

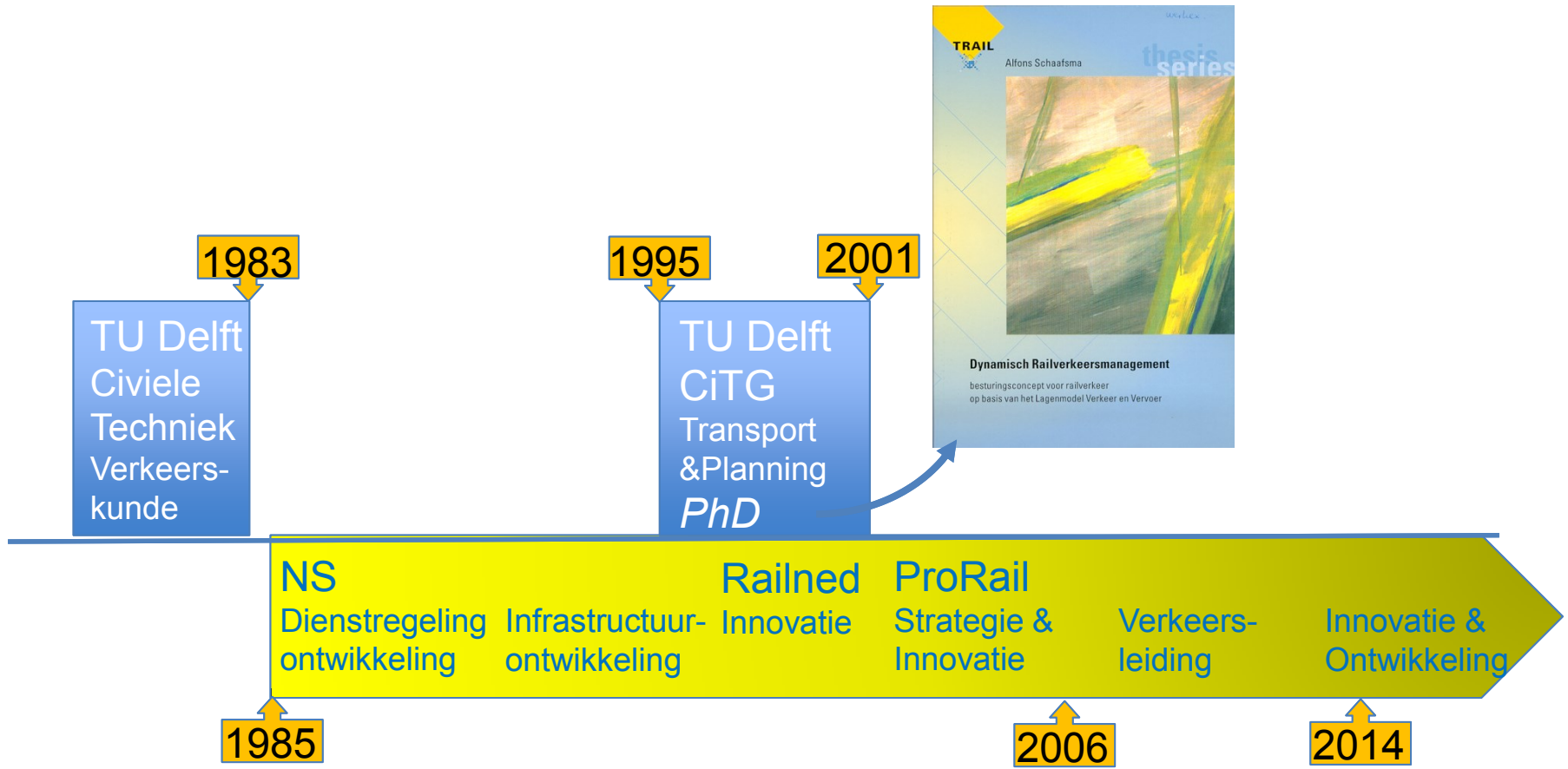
Welkom

Automatic Train Operation

stand van zaken

Alfons Schaafsma
Utrecht, 12 april 2017
IRSE-NL

Wie is Alfons Schaafsma ?



Agenda

1. Aanleiding: waarom ATO?
2. Wat is ATO?
3. Human Factors
4. Rijadviezen aan machinist
5. Verkeersmanagement
6. Besturen en beveiligen
7. ERTMS
8. Thameslink 2018 en andere business cases
9. Position Paper ProRail
10. Komende tijd
11. Afronding: waarom is ATO op het spoor zo moeilijk?

Agenda

- 1. Aanleiding: waarom ATO?**
2. Wat is ATO?
3. Human Factors
4. Rijadviezen aan machinist
5. Verkeersmanagement
6. Besturen en beveiligen
7. ERTMS
8. Thameslink 2018 en andere business cases
9. Position Paper ProRail
10. Komende tijd
11. Afronding: waarom is ATO op het spoor zo moeilijk?

De metro rijdt al 50 jaar automatisch

GoA 2: accelereren en remmen door een automaat

- Eerste metrolijn : London Victorialijn (1967!)



GoA 3: zonder machinist

- London Docklands Light Railway (1987)



GoA 4: ook halteerproces geautomatiseerd,
geen supervisie aan boord

- VAL Lille (1983)

.. en de concurrentie staat niet stil ...



op

AB

Vooralsnog, in elk geval tot de jaren 2020, blijft de machinistentaak doortrokken van techniek en blijven de huidige aannemings- en opleidingseisen gehandhaafd. De machinistentaak kan, zolang het oog moet worden gericht op de baan om te zien of deze obstakelvrij is, nauwelijks worden verrijkt met aanvullende subtaken, b.v. op het gebied van service.

NS/Ep

MACHINIST

21

Automatische treinen

Een spoor van nieuwe mogelijkheden

De automatische stoptrein

Een automatische stoptrein is een snelle korte trein die om de 5 à 10 minuten rijdt. Er is geen bestuurder aanwezig, maar er is wel een servicemedewerker aan boord. De automatische stoptrein is geschikt voor

4 juni 1992



Het containernetwerk

Een automatische shuttle op een containerlijn is net als de automatische stoptrein een perspectief dat op korte termijn kan worden gerealiseerd. De automatische shuttle is een eerste stap naar een complexer perspectief: het containernetwerk. Op het containernetwerk rijden treinen van één of enkele wagons groot.

Waarom is automatisch rijden op het spoor zo moeilijk?



Pier Eringa: doorpakken met zelfrijdende treinen

Gepubliceerd op 10-03-2017 om 09:43



Deutsche Bahn: volautomatisch rijden op het spoor vanaf 2023

Gepubliceerd op 07-09-2016 om 12:57



ProRail gaat zelfrijdende treinen testen op Betuweroute

Gepubliceerd op 22-06-2016 om 11:35



Machinisten 'geschoffeed' door uitspraken ProRail

Gepubliceerd op 30-03-2017 om 16:29



VVMC: niet ProRail, maar vervoerders rijden treinen

Gepubliceerd op 31-03-2017 om 12:31

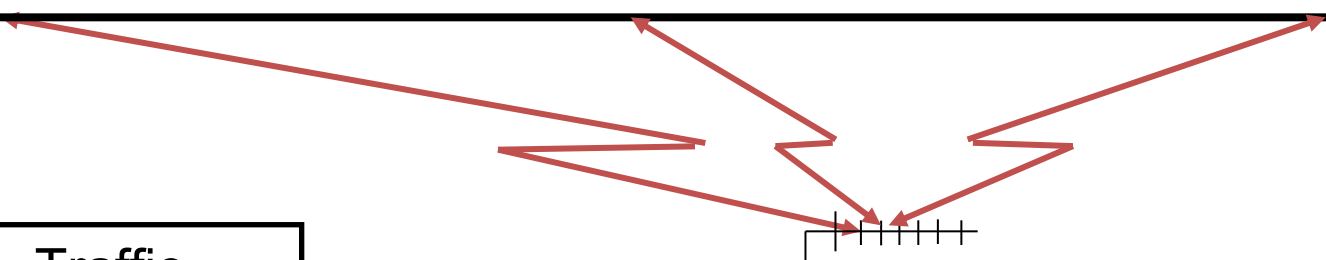
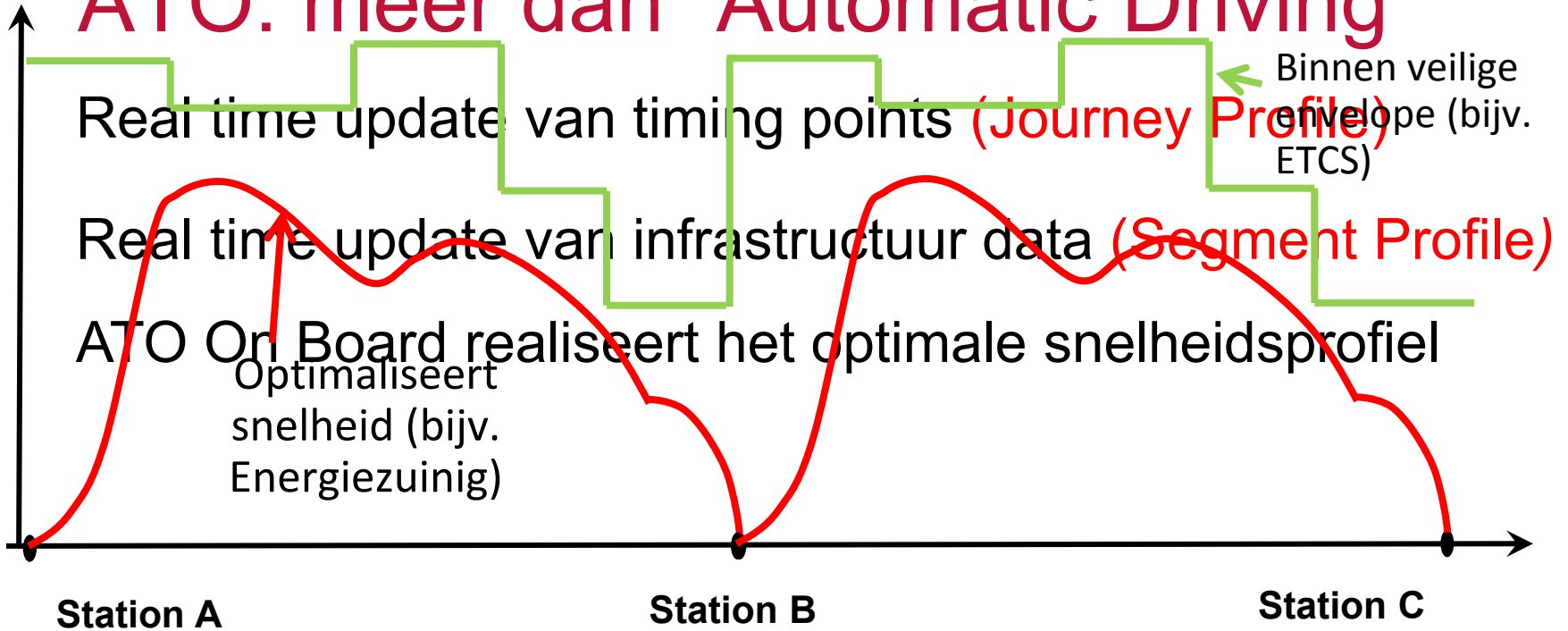
Waarom vindt ProRail ATO zo belangrijk?

- Belang van de innovatie is een **sectorbelang**
 - Concurrentiepositie van het spoor
 - Veiligheid
 - Kwaliteit (punctualiteit)
 - Duurzaamheid (energiegebruik, slijtage)
- Faciliteren van **Business Case van de gebruiker**: vervoerders
 - Exploitatiekosten en flexibiliteit (inzet personeel en materieel)
- ProRail heeft **eigen Business Case**
 - Efficiënt benutten van infrastructuurcapaciteit
 - Uitstellen grote investeringen
- **Architectuur** walzijde van ATO + communicatie van/naar trein

Agenda





1. Aanleiding: waarom ATO?
- 2. Wat is ATO?**
3. Human Factors
4. Rijadviezen aan machinist
5. Verkeersmanagement
6. Besturen en beveiligen
7. ERTMS
8. Thameslink 2018 en andere business cases
9. Position Paper ProRail
10. Komende tijd
11. Afronding: waarom is ATO op het spoor zo moeilijk?

ATO: meer dan “Automatic Driving”



ATO : Grades of Automation

standaard uit de metrowereld (UITP) IEC 62290-1

Grade of Automation	Type of train operation	Setting train in motion	Stopping train	Door closure	Operation in event of Disruption
GoA 1 	ATP with driver	Inclusief Driver Driver	Driver	Driver	Driver
GoA 2 	ATP and ATO with driver	Machinist Automatic	Automatic	Driver	Driver
GoA 3 	Driverless	Automatic	Automatic	Train attendant	Train attendant
GoA 4 	UTO	Automatic	Automatic	Automatic	Automatic

ATP - Automatic Train Protection

ATO - Automatic Train Operation

UTO: Unattended Train Operation

Automatic Train Operation

Agenda

1. Aanleiding: waarom ATO?
2. Wat is ATO?
- 3. Human Factors**
4. Rijadviezen aan machinist
5. Verkeersmanagement
6. Besturen en beveiligen
7. ERTMS
8. Thameslink 2018 en andere business cases
9. Position Paper ProRail
10. Komende tijd
11. Afronding: waarom is ATO op het spoor zo moeilijk?

Human Factors

Introductie – Human Factors

Mens is complex, daarom:

Systematisch rekening houden in ontwerp van werk, apparatuur en omgeving met kenmerken van de mens t.b.v. optimaal presteren en welbevinden van de mens.



Human Factors

Kan een mens eindverantwoordelijk zijn in GoA2 ?



...een uur tussen geluidsschermen ...



1. Extremely alert
2. Very alert
3. Alert
4. Rather alert
5. Neither alert nor sleepy
6. Some signs of sleepiness
-
7. Sleepy, but not difficulty remaining awake
8. Sleepy, some effort to keep alert
9. Extremely sleepy, fighting sleep

Active

Sleepy

Human Factors

... dienen integraal onderdeel van het ontwikkel-, migratie- en toelatingsproces te zijn (1/2)

- **Transition of control**: hoe kan de veiligheid worden gewaarborgd als de machinist de bediening moet overnemen als de automaat faalt of tekort schiet?
- Op welke manier dient de machinist te **monitoren** of de automaat de taken correct uitvoert?
- Wat betekent dit voor **opleiding/herinstructie**? Stelling: hoe hoger de automatiseringsgraad op weg naar volledige automatisering is, des te intensiever dient de training te zijn.
- In welke mate is **uniformiteit van bediening en operatie** (vervoerders, treinen, landen) zo belangrijk voor de veiligheid, maar ook performance van het systeem en werkbelasting van de machinist dat interoperabiliteit en daarmee regelgeving (TSI 's) noodzakelijk is?

Human Factor

... dienen integraal onderdeel van het ontwikkel-, migratie- en toelatingsproces te zijn (2/2)

- Hoe kan **onder- en overbelasting** van de machinist worden voorkomen?
- Op welke manier wordt **automatisering aantrekkelijk** voor de machinist om daarmee acceptatie en daadwerkelijke toepassing te bevorderen?
- Wat is het **arbeidsmarktperspectief** bij toenemend automatisering?
 - veranderende functie-eisen door combinatie met servicegerichte taken?
 - Overgang naar centraal uitgevoerde taken?
 - Op termijn minder machinisten nodig maar ook een krimpende arbeidsmarkt?

Treinoperatie als samenspel tussen mens en machine

Wegverkeer worstelt hier ook mee ...

Webwir

Binnenland

Buitenland

Economie

Cultuur

Sport

Opinie

Wetenschap

Tech & Media

Meer ▼

Paardrijden op de snelweg

Uit het dodelijke ongeluk met een Tesla deze week bleek hoe gevaarlijk het is om een zelfrijdende auto los te laten in het verkeer. In de toekomst doen we het anders: we besturen onze auto's alsof we paardrijden.

✍️ Joost van Kastere 2 juli 2016

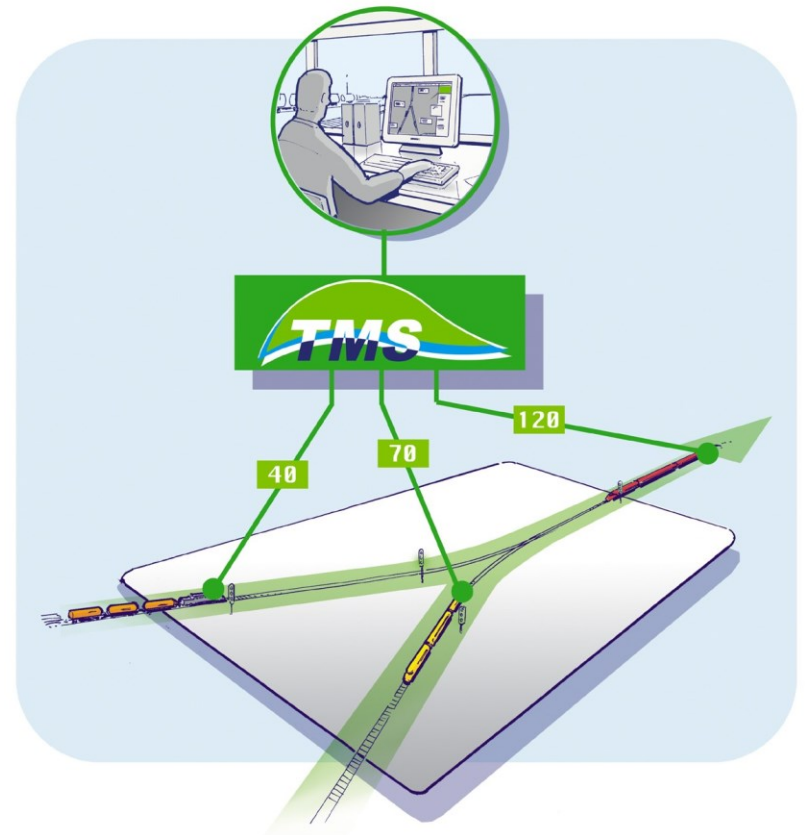
Agenda

1. Aanleiding: waarom ATO?
2. Wat is ATO?
3. Human Factors
- 4. Rijadviezen aan machinist**
5. Verkeersmanagement
6. Besturen en beveiligen
7. ERTMS
8. Thameslink 2018 en andere business cases
9. Position Paper ProRail
10. Komende tijd
11. Afronding: waarom is ATO op het spoor zo moeilijk?

2004 Praktijkproef De Groene Golf

VL Posten Roosendaal en Rotterdam

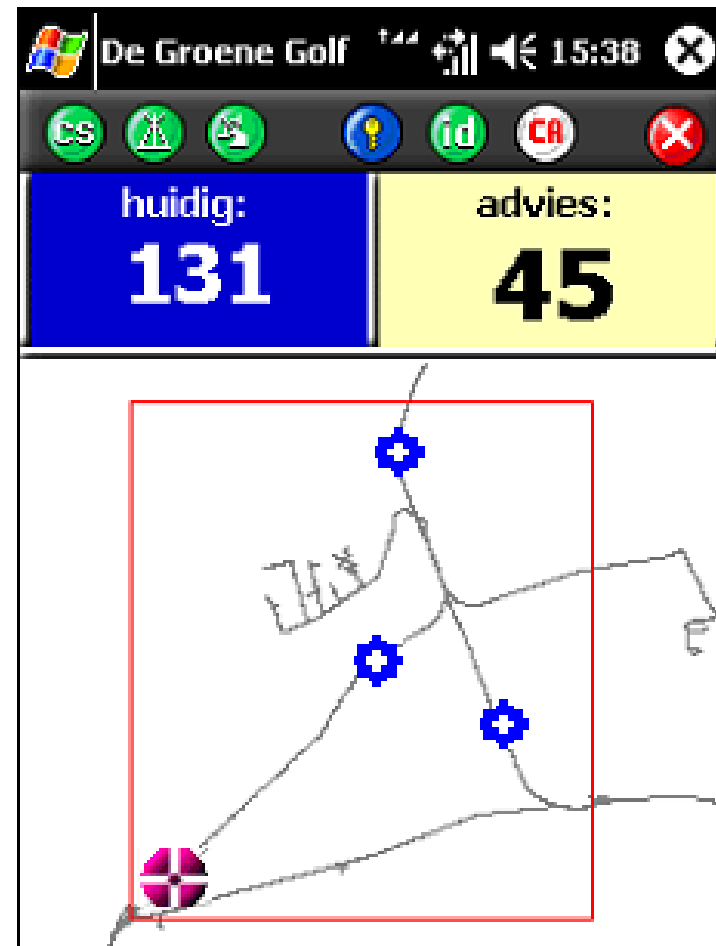
- Snelheid en positie treinen getoond
- TMS berekent volgorde- en rijwegadviezen
- Treindienstleider en verkeersleider beslissen
- Snelheidsadviezen naar de trein



2004 Praktijkproef De Groene Golf

In de trein

- Positie en snelheidsmeting doorgeven aan posten
- Snelheidsadvies aan machinist
- Positie andere treinen getoond



TREIN op DE Lijn ONDERSTEUNING IN DE OPERATIE

ATO als stip op de horizon
-ook zonder ERTMS!-



MACHINISTEN
NS, REGIONAL & GOEDEREN

! AMBACHT
ONDER DRUK?

! VEILIGHEID
RISKO'S?

- AANTREKkelijk VERVOERSPRODUCT
- * VEILIGHEID
 - * PUNCTUALITEIT
 - * DUURZAAMHEID
 - * REIZIGERS COMFORT
 - * MEER TREINEN MOEELIJK

VERGROTEN
CAPACITEIT

**AUTOMATIC
TRAIN
OPERATION**



PROGRAMMA
TREIN op DE Lijn



ROUTE LINT
+ DINGETRAFFIE
(LIDEN) +
+ VIRAAL ADVIES
TABLET

DRIVER
ADVISORY
SYSTEM
(DAS)
TABLET

RIT
INFORMATIE
TABLET

ERTMS
CASE DISPLAY

SLIMME
CRUISE
CONTROL

! WIE BETAALT?



! VERANTWOORDELIJKHEID?

! WELK SYSTEEM?

CONTEXT

Rijadvies

ERTMS ?

TRAFFIC
MANAGEMENT
SYSTEM

OPTIMALISATIE
TREINEN
(Ook ORIGINEL PLAN)

OPTIMALISATIE
CONTRACTEN
(Ook Aangepast Plan)

DAS (Driver Advisory Systems)

Standalone S-DAS: Rijadvies op basis van **vooraf ingelezen** dienstregeling.

Networked N-DAS: Rijadvies op basis van dienstregeling verstuurd vanaf een centrale, waardoor het systeem onderweg **updates kan ontvangen**. Dit maakt het mogelijk om ook bij een gewijzigde dienstregeling toch een actueel rijadvies te geven.

Connected C-DAS: Rijadvies op basis van actuele informatie over rijweg. Rijwegen kunnen aangepast worden op basis van **status informatie die de trein naar de centrale stuurt**, waardoor conflicten voortijdig gesignaleerd en opgelost worden.

Agenda

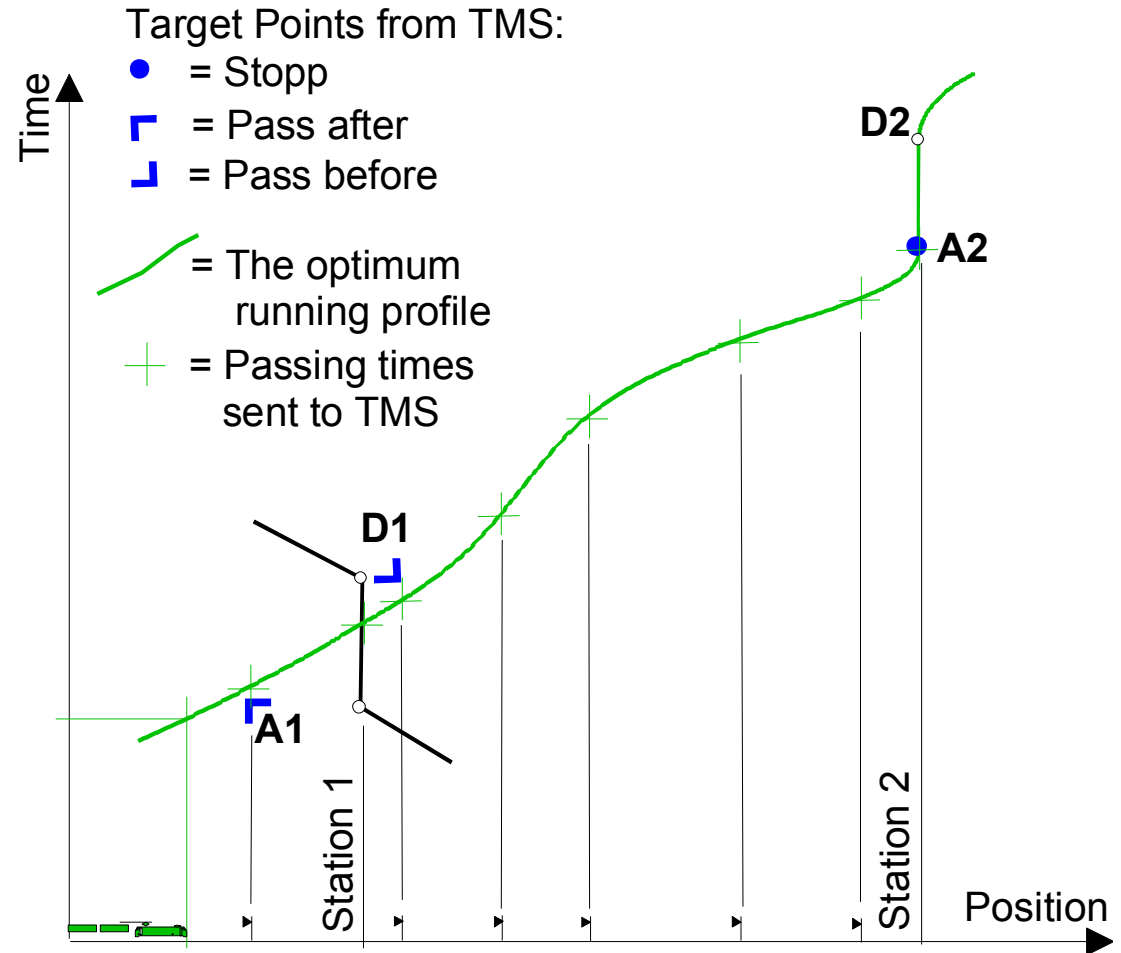
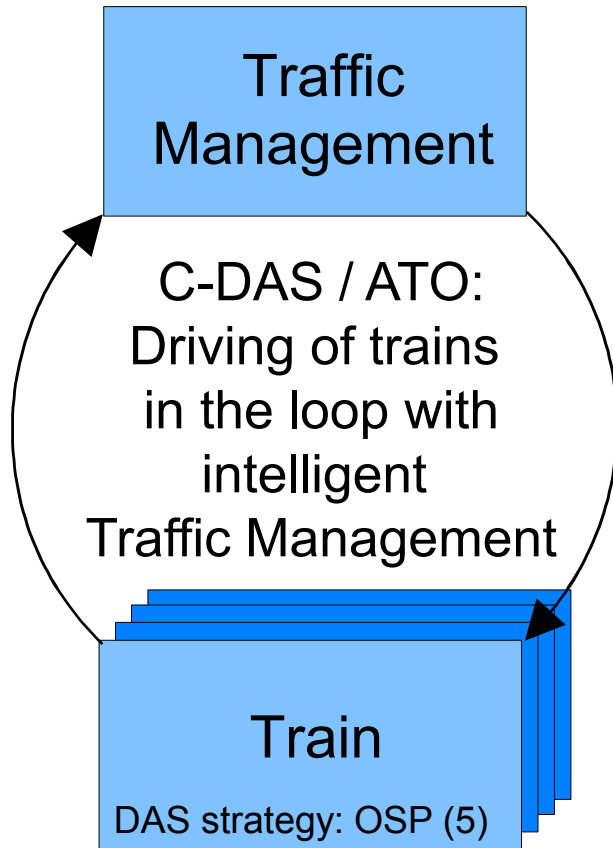
1. Aanleiding: waarom ATO?
2. Wat is ATO?
3. Human Factors
4. Rijadviezen aan machinist
- 5. Verkeersmanagement**
6. Besturen en beveiligen
7. ERTMS
8. Thameslink 2018 en andere business cases
9. Position Paper ProRail
10. Komende tijd
11. Afronding: waarom is ATO op het spoor zo moeilijk?

Be- en Bijsturen van de Toekomst BBT

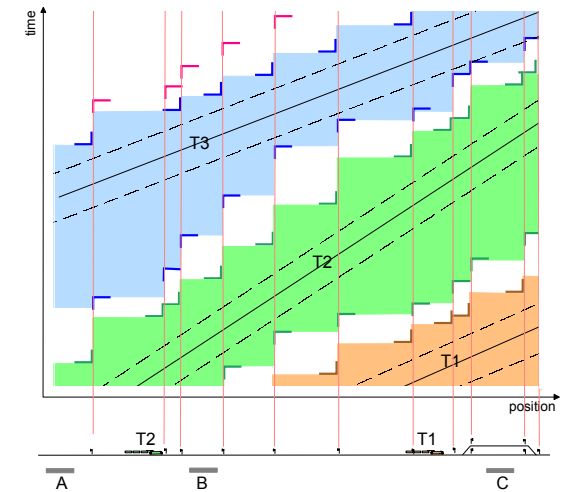
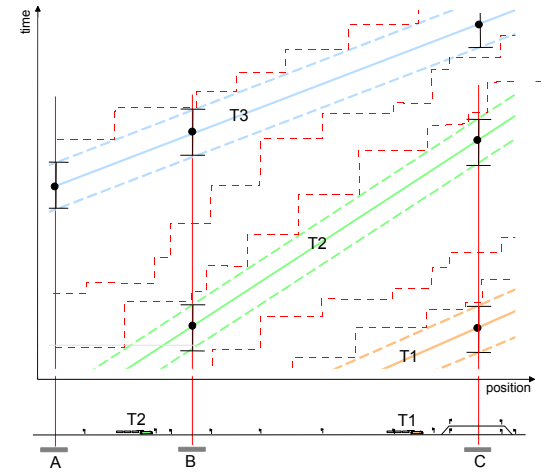
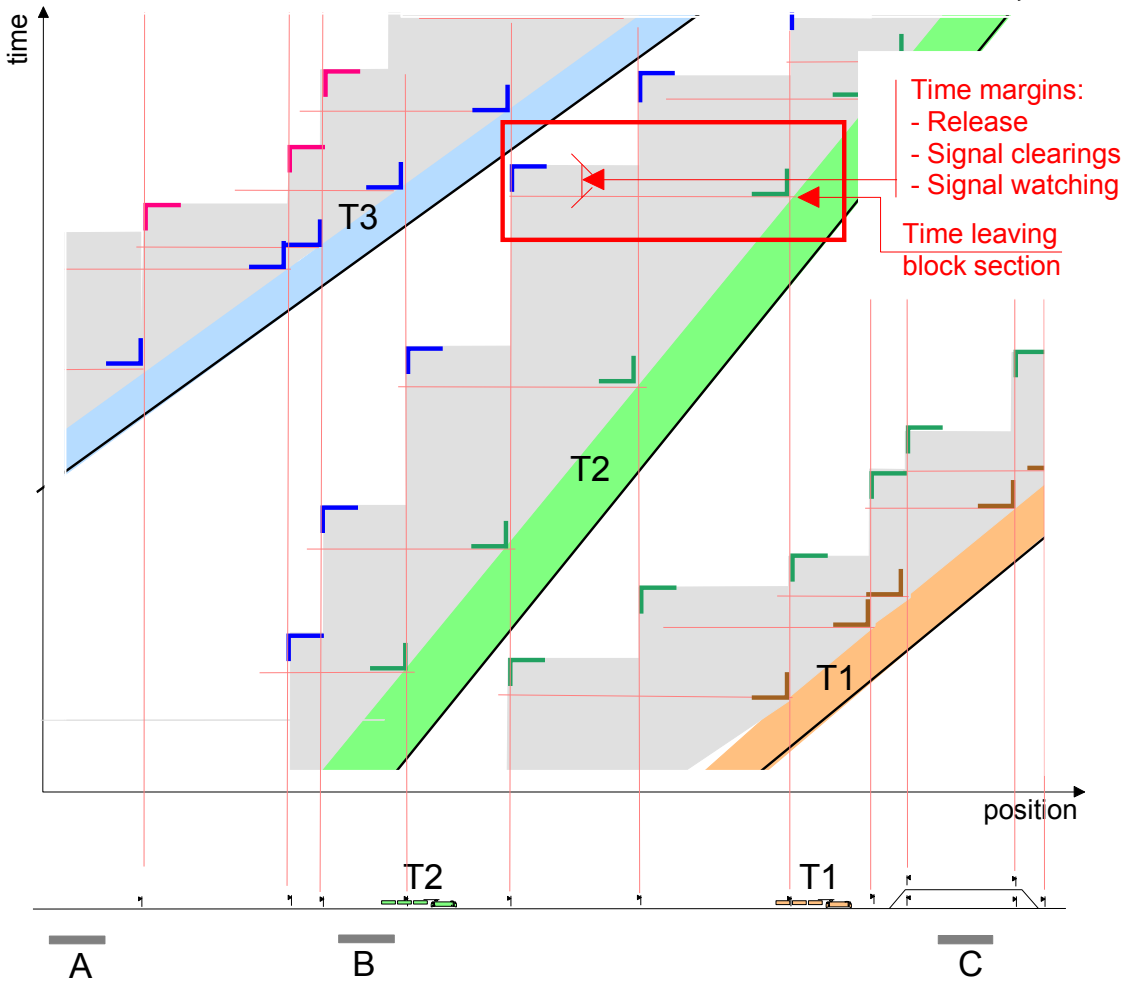


- geen klantinder
- klantinder
- forse klantinder

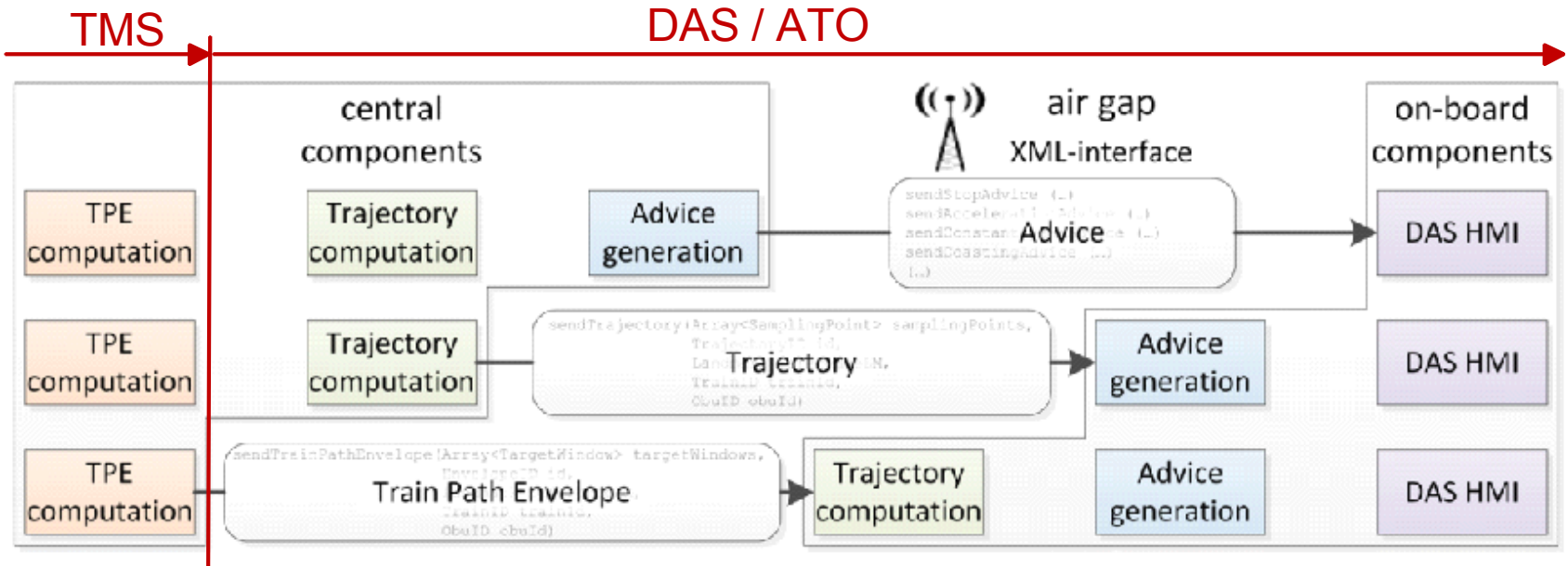
The C-DAS vision



Train Path Envelopes (TPE)



TMS-Train Interfaces



Agenda

1. Aanleiding: waarom ATO?
2. Wat is ATO?
3. Human Factors
4. Rijadviezen aan machinist
5. Verkeersmanagement
- 6. Besturen en beveiligen**
7. ERTMS
8. Thameslink 2018 en andere business cases
9. Position Paper ProRail
10. Komende tijd
11. Afronding: waarom is ATO op het spoor zo moeilijk?

ATO history in Czech Republic

1980's

The pilot installations of full (analogue) ATO were under tests in commercial operation.

1991

Digital solution with analogue interface to the vehicle tested in standard commercial operation

Class 470 EMUs equipped with fully digital ATO **GoA2**

1993

New EMUs class 471 are equipped with digital ATO during their manufacturing

1996

Digital ATO in everyday operation for 25 years



ATO test loco 242.256 (1985)



EMU 470.001-002 with commercial ATO (1996)

ATO type AVV (Automatické Vedení Vlaku)

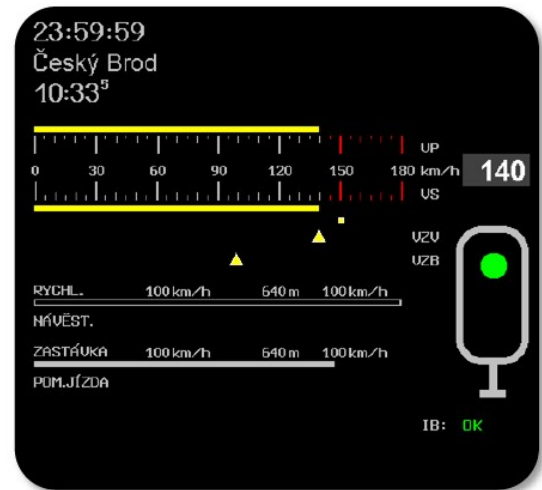


Automation system designed for railway and metro application

- AVV controls:
 - traction engines
 - brakes (traction, dynamic, pneumatic)

- On-track orientation:
 - Balises MIB
 - GPS device
 - ETCS balises

**Safety level
SIL 0 / SIL 1**



ATO over ATP

ATO different mode of operation

Automation

Safety

ATO type AVV

Data Exchange over interface ATO - ATP

- on-track orientation
- static (variable+constant) speed profile
 - constant speed profile in route map

ATO over national ATP

National ATP (CZ LS)

- ATO balises
- Variable Speed profile via Track circuits

ATO over ETCS

ETCS L2

- ETCS balises
- Speed profile (MA) via GSM-R

ATO over ETCS

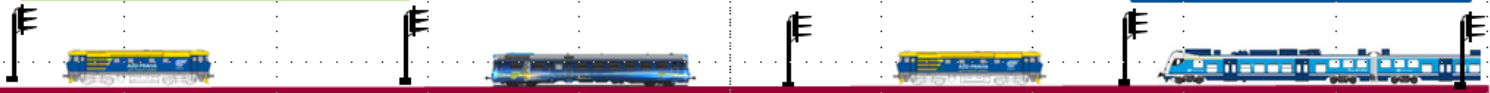
ETCS L1

- ETCS balises
- Speed profile (MA) via LEU/balise

Speed profile input

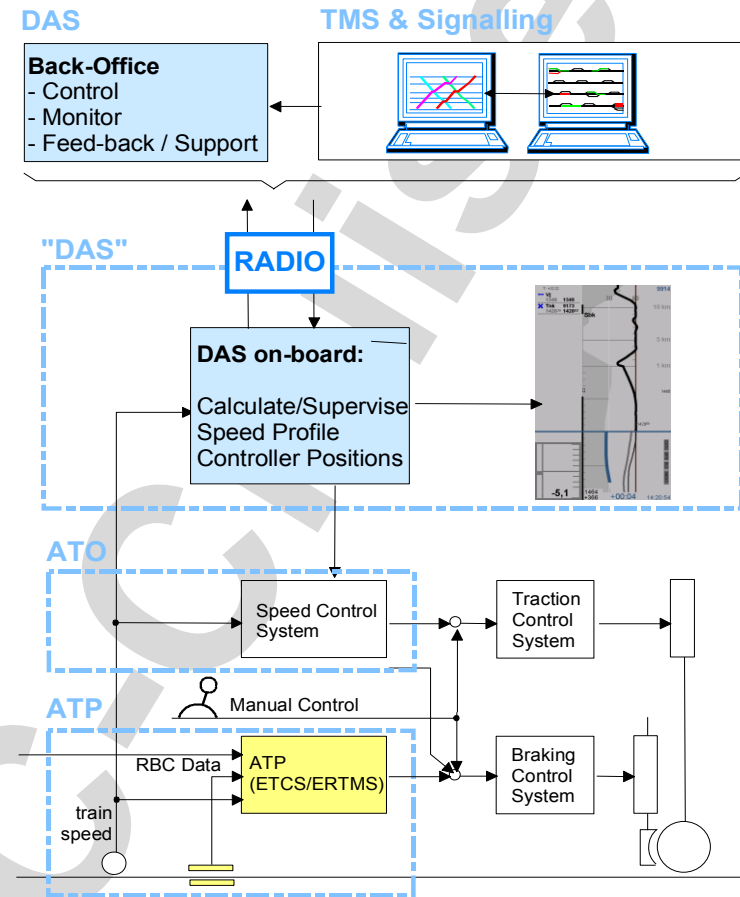
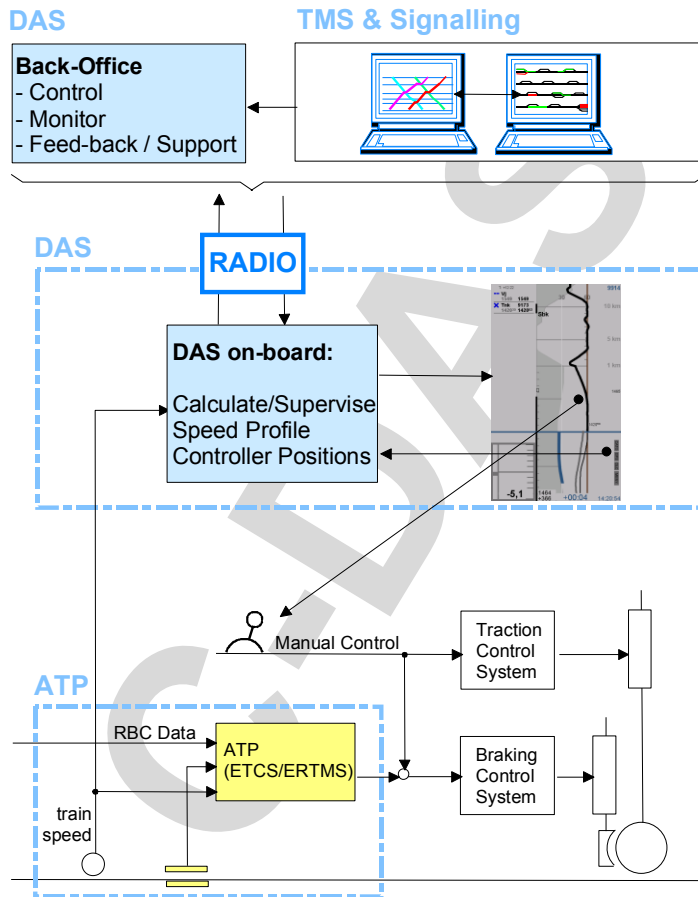
No ATP

- ATO balises / virtual balises
- Variable Speed profile via signals - manual entry



CATO C-DAS architecture

Algorithms used as an Eco-Cruise/ATO engine

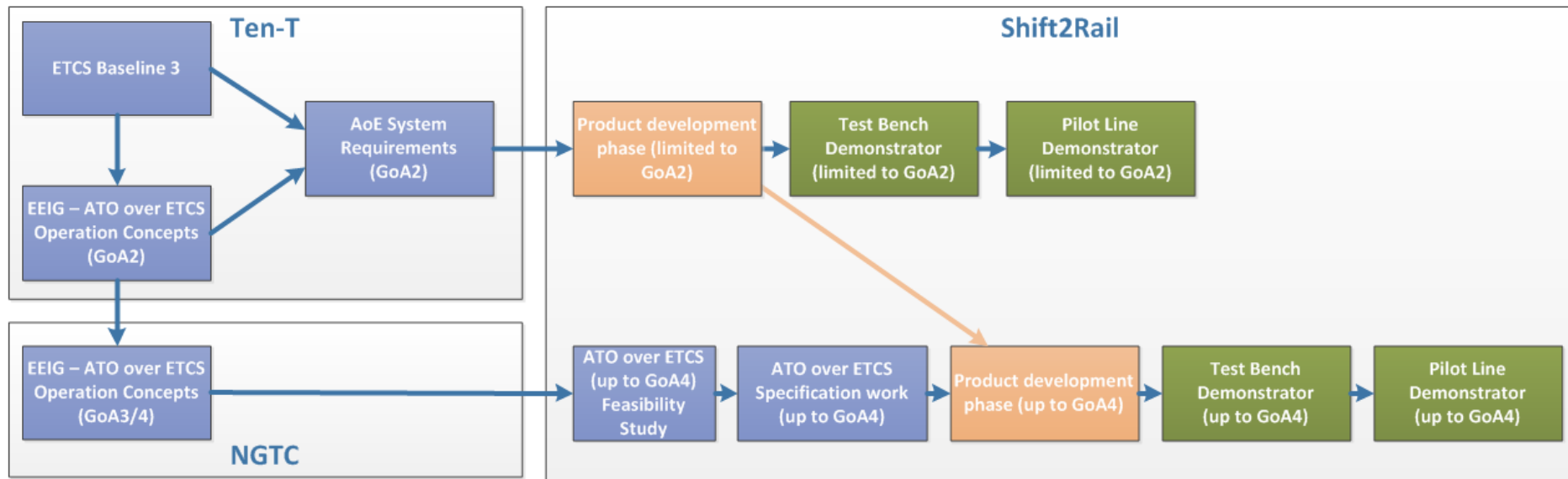


Agenda

1. Aanleiding: waarom ATO?
2. Wat is ATO?
3. Human Factors
4. Rijadviezen aan machinist
5. Verkeersmanagement
6. Besturen en beveiligen
- 7. ERTMS**
8. Thameslink 2018 en andere business cases
9. Position Paper ProRail
10. Komende tijd
11. Afronding: waarom is ATO op het spoor zo moeilijk?

ATO over ERTMS

GoA 1/2 en GoA 3/4



Tijdpad Shift2Rail IP2

voor blauwe deel budget toegekend

Task	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
IP2 - TD2 ATO Management	[Blue bar spanning 2016-2024]								
ATO over ETCS - GOA2 Specification	[Blue bar]								
ATO over ETCS - GOA2 Product Development	[Blue bar]								
GOA2 Reference Test Bench Demonstration		[Blue bar]							
GOA2 Pilot Line Demonstration			[Blue bar]						
ATO over ETCS - GOA3/4 Feasibility Study	[Blue bar]								
ATO over ETCS - GOA3/4 Specification		[Blue bar]							
ATO over ETCS - GOA3/4 Product Development					[Blue bar]				
GOA3/4 Reference Test Bench Demonstration							[Blue bar]		
GOA3/4 Pilot Line Demonstration								[Blue bar]	

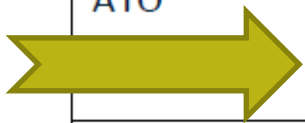
ATO over ERTMS

Belangrijke discussiepunten

- Users: ATO mag veilige kern van ERTMS niet beïnvloeden
 - Kosten, homologatie, ontwikkelcyclus enz.
 - uitlezen ETCS info door ATO als werkbare tussenoplossing
- Toepassing GoA2
 - Onderdrukken signalen behorend bij warning curve?
 - Betere odometrie nodig?
 - Release speed?
- Architectuur:
 - wachten op een overall (GoA 1-4) architectuur?

ERA: 5 Main contributors in volgende ERTMS Baseline

Main contributor	Potential early implementers
ETCS L3	Potential early implementation: NL; UK; (LT) UK: first reported commercial need in 2018/2019;
ATO	Potential early implementation (as part of Shift2Rail): UK, DE UK: first reported commercial need in 2018/2019;
Braking models/curves	Potential early implementation partners: SE; DK; (+ UK, CH, CZ, FI, IT) DK: first reported commercial need in 2018/2019;
Next Generation Communication System(s)	Potential early implementation partner: TBD Migration study ongoing to identify first commercial needs.
Satellite positioning	Potential early implementation partner: Italy; (France?) In research and development phase. IT: first reported commercial need in 2018/2019;

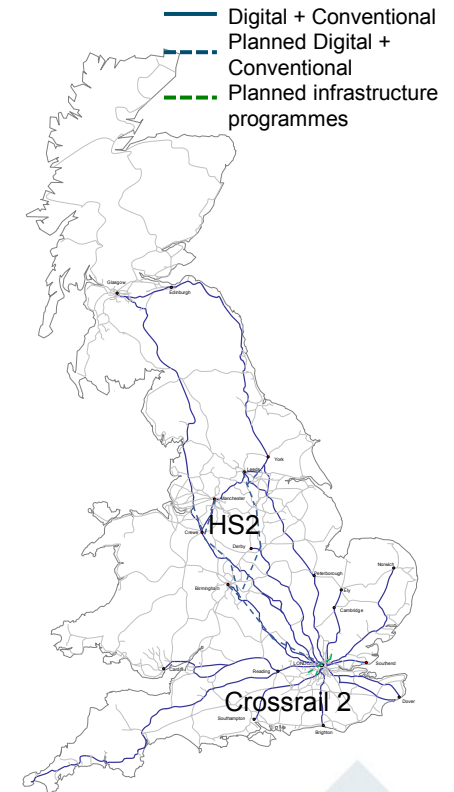
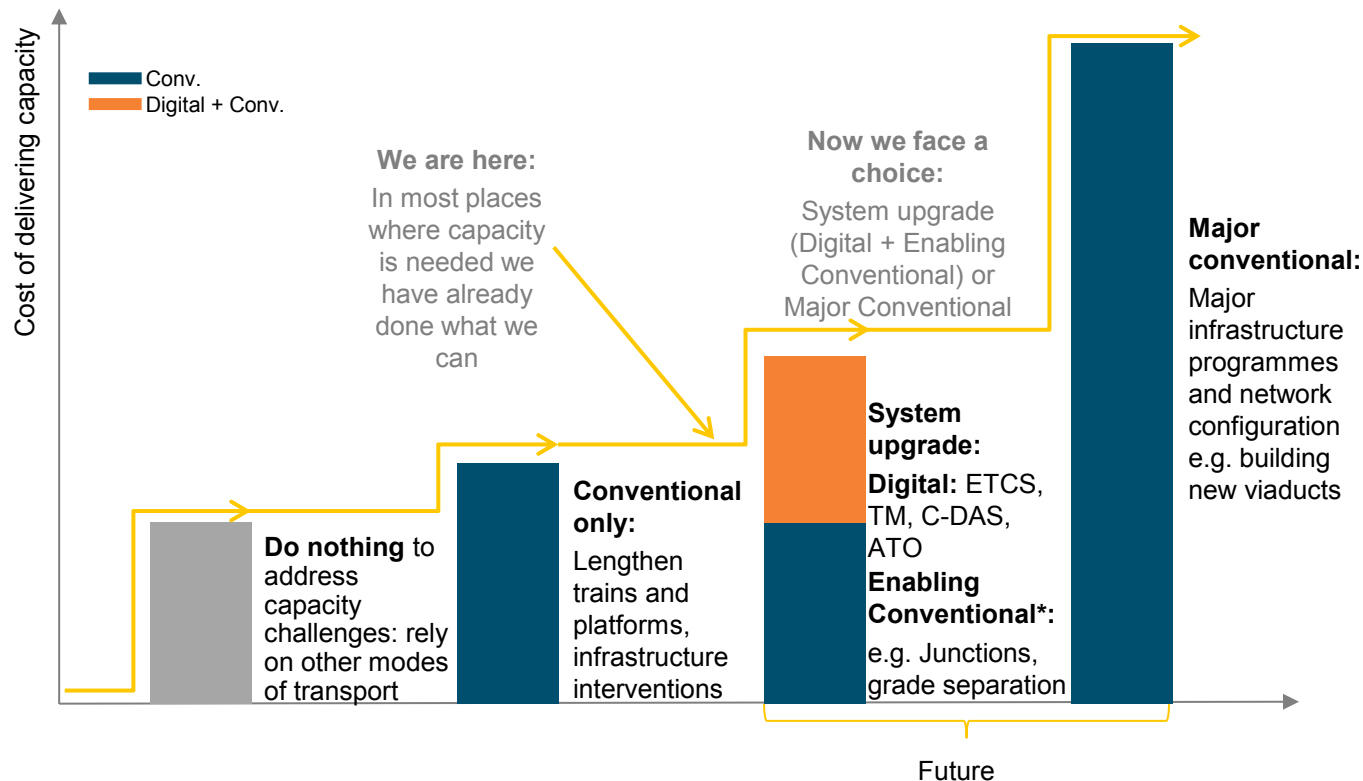


Agenda

1. Aanleiding: waarom ATO?
2. Wat is ATO?
3. Human Factors
4. Rijadviezen aan machinist
5. Verkeersmanagement
6. Besturen en beveiligen
7. ERTMS
- 8. Thameslink 2018 en andere business cases**
9. Position Paper ProRail
10. Komende tijd
11. Afronding: waarom is ATO op het spoor zo moeilijk?

Options to improve capacity are increasingly limited

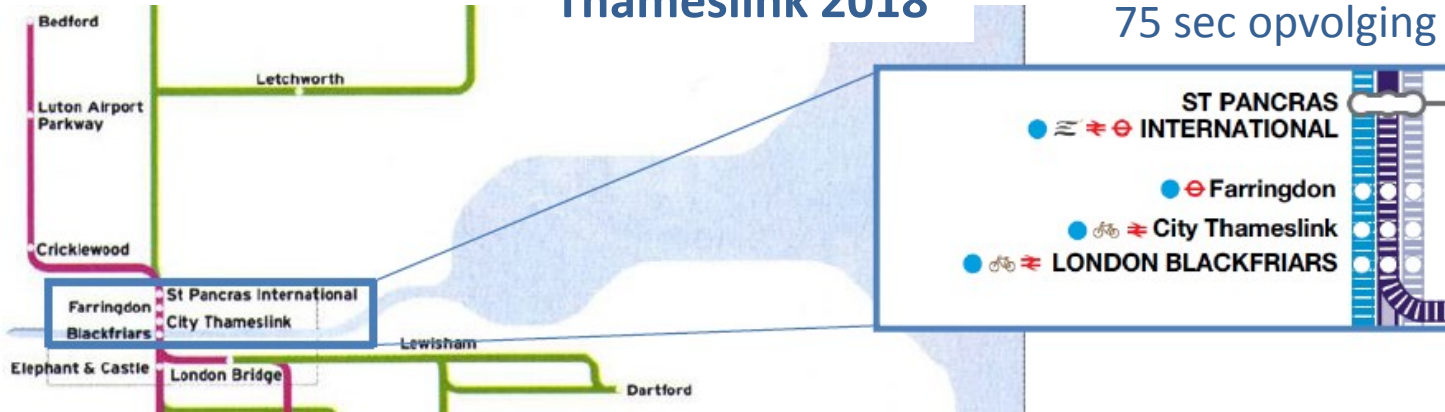
Where **capacity** is needed and we have **exhausted low disruption conventional** enhancements, a **system upgrade of digital + enabling conventional** works is the **best option** to address the challenge. Our case studies show it will deliver **capacity and performance improvements sooner** and at comparable or **lower cost** than conventional only works. It does this through unlocking the maximum capacity potential through system upgrade.



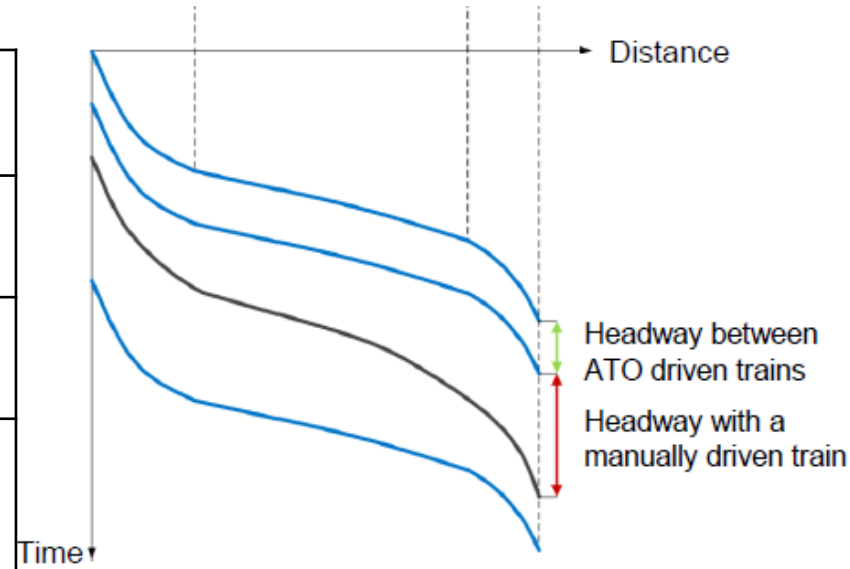
*DR needs to be accompanied by other measures to generate the benefits that have been obtained in a metro context. For example new and uniform train-fleets designed for shorter dwell times, junction improvements to reduce conflicts, station works etc. Digital Railway will therefore need to work closely with industry partners to realise its benefits.

Thameslink 2018

24 treinen per uur *per spoor*
 30 treinen "recovery service"
 75 sec opvolging + 45 sec halteren



ATO over ETCS	24tph robust, ±30 tph perturbation recovery
ETCS manual	21/22 tph (dependent upon driving style)
Colour Light signals	18tph to 20 tph (dependent upon driving style)
PoSA aspects (Proceed on Sight Authority)	± 16tph



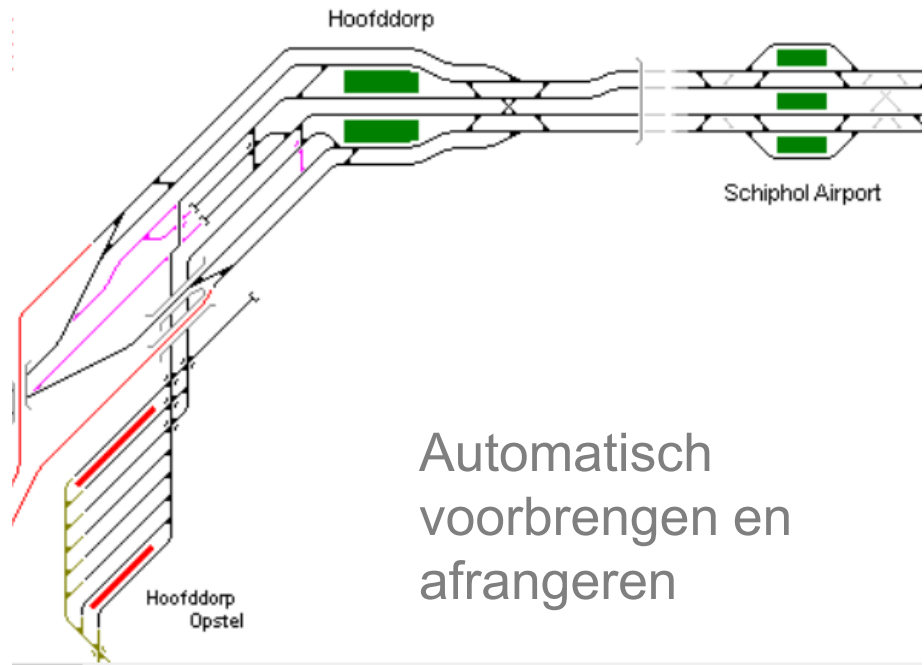
ATO drives consistently

Businesscase voor GoA4

Misschien niet zo heel ver weg



Rusten tussen Zevenaar en Kijfhoek



Automatisch
voorbrenen en
afrangeren

Agenda

1. Aanleiding: waarom ATO?
2. Wat is ATO?
3. Human Factors
4. Rijadviezen aan machinist
5. Verkeersmanagement
6. Besturen en beveiligen
7. ERTMS
8. Thameslink 2018 en andere business cases
- 9. Position Paper ProRail**
10. Komende tijd
11. Afronding: waarom is ATO op het spoor zo moeilijk?

ProRail visie op ATO en C-DAS

Position paper voor EIM

- Business case moet de driver van ontwikkeling zijn
- Daarbij: duidelijk wie Business Executive is

- Leidende principes
 - ≠ requirements
 - wel: toetskader voor ontwikkelingen, ontwerpkeuzen

ProRail visie op ATO en C-DAS

Leidende Principes

- Rollen en verantwoordelijkheden
 - voor leveren treinpad, benutten treinpad
 - mens of machine eindverantwoordelijk per GoA level
- Interoperabiliteit en toelating
 - niet meer harmoniseren en verplichten dan nodig
 - functies tbv veiligheid, communicatie trein-wal
- Architectuur
 - modulair en uitbreidbaar
 - heldere interface tussen besturen (C-DAS en ATO) en beveiligen
- Ontwikkeling en migratie
 - business gedreven,
 - human factor moet voornamere rol krijgen

Agenda

1. Aanleiding: waarom ATO?
2. Wat is ATO?
3. Human Factors
4. Rijadviezen aan machinist
5. Verkeersmanagement
6. Besturen en beveiligen
7. ERTMS
8. Thameslink 2018 en andere business cases
9. Position Paper ProRail
- 10. Komende tijd**
11. Afronding: waarom is ATO op het spoor zo moeilijk?

Komende tijd

- Proef Betuweroute voorbereiden – focuspunt ontwikkeling walzijde
- Andere initiatieven, zoals Provincie Groningen
- Business Case “Schiphol 48’ – onderzoeken meerwaarde van ATO voor capaciteit

- Position Paper
- Architectuur GoA 4 – DB heeft het voortouw
- Verantwoordelijkheden - moeten helder worden
- Human Factor in het ontwikkelproces – leren van andere verkeerssystemen

Agenda

1. Aanleiding: waarom ATO?
2. Wat is ATO?
3. Human Factors
4. Rijadviezen aan machinist
5. Verkeersmanagement
6. Besturen en beveiligen
7. ERTMS
8. Thameslink 2018 en andere business cases
9. Position Paper ProRail
10. Komende tijd
- 11. Afronding: waarom is ATO op het spoor zo moeilijk?**

Waarom is automatisch rijden op het spoor heavy rail zo moeilijk?

Belangrijkste verschillen met light rail (metro)

METRO (GoA 4)

- Baan + trein + communicatie in 1 systeem
- Lokaal/regionaal
- Homogeen verkeer (stoptreinen)
 - Één type voertuig (karakteristieken)
- Losse lijnen
- Typische max. snelheid: 80 km/h
- Baan volledig afgesloten
 - Geen overwegen
 - Perrons afgesloten / bemand
- Veelal nieuwe lijnen

HEAVY RAIL

- Baan + trein + communicatie via standards (interoperabiliteit)
- (Inter)nationaal
- Gemengd verkeer
 - snel/stop, reizigers/goederen
- Verknoopt netwerk
- Hoge(re) snelheden 140 -160 km/h
- Open systeem
 - Overwegen (NL: ruim 2500)
 - Open perrons
- Bestaande lijnen (legacy systems)

Thameslink: GoA 2

METRO (GoA 4)

- Baan + trein + communicatie in 1 systeem
- Lokaal/regionaal
- Homogeen verkeer (stoptreinen) met één type voertuig
- Losse lijnen
- Typische max. snelheid: 80 km/h
- Baan volledig afgesloten
 - Geen overwegen
 - Perrons afgesloten / bemand
- Veelal nieuwe lijnen

THAMESLINK (GoA2)

- Idem - wel zoveel mogelijk Europese standaard gevolgd en ETCS
- Idem
- Idem
- Verknoopt netwerk, ATO in de “core”
- Max. snelheid: 50 km/h
- Baan in tunnel
 - Idem
 - Open perrons (dus geen GoA4)
- Bestaande lijnen (legacy systems) - overlay

Vragen

