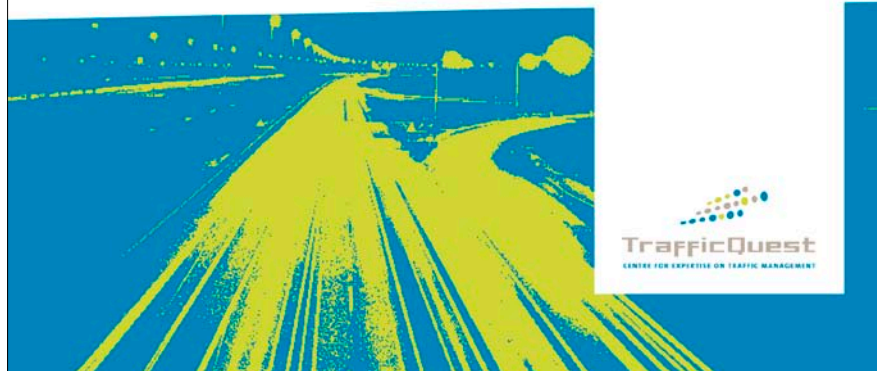


# De essentie van Verkeersmanagement

Basisprincipes en gedragseffecten

dr.ir. Henk Taale en prof.dr.ir. Serge Hoogendoorn



## Welke vragen worden vanmiddag beantwoord?

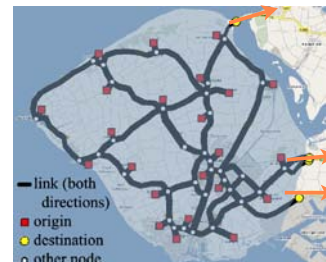
- Waarom werkt verkeersmanagement?
- Hoe beïnvloedt (ongewenst) gedrag de effectiviteit van verkeersmanagement?
  - Routegeleiding bij exceptionele omstandigheden
  - Oplossen filegolven met variabele snelheden
  - 80 km/u zones
- Egoïsme vs altruïsme: waarom is sturing noodzakelijk?
- State-of-the-art: anticiperend en gecoördineerd regelen

18 oktober 2010

2

## Inleiding: evacuatie Walcheren bij overstroming

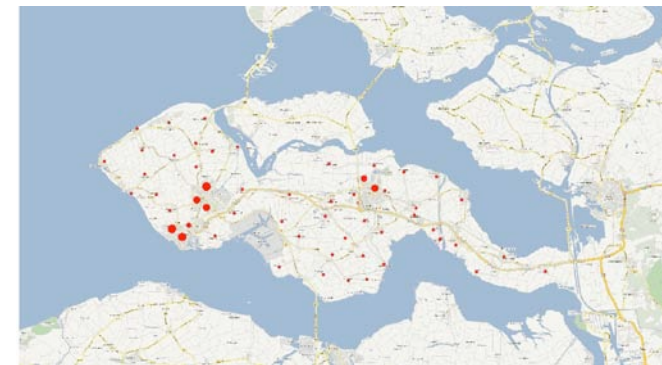
- 120.000 mensen te evacueren, binnen 6 uur
- Autobezetting = 2,5 Persoon/auto (dus 48.000 voertuigen)
- Beschikbare capaciteit:
  - A58: 2 rijstroken
  - N57: 1 rijstrook
  - N254: 1 rijstrook
- Totale capaciteit = 8000 vtg/u



18 oktober 2010

3

## Inleiding: simulatie met EVAQ

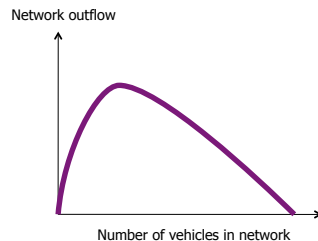


18 oktober 2010

4

## Inleiding: evacuatie Walcheren

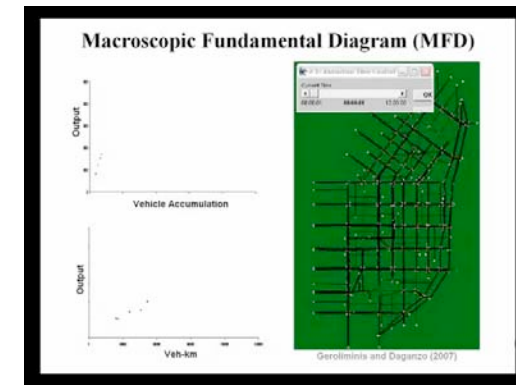
- Aantal mensen geëvacueerd na 6 uur varieert tussen
  - 25.000 (vrijwillige evacuatie)
  - 41.000 (geïnstreerde evacuatie)
- Oorzaken?



18 oktober 2010

5

## Netwerk Fundamenteel Diagram

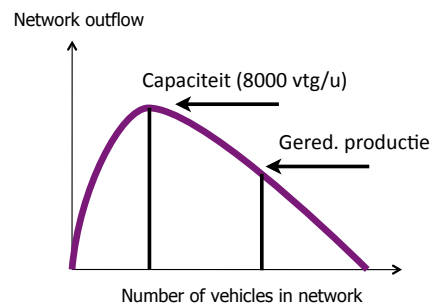


18 oktober 2010

6

## Netwerk Fundamenteel Diagram

- Spillback / grid-lock
  - Blokkade door wachtrij veroorzaakt door bottleneck van verkeer dat bottleneck niet hoeft te passeren
- Capaciteitsval
  - Capaciteit van de weg is hoger voor ontstaan congestie dan erna

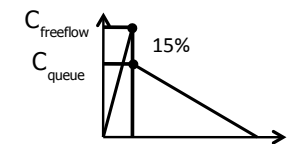


18 oktober 2010

7

## Capaciteitsval

- Vrije capaciteit = maximaal aantal voertuigen per uur dat knelpunt kan passeren voor ontstaan congestie
- Afrijcapaciteit = maximaal # voertuigen dat per uur file uitrijdt
- Grootte capaciteitsval tussen de 0% en 30%, afhankelijk van verkeerssituatie (relatie snelheid file bovenstrooms knelpunt)
- Discontinuïteit in het fundamenteel diagram (zie boven)



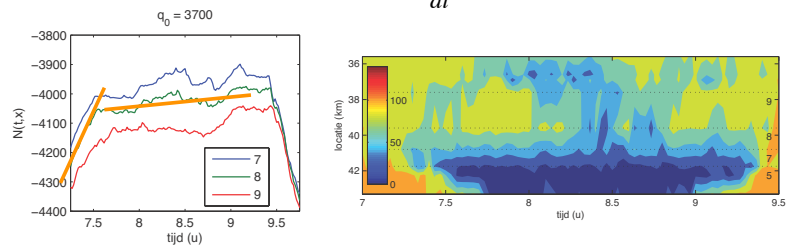
18 oktober 2010

8

## Capaciteitsval

- Gebruik van 'slanted' cumulatieve curve  $N'(t)$  ten opzichte van te kiezen referentieintensiteit  $q_0$

$$N'(t) = N(t) - q_0 t \Rightarrow \frac{d}{dt} N'(t) = q(t) - q_0$$



X

## DYI Verkeersmanagement part I

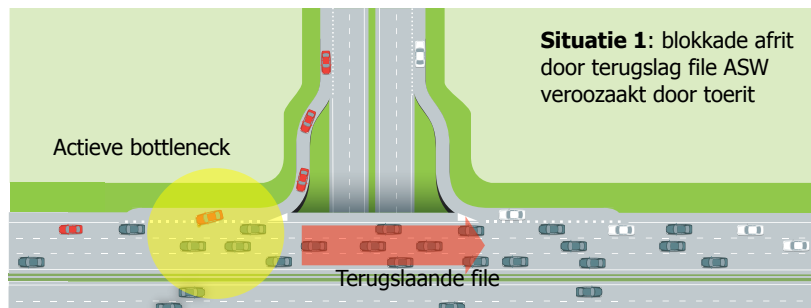


18 oktober 2010

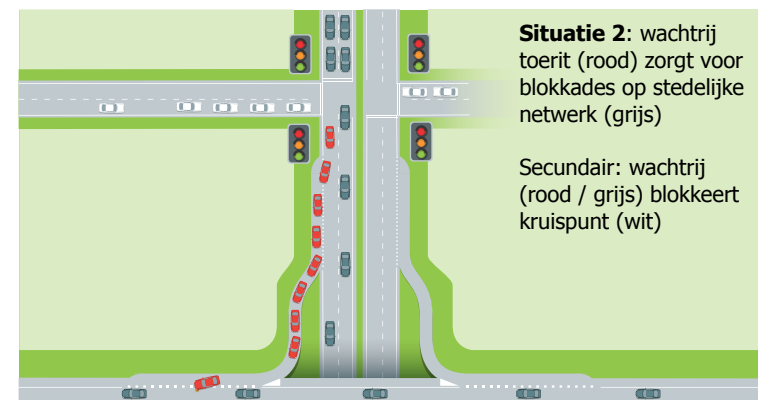
9

## Terugslag en blokkades

- Files / wachtrijen nemen plaats in
- Terugslag files leiden tot (ernstige) capaciteitsreductie elders



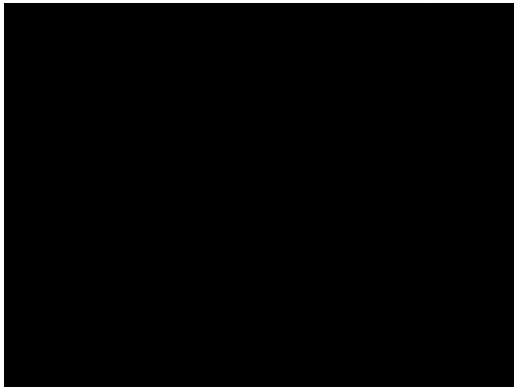
## Terugslag en blokkades



18 oktober 2010

X

## DYI Verkeersmanagement part II



## Oplosrichtingen VM?

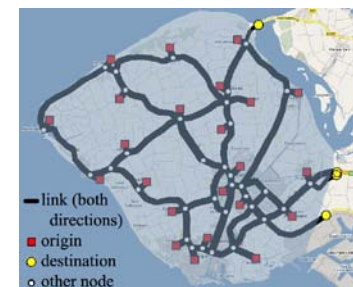
1. Effectieve capaciteit verhogen, bijvoorbeeld door congestie uit te stellen en capaciteitsval te voorkomen of door (tijdelijk) extra rijstroken bij te schakelen
2. Terugslag zo veel mogelijk voorkomen (buffers, scheiden verkeersstromen, verplaatsen / herverdelen wachtrijen, kruisingsvlakken vrijhouden)
3. Instroom (deel-)netwerk beperken zodat accumulatie onder kritische accumulatie blijft (wachtrijen blijven beperkt)
4. Onderbenutte delen van netwerk gebruiken, bijv. door informeren of geleiden (irreguliere situaties!): demand-supply synchronisatie

Voorbeelden VM maatregelen

Hoofddlijn	TDI's, TDI+VRI	DRIP's	DYNAMAX Specialist	Spits- en plusstroken
1. Capaciteit verhogen	X		X	X
2. Terugslag voorkomen	X			X
3. Instroom netwerk beperken	X			
4. Demand-supply synchronisatie		X		

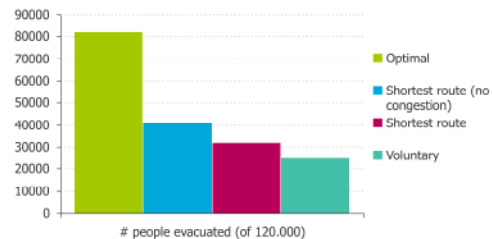
## Optimalisatie evacuatie Walcheren

- Evacuatie Walcheren (120.000 evacuees; 2.5 inzittende per voertuig)
- Evacuatieinstructies:
  - Vertrektijdstip
  - Route en bestemming
- Instructies specifiek per groep evacuees (e.g. postcodegebied)
- Dynamica calamiteit is bekend
- Optimaliseer instructies



## Model-based optimalisatie

- Beperkte winst door (eenvoudige) evacuatiestrategieën
- Optimalisatie levert zeer aanzienlijke winst in aantal evacuees dat binnen zes uur het gebied kunnen verlaten



18 oktober 2010

15

## Model-based optimalisatie

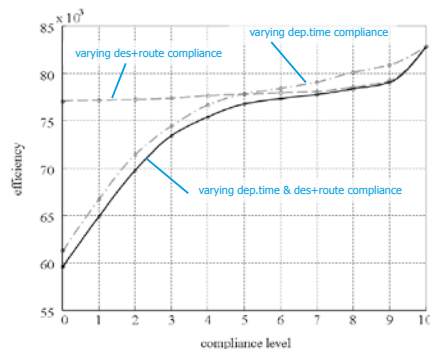
- Totale aankomsten voor optimaal schema (68%) en voor heuristiek (28%) toont hogere uitstroom
- Analyse van optimale schema:
  - Geoptimaliseerd schema zorgt voor synchronisatie van vraag en aanbod (goede spreiding over routes; routes met restcapaciteit worden goed benut)
  - Verkeersvraag wordt gespreid over tijd (geen overbelasting van het netwerk: accumulatie < kritische accumulatie)
- Voorbeeld geeft duidelijk weer waarom slim geleiden verkeer nuttig kan zijn

18 oktober 2010

16

## Effect niet opvolgen instructies

- Modelstudie EVAQ veranderingen effectiviteit evacuatie instructie irt compliance
- Typen compliance:
  - Opvolgen instructie vertrektijdstip
  - Opvolgen instructie route- en bestemming
  - Combinatie bovenstaande
- Variatie compliance 0-100%



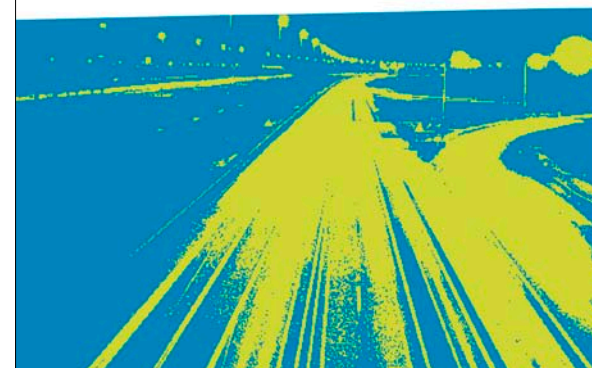
18 oktober 2010

17

## Luisteren naar de baas!

Gewenste en ongewenste effecten van beperkte en volledige naleving...

dr.ir. Henk Taale en prof.dr.ir. Serge Hoogendoorn



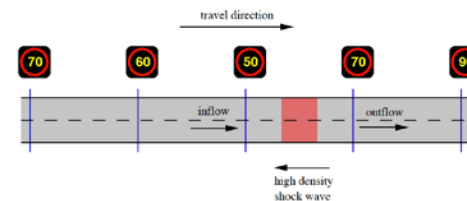
## Voorbeeld II: DYNAMAX | Specialist

- Filegolven...
  - zijn relatief korte files (1-2 km) die zich tegen de richting van het verkeer in bewegen
  - ontstaan bij knelpunten
  - reduceren capaciteit tot 70%
  - kunnen grote afstanden afleggen
  - zijn mogelijk onveilig
  - zorgen voor toename in reistijd, uitstoot en brandstofverbruik



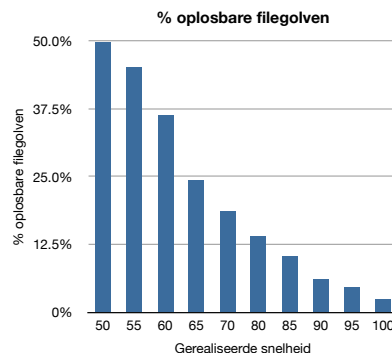
## Voorbeeld II: DYNAMAX | Specialist

- Werking Specialist:
  - Na detectie van de filegolf, wordt snelheid bovenstreams verlaagd waardoor intensiteit (= instroom in filegolf) wordt beperkt
  - Lagere snelheid -> kleinere de instroom -> golf lost sneller op
  - Wanneer filegolf is opgelost worden limieten opgeheven en is capaciteit weg hersteld tot 100%



## Relatie effectiviteit en opvolgedrag

- Oplosbaarheid filegolven sterk afhankelijk van gerealiseerde snelheid
- Wordt 60 getoond, dan wordt 75-80 gerealiseerd
- Pakweg 18% filegolven oplosbaar
- Wordt 60 gerealiseerd, dan 36% oplosbaar



## Voorbeeld III: 80 km/uur zones

- Eerste proef A13 – Overschie
  - Proef gestart in mei 2002
  - Trajectcontrole voor de handhaving
  - Positief effect op de luchtkwaliteit
  - Onduidelijk effect op de verkeersafwikkeling
- November 2005: 4 nieuwe proeven
  - A10-West
  - A12 Voorburg – Den Haag
  - A12 Oudenrijn – Lunetten
  - A20 Crooswijk - Kleinpolderplein





## Voorbeeld III: Effecten

- Luchtkwaliteit
  - A10-West: -13% NO<sub>x</sub>
  - A12 Voorburg: -10% No<sub>x</sub> en -15% fijn stof
  - A12 Oudenrijn – Lunetten: -8% NO<sub>x</sub>
  - A20 Crooswijk – Kleinpolderplein: neutraal
- Verkeersafwikkeling
  - A10-West: -2% filezwaarte
  - A12 Voorburg: +53% filezwaarte
  - A12 Oudenrijn – Lunetten: +8% filezwaarte
  - A20 Crooswijk – Kleinpolderplein: +25% filezwaarte

## Voorbeeld III: Gedrag

- Capaciteit wegvakken significant gedaald
- Gemiddelde rijbaansnelheid gedaald onder 80 km/uur door handhaving -> minder dynamiek in het verkeer
- Rijstrookgebruik is veranderd: meer rechts rijden en daardoor minder mogelijkheden voor invoegers
- Volgedrag is veranderd -> langere lengte en duur van files
- Veranderingen rijgedrag oorzaak van meer files

## Ieder voor zich!

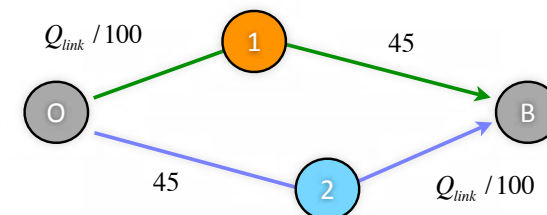
waarom alleen informatie verschaffen niet voldoende is...

dr.ir. Henk Taale en prof.dr.ir. Serge Hoogendoorn



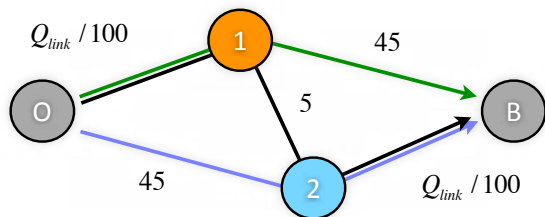
## Een bekend spel...

- Twee route-alternatieven om van O naar B te komen
- Totale verkeersvraag  $Q = 4000$
- Reistijden routes 1 (groen) en 2 (blauw):  $TT_1 = TT_2 = 45 + Q_{link} / 100$
- Stel: automobilist is perfect geïnformeerd?



## Een bekend spel...

- Stel nu: er blijkt een 3e route te zijn (zwart)
- Totale verkeersvraag  $Q = 4000$
- Reistijden routes 1 (groen) en 2 (blauw):  $TT_1 = TT_2 = 45 + Q_{link} / 100$
- Reistijd route 3 (zwart):  $TT_3 = 5 + Q_{link} / 50$



18 oktober 2010

27

## Een bekend spel...

- Met geleiding afdwingen dat route 3 niet (of allicht minder) wordt gebruikt leidt tot aanzienlijke winst!
- Let op verschillen in collectieve reistijd geleiding / informatie

$Q = 4000$	Route 1 en 2	Route 3	Totale reistijd
Geleiding	65 min	45 min	260.000 min
Informatie	85 min	85 min	340.000 min

18 oktober 2010

28

## Een bekend spel...

- Bij lagere verkeersvraag ( $Q = 2000$ ) is het juist verstandig om iedereen over route 3 te geleiden
- Gebruikersevenwicht = systeemoptimum

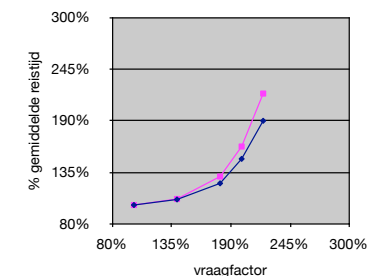
$Q = 2000$	Route 1 en 2	Route 3	Totale reistijd
Geleiding	65 min	45 min	90.000 min
Informatie	65 min	45 min	90.000 min

18 oktober 2010

29

## Informeren vs geleiden

- Voor echte netwerken zijn verschillen minder groot, maar ze zijn er wel (zie voorbeeld hieronder)!
- Verschil gebruikersevenwicht en systeemoptimum tot 30%
- Hoe groter de vraag, hoe groter de verschillen
- Noodzaak geleiding wordt groter bij toenemende druk

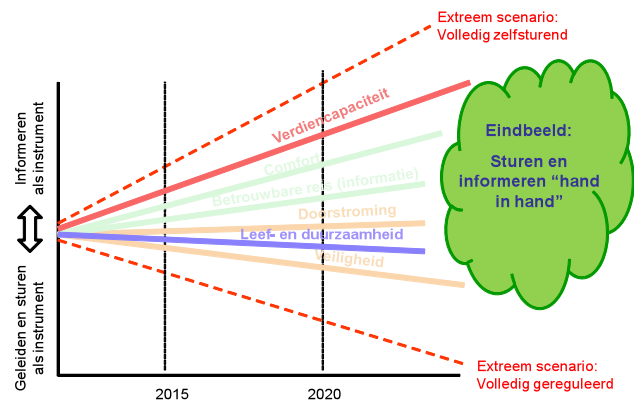


18 oktober 2010

30



## Relatie keuzevrijheid en doelen (bron: SBVV)



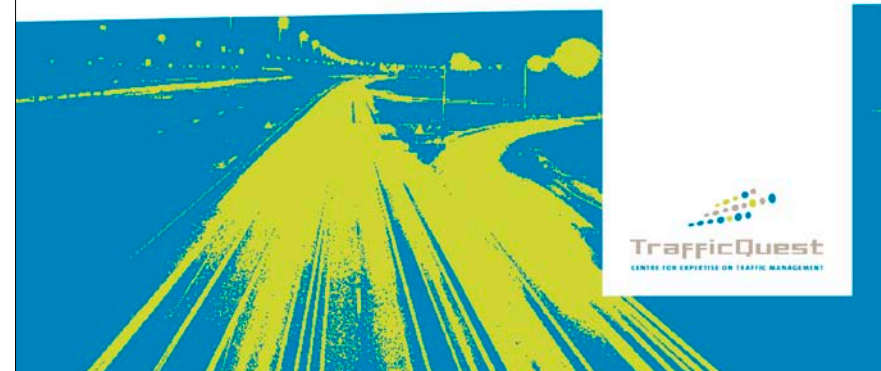
18 oktober 2010

31

## De toekomst is nu...

Anticiperend en gecoördineerd regelen...

dr.ir. Henk Taale en prof.dr.ir. Serge Hoogendoorn



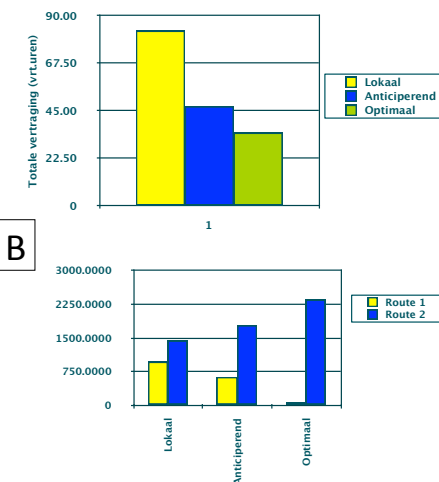
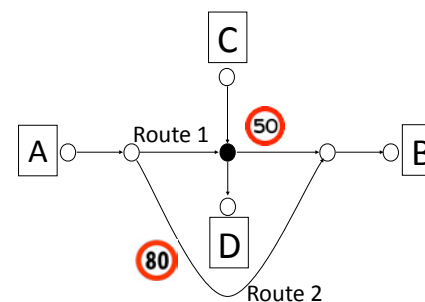
## Anticiperend regelen

- Wisselwerking tussen wegbeheerders en weggebruikers
- Wegbeheerders en weggebruikers hebben niet dezelfde doelen
- Regel verkeer rekening houdend met keuzes van weggebruikers (routekeuze)
- Regel verkeer rekening houdend met verschillende doelen van wegbeheerders
- Dus netwerkbenadering

18 oktober 2010

33

## Voorbeeld I



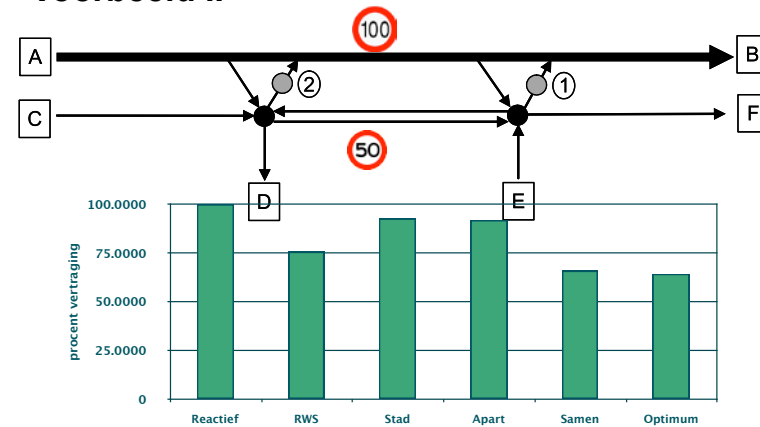
18 oktober 2010

34

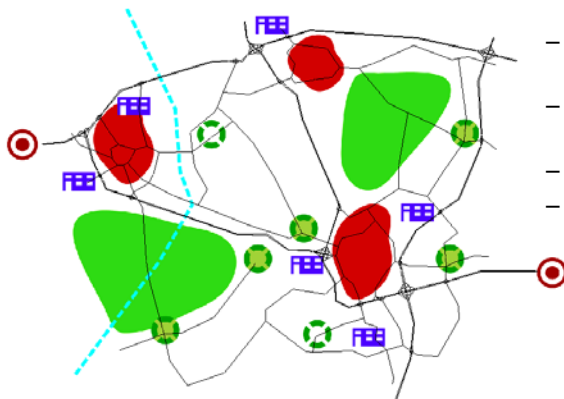
## Geïntegreerd regelen

- Verschillende wegbeheerders
  - Kunnen verschillende doelen nastreven
  - Is samenwerking voordelig?
- Coördinatie van maatregelen
  - Nu veelal lokaal
  - Is afstemming van maatregelen beter?
- Strategieën
  - Reageren op beslissingen van andere spelers
  - Anticiperen op beslissingen

## Voorbeeld II



## Voorbeeld III



- 25 zones, 841 links, 431 knopen
- Optimalisatie: 180 variabelen
- Rekentijd: 10 uur
- Verbetering: 5%

## Samenvattend...

- Waarom werkt verkeersmanagement?
- Hoe beïnvloedt (ongewenst) gedrag de effectiviteit van verkeersmanagement?
  - Routegeleiding bij exceptionele omstandigheden
  - Oplossen filegolven met variabele snelheden
  - 80 km/u zones
- Egoïsme vs altruïsme: waarom is sturing noodzakelijk?
- State-of-the-art: anticiperend en gecoördineerd regelen

## Stellingen

- Sturen is effectiever dan informeren omdat de weggebruiker egoïstisch is (gouden regel 1)
- Verkeersmanagers doen er goed aan er vanuit te gaan dat de weggebruiker slimmer is dan de HM-ers doen geloven
- Anticipeer op onverwacht gedrag bij ontwikkeling en implementatie van VM