

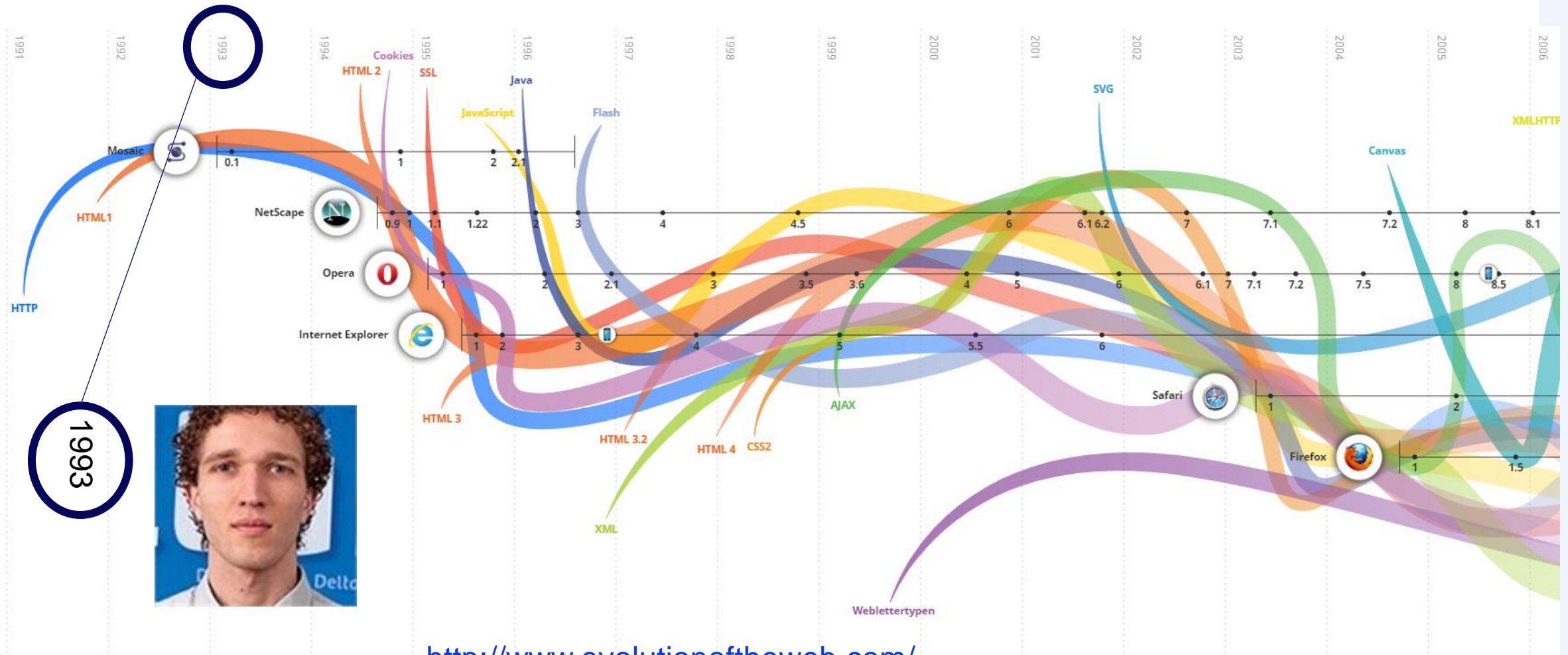
## Open source geotechnics

*Dare to share!*

Aron Noordam

08-04-2021

# Wie ben ik?



# Waarom open source?

- Grotere impact t.o.v. closed source
- Samenwerkingen worden aangemoedigd
- Mogelijkheid voor betere producten
- Snellere ontwikkelingen



# Inhoud

- Geolib / Geolib+
- OURS
- ROSE
- Kratos Geomechanics
- RA2CE
- RI2DE
- Probabilistic toolkit
- Contact

**Deltares**

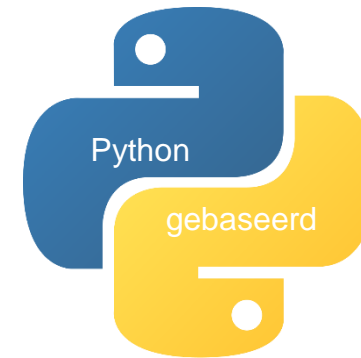
**GEOLIB**

# GEOLIB

## Achtergrondinformatie



- Wat?
  - Een Python bibliotheek met betrouwbare geotechnische modules voor geautomatiseerd rekenen
  - Een “community” die kennis en componenten deelt
- Waarom?
  - Herhaalbaar, herleidbaar, herbruikbaar
  - Meer en beter resultaat in minder tijd en tegen lagere kosten



# **GEOLIB** Wie doen er al mee in de kerngroep



# GEOLIB

## Fase 1a (BASIS): D-Serie met Python schil



- D-Settlement, D-Stability, D-Sheetpiling, D-Foundations
- Complete Python schil (invoer en uitvoer)
- Parallel rekenen (max 500 runs tegelijk)



# GEOLIB

## Fase 1b (GEOLIB+): Aansluiten op (BRO) data



### Release Q4 2020:

- CPTs lezen: GEF en BRO-XML
- CPTs plotten obv NEN standaard
- Classificatie op basis van CPT's
- Parameters uit conusweerstand op basis van NEN tabel

### Release 2021:

- Tools voor ongedraineerd rekenen (dijken)
- Correlaties tussen parameters

## OURS

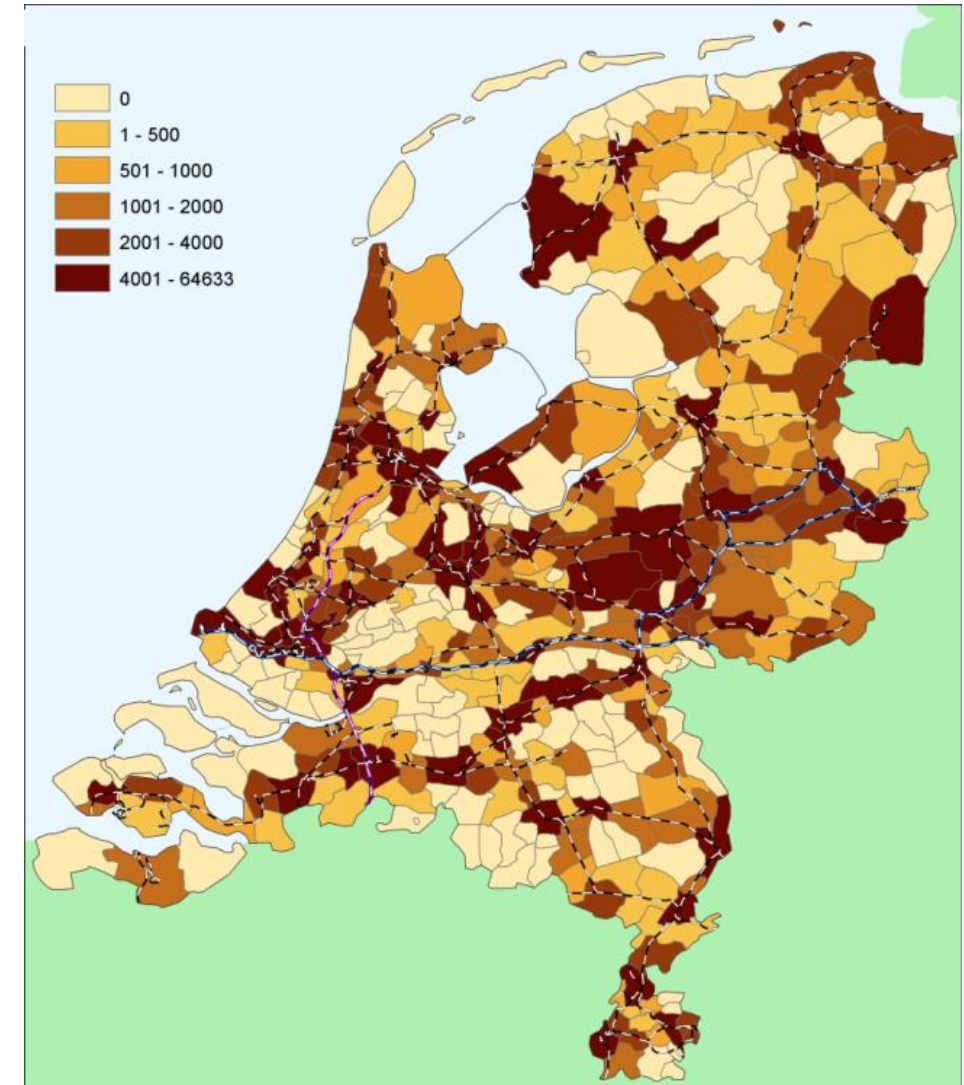
(Ontwikkeling Uniform  
Rekenmodel Spoortrillingen)

# OURS

## Achtergrondinformatie

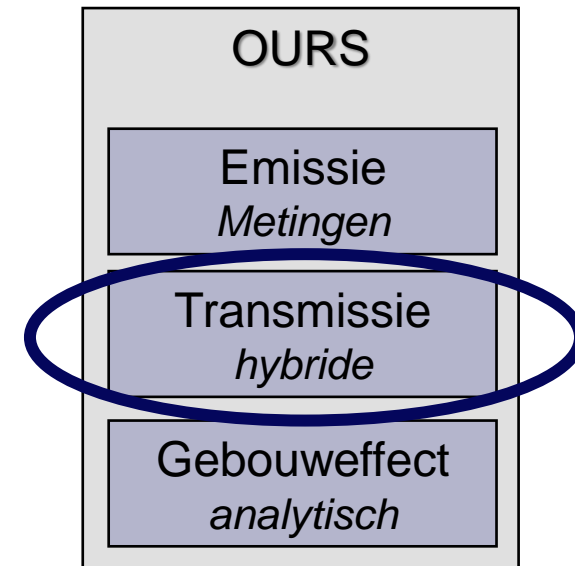
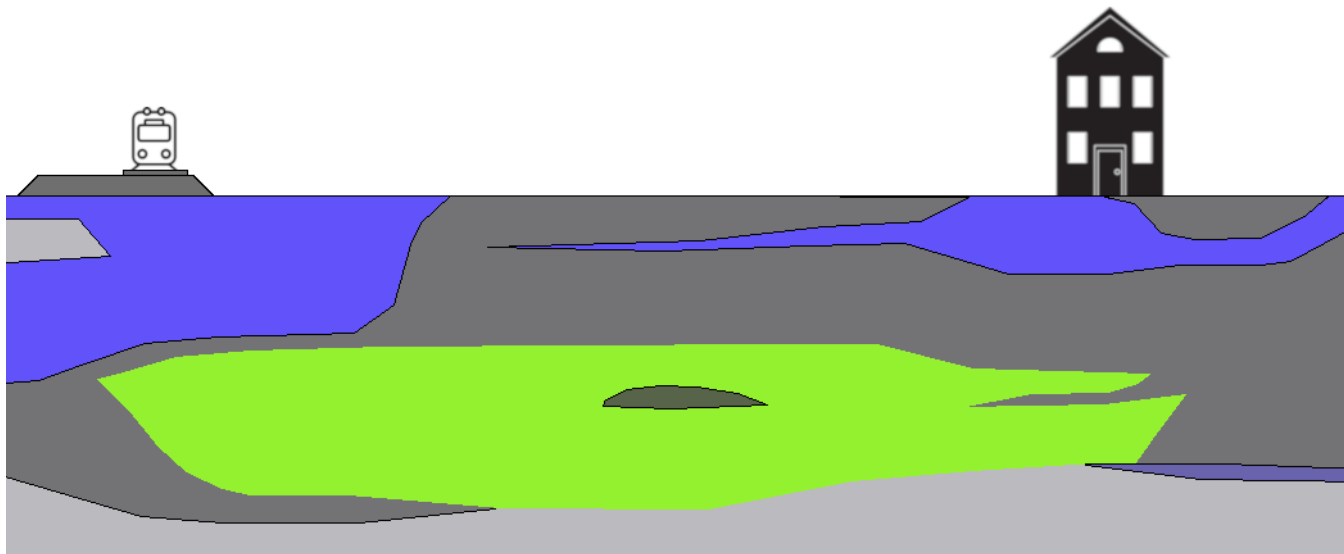
- Wat?
  - Uniform landelijk rekenmodel voor spoorweg trillingen.
- Waarom?
  - Spoorverkeer kan overmatig hinder veroorzaken door opgewekte trillingen:
    - In Nederland ervaart 20% van de inwoners in de buurt van de spoorlijnen (300 m) ernstige hinder door overmatige trillingen [RIVM, 2014]
    - De bevolking in grootstedelijke gebieden zal rond 2050 66% van de wereldbevolking bereiken (54% in 2014). [UN, 2015]

Aantal adressen binnen 300 m



# OURS: Hoe?

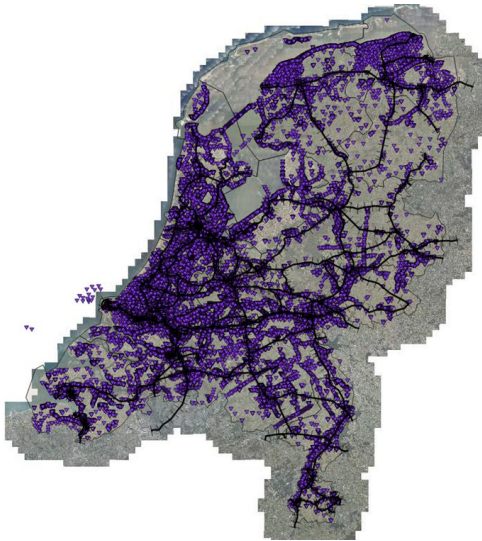
- Uniform rekenmodel spoortrillingen



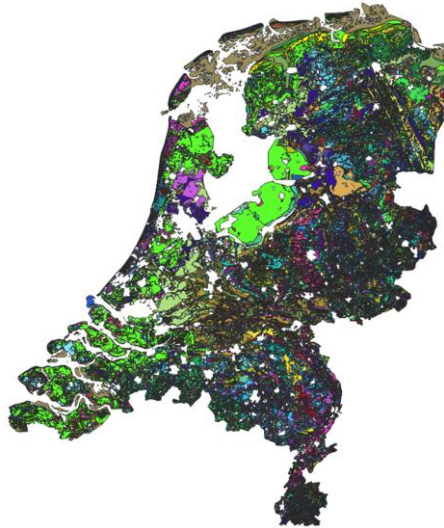
# OURS

## Hoe?

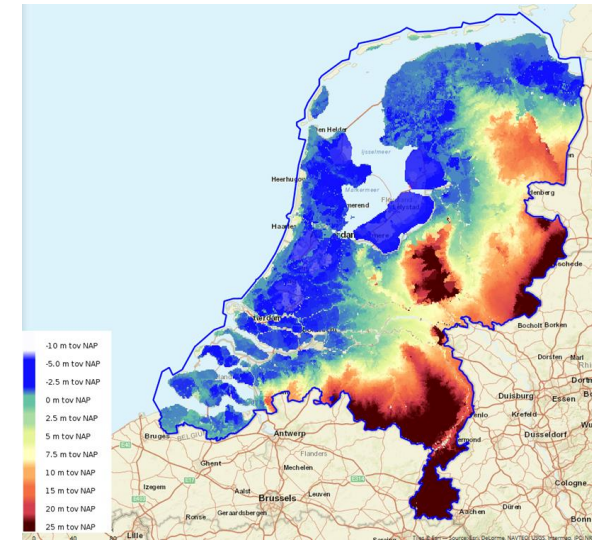
- Grondschematisatie
- Gebruikmakend van publieke datasets
- Robertson classificatie en correlaties



Sondeerdata (> 98 000 tests)



Geomorphologische kaart



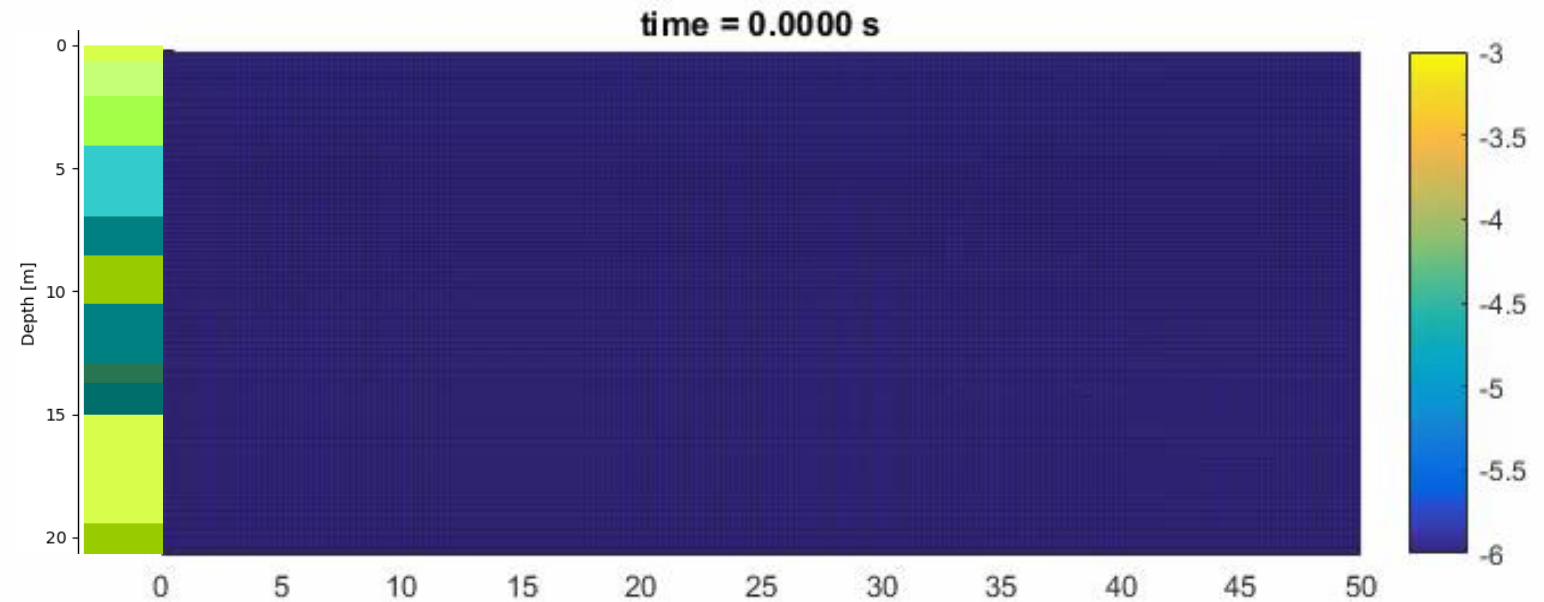
Grondwaterstand (NHI)

# OURS

## Eindige elementen analyse golfvoortplanting

### 2D axisymmetrische FE kernel

- Horizontale elastische lagen
- Tijdsdomein of  
frequentiedomeinanalyses
- Oneindige grenselementen



**Deltares**

**ROSE**

**RisicomOdel SpoordeformatiE**

# ROSE

## Achtergrondinformatie

- Wat?
  - Model voor lange termijn spoordeformatie
  
- Waarom?
  - Reductie van operationele kosten & verhoging van de beschikbaarheid van het netwerk

**Deltares**

**ProRail**



**fugro**

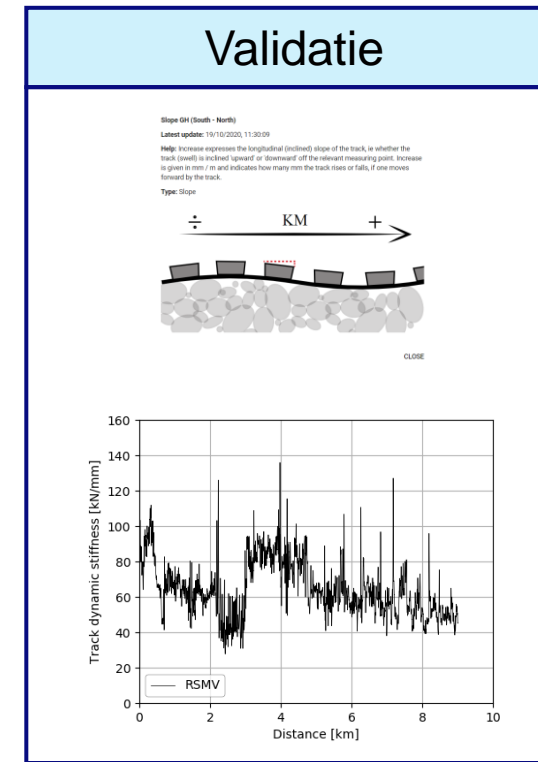
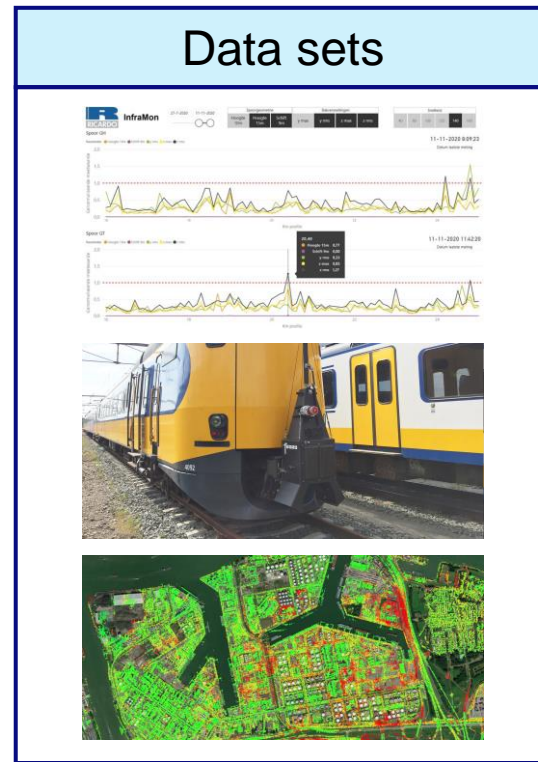
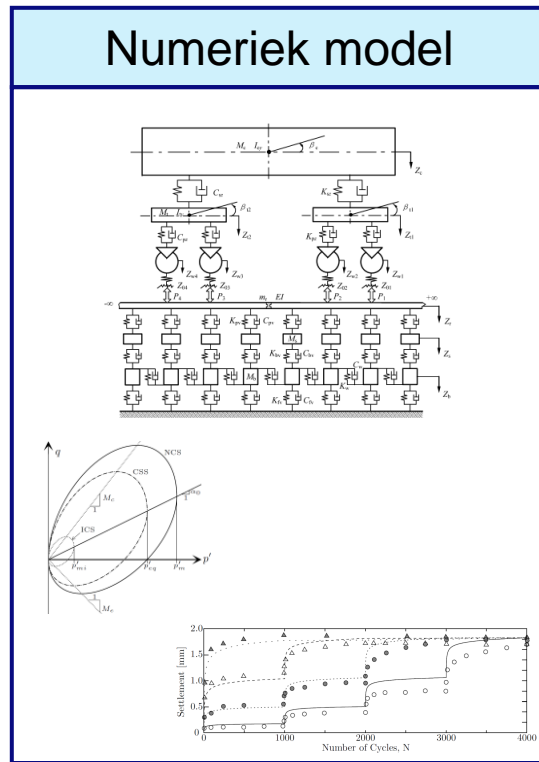




# ROSE

## Hoe?

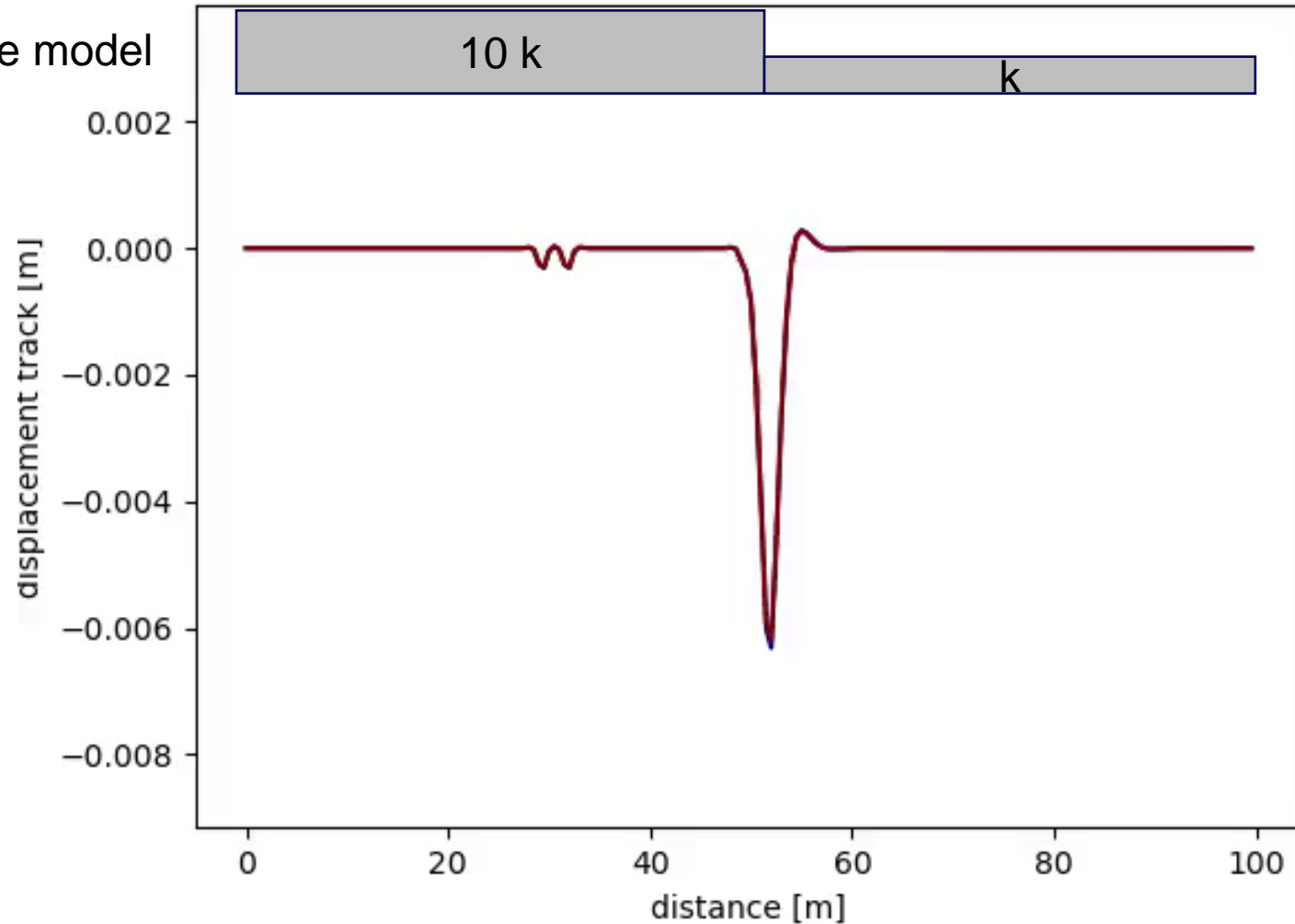
- Verbetering van voorspelling van spoordeformatie



# ROSE

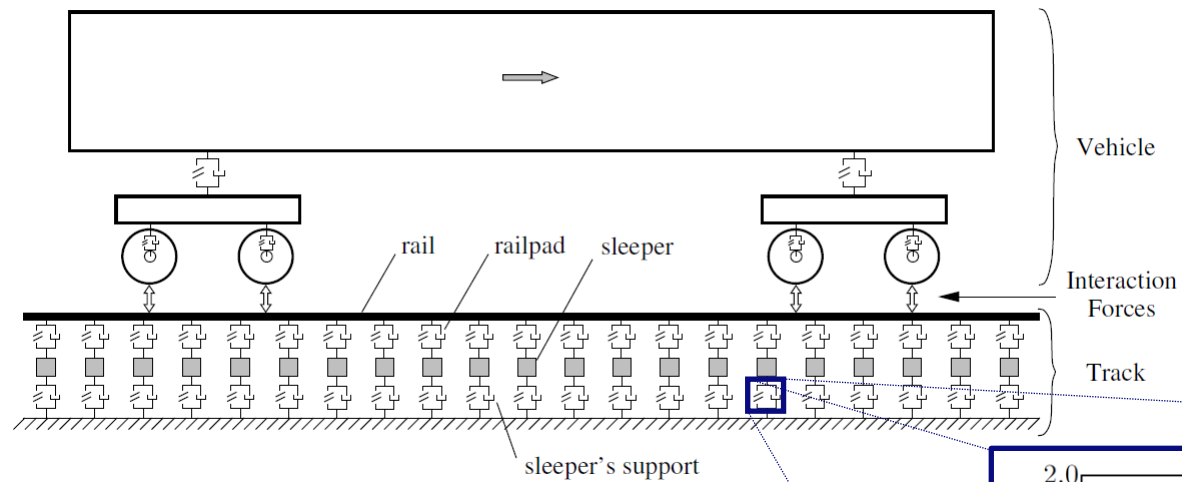
## Hoe?

- Dynamisch trein-spoor interactie model
- Verplaatsing van spoor
- Dubbeldekker model
- Transitie in stijfheid

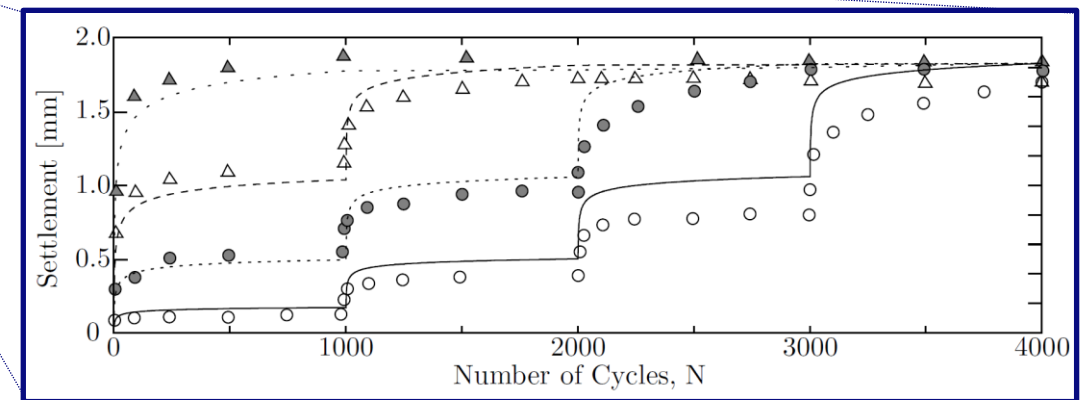


# ROSE

## Cumulatief model

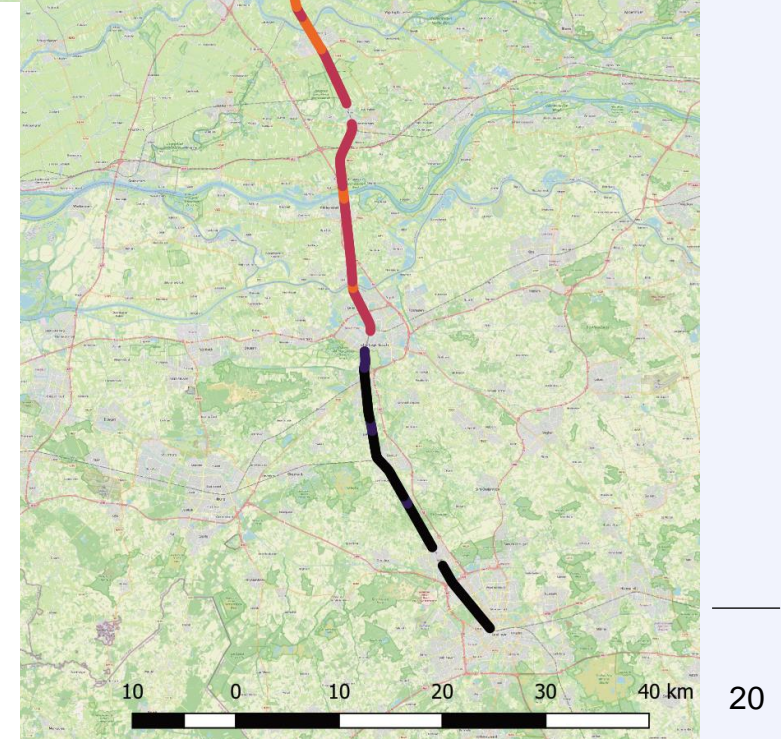
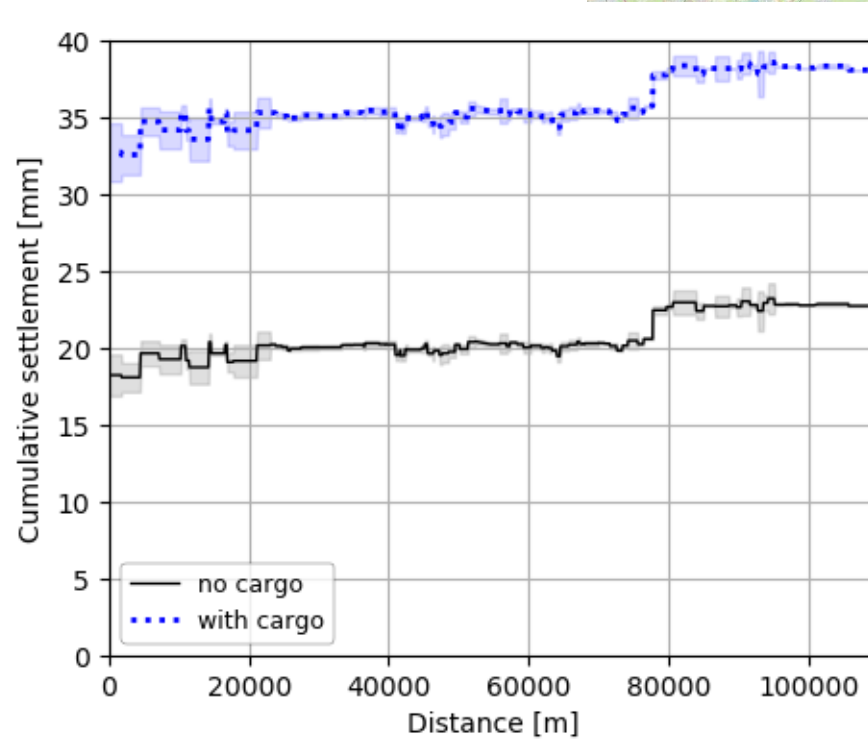


- Expliciet zettingsmodel
- Functie van belastingscycli



# ROSE voorbeeld

- Cumulatieve zetting
  - Amsterdam – Eindhoven
  - 1 jaar
  - Personenvervoer
  - Vrachtverkeer
  - Travelling speed: 140 km/h



**Deltares**

**Kratos  
Geomechanics**

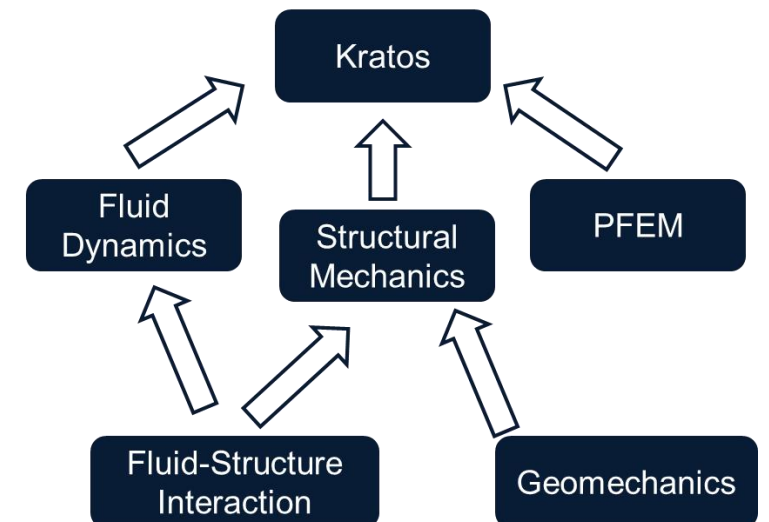
# Kratos Geomechanics

- Wat?
  - Open source eindige elementen bibliotheek voor geotechnische applicaties
- Waarom?
  - Onafhankelijk van commerciële bedrijven voor implementeren en gebruiken van nieuwe eindige elementen toepassingen



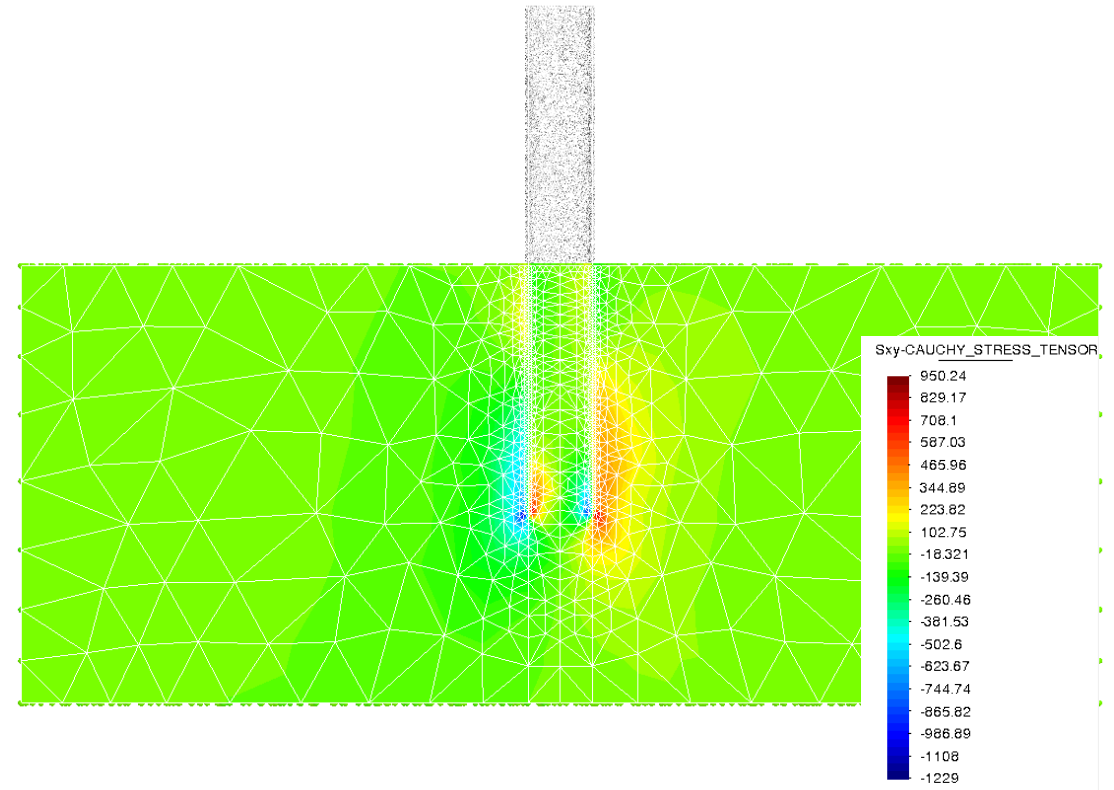
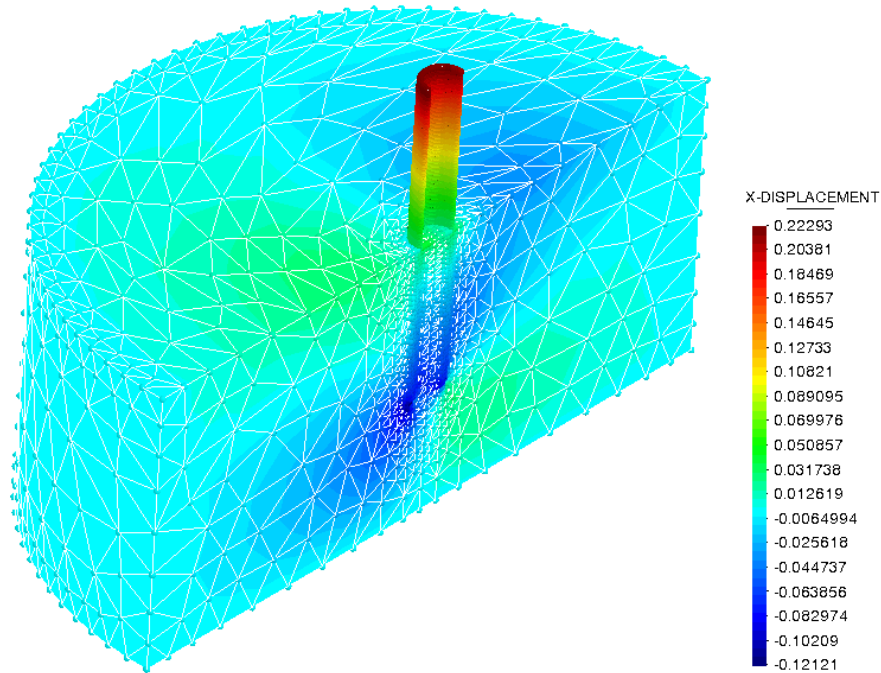
# KratosMultiphysics

- Modulaire bibliotheek die eenvoudig kan worden uitgebreid
- Open source applicaties
  - Structural mechanics, Fluid dynamics, ..
- Applicaties kunnen worden gecombineerd
  - Bijvoorbeeld Fluid Structure Interaction (FSI)



# Kratos Geomechanics voorbeeld

- Off-shore monopile met open einde
- Zijwaardse belasting





# Kratos Geomechanics

## Hoe te gebruiken (GiD)

Project: bergambacht\_verankerde\_damwand\_separations\_phase\_2\_ssc (GeoMechanicsApplication)

Files View Geometry Utilities Data Mesh Calculate GeoMechanicsApplication Help

contact\_bottom\_grout

Double click here to tear off the window

Geometry

Layers Groups

Name	C	I/O	Tr
anchor			
body_grout			
body_p1			
body_p2			
body_sheetpile			
bottom_boundary			
contact_grout			
contact_grout_bott...			
contact_grout_top			
excavate_anchor			
excavate_grout			
excavate_sheetpile			
excavate_spring			
grout			
hollandveen			
KleiGorkum			
KleiGorkumLichtHu...			
KleiGorkumZwaar			
kleiTiel			
left_contact			
phreatic_line_dike			
phreatic_line_polder			
phreatic_line_polder...			
phreatic_line_river			
phreatic_line_river_sl...			
pleistoecen_zand			
right_contact			
river_load			
sheetpile			
side_boundary			
Soil_two_phase-aut...			
spring			
traffic_load			
water_aquifer_1			
water_aquifer_2			
water_aquifer_3			
water_interpolation			
ZandSiltig			

Elements

Soil two phase

Constitutive Law: LinearElasticPlaneStrain2DLaw

Young Modulus: 3.0e7

Poisson Ratio: 0.2

Solid Density: 2.0e3

Fluid Density: 1.0e3

Porosity: 0.3

Solid Bulk Modulus: 1.0e12

Fluid Bulk Modulus: 2.0e9

Intrinsic Permeability XX: 4.5e-13

Intrinsic Permeability YY: 4.5e-13

Intrinsic Permeability XY: 0.0

Dynamic Viscosity: 1.0e-3

K0 Main Direction: Y

K0 Value XX: 0.5

K0 Value ZZ: 0.5

Error: incorrect name 'Strategy\_Type#CB#(newton\_raphson, arc\_length, line\_search)' with spaces in QUESTION field  
Enter name of the project

Command:

Zoom: x 1.5 Nodes: 5K, Elements: 9K Render: normal Layers: 9 (-25.61388, 46.22968, 0) Pre

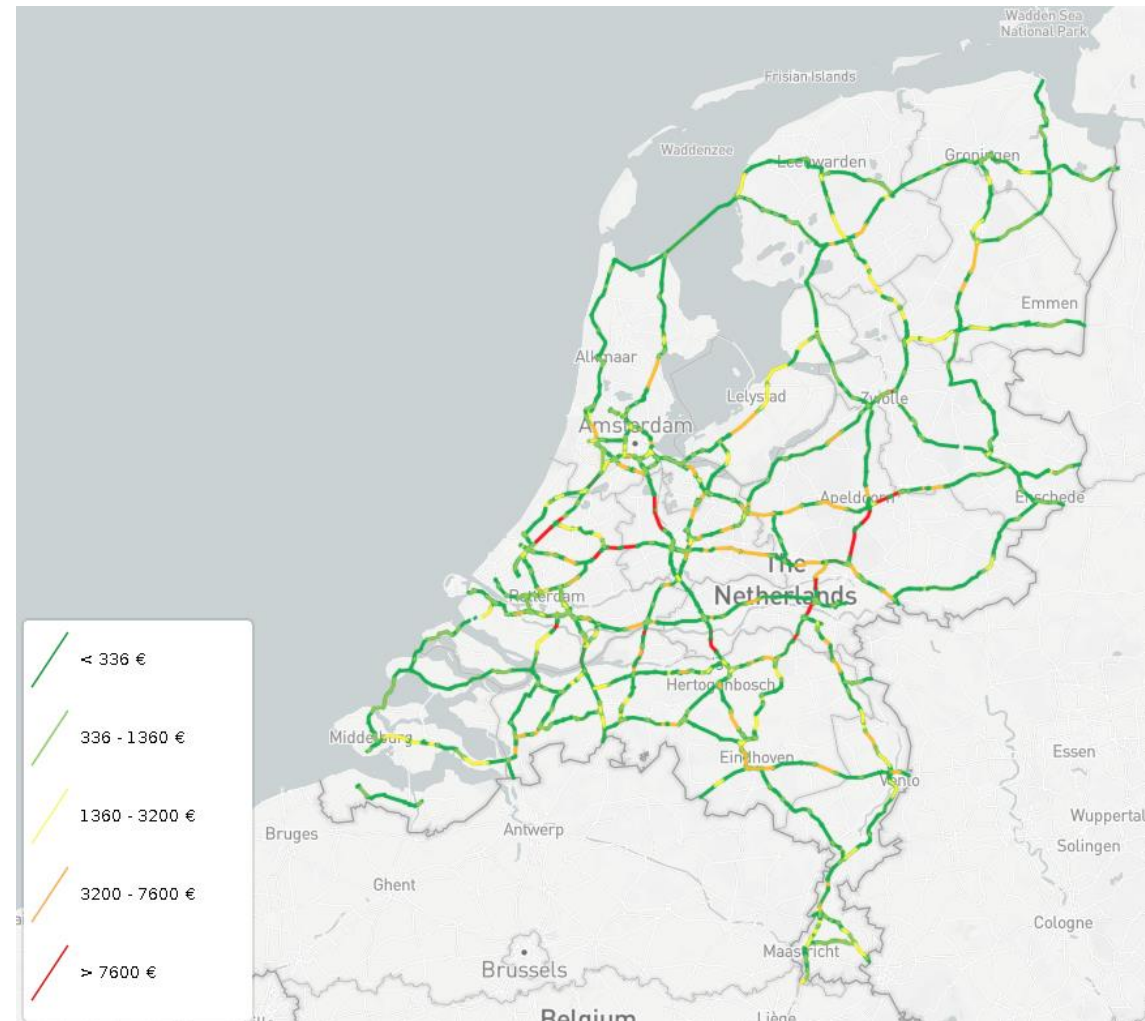
## RA2CE

Risk Assessment and Adaptation  
for Critical InfrastructureE

# RA2CE

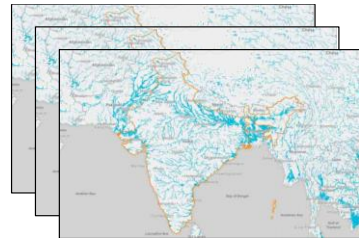
## Achtergrondinformatie

- Wat?
  - Tool voor beoordelen van directe en indirecte verliezen door netwerkfalen
    - Falen door willekeurig natuurlijk gevaar
    - Of event-based (bijv. stroomstoringen)
- Waarom:
  - Crisismanagement
  - Planning van klimaatadaptatie maatregelen
  - Stedelijke planning
  - Continuïteit van supply chains



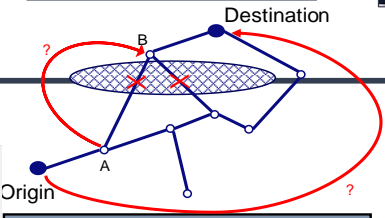
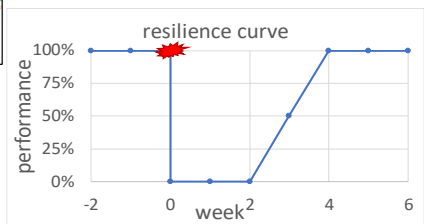
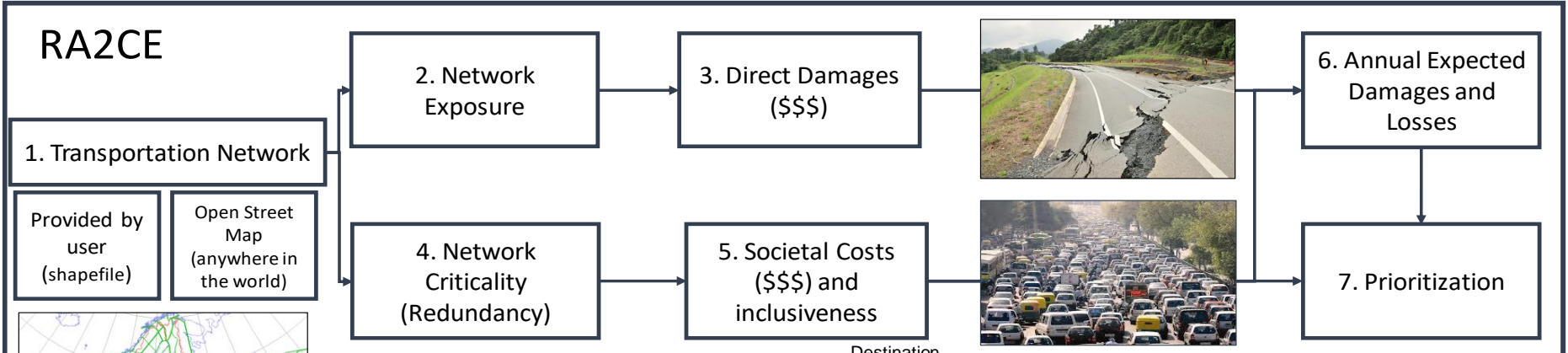
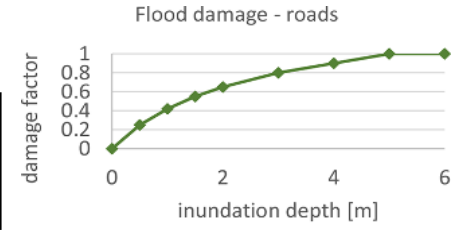
# RA2CE

## Hoe?



Hazard maps

Vulnerability curves  
Replacement costs

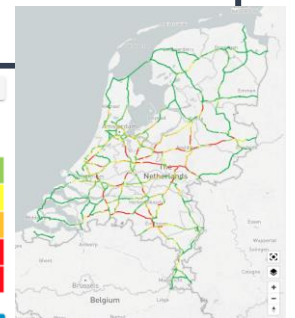


Resilience curves  
Traffic Data  
Value of Time  
Duration of failure

Priorities matrix

		Operator costs classes				
		1	2	3	4	5
Societal losses classes	1	1	1	1	1	2
	2	1	2	2	2	3
	3	2	2	3	3	4
	4	3	3	4	4	5
	5	3	4	4	5	5

Live Update RA2CE



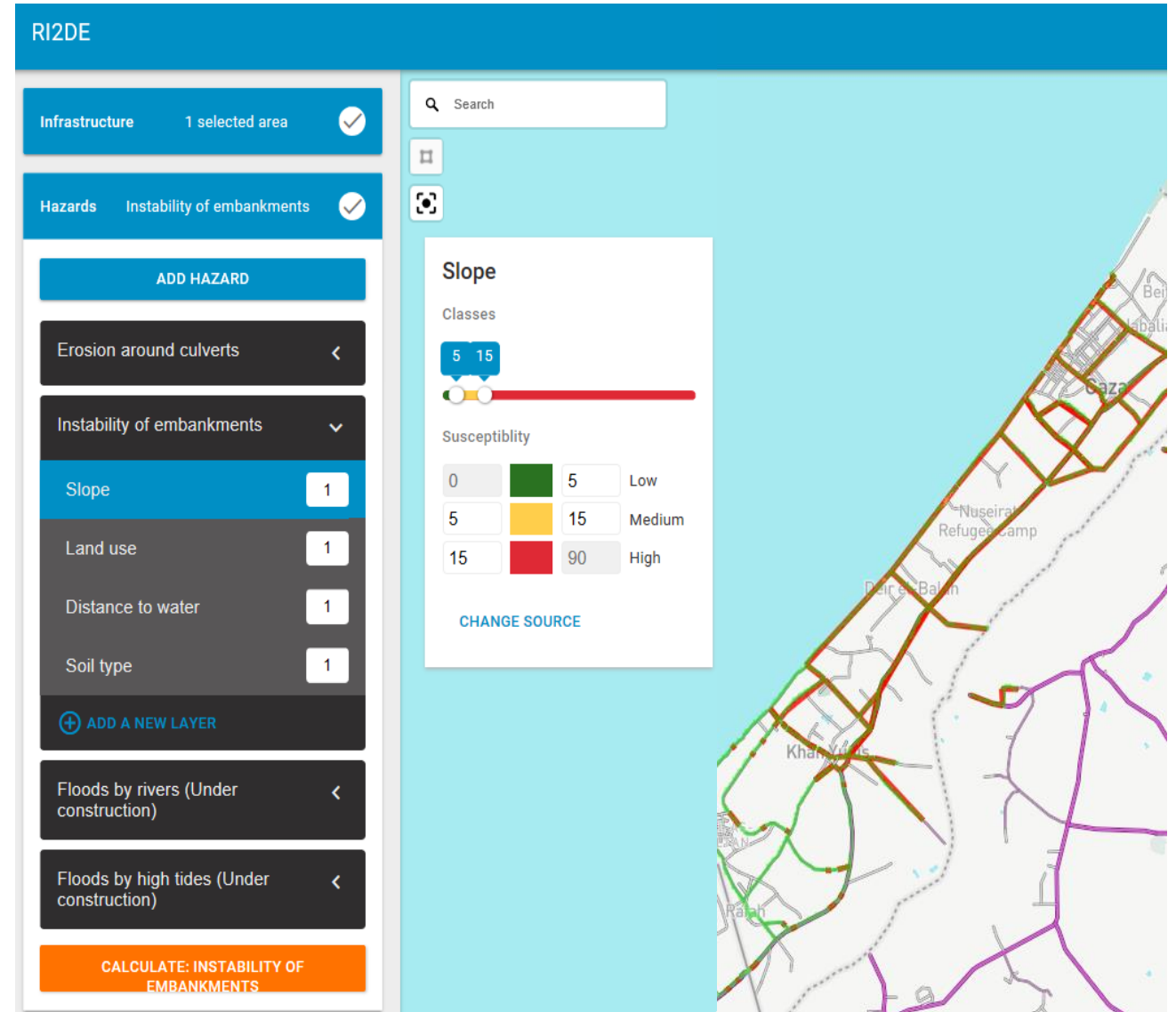
## RI2DE

**Risk Identification for  
Infrastructure in Data-Scarce  
Environments**

# RI2DE

## Achtergrondinformatie

- Wat?
  - Tool voor infrastructuur risico identificatie in data-schaarse gebieden
    - Voor verschillende type infrastructuur
- Waarom?
  - Geeft richting aan verder onderzoek
  - Niet elk gebied heeft veel data
  - Niet elk natuurgevaar heeft een “Hazard map”



# RI2DE

## Hoe?

- Maakt gebruik van open source informatie
- Mogelijk om eigen kaarten te gebruiken

The screenshot displays the RI2DE web application interface. On the left, a sidebar contains several sections: 'Infrastructure' with '1 selected area', 'Hazards' with 'Instability of embankments', and a list of layers including 'Slope', 'Land use', 'Distance to water', 'Soil type', 'Floods by rivers (Under construction)', and 'Floods by high tides (Under construction)'. A 'CALCULATE: INSTABILITY OF EMBANKMENTS' button is at the bottom of the sidebar. The main area features a search bar, a map of Gaza, and a 'Slope' legend. The legend shows a color scale from green (0) to red (15) and a susceptibility table with categories: Low (0-5), Medium (5-15), and High (15-90). A 'CHANGE SOURCE' button is located below the legend.

RI2DE

Infrastructure 1 selected area ✓

Hazards Instability of embankments ✓

ADD HAZARD

Erosion around culverts <

Instability of embankments v

Slope 1

Land use 1

Distance to water 1

Soil type 1

+ ADD A NEW LAYER

Floods by rivers (Under construction) <

Floods by high tides (Under construction) <

CALCULATE: INSTABILITY OF EMBANKMENTS

Search

Slope

Classes

5 15

Susceptibility

0	5	Low
5	15	Medium
15	90	High

CHANGE SOURCE

**Deltares**

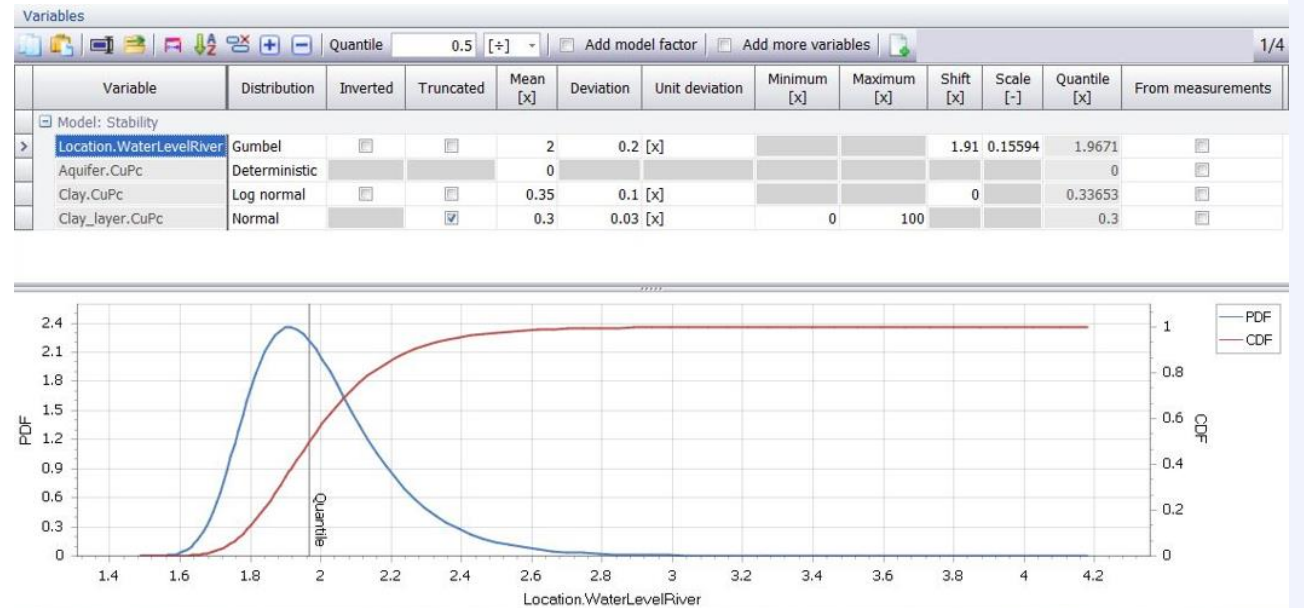
**Probabilistic toolkit**  
**PTK**



# PTK

## Achtergrondinformatie

- Wat?
  - Toolkit om de effecten van onzekerheid op een deterministisch rekenmodel op kwantitatieve manier te bepalen.
- Waarom?
  - Toetsen van constructies en infrastructuur
  - Ontwerp-optimalisaties
  - Risk based asset management (Robamci)
  - Gericht metingen doen
  - Kalibratie, verbeterde modelresultaten

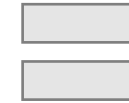


# PTK Hoe?

Maak  
invoerbestand



Deterministisch  
model

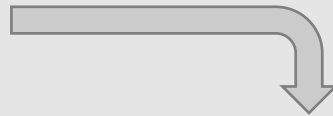


- D-Stability
- Plaxis
- Geo-suite
- Hydro-suite
- Python scripts
- Combinaties
- en nog meer ...

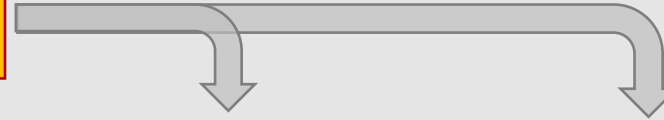
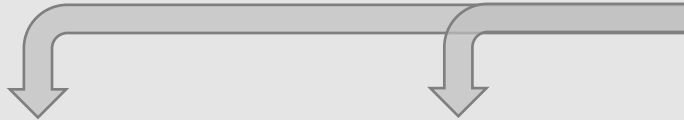


## Probabilistic toolkit

Verbind invoer  
en applicatie



Definieer  
onzekerheden



Run model

Gevoeligheids  
analyse

Model  
onzekerheid

Kalibratie

Betrouwbaarheids  
analyse

Controleer  
berekeningen

**Deltares**

**Contact**

# Contact

GEOLIB: [geolib@deltares.nl](mailto:geolib@deltares.nl)



OURS: Bruno Zuada Coelho  
([Bruno.ZuadaCoelho@deltares.nl](mailto:Bruno.ZuadaCoelho@deltares.nl))  
Beheerder: RIVM  
Locatie: <https://github.com/rivm-syso/OURS>



ROSE: Bruno Zuada Coelho  
([Bruno.ZuadaCoelho@deltares.nl](mailto:Bruno.ZuadaCoelho@deltares.nl))  
Aron Noordam  
([Aron.Noordam@deltares.nl](mailto:Aron.Noordam@deltares.nl))



# Contact

Kratos Geomechanics:

Vahid Galavi

([Vahid.Galavi@deltares.nl](mailto:Vahid.Galavi@deltares.nl))

Mark Post

([Mark.Post@deltares.nl](mailto:Mark.Post@deltares.nl))

Aron Noordam

([Aron.Noordam@deltares.nl](mailto:Aron.Noordam@deltares.nl))

Locatie: <https://github.com/KratosMultiphysics/Kratos/tree/GeoMechanicsBranch>



# Contact

RA2CE:

Margreet van Marle

([Margreet.vanMarle@deltares.nl](mailto:Margreet.vanMarle@deltares.nl))

Thomas Bles

([Thomas.Bles@deltares.nl](mailto:Thomas.Bles@deltares.nl))



RI2DE:

Mike Woning

([Mike.Woning@deltares.nl](mailto:Mike.Woning@deltares.nl))



Probabilistic Toolkit:

Rob Brinkman

([Rob.Brinkman@deltares.nl](mailto:Rob.Brinkman@deltares.nl))



**Deltares**

**Toekomst**

Toekomst

Wat denken jullie?