



**DELTA PI**  
PERFORMANCE IMPROVEMENT

# NVRB presentatie ERTMS

## Ontwerp en Risicomanagement op Programma niveau

Wendi Mennen (Manager Ontwerp, Programmadirectie ERTMS, Zelfstandige)

Peter Bakker (Risicomanager, Programmadirectie ERTMS, Delta Pi)

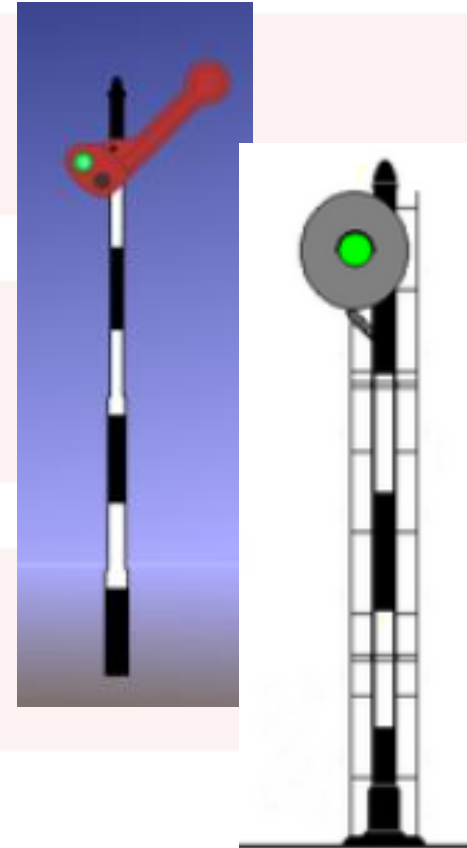
Vught, 25 oktober 2023



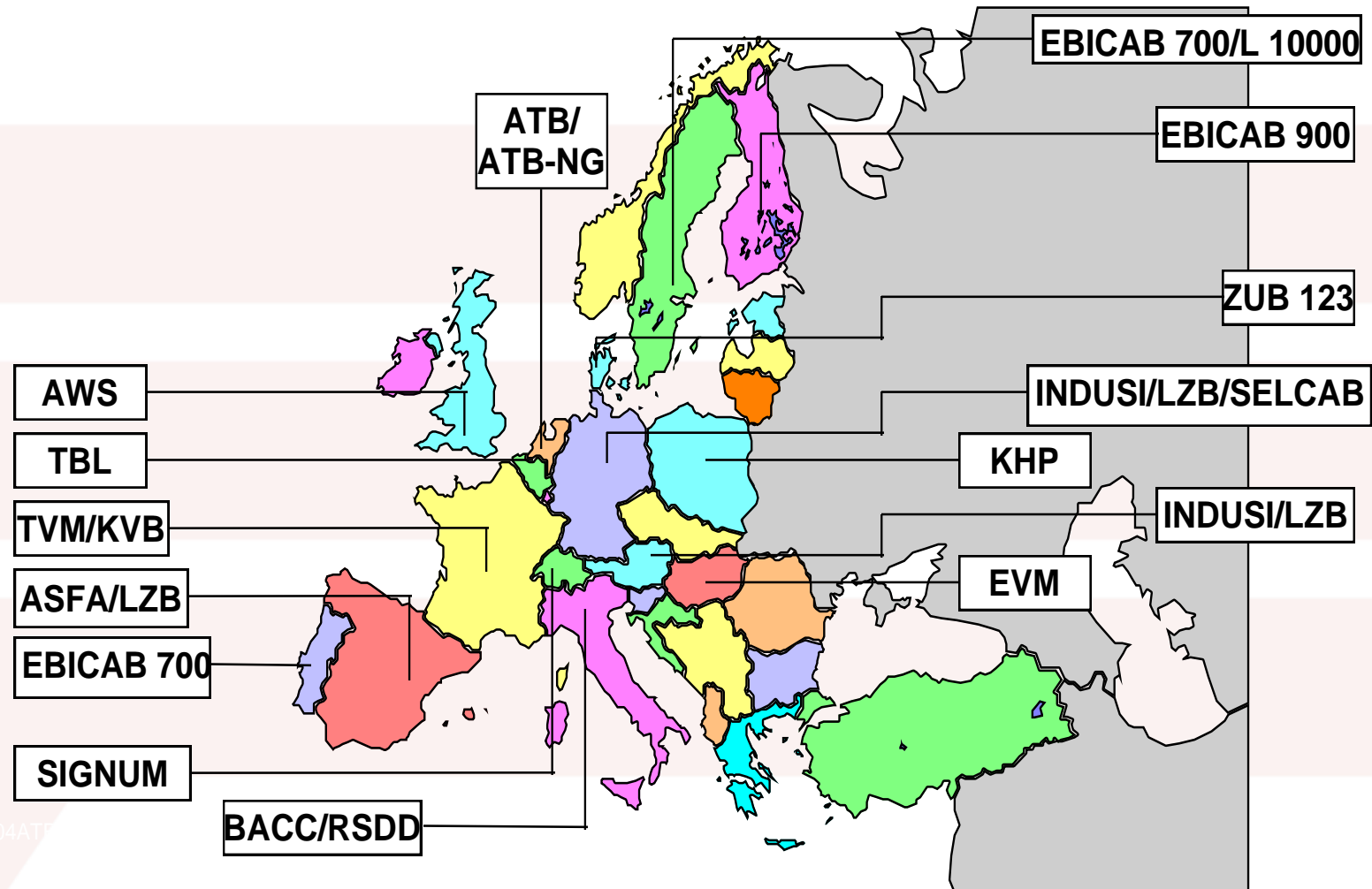
- Opening door NVRB, welkom namens Delta Pi, korte introductie sprekers
- Treinbeveiliging: van NL naar EU
- Stellingen
- Ontwerp aspecten
- Stellingen
- Risicomanagement
- Afsluiting

# Het verleden van seinen en beveiliging

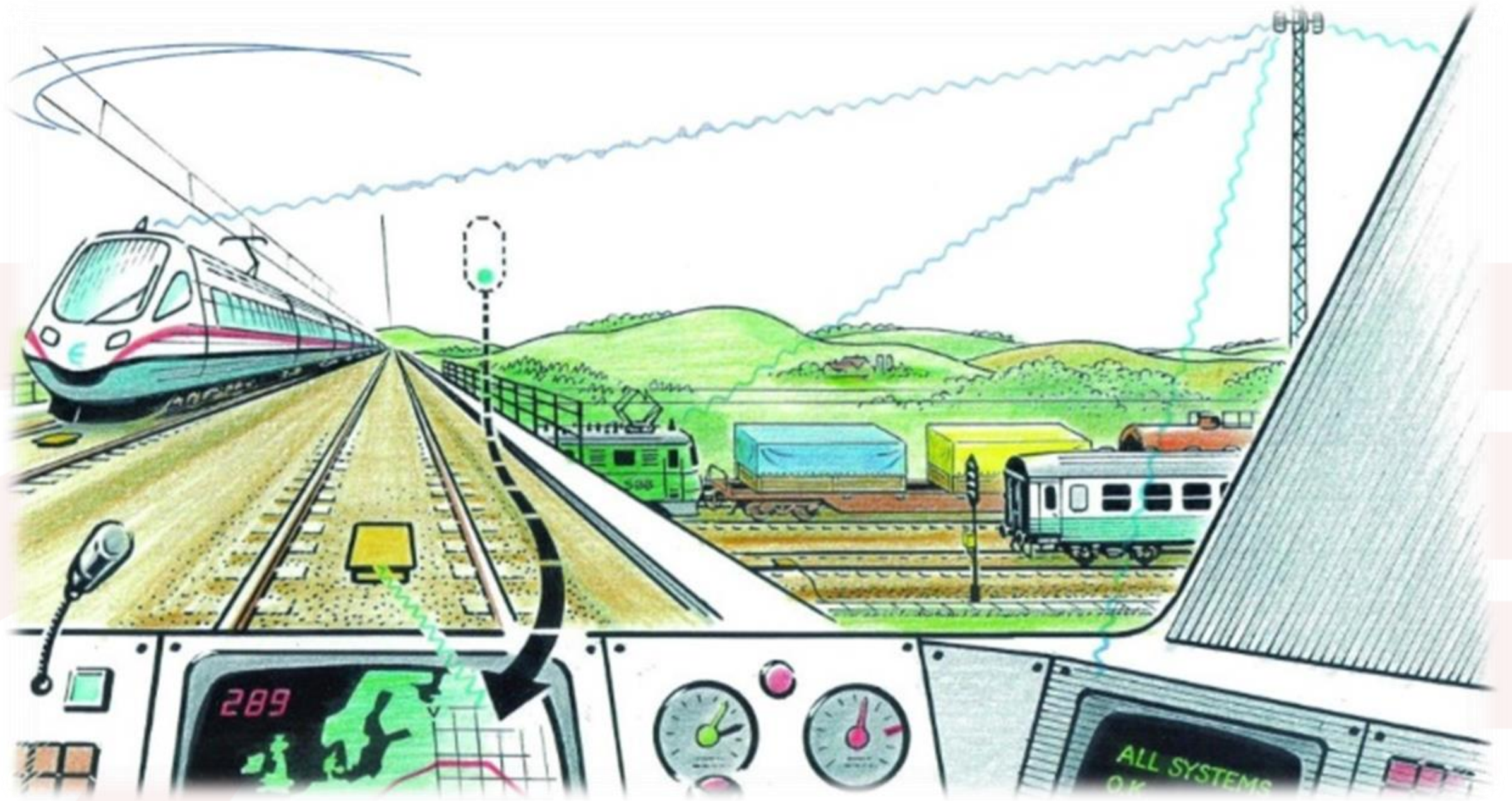
- 20 september 1839, opening spoorlijn Amsterdam – Haarlem, machinisten rijden “op zicht”
- 1878 invoering blokstelsel met armseinen
- 1938 invoering seinstelsel met lichtseinen
- 8 januari 1962 de treinramp bij Harmelen (93 doden)
- Aanleiding invoering ATB EG (Automatische Trein Beïnvloeding Eerste Generatie) in 1970
- 1995 ATB NG (Nieuwe Generatie)
- 2008 ATB Vv (Verbeterde versie)



# Waarom een Europees systeem?







# Waarom ERTMS?

- Onderdelen van het huidige ATB-systeem worden ouder, zeldzamer en duurder
- Van analoog naar digitaal, met meer functionaliteiten
  - Bv. “spoorloper” melden aan machinist via telefoon versus automatisch
- Hogere veiligheid
- Hogere capaciteit
- Makkelijker over landsgrenzen (minder systemen)



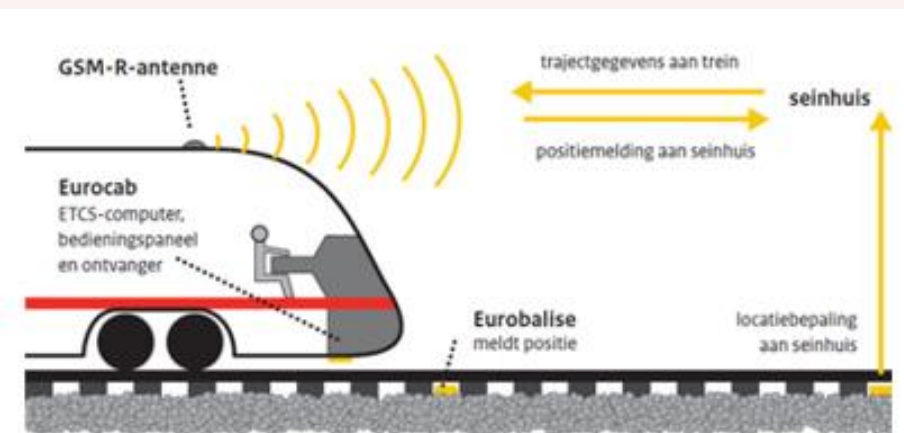




<https://youtu.be/bEqVyzkVa50>

# Wat is ERTMS?

- ERTMS (European Rail Traffic Management System) is een Europees treinbeveiliging- en besturingssysteem.
- ERTMS bestaat uit een systeem in de trein en een systeem in de infrastructuur. Door middel van bakens (balises) en telecommunicatie communiceren beide systemen met elkaar.
- ERTMS is een ICT-gebaseerd systeem en er wordt gebruik gemaakt van draadloze communicatie.
- ERTMS level 2 maakt seinen langs het spoor overbodig, de machinist krijgt alle informatie op een beeldscherm (DMI) in de cabine.
- ERTMS kan op elk moment, bij elke snelheid ingrijpen als instructies niet worden opgevolgd.





# Wat ziet een machinist



**955 km**  
Spoor

**479**  
Vrachttreinen

**846**  
Passagierstreinen



Opleiden van  
**15.000**  
professionals



Verwijderen  
**3.100**  
seinen

Verwijderen of vervangen  
**2.000**  
relais kasten

**650 km**  
glasvezel

**800 km**  
graven



Installeren van  
**15.000**  
balises



# Historie van het Programma ERTMS

2014

## ERTMS op losse lijnen

2007: Betuweroute (B2L2)  
2007: Havenspoorlijn (B2L1)  
2009: HSL (B2L2)  
2009: Asd-Ut (B2L2DS)  
2012: Hanzelijn (B2L2DS)

## Voorkeurs beslissing

Aanpassing treinen  
Aanpassen delen netwerk met ERTMS  
Baseline 3, level 2 only  
Prioriteit:  
- TEN-T  
- Drukste delen netwerk  
Vast budget: € 2,5 Mld (prijsniveau 2014)

2019

## Programma beslissing

NL brede implementatie voor 2050  
Reservering € 7 Mld voor infra  
Basis investering tot 2031

- Aanpassen treinen
- Baseline 3 level 2 only
- Gebruik van GPRS
- Focus op betrouwbaarheid
- Aanpassen 1<sup>e</sup> 7 baanvakken
- Budget € 2,5 Mld (prijsniveau 2017, € 2,3 Mld excl. BTW)

Now

## Vier jaar onderweg

- Groot deel trein ombouw gecontracteerd
- Central Safety System gecontracteerd
- Noordelijke lijnen toegevoegd
- Functionele scope uitbreiding met assentellers
- Test strategie aangepast
- Budget inschatting € 4,3 Mld (€ 3,3 Mld originele scope) (prijsniveau 2022, excl. BTW)

# Waar en wanneer komt ERTMS?

- 7 belangrijkste internationale baanvakken (TEN-T) + Noordelijke lijnen
- 2026: Ombouw Leeuwarden – Harlingenhaven
- 2031: alle 8 baanvakken omgebouwd
- 2031-'56: Landelijke uitrol (aan versnelling wordt gewerkt, o.a. ASAP = Aanbesteding Snellere AanPak)

## Programma ERTMS incl. Noordelijke Lijnen

Peter

### Legenda

- Huidige baanvakken met ERTMS
- Voorzien van ERTMS door Programma ERTMS in 2030
- Beproeven en ervaring opdoen





# Scope van treinen

## Financiële criteria, zoals vastgesteld in 2019

1. Rijdend op NL spoor;
2. Rijdend op centraal aangestuurd spoor;
3. Op ERTMS only infrastructuur (niet functioneel zonder conversie);
4. ERTMS only gedurende resterende life cycle;
5. Vrijgegeven of in bestelling voor 14 juli 2017;
6. Resterende life cycle minimaal 20 jaar per december 2024.



- Beschikbaar stellen STM blauwdruk (t.b.v. rijden op ATB)
- Aanpassing ICT systemen
- Aanpassing planning processen en systemen
- IT (cyber)security

Aantallen treinen per sector (initieel 2019)

Sector	Retrofit	Upgrade	Update	Totaal
Passagiers nationaal	502	0	198	<b>700</b>
Passagiers regionaal	54	0	0	<b>54</b>
Goederen	100	355	119	<b>574</b>
Gele Vloot	34	5	0	<b>39</b>
<b>Total</b>	<b>690</b>	<b>360</b>	<b>317</b>	<b>1.367</b>



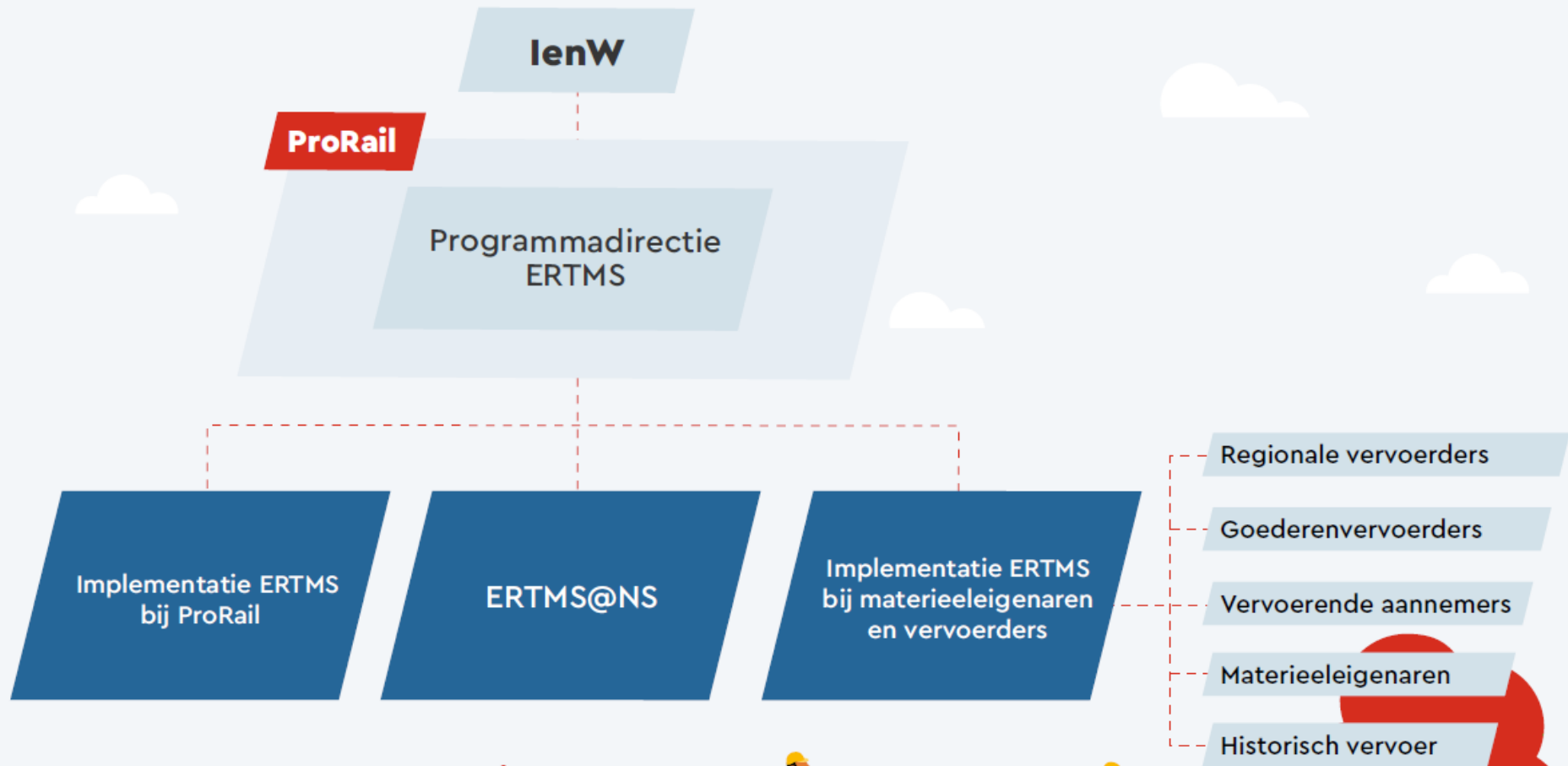
- Financiering schema:
  - Passagiers: 100%
  - Goederen/Gele Vloot: 90% prototype, 50% series
  - Combinatie CEF en overheid financiering
- Scope is zeer dynamisch:
  - Discussies goederen: kosten, maar geen directe voordelen
  - Besluit om “oude” passagierstreinen niet aan te passen, hulp (deels) hulp bij “nieuw voor oud”
  - Sommige treintypes zijn onmogelijk aan te passen
  - Autonome instroom voor treinen voorzien van ERTMS

# ERTMS en de spoorsector

- Belangrijk voor de gehele spoorsector:
  1. Personenvervoer
  2. Goederenvervoer
  3. Aannemer materieel (“Gele Vloot”)
  4. Historisch materieel (“Zwarte Vloot”)
- Vereist samenwerking vanuit de hele sector!



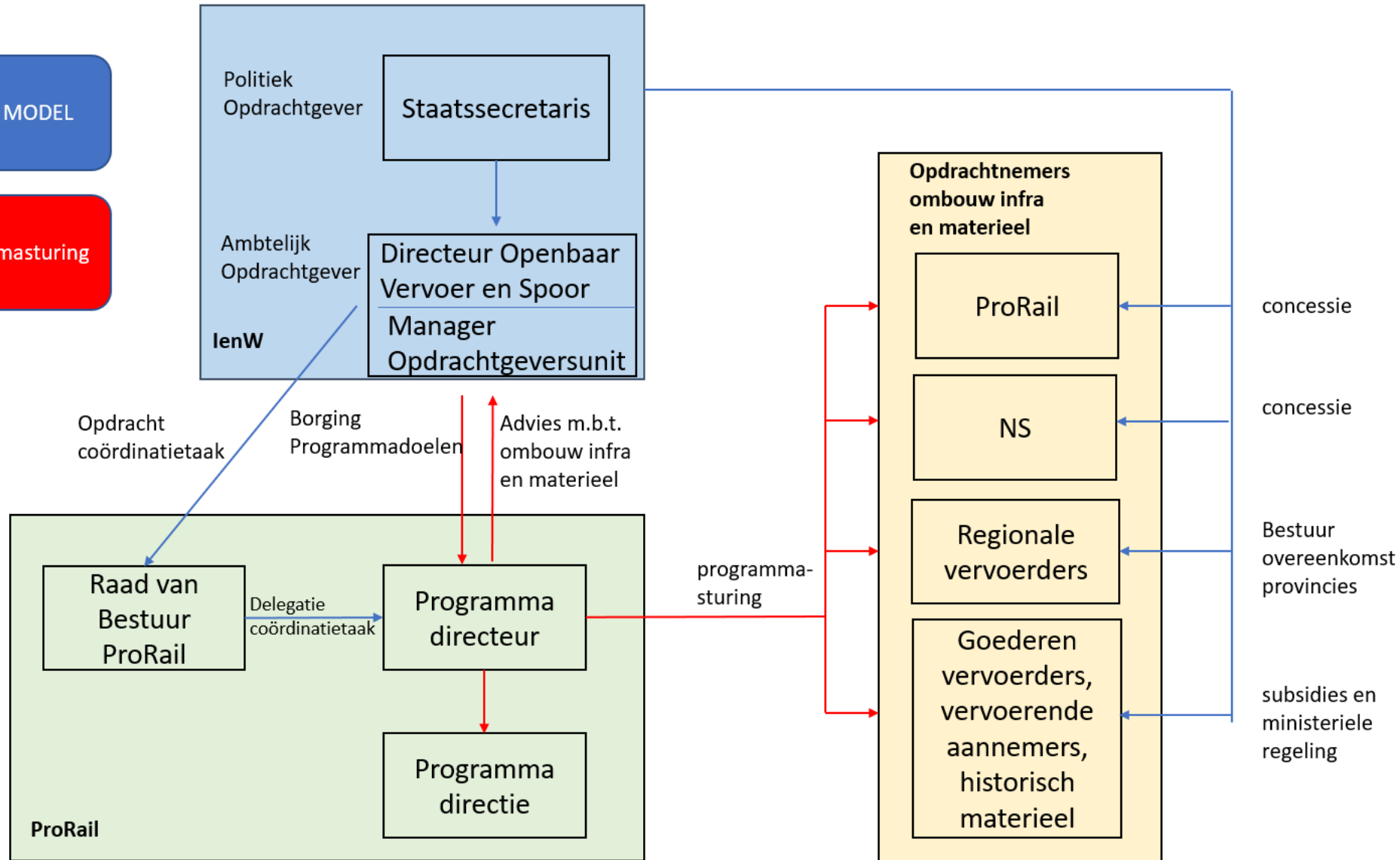
# Organisatiestructuur Programma ERTMS



# Wie is opdrachtgever en opdrachtnemer

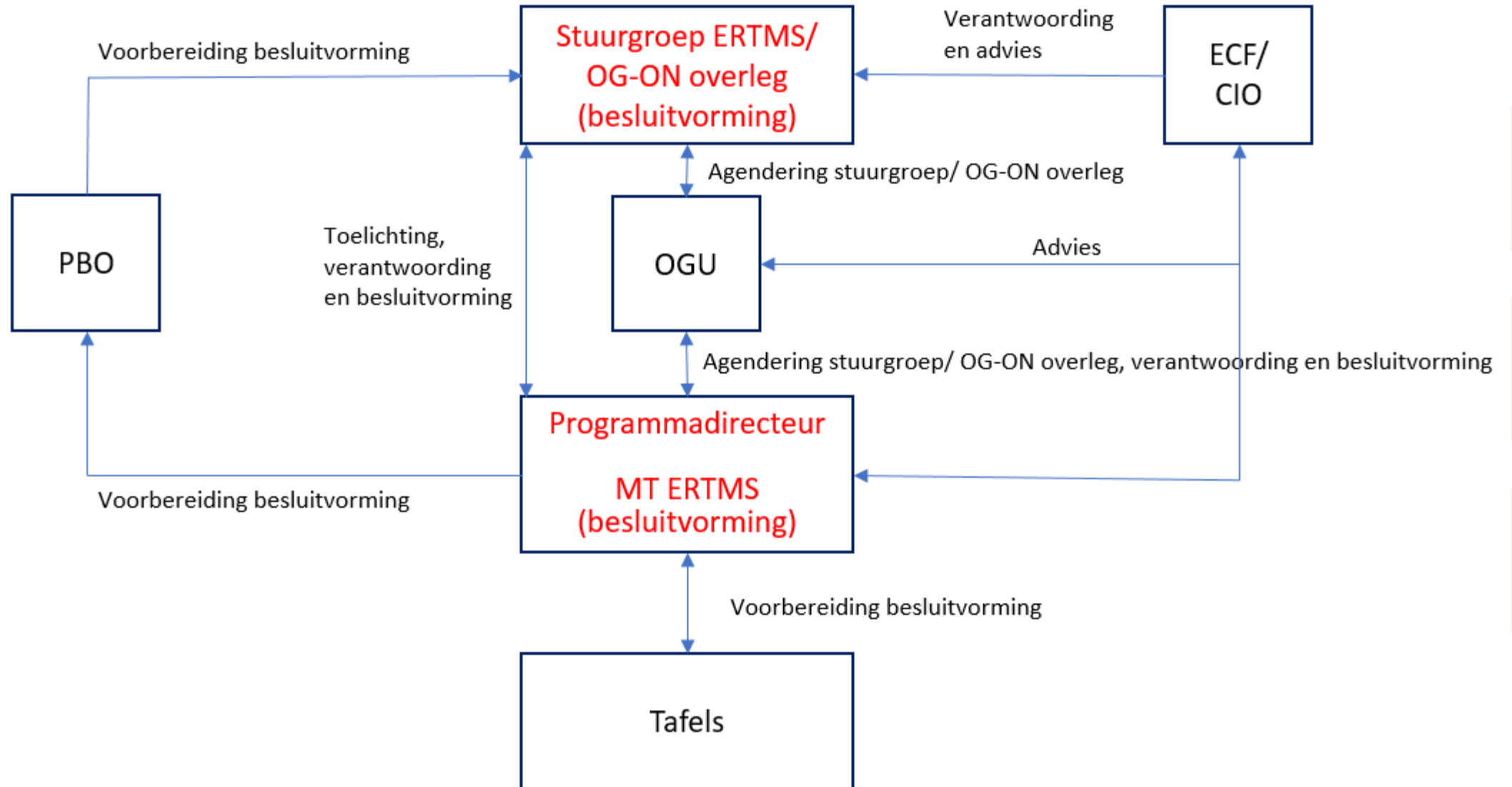
OG-ON MODEL

Programmasturing

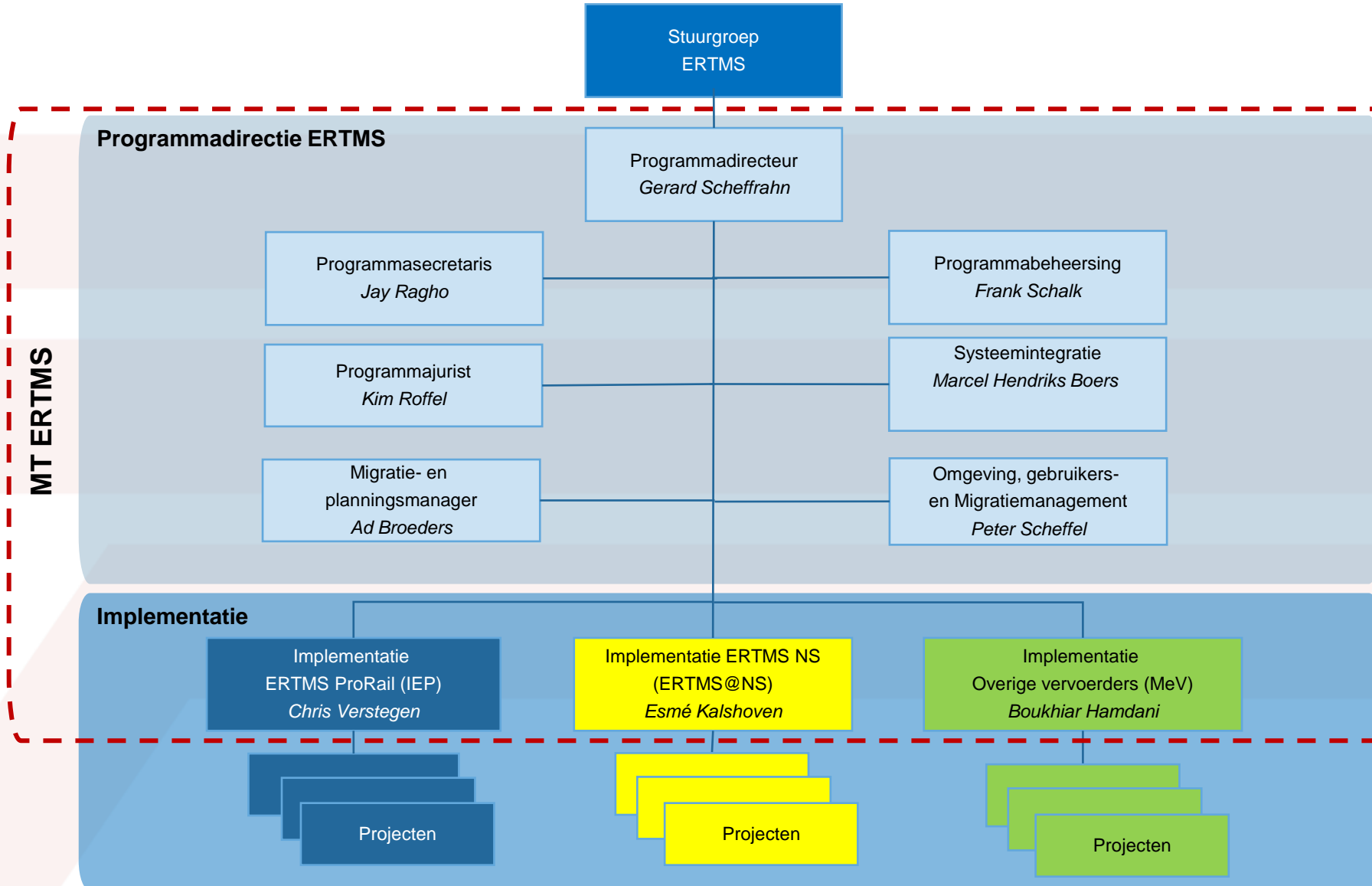




# Hoe vindt de besluitvorming plaats



# Hoe ziet het MT ERTMS eruit



# Hoe zien de sturingstafels eruit

2 Assurance boards:

- Risk Control Board
- Audit Control Board

2 Sturingstafels:

- Migratie- en planningstafel
- SI-tafel

Meerdere overlegtafels:

- Cybersecurity overleg
- Safety overleg
- Capaciteit overleg
- RAM overleg
- ROEI overleg
- Test en Simulatie overleg
- Platform Materieeltoelating

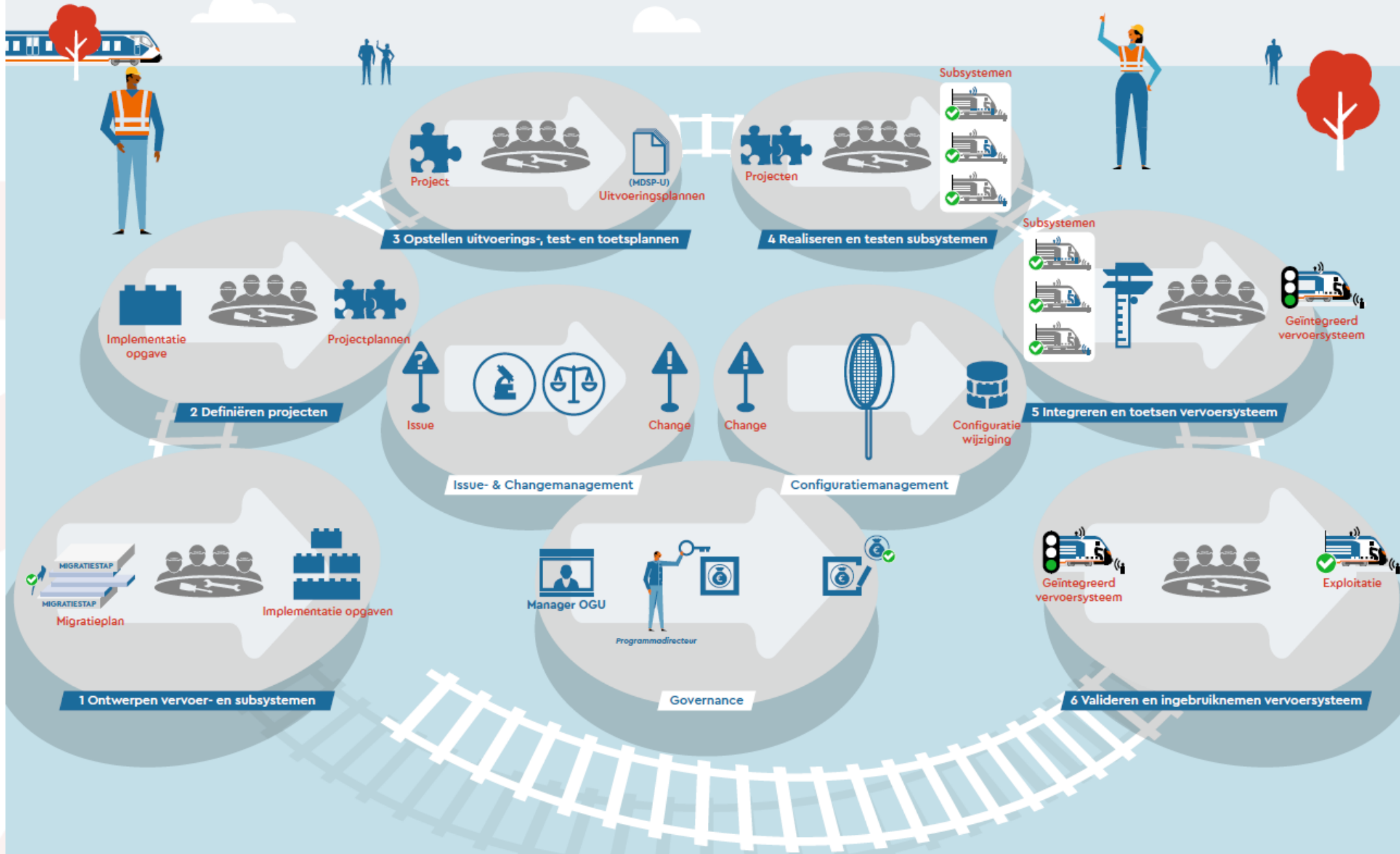


# Stellingen (ga naar Menti.com: 3684 9152)

1. ERTMS is geen groot project, geen groot programma, maar een transitie voor de gehele spoorsector (a la energietransitie)
2. Het internationale karakter maakt het complexer dan nodig is; elk land zou zijn eigen spoorwegtechnologie moeten ontwikkelen
3. De menselijke factor zal altijd een cruciale rol spelen in de treinbediening, zelfs met geavanceerde automatisering zoals ERTMS
4. *Met ERTMS kan reizigers, goederen en Europees spoorvervoer maximaal groeien*
5. *ERTMS gaat zeker de capaciteit, betrouwbaarheid en veiligheid van het spoor verhogen*
6. *ERTMS is zodanig divers en complex dat er geen Risicomanagement nodig is, het is toch te ongrijpbaar*



# Totstandkomingsproces



# Teststrategie Vervoersysteem ('van klein naar groot')

- Leeuwarden – Harlingen-haven
- Hanzelijn
- Kijfhoek-Belgische grens
- Hierna (streven) 'standaard werk': OV-SAAL

## 5 fases van testen en beproeven

1. Simulaties en testen met leveranciers in test lab
2. Technische testen op de infra (geen passagiers)
3. Operationele testen met speciaal personeel (geen passagiers)
4. Operationele ritten met regulier personeel (geen passagiers)
5. Commerciële validatie (met passagiers)

# KPI's

Systemindicatoren voor de vijf beleidsdoelen	Voorzien resultaat
<b>Interoperabiliteit</b>	
S1: aantal transitie ATB-ERTMS v.v. (maximum in mln. per jaar)	1,35
S2: % trein km onder ERTMS op Nederlands netwerk	34%
S3: % internationale treindiensten ERTMS only voor personen	31%
S4: % internationale treindiensten ERTMS only voor goederen	93%
<b>Veiligheid</b>	
S5: Aantal STS-passages per jaar	-12
S6: Aantal overwegen uitgerust met Constant Warning Time (CWT)	17
<b>Capaciteit en snelheid</b>	
S7: De gemiddelde rijtijdverandering per trein als gevolg van optimalisatie van de snelheid onder ERTMS (in procenten van totale rijtijd, gemiddelde van alle treinen) t.o.v. referentie	-1,7%
S8: De gemiddelde rijtijdverandering per trein als gevolg van het rijden met 160 km per uur (in seconden per trein, gemiddelde van alle treinen) t.o.v. referentie	-3
S9: De gemiddelde rijtijdverandering per trein als gevolg van het vermijden van uitbuigingen (in seconden per trein, gemiddelde van alle treinen) t.o.v. referentie	-2
S10: De gemiddelde verandering in opvolg- en overkruistijden per trein op knooppunten (in seconden per trein, gemiddeld over alle treinen op overstapstations) t.o.v. referentie	-5
<b>Betrouwbaarheid</b>	
S11a: Aankomstpunctualiteit IC-treinen met ERTMS (%punt punctualiteit t.o.v. referentie)	+ 3,2%
S11b: Treinvertragingstijd a.g.v. infrastructuur en materieel t.o.v. referentie	0%

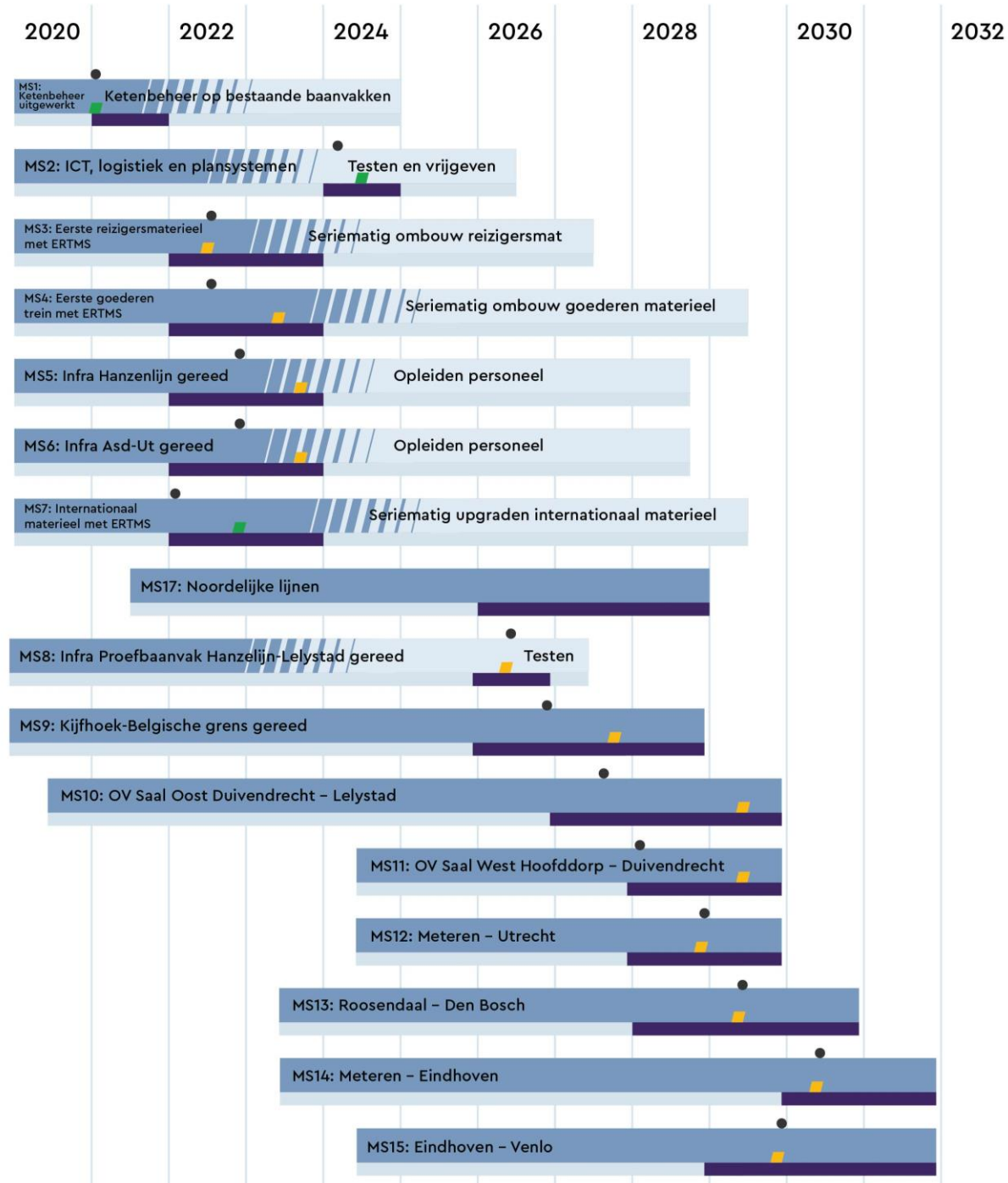
# Mijlpalenplanning

## Legenda

- Volgens baseline
- Aandacht
- Migratiestap
- Te verrichten werkzaamheden
- Bandbreedte
- Planning programmabeslissing



Programma ERTMS  
Situatie 30 juni 2022



# Overzichtsplanning

2019	2020	2021				2022				2023				2024				2025				2026				2027				2028				2029				2030	2031
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4		

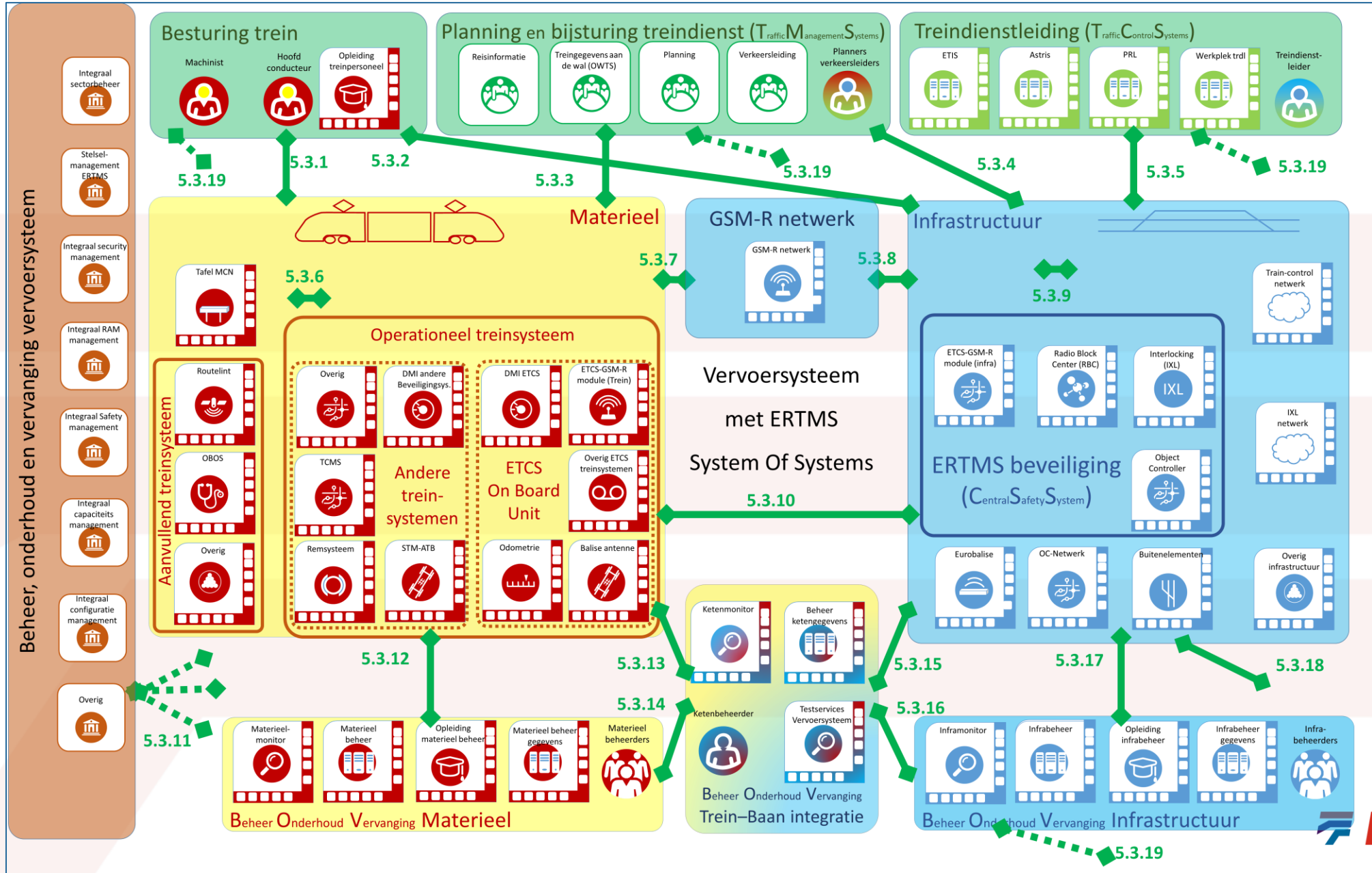
Operatie																																					
Implementatie Ketenbeheer	voorbereiding	1	Inrichten voor	bestaande baanvakken ERTMS																beschikbaar voor nieuwe baanvakken ERTMS																	
NS	voorbereiden vervoer en instandhouding																																9	beschikbaar			
NS																	5/6 opleiden en ervaringsleren																9	beschikbaar			
ProRail Verkeersleiding	veranderprogramma en trainingen																																9	beschikbaar			
Arriva Qbuzz																	opleiden																9	beschikbaar			
Goederenvervoerders																	opleiden																9	beschikbaar			
Goederenvervoerders (rangeren)																	opleiden																9	beschikbaar			
Vervoerende aannemers (gele vloot)																	opleiden																9	beschikbaar			
Operatie Historisch Materieel (zwarte vloot)																	opleiden																9	beschikbaar			

Materieel																																												
Retrofit Upgrade NS																																												
VIRM	aanbesteding																ontwikkeling								seriematige ombouw										9	beschikbaar								
SLT																	aanbesteding								ontwikkeling								seriematige ombouw										9	beschikbaar
Flirt																	aanbesteding								ontwikkeling								seriematige ombouw										9	beschikbaar
SNG/ICNG																	seriematige ombouw																3	beschikbaar										
Upgrade Goederen (CEF)	voorbereiding																								4 seriematige upgrade goederen										9	beschikbaar								
Retrofit Arriva en Qbuzz																	aanbesteding								ontwikkeling								3 seriematige ombouw										9	beschikbaar
Retrofit Aannemers Materieel	ontwikkeling / ombouw																								4 ombouw										9	beschikbaar								
Upgrade Internationaal Materieel																	7																											

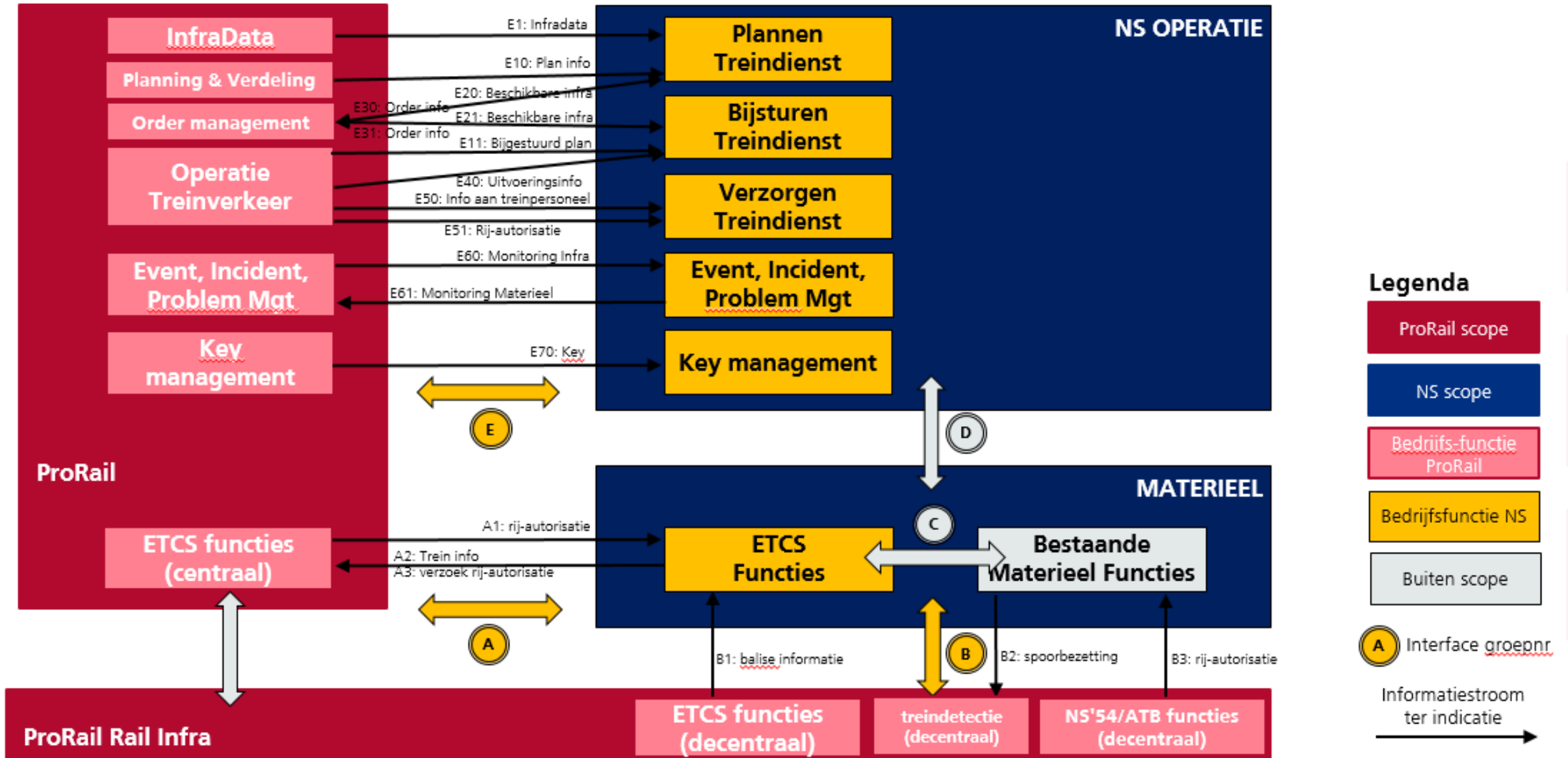
Infrastructuur																																																														
<b>Centraal Systeem</b>																																																														
Central Safety System (CSS)	aanbesteding																ontwikkeling								testen								beschikbaar																													
Aanpassing logistieke systemen	ICT logistiek ontwikkelen																								2								testen										beschikbaar																			
<b>Ombouw Baanvakken</b>																																																														
Aanpassen Hanzelijn voor ervaringsleren	voorbereiding																ombouw								5										beschikbaar voor ervaringsleren																											
Aanpassen Amsterdam – Utrecht voor ervaringsleren	voorbereiding																ombouw								6										beschikbaar voor ervaringsleren																											
Baanvak Leeuwarden – Harlingen Haven																	ontwerp																		testen										17/1	beschikbaar																
Baanvak Proefbaanvak (Hanzelijn + Lelystad)	ontwerp																																ombouw										8										beschikbaar voor proefbedrijf									
Baanvak Kijfhoek – Belgische Grens	ontwerp																																ombouw										testen								9										beschikbaar	
Baanvak OY SAAL	ontwerp																																ombouw										testen								10/11										beschikbaar	
Baanvak Noordelijke Lijnen																	ontwerp																ombouw										testen								17										beschikbaar	



# Architectuur



# Functionele Architectuur



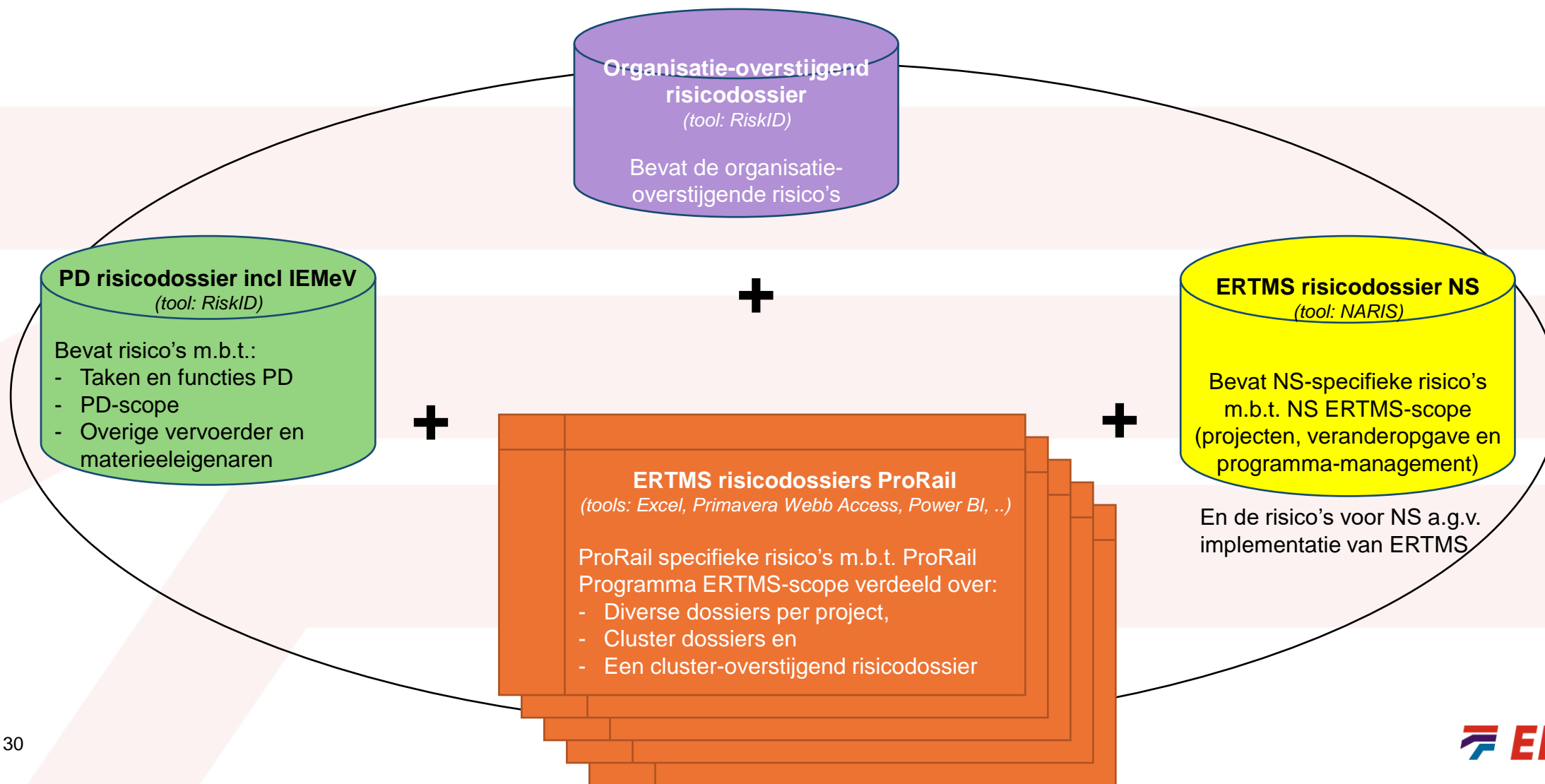
# Stellingen (ga naar Menti.com: 3684 9152)

1. *ERTMS is geen groot project, geen groot programma, maar een transitie voor de gehele spoorsector (a la energietransitie)*
2. *De menselijke factor zal altijd een cruciale rol spelen in de treinbediening, zelfs met geavanceerde automatisering zoals ERTMS*
3. *Het internationale karakter maakt het complexer dan nodig is; elk land zou zijn eigen spoorwegtechnologie moeten ontwikkelen*
4. **Met ERTMS kan reizigers, goederen en Europees spoorvervoer maximaal groeien**
5. **ERTMS gaat zeker de capaciteit, betrouwbaarheid en veiligheid van het spoor verhogen**
6. **ERTMS is zodanig divers en complex dat er geen Risicomanagement nodig is, het is toch te ongrijpbaar**

# Doelstelling Risicomanagement Programma ERTMS

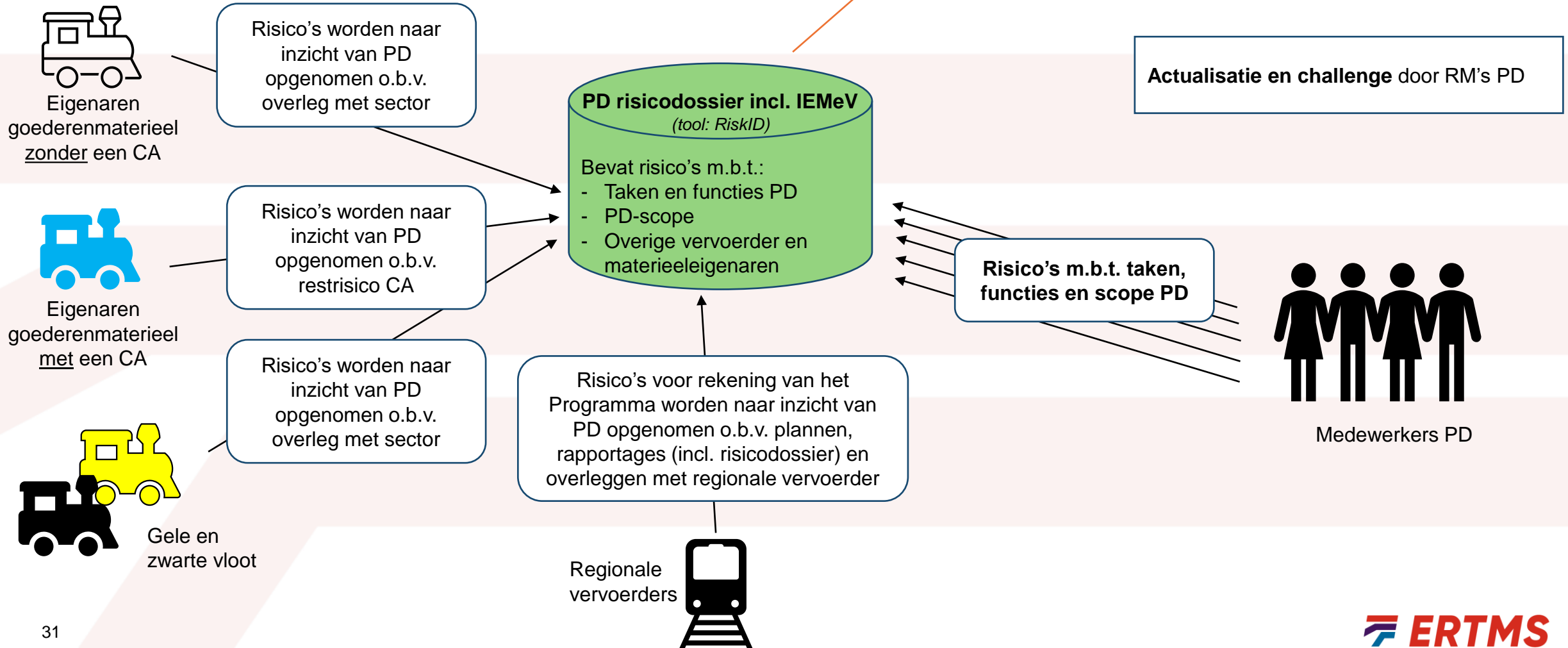
- Ondersteunend aan Programma- EN Projectmanagement
- Actieve sturing op risico's t.a.v. doelstellingen planning, kosten en scope
- Programmabreed risicoprofiel (effect afzonderlijke risico's op gehele programmadoelstellingen)
- Afwegingen en besluiten t.a.v. beheersmaatregelen op juiste moment en juiste managementniveau
- Eenduidige rapportage over risico's, waarbij ontwikkelingen worden toegelicht en gemaakte keuzes worden onderbouwd (verantwoording)

# Overzicht risicodossiers Programma ERTMS

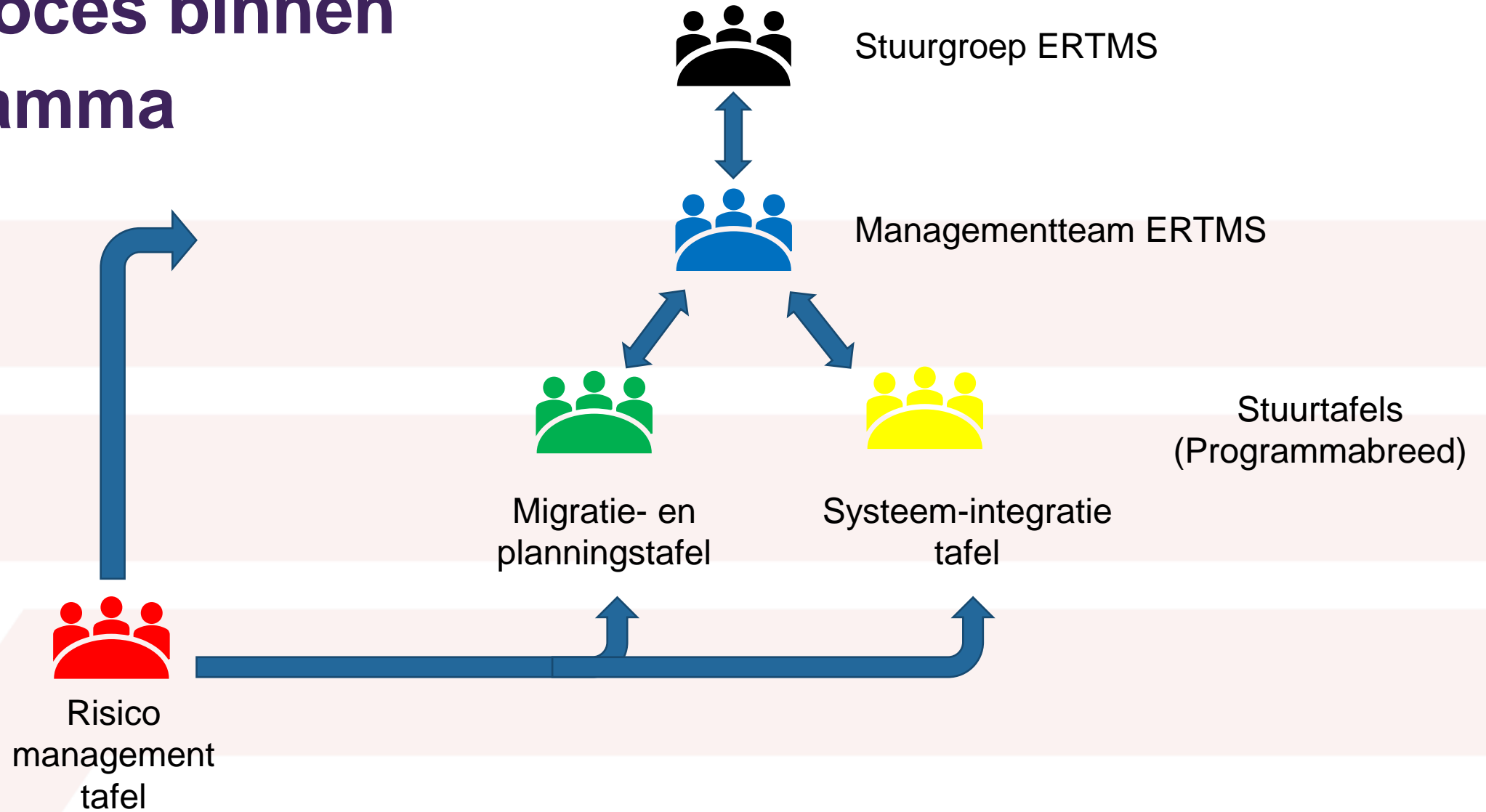




# Risicodossier PD



# RM-proces binnen Programma



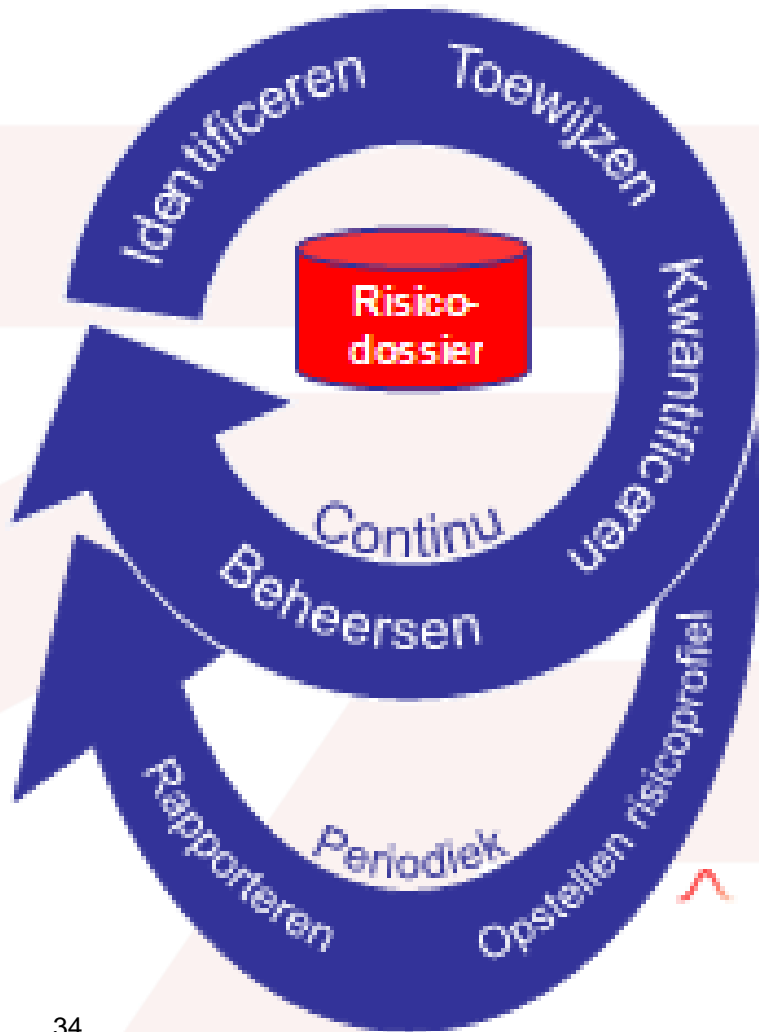
# RM-proces

Het identificeren, toewijzen, kwantificeren en beheersen van risico's vindt plaats middels interviews, plenaire sessies per partij of thema-gewijs binnen programma

Risico's worden toegewezen aan een eigenaar én een beheerder. Als eigenaar kan alleen een lid van het MT ERTMS worden aangewezen

Besluitvorming vindt afhankelijk van het betreffende onderwerp plaats volgens de verantwoordelijkheden binnen het programma of via het MT ERTMS

# RM-proces en -tooling



The screenshot shows the RISKID web application interface. On the left is a dark sidebar with a navigation menu under 'Algemeen dashboard' (General dashboard), including sections for 'Organisatie overstijgend' (Cross-organizational), 'PD ERTMS', 'Regionale vervoerders', and 'Test registers RiskID'. The main content area displays a 'PD Risicodossier' (PD Risk dossier) with a list of risk items, each with a checkbox and a progress indicator (colored dots). A table of risk items is visible, with the following data points:

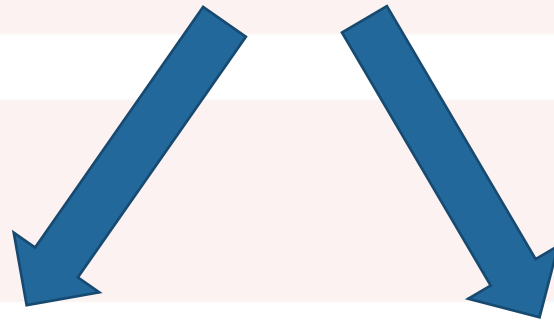
ID	Description	Progress
116	Als de	50
42	Binnen	48
143	Gele v	48
107	Het nie	35
142	Ombou	35
49	De tec	30
86	Er wor	30
108	Omgeb	32
122	De kos	30
20	Er is ge	20
55	Het do	20
83	Er is ge	20
160	Minder	20
101	Te late	18
159	Vertrag	18
167	ProRail	18
170	Aanpas	18
174	Opstar	18
175	Niet tij	18
117	Eigena	28
46	In best	24
8	Kwalite	24

On the right side of the interface, there is a 'Score' section showing 'Geen score' (No score) and a 'Huidig risico' (Current risk) section with a line chart. The chart shows 'Huidig risico' (Current risk) and 'Target' (Target) over time from 2023-02-24 to 2023-07-10. Below the chart is a table with input fields for K, G, T, C, V, R, and S, all set to 0.

# Prognose Eindstand: (on)benoemd onvoorzien

Voor elk  
(opstart)project:

**%  
Onvoorzien**



%-onvoorzien gebaseerd op ervaringscijfers en (gechallengde) inzichten cost-engineer afhankelijk van:

- fase waarin het project zit
- type project (infrastructuur, ICT, materieel, opleiding,, ..)
- type werk (simpel vs. complex, herhalend vs. 1-malig, regulier vs. innovatief, ...).

## Benoemd onvoorzien

Financiële verwachtingswaarde gebaseerd op info uit risico registers

## Onbenoemd onvoorzien

Restant van %-onvoorzien

Controle op verhouding tussen benoemd / onbenoemd → als deze te hoog is dan moet %-onvoorzien opgehoogd worden



Bijlage – ervaringscijfers/richtlijn verhouding benoemd/onbenoemd

Beslisniveaus MRT / Kernproces ProRail	Variatiecoëfficiënt	Risicoreservering als % van de Voorziena kosten 1) (conform SSK)	Verdeling post risicoreservering	
			Benoemd	Onbenoemd
		30% - 20%	20%	80%
Verkenning	25%	20% - 10%	40%	60%
Planuitwerking	15%	15% - 5%	50%	50%
Realisatie 2)				

1) Voor Control. De "Voorziena kosten" betreffen de nog te betalen kosten

2) Risicoreservering als % van de Voorziena kosten is onderverdeeld naar verschillende stappen conform onderstaande tabel

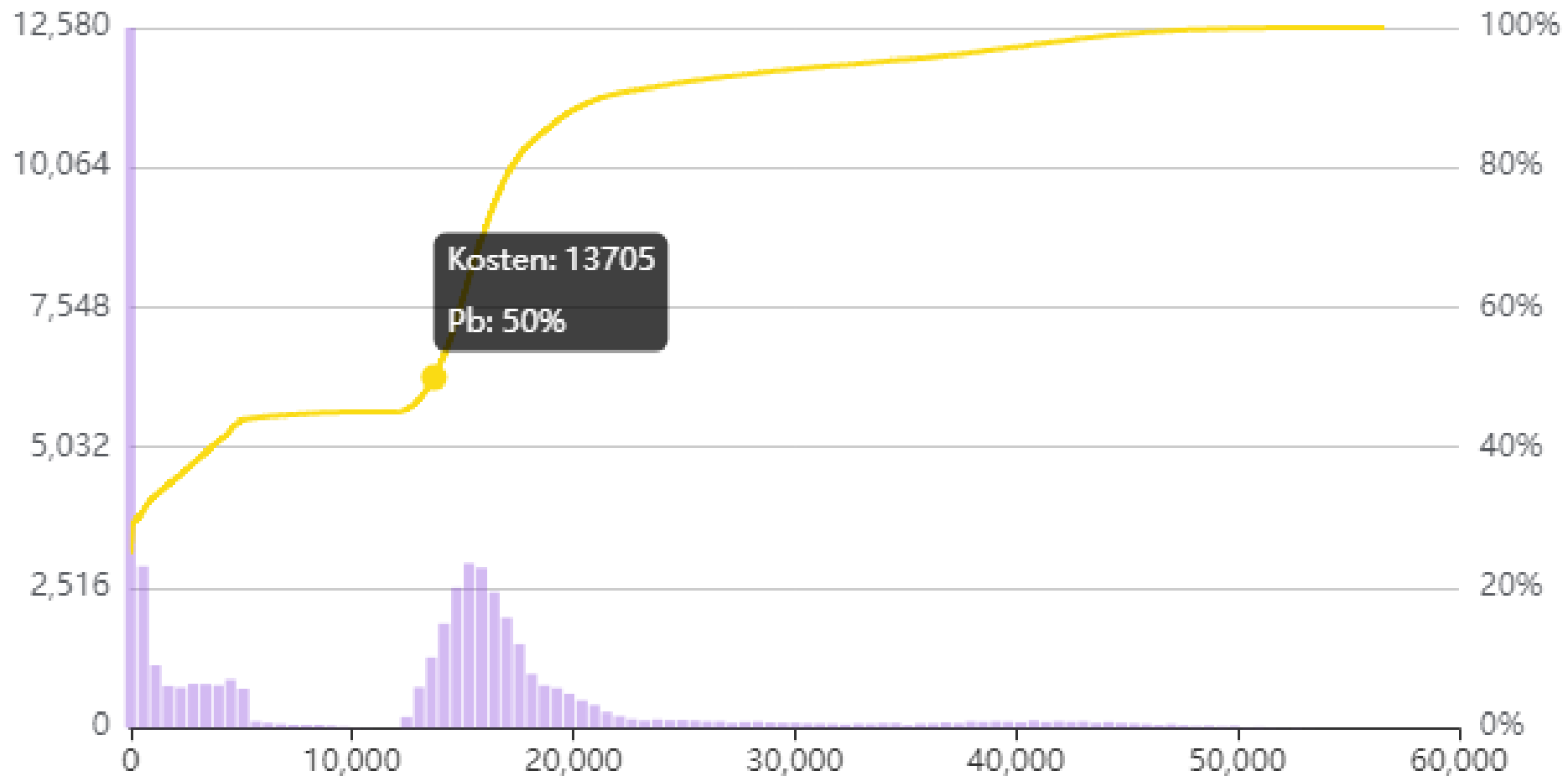
Realisatie	Projectbeslissing	15%	
	Start uitvoering	15% - 10%	(afhankelijk van aanbestedings- contractvorm)
	Indienststelling	≤ 5%	(afhankelijk van mogelijke claims e.d.)

[Bron: Bovenstaande tabel staat in "Handboek Projectcontrol"]



# Benoemd onvoorzien (*fictieve situatie*)

Individuele risicoscenario's Cumulatieve kans



# Probabilistische Planning Analyse (PPA)

## Doelstelling van de PPA

- Stuurinformatie bieden aan alle betrokken partijen
- Bepaling bandbreedtes voor stuurmijlpalen, te berekenen met Stuurgroep ERTMS

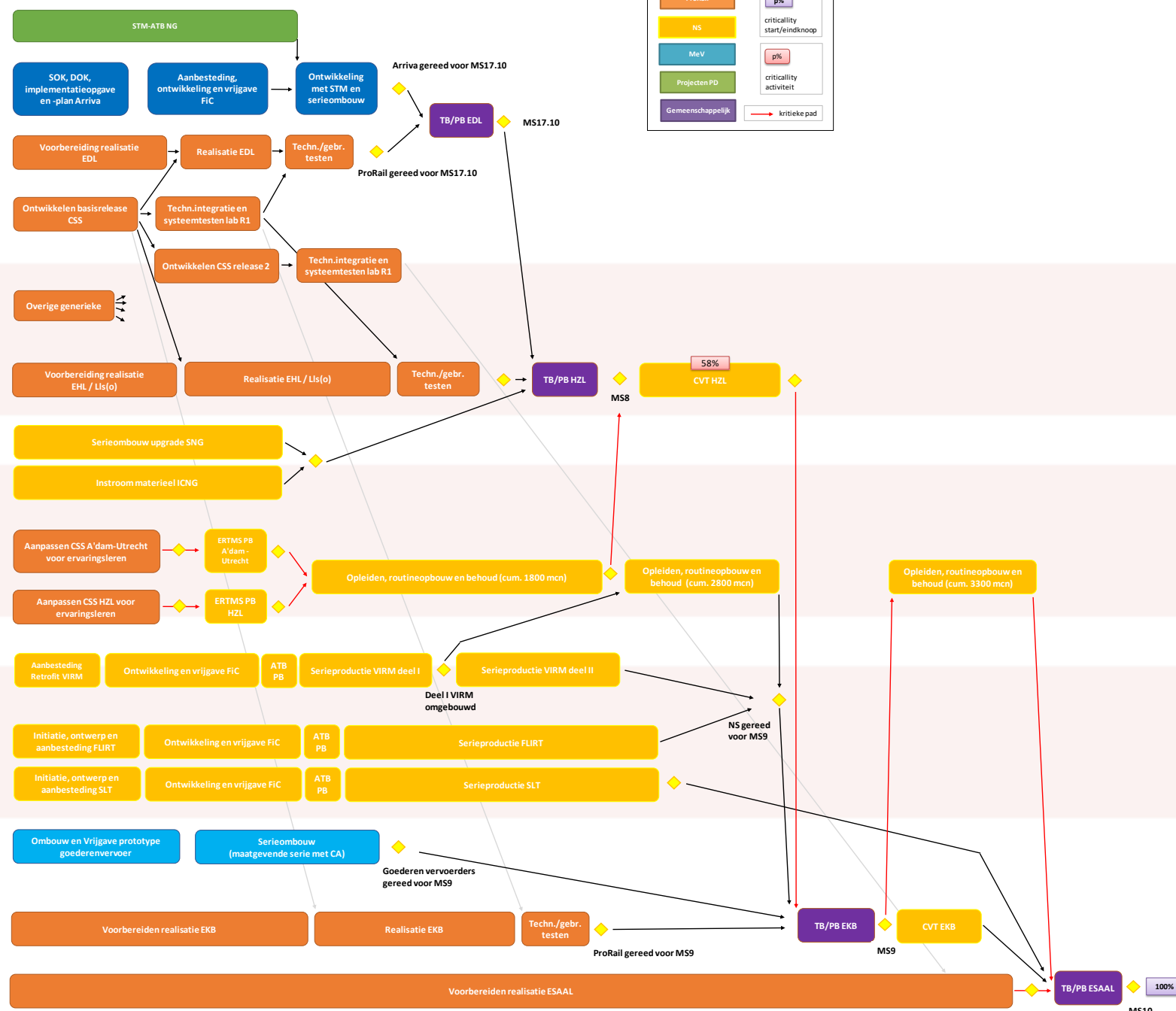
## Basisprincipes

- Analyse op abstractieniveau Masterplanning (incl. afhankelijkheden organisaties)
- Gebruikmakend van project-PPA's en planningsrisico-informatie opgenomen in risicodossiers
- Op basis van actuele voortgang
- Risico's met een kans van optreden kleiner dan 1% worden niet meegenomen
- Afbreukrisico's worden niet gekwantificeerd (cruciale afwijking waardoor gehele planning wijzigt)

# Schematisering Masterplanning m.b.t. Migratiestap 10 inclusief criticality

Masterplanning versie 7.0  
Schematisering d.d. juni 2022

- Materieel NLL
- EDL
- Generieke systemen
- Proefbak HZL
- Materieel
- Ervaringsleren
- Materieel
- EKB
- ESAAL

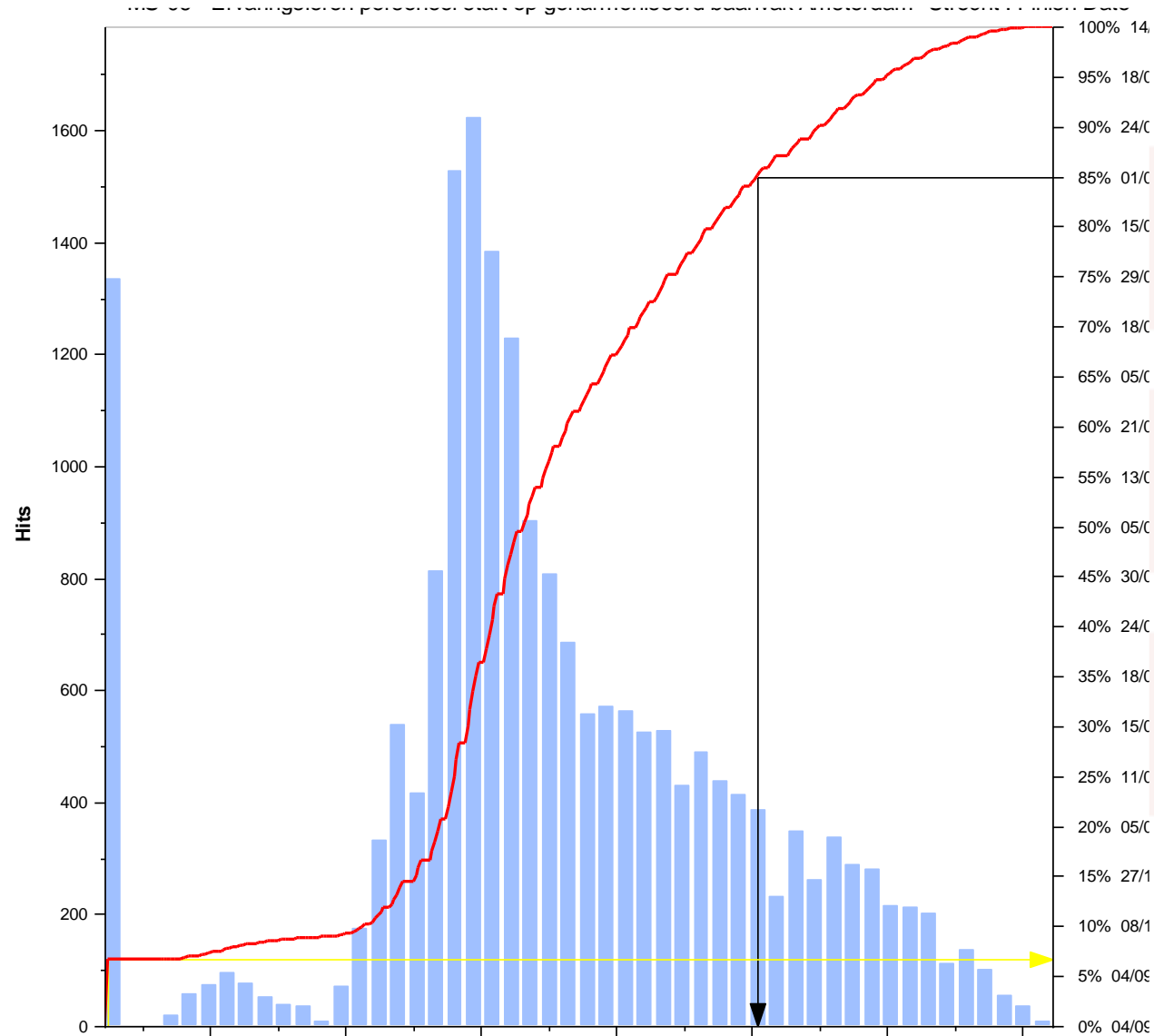


**Legenda**

ProRail	p%
NS	criticality start/eindknoop
MeV	p%
Projecten PD	criticality activiteit
Gemeenschappelijk	→ kritieke pad



# Probabilistische Planning Analyse *fictieve situatie*)



# Ongewenste topgebeurtenissen

## De randvoorwaarden

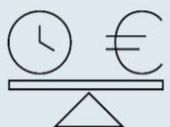
A

Organisatie en samenwerking is onvoldoende



B

Onbalans tussen financiële dekking en kosten



D

Niet conform plan omgebouwd en/of geïmplementeerd NS reizigersmaterieel



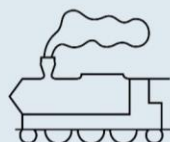
C

Negatieve externe invloed op het ERTMS programma



E

Niet conform plan omgebouwd en/of geïmplementeerd materieel van materieleigenaren en vervoerders



F

Niet conform plan omgebouwde infra



G

Niet tijdig en zorgvuldig genomen migratiestappen



H

De per migratiestap opgeleverde processen/systemen zijn onvoldoende geschikt voor gebruik



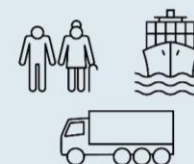
I

De blijvende werking, cyber security en mogelijke uitbreiding van ERTMS zijn onvoldoende geborgd



J

Hinder (beleving) voor reizigers en verladers







**Contactpersoon:**

Peter Bakker

[Peter.Bakker@ertms.nl](mailto:Peter.Bakker@ertms.nl)

06 – 2054 3170

# Stellingen (2 maal 3 stellingen ‘tussendoor’ met Mentimeter)

1. De hoge kosten van ERTMS-uitrol wegen niet op tegen de voordelen op het gebied van veiligheid en efficiëntie
2. De menselijke factor zal altijd een cruciale rol spelen in de treinbediening, zelfs met geavanceerde automatisering zoals ERTMS
3. Het internationale karakter van ERTMS maakt het complexer dan nodig is; elk land zou zijn eigen spoorwegtechnologie moeten ontwikkelen
4. ERTMS is geen groot project, geen programma maar een transitie (voor de spoorsector)
5. Betrouwbaarheid is (bij het ERTMS programma) hetzelfde als bedrijfszekerheid/RAMS en dat is een betere term
6. Digitale technieken zijn veel beter dan analoge technieken.
7. Je hebt misschien dan wel meer functionele mogelijkheden met ERTMS, maar geef ons toch maar het oude vertrouwde ATB (zegt menig machinist).
8. ERTMS gaat zeker de capaciteit, betrouwbaarheid en veiligheid van het spoor verhogen.
9. ERTMS is zodanig divers en complex dat er geen Risicomanagement nodig is, het is toch te ongrijpbaar
10. Met ERTMS kan reizigers, goederen en Europees spoorvervoer maximaal groeien