



The impact of climate change on the railways: how to protect, adapt and mitigate? Perspective from the lowlands

Justus Hartkamp, Director International Affairs, ProRail

UNECE workshop, 17 november 2022

ProRail 

Sustainable Rail 'Roadmap'

Track 1: Mobility

With more (inter)national trains instead of cars, trucks and planes, we are on our way to meet the Paris climate obligations.

Track 2: Energy

A sustainable rail system produces its own renewable energy on roofs and next to tracks. We use less energy and replace fossil fuel by renewable energy.

Track 3: Materials

A circular rail system maintains its (scarce) resources for future use and replaces polluting substances by sustainable alternatives.

Track 4: Nature

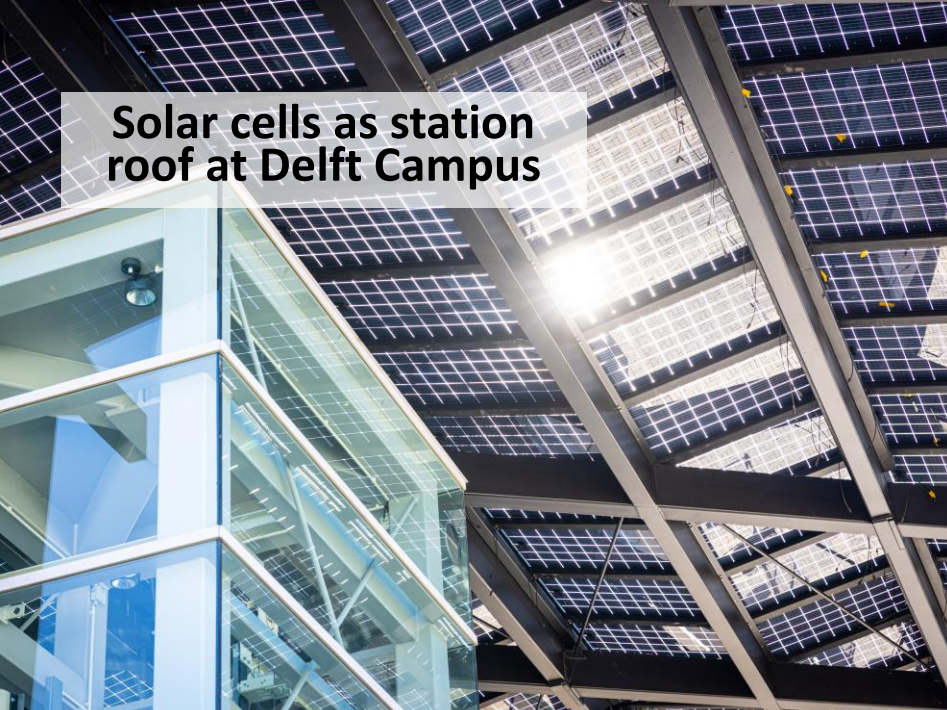
Our land as missing link between nature areas. Functioning as breeding ground and safe haven for new nature.

The Sustainable Rail Roadmap is the strategic framework for ProRail's priority *Sustainalise*.

It consists of four tracks on which ProRail can make significant impact towards a sustainable society.



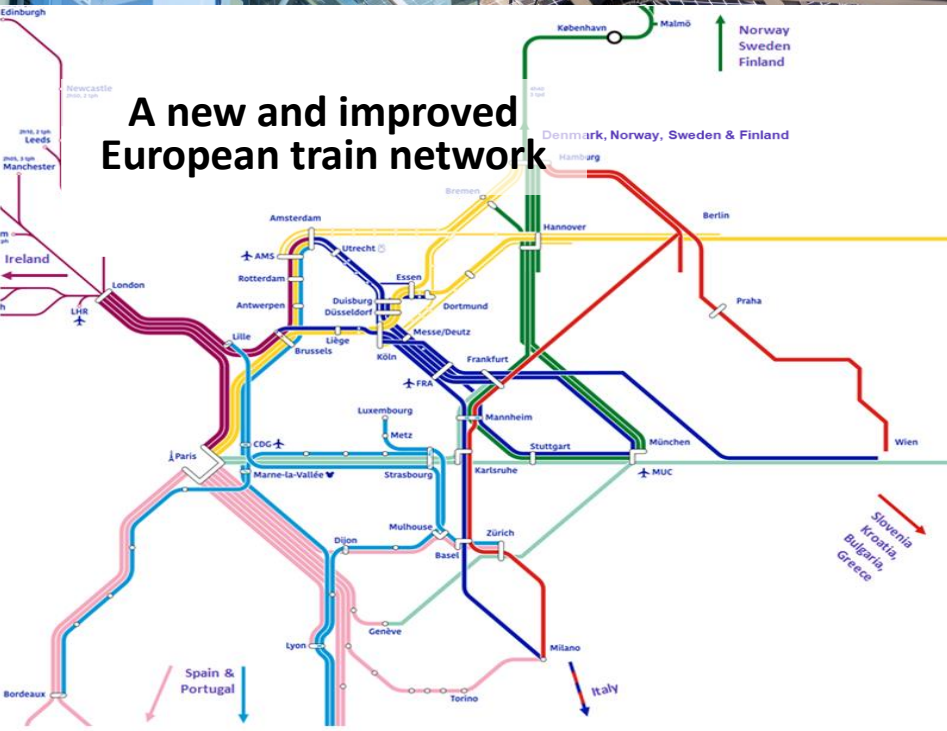
Solar cells as station roof at Delft Campus



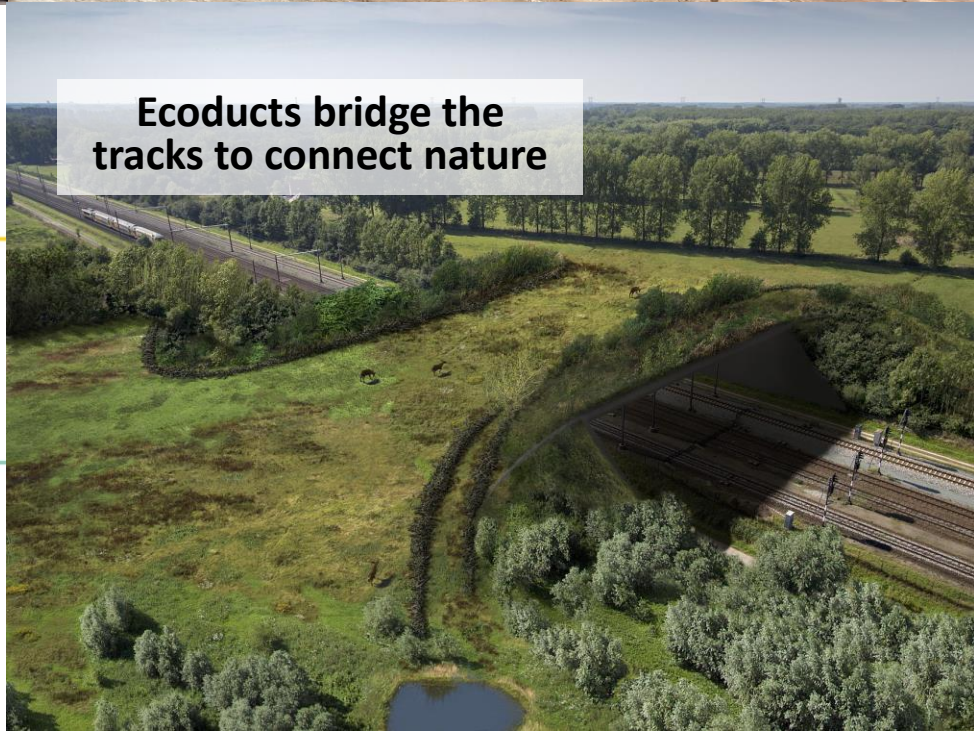
Refurbishing and reusing old tracks



A new and improved European train network



Ecoducts bridge the tracks to connect nature





Air-to-Rail significantly reduces CO₂ emissions

- Rebel Group study shows: 2-8 million tons CO₂ emission reduction yearly in Europa (equals entire road transport in NL).
- On top of that other climate effects aviation: vapour trails, NO_x, etc.
- Top 15 international citypairs with highest emission reduction potential: many connections from NL. Hence scope of action agenda Air-to-Rail.

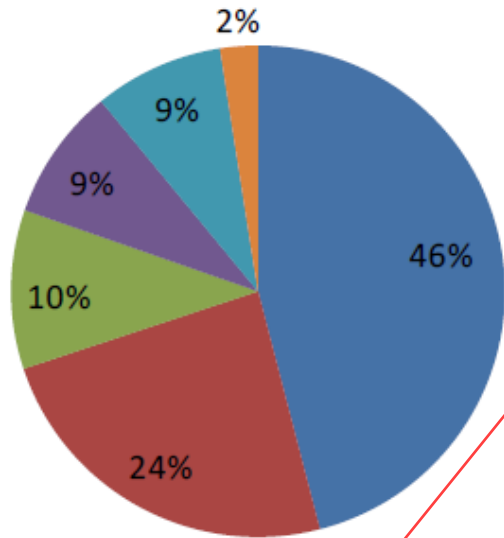
	Relationship	Number of passengers	CO2 emissions [kg]	Potential CO2 savings [kg]
1	London – Amsterdam	6,029,462	364,179,521	193,380,121
2	London – Paris	3,535,837	200,835,569	117,692,460
3	Lisbon – Madrid	2,639,444	209,307,926	106,193,640
4	Düsseldorf – London	2,046,603	151,653,341	64,339,426
5	Stockholm – Copenhagen	2,027,682	138,085,150	53,494,908
6	Amsterdam – Paris	1,568,314	93,785,187	52,626,703
7	Frankfurt – London	2,437,879	209,413,854	51,928,226
8	Vienna – Frankfurt	2,126,201	164,780,600	45,455,144
9	Paris – Frankfurt	1,419,750	108,185,024	44,352,780
10	Amsterdam – Frankfurt	905,561	63,208,158	42,265,352
11	Amsterdam – Copenhagen	1,894,797	157,268,146	39,494,976
12	Amsterdam – Munich	1,268,383	115,803,349	39,108,119
13	Amsterdam – Hamburg	887,120	60,412,902	36,635,558
14	Amsterdam – Berlin	1,083,701	86,696,062	33,403,993



Risks are increasing



Analysis of current failures, related to weather: less than 10% of total events. But high impact



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

Weather label
860 per year






8%

Total > 10.000 disruptive failures per year































Impact availability: > 10%

New analysis (2020): Climate Risks Dutch Railways, scenario WH2050

impact

-  Rainfal
-  Heat
-  Drought
-  Floodings
-  Wind en lightning

Probability/chance

		IMPACT (Het gevolg)						
KANS		1. Geen tot zeer gering (A)	2. Gering (B)	3. Beperkt (C)	4. Aanzienlijk (D)	5. Groot (E)	6. Zeer groot (F)	
Probability/chance	6. zeer regelmatig, meer dan 100 keer per jaar of dagelijks (100+)							
	5. Regelmatig, 10x per jaar of maandelijks tot 100x per jaar of dagelijks (10-100)							
	4. Waarschijnlijk, 1x per jaar tot 10x per jaar (1-10)			 		   	         	
	3. Incidenteel, 1x in 10 jaar tot 1x per jaar (1/10- 1)						    	  
	2. Onwaarschijnlijk, 1x in 100 jaar tot 1x in 10 jaar (1/100- 1/10)							  
	1. Zeer onwaarschijnlijk, 1x in 1000 jaar tot 1x in 100 jaar (1/1000 - 1/100)							  

ProRail approach on climate change (adaptation)

Actions on **several** levels:

- A. Logistics (today and tomorrow), *network*. *Operational measures*
- B. Projects (for the next decades), *'local'*. *Practical guide for projects*
- C. Adjustments for the *entire network* / assets, adaptation (= also acceptance) as a whole in the country (next decades). *Stress test*
- D. *Research*
- E. Risk-dialogue with other asset-managers, local government and – organisations –*working together!*
- F. Communication

A. Logistic. Operational measures (weather today/tomorrow)

- Matrix bereidbaarheid (2011)

DID	WID	Systemen	Kans	Effect	Probleem / Maatregelen	Termijn	Kosten	Voorbereiding		
								Aanmerking	Inzetplan	Evaluatie
DID	W12	Sneeuwlast op daken	■	■	CT curatief: sneeuw ruimen op daken. Daken sterk genoeg (bouwbesluit) TB Problemen met gebouwen en kasten (W12, W13, W15) die algemeen gelden, blyv. niet waterdicht bij extreme regelval worden in deze opgave niet benoemd, maar kunnen wel tot problemen leiden aangezien de in de systemen aanwezige elektronica niet tegen watervocht kan.	--	--			
DID	W13	Sneeuwlijzel in toegangen	■	■	Preventief: stroolbeleid uitvoeren. Curatief: sneeuw ruimen en stroelen doelmiddelen	Nu	< 1 mio.			
DID	W14	Sneeuwlijzel op perrons	■	■	W14 - W13	Nu	< 1 mio.			
?	W15	Bevriezing HC-kastjes	■	■	??	??	??			
TB	W16	Beijzeling overwegbomen	■	■	Probleem: <u>Beijzeling</u> overwegbomen (W16). Bomen zullen dermate zwaar worden dat ze niet meer openen. Massaai zullen de overwegen in storing geraken. Na nog meer ijszetting zullen bomen breken. <u>Maatregel</u> : Geen, ooit is Noord Nederland getroffen door een ijsregen die het leven compleet heeft lamgelegd. Bossen, takken, bovenleiding maar ook overwegbomen sneuvelde massaai.	--	--			
?	W17	Doorglijden overwegverkeer	■	■	Probleem: Doorglijden overwegverkeer (W17). Tgv ijs- en/of sneeuw kan wegverkeer doorglijden en/of slippen. Kans op vast raken op de overweg is niet onderkend, met een botsing met trein tot gevolg. <u>Maatregel</u> : Overwegbevoering ijs- en sneeuwvrij houden. Inzet van alternatieve middelen onderzoeken. Benchmark bij buitenlandse spoorcollega's.	Nu	0.1 mio.			
TB	W18	Uitval relaiskasten	■	■	??	??	??			
TB	W19	Uitval treindetectie	■	■	Oververhitting spoorrelais en daardoor ten onrechte afvallen. <u>Maatregel</u> : Instelling wijzigen (W15) Zoutstroelen op overwegen <u>Maatregel</u> : wegbeheerders aanspreken en wijzen op reglementen, water spuiten. (W15) De POR (spanningsbewaking treindetectie) is in de oude vorm niet gecompenseerd voor temperatuurschommelingen. In geval van extreme temperatuur kan dit tot problemen leiden. Er zijn alternatieven beschikbaar (temperatuur gecompenseerde POR, elektronische POR), er is echter nog geen acute noodzaak geweest deze programmatisch uit te rollen.	< 1 000d	< 0.1 mio.			Geschatte kosten: € 3000,- per POR (bestand van 3000 POR-en) => 9 mio.

- 4-seizoen matrix (2016)



For all seasons and kind of weather:

- Adjusting timetable on events as (thunder)storm
- Preparing maintenance teams for emergency repairs etc.

B. Practical guide Scorecard Climate-adaptation ProRail-projects

Digitaal handreiking ProRail

1. Bepaal contour 2a. Bepaal huidige impact 2b. Bepaal huidige impact 3. Bepaal impact na realisatie 4. Oriënteer op Kansen

Waarom deze handreiking?

Het KNMI heeft temperatuurstijging, verandering van neerslagpatronen en zeespiegelstijging als trends geïdentificeerd in de klimaatveranderingen. Ze kunnen de kans op overstromingen vergroten en ook leiden tot meer wateroverlast, langere perioden met droogte en meer hittestress. Dit kan grote impact hebben op de bedrijfsvoering van ProRail, onder andere:

- Het functioneren van het elektrisch systeem
- De stabiliteit van de baan
- Daardoor: afname van continuïteit van het rijden van treinen
- De verblijfskwaliteit en veiligheid van passagiers en werkenden

Er is ook sprake van impact op aspecten buiten de primaire bedrijfsdoelen van ProRail, zoals vershraling van natuurgebieden door afname biodiversiteit en vertraging én afname woon- en leefkwaliteit door hittestress en wateroverlast in naastgelegen woongebieden. In stationsomgevingen is vaak sprake van sociale functies, zeker als ze in of bij een binnenstad liggen. Dan spelen deze factoren een extra grote rol.

De handreiking is een stap in het zoekproces naar een goede

esri Een Story Map

Web-application:
<https://www.klimaatbestendigww.nl/>

Digitaal handreiking ProRail

1. Bepaal contour 2a. Bepaal huidige impact 2b. Bepaal huidige impact 3. Bepaal impact na realisatie 4. Oriënteer op Kansen 5. Voorstel ambtelijk 6. Bepaal ambitie 7. Toelichting klimaat effecten

Bepaal klimaat effecten

2. Wateroverlast

Kaart: 2. Waterdiepte bij intense hevige neerslag - 1:100 jaar

Geeft een indicatie van de maximale waterdiepte die op een plek kan optreden als gevolg van een bui van 70 mm in 2 uur. Deze bui komt in het huidige klimaat circa eens per 100 jaar voor

Indicatie water op straat bij extreme neerslag [Indicatie beoordeling](#)

Digitaal handreiking ProRail

1. Bepaal contour 2a. Bepaal huidige impact 2b. Bepaal huidige impact 3. Bepaal impact na realisatie 4. Oriënteer op Kansen 5. Voorstel ambtelijk 6. Bepaal ambitie 7. Toelichting klimaat effecten

Bepaal klimaat effecten

3. Hittestress

Kaart: 3.1 Aantal zomerse dagen - Huidig en 3.2 Aantal zomerse dagen - 2050WH

Toont het gemiddeld aantal zomerse dagen per jaar voor het huidige klimaat en voor het klimaat in 2050. Zomers uit een warm gebied te krijgen van de verschillen tussen Nederland

Toename aantal zomerse dagen in 2050 t.o.v. huidige klimaat	Indicatie beoordeling
> 10 dagen	Hoog
> 5 tot 10 dagen	Groot
> 2 tot 5 dagen	Middel
> 0 tot 2 dagen	Niet

Kaart: 3.3 Hittestress door warme nachten - Huidig en 3.4 Hittestress door warme nachten - 2050WH

Toont het gemiddeld aantal tropische nachten (meer kouder dan 20 graden) in het huidige klimaat en in 2050. Warme nachten is een belangrijke factor voor hittestress en wordt alleen in het stedelijk gebied weergegeven

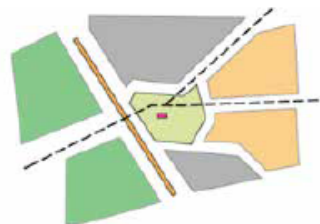
Toename aantal warme nachten 2050 t.o.v. huidige klimaat	Indicatie beoordeling
> 4000 dagen tot 1 week	Hoog
> 2 tot 3 weken	Middel
> 2 tot 3 weken	Groot

4. Bliksem- en stormschade

Several maps to determine local (project) climate-risks. Scenario KNMI WH 2050

Scorebord klimaatadaptatie

versie februari 2019



Locatie/ omgeving/ regio



Geselecteerde effecten	Impact scenario WH 2050 zonder project	Impact scenario WH 2050 na projectrealisatie
1. Extreme rainfall	<input type="checkbox"/> weinig <input checked="" type="checkbox"/> middel <input type="checkbox"/> groot	<input checked="" type="checkbox"/> weinig <input type="checkbox"/> middel <input type="checkbox"/> groot
2. Flooding	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3. Heat	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4. Lightning / wind	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5. Wildfires	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6. Soil subsidence	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
7..	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Already at the start of the project, climate change and ambitions will determine the impact together with stakeholders

C. First results Stress-Test Railway ('19 Web application)

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

Totale score

4

Uitleg data

Kaartlaag: Locaties spoorstunnels, perrontunnels en de auto-/fietsstunnels
De locaties van stationstunnels, spoorstunnels, 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

Inleiding

Spoor-, perron, fiets- en autotunnels hebben overlast na hevige neerslag.

Op de kaart zijn locaties van spoorstunnels, 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-/fietsstunnels 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
- Spoorstunnels
- Spoorviaducten
- Perronviaducten
- Overlast door hemelwater
 - zeer laag
 - laag
 - middel laag

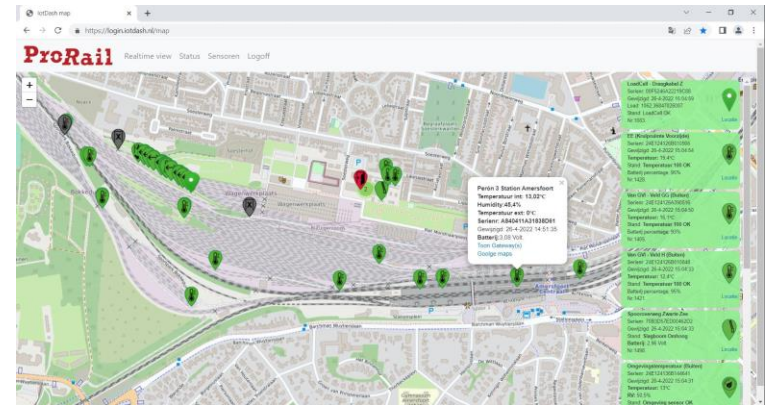
Kaart

Map showing railway lines color-coded by water overflow risk (zeer laag, laag, middel laag) across the Netherlands, with major cities like Amsterdam, Utrecht, and Rotterdam labeled.

In 2021 updated: more detailed information. NOT web-based.

D. Research

- Adaptation measures
- Need for information on some weather events (lightning-/thunderstorms, wind/storm)
- Effect weather on assets and employees/ travellers. Real-time measurements ~10 km around Railcenter Amersfoort.
- Studies at whole trajet(s) and projectlocations
- Standards?
- ...etc



Contact

Justus.Hartkamp@prorail.nl

Or:
info.klimaatadaptatie@prorail.nl

