

# Uitdagingen en ontwikkelingen in het spoorbrugbeheer



**Ron van der Zwan**

Systeemmanager Civiele constructies  
ProRail Asset Management

Bruggen Festival 2025



**ProRail**

Verbindt. Verbetert. Verduurzaamt.

# Uitdagingen en ontwikkelingen in het spoorbrugbeheer

Basis kwaliteitsniveau  
Duurzaamheid  
Einde technische levensduur  
Digital twin  
Oplopende kosten  
Kennisborging  
Data gedreven werken  
Aantoonbaar constructief veilig  
Klimaatadaptie  
Conditie buiten bekend?  
Degeneratie houten paalfundaties  
Inspecteren met drones  
Data niet op orde  
Duurzaam beton  
Hergebruik materialen

# Inhoud presentatie

1. Het spoorbruggenareaal
2. Toelating treinmaterieel en constructieve veiligheid
3. Houten paalfundaties
4. Datagedreven werken
5. Levensduur van spoorbruggen
6. Huidig inzicht van de renovatie- en vervangingsopgave

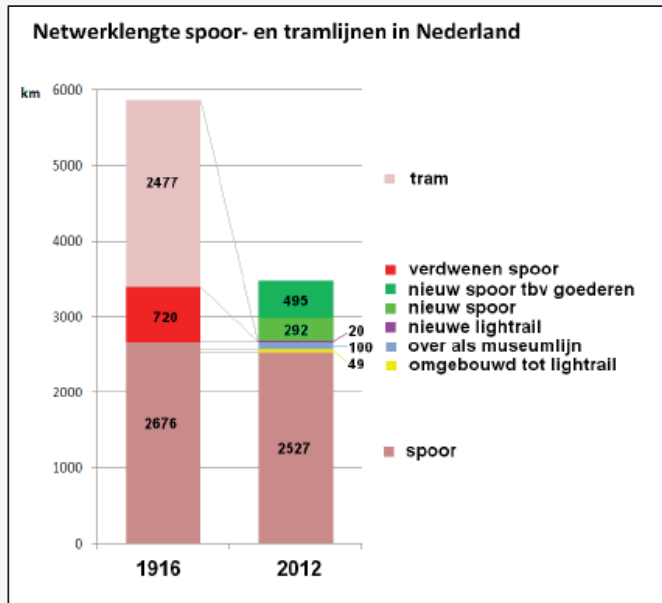


# 1. Het spoorbruggenareaal

Bruggen Festival 2025



# Ontwikkeling spoorwegnet

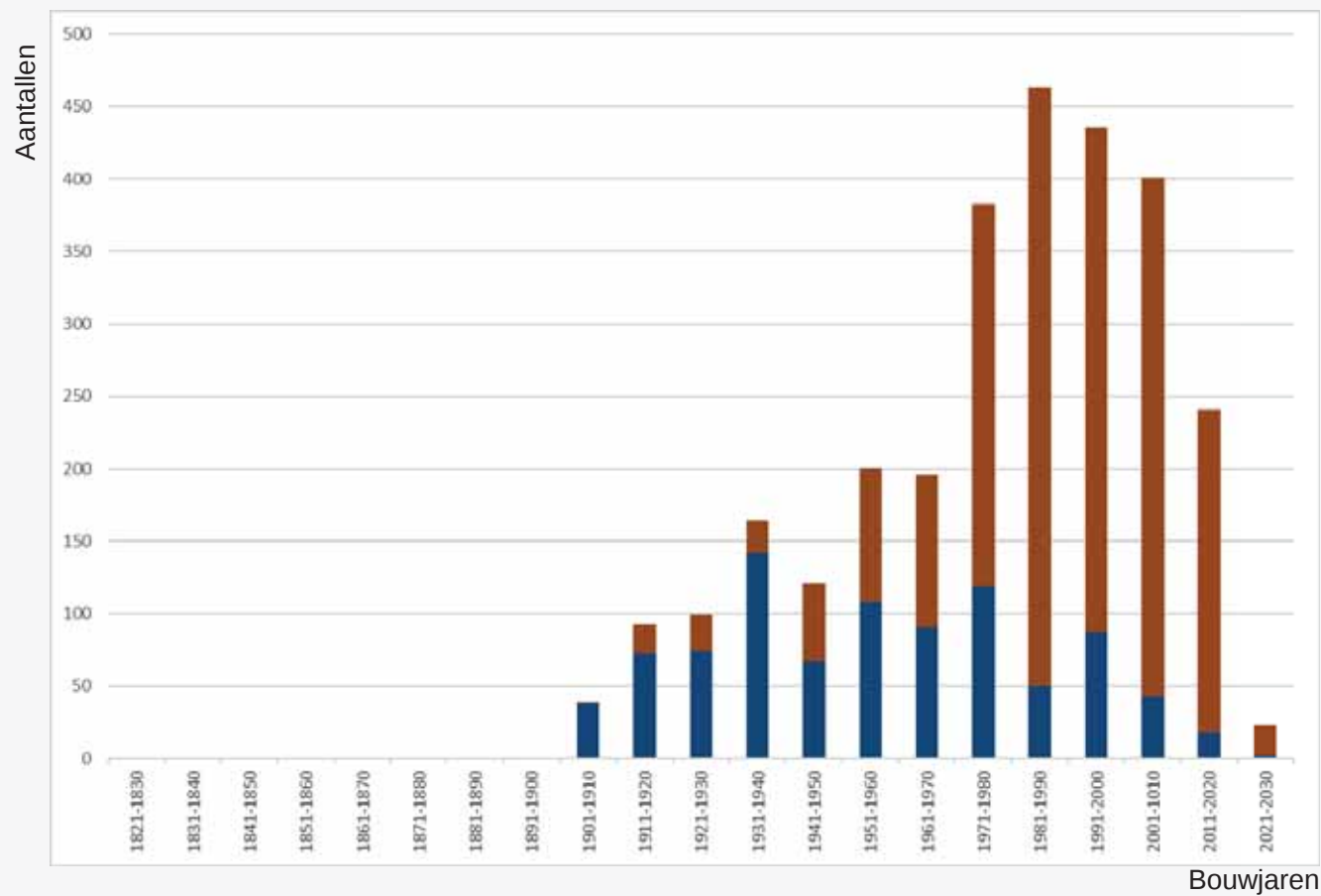


# Kijken naar het verleden



Spoorviaduct Zijlweg Haarlem  
Bouwjaar 1904

# Bouwjaren en aantallen (1)



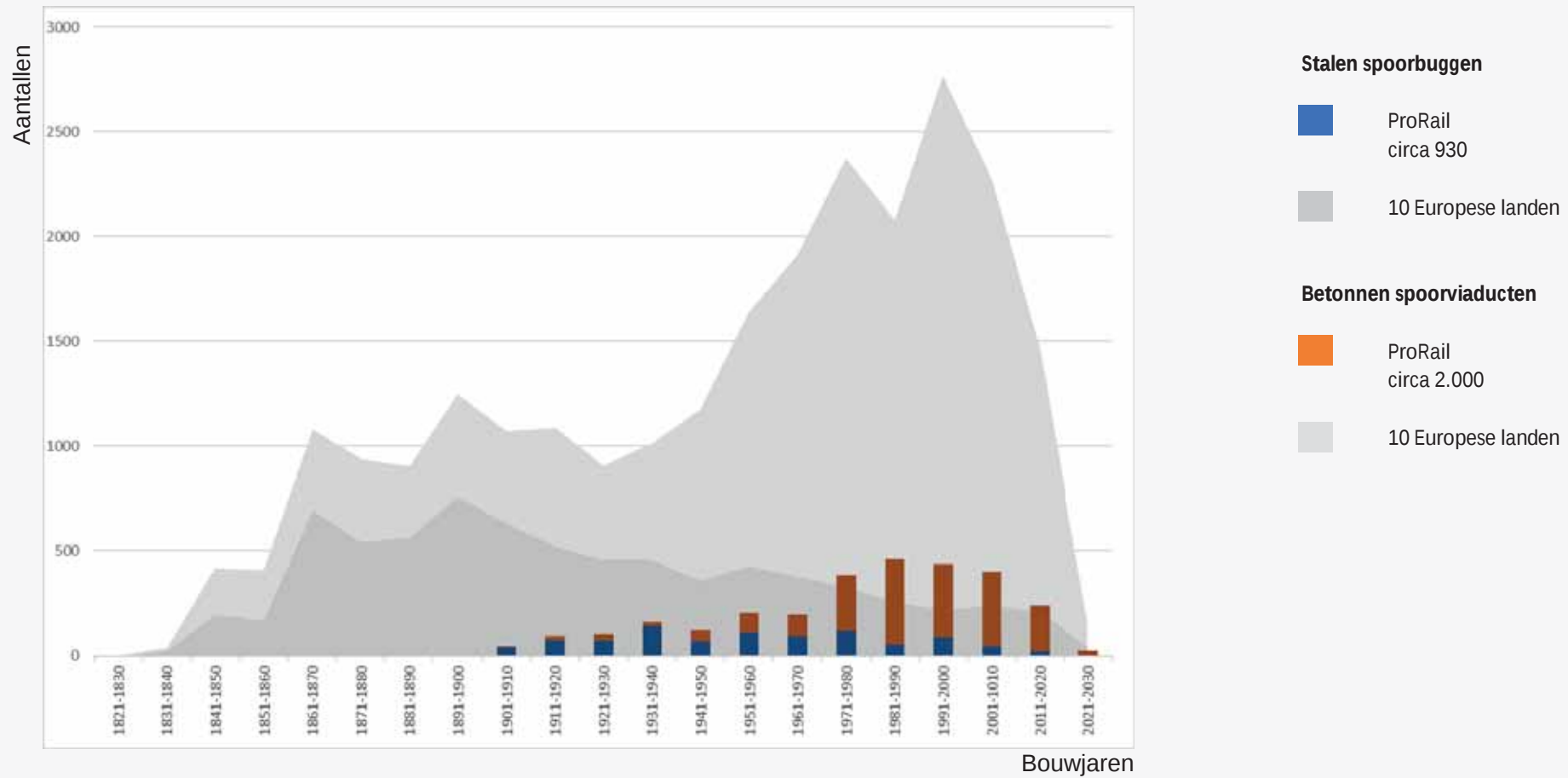
## Stalen spoorbuggen

ProRail  
circa 930

## Betonnen spoorviaducten

ProRail  
circa 2.000

## Bouwjaren en aantallen (2)



# Aanleg, uitbreiding en herstel

## Spoorbruggen over de Waal bij Zaltbommel



1865 Eerste aanleg



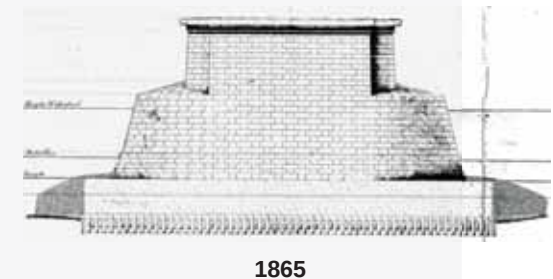
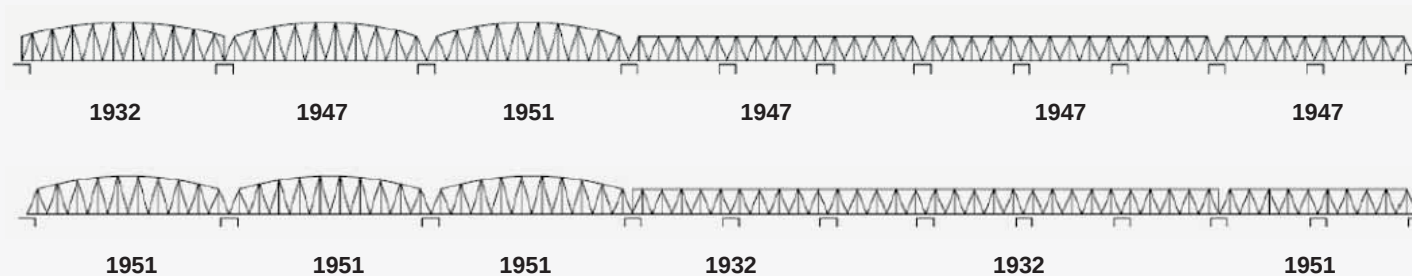
1933 Tweede spoor



1940 en 1944 Vernielingen



Huidige situatie



1865

# Voorzichtigheid met nieuwe technieken/ontwikkelingen

## Voorbeeld: van geklonken naar gelaste constructies

|                          |                             | 1950 | 1960 | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 | 2010 |
|--------------------------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Samengestelde profielen  | Geklonken of gebout         |      |      |      |      |      |      |      |
|                          | Gelast                      |      |      |      |      |      |      |      |
| Schotten / verstijvingen | Geklonken of gebout         |      |      |      |      |      |      |      |
|                          | Combinatie gebout en gelast |      |      |      |      |      |      |      |
|                          | Gelast                      |      |      |      |      |      |      |      |
| Verbindingen             | Geklonken of gebout         |      |      |      |      |      |      |      |
|                          | Gelast                      |      |      |      |      |      |      |      |



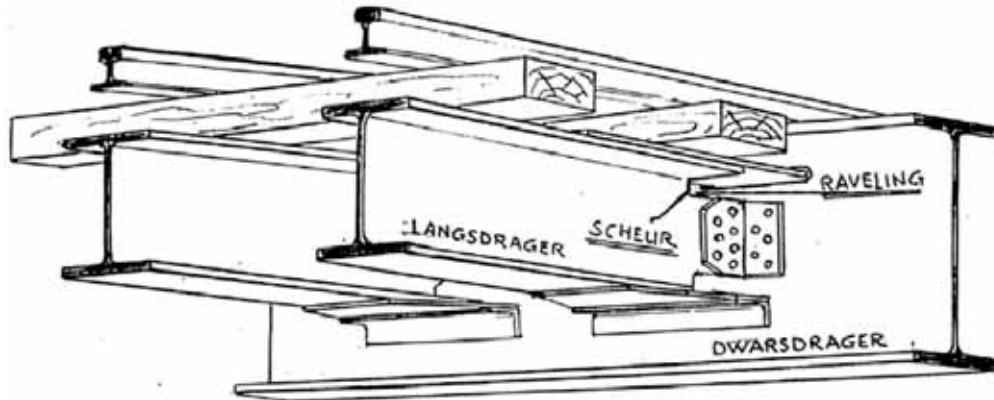
Geheel geklonken (1920)



Liggers gelast en verbindingen gebout (1982)



Geheel gelast (2010)

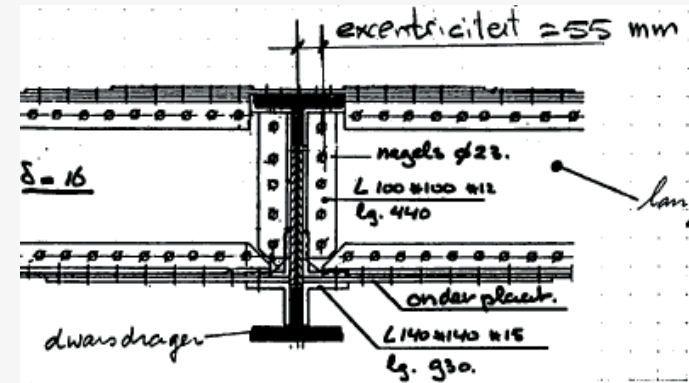


Aansluiting dwarsdrager met langsdrajer – Scheurvorming in raveling

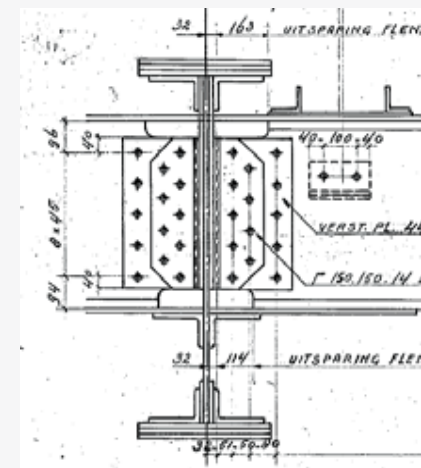


Bruggen Festival 2025

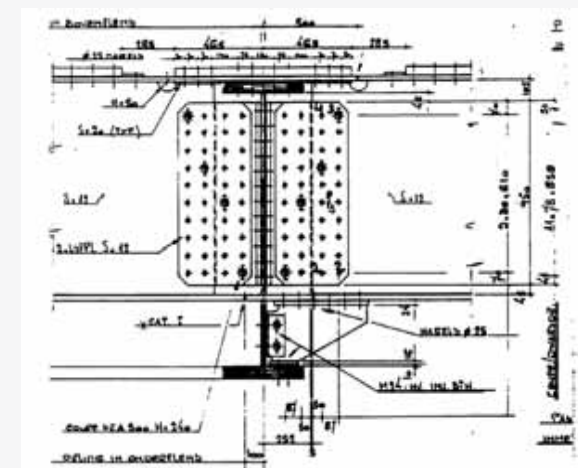
## Doorontwikkeling



Detail jaren 20 vorige eeuw

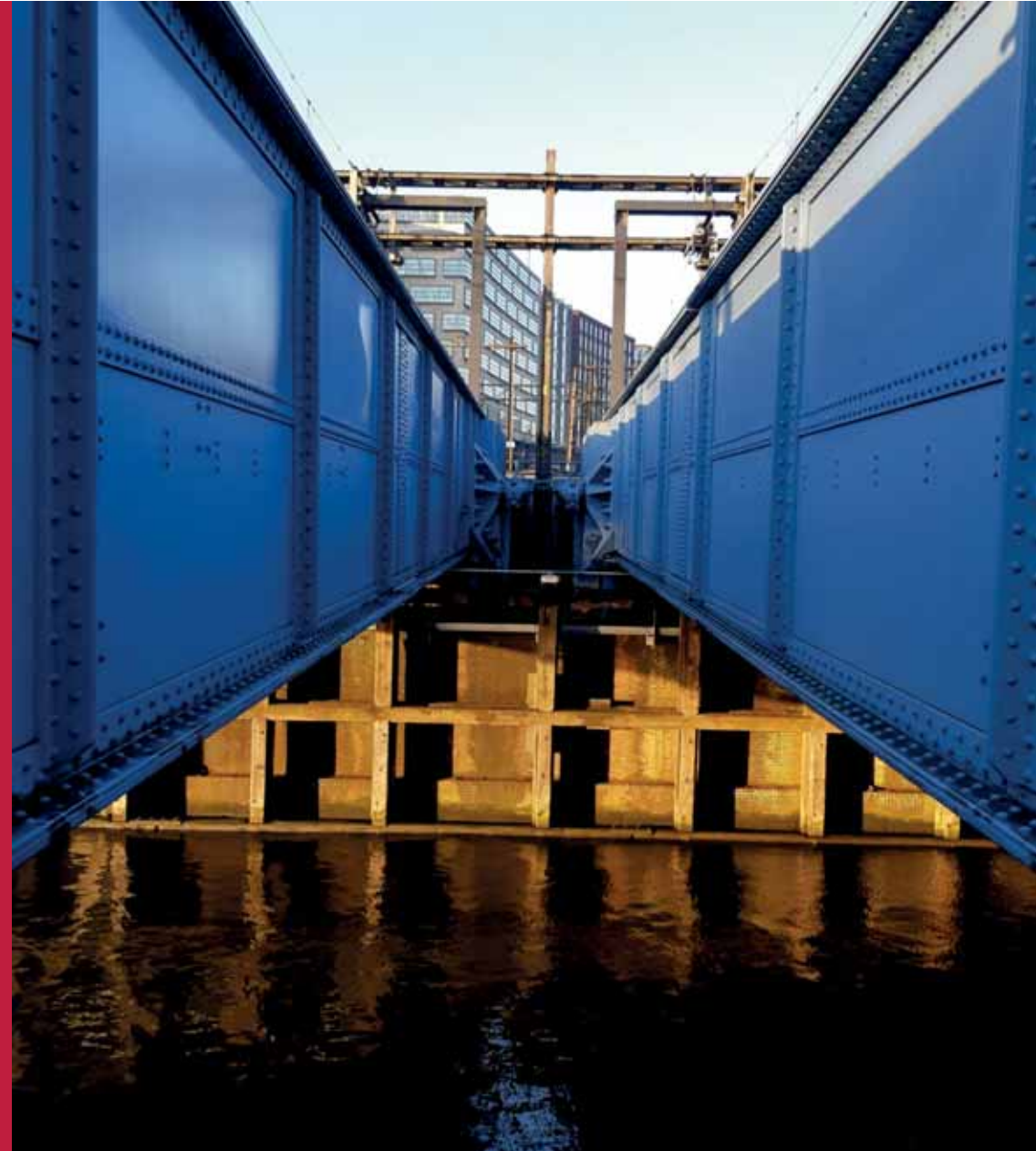


Detail jaren 40 vorige eeuw



Detail jaren 70 vorige eeuw

## 2. Toelating treinmaterieel en constructieve veiligheid





Netwerkverklaring 2025

## Baanvakcategoriën

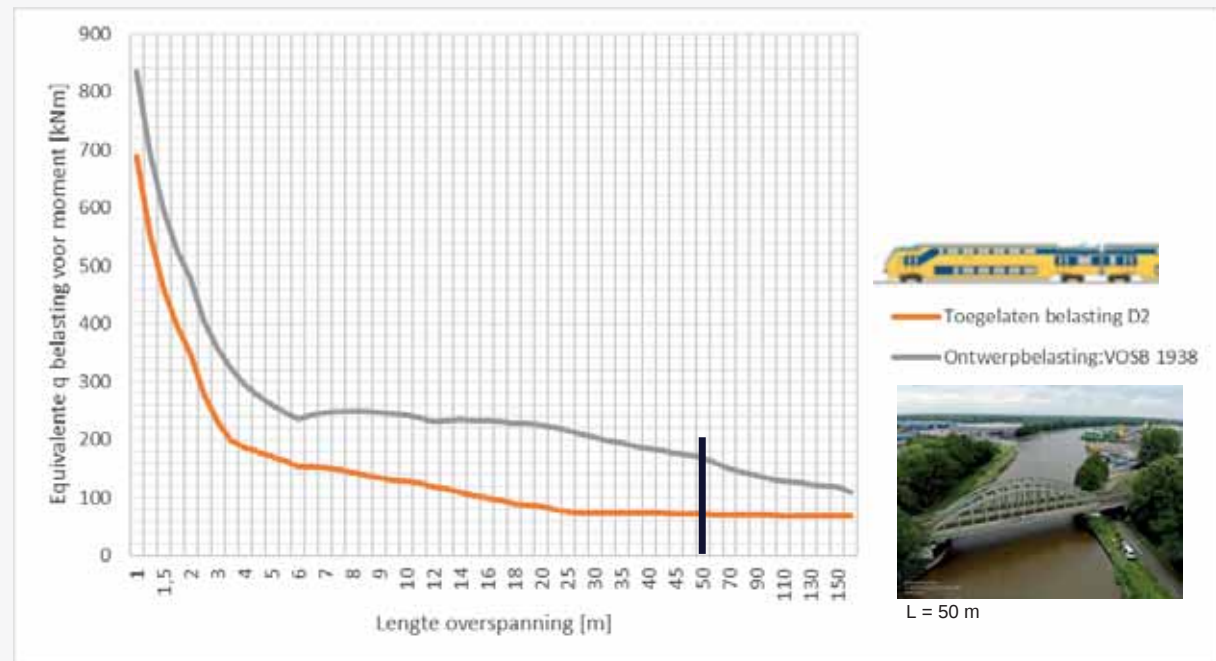
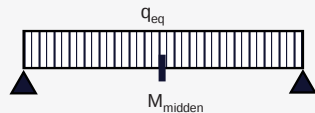


| Referentie wagon | Aslast [t] | Geometrische kenmerken | Massa per lengte-eenheid [t/m] |
|------------------|------------|------------------------|--------------------------------|
| C2               | 20,0       |                        | 6,4                            |
| D2               | 22,5       |                        | 6,4                            |
| D4               | 22,5       |                        | 8,0                            |
| E5               | 25,0       |                        | 8,8                            |

Norm NEN-EN 15528

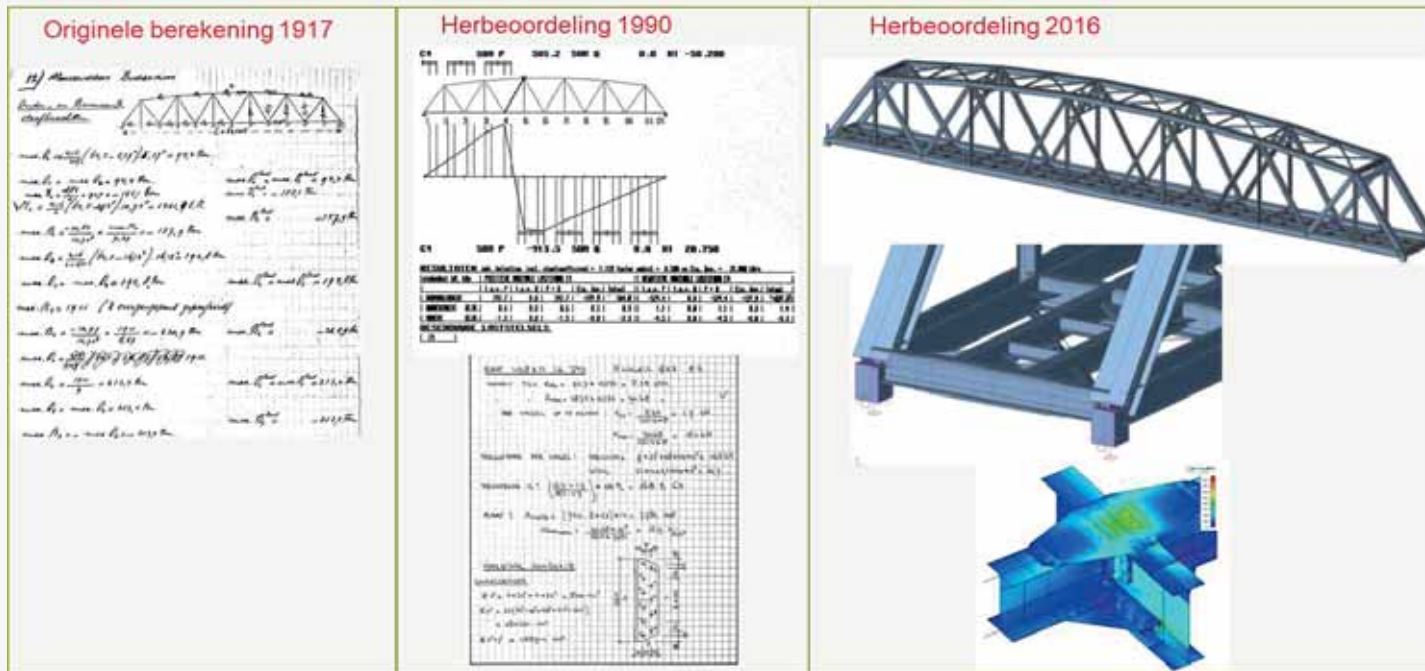
# Ontwerpbelastingen, baanvakcategoriën en treinbelastingen

| Ontwerpnorm   | Aslast [t] | Massa per lengte-eenheid [t/m] |
|---------------|------------|--------------------------------|
| VSB 1917      | -          | 6,6 – 40,0                     |
| VOSB 1938     | 24,0       | 8,0                            |
| VBS 1947      | 27,0       | 6,4                            |
| VOSB 1963     | 25,0       | 8,0                            |
| NEN 6706 1995 | 27,5       | 8,8                            |
| Eurocode      | 30,25      | 9,7                            |



Het vergelijken van equivalente belastingen geeft inzicht, maar geeft geen volledig uitsluitsel over de constructieve veiligheid van de spoorbrug!

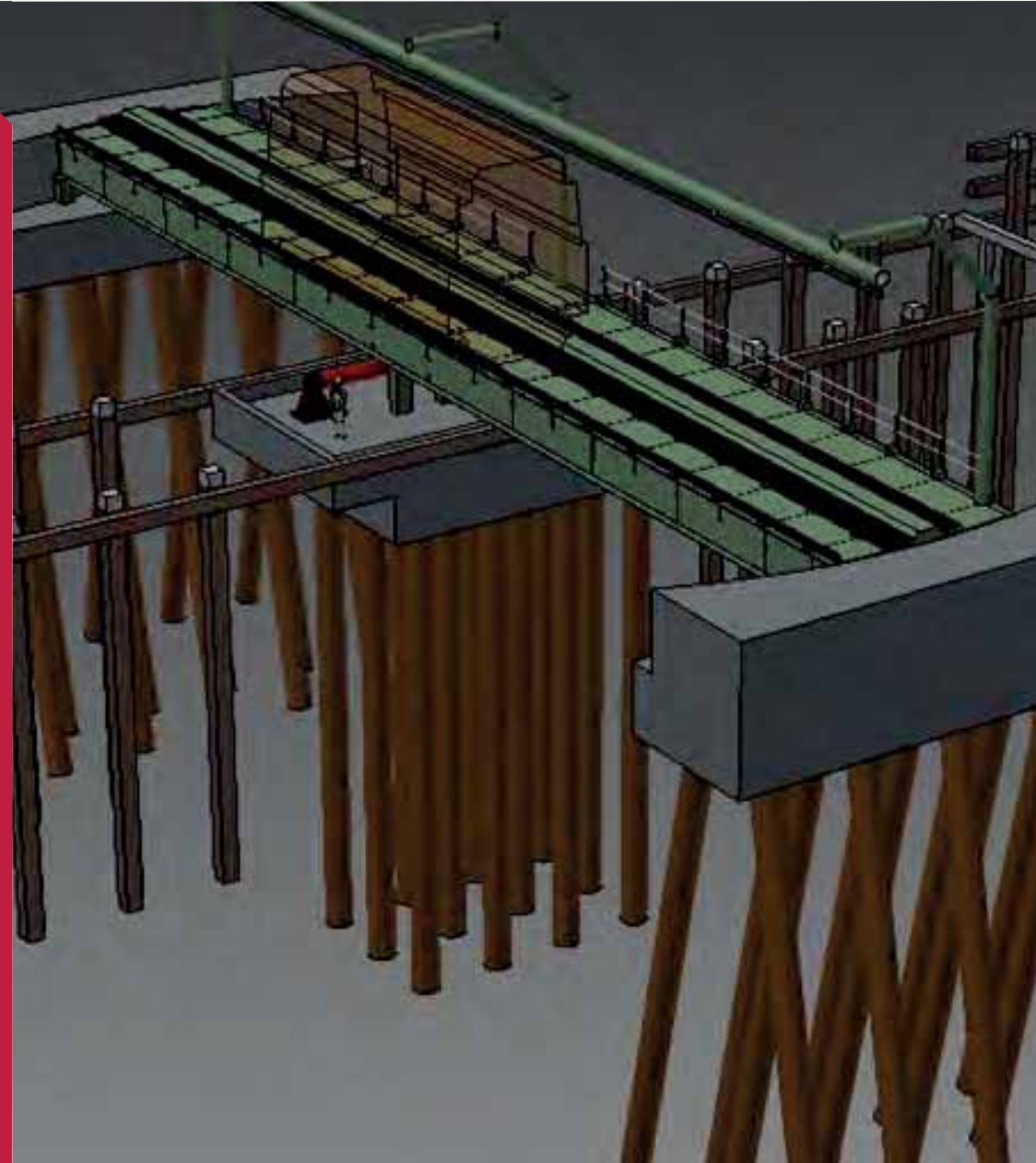
# Aantonen constructieve veiligheid



Uitvoeren herbeoordeling volgens NEN-8700 serie:

- Aanleiding (geen berekening aanwezig, leeftijd, hogere baanclassificatie, ..);
- Volgorde herbeoordeling a.d.h.v. prioritering.

### 3. Houten paalfundaties



# Houten paalfundaties

Degeneratie hout door aantasting

- Staatsspoor: eiken palen;
- HIJSM: grenen palen.

Voorbeelden van degeneratie bij de pijlers van de Spaarnebrug en de draaibrug over Gouwe bij Alphen aan de Rijn,



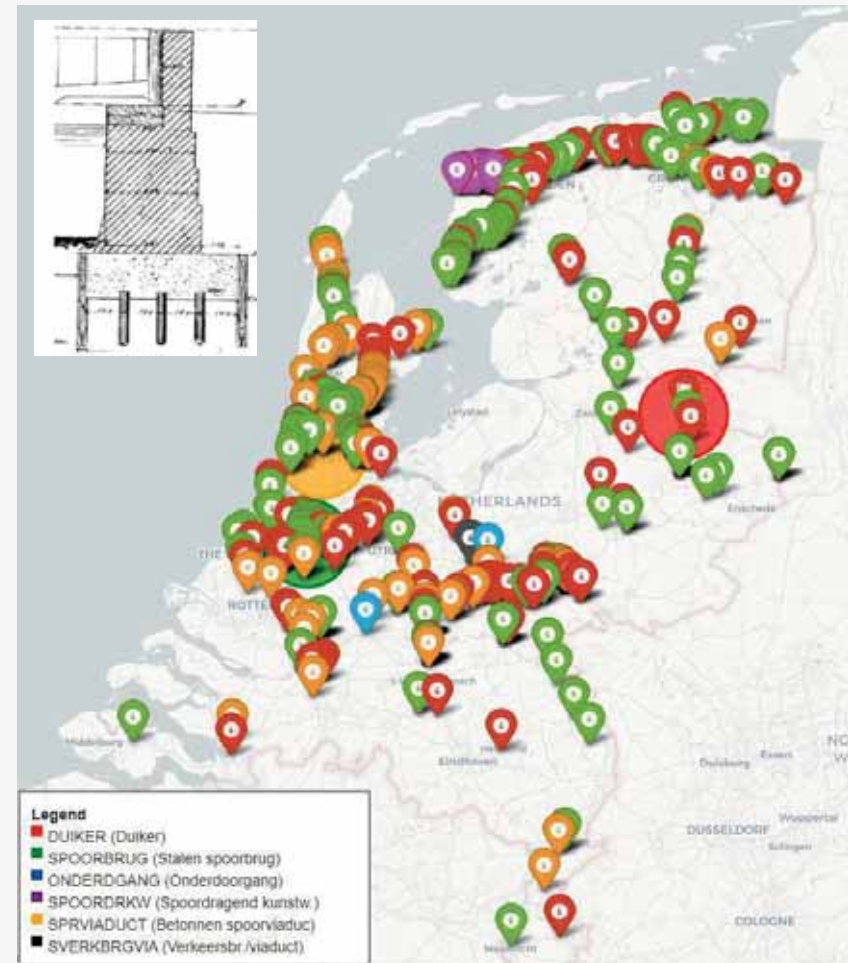
Vervangen pijler Spaarnebrug



Kespen Spaarnebrug

Onderzoek naar risico-locaties.

Bruggen Festival 2025



Overzicht kunstwerken met houten paalfundaties



## 4. Datagedreven werken

Bruggen Festival 2025



# Datagedreven werken

## 65 Beweegbare spoorbruggen

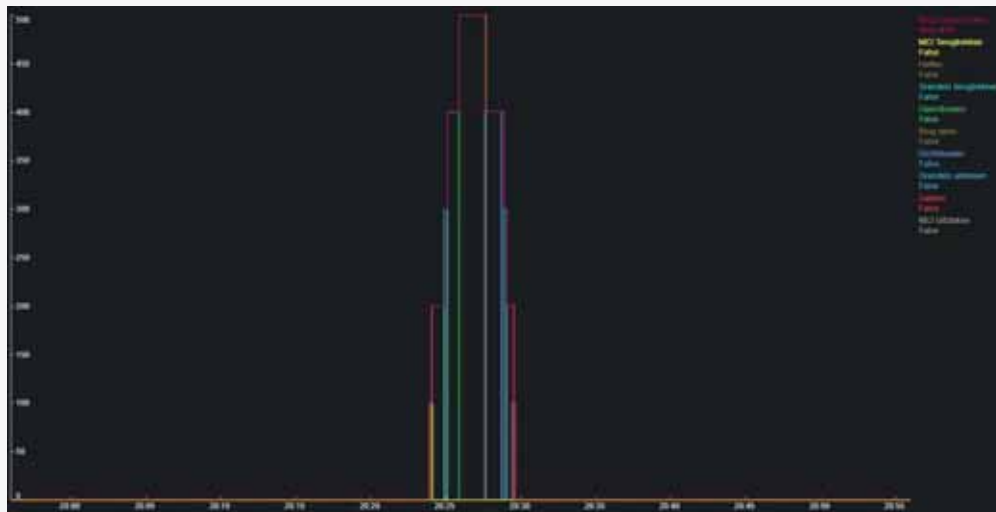
Data uit PLC ontsluiten en analyseren

**HRM draaibrug, Leeuwarden**

- onterechte lekdetectie-alarmen

- Uitval tijdens heffen
- Druksensor, wellicht lekkage
- 2 uur buiten dienst
  - Geen treinverkeer
  - Geen hoge scheepvaart
- Al 12x in 3 jaar
- Door monitoring en RCA bron oorzaak achterhaald: geoxideerde sensor

Voorbeeld van oplossen storing m.b.v. data



Dashboard beweegbare spoorbrug - Brugcyclus



Dashboard beweegbare spoorbrug - Trendanalyse

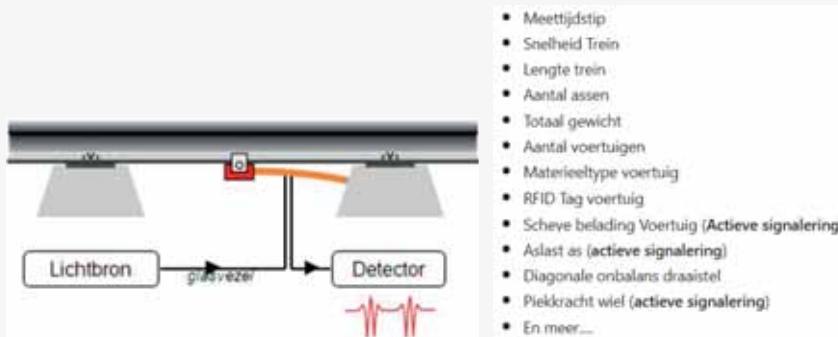
## 5. Levensduur van spoorbruggen

Bruggen Festival 2025



# Levensduren van spoorbruggen (1)

- Pas vanaf de jaren 80 van de vorige eeuw werd er gerekend met vermoeiing.
- Rekenen met vermoeiingsbelastingsmodellen volgens de nieuwbouwnorm is conservatief (korte restlevensduren).
- Gebruik maken van data van ProRail-meetstations (Quo Vadis).



Werking ProRail-meetstation en levering data

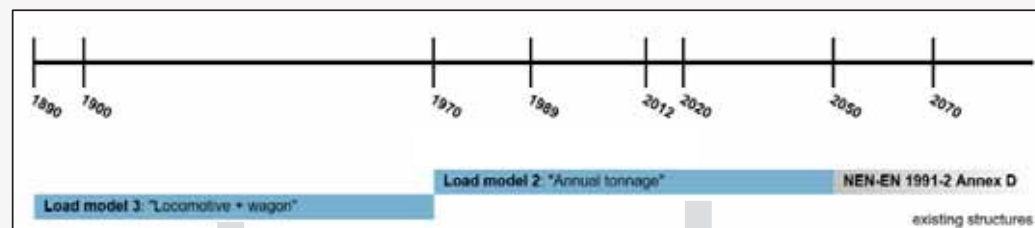


QV meetstations op 45 locaties

# Levensduren van spoorbruggen (2)

- In samenwerking met TNO zijn realistische vermoeiingsbelastingsmodellen gedefinieerd.
- Daardoor aantoonbaar langere levensduren en dus uitstel vervanging.

Belastingsmodellen voor bestaande constructies



- Simpel en conservatief model
- Expert judgement
- Twee categorieën en 3 treintypen

- Gebruik gemaakt van treineigenschappen en Quo Vadis data
- Goede nauwkeurigheid
- Vier categorieën

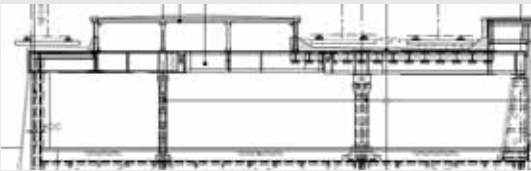
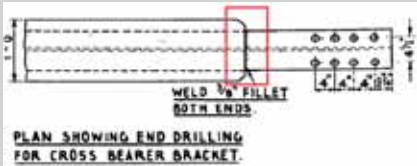
Bruggen Festival 2025

Belastingsmodel 2 - Categorieën



# Levensduren van spoorbruggen (3)

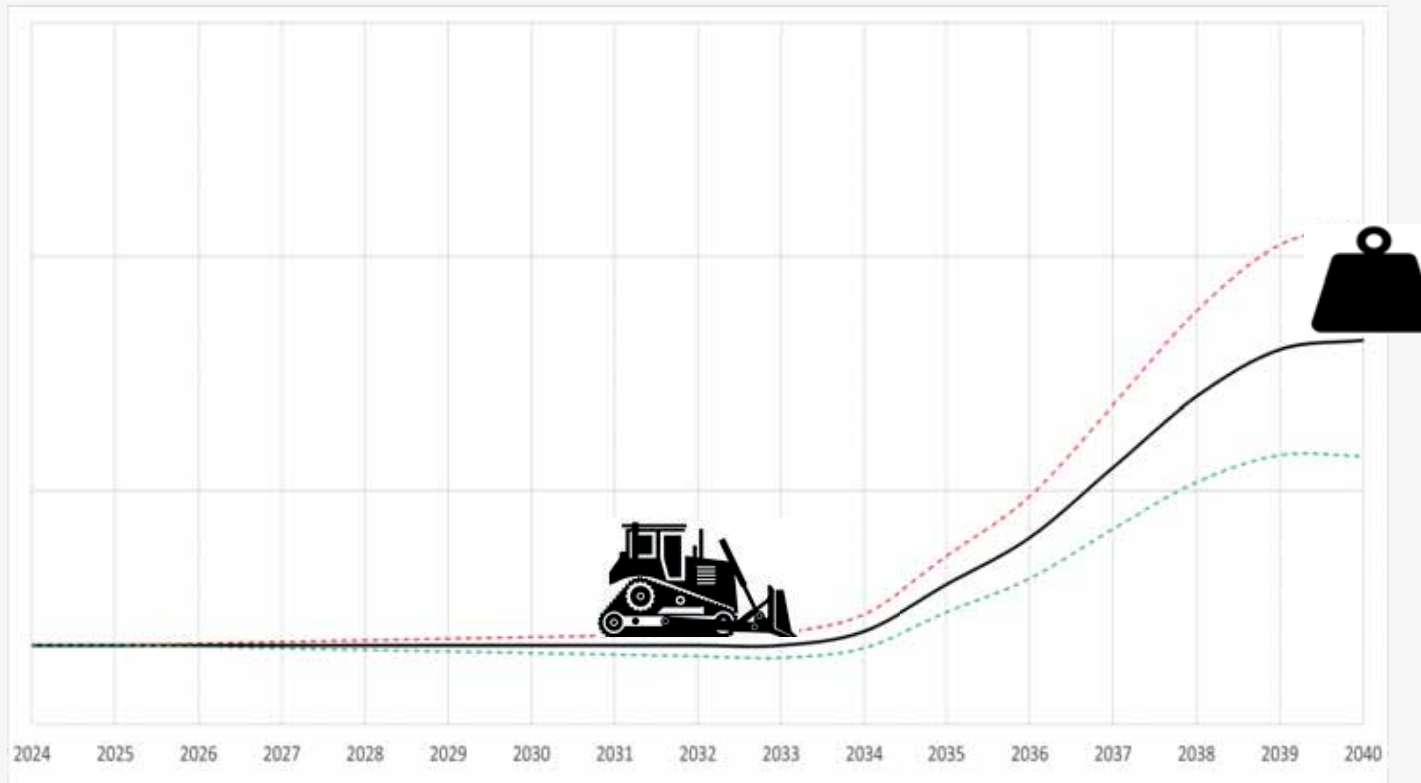
## Enkele resultaten van berekeningen op levensduur

| Naam brug                         | Bouwjaar | Afbeeldingen                                                                                                                                                              | Einde berekende levensduur<br>(van het maatgevende onderdeel) |
|-----------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Spoorbrug zanderijvaart           | 1916     |        | 2074                                                          |
| IJ-viaduct Amsterdam Centraal     | 1920     |    | 2065                                                          |
| Callender<br>Hamiltonbruggen Mook | 1945     |   | 2052                                                          |

## 6. Huidig inzicht van de renovatie- en vervangingsopgave



# Renovatie- en vervangingsopgave



Vereenvoudigde weergave van het ProRail lange termijn vervangingsplan

- Vervanging gebaseerd op huidige inzichten einde levensduren
- Aantal rivieroverspanningen naderen einde technische levensduur vanaf 2035/2040

**Bedankt voor uw  
aandacht!**



**ProRail**

Verbindt. Verbetert. Verduurzaamt.