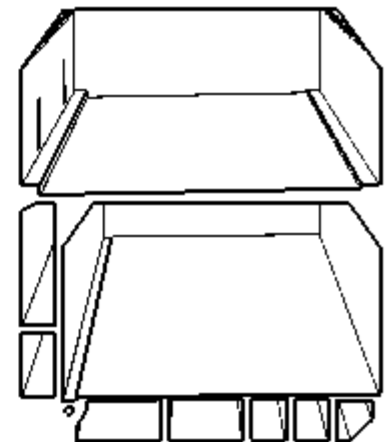
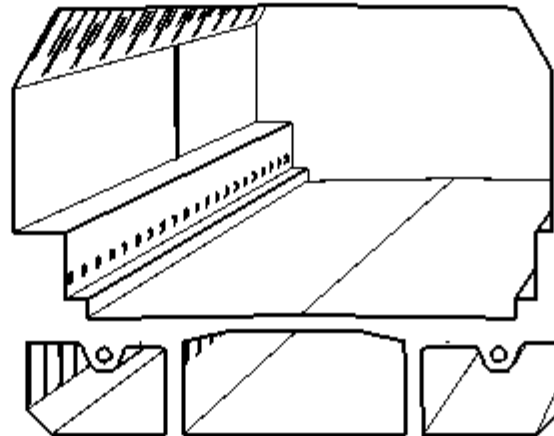
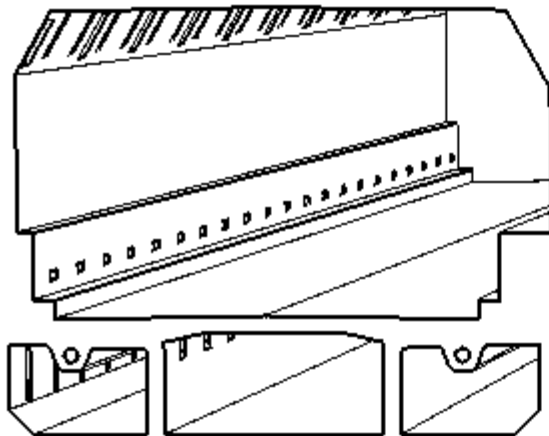


Henk van der Maas
Veiligheidsbeambte

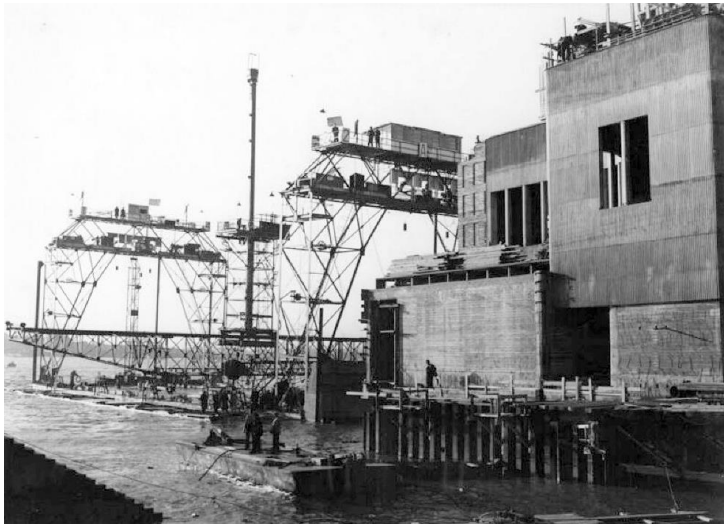
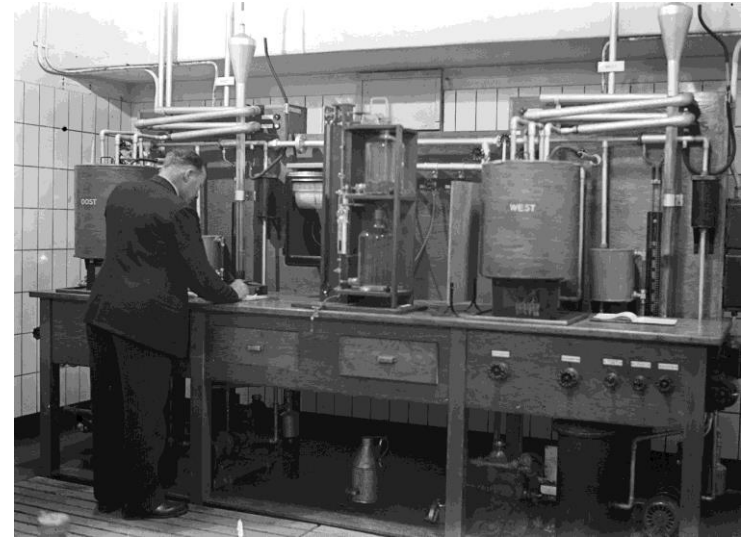
Dick den Ouden
Verkeerskundige

Files in (stads)Tunnels

Case: MAASTUNNEL Rotterdam



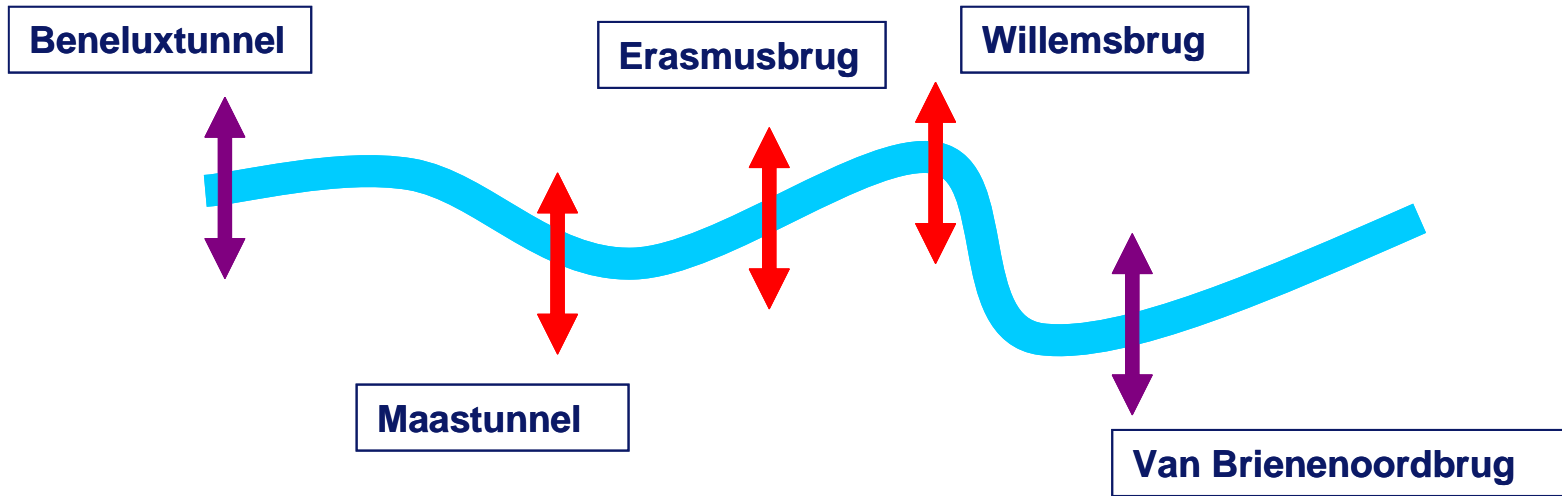
Bouw 1937-1942



File in de Maastunnel



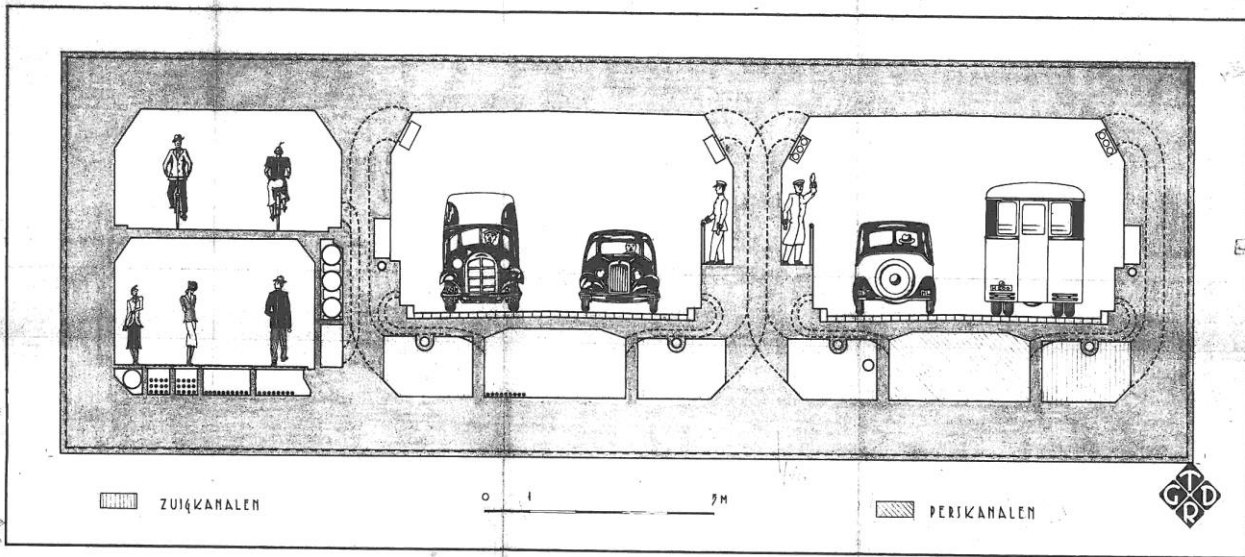
Oeververbindingen over/onder de Nieuwe Maas



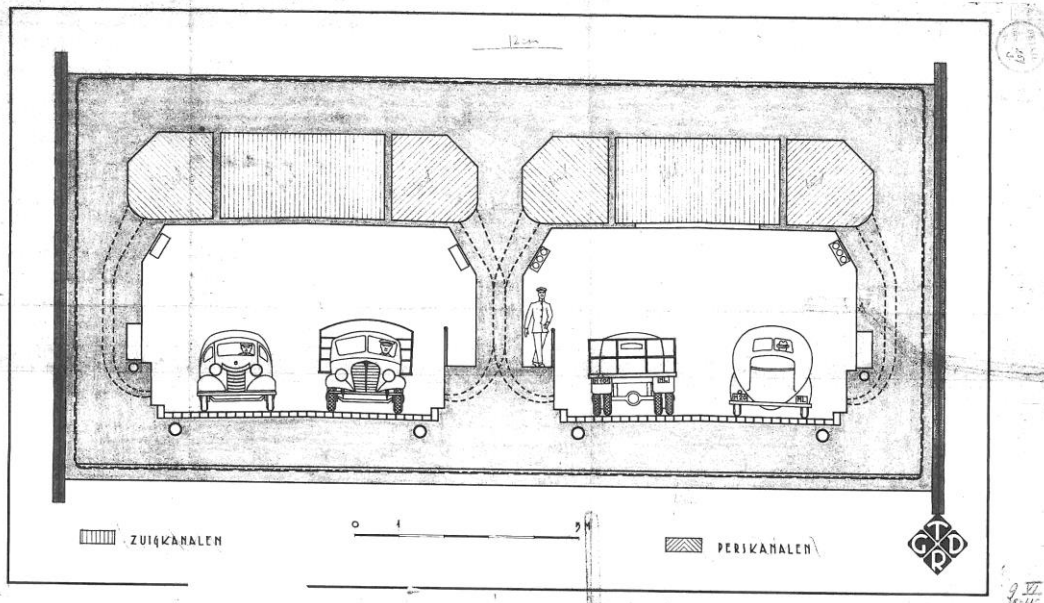
	Beneluxtunnel	Maastunnel	Erasmusbrug	Willemsbrug	Van Brienoordbrug
Motorvoertuigen	130.000	60.000	30.000	20.000	230.000

In jaren '60 tot 90.000 voertuigen/dag geregistreerd.





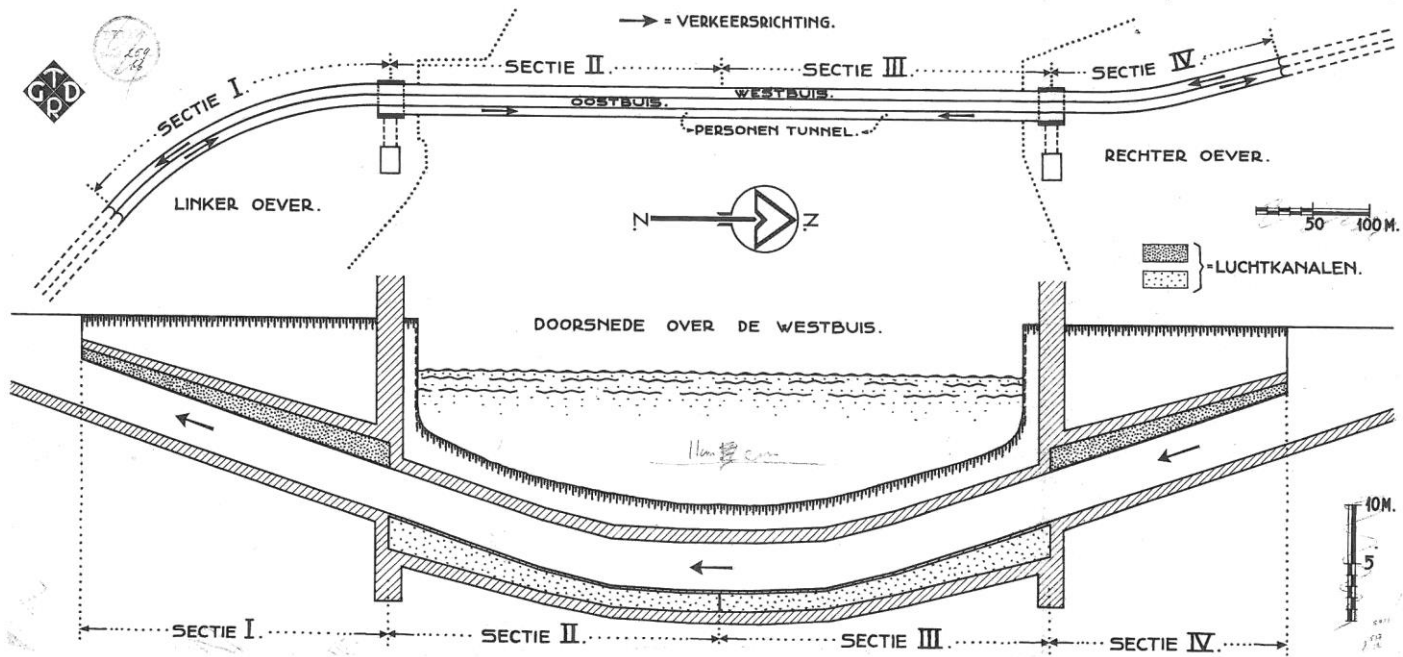
Riviertunnel



Landtunnel

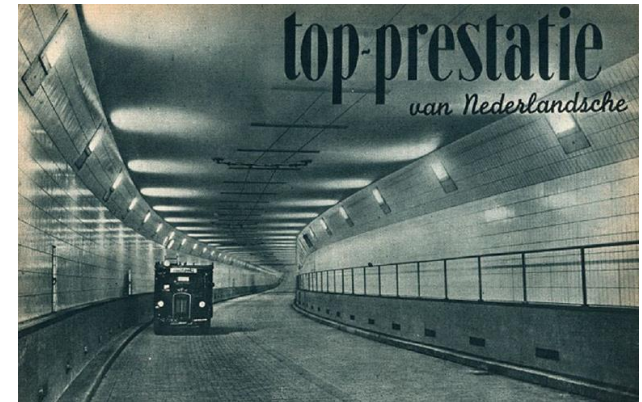


Lengteprofiel



Scope Renovatie Maastunnel 2017-2019

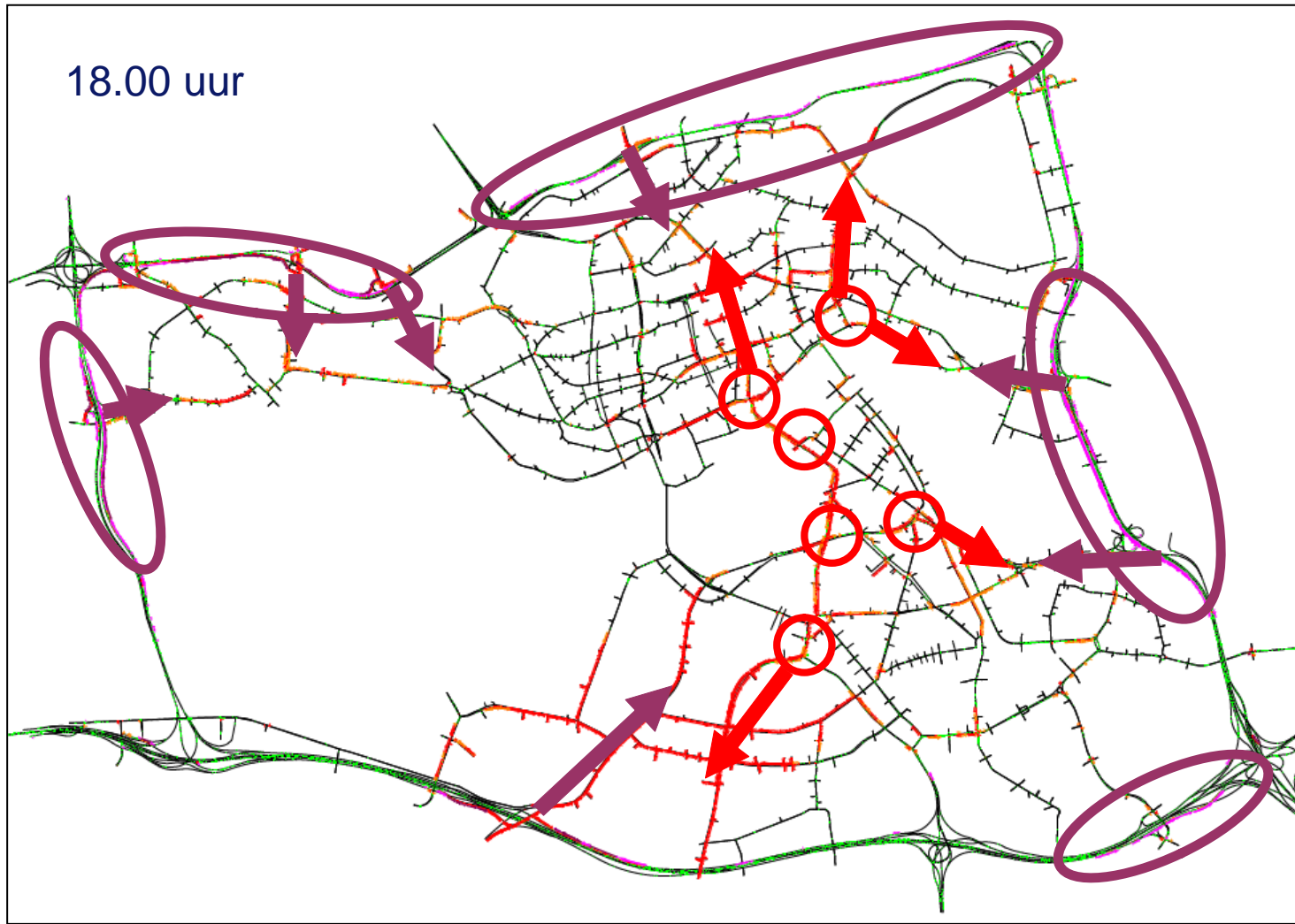
1. Asbestsanering afgerond in 2012
2. Betonherstel
3. Tunnelveiligheid (tunnelwet)
4. Herstel Rijksmonument
5. Opgave Bereikbaarheid



Vijf conflicterende belangen

1. Veiligheid, 2. beschikbaarheid, 3. monument,
4. Onderhoudbaarheid (robuust), 5. geld

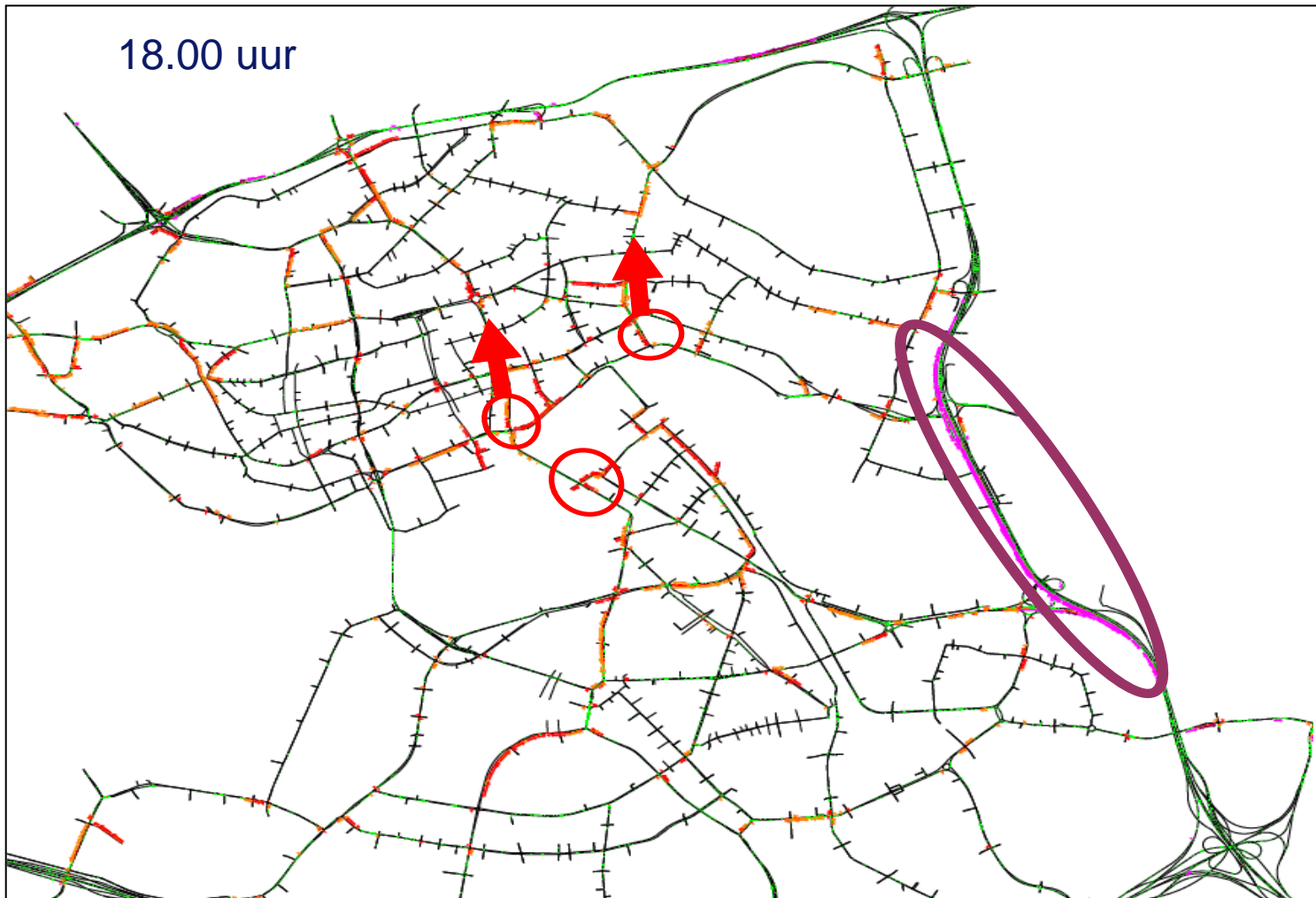
Verkeershinder bij totale afsluiting



Verkeershinder 15.00-21.00 uur



Verkeershinder bij Buis voor Buis afsluiting



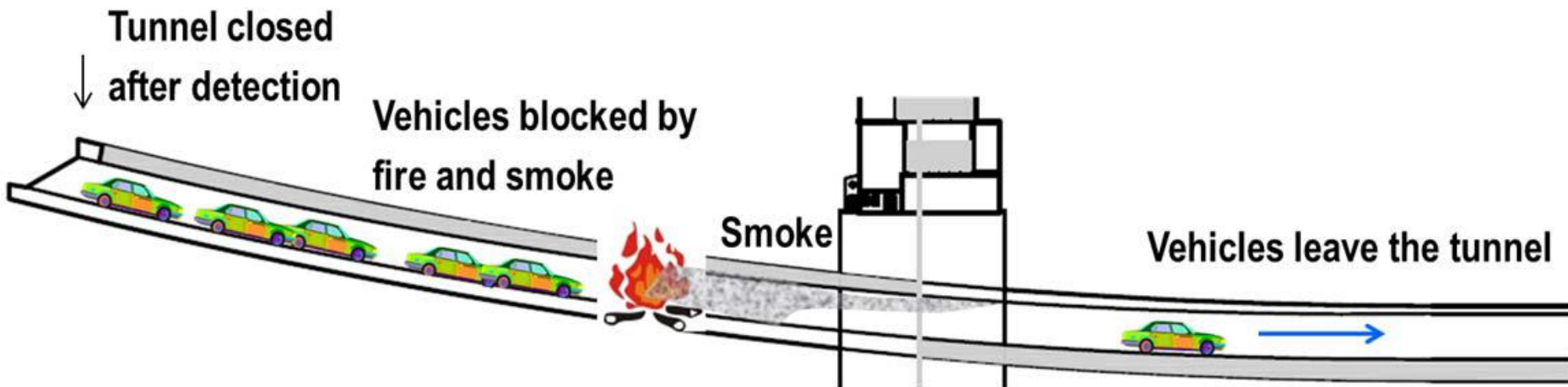
Verkeershinder 16.00 – 19.00 uur



Waarom moeten tunnels filevrij blijven ?

1. Waarom moeten tunnels filevrij blijven: BRAND (+ Gevaarlijke Stoffen)

1. Want: standaardoplossing RWS: langsventilatie
2. Bezwaar langsventilatie: werkt niet bij files in tunnel
3. Is langsventilatie de enige oplossing ?
4. Zo niet: zijn files dan erg?



Vier mogelijke oplossingscombinaties

- A) Dwarsventilatie met vrachtwagenverbod
- B) Dwarsventilatie met FFFS (Automatisch blussysteem)
- C) Langsventilatie met dwarsventilatie (hybride ventilatie)
- D) Langsventilatie met filemanagement (AFM)

Internationaal:

Oplossing bij de veel (complexe) stadstunnels: dwarsventilatie (al dan niet in combinatie met langsventilatie en/of FFFS).

Dwarsventilatie werkt niet goed bij lange rivier- of bergtunnels,

Daar te lage capaciteit

Wel mogelijk bij parkeergarages, metrostations, landtunnels

Langsventilatie werkt niet goed bij afslagen in tunnels

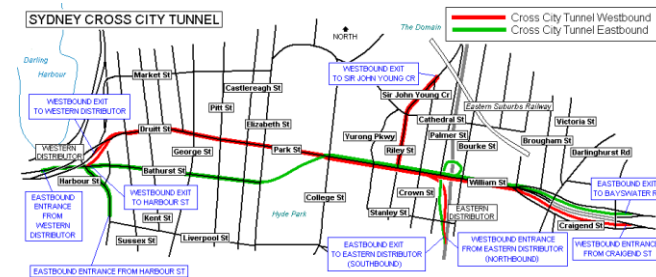
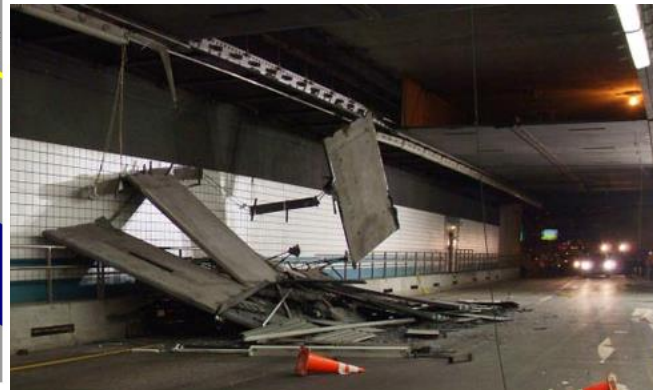
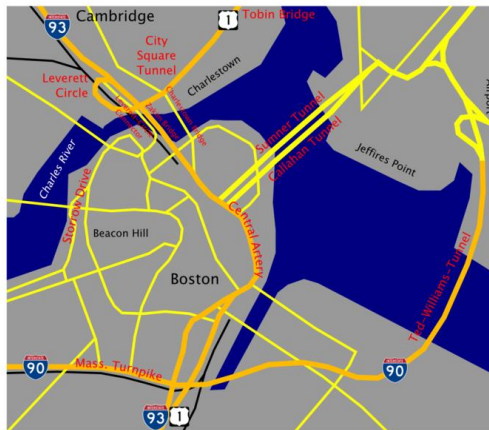
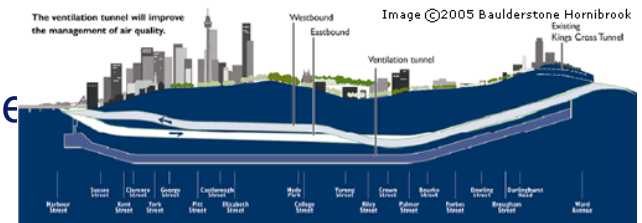
Komt veel voor bij stadstunnels, want die willen we juist om complexe ruimtelijke problemen op te lossen

Complexe problemen -> Complexe oplossingen



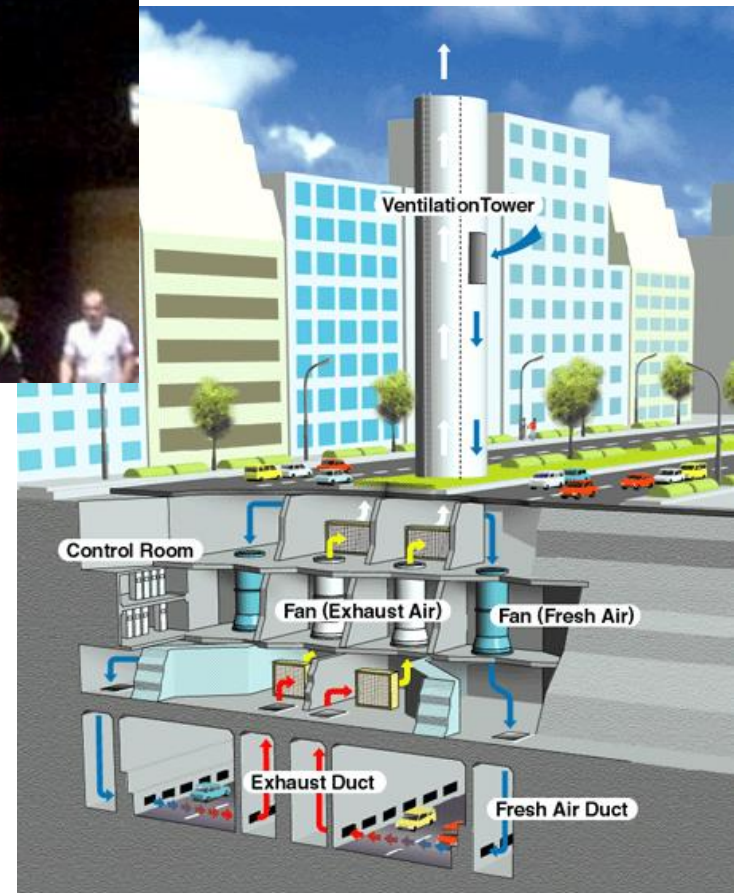
Voorbeelden van nieuwe lange stadstunnels

- Paris, 10 km A86 super-périphérique dubbeldeks, dwarsventilatie + FFFS
- Madrid 7,5 km in M30 Ringroad; dwarsventilatie + FFFS
- Stockholm 4,7 km in Ring Road South, langsventilatie
- Dublin Port Tunnel 4,5 km in M50 Ring Road, langsventilatie
- Lefortovo Tunnel Moscow 3,2 km langsventilatie
- **Boston** (Big Dig), combinatie dwars/langsventilatie
- Sidney Harbour Tunnel, 2,8 km dwarsventilatie
- Central–Wan Chai Bypass Hong Kong 2,3 km dwars/langsventilatie
- **Sidney** Cross City Tunnel 2,1 km, dwarsventilatie, veel filevorming



Dwars- en langsventilatie

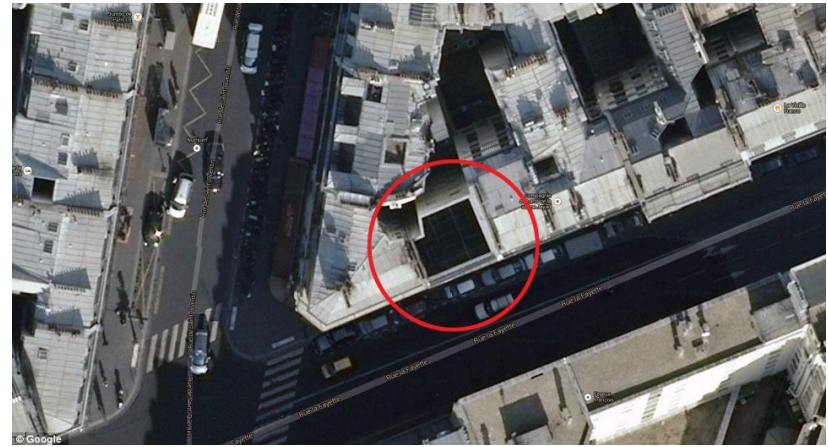
Langsventilatie Heijenoordtunnel



Dwarsventilatie in landtunnel



Ventilatiegebouwen in Parijs, London en Brooklyn NY



1. **Vrachtverkeer weren**
2. **Dwarsventilatie + Automatisch blussysteem**
3. **Langsventilatie + Adaptief File Management (AFM)**

Optie 1: Vrachtverkeer weren

Problemen: Bussen, bestelauto's, etc. hebben ook nog een te grote brandlast.

Driekwart van het vrachtverkeer zou de route door de binnenstad (Coolingsingel - Erasmusbrug) nemen. Dat is onwenselijk.
Economische schade voor de stad.

Advies: niet doen. Is geen oplossing. Ligt ook politiek gevoelig



Optie 2. Dwarsventilatie + FFFS

Probleem: Te lage capaciteit. Max 10 MW

Mogelijke oplossing: FFFS/'Watermist' in combinatie met gerichte dwarsafzuiging. Dat verlaagt de initiële brandlast, zuigt de rook weg en geeft de brandweer de mogelijkheid te blussen.

Extra voordeel: behoud Monument bij grote brand.

Probleem: Systeem niet goed aan te brengen in bestaande tunnel.
Te lage capaciteit en te grote faalkans.

Advies: Niet doen. Mogelijk simpel systeem voor behoud tunnel (en monument), dus niet als veiligheidsmaatregel.



Optie 3. Langsventilatie

+ **Adaptief File Management (AFM)**

+ **(als extra) Dwarsventilatie (bestaand)**

Probleem: Grote kans op files in stadstunnels

Mogelijke oplossing: Met verkeersmanagement voorkomen dat snelheid onder 15 km/uur zakt. Langsventilatie $\geq 3,2$ m/sec

Extra voordeel: Grotere doorstroming door tunnel

(Maar: aanzuigende werking?)

Probleem: Mogelijk lagere doorstroming buiten de tunnel. Bestuur moet er achter blijven staan. Systeem is nog nergens operationeel.

Advies: Doen, maar eerst goed testen. Fall-back-scenario: Handmatige toeritdosering: Pas verkeer toelaten als ze er ook uit kunnen.

Opletten: Bestuur (politiek/publiek) moet erachter blijven staan !



Conclusie:

- 1: wat **willen** we bereiken ? (veiligheid voor gebruiker)
- 2: wat **kunnen** we doen ? (beperkingen oud casco, monument)
- 3: wat **moeten** we doen ? (als laatste: check aan de wet)

Stadstunnels

- Wet zegt: 'Als de QRA maar goed is'.
- Maar: QRA is ongeschikt voor betrouwbare risicoweergave voor niet-standaard-tunnels.
- Samen met alle stakeholders de dialoog aangaan om te komen tot een goede, **robuuste oplossing**.
- Voor de Maastunnel leidde dit tot een hybride langs- en dwarsventilatie met AFM.
- Hoe inpassing nieuwe **complexe** stadstunnels voor **complexe** stedelijke vraagstukken?
- Voor nieuwe stadstunnels moeten nieuwe, **inventieve oplossingen** ook mogelijk blijven.



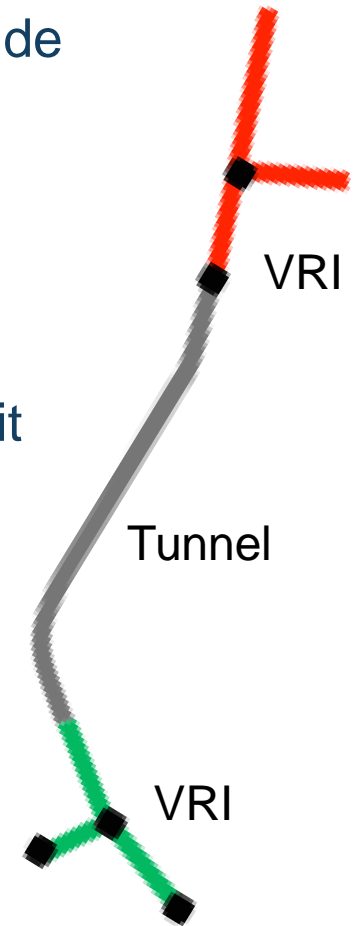
Adaptief Filemanagement: kaders

Randvoorwaarden (tunnelveiligheid):

1. Verkeer in (en kort na) de tunnel kan te allen tijde minimaal 15 km/uur rijden.
2. Terugslag de tunnel in van stroomafwaarts gelegen kruispunten wordt voorkomen.
3. Stroomafwaarts is altijd voldoende bergingsruimte beschikbaar bij calamiteit alle verkeer uit de tunnel te kunnen 'parkeren'.

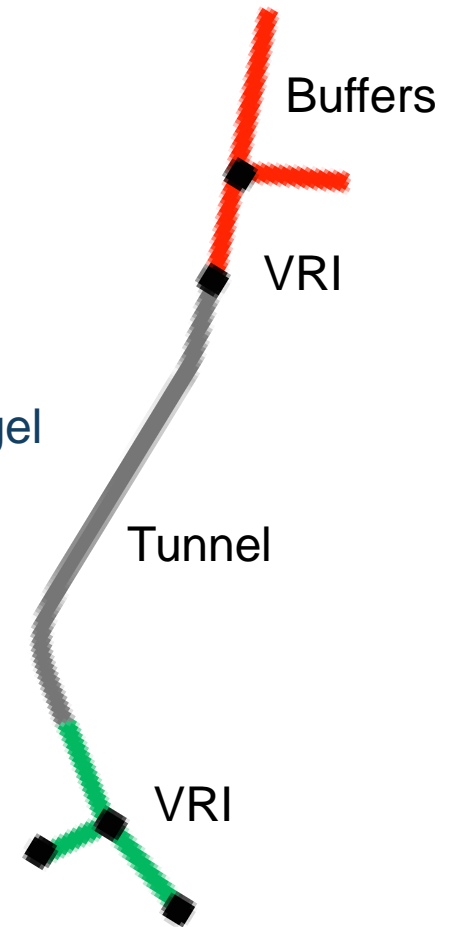
Uitgangspunten (verkeersmanagement):

1. Veiligheid bewerkstelligen met zoveel mogelijk behoud van de prestatie van het netwerk.
2. Blokkades van kritische schakels elders voorkomen c.q. zo lang mogelijk uitstellen.
3. Afsluiten tunnel: beslissing tunnelbeheer.



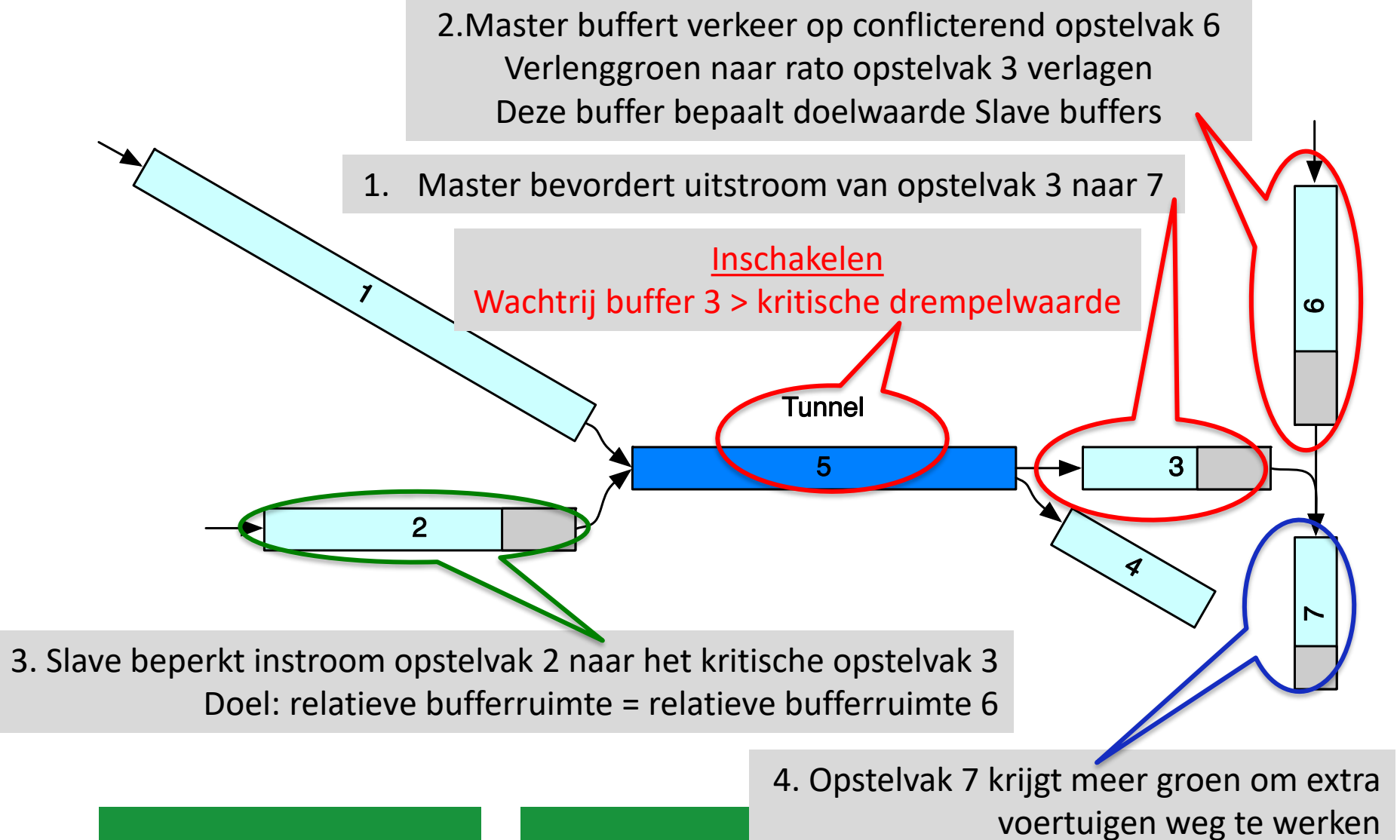
Adaptief Filemanagement: regelaanpak

1. Monitor continu de toestand in de tunnel en in het omliggende netwerk
2. Stel vast of er sprake is van een (potentieel) probleem
3. Vaststellen probleemsituatie 1- 3 / 4 - 10 / 11
4. Bepaal welke oplosrichting hierbij hoort:
Bepaal (op grond van effectiviteit) de hoofdmaatregel (de **Master**)
Bepaal de ondersteunende maatregelen (de **Slaves** en de **Guards**)
Bepaal waar Master en Slaves verkeer mogen bufferen
5. Uitvoeren van de regeltaak
6. Monitoren of probleemsituatie is opgelost



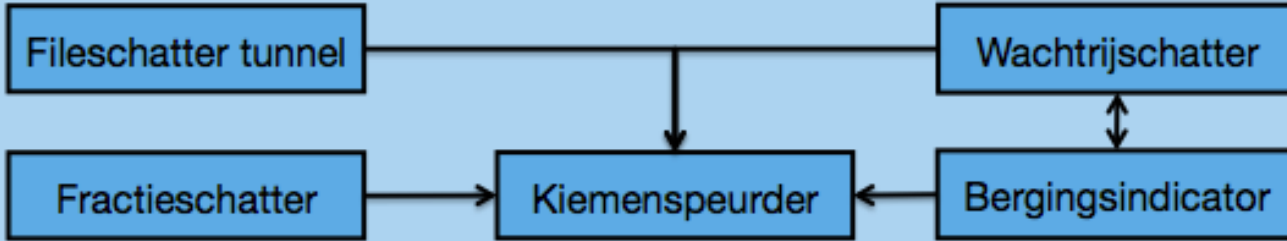
Generieke regelaanpak

Situatie 2: Dreiging terugslag tunnel in

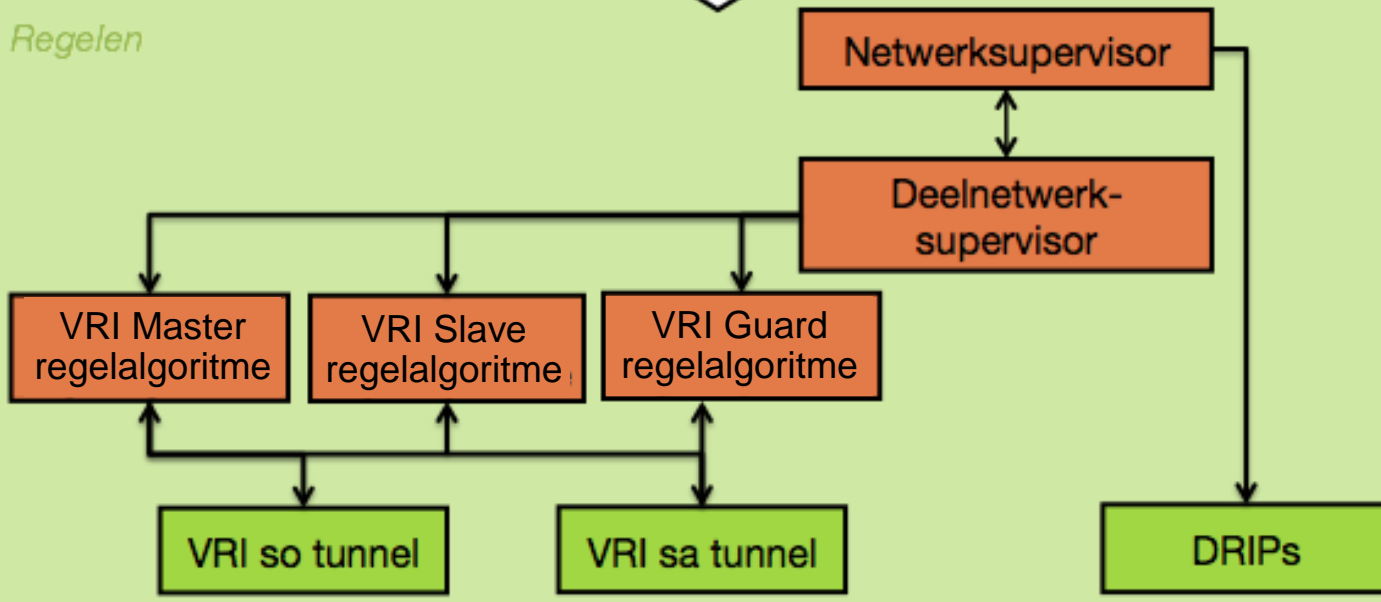


Adaptief Filemanagement: architectuur

Monitoring & diagnose



Regelen



- Stappen regelaanpak opgesplitst in verschillende functies

- Voor alle functies zijn functionele specificaties opgesteld en zijn algoritmes ontwikkeld



Adaptief Filemanagement: netwerk

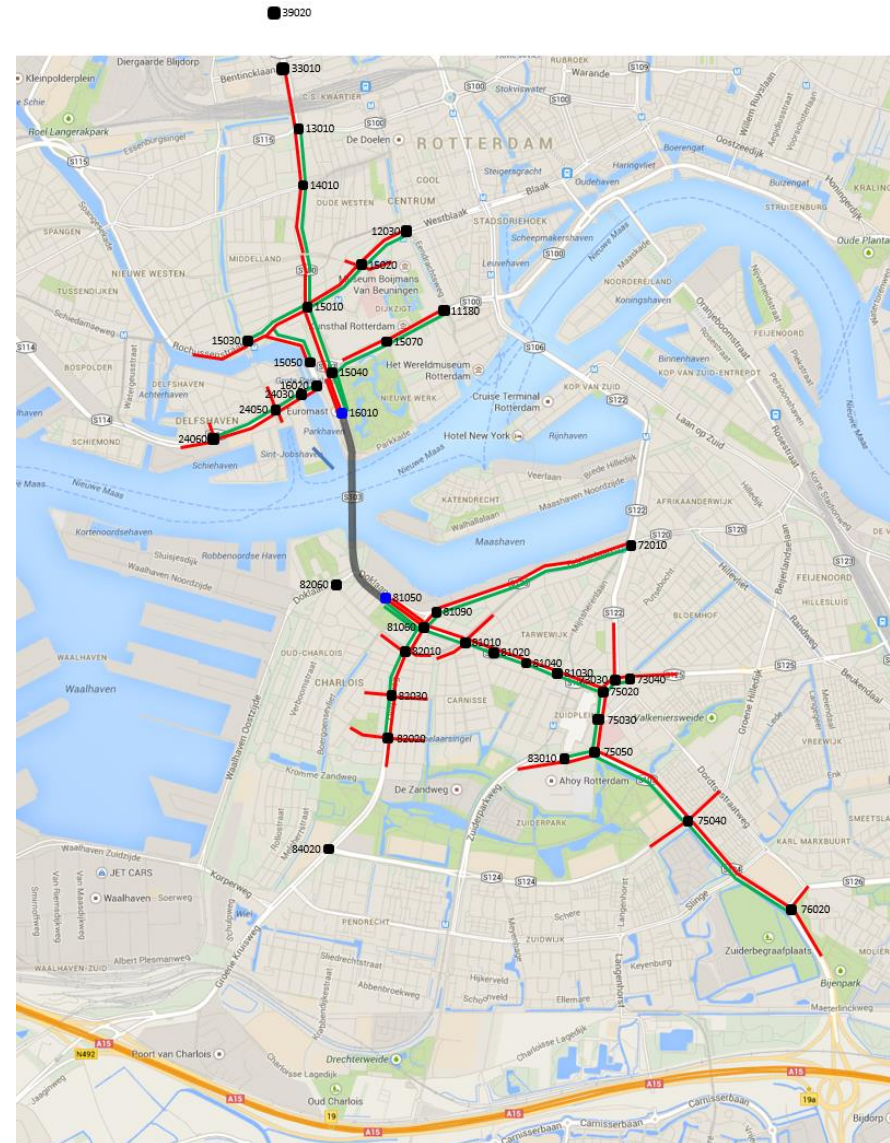
1. Uitgangspunt regelnetwerk

- Intensiteiten
- HB relaties

2. Effectief regelnetwerk

- Verkeerssituaties
- Uitgangspunten
OV/leefbaarheid/...

3. Effectief regelnetwerk per situatie



Robuust en redundant:

Regelaanpak (intern)

- Monitoring- en regelcomponenten robuust mbt meetfouten en uitval detectie
- Regelconcept robuust tegen uitval maatregelen (mogelijk ten koste van efficiëntie): redundantie

ICT robuustheid

- Gedegen inventarisatie foutsituaties die mogelijk voorkomen
- Gerichte afhandeling voor mogelijke foutsituaties

Backup systeem

- Bij uitval AFM: terugvallen op **verkeerscentrale**
- Handmatig inzetten van regelscenario's

Afsluiten tunnel

- *Last resort* indien kritische componenten AFM zijn uitgevallen EN handmatig inzetten regelscenario's geen soelaas meer biedt



Adaptief Filemanagement: uitdagingen

- **Innovatief, dus ook geen referenties**
- **Veiligheid in de tunnel, ten koste van ... zijverkeer?**
- **Doorstroming in de tunnel -> aanzuigende werking?**
- **'Sociale robuustheid'**
- **Politiek / bestuurlijk draagvlak**

