

Inzicht in gebouwschade door bodemdaling

modelketenontwikkeling & praktijkmetingen

Otto Levelt (Deltares), Chris Geurts (TNO)

Deltares
TNO innovation
for life



Overzicht



Introductie door Ronnie Takens

1. Wat is Krimp-zwel?
2. Introductie modelketen funderingsschade en bodembewegingen
3. Casus Rossum

Discussie en vragen na elk blok

Introductie



TNO innovation
for life



Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed
Ministerie van Onderwijs, Cultuur en
Wetenschap

Deltares



Rijksdienst voor Ondernemend
Nederland



Aanvragen subsidies
voor
funderingsherstel
(2020-2022)

Deze kaart toont de rijksmonumenten waar de afgelopen vier jaar subsidie voor is
aangevraagd voor funderingsherstel.

Bron: Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (geraadpleegd op 13 december 2023)

Wat is krimp-zwel?



- Heffing en daling veroorzaakt door veranderingen in het vochtgehalte van de klei
- Omkeerbaar gedrag
- Schade door verschilbewegingen over korte afstand
- Twee "typen":
 - Differentiële krimp
 - Differentiële zwel (expansion/heave/lifting)

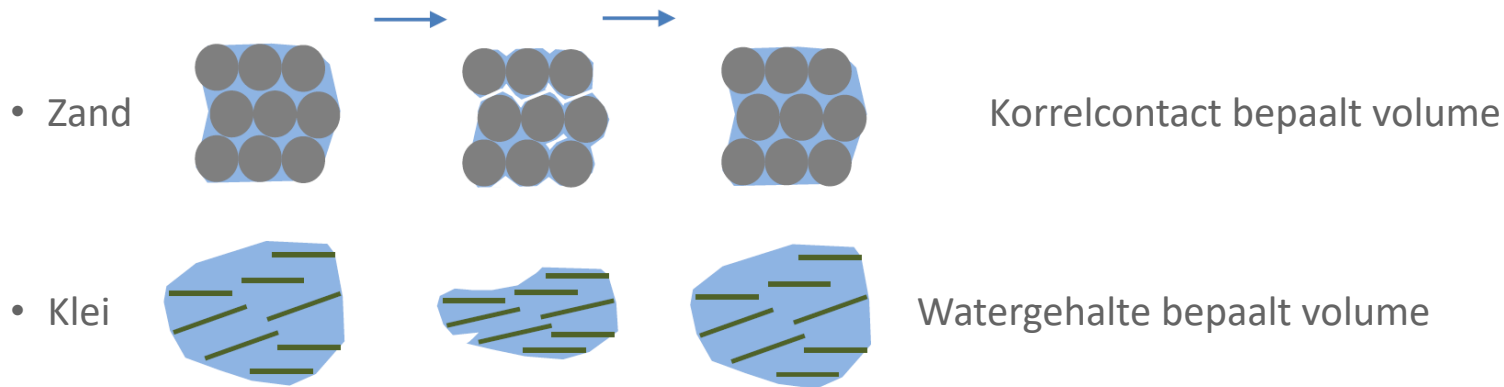
Voorbeelden schades



Oorzaken van krimp en zwel



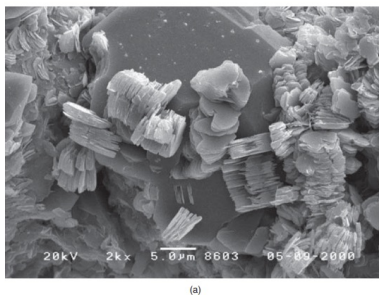
- (ongelijkmatige) deformatie door droogte en vernatting



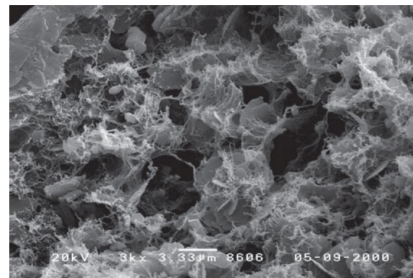
Oorzaken krimp en zwel



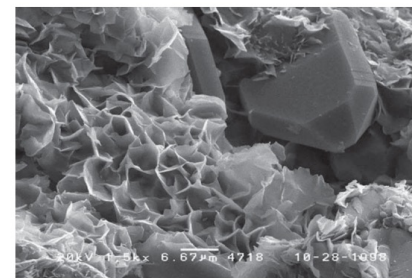
- Zwelgevoeligheid afhankelijk van:
 - Kleitype,
 - Kleigehalte,
 - Plaatjesgrootte,
 - Specifiek oppervlak,
 - Metaalionen,
 - Lading kationen,
 - Kalkgehalte



(a)



(b)



(c)

FIGURE 2.3. Scanning electron micrographs: (a) kaolinite; (b) illite; (c) montmorillonite (reproduced by permission of OMNI/Weatherford Laboratories).

→ Toenemende zwelgevoeligheid

Kaoliniet Illiet Ca-Montmorilloniet Na-Montmorilloniet

Kracht krimp-zwel

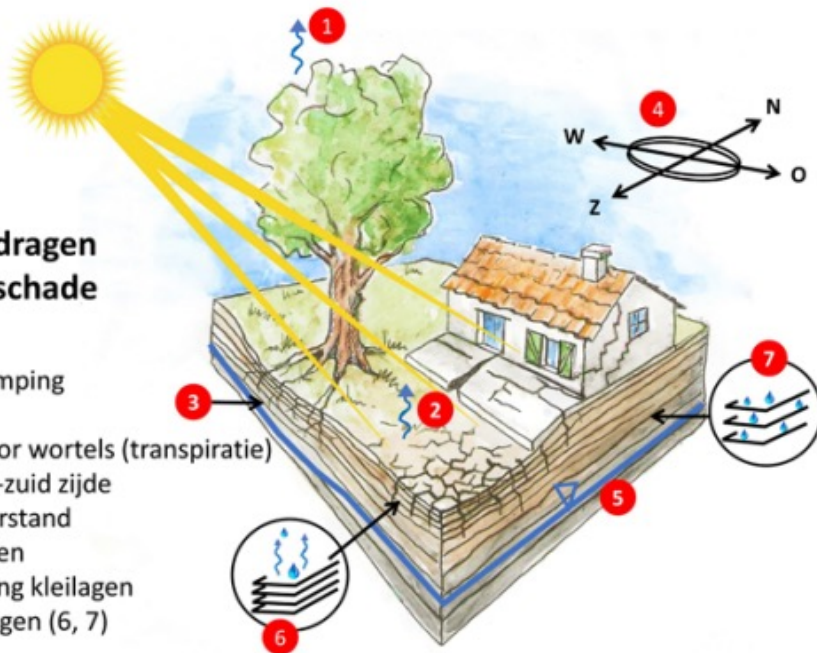


Omgevingsfactoren krimp en zwel



Factoren die bijdragen aan krimp-zwelschade

1. Interceptie verdamping
2. Verdamping
3. Wateropname door wortels (transpiratie)
4. Verschillen noord-zuid zijde
5. Daling grondwaterstand
6. Uitdroging kleilagen
7. Beperkte uitdroging kleilagen
8. Mineralogie kleilagen (6, 7)

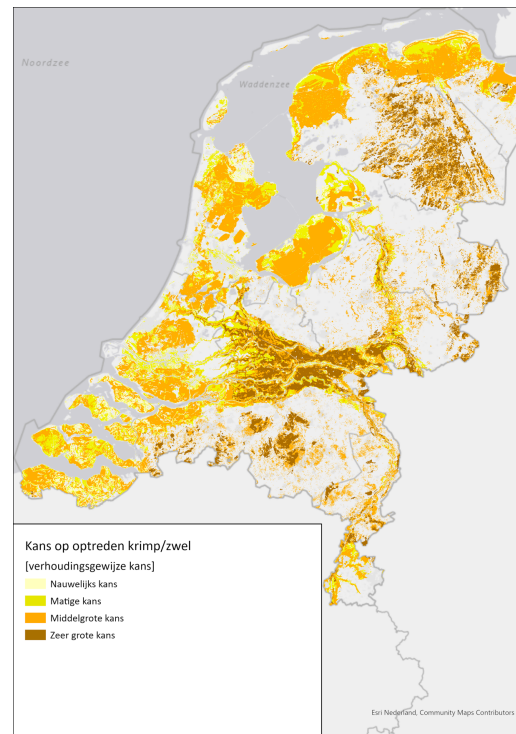


voor de Nederlandse situatie aangepaste figuur van Franse geologische dienst (BRGM).

Het zijn dus factoren die te maken hebben met:

- *De vochtbalans*
- *De ondergrond*
- *De ligging*

Schademeldingen en kansenkaart Krimp-zwel



Onderzoek naar krimp-zwel



- Fundamentele kennis
- Blootstelling
- Gevoeligheid gebouwen
- Oplossingen/maatregelen

Eind deel 1: Vragen ?



Modelketen voor Gebouwschade

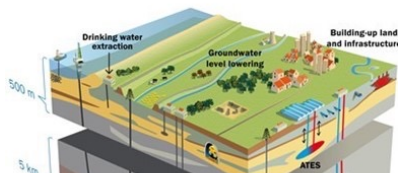


Ondergrondse activiteiten

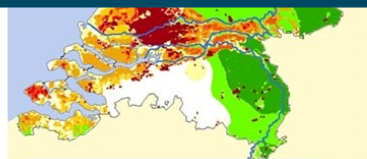
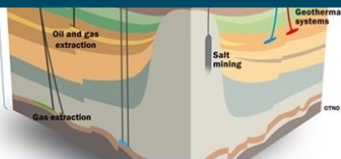
Bodemdaling

Grond-constructie interactie

Schade aan gebouwen



Monitoring en Validatie



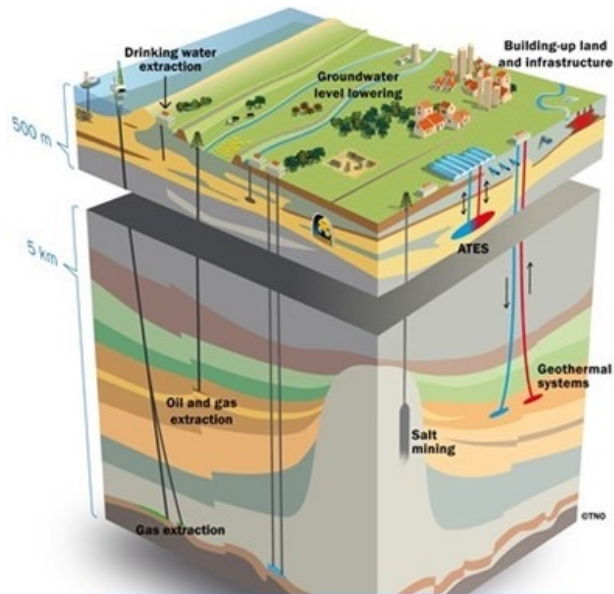
Ontrafelen bodemdalings-oorzaken

Voorspellen op gebouwschaal

Gekoppelde modellering

Kwetsbaarheidsfuncties

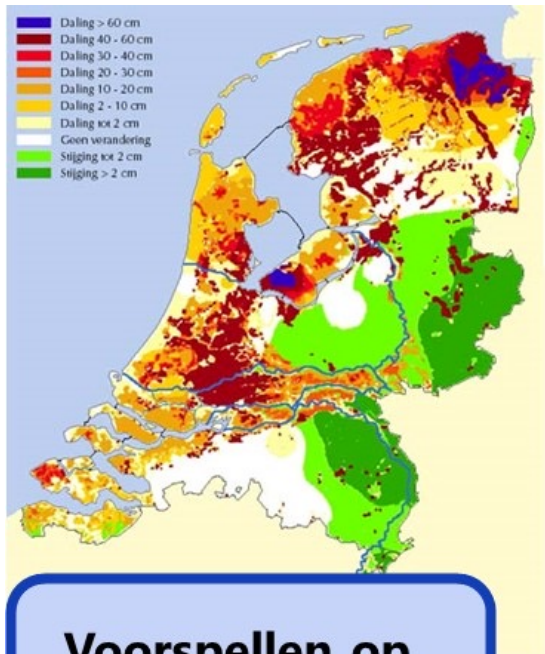
Ondergrondse Activiteiten en Processen



**Ontrafelen
bodemdalings-
oorzaken**

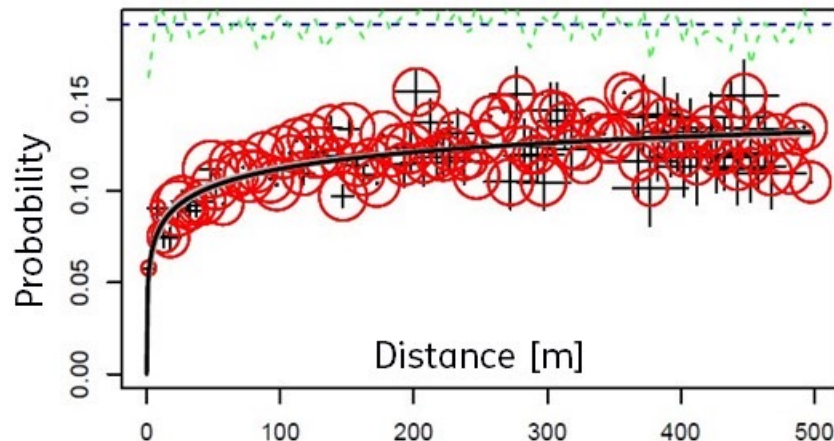
- Grondwaterbeheer
- Droge en natte periodes
- Winning van drinkwater
- Warmte/koude opslag
- Geothermie
- Zoutwinning
- Olie- en Gaswinning



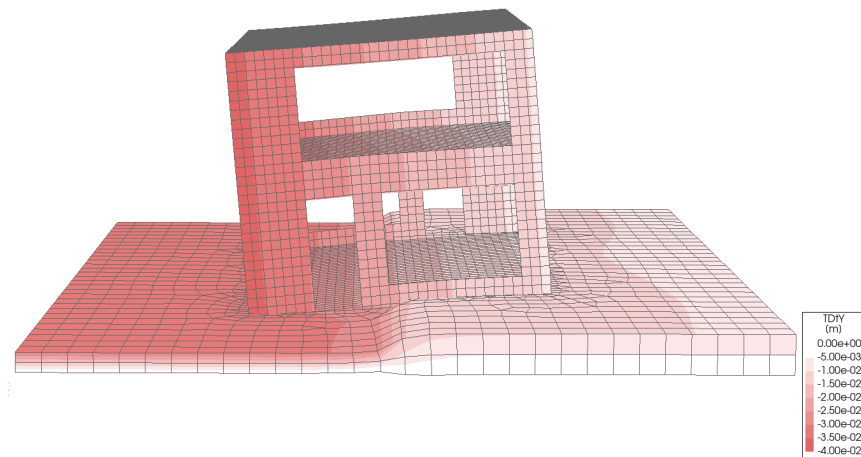
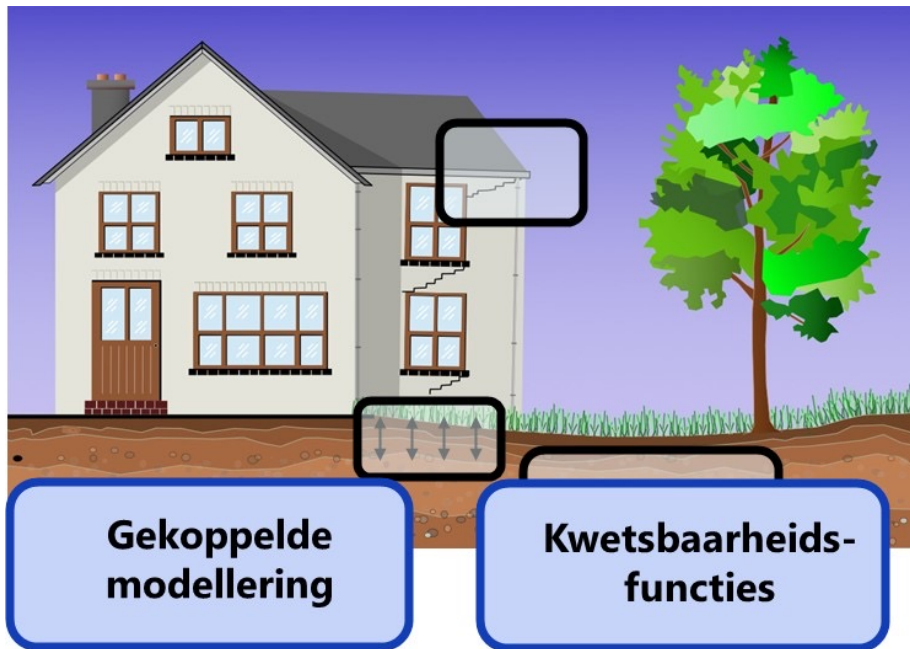


**Voorspellen op
gebouwschaal**

Probability of transition from sand to clay

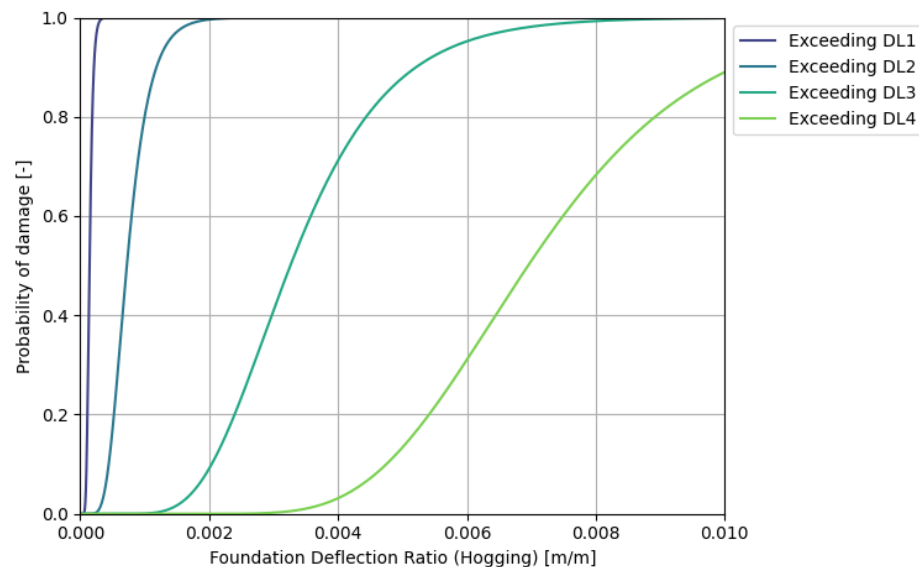


Grond Constructie Interactie en Kwetsbaarheid van Gebouwen

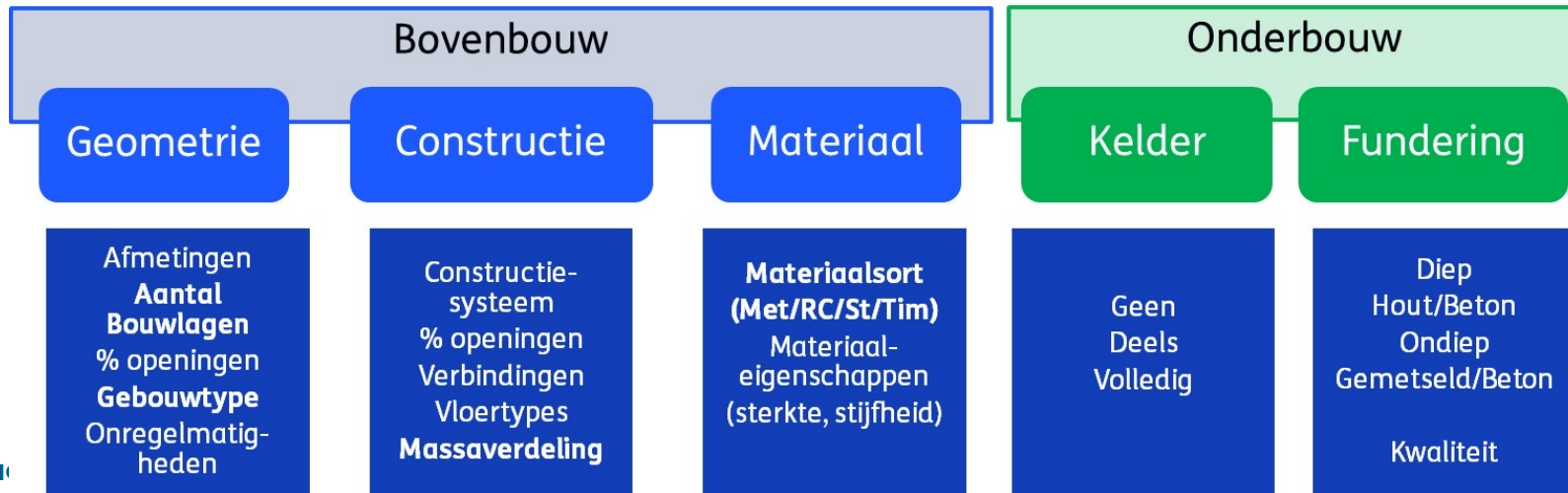




Kans op Schade gegeven een **vervorming** van de bodem voor verschillende **schadeniveaus**



Kwetsbaarheid van Gebouwen



Waar moeten we op letten ?



Zakken



Neerbuigen



Roteren



Opbuigen



Rekken

Waar moeten we op letten ?



Eigen gewicht



Trillingen



Neerslag



Wind



Temperatuur

Eind deel 2: Vragen ?



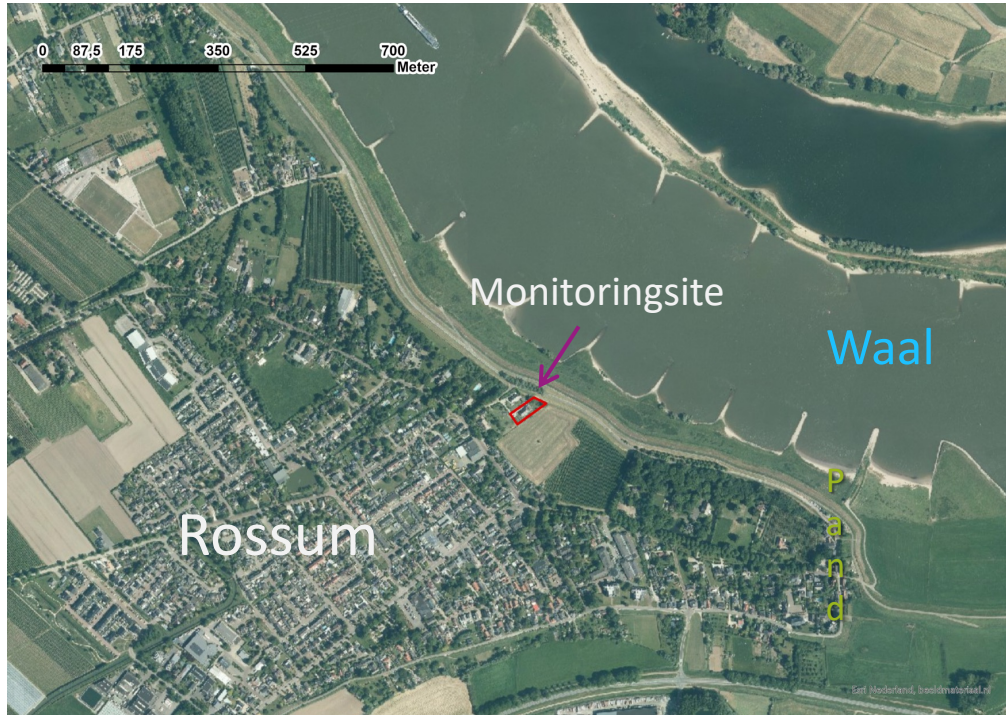
Monitoring en Validatie



Casus Rossum



Casus Rossum



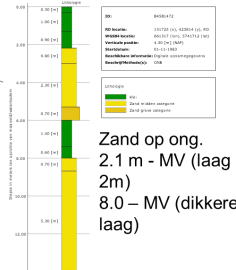
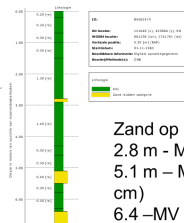
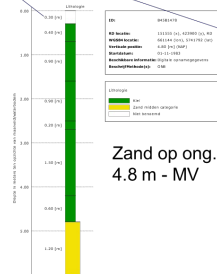
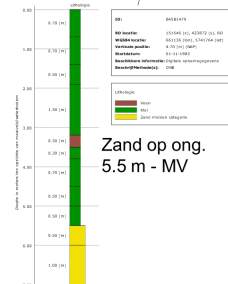
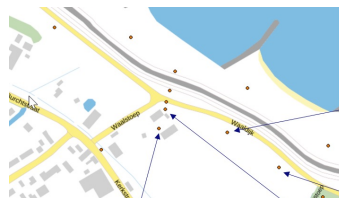
Casus Rossum



- Bemeten pand
- Bemeten ondergrond
- Laboratoriumonderzoek
- Omgevingsfactoren



Rossum - Ondergrond



Dikke laag klei (4 tot 5 m)
op zandpakket



80 cm



Vanaf hier wordt het monster nattig(water)



Hier ligt grens bruinig -> grijs



Hier kwamen we niet verder (zand en nat)



Vanaf hier steeds zandiger ->

Vanaf hier echt fijn zand ->405cm

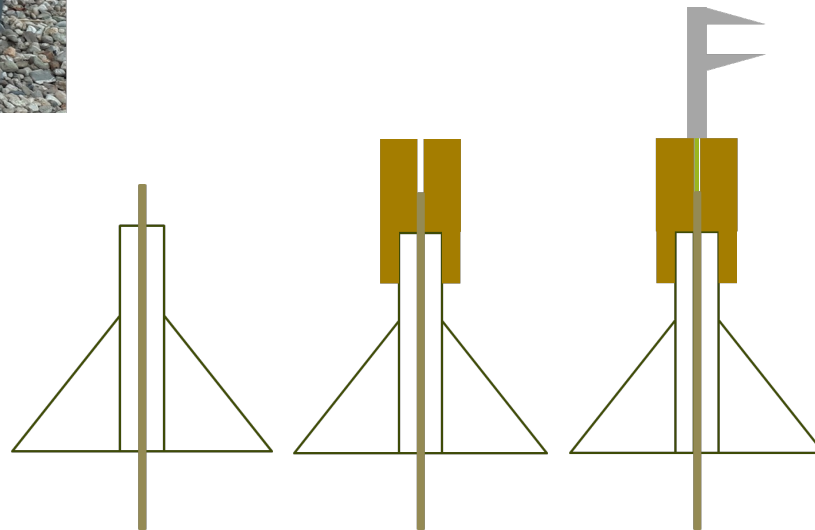
Beschikbare informatie

Eigen onderzoek

Rossum - meetsite



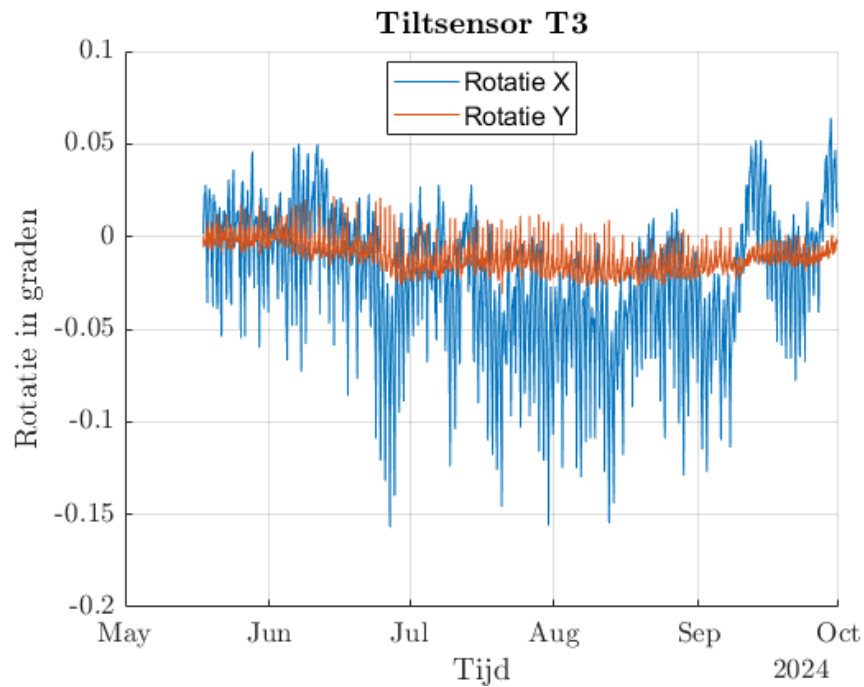
Rossum – Citizen science



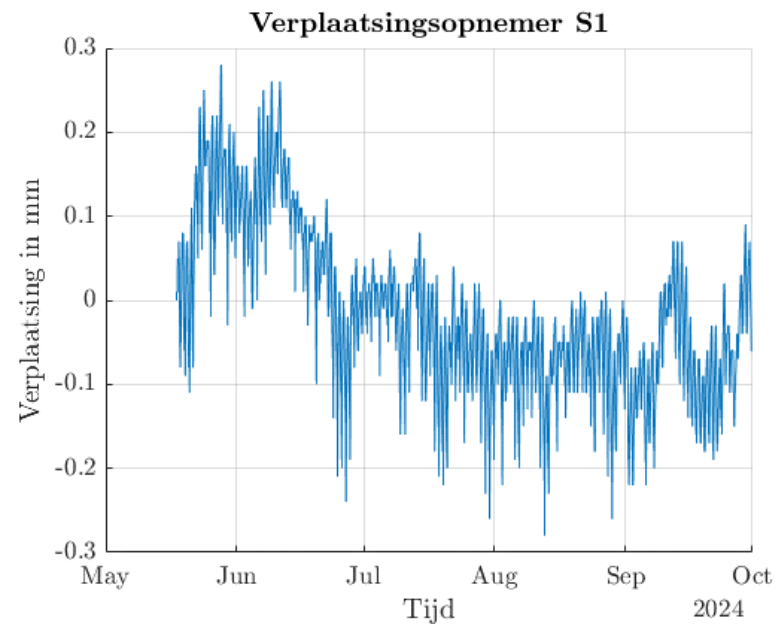
Gebouwmonitoring



Hoekverdraaiingen



Scheurwijdtes



Monitoring Rossum



- We zijn net gestart
- Monitoringduur 3 jaar
- Resultaten bij volgende gelegenheden
- Tweede monitoringsite in voorbereiding
- Start eerste helft 2025

[Artikel in RCE Magazine 4/24](#)



Bedankt voor de aandacht !

