeersmanagement vier typen oplossingen onderscheiden:

1. Terugslag wachtrijen voorkomen
2. Doorstroming verhogen
3. Verkeer optimaal over het netwerk verdelen
4. Instroom gebied beperken

Deze oplossingen gelden voor zowel autoverkeer als voor voetgangersverkeer. In het onderstaande zullen we de vier punten één voor één langslopen en met een voorbeeld verduidelijken. Mits verstandig toegepast kan verkeersmanagement via deze hoofdlijnen veel bijdragen aan het oplossen van de verkeersproblemen in een netwerk.



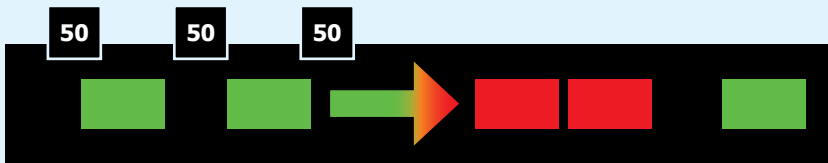
### 1. Terugslag wachtrijen voorkomen

Terugslag- of gridlock-effecten kunnen een verkeersnetwerk compleet laten vastlopen. Eén belangrijke aanpak bij verkeersmanagement is dan ook om die terugslag te voorkomen. Dat kan op verschillende manieren. Een voorbeeld: op pagina 16 hebben we gesproken over de terugslag op een ring(snel)weg. Als er te veel verkeer via oprit A de ring op komt, kan er een file ontstaan die terugslaat op een afrit daarvoor. De oplossing is dan ook de instroom naar de ring via toerit A te 'knijpen' en wel zo dat de terugslag op de ring afrit B niet bereikt. Dat is de gedachte achter de knipperende toeritdoseerinstallaties ('bij groen één auto') bij veel toeritten.

Bij de TU Delft is dit principe getoetst in een aardig experiment: een stoet van zo'n negentig studenten simuleerde al wandelend verkeer op een eenvoudige ringweg, met oprit en afrit. Twee situaties zijn vergeleken: de toestroom via de toerit was ongecontroleerd (waarvoor een terugslag op de afrit ervoor ontstond) en de toegang tot de ring werd gedoseerd – verkeer op de toerit moest dus even wachten. Maar met die verkeersmanagementingreep werd collectief 245 minuten aan reistijd bespaard, terwijl het experiment maar zeven minuten duurde. Kortom, je moet wat mensen tegenhouden, maar daar verlies je geen tijd mee, maar je wint juist tijd!



Zonder verkeersmanagement verplaatst de filegolf zich met vaste snelheid tegen de richting van het verkeer.



Met verkeersmanagementmaatregelen wordt de instroom naar de filegolf beperkt, die daardoor korter wordt en oplost.

## 2. Doorstroming verhogen

De tweede oplossingsrichting is de doorstroming verhogen en dan specifiek op kritische locaties in het netwerk. Dit kan wederom op verschillende manieren. Je kunt bijvoorbeeld tijdelijk capaciteit bijschakelen met behulp van een spitsstrook. Maar ook het tegengaan (het tot staan brengen) van filegolven is een middel om de doorstroming te vergroten. We hadden al opgemerkt dat een filegolf de capaciteit van de weg met 30% kan doen afnemen. Als je filegolven effectief weet te bestrijden, boek je dus een substantiële winst in de doorstroming.

Hoe zou je dat kunnen aanpakken? De TU Delft heeft in opdracht van Rijkswaterstaat een oplossing uitgewerkt die gebruik maakt van dynamische snelheden. Dat werkt als volgt: door stroomopwaarts van de filegolf de snelheid aanzienlijk terug te brengen, bijvoorbeeld met elektronische snelheidsborden, kun je de instroom van voertuigen in de filegolf beperken. Gevolg is dat de filegolf oplost – je voorkomt dat de golf zich verder naar achteren verplaatst – en je de capaciteitsafname van 30% opheft.

Dit principe is uitgewerkt en getoetst op de A12. Uit de pilot bleek dat de methode ook in de praktijk werkt. Uiteraard hangt het effect af van het gedrag van de weggebruiker: die moet zich netjes aan de opgelegde snelheidslimiet houden. Dit lukt al heel aardig via de elektronische borden boven de weg. Maar in de toekomst, wanneer er meer intelligentie in de voertuigen zelf zit, zal dat effect nog veel groter zijn.



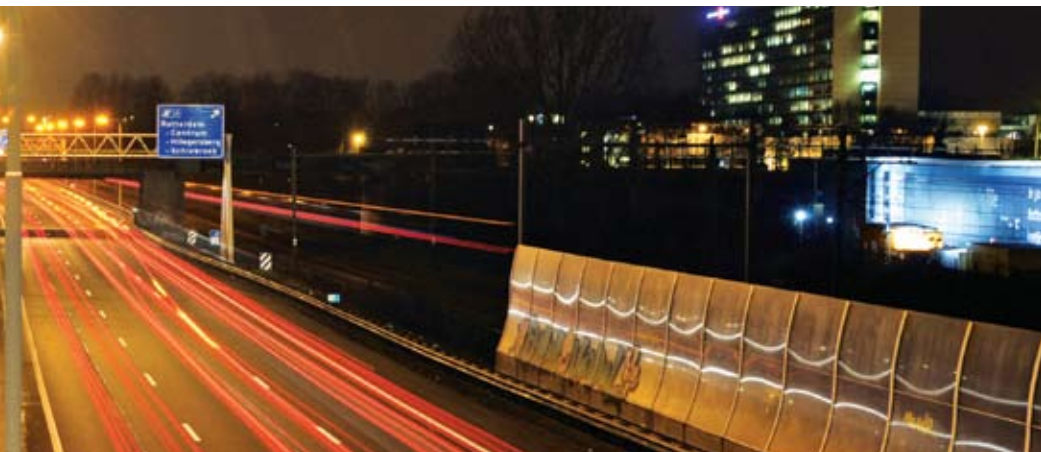
### 3. Verkeer optimaal over het netwerk verdelen

De derde hoofdlijn is het verdelen van het verkeer over het netwerk. Wat je probeert is om de 'restruimte' in het netwerk efficiënt te benutten. Het is namelijk zelden zo dat het overall, op het hele netwerk, druk is. Het is dan zinvol om het verkeer beter over de ruimte te verdelen. Dat kan onder meer door het verkeer goed te informeren: vertel waar het vaststaat, dan zal (een deel van) het verkeer dat punt vanzelf vermijden.

Hierbij is het van belang dat de verkeersinformatie nauwkeurig en betrouwbaar is. Je moet een goed beeld hebben van de huidige situatie in het netwerk, wat nauwkeurige metingen vereist. Maar dit 'huidige beeld' alleen is niet voldoende: voor de weggebruiker is vooral de toekomstige situatie relevant. Als je nu besluit om van Rotterdam naar Maastricht te rijden, is het leuk om te weten dat er nu geen file bij Eindhoven staat, maar hoe zal het er zijn wanneer jij daarlangs rijdt?

Zo'n toekomstige situatie inschatten is allesbehalve eenvoudig. Om de Deense natuurkundige Niels Bohr te parafaseren: 'Voorspellen is moeilijk, zeker als het de toekomst betreft'. Verkeer is dubbel moeilijk, want de onvoorspelbare menselijk factor speelt dan op. Toch zijn we gelukkig steeds beter in staat om in de toekomst te kijken en hierop de anticiperen. Een mooi voorbeeld is de FileRadar, opgezet door twee Delftse PhD-studenten. Het is een soort Buienradar: het geeft een duidelijk beeld van de huidige situatie op de weg, maar de FileRadar voorspelt ook de verkeerssituatie door de verkeersmetingen slim te combineren met een verkeersmodel. Zo kun je als reiziger een geïnformeerde beslissing nemen over wanneer je het beste kunt vertrekken of welke route het beste is.





#### 4. Instroom gebied beperken

De vierde en laatste hoofdlijn is 'Instroom gebied beperken'. Het doel is het aantal verkeersdeelnemers in het netwerk beneden het kritische aantal te houden – beneden dat omslagpunt uit de grafiek op pagina 17. Zo zorg je ervoor dat de productie van het netwerk op voldoende niveau blijft.

Om deze hoofdlijn te illustreren, verplaatsen we ons even naar Walcheren. Stel dat het westelijke deel van Walcheren door een dreigende dijkdoorbraak binnen zes uur onder water zal staan. Met het verkeersmodel EVAQ, speciaal ontwikkeld om evacuaties te simuleren, kunnen we voorspellen hoeveel van de 120.000 bedreigde inwoners zich in die tijd in veiligheid kunnen brengen door met de auto het gebied te verlaten. Zonder sturing en geleiding blijken dit er tussen de 25.000 en 40.000 te zijn.

Passen we echter de juiste sturingsprincipes toe, dan kunnen we dit aantal ruim verdubbelen tot zo'n 80.000. De vorige hoofdlijn, het beter verdelen van het verkeer over het netwerk, blijkt hierbij een belangrijke oplossingsrichting. Maar door erop toe te zien dat niet alle inwoners tegelijk de uitgaande wegen op komen, oftewel door de instroom te beperken, kun je het aantal voertuigen in het netwerk beneden de kritische grens houden. De 'productie' blijft dan op of rond het hoogste niveau en een productieval wordt voorkomen. Uiteraard geldt dat de effectiviteit van deze strategie deels afhangt van hoe goed de inwoners van Walcheren naar de adviezen willen luisteren.

Het interessante aan deze vierde aanpak is, dat opnieuw geldt: je moet wat mensen tegenhouden, maar daarmee verlies je geen tijd, je wint juist tijd. Hetzelfde gaat op voor evacuaties van gebouwen of terreinen.

# Er is meer mogelijk

## MAAR WAAR BLIJVEN DE PRAKTIJKPROEVEN?

Van de vier hoofdlijnen die we kort hebben besproken – voorkomen terugslag, doorstroming verbeteren, verkeer verdelen en instroom beperken – hebben we in de praktijk of op papier aangetoond dat ze stuk voor stuk effectief zijn voor de aanpak van verkeersproblemen (voertuigen, voetgangers). Dat op zich is voldoende reden om ze wanneer nodig in te zetten. Maar met de afzonderlijke hoofdlijnen zijn we nog maar half op weg: de echte winst zit 'm juist in de *gecoördineerde inzet* van de maatregelen. De verwachting is dat door de verschillende typen oplossingen en bijbehorende instrumenten in samenhang in te zetten, de beschikbare infrastructuur nog veel beter kan worden benut.

### **Praktijkproeven**

Helaas beperkt onze (praktijk)ervaring van een gecoördineerde inzet zich nog tot die van enkele kleinschalige proeven. Om echte stappen vooruit te kunnen maken, hebben we dan ook grootschalige praktijkproeven nodig. De vraag is echter wanneer die proeven met gecoördineerd netwerkbreed verkeersmanagement er nu echt komen.

In Nederland zijn we al jaren druk doende met het maken van mooie plannen. Maar vooralsnog stinkt de voortvarendheid bij het plannen.

Hoe dat komt? Niet omdat verkeersmanagement een geheel nieuw fenomeen is en we allemaal nog wat onwennig zijn. De eerste verkeerslichten om het verkeer te regelen, werden al in de negentiende eeuw in gebruik genomen. In Nederland wordt sinds de jaren tachtig van de vorige eeuw verkeersmanagement op autosnelwegen toegepast. Rijkswaterstaat beschikt inmiddels over een heel palet aan instrumenten: toeritdosering, filestaartbeveiliging, spitsstroken, trajectcontrole, panelen voor dynamische route-informatie enzovoort. En wat verkeersinformatie betreft: denk alleen maar aan de vlucht die een bedrijf als TomTom heeft genomen.

Niet alle toepassingen zijn misschien even effectief gebleken, maar over het algemeen zorgt verkeersmanagement voor een aanzienlijke verbetering van de doorstroming, de veiligheid, duurzaamheid en leefbaarheid. Zo is door het Kennisinstituut



voor Mobiliteitsbeleid (KiM) becijferd dat verkeersmanagement in de periode 1996 tot 2005 heeft geleid tot een afname van 25% in de vertragingen, tegen een fractie van de kosten van de aanleg van nieuwe wegen. En met gecoördineerd netwerkbreed verkeersmanagement als wenkend perspectief, ziet ook de toekomst er rooskleurig uit. De eerste kleinschalige proeven laten dat duidelijk zien!

Toch heerst er bij sommige beleidsmakers nog altijd scepsis over de zin ervan. 'Wegen de kosten wel op tegen de maatschappelijke baten? Is dat verkeersmanagement nu wel nodig? Iedereen heeft toch een TomTom? De voertuigen worden toch ook steeds slimmer? Waarom zouden we nog al die ICT langs de weg zetten?' Maar zijn dit wel de goede vragen om te stellen? Een betere vraag is wellicht: kunnen we het ons veroorloven om *niet* aan verkeersmanagement te doen? Met verkeersmanagement zorg je er immers voor dat de zeer kostbare infrastructuur optimaal wordt benut. En dat is alleen maar logisch om te doen! Shell bouwt ook geen peperdure fabriek om vervolgens tegen

de arbeiders te zeggen dat ze zelf hun gang maar moeten gaan. Met andere woorden: je kunt verkeersmanagement ook zien als een voorwaarde voor een veilige en efficiënte doorstroming. Dat geldt voor het autoverkeer, maar net zo hard voor grote voetgangersstromen. Je moet je afvragen of grote evenementen zónder een goed doordachte aanpak van 'voetgangersverkeersmanagement' nog wel kunnen!

### **Nieuwe kijk**

De recente inzichten in het gedrag van verkeerssystemen, die we in dit boekje kort hebben aangestipt, vormen een zeer solide basis voor een nieuwe kijk op verkeersmanagement. Een nieuwe kijk die zich met name richt op het proactief en in samenhang inzetten van de verschillende maatregelen. Deze nieuwe aanpak, ondersteund door nieuwe technologie en intelligente voertuigen, biedt absoluut grote kansen voor een efficiënter, schoner en veiliger vervoerssysteem. Daarom is het ook zo dringend noodzakelijk dat het vakgebied snel aan de slag kan met grootschalige praktijkproeven.



# Tot slot

## MET NOG ÉÉN KEER DE LOVEPARADE

Daarmee zijn we bijna aan het einde van deze korte introductie op verkeersmanagement. Maar als afsluiting is het goed om nog even terug te komen op onze inleiding, de gebeurtenissen tijdens de Loveparade 2010. Als we de inzichten die we op de voorgaande bladzijden hebben gepresenteerd op die gebeurtenissen betrekken, wat kunnen we dan leren?

Eén punt is dat het belangrijk is om rekening te houden met onverwachte gebeurtenissen: verwacht het onverwachte. We hebben gezien dat als het verkeerssysteem onder druk staat, een relatief kleine verstoring grote gevolgen kan hebben. De organisator van een groot evenement moet dus onder alle omstandigheden heel snel en adequaat kunnen ingrijpen. Een goede organisatie, communicatie en de technologische middelen om de menigte te observeren en 'verkeersmanagementmaatregelen' te treffen, zijn daarbij essentieel. Is dat ingrijpen inderdaad nodig, dan zal gestuurd moeten worden aan de hand van de vier besproken oplossingsrichtingen, aan de hand van vooraf opgestelde scenario's. Zo voorkom je dat de 'productie' van het netwerk op het terrein ineens klappt – met alle gevolgen van dien.

De TU Delft heeft in de afgelopen jaren waardevolle expertise op dit gebied opgebouwd. We hebben de kennis en kunde om in de toekomst dit soort catastrofes te helpen voorkomen. De TU Delft doet dat ook al, onder meer in Mekka. De faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen denkt mee over het nieuwe ontwerp voor de Heilige Moskee, want de laatste jaren doen zich tijdens de religieuze viering Hajj steeds grotere problemen voor.

Maar natuurlijk blijven we onze kennis ook beschikbaar stellen voor het autowegennet in Nederland. Niemand in het vakgebied belooft dat de files opgelost gaan worden, maar we kunnen wel helpen om het wegennet slim en optimaal te benutten.

### **Toepasbaar**

Dit alles maakt het vakgebied verkeersstromen en het deelgebied verkeersmanagement ook zo interessant. Het is soms heerlijk theoretisch, met raakvlakken tot biologie en fysica aan toe, maar de kennis is tegelijkertijd uitermate toepasbaar. We dragen bij aan het oplossen van maatschappelijke en economische problemen (de file, of hoe tragedies als bij de Loveparade te voorkomen), maar we leveren ook een bijdrage aan de belangrijkste spirituele en religieuze ervaring van miljoenen moslims. Van hoeveel vakgebieden kun je dát zeggen?

## **Colofon**

Redactie en vormgeving:  
Essencia Communicatie, Den Haag

Fotografie:  
Robert de Voogd



## Over de auteur

Prof. dr. ir. Serge Hoogendoorn (1971) is hoogleraar Verkeersstromen en Dynamisch Verkeersmanagement op de TU Delft. Hij onderzoekt de dynamiek van verkeersstromen en legt deze vast in wiskundige modellen en simulatie-instrumenten.



Hoogendoorn studeerde in 1995 cum laude af in de Technische Wiskunde aan de TU Delft. Voor zijn promotieonderzoek deed hij onderzoek naar de mogelijkheden van dynamische rijstrooktoekenning op autosnelwegen. Hij promoveerde in 1999 bij prof. Piet Bovy en kwam in dienst van de faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen. In 2003 ontving Hoogendoorn een VIDI-subsidie van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) voor zijn onderzoek naar rijgedrag van automobilisten in files. Serge Hoogendoorn ontving van NWO eerder ook al een VENI-subsidie voor pas gepromoveerde onderzoekers voor onderzoek naar het gedrag van voetgangers in publieksruimten.

Het College van Bestuur van de TU Delft benoemde hem in 2006 tot Antoni van Leeuwenhoek-hoogleraar. Hoogendoorn ontving dit hoogleraarschap voor jonge, excellente onderzoekers vanwege zijn internationale zichtbaarheid en zijn excellente onderzoek en onderwijs.

In 2009 kreeg Hoogendoorn een VICI-subsidie toegewezen voor onderzoek naar verkeers- en vervoersmanagement bij bijzondere omstandigheden.