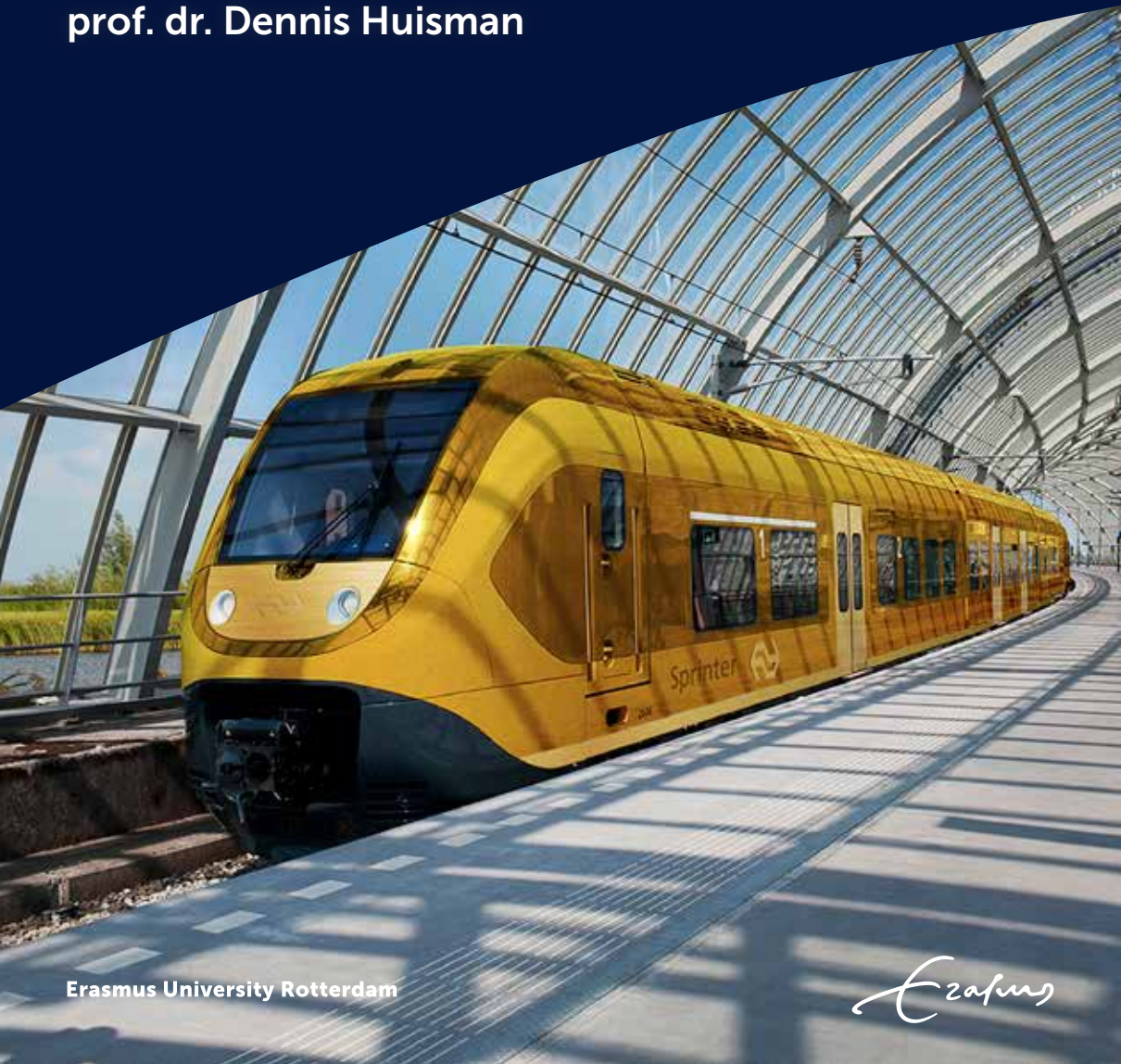


Erasmus  
Research Institute  
of Management

# Goed, beter, best!

Over optimalisatie  
in het openbaar vervoer

prof. dr. Dennis Huisman



# **Goed, beter, best!**

Over optimalisatie in het openbaar vervoer

Library of Congress Classification: HB 143.7 Optimization Techniques  
HE 147.7 Transportation: Mathematical models

Journal of Economic Literature: R 40 Transportation Economics  
C44 Operations Research

FREE Keywords Public Transport  
Optimization  
Railways  
Operations Research  
Planning  
Dispatching  
Delays

### **Erasmus Research Institute of Management - ERIM**

The joint research institute of the Rotterdam School of Management (RSM) and the Erasmus School of Economics (ESE) at the Erasmus Universiteit Rotterdam  
Internet: [www.irim.eur.nl](http://www.irim.eur.nl)

### **ERIM Electronic Series Portal**

<http://hdl.handle.net/1765/1>

### **Inaugural Addresses Research in Management Series**

Reference number EIA- 2016-069-LIS

ISBN 978-90-5892-471-1

© 2016, Dennis Huisman

### **Layout**

[www.panart.nl](http://www.panart.nl)

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means electronic or mechanical, including photocopying, recording, or by any information storage and retrieval system, without permission in writing from the author(s).

# Goed, beter, best!

Over optimalisatie in het openbaar vervoer

**prof. dr. Dennis Huisman**

Rede uitgesproken bij de openbare aanvaarding van het ambt van bijzonder hoogleraar Openbaar Vervoer Optimalisatie aan de Erasmus School of Economics, Erasmus Universiteit Rotterdam, vanwege de Vereniging Trustfonds Erasmus Universiteit Rotterdam op 18 november 2016

**Erasmus School of Economics**  
**Erasmus University Rotterdam**  
P.O. Box 1738  
3000 DR Rotterdam  
E-mail: [huisman@ese.eur.nl](mailto:huisman@ese.eur.nl)

# Abstract

In het openbaar vervoer is de afgelopen decennia optimalisatie vooral succesvol toegepast bij tactische of operationele planningsproblemen. Het doel was daarbij vooral het reduceren van kosten. Dit doel zal ook de komende jaren belangrijk blijven. In deze oratie zal dan ook ingegaan worden op het vinden van de "beste" planning. Een ander belangrijk aandachtsgebied binnen het openbaar vervoer is het verbeteren van de service aan de reiziger. In het bijzonder zal in deze oratie worden ingegaan op het verbeteren van de betrouwbaarheid van de treinreis. Vertragingen zijn immers één van de grootste ergernissen van de reiziger. Door "goed" gebruik te maken van optimalisatie kan ook op dit punt het openbaar vervoer "beter" worden.

## Abstract (English)

The last decades, optimization has been successfully applied for tactical and operational planning problems in public transport. The main objective was cost reduction. This goal will also be important in the years to come. In this inaugural lecture, it will be discussed how to find the "best" planning. Another important area within public transport is the improvement of the passenger's service. In particular, improving the reliability of travelling by train will be discussed. Delays are after all one of the big annoyances of the traveler. By using "good" optimization, public transport can also be made "better" in this aspect.



# Inhoudsopgave

Inleiding.....	11
Optimalisatie .....	13
Planningsproblemen .....	15
Betrouwbaarheid.....	19
Delay management .....	21
Een betere bijsturing.....	23
Voorbeeld Beilen .....	27
Intermezzo .....	31
Conclusie .....	33
Dankwoord.....	37
Referenties.....	39
Erasmus Research Institute of Management - ERIM Inaugural Addresses Research in Management Series .....	41





# Inleiding

**Geachte rector magnificus,  
Beste bestuursleden van de Vereniging Trustfonds,  
Beste decaan, collega's, familie en vrienden,**

Iedere dag maken miljoenen Nederlanders gebruik van het openbaar vervoer om naar hun werk of opleiding te reizen, om familie of vrienden te bezoeken, voor een dagje uit of zoals vandaag voor het bijwonen van een oratie.

In Nederland is het marktaandeel van het openbaar vervoer vooral hoog in het vervoer van en naar één van de 5 grote steden (Amsterdam, Rotterdam, Den Haag, Utrecht en Eindhoven). Zo reist bijvoorbeeld in de ochtendspits zo'n 40% van de forensen per openbaar vervoer bij afstanden van meer dan 10 kilometer naar één van deze 5 steden (KiM, 2013). Om deze grote groep reizigers goed te kunnen bedienen, is een hoogfrequent en betrouwbaar openbaar vervoer systeem noodzakelijk.

De ruggengraat van het Nederlandse openbaar vervoersysteem is het hoofdrailnet, geëxploiteerd door de Nederlandse Spoorwegen (NS). Bijna driekwart van het totaal aantal reizigerskilometers (zie tabel 1) in het openbaar vervoer vindt bij NS plaats.

	Reizigerskilometers (in miljarden, 2015)	Relatief aandeel (in %)
Hoofdrailnet NS	17,3	72,7
Regionale Spoorlijnen	1,1	4,6
Bus/Tram/Metro	5,4	22,7

**Tabel 1:** Reizigerskilometers in 2015 (CROW, 2016)

Een goed functionerend hoofdrailnet is dan ook de basis van een goed ov-systeem in Nederland (I&M, 2014). Om de reiziger echter van deur-tot-deur te vervoeren, zijn ook de andere modaliteiten en ov-bedrijven relevant. De reiziger is immers gebaat bij een goede reis van deur-tot-deur en niet van treinstation naar treinstation. Dit geldt in het bijzonder voor het vervoer van en naar de grote steden, waar de stedelijke rail- en busnetwerken een belangrijke aanvulling vormen op het hoofdrailnet.

Zoals velen van u weten, werk ik ook bij NS. Mijn aanstelling aan de Erasmus Universiteit is er dan ook één van praktijkhoogleraar. Dit biedt een aantal unieke mogelijkheden. Zo kan ik tijdens colleges vertellen hoe theorieën die de studenten leren, echt toegepast worden en aan de andere kant kan ik er vanuit NS snel bij zijn om goede studenten te werven voor afstudeerstages. Soms worden enkelen van deze afstudeerders ook weer

medewerkers. Verder kan ik door mijn ervaring bij NS onderzoek doen naar vraagstukken die vanuit praktisch oogpunt actueel en relevant zijn. Aan de universiteit kan ik samen met collega's en promovendi dit onderzoek uitvoeren, en uiteindelijk kan ik vanuit mijn NS rol ervoor zorgen dat het onderzoek ook toegepast wordt in de praktijk. Het doel van wetenschappelijk onderzoek is naar mijn mening immers niet alleen het opdoen van nieuwe kennis en inzichten, en het daarover publiceren in wetenschappelijke artikelen, maar ook het toepassen van dit onderzoek en het daarmee hebben van impact op de maatschappij. Het is dan ook mijn drijfveer om uw treinreis en die van vele anderen te verbeteren. Tijdens deze rede zal ik daarom ook veel voorbeelden geven van optimalisatie bij NS.

# Optimalisatie

In het openbaar vervoer gaat het om complexe bedrijfsprocessen die geoptimaliseerd kunnen worden. Het vakgebied dat zich bezighoudt met optimalisatie van bedrijfsprocessen staat internationaal bekend onder de namen **Operations Research** en **Management Science**, en wordt vaak kortweg afgekort tot OR. Als ik in deze oratie de term OR gebruik, doel ik dus op Operations Research en niet op Ondernemingsraad! De Nederlandstalige term voor OR is **besliskunde**.

Vanuit een OR perspectief stellen we de volgende vragen bij een optimalisatieprobleem:

1. Wat moeten we beslissen en wat zijn daarmee de beslissingsvariabelen?
2. Wat is het doel dat we willen bereiken?
3. Met welke restricties moeten we rekening houden?
4. Hoe kunnen we de "beste" oplossing uitrekenen?

Aan de hand van de eerste drie vragen kan een wiskundig model worden geformuleerd. Bij de vierde vraag lossen we dat model op. Als we vervolgens vanuit een wiskundig perspectief kijken naar optimalisatieproblemen in het algemeen, dan gaat het om het volgende:

We zoeken bij een optimalisatie probleem naar een oplossing  $x$  die een gegeven doelstellingsfunctie  $f(x)$  maximaliseert (of minimaliseert), waarbij  $x$  moet zitten in de verzameling van toegelaten oplossingen  $X$ .

Kortom we zoeken naar de "beste"  $x$  die aan alle randvoorwaarden voldoet.

In het openbaar vervoer is de afgelopen decennia optimalisatie vooral succesvol toegepast bij tactische of operationele planningsproblemen. Het doel was daarbij vaak het reduceren van kosten. Dit doel zal ook de komende jaren belangrijk blijven. Ik zal zo dadelijk dan ook verder ingaan op het vinden van de "beste" planning.

Een ander belangrijk aandachtsgebied zal de komende jaren liggen op het verbeteren van de service aan de reiziger. In het bijzonder zal ik ingaan op het verbeteren van de betrouwbaarheid van de treinreis. Vertragingen zijn immers één van de grootste ergernissen van de reiziger. Ook hierin kan goede optimalisatie een grote rol spelen. Ik zal hier in het tweede deel van mijn oratie verder op ingaan.



# Planningsproblemen

In het openbaar vervoer onderscheiden we de volgende planningsproblemen (Huisman et al., 2005):

1. Lijnvoering
2. Dienstregeling
3. Voertuigplanning (op het spoor: materieelplanning genoemd)
4. Personeelsplanning
  - a. Dienstenplanning
  - b. Roosters

Allereerst wordt de lijnvoering bepaald. Een lijn is een rechtstreekse verbinding van A naar B met een aantal tussenstops en een frequentie. Zo gaat er bijvoorbeeld 1x/uur een Intercity van Rotterdam naar Groningen die stopt in Alexander, Gouda, Utrecht, Amersfoort, Zwolle en Assen. De lijnvoering verandert slechts zelden. De laatste grote verandering op het Nederlandse spoorwegnet dateert van december 2006, nu zo'n 10 jaar geleden. De grote verandering daarvoor vond plaats in 1970, nog voor mijn geboorte.

Met de lijnvoering als input wordt vervolgens een dienstregeling gemaakt. In de dienstregeling worden alle vertrek- en aankomsttijden op alle stations (en eventuele andere relevante tussenpunten) bepaald. Hierbij wordt er rekening gehouden met aansluitingen en op het spoor ook met de opvolgtijd tussen twee treinen. Immers, twee treinen kunnen niet tegelijk op hetzelfde spoor rijden. Alhoewel de dienstregeling ieder jaar wel iets verandert, wordt er slechts zelden een compleet nieuwe dienstregeling gemaakt. Op zondag 11 december aanstaande gaat er bij NS voor het eerst sinds 10 jaar weer een dienstregeling in die van scratch is gemaakt.

Nadat de dienstregeling gemaakt is, worden de voertuigen ingepland. Bij bussen betekent dit dat er aan iedere rit een bus wordt toegewezen en dat de omloop van één voertuig bestaat uit in tijd opeenvolgende ritten. Voor treinen is dit iets complexer, omdat treinstellen ook aan elkaar kunnen worden gekoppeld. Een trein kan immers bestaan uit meerdere treinstellen. Het is in deze stap de bedoeling dat vraag en aanbod zo goed mogelijk op elkaar aansluiten, oftewel idealiter dat er net iets meer zitplaatsen zijn dan reizigers.

Ten slotte wordt het personeel ingepland. Ik ga hier zo nog nader op in.

De kosten van openbaar vervoerbedrijven worden voor een groot deel gevormd door de kosten van het bezitten van en rijden met de voertuigen en de loonkosten van het personeel. Merk op dat bij railvervoer de duurste resource, namelijk de spoorinfrastructuur zelf, meestal rechtstreeks door de overheid wordt gefinancierd.

In het busvervoer is er de afgelopen decennia heel veel gebruik gemaakt van optimalisatie. Zo was de Rotterdamse RET begin jaren negentig het eerste Nederlandse openbaar vervoerbedrijf dat gebruik maakte van het software pakket HASTUS, waarmee voertuigomlopen en personeelsdiensten kunnen worden geoptimaliseerd. In eerste instantie werden deze optimalisatieproblemen nog sequentieel opgelost, dus eerst de voertuigen en dan het personeel. Mede naar aanleiding van onderzoek door Richard Freling, Albert Wagelmans en mijzelf (Freling et al., 2003; Huisman et al., 2005) is het nu mogelijk om een aantal van deze planningsproblemen geïntegreerd (en dus tegelijk) op te lossen. Immers leidt het vinden van de "beste" oplossing voor ieder individueel planningsprobleem niet tot de overall "beste" oplossing. Sterker nog het is mogelijk dat dit niet eens tot een "goede" oplossing leidt.

Bij een groot ov-netwerk (denk bijvoorbeeld aan het Hoofdrailnet van NS) worden de planningsproblemen vaak nog wel sequentieel opgelost. Dat wil zeggen dat er eerst een lijnvoering wordt gemaakt, vervolgens een dienstregeling wordt bepaald, dan het materieel wordt ingepland en ten slotte het personeel wordt ingepland. Met als aansprekend voorbeeld de inzet van optimalisatiemodellen en algoritmen voor de op 10 december 2006 geïntroduceerde dienstregeling, waar NS in 2008 de Franz Edelman Award mee heeft gewonnen (INFORMS, 2008; Kroon et al., 2009). In de toen compleet nieuwe dienstregeling is gebruik gemaakt van nieuwe, innovatieve optimalisatiemodellen voor het bepalen van de dienstregeling inclusief de routing door de stations, het plannen van materieel en het plannen van personeel. Deze modellen waren destijds state-of-the-art en ontwikkeld samen met topwetenschappers als Leo Kroon, Lex Schrijver en Matteo Fischetti.

In mijn onderzoek wil ik de komende jaren ook graag complexere planningsproblemen zoals die bij NS meer integraal oplossen. Dat wil niet zeggen dat het in de komende jaren mogelijk wordt om met één druk op de knop een compleet integrale planning te maken, maar we kunnen wel stappen maken naar integratie van een aantal verschillende planningsproblemen.

Ter illustratie van het integreren van verschillende planningsproblemen, zou ik graag dieper willen ingaan op het integreren van verschillende stappen in de personeelsplanning van machinisten en conducteurs. Dit is het onderwerp van het promotie-onderzoek van Thomas Breugem.

De personeelsplanning bestaat uit 2 stappen, in het Engels, **crew scheduling** en **crew rostering**. In het crew scheduling probleem wordt een optimale verzameling van diensten bepaald, waarbij een dienst voor een machinist het werk bevat van één dag. Het werk bestaat dan uit het rijden van een aantal treinen. Een voorbeeld van een dienst is weergegeven in figuur 1. Deze dienst begint om 5:32 uur in Rotterdam en eindigt om 13:43 ook in Rotterdam (Rtd). De eerste taak is het rijden van een trein van Rotterdam naar Dordrecht (Ddr). Vervolgens rijdt de machinist deze trein terug naar Den Haag (Gvc), en dan via Roosendaal (Rsd) weer naar Rotterdam. Na een pauze bevat deze dienst nog tweemaal een slag naar Hoek van Holland (Hld).



**Figuur 1:** voorbeeld van een dienst voor een machinist uit standplaats Rotterdam (Rtd)

Vervolgens wordt in het crew rostering probleem bepaald welke machinist welke dienst op welke dag uitvoert en wanneer een machinist een vrije dag heeft. Bij NS en trouwens ook bij de meeste andere openbaar vervoerbedrijven zijn deze roosters cyclisch. In figuur 2 is een voorbeeld van een cyclisch rooster met 6 machinisten weergegeven. In de eerste week start iedere machinist met een andere regel. Zo heeft bijv. machinist A in week 1 op maandag vrij, op dinsdag dienst 26, op woensdag dienst 43, enzovoort. Machinist B begint in week 1 met de 2e regel. In week 2 doet machinist A de tweede regel, machinist B de derde regel, enz. In week 6 doet machinist A de 6e en laatste regel en machinist B de eerste regel. Uiteindelijk doet iedere machinist in week 7 dus weer hetzelfde als in week 1.



**Figuur 2:** voorbeeld van een cyclisch rooster met 6 machinisten

Bij een grote standplaats als bijvoorbeeld Rotterdam zijn er meerdere roostergroepen. Deze roostergroepen kunnen verschillen qua grootte maar ook van andere kenmerken als full-time of part-time, wegbekendheid, enzovoort. Ieder rooster moet uiteindelijk voldoen aan allerlei regels volgend uit de Arbeidstijdenwet en de CAO. Vanwege de complexiteit van dit probleem wordt ook het roosterprobleem weer in twee stappen opgelost. Eerst worden de diensten toegewezen aan de verschillende roostergroepen en vervolgens wordt een rooster gemaakt per groep. De voorlopige resultaten van ons onderzoek zijn dat we deze twee stappen kunnen integreren. De komende jaren willen we gaan kijken of we ook het volledige crew rostering probleem kunnen integreren met het crew scheduling probleem. Dan ontstaat er een heel groot optimalisatieprobleem, waarbij zo'n 70.000 taken per week moeten worden toegewezen aan zo'n 2700 machinisten verspreid over 28 standplaatsen.



Al hoewel we de resultaten van dit specifieke onderzoek pas over een paar jaar verwachten, raad ik de directies van de verschillende openbaar vervoerbedrijven nu al aan om te anticiperen op de generieke trend dat steeds meer planningsproblemen geïntegreerd zullen worden.

# Betrouwbaarheid

De Nederlandse spoorsector streeft er naar om in de toekomst een hoogfrequent (minimaal 6 treinen per uur) spoorsysteem in de Randstad aan te bieden. In de Lange Termijn Spooragenda van het kabinet (I&M, 2014) is echter terecht geconcludeerd dat het noodzakelijk is om de betrouwbaarheid van het spoor fors te verbeteren alvorens het mogelijk is om zo'n hoogfrequent spoorsysteem te rijden.

Betrouwbaarheid in het openbaar vervoer kan op verschillende manieren worden gemeten. Twee traditionele maatstaven die de spoorsector gebruikt, zijn "aankomstpunctualiteit" en "gereden treinen". De aankomstpunctualiteit geeft het percentage treinen weer dat met minder dan  $x$  minuten vertraging is aangekomen ten opzichte van de planning. Hierbij wordt in Nederland voor  $x$  vaak 3 of 5 gekozen. Het percentage gereden treinen geeft aan of geplande treinen op de dag van uitvoering daadwerkelijk gereden hebben. Beiden percentages samen zeggen iets over de reis van de reiziger. Dit kan door middel van een formule worden gegeven in een soort van reizigerspunctualiteit.

Als gevolg van de komst van de OV-chipkaart is er nu echter veel meer mogelijk en kan veel nauwkeuriger worden bepaald hoeveel vertraging reizigers oplopen. Voor iedere reis, waarbij in- en uitgecheckt is, kan de vertraging worden geschat door het verschil uit te rekenen tussen de beloofde reistijd volgens de reisplanner en de gerealiseerde reistijd. Vervolgens kan worden berekend welk percentage van die reizen minder dan  $x$  minuten vertraagd is. Naast het berekenen van het percentage kan ook de oorzaak van iedere vertraagde reis worden vastgelegd. Reizigersvertragingen kennen 3 hoofdoorzaken: uitgevallen treinen, vertraagde treinen en gemiste aansluitingen.

Vanaf 1 januari 2017 resulteert dit naar verwachting dan ook in de nieuwe afspraken tussen het ministerie van Infrastructuur en Milieu aan de ene kant, en NS en ProRail aan de andere kant. In deze nieuwe prestatie-indicatoren zullen beide bedrijven worden afgerekend op het percentage reizigers dat minder dan 5 respectievelijk 15 minuten vertraging heeft. Deze laatste grens is nieuw en blijkt – mede uit onderzoek tijdens een stage van één van onze econometrie studenten – belangrijk te zijn in het klantoordeel van de reiziger (Broekgaarden, 2015). Bij vertragingen van 15 minuten of meer neemt het oordeel van de reiziger over zijn reis substantieel af ( van 7,0 naar 6,7). Tevens zijn er streefwaarden vastgesteld voor het jaar 2019. Deze streefwaarden zijn zeer ambitieus maar haalbaar, mits er de komende jaren volop geïnvesteerd wordt in het terugdringen van alle drie de hoofdoorzaken. Treinen moeten dus én vaker rijden, én vaker op tijd zijn. Daarnaast zullen reizigers vaker hun aansluiting moeten halen. Dit laatste kan onder andere verbeterd worden door middel van delay management.



## Delay management

Samen met mijn collega's Twan Dollevoet (destijds nog promovendus), Anita Schöbel, Marie Schmidt en Leo Kroon (Dollevoet et al., 2012; Dollevoet et al., 2015) hebben we de afgelopen jaren op diverse manieren gekeken naar het vraagstuk of een aansluitende trein moet wachten of juist op tijd moet vertrekken als een andere trein vertraagd aankomt. Dit is geen triviale afweging. Voor de reizigers die net hun overstap missen, is wachten de beste beslissing. Voor andere reizigers die al in die trein zitten, is het echter het beste als de trein op tijd vertrekt. Zeker als zij verderop nog een overstap hebben. Daarnaast kan een trein die wacht ook tot gevolg hebben dat andere treinen vertraagd raken, en zo kan een sneeuwbal effect ontstaan.

Met behulp van wiskundige modellen kunnen we dit vraagstuk echter modelleren en uitrekenen wat de optimale beslissing voor alle reizigers samen is in een bepaalde situatie. We moeten daarbij eerst wel definiëren wat het "beste" is voor alle reizigers samen. Een gebruikelijke maatstaf is de totale vertraging van alle reizigers bij elkaar opgeteld. Daarmee is een vertraging voor 1 reiziger van 10 minuten gelijk aan een vertraging van 1 minuut voor 10 reizigers. Merk op dat dit een andere, eenvoudigere maatstaf is dan waar NS en ProRail vanaf volgend jaar op worden afgerekend.

De tot nu toe ontwikkelde modellen in de wetenschappelijke literatuur houden echter nog geen rekening met alle details. Zo worden er meestal eenvoudige aannamen gemaakt om de vervolgvertraging van andere treinen te berekenen. Het is op dit domein dan ook belangrijk om de komende jaren nieuwe, verbeterde modellen te maken die rekening houden met alle aspecten. De vraag is daarbij wel of we heel veel tijd en energie moeten steken in het vinden van de "beste" oplossing of dat een heuristiek die een "goede" oplossing vindt voor de reiziger buiten al niet heel veel "beter" is dan de huidige praktijk.



# Een betere bijsturing

Zojuist sprak ik over beslissingen bij kleine vertragingen. Helaas zijn er soms echter grotere verstoringen, waarbij complexere beslissingen moeten worden genomen. Dit doet zich onder andere voor als het spoor volledig gestremd is, bijvoorbeeld als gevolg van een omgevallen boom op het spoor. Dan dienen de volgende vragen beantwoord worden (Cacchiani et al., 2014):

- Welke lijnen kunnen er nog wel gereden worden?
- Welk reisadvies kan gegeven worden aan de reizigers zodat iedere reiziger met zo min mogelijk hinder zijn of haar bestemming kan bereiken?
- Is er alternatief vervoer mogelijk voor de reizigers?
- Kunnen de lijnen die nog wel rijden, versterkt worden met extra capaciteit, bijvoorbeeld door de inzet van langere treinen?
- Hoe moeten de diensten van het personeel aangepast worden?

Dit noemen we het bijsturen van de treindienst bij verstoringen. Het belang van een goede bijsturing is onder andere naar voren gekomen tijdens enkele winterse dagen gedurende de afgelopen jaren. Op 3 februari 2012 ging de treindienst voor de 3e winter op rij "out-of-control". Samen met enkele collega's van NS en ProRail heb ik in de weken daarna geanalyseerd wat zo'n out-of-control situatie nu eigenlijk is, en hoe het op zo'n dag ontstaat. De hoofdconclusies uit deze analyse zijn door de minister destijds gedeeld met het parlement en wil ik graag ook met u delen (NS et al., 2012). Overigens is de rest van het rapport tot bedrijfsgeheim verklaard en kan ik dit dan ook niet met u delen. Een alternatief is om de Telegraaf van 29 september 2012 te lezen. Dit is dan ook mijn enige analyse die zowel geheim is als via voorpagina van een grote Nederlandse krant een groot publiek heeft bereikt. Ik wil daarmee overigens niet suggereren dat om wetenschappelijke valorisatie te bevorderen ook wetenschappelijke artikelen maar geheim moeten worden verklaard. In zijn algemeen zal dit waarschijnlijk niet opgaan.

Er waren destijds drie belangrijke factoren die hebben bijgedragen aan de out-of-control situatie. Eén is er ondertussen opgelost, maar de andere twee zijn nog steeds van toepassing:

1. De wijze van besturing en bijsturing van de dagelijkse treindienst door de spoorsector (dit komt in een sterk verstoorde situatie meer aan de oppervlakte dan op een normale dag): Bijsturingshandelingen en maatregelen zijn vooral gericht op het oplossen van één lokaal probleem en worden door lokale bijsturingscentra en verkeersleidingsposten uitgevoerd. Door deze lokale benadering veroorzaken ze regelmatig een probleem ergens anders. Dit probleem wordt vervolgens op een vergelijkbare lokale manier opgelost. Hierdoor ontstaat een keten van vervolproblemen en bijsturingsmaatregelen. Een voorbeeld hiervan is het bijsturen van rijdend personeel. Er zijn 5 regionale besturingscentra (RBC's) voor het bijsturen van personeel. Elk RBC is verantwoordelijk voor het bemensen van alle treinen die in zijn gebied rijden. Het volgende voorbeeld illustreert dit:

Trein 3032 van Arnhem (Ah) naar Utrecht (Ut) kan niet rijden. Deze trein was gepland om gereden te worden door machinist met dienst Mt12 (zie figuur 3), deze machinist kan zijn dienst nu dus niet meer uitvoeren en moet worden bijgestuurd. Aangezien de machinist zich op dit moment in Arnhem bevindt, en dus binnen het besturingsgebied van Utrecht, is het bijsturen in dit geval een taak voor RBC Utrecht.



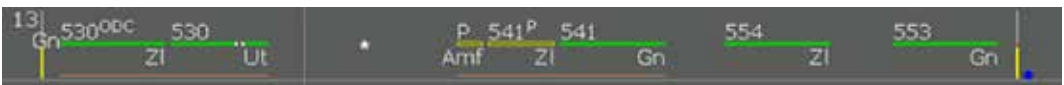
**Figuur 3:** dienst Mt12, waarin trein 3032 van Ah naar Ut kan niet rijden

Helaas ontdekt de bijstuurder dat het in dit geval onmogelijk is voor machinist Mt12 om op een andere manier op tijd van Arnhem naar Utrecht te reizen en alsnog trein 6041 te kunnen rijden. Er zit dus niets anders op dan de machinist te bellen met instructies over hoe de machinist van Arnhem naar Den Bosch (Ht) kan reizen en vervolgens de rest van zijn geplande dienst te voltooien (zie figuur 4).



**Figuur 4:** dienst Mt12 na bijsturing

De bijstuurder van RBC Utrecht zal nu een andere machinist moeten vinden om de treinen 6041 en 6042 op en neer van Utrecht naar Tiel te rijden. Hiervoor vindt hij machinist Gn13. Deze machinist heeft Groningen als standplaats, maar omdat hij op dit moment een pauze heeft in Utrecht en zich dus binnen het besturingsgebied Utrecht bevindt, kan hij bijgestuurd worden door RBC Utrecht. In figuur 5 staat de originele dienst van machinist Gn13.



**Figuur 5:** dienst Gn13

De bijstuurder besluit om machinist Gn13 opdracht te geven om na zijn pauze (aangegeven met een \*) de taken 6041 en 6042 uit te voeren en daarna richting Groningen te reizen, in plaats van direct na zijn pauze naar het noorden te vertrekken. In figuur 6 staat de nieuwe dienst voor machinist Gn13 na bijsturing.



**Figuur 6:** dienst Gn 13 na bijsturing

Deze machinist is op die manier nog steeds keurig volgens planning aan het einde van de dienst terug op zijn standplaats. Echter, treinen 541 en 554 Zwolle-Groningen en terug kan hij nu niet meer rijden. Maar omdat deze treinen binnen het besturingsgebied van Zwolle liggen is het probleem voor RBC Utrecht hiermee opgelost. Het is nu de verantwoordelijkheid van RBC Zwolle om alsnog een machinist te vinden voor trein 541 en trein 554.

2. Het ontbreken van tijdige, heldere, eenduidige, volledige, gecommuniceerde beslissingen door de juiste functionarissen. Destijds vond de besluitvorming plaats op 22 verschillende locaties, sommigen van NS, sommigen van ProRail en één gezamenlijke locatie. Op deze verschillende locaties beschikken medewerkers ook nog over verschillende informatie. Dit maakt dat de besluitvorming traag verloopt, er veel telefonisch contact moet plaatsvinden en besluitvorming op een lokaal niveau wordt uitgelokt, waarbij de landelijke consequenties niet worden overzien.

Op dit moment wordt er binnen het programma "Be- en Bijsturing van de Toekomst" (BBT) gewerkt aan een nieuw bijsturingconcept voor de Nederlandse spoorsector, waarin een aantal belangrijke verbeteringen moeten worden gerealiseerd. Zo komt er een Centraal Monitoring en Beslis Orgaan (CMBO), waarin alle dienstregelingsbesluiten met een landelijke impact zullen plaatsvinden. Ook start er binnenkort een proef met een gecentraliseerde personele bijsturing, waarmee de situatie zoals we net in het voorbeeld zagen, voorkomen kan worden. Tevens is dit ook noodzakelijk om goed gebruik te kunnen maken van optimalisatietechnieken die de afgelopen jaren zijn ontwikkeld voor het bijsturen van machinisten en conducteurs. Samen met onder andere mijn toenmalige promovendus Daniel Potthoff hebben we in de periode 2006 - 2010 een optimalisatiemodel en een algoritme ontwikkeld om diensten van machinisten bij te sturen bij verstoringen (Potthoff et al., 2010).



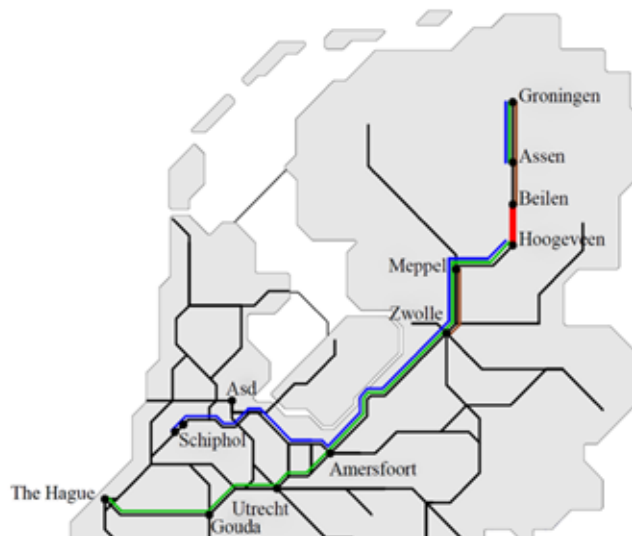


## Voorbeeld Beilen

De principes van het bijsturen van machinisten bij verstoringen wil ik uitleggen aan de hand van een concreet voorbeeld. Een aantal jaar geleden verscheen er op 10 september om 7:10 de volgende reisinformatie op ns.nl.

“Als gevolg van een defecte bovenleiding is er geen treinverkeer mogelijk tussen Beilen en Hoogeveen. Passagiers moeten rekening houden met een extra reistijd van 30 minuten. De verstoring duurt naar verwachting tot 10 uur. Er rijden bussen tussen Beilen en Hoogeveen”.

Op de kaart van Nederland (zie figuur 7) is deze verstoring aangegeven met de rode lijn.

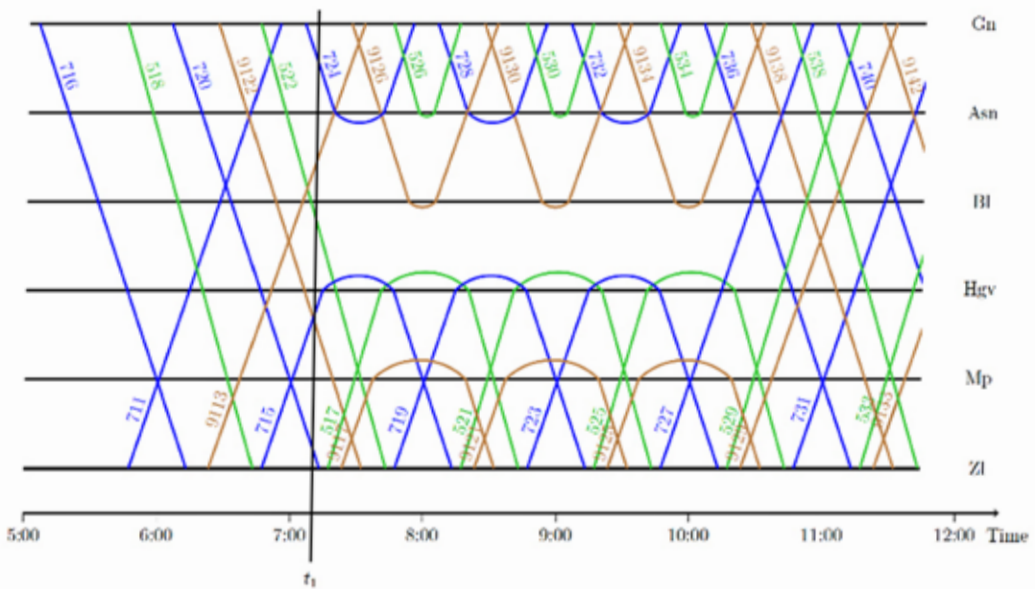


**Figuur 7:** Stremming tussen Beilen en Hoogeveen (lijnvoering voor de opening van de Hanzelijn)

De blauwe lijn is de Intercity van Schiphol naar Groningen. Deze kan vanuit het zuiden niet verder rijden dan Hoogeveen en zal daar keren. Aan de noordkant zal deze Intercity pendelen tussen Groningen en Assen. De groene Intercity rijdt van Den Haag naar Groningen. Ook deze trein zal vanuit het zuiden keren in Hoogeveen en aan de noordkant pendelen tussen Groningen en Assen. De bruine lijn is de Sprinter van Groningen naar Zwolle. Door beperkte spoorcapaciteit kan deze trein niet in Hoogeveen keren en zal daarom pendelen tussen Zwolle en Meppel. Aan de noordkant zal deze trein doorrijden tot Beilen. De frequentie van alle drie de lijnen is 1x per uur.

In figuur 8 zien we de aangepaste dienstregeling op het baanvak Groningen – Zwolle als gevolg van deze verstoring. We nemen hierbij aan dat om 10 uur de treinen weer volgens normale dienstregeling kunnen rijden. Zo zien we bijv. dat trein 724 die normaal

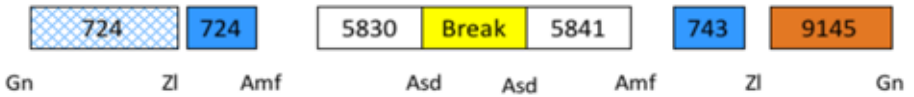
gesproken van Groningen naar Zwolle zou doorrijden keert in Assen, en daar weer naar Groningen vertrekt op het tijdstip dat oorspronkelijk trein 715 zou rijden. Die trein die vanuit het zuiden komt, keert zelf weer op de trein richting Zwolle waar oorspronkelijk de 724 had gereden. Een gevolg van deze systematiek is dat alle treinen ten zuiden van Meppel en ten noorden van Assen allemaal op hun oorspronkelijke tijd blijven rijden. Een reiziger tussen Zwolle en Amersfoort heeft daarmee geen enkele last van de stremming tussen Beilen en Hoogeveen.



**Figuur 8:** aangepaste dienstregeling tussen Groningen (Gn) en Zwolle (Zl)

Doordat de dienstregeling wijzigt, moeten nu ook de diensten van machinisten worden gewijzigd zodanig dat iedere machinist weer een dienst heeft die (1) aan alle regels voldoet, (2) zoveel mogelijk treinen van een machinist zijn voorzien (idealerweise allemaal), (3) er zo min mogelijk afwijking is van het oorspronkelijke schema en (4) het gebruik van taxi's om machinisten van de ene kant naar de andere kant van de stremming te krijgen beperkt blijft. Dit laatste is niet alleen vanwege de kosten maar ook vanwege het grote risico dat zo'n taxi in de file terechtkomt en derhalve de machinist vertraging oploopt en niet op tijd is voor het rijden van zijn volgende trein.

Bij dit probleem is het belangrijk om snel een "goede" oplossing te vinden. De rekentijd is hier immers cruciaal. Het heeft geen enkele toegevoegde waarde om na uren rekenen de "beste" oplossing te vinden want dan is de werkelijkheid buiten al lang veranderd. In figuur 9 zien we de originele dienst van de machinist die trein 724 vanuit Groningen zou rijden. In zijn originele dienst rijdt hij trein 724 eerst van Groningen naar Zwolle en vervolgens naar Amersfoort. Daar zou hij overstappen op trein 5830 naar Amsterdam, een pauze hebben om te eten, en vervolgens via Amersfoort en Zwolle terug naar Groningen.



**Figuur 9:** dienst van machinist uit Groningen (Gn)

Het moge duidelijk zijn dat hij deze dienst niet kan rijden, omdat trein 724 in Assen teruggaat naar Groningen. Deze taak moet wel door deze machinist worden uitgevoerd. Terug in Groningen zijn er diverse alternatieven (zie figuur 10). Zo zou deze machinist bijvoorbeeld met een taxi over de stremming naar Zwolle kunnen. Vanaf daar zou hij trein 530 naar Amersfoort kunnen rijden, een pauze kunnen nemen en na heen en weer gereden te hebben naar Hoofddorp, kan hij trein 743 weer pakken zoals in zijn oorspronkelijke dienst. Een ander mogelijk alternatief is om een aantal keer heen en weer te pendelen tussen Groningen en Assen, en nadat de verstoring voorbij is de eerste trein naar Zwolle te nemen. Daar zou hij een pauze kunnen houden, en dan nog een keer naar Groningen heen en weer, en uiteindelijk terugkomen in Groningen met trein 9149. Bij deze dienst is de machinist echter wel een uur langer onderweg, en zal hij een uur moeten overwerken. Naast deze twee alternatieven zijn er nog heel veel andere alternatieven.



**Figuur 10:** alternatieve diensten bij stremming tussen Beilen en Hoogeveen

Dit kan oplopen tot vele miljoenen mogelijke diensten. En bij een wat grotere verstoring moeten er meestal tientallen diensten worden aangepast. En dat in slechts enkele minuten tijd. Het is daarom van belang om een slim algoritme te verzinnen dat in een korte tijd een "goede" oplossing kan vinden. Wij hebben daarom gebruikt gemaakt van kolomgeneratie, een techniek waarmee op een slimme manier miljoenen of zelfs miljarden mogelijke diensten kunnen worden beschouwd, zonder ze allemaal expliciet mee te nemen. Op de technische details wil ik vandaag niet verder ingaan. Echter wel op het feit dat met deze techniek ook allerlei ingewikkelde optimalisatieproblemen op een soortgelijke manier kunnen worden opgelost.



## Intermezzo

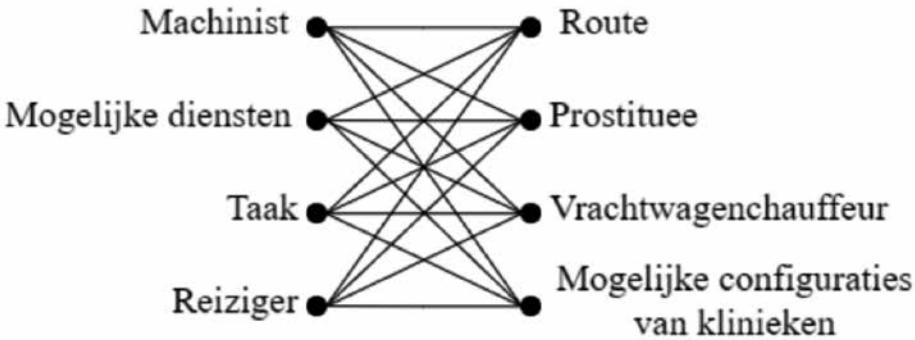
Daarvoor wil ik graag even een kort uitstapje maken naar de uitnodiging die u hebt gekregen. Daar verzoek ik u, als u een cadeau wilt geven, dat te doen in de vorm van een donatie aan North Star Alliance. Deze hulporganisatie houdt zich bezig met duurzame gezondheidszorg aan moeilijk te bereiken bevolkingsgroepen in Afrika, onder andere vrachtwagenchauffeurs en prostituees. Doordat vrachtwagenchauffeurs zelden thuis en veel onderweg zijn, zijn zij aan de ene kant een belangrijke verspreider van HIV en kunnen ze aan de andere kant nauwelijks terecht in de reguliere gezondheidszorg.

Met Harwin de Vries en José Núñez Ares heb ik me beziggehouden met het ontwikkelen van een methode om de “beste” locaties te bepalen waar North Star klinieken kan neerzetten (Núñez Ares et al., 2016). U moet dan overigens niet denken aan een ziekenhuis zoals in Nederland, maar meer aan een kliniek zoals in figuur 11.



**Figuur 11:** Roadside Wellness Centre

Door deze klinieken op de juiste locaties neer te zetten kunnen zoveel mogelijk patiënten worden geholpen, en is het mogelijk om vrachtwagenchauffeurs om de zoveel uur rijden toegang te geven tot een kliniek. Het achterliggende wiskundige model dat we ontwikkeld hebben om de “beste” oplossing voor dit probleem te vinden, is hetzelfde model als voor het bijsturingprobleem van machinisten. In de graaf in figuur 12 ziet u aan de linkerkant een aantal termen voor het bijsturingprobleem en aan de rechterkant een aantal termen voor het locatieprobleem in Afrika. Er bestaat een “perfecte matching” in deze graaf, dat wil zeggen dat bij iedere term aan de linkerkant een equivalente term aan de rechterkant hoort. Gegeven de tijd laat ik dit als opgave aan u over en kunt u tijdens de receptie, onder het genot van een hapje en een drankje, uw oplossing doorspreken met anderen.



**Figuur 12:** graaf met termen voor het optimalisatie model van het bijsturingsprobleem (links) en het locatieprobleem (rechts)

Laten we teruggaan naar het voorbeeld van het bijsturen van machinisten bij een verstoring. Met behulp van kolomgeneratie en enkele andere technieken, kunnen we met de computer binnen 15 seconden nieuwe diensten vinden voor alle machinisten. In het voorbeeld van Beilen kunnen we alle treinen van een machinist voorzien, er vallen dus geen treinen uit bovenop diegene die vanwege de defecte bovenleiding niet konden rijden. De oplossing bevat verder 2 reserve diensten en wijzigt geen diensten die niet direct getroffen zijn.

Nu is een verstoring tussen Beilen en Hoogeveen natuurlijk relatief eenvoudig. Stel er is een verstoring van 3 uur tussen Utrecht en Amsterdam, waarbij er 59 diensten van machinisten direct geraakt zijn. Nu kunnen we binnen 4 minuten een oplossing vinden, waarbij er geen extra treinen uitvallen en er 70 diensten worden gewijzigd. Dit zijn de 59 direct getroffen diensten plus 6 reserve diensten plus 5 diensten die niet direct getroffen zijn, maar die wel aangepast moeten worden.

De afgelopen jaren is dit algoritme ingebouwd in het commerciële softwaresysteem CREWS en daarmee beschikbaar voor verschillende Europese openbaar vervoerbedrijven. NS gebruikt het algoritme sinds 2013: nu nog zo nu en dan maar naar verwachting de komende jaren steeds vaker.

De komende jaren zijn er nog een groot aantal uitdagingen om de bijsturing te verbeteren. Deze uitdagingen zijn er onder andere op het gebied van het bijsturen van materieel. Zo is het bijsturen van het knooppuntplan nog een redelijk onontgonnen gebied. In het recent gestarte promotie-onderzoek van Rowan Hoogervorst gaan we aan deze onderwerpen werken.

Een andere relevante vraag is of we een potentiële out-of-control situatie van tevoren kunnen voorspellen en daarop acteren. Samen met collega's van de universiteiten van Utrecht en Delft loopt over dit onderwerp een onderzoeksvoorstel bij NWO.

## Conclusie

Ik heb aan de hand van enkele voorbeelden laten zien dat er in het openbaar vervoer nog voldoende te optimaliseren valt. Zo kunnen door planningsproblemen geïntegreerd te bekijken "betere" oplossingen worden gevonden dan wanneer voor ieder planningsprobleem apart de "beste" oplossing te vinden. Hierdoor kunnen kosten bespaard worden, en kan voor hetzelfde belastinggeld "beter" openbaar vervoer worden geboden of hetzelfde openbaar vervoer tegen minder belastinggeld. Om de betrouwbaarheid van het openbaar vervoer te verbeteren is het belangrijk om beter om te gaan met verstoringen, zowel bij kleine als grote verstoringen. Hier liggen nog enkele grote uitdagingen om methoden te ontwikkelen die snel een "goede" oplossing te vinden.









# Dankwoord

Graag wil ik deze rede eindigen met een aantal woorden van dank.

Allereerst wil ik de Vereniging Trustfonds, de decaan van de Erasmus School of Economics en het College van Bestuur van de Erasmus Universiteit Rotterdam bedanken voor het in mij gestelde vertrouwen.

Mijn wetenschappelijke carrière begon ruim 17 jaar geleden met mijn promotie-onderzoek over het plannen van bussen en buschauffeurs. Zoals u vandaag heeft kunnen horen, ben ik nog steeds actief in hetzelfde vakgebied. Ik wil mijn beide promotoren, Rommert Dekker en Albert Wagelmans, dan ook heel hartelijk danken voor de kans die zij mij destijds hebben gegeven. Ook in de jaren daarna hebben we altijd op een hele prettige manier samengewerkt. Ik kijk dan ook met veel plezier uit naar de komende jaren, waarin we gezamenlijk de OR in Rotterdam verder op de kaart zullen zetten.

Rommert, wij hebben regelmatig leuke en inspirerende discussies over diverse onderwerpen. De discussies over de kansen die we als OR-groep moeten pakken, gaven en geven mij altijd veel inspiratie.

Albert, wij hebben elkaar voor het eerst ontmoet tijdens een voorlichtingsdag van de studie Econometrie in maart 1995, ruim 20 jaar geleden. Later ben ik student assistent bij jou geworden en tijdens die periode heb ik besloten om een promotie-onderzoek te gaan doen. Aan die tijd bewaar ik mooie herinneringen. Van jou heb ik in die periode en ook daarna geleerd hoe je goed wetenschappelijk onderzoek moet doen en dat je soms "moeilijk moet doen als het ook makkelijk kan". In de afgelopen jaren hebben we ook samen enkele promovendi (Daniel, Twan, Ilse en Erwin) begeleid. Ik heb goed gekeken hoe jij dat deed, en ik hoop dan ook net zo'n goede promotor te worden van mijn eigen aio's (Thomas en Rowan) als jij dat bij onze gezamenlijke aio's en bij mij was. Ten slotte hebben we enkele jaren geleden een grote internationale OR conferentie georganiseerd, OR2013. Ik kijk nog altijd met veel plezier terug op deze conferentie.

De afgelopen ruim 12,5 jaar heb ik nauw samengewerkt met Leo Kroon, zowel bij NS als bij de Erasmus Universiteit. Helaas is Leo 2 maanden geleden overleden en moet ik hem vandaag dus missen. Bij NS is Leo de grondlegger geweest van de huidige afdeling Proceskwaliteit & Innovatie. Binnen deze afdeling ontwikkelen en implementeren we onder andere wiskundige modellen en algoritmen voor allerlei logistieke spoorvraagstukken. In al die jaren hebben we veel samen gedaan en meegemaakt. Het meest in het oog springend daarbij is het winnen van de Franz Edelman Award in 2008 wat met recht de "kroon" op Leo's werk mag worden genoemd. Bovenal zal ik Leo echter herinneren als een hele fijne collega met een enorme toewijding en passie voor zijn werk, zijn oog voor details, zijn droge humor, zijn soms verassende acties zoals het draaien van Ketelbinkie tijdens de afsluiting van het CASPT congres, en zijn enorme bijdrage aan de ontwikkeling van velen waaronder mijzelf.

Om het in woorden van de titel van deze oratie samen te vatten: Leo, je was de "beste" wetenschapper in ons vakgebied, je hebt het openbaar vervoer in Nederland en ver daarbuiten "beter" gemaakt, maar bovenal was je een "goed" mens.

Verder gaat mijn dank uit naar al mijn collega's bij het Econometrisch Instituut. Ik ervaar de sfeer en de teamspirit op de afdeling altijd als erg prettig. Ik stap dan ook op iedere dinsdag en vrijdag met veel plezier weer in de trein om naar de universiteit te reizen.

Ook mijn collega's binnen de Nederlandse Spoorwegen ben ik zeer dankbaar. Alhoewel het soms een raar bedrijf is, voel ik me er ook erg thuis. In het bijzonder wil ik hierbij nog even stilstaan bij de leukste afdeling van NS, namelijk de afdeling Proceskwaliteit & Innovatie, ofwel kortweg PI. Als ik op onze kamer 3 14 op de 3e verdieping ben, doe ik altijd veel inspiratie op om het spoor weer een stuk beter te maken. En mede dankzij al jullie bijdragen lukt dat ook nog vaak. Dank daarvoor!

Ten slotte wil ik graag nog mijn broer, Jeroen, en in het bijzonder mijn ouders bedanken voor de hechte band die we hebben. Pa en Ma, dankzij jullie ben ik de persoon geworden die ik nu ben. Jullie hebben altijd mij gesteund in mijn keuzes en mij geholpen op het pad van het leven.

Ik heb gezegd.

## Referenties

Broekgaarden, "Klanttevredenheidsonderzoek: Punctualiteit en Zitplaatskans". Stageverslag (2015).

V. Cacchiani, D. Huisman, M. Kidd, L. Kroon, P. Toth, L. Veelenturf, J. Wagenaar, "An Overview of Recovery Models for Real-time Railway Rescheduling", **Transportation Research Part B** 63 (2014), pp. 15-37.

CROW, "Factsheet vervoeromvang regionaal OV 2014 en 2015" (2016).

T. Dollevoet, D. Huisman, L. Kroon, M. Schmidt, A. Schöbel, "Delay Management including Capacities of Stations", **Transportation Science** 49 (2015), pp. 185-203.

T. Dollevoet, D. Huisman, M. Schmidt, A. Schöbel, "Delay Management with Rerouting of Passengers", **Transportation Science** 46 (2012), pp. 74-89.

R. Freling, D. Huisman, A.P.M. Wagelmans, "Models and Algorithms for Integration of Vehicle and Crew Scheduling", **Journal of Scheduling** 6 (2003), pp. 63-85.

D. Huisman, R. Freling, A.P.M. Wagelmans, "Multiple-Depot Integrated Vehicle and Crew Scheduling", **Transportation Science** 39 (2005), pp. 491-502.

D. Huisman, L.G. Kroon, R.M. Lentink, M.J.C.M. Vromans, "Operations Research in passenger railway transportation", **Statistica Neerlandica** 59 (2005), pp. 467-497.

I&M, "Netwerk Nederland: OV op het goede spoor. Lange termijn spooragenda deel 2", Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2014).

INFORMS, Persbericht, zie <https://www.informs.org/About-INFORMS/News-Room/Press-Releases/EUROPEAN-MASS-TRANSIT-IMPROVEMENTS-WIN-INFORMS-EDELMAN-PRIZE-FOR-NETHERLANDS-RAILWAYS> (2008).

KiM, "Mobiliteitsbalans 2013". Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (2013).

L. Kroon, D. Huisman, E. Abbink, P.-J. Fioole, M. Fischetti, G. Maróti, A. Schrijver, A. Steenbeek, R. Ybema, "The New Dutch Timetable: The OR Revolution", **Interfaces** 39 (2009), pp. 6-17.

NS, ProRail, I&M, "Programma winterweer op het spoor", Nederlandse Spoorwegen, ProRail, Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2012).

J. Núñez Ares, H. de Vries, D. Huisman. "A column generation approach for locating roadside clinics in Africa based upon effectiveness and equity", **European Journal of Operational Research** 254 (2016), pp. 1002-1016.

D. Pothhoff, D. Huisman, G. Desaulniers, "Column Generation with Dynamic Duty Selection for Railway Crew Rescheduling", **Transportation Science** 44 (2010), pp. 493-505.

# Erasmus Research Institute of Management - ERIM Inaugural Addresses Research in Management Series

ERIM Electronic Series Portal: <http://hdl.handle.net/1765/1>

Balk, B.M., **The residual: On monitoring and Benchmarking Firms, Industries and Economies with respect to Productivity**, 9 November 2001, EIA-07-MKT, ISBN 90-5892-018-6, <http://hdl.handle.net/1765/300>

Benink, H.A., **Financial Regulation; Emerging from the Shadows**, 15 June 2001, EIA-02-ORG, ISBN 90-5892-007-0, <http://hdl.handle.net/1765/339>

Bleichrodt, H., **The Value of Health**, 19 September 2008, EIA-2008-36-MKT, ISBN/EAN 978-90-5892-196-3, <http://hdl.handle.net/1765/13282>

Boons, A.N.A.M., **Nieuwe Ronde, Nieuwe Kansen: Ontwikkeling in Management Accounting & Control**, 29 September 2006, EIA-2006-029-F&A, ISBN 90-5892-126-3, <http://hdl.handle.net/1765/8057>

Brounen, D., **The Boom and Gloom of Real Estate Markets**, 12 December 2008, EIA-2008-035-F&A, ISBN 978-90-5892-194-9, <http://hdl.handle.net/1765/14001>

Bruggen, G.H. van, **Marketing Informatie en besluitvorming: een inter-organisatoneel perspectief**, 12 October 2001, EIA-06-MKT, ISBN 90-5892-016-X, <http://hdl.handle.net/1765/341>

Commandeur, H.R., **De betekenis van marktstructuren voor de scope van de onderneming**, 05 June 2003, EIA-022-MKT, ISBN 90-5892-046-1, <http://hdl.handle.net/1765/427>

Dale, B.G., **Quality Management Research: Standing the Test of Time**; Richardson, R., **Performance Related Pay – Another Management Fad?** Wright, D.M., **From Downsize to Enterprise: Management Buyouts and Restructuring Industry. Triple inaugural address for the Rotating Chair for Research in Organisation and Management.** March 28 2001, EIA-01-ORG, ISBN 90-5892-006-2, <http://hdl.handle.net/1765/338>

De Cremer, D., **On Understanding the Human Nature of Good and Bad Behavior in Business: A Behavioral Ethics Approach**, 23 October 2009, ISBN 978-90-5892-223-6, <http://hdl.handle.net/1765/17694>



Dekimpe, M.G., **Veranderende datasets binnen de marketing: puur zegen of bron van frustratie?** 7 March 2003, EIA-17-MKT, ISBN 90-5892-038-0, <http://hdl.handle.net/1765/342>

Dierendonck, van D. **Building People-Oriented Organizations**, 18 December 2015, EIA2015-066-ORG, ISBN 978-90-5892-437-7, <http://hdl.handle.net/1765/79288>

Dijk, D.J.C. van, **Goed nieuws is geen nieuws**, 15 November 2007, EIA-2007-031-F&A, ISBN 90-5892-157-4, <http://hdl.handle.net/1765/10857>

Dijk, M.A. van, **The Social Value of Finance**, March 7 2014, ISBN 978-90-5892-361-5, <http://hdl.handle.net/1765/1>

Dijke, M.H. van, **Understanding Immoral Conduct in Business Settings: A Behavioural Ethics Approach**, December 19 2014, ISBN 978-90-392-9, <http://hdl.handle.net/1765/77239>

Dissel, H.G. van, **Nut en nog eens nut: Over retoriek, mythes en rituelen in informatiesysteemonderzoek**, 15 February 2002, EIA-08-LIS, ISBN 90-5892-018-6, <http://hdl.handle.net/1765/301>

Donkers, A.C.D., **The Customer Cannot Choose**, April 12 2013, ISBN 978-90-5892-334-9, <http://hdl.handle.net/1765/39716>

Dul, J., **De mens is de maat van alle dingen: Over mensgericht ontwerpen van producten en processen**, 23 May 2003, EIA-19-LIS, ISBN 90-5892-044-5, <http://hdl.handle.net/1765/348>

Ende, J. van den, **Organising Innovation**, 18 September 2008, EIA-2008-034-ORG, ISBN 978-90-5892-189-5, <http://hdl.handle.net/1765/13898>

Fok, D., **Stay ahead of competition**, October 4 2013, ISBN 978-90-5892-346-2, <http://hdl.handle.net/1765/41515>

Giessner, S.R., **Organisational mergers: A behavioural perspective on identity management**, 1 April 2016, EIA-2016-067-ORG, <http://repub.eur.nl/pub/79983>

Groenen, P.J.F., **Dynamische Meerdimensionele Schaling: Statistiek Op De Kaart**, 31 March 2003, EIA-15-MKT, ISBN 90-5892-035-6, <http://hdl.handle.net/1765/304>

Hartog, D.N. den, **Leadership as a source of inspiration**, 5 October 2001, EIA-05-ORG, ISBN 90-5892-015-1, <http://hdl.handle.net/1765/285>

Heck, E. van, **Waarde en Winnaar; over het ontwerpen van elektronische veilingen**, 28 June 2002, EIA-10-LIS, ISBN 90-5892-027-5, <http://hdl.handle.net/1765/346>

Heugens, Pursey P.M.A.R., **Organization Theory: Bright Prospects for a Permanently Failing Field**, 12 September 2008, EIA-2007-032 ORG, ISBN/EAN 978-90-5892-175-8, <http://hdl.handle.net/1765/13129>

Jansen, J.J.P., **Corporate Entrepreneurship: Sensing and Seizing Opportunities for a Prosperous Research Agenda**, April 14 2011, ISBN 978-90-5892-276-2, <http://hdl.handle.net/1765/22999>

Jong, A. de, **De Ratio van Corporate Governance**, 6 October 2006, EIA-2006-028-F&A, ISBN 978-905892-128-4, <http://hdl.handle.net/1765/8046>

Jong, M. de, **New Survey Methods: Tools to Dig for Gold**, May 31 2013, ISBN 978-90-5892-337-7, <http://hdl.handle.net/1765/40379>

Kaptein, M., **De Open Onderneming, Een bedrijfsethisch vraagstuk**, and Wempe, J., **Een maatschappelijk vraagstuk**, Double inaugural address, 31 March 2003, EIA-16-ORG, ISBN 90-5892-037-2, <http://hdl.handle.net/1765/305>

Ketter, W., **Envisioning Sustainable Smart Markets**, June 20 2014, ISBN 978-90-5892-369-1, <http://hdl.handle.net/1765/51584>

Knippenberg, D.L. van, **Understanding Diversity**, 12 October 2007, EIA-2007-030-ORG, ISBN 90-5892-149-9, <http://hdl.handle.net/1765/10595>

Kroon, L.G., **Opsporen van sneller en beter. Modelling through**, 21 September 2001, EIA-03-LIS, ISBN 90-5892-010-0, <http://hdl.handle.net/1765/340>

Maas, Victor S., **De controller als choice architect**, October 5 2012, ISBN 90-5892-314-1, <http://hdl.handle.net/1765/37373>

Magala, S.J., **East, West, Best: Cross cultural encounters and measures**, 28 September 2001, EIA-04-ORG, ISBN 90-5892-013-5, <http://hdl.handle.net/1765/284>

Meijs, L.C.P.M., **The resilient society: On volunteering, civil society and corporate community involvement in transition**, 17 September 2004, EIA-2004-024-ORG, ISBN 90-5892-000-3, <http://hdl.handle.net/1765/1908>

Meijs, L.C.P.M., **Reinventing Strategic Philanthropy: the sustainable organization of voluntary action for impact**, February 19 2010, ISBN 90-5892-230-4, <http://hdl.handle.net/1765/17833>

Norden, L., **The Role of Banks in SME Finance**, February 20 2015, ISBN 978-90-5892-400-1, <http://hdl.handle.net/1765/77854>

Oosterhout, J., **Het disciplineringsmodel voorbij; over autoriteit en legitimiteit in Corporate Governance**, 12 September 2008, EIA-2007-033-ORG, ISBN/EAN 978-90-5892-183-3, <http://hdl.handle.net/1765/13229>

Osselaer, S.M.J. van, **Of Rats and Brands: A Learning-and-Memory Perspective on Consumer Decisions**, 29 October 2004, EIA-2003-023-MKT, ISBN 90-5892-074-7, <http://hdl.handle.net/1765/1794>

Pau, L-F., **The Business Challenges in Communicating, Mobile or Otherwise**, 31 March 2003, EIA-14-LIS, ISBN 90-5892-034-8, <http://hdl.handle.net/1765/303>

Peccei, R., **Human Resource Management and the Search For The Happy Workplace**. January 15 2004, EIA-021-ORG, ISBN 90-5892-059-3, <http://hdl.handle.net/1765/1108>

Peek, E., **The Value of Accounting**, October 21 2011, ISBN 978-90-5892-301-1, <http://hdl.handle.net/1765/32937>

Pelsser, A.A.J., **Risico en rendement in balans voor verzekeraars**, May 2 2003, EIA-18-F&A, ISBN 90-5892-041-0, <http://hdl.handle.net/1765/872>

Pennings, E., **Does Contract Complexity Limit Opportunities? Vertical Organization and Flexibility**, September 17 2010, ISBN 978-90-5892-255-7, <http://hdl.handle.net/1765/20457>

Pronk, M., **Financial Accounting, te praktisch voor theorie en te theoretisch voor de praktijk?**, June 29 2012, ISBN 978-90-5892-312-7, <http://hdl.handle.net/1765/1>

Puntoni, S., **Embracing Diversity**, March 13 2015, ISBN 978-90-5892-399-8, <http://hdl.handle.net/1765/77636>

Raaij, E.M. van, **Purchasing Value: Purchasing and Supply Management's Contribution to Health Service Performance**, October 14 2016, ISBN 978-90-5892-463-6, <http://repub.eur.nl/pub/93665>

Reus, T., **Global Strategy: The World is your Oyster (if you can shuck it!)**, December 5 2014, ISBN 978-90-5892-395-0, <http://hdl.handle.net/1765/77190>

Rodrigues, Suzana B., **Towards a New Agenda for the Study of Business Internationalization: Integrating Markets, Institutions and Politics**, June 17 2010, ISBN 978-90-5892-246-5, <http://hdl.handle.net/1765/20068>

Rohde, Kirsten, **Planning or Doing**, May 9 2014, ISBN 978-90-5892-364-6, <http://hdl.handle.net/1765/51322>

Roosenboom, P.G.J., **On the real effects of private equity**, 4 September 2009, ISBN 90-5892-221-2, <http://hdl.handle.net/1765/16710>

Rotmans, J., **Societal Innovation: between dream and reality lies complexity**, June 3 2005, EIA-2005-026-ORG, ISBN 90-5892-105-0, <http://hdl.handle.net/1765/7293>

- Smidts, A., **Kijken in het brein, Over de mogelijkheden van neuromarketing**, 25 October 2002, EIA-12-MKT, ISBN 90-5892-036-4, <http://hdl.handle.net/1765/308>
- Smit, H.T.J., **The Economics of Private Equity**, 31 March 2003, EIA-13-LIS, ISBN 90-5892-033-1, <http://hdl.handle.net/1765/302>
- Spronk, J. **Let's change finance: How finance changed the world & How to reframe finance**, 11 September 2015, EIA-2015-063-F&A, ISBN 97-8905-892-421-6, <http://hdl.handle.net/1765/79706>
- Stremersch, S., **Op zoek naar een publiek....**, April 15 2005, EIA-2005-025-MKT, ISBN 90-5892-084-4, <http://hdl.handle.net/1765/1945>
- Van Dijke, M., **Understanding Immoral Conduct in Business Settings: A Behavioural Ethics Approach**, December 19 2014, ISBN 978-90-5892-392-9, <http://hdl.handle.net/1765/77239>
- Verbeek, M., **Onweerlegbaar bewijs? Over het belang en de waarde van empirisch onderzoek voor financierings- en beleggingsvraagstukken**, 21 June 2002, EIA-09-F&A, ISBN 90-5892-026-7, <http://hdl.handle.net/1765/343>
- Verwijmeren, P., **Forensic Finance**, September 19 2014, ISBN 978-90-5892-377-6, <http://hdl.handle.net/1765/76906>
- Waarts, E., **Competition: an inspirational marketing tool**, 12 March 2004, EIA-2003-022-MKT, ISBN 90-5892-068-2, <http://ep.eur.nl/handle/1765/1519>
- Wagelmans, A.P.M., **Moeilijk Doen Als Het Ook Makkelijk Kan, Over het nut van grondige wiskundige analyse van beslissingsproblemen**, 20 September 2002, EIA-11-LIS, ISBN 90-5892-032-1, <http://hdl.handle.net/1765/309>
- Whiteman, G., **Making Sense of Climate Change: How to Avoid the Next Big Flood**, April 1 2011, ISBN 90-5892-275-5, <http://hdl.handle.net/1765/1>
- Wynstra, J.Y.F., **Inkoop, Leveranciers en Innovatie: van VOC tot Space Shuttle**, February 17 2006, EIA-2006-027-LIS, ISBN 90-5892-109-3, <http://hdl.handle.net/1765/7439>
- Yip, G.S., **Managing Global Customers**, 19 June 2009, EIA-2009-038-STR, ISBN 90-5892-213-7, <http://hdl.handle.net/1765/15827>
- Zuidwijk, R.A., **Are we Connected?** 13 November 2015, EIA -2015-064-LIS, ISBN978-90-5892-435-3, <http://hdl.handle.net/1765/79091>



Dennis Huisman studeerde Econometrie & Besliskunde aan Erasmus School of Economics, Erasmus Universiteit Rotterdam. Na een succesvolle afronding in 1999 volgde aansluitend zijn promotieonderzoek over het plannen van bussen en buschauffeurs. In 2004 promoveerde hij op dit onderzoek, eveneens in Rotterdam. Sindsdien bekleedt hij zowel een parttime positie bij Erasmus School of Economics als bij de NS. Binnen de NS houdt hij zich bezig met diverse logistieke onderwerpen van strategisch tot operationeel, waaronder de Be- en Bijsturing van de Toekomst van NS en ProRail. In 2008 maakte Huisman deel uit van het NS-team dat de prestigieuze Franz Edelman Award won. De Franz Edelman Award staat ook wel bekend als de 'Super Bowl' binnen het vakgebied Operations Research.

Dennis Huisman studied Econometrics & Management Science at Erasmus School of Economics, Erasmus University Rotterdam. After successfully rounding off his studies in 1999, a doctoral thesis followed up, dealing with vehicle and crew scheduling. In 2004, he received a PhD for this research – once again by Erasmus University Rotterdam. Since that time, he works in two part-time positions at Erasmus School of Economics and NS. Within NS, Huisman focuses on a variety of logistics subjects – from strategic to operational – including NS and ProRail's Be- en Bijsturing van de Toekomst. In 2008, Huisman was one of the members of the NS team presented with the prestigious Franz Edelman Award. The Franz Edelman Award has also been referred to as the 'Super Bowl of Operations Research'.

## **ERIM**

The Erasmus Research Institute of Management (ERIM) is the Research School (Onderzoekschool) in the field of management of the Erasmus University Rotterdam. The founding participants of ERIM are the Rotterdam School of Management (RSM), and the Erasmus School of Economics (ESE). ERIM was founded in 1999 and is officially accredited by the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences (KNAW). The research undertaken by ERIM is focused on the management of the firm in its environment, its intra- and interfirm relations, and its business processes in their interdependent connections. The objective of ERIM is to carry out first rate research in management, and to offer an advanced doctoral programme in Research in Management. Within ERIM, over three hundred senior researchers and PhD candidates are active in the different research programmes. From a variety of academic backgrounds and expertises, the ERIM community is united in striving for excellence and working at the forefront of creating new business knowledge. Inaugural Addresses Research in Management contain written texts of inaugural addresses by members of ERIM. The addresses are available in two ways, as printed hard - copy booklet and as digital fulltext file through the ERIM Electronic Series Portal.

## **ERIM**

### ERIM Inaugural Address Series Research in Management

**Erasmus University Rotterdam (EUR)**  
**Erasmus Research Institute of Management**  
Mandeville (T) Building  
Burgemeester Oudlaan 50  
3062 PA Rotterdam, The Netherlands

P.O. Box 1738  
3000 DR Rotterdam, The Netherlands  
T +31 10 408 1182  
E [info@erim.eur.nl](mailto:info@erim.eur.nl)  
W [www.erim.eur.nl](http://www.erim.eur.nl)