



## Extreme weather, from short term to long term actions & research topics”.

Onno Hazelaar

UNECE 22-23 apr. 2021

**ProRail**

---

# Introduction



Onno Hazelaar

Strategic advisor Assetmanagement and Climate adaptation

ProRail: Dutch railway infrastructure manager

(email: [onno.hazelaar@prorail.nl](mailto:onno.hazelaar@prorail.nl))

# Scope

## Sharing climate adaptation ProRail /Dutch Railways

- Focus
- Results Stresstest
- Strategy
- Approach to an agenda

# The Dutch Climate approach

## National Adaptation Strategy



DPRA:



### Assignment:

- 2020 climate adaptation is anchored in policy and regulation
- 2050 climate adaptive

Climate scenarios 2030/2050/2080.  
Some extremes will grow



More warm days (doubling)  
Less cold days



More intense thunderstorms,  
more often



More extreme rainfall  
More drought



No major changes  
in wind / storms



Less mist,  
more sunshine





# Risks for Railways are increasing





# Growing impact Water risks Railways

2000 Zuidbroek



2014 Utrecht CS



2014/2018 Amersfoort



2011 Harderwijk

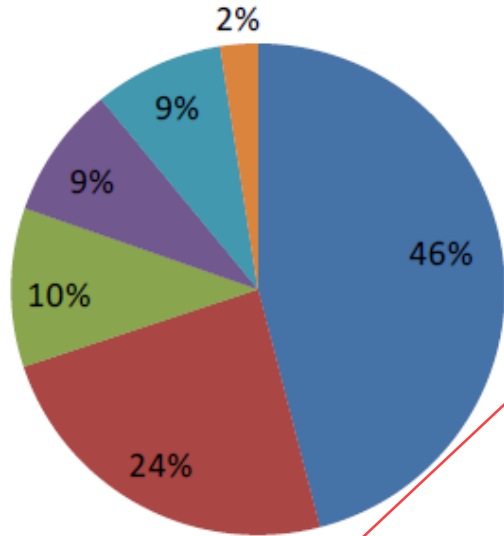
2018 Arnhem



2018 Eijsden



# Analysis of 15 year failures related to weather



- *Slippery rails (special project)*
- *Extreme cold/snow (special project)*
- Lightning
- Storm
- Extreme high temp.
- Extreme rainfall

Weather label  
860 per year

8%

Total > 10.000 disruptive failures per year

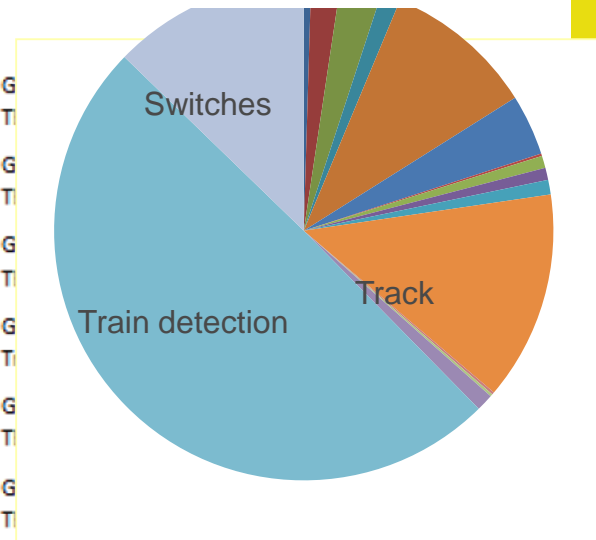
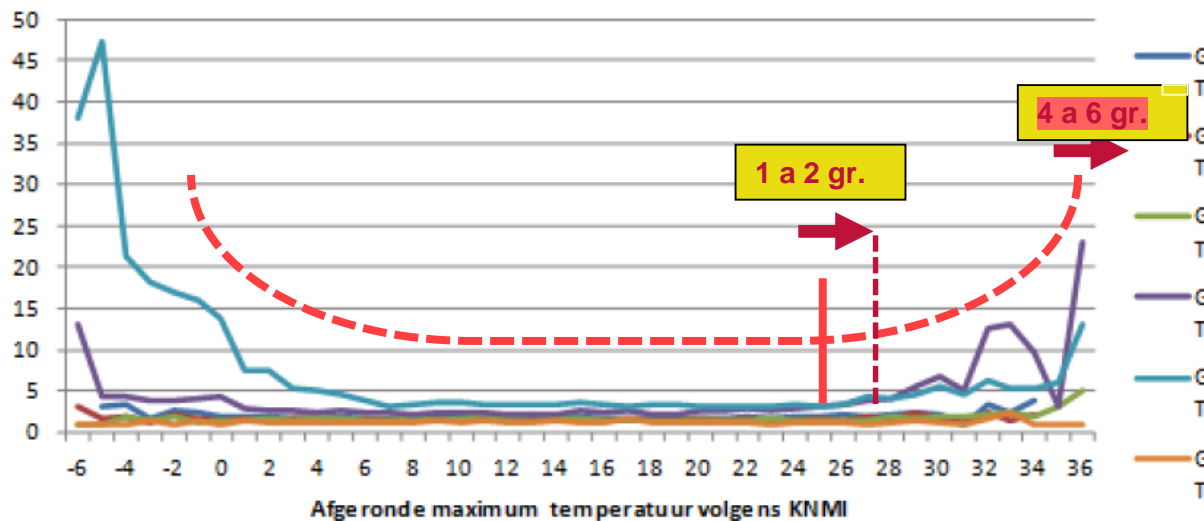
**ProRail**

Impact availability: > 10%

# FOCUS: Climate adaptation



Average number of daily failures by given temperature



- Can the average change be accommodated with small measures or is a system leap required?
- **Focus:** How to deal with the extreme climate effects?



# Results Stress Test Railway

ProRail klimaatstresstest light x +

https://arcadis.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=9c8c8f7eed3d4230b8b37b27f4096a57#

ProRail klimaatstresstest light Geen problemen gedetecteerd x Bewerken x ProRail ARCADIS

## 1 Inleiding

## 2 Wateroverlast

Het thema wateroverlast behandelt de volgende bedreigingen:

- 2.1 Spoor-, perron, fiets- en autotunnels hebben overlast na hevige neerslag.
- 2.2 Overwegen lopen risico door kortsluiting na hevige neerslag.
- 2.3 Erosiestromen en afstroming naar/langs spoor na hevige neerslag.

## 3 Hitte

## 4 Droogte

## 5 Overstromingen

## 6 Storm

## 7 Conclusie

### ProRail stresstest light Wateroverlast - 2.1

[TERUG](#)


**Uitleg data**

**Kaartlaag: Locaties spoortunnels, perrontunnels en de auto-/fiets-tunnels**  
De locaties van stationstunnels, spoortunnels, spoorviaducten en perronviaducten komen uit SAP.

**Kaartlaag: Kwetsbaarheid spoor voor Wateroverlast**  
In de analyse is gebruik gemaakt van een in 2014 door Deltares uitgevoerd onderzoek naar de kwetsbaarheid van het spoor voor hemelwater. Gebieden waar het spoor niet verhoogd ligt, en de doorlatendheid van de bodem slecht is (<60mm/dag) vallen in de hoogste risicoklasse.

**Kaartlaag: Waterdiepte na hevige neerslag**  
Als onderlaag is de hemelwatersimulatie uit de Klimaat-effectatlas geprojecteerd voor een bui van 70 mm in 2 uur. In 2050 komt dit overeen met een bui die eens in de 100 jaar valt. De analyse is uitgevoerd door met behulp van de maaiveldhoogte uit AHN2 te laten zien waar zich lokaal lage delen bevinden die zich kunnen vullen met water in het geval van extreme neerslag. Er is in deze eerste analyse rekening gehouden met afstroming van water over het oppervlak en infiltratie in de bodem, maar nog niet met afvoer via riolering of drainage. Aanvullend onderzoek kan de kwetsbaarheid voor hemelwateroverlast nauwkeuriger in beeld brengen.  
Bron: Klimaat-effectatlas, Deltares, Railmaps

**Totale score**



Last update: a few seconds ago

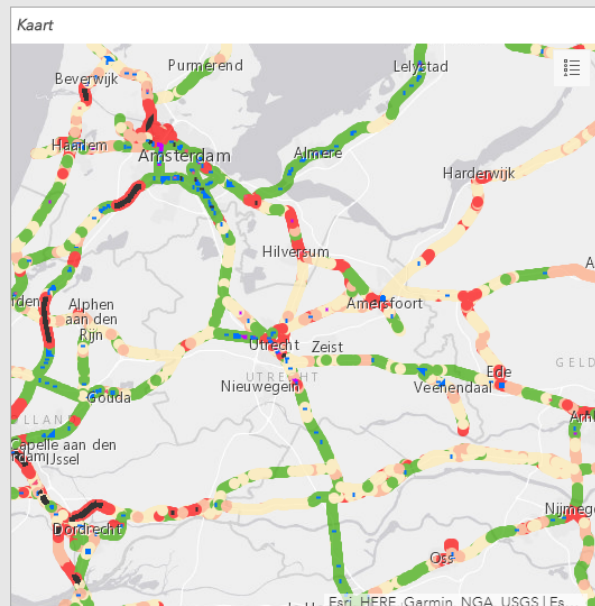
**Spoor-, perron, fiets- en autotunnels hebben overlast na hevige neerslag.**  
Op de kaart zijn locaties van spoortunnels, stations en onderdoorgangen weergegeven met een ondergrond van een inundatiekaart uit de Klimaat-effectatlas. Bovendien zijn resultaten van een onderzoek naar de kwetsbaarheid van het spoor voor hemelwater langs het spoortracé weergegeven. Door de locaties te vergelijken met de inundatiekaart en de onderzoeksresultaten van kwetsbaarheid voor wateroverlast langs het spoor, wordt per tunnel en onderdoorgang de kwetsbaarheid voor wateroverlast in beeld gebracht worden.

**Inleiding bedreiging**  
Spoortunnels, perrontunnels en auto-/fiets-tunnels kunnen vollopen. Aangezien sporen en stations niet zijn ontworpen op de steeds extremer wordende regenbuien kan er wateroverlast optreden wanneer er een hevige bui valt. Dit

**Legenda**

- Stationstunnels
- Spoortunnels
- Spoorviaducten
- Perronviaducten
- Overlast door hemelwater
  - zeer laag
  - laag
  - middel laag

**Kaart**



# Results Stresst Test Railway (Web application)

ProRail klimaatstresstest light
ProRail ARCADIS

**1** Inleiding

**2** Wateroverlast

Het thema wateroverlast behandelt de volgende bedreigingen:

- 2.1 Spoor-, perron, fiets- en autotunnels hebben overlast na hevige neerslag.
- 2.2 Inundatie van het spoor na hevige neerslag.
- 2.3 Erosiestromen en afstroming naar/langs spoor na hevige neerslag.
- 2.4 Opdriving onderdoorgangen in zandgrond.
- 2.5 Verwerking spoorbaan door stijging grondwateroverlast door meer neerslag.
- 2.6 Specials.

[Terug naar inleiding wateroverlast](#)

**3** Hitte

**4** Droogte

**5** Overstromingen

**6** Storm

**7** Conclusie

ProRail stresstest light Wateroverlast - 2.2

**Geocode filter**  
Geen filter

**Regio filter**  
Geen filter

Totale score

3.5

Last update: a few seconds ago

**Uitleg data**

Op de kaart zijn overwegen te zien die zich binnen 100 meter van een kwetsbare locatie bevinden. Deze locaties zijn gevoelig voor wateroverlast na een hevige regenbui.

In de analyse is gebruik gemaakt van een in 2014 door Deltares uitgevoerd onderzoek naar de kwetsbaarheid van het spoor voor hemelwater. Gebieden waar het spoor niet verhoogd ligt, en de doorlatendheid van de bodem slecht is (<60mm/dag) vallen in de hoogste risicoklasse.

Als onderlaag is de hemelwatersimulatie uit de klimaateffectatlas geprojecteerd voor een bui van 70 mm in 2uur. In 2050 komt dit overeen met een bui die eens in de 100 jaar valt. De analyse is uitgevoerd door met behulp van de maaiveldhoogte uit AHN2 te laten zien waar zich lokaal lage delen bevinden die zich kunnen vullen met water in het geval van extreme neerslag. Er is in deze eerste analyse rekening gehouden met afstroming van water over het oppervlak en infiltratie in de bodem, maar nog niet met afvoer via riolering of drainage. Aanvullend onderzoek kan de kwetsbaarheid voor hemelwateroverlast nauwkeuriger in beeld brengen.

Bron: Klimaateffectatlas, Deltares, Railmaps

← BACK

Inundatie van het spoor na hevige neerslag.

**Inleiding bedreiging**  
Spoortunnels, perrontunnels en auto-/fiets-tunnels kunnen vollopen. Aangezien sporen en stations niet zijn ontworpen op de steeds extremer wordende regenbuien kan er wateroverlast optreden wanneer er een hevige bui valt. Dit kan betekenen dat sporen onbegaanbaar worden doordat er water in het ballastbed blijft staan, of dat perrons of stations onbereikbaar worden voor reizigers omdat de omgeving ondergelopen is. In deze stresstest wordt een eerste indicatie gegeven van locaties die mogelijk kwetsbaar zijn voor hemelwateroverlast.

**Waarom een bedreiging?**  
Overwegen die onder water staan kunnen leiden tot een valse bezetmelding. Hierdoor blijven de bomen zeer lange tijd dicht. Dit kan leiden tot onveilige situaties waarbij mensen het spoor bij gesloten bomen gaan oversteken.

**Conclusie bedreiging**  
Door de hevige neerslag is er kans dat de overwegen onterecht dichtgaan. Kan dit met kleine maatregelen voorkomen worden? Alle overwegen met een zeer hoog risico moeten geanalyseerd worden.

**Legenda**

Overweg met risico op wateroverlast

Overlast door hemelwater 20cm - bs

- 20 cm - BS hoog risico
- 20 cm - BS zeer hoog risico

**Kaart**

**Crossings: Flood risk**

# Vulnerability Railway 2050 to extreme climate effects

## Major threats:

- Intens rainfall
- Heat
- Drought

**On all tracks!!**



# Strategy **Climate Resilience** for Dutch Railway



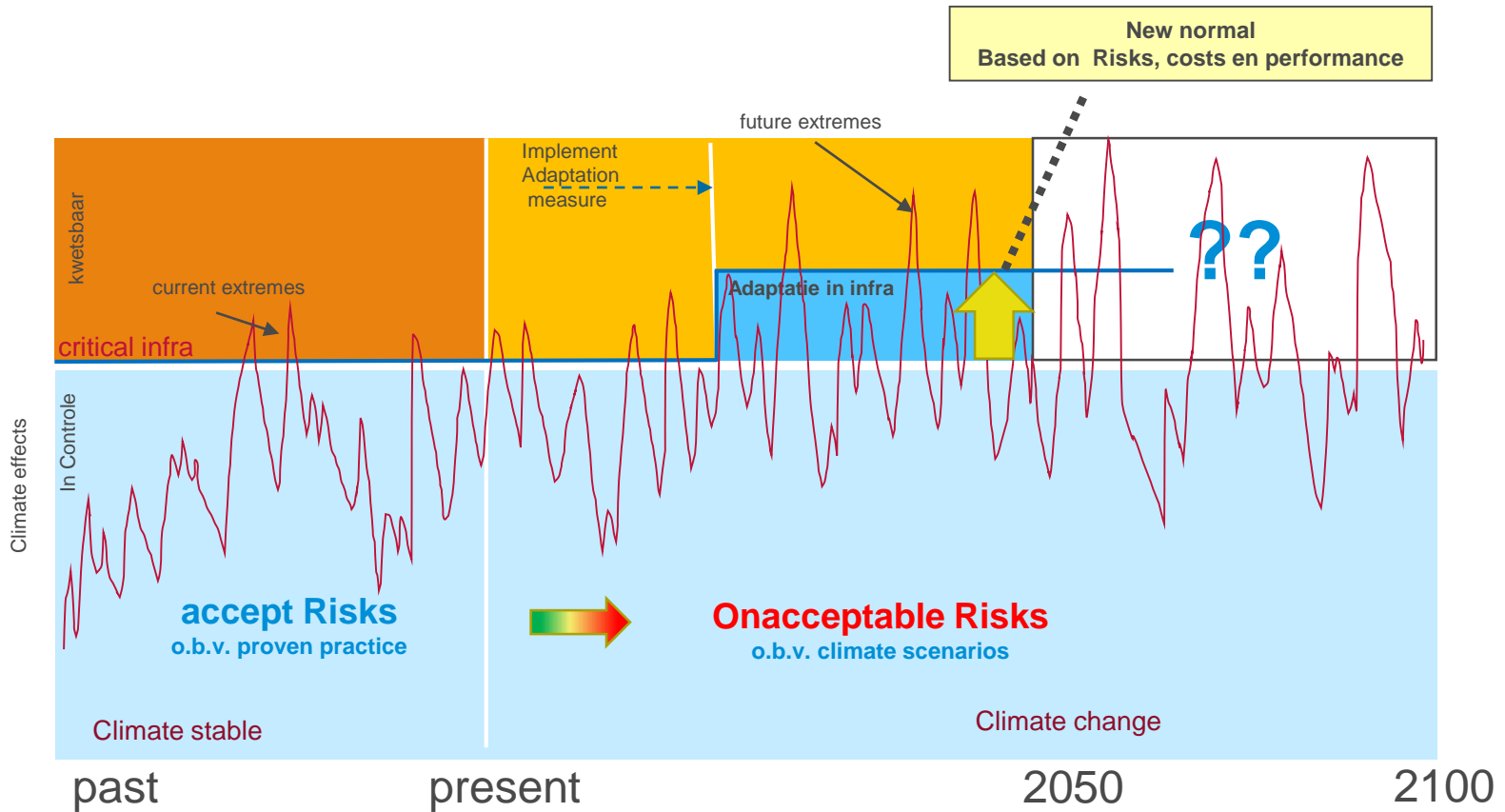
# Impact Climate risks on Dutch Railways in 2050



### Explication

Very high	Additional mitigation measures in accordance with ALARP . Acceptance risks approved by director or business manager.
High	Additional mitigation measures in accordance with ALARP . As Low As Reasonably Practical ) . Risks escalate to 2nd echelon management.
Moderate	Additional mitigation measures in accordance with ALARP ( As Low As Reasonably Practical ) .
Low	No additional mitigation measures required , manage according to existing procedures / methods. Work on continuous improvement.

# What is adaptation, what is the new normal?

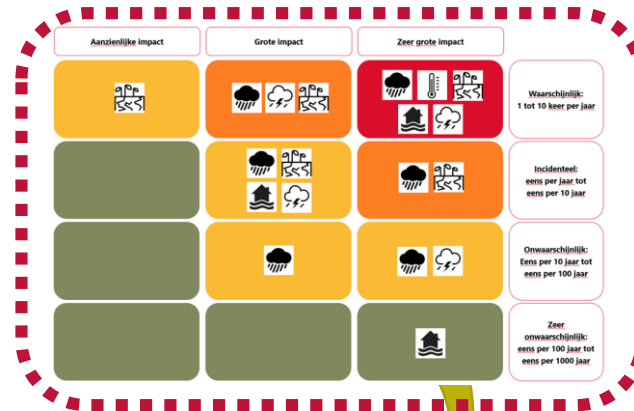


## Action perspectives

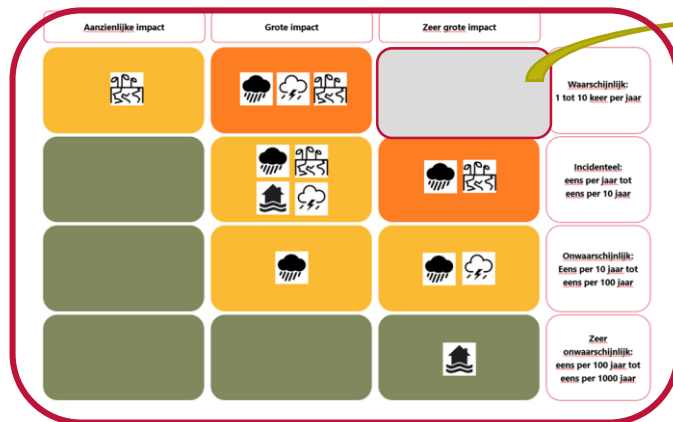
Threats	accept	repair	reduce	prevent
Rainfall			←————→	
Heat	←————→			
Drought	←————→			←————→
Flood	←————→			←————→
Storm		←————→		
Lightning		←————→		

# Strategy Climate Resilience for Dutch Railway

1. New assets and project are climate resilient.



2. Policy “how to deal with climate effects and adaptations dilemmas”



<b>Wateroverlast</b> erosie en uitspoeling baanlichaam ondergelopen stationstunnels	<b>Hitte</b> uitval technische installaties spoorspattingen uitzetten beweegbare bruggen	<b>Droogte</b> verzakking baanlichaam	<b>Overstroming</b> schade aan pijlers spoorbruggen	<b>Bliksem</b> uitval elektronica
	overbelasting en uitval bovenleidingen			

3. Strategic Program with focus on the high risks climate effects)



# Approach to a responsible climate resilient railway-system

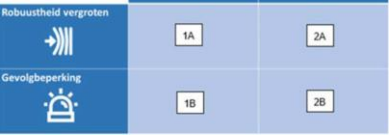
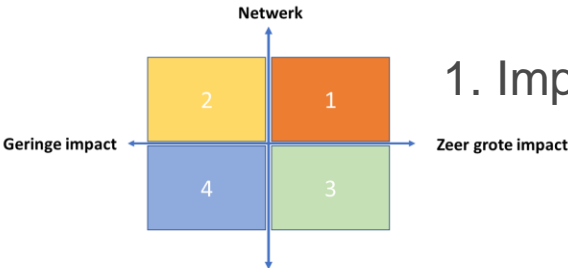
Because:

- It's all over the network
- Too much
- Risks / costs / impact

*Prioitizing and optimizing is key for decission-making!*

# Approach to a responsible climate resilient railwaysystem

## 1. Importance



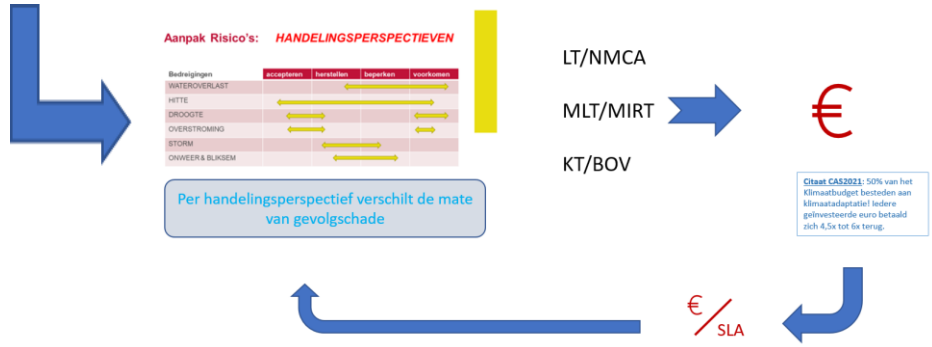
## 2. Context and Stakeholders

## 3. Risk analysis



## 4. Scenarios

Strategie beheersmaatregel / handelingsperspectief / integraal gewogen => areaal strategie ???



## 5. Framework voor Assetmanagement and new projects

Thank you for your attention