

Leven op slappe bodem

Wat weten we na 4 jaar onderzoek?

21 November 2024

Esther Stouthamer (UU), Gilles Erkens (Deltares/UU),
Bernardien Tiehatten (Ambient/UU),
Pepijn van Elderen (UU), Dewy Verhoeven (WUR),
Mandy van den Ende (UU)



Programma sessie



- Onderzoeksprogramma NWA-Living on soft soils: subsidence & society
- Overzicht type resultaten
- Resultaten (selectie)
 - Viskeuze samendrukking (kruip) van veen en organische kleien – Pepijn van Elderen (UU)
 - Economisch optimalisatiemodel – Dewy Verhoeven (WUR)
 - Sturingsaanpakken voor bodemdaling - Mandy van den Ende (UU)
- Integratie resultaten

NWA-LOSS programma: aanleiding



Bodemdaling: complex vraagstuk

Wat is er nodig?

- Visie op hoe om te gaan met bodemdaling en gevolgen: toekomstig doel en paden om doel te bereiken
→ Handelingsperspectieven
- Kennis, modellen, monitoringsnetwerk, data-infrastructuur
- Aansluiten op informatiebehoefte kennisgebruikers
- Geïntegreerde aanpak: technisch, governance, juridisch

Tot **1**
millioen
huizen bedreigd
door funderingsproblematiek

22
Miliard Euro
extra aan bodemdaling
gerelateerde kosten tot 2050

2x
zoveel
kosten voor onderhoud
straten en wegen
op slappe ondergrond

5.5
Megaton
jaarlijkse CO₂ emissie
door veenoxidatie

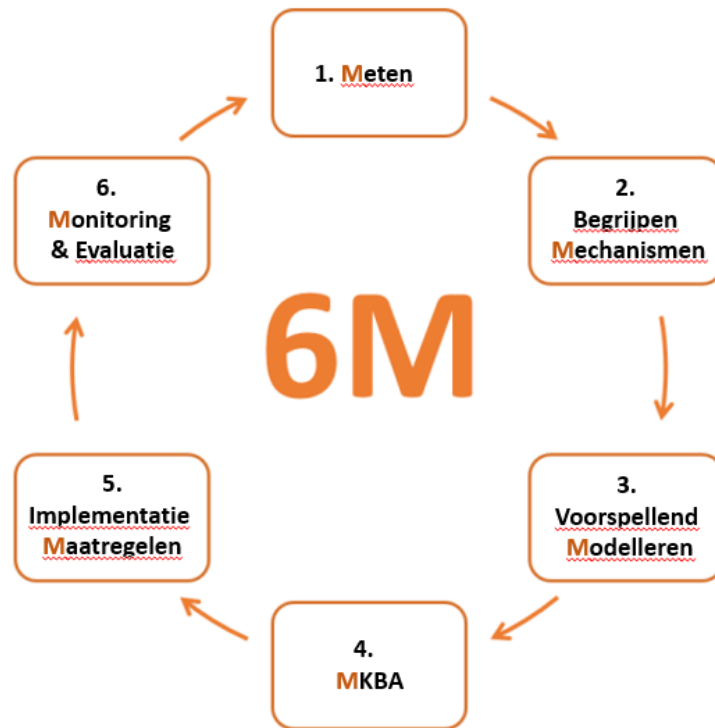
NWA-LOSS programma: doel



Ontwikkelen **integrale aanpak** om tot **haalbare, legitieme & duurzame oplossingen** te komen voor het beheersen van de negatieve maatschappelijke effecten van bodemdaling in Nederland.

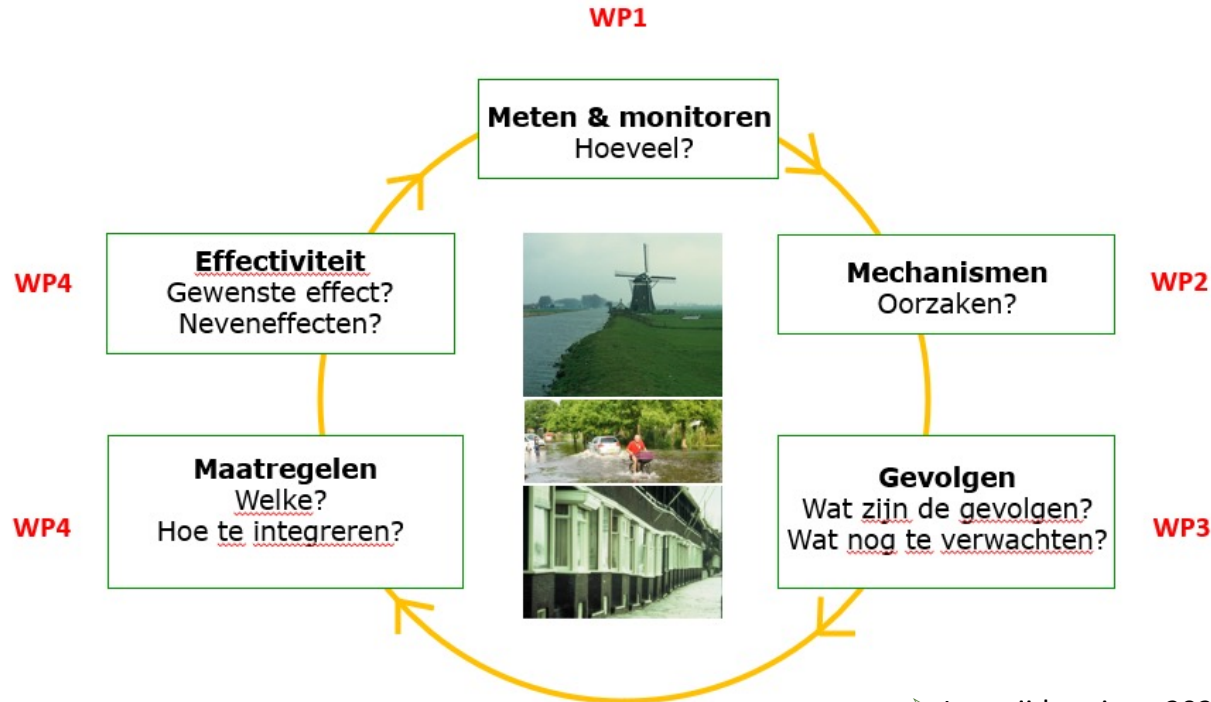
- Door voldoende kennis onderbouwd beleid
- Handelingsperspectieven korte, midden-lange en lange termijn
- Integrale aanpak

NWA-LOSS programma: opzet



Erkens & Stouthamer, 2020, TISOLS

NWA-LOSS programma: opzet



Onderzoeksteam: promovendi, postdocs



WP1: meten & monitoren



Philip Conroy (TUD)

InSAR processing



Manon Verberne (TNO/UU-AW)

Ontrefelen diepe & ondiepe processen, data-assimilatie



Kim de Wit (UU-DPG)

Kwantificering achtergrondaling

WP2: mechanismen



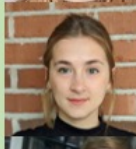
Duygu Tolunay (UU-BIO)

Microbiële afbraak veen



Bente Lexmond (UU-DPG)

Krimp- en zwelgedrag klei



Erne Blondeau (WUR/WEnR)

Broeikasgasemissie



Pepijn van Elderen (UU-DPG)

Kruipgedrag veen



Tom de Gast (TUD)

1D bodemdalingsmodellering

WP3: impacts



Deniz Kilic (UU-DPG/Deltares)

3D bodemdalingsmodellering
Opschaling



Alfonso Proserpi (TUD)

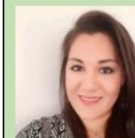
Schadeschatting
gemetselde gebouwen



Dewy Verhoeven (WUR)

Economische modellering
MKBA

WP4: maatregelen



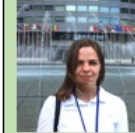
Nicoletta Nappo
(TUD/Deltares)

Maatregelen stedelijk gebied



Tom Wils
(TUD/WEnR)

Maatregelen landelijk gebied



Mandy van den Ende (UU-SD)

Governance arrangements



Martijn van Gils (UU-REBO)

Juridisch instrumentarium

WP5: kennisutilisatie



Muhannad Hammad
(UU-DPG/Deltares)

Scenario-ontwikkeling

Consortium



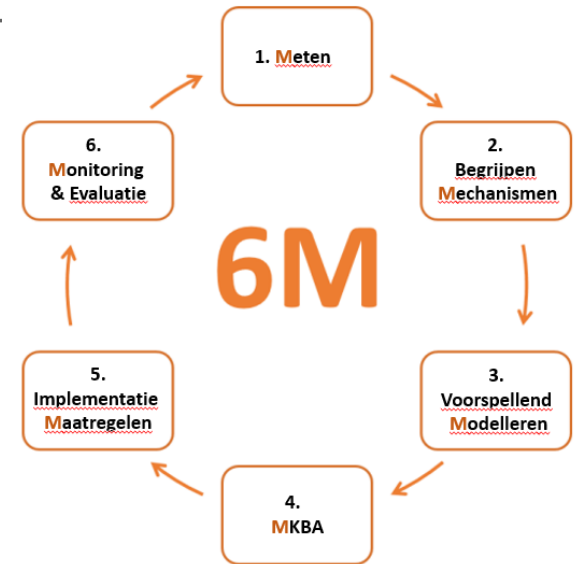
Universiteit Utrecht





➤ Wetenschappelijke kennis

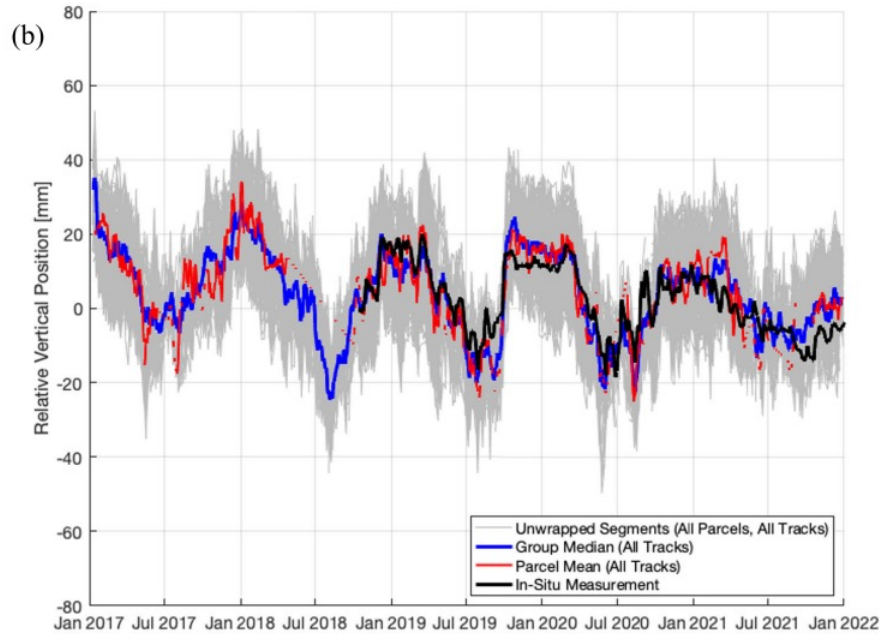
- Nieuwe technieken bodembeweging uit InSAR.
- Methodiek ontrafelen bodemdalingssignaal diep-ondiep
- Verbeterde kennis mechanismen
- Verbeterde modellen
- Kennis governance & juridisch instrumentarium



Erkens & Stouthamer, 2020, TISOLS

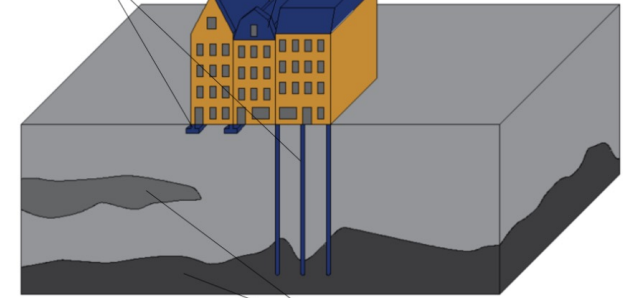


Rouveen



Structure variability (e.g. materials, geometries)

Different foundations system



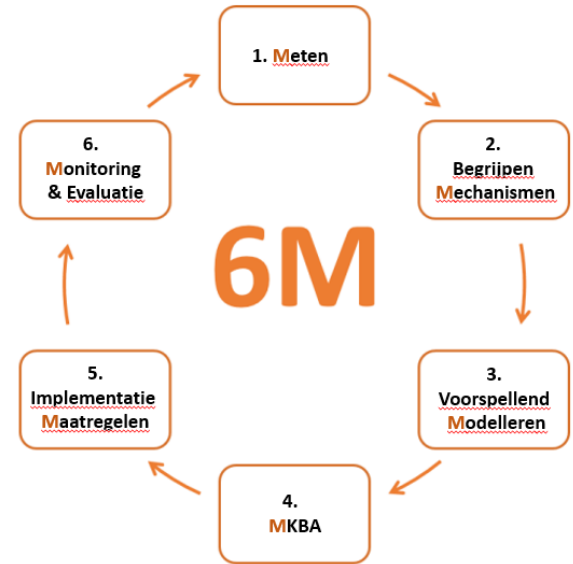
The subsoil is not homogeneous



Resultaten



- Modellen: bodemdaling, economisch, gebouwschade
 - Maatregelen & effectiviteit
 - Data
 - Producten kennisgebruikers:
 - modeluitkomsten
 - MKBA
 - governancebenaderingen
 - inzet juridisch instrumentarium
- ➔ handelingsperspectieven



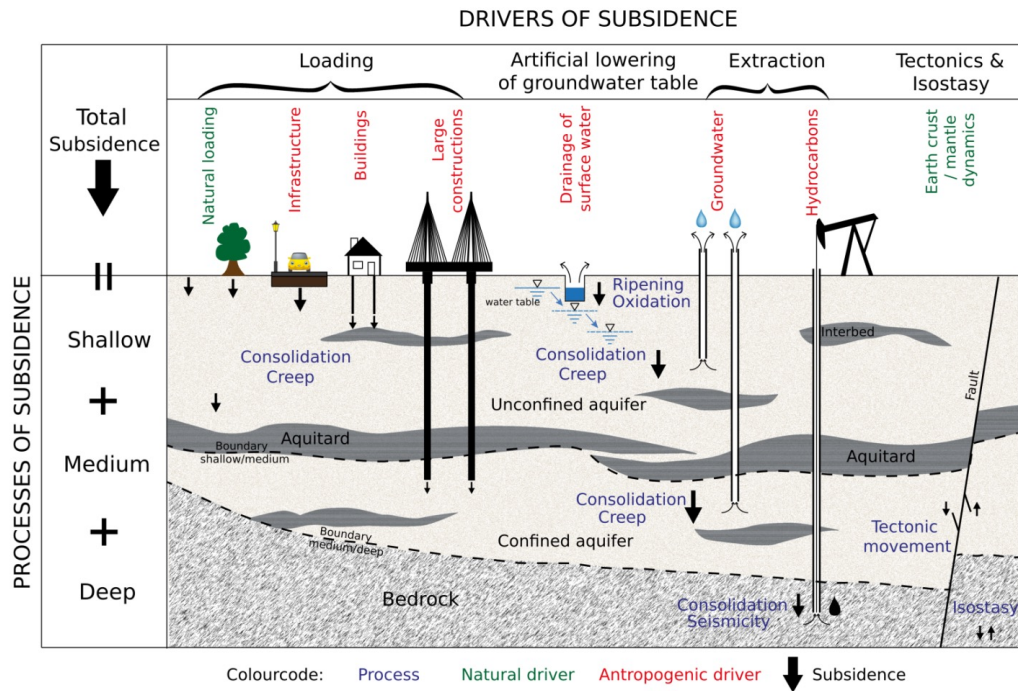
Erkens & Stouthamer, 2020, TISOLS

Viskeuze samendrukking (kruip) van veen en organische kleien

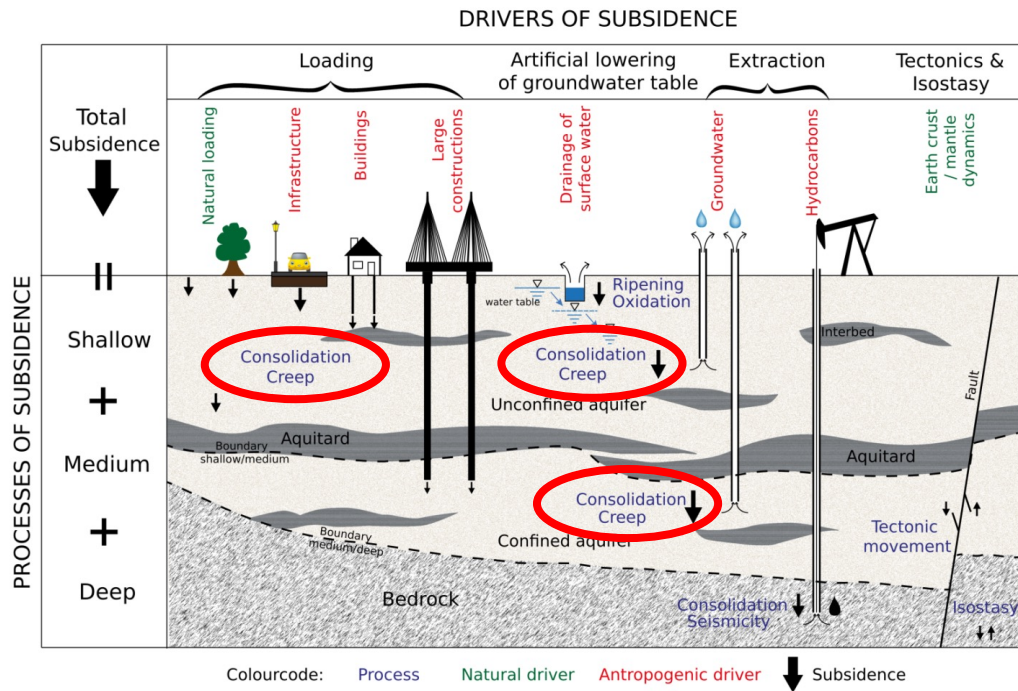
Pepijn van Elderen
Universiteit Utrecht



Wat is kruip?



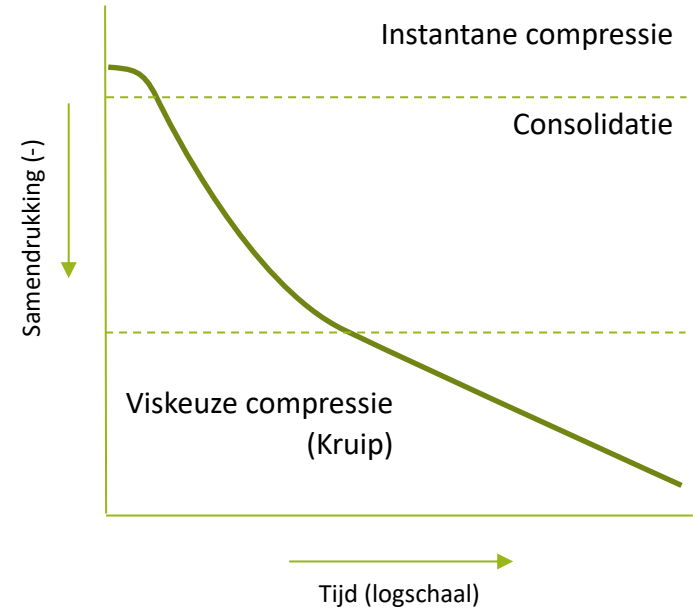
Wat is kruip?



Wat is kruip?



- 3 fases, laatste is kruip
- kruip = constante effectieve stress + tijd
- ~5-50% van totale compactie in testen

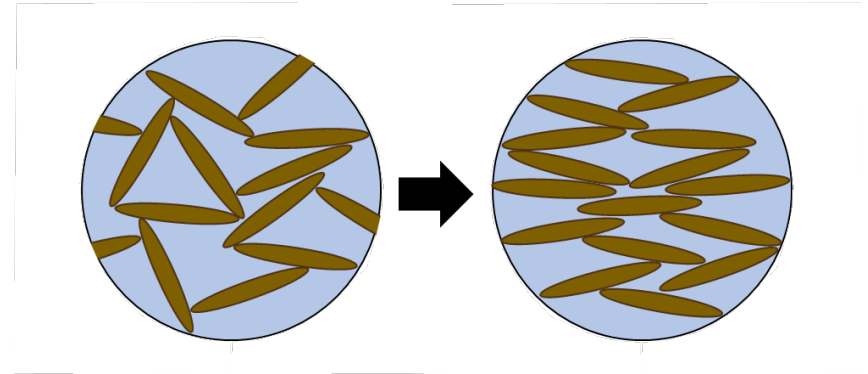


Wat is kruip?



Heroriëntatie -> Kaartenhuis

Maar waarom?



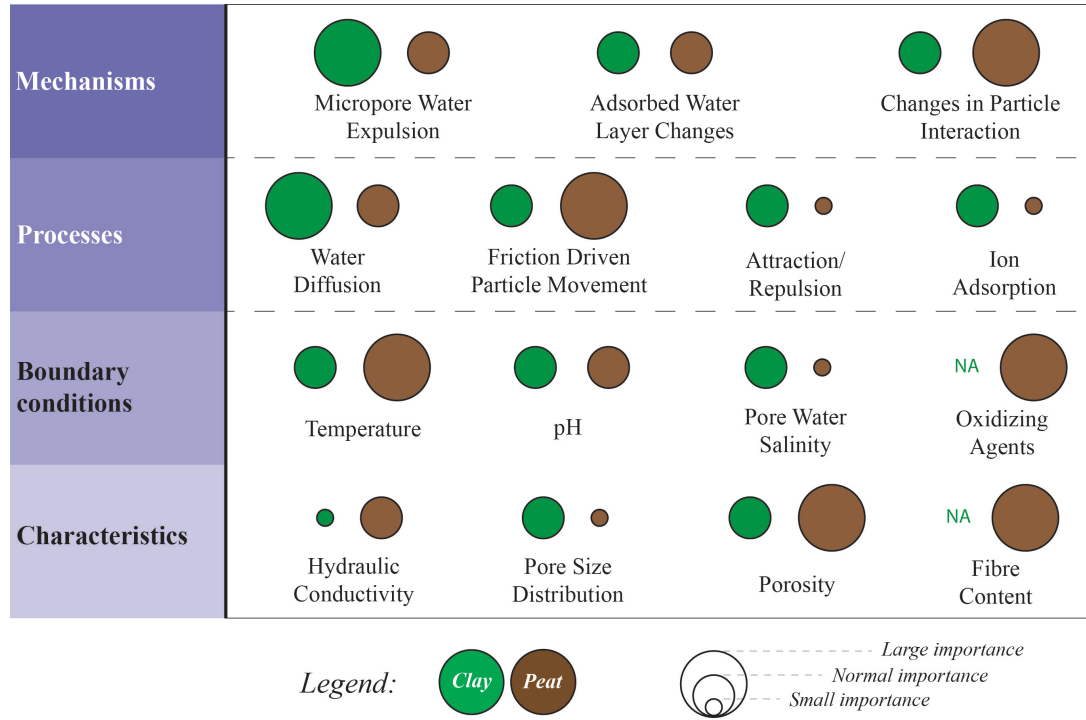


Uitgebreider theoretisch inzicht in het kruipproces in veen



Kruip in bodemdalingsmodellen verbeteren

Uitgebreider theoretisch inzicht





$$\varepsilon = RR \log\left(\frac{\sigma'_p}{\sigma'_o}\right) + CR \log\left(\frac{\sigma'_p}{\sigma'_p}\right) + C_\alpha \log\left(\frac{\tau}{\tau_{ref}}\right)$$

$$\varepsilon_{cr} = (CR - RR) \log\left(\frac{\sigma'_p}{\sigma'_p}\right) + C_\alpha \log\left(\frac{\tau}{\tau_{ref}}\right)$$

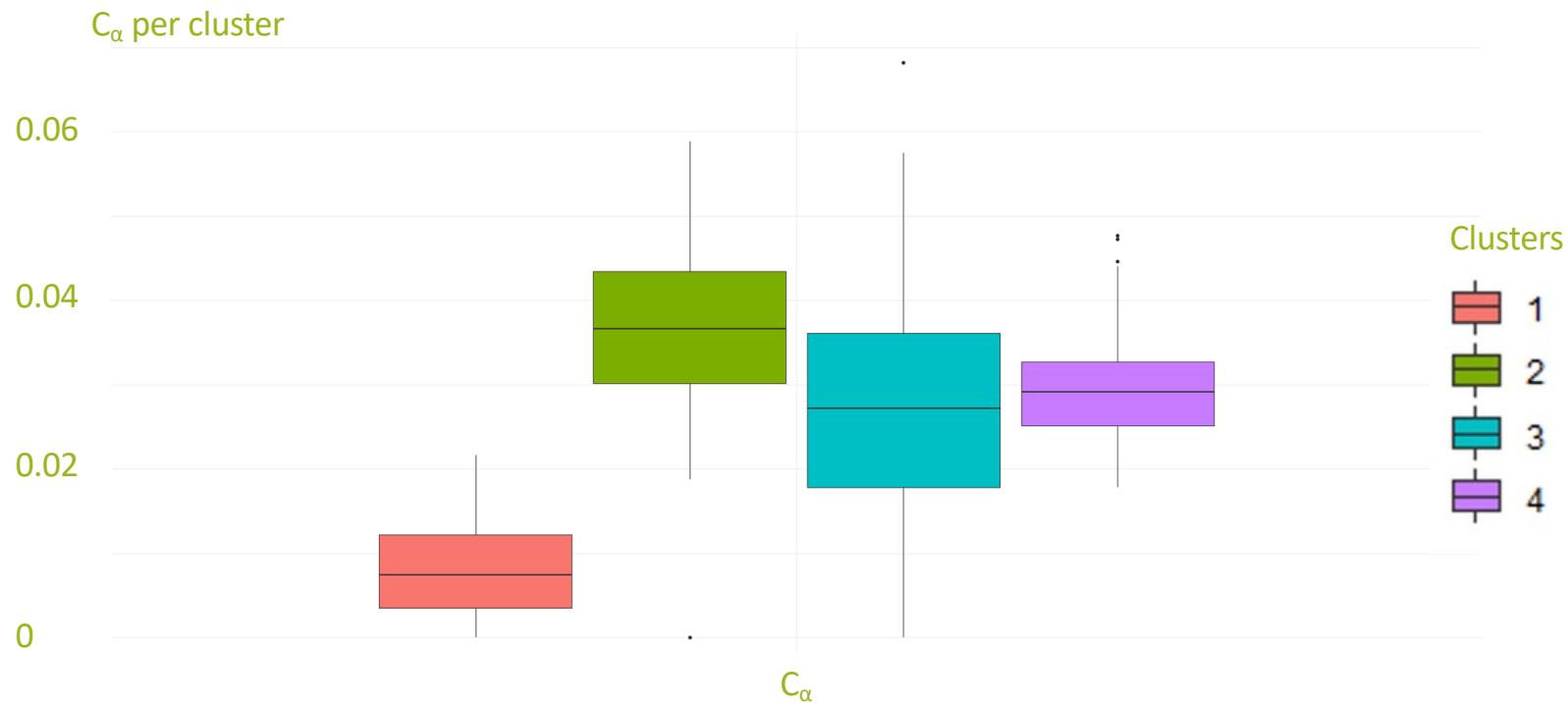


$$\varepsilon = RR \log\left(\frac{\sigma'_p}{\sigma'_o}\right) + CR \log\left(\frac{\sigma'_p}{\sigma'_p}\right) + C_\alpha \log\left(\frac{\tau}{\tau_{ref}}\right)$$

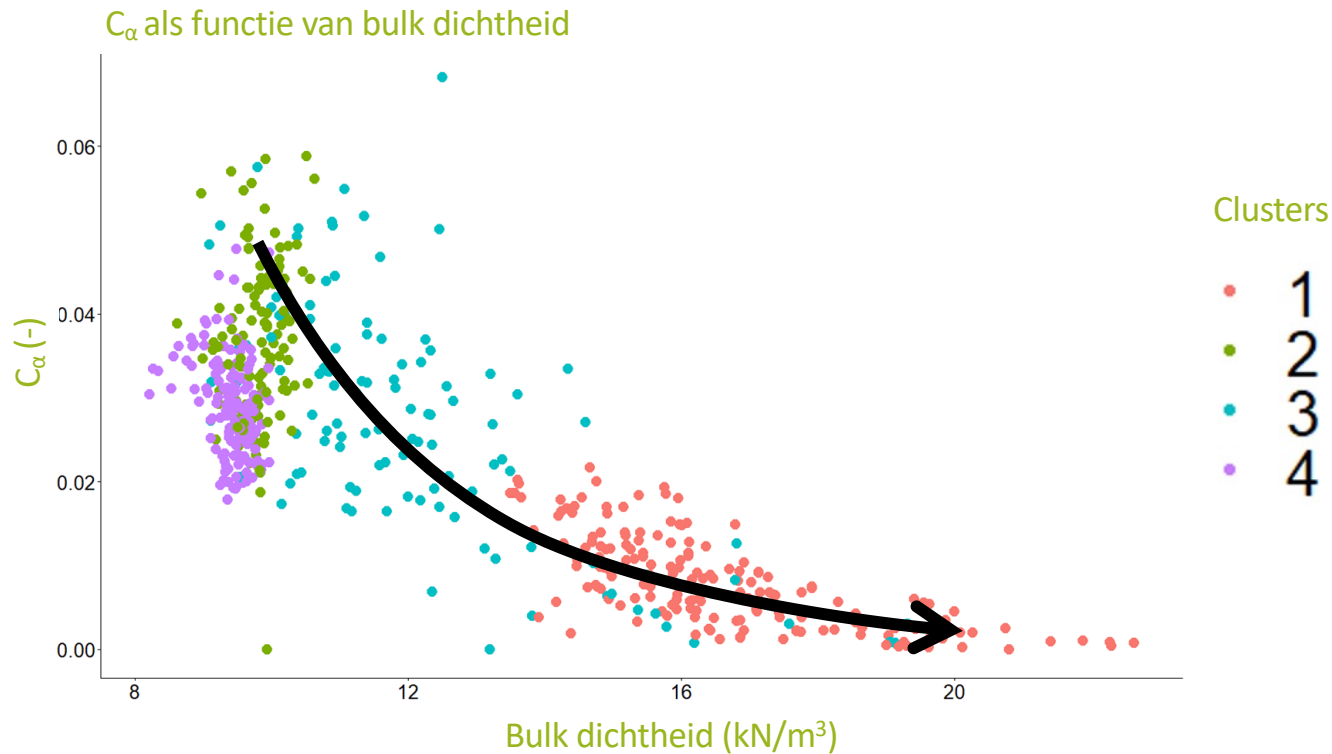
Secondary compression
coefficient

$$\varepsilon_{cr} = (CR - RR) \log\left(\frac{\sigma'_p}{\sigma'_p}\right) + C_\alpha \log\left(\frac{\tau}{\tau_{ref}}\right)$$

Beter voorspellen: standaard waarden & hoe verandert deze



Beter voorspellen: standaard waarden & hoe verandert deze



Toepassingen (met samenwerkingen binnen LOSS)



Afbraak organische stof (met Duygu Tolunay, WP2.1)

- Decompositie metingen -> CO2 uitstoot

Modellering (o.a. met Tom de Gast, WP 2.5)

- Volumeverlies vs veranderende samendrukking

Economisch optimalisatiemodel bodemdaling veenweiden

Dewy Verhoeven

Wageningen University & Research



Introductie



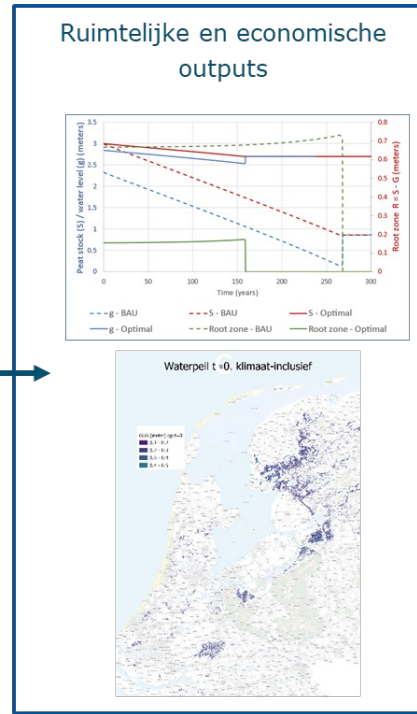
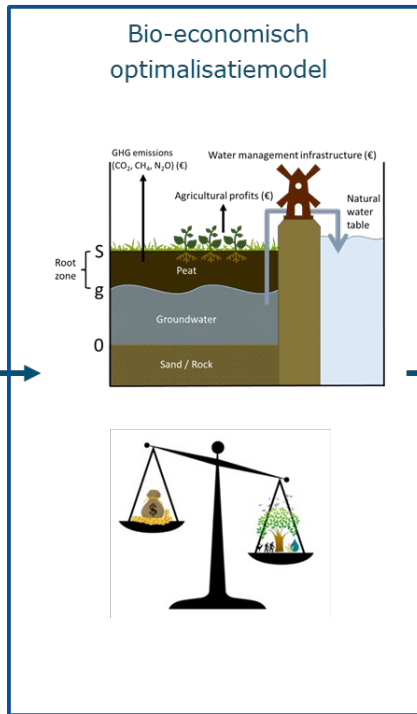
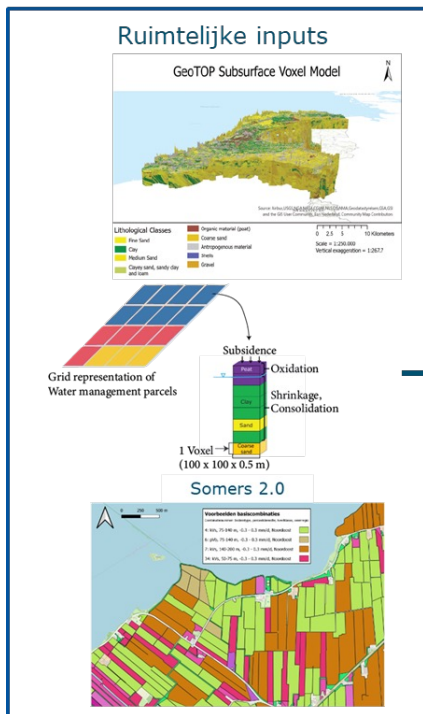
Doelstelling:

*Inzicht geven in de maatschappelijke afweging tussen **landbouw**, **beheerkosten** en **broeikasgasemissies** in de exploitatie van Nederlandse veenweidegebieden en komen tot maatschappelijk **optimale beleidspaden** voor beperking bodemdaling.*

Methode:

- Dynamisch bio-economisch optimalisatiemodel.
- Simuleert optimaal beleid waterpeilen over lange termijn, op basis van economische doelstelling.
- Ruimtelijke toepassing met input van fysieke modellen bodemdaling en uitstoot.

Opzet ruimtelijk optimalisatiendoel



Atlantis vs. optimalisatiemodel



Atlantis

- Inputs:
 - Fysieke bodemdata en modelrelaties
 - Beleid waterpeil
- Outputs:
 - Voorspelling bodemdaling
 - Kwantificering onzekerheden

Optimalisatiemodel

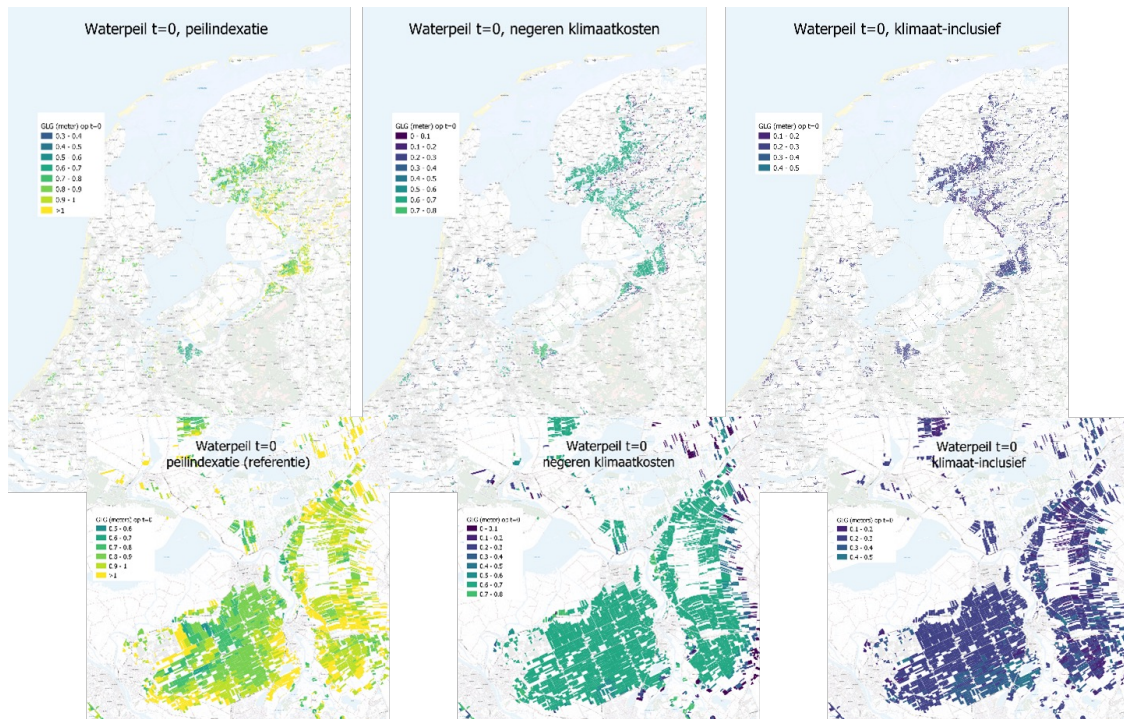
- Inputs:
 - Ruimtelijke data en modelrelaties obv output Atlantis e.o.
 - Maatschappelijk-economische doelstelling
- Outputs
 - Optimaal beleid over tijd waterpeil (onder doelstelling)
 - Fysieke en economische uitkomsten optimaal beleid

Doelstellingen in optimalisatie

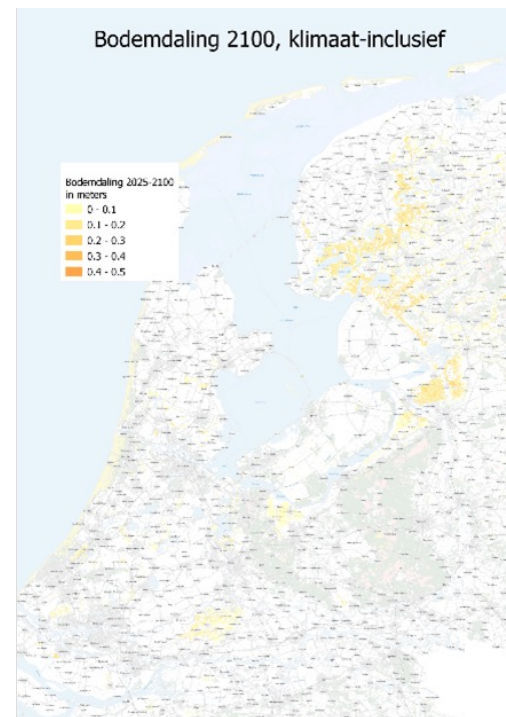
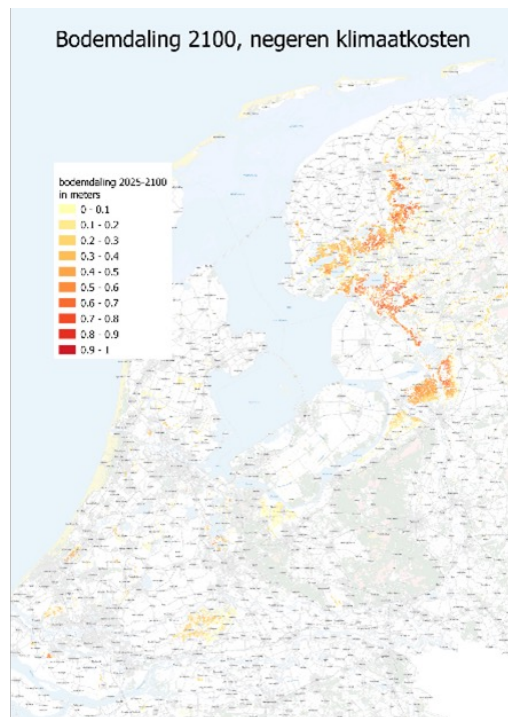
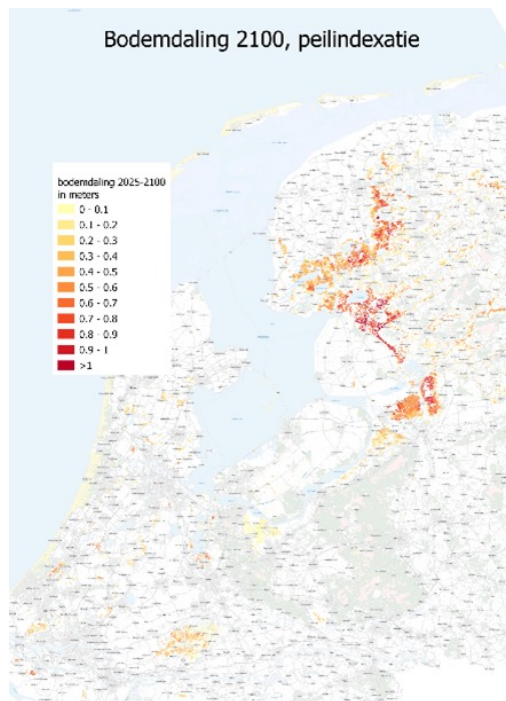


- Referentie (tot 2100) - **Peilindexatie** (output Atlantis, geen economische evaluatie)
- Financiële optimalisatie - **Negeren klimaatkosten**, alleen beheerkosten en landbouwopbrengsten
- Maatschappelijke optimalisatie – **Klimaat-inclusief** beleid, beprijzen emissies en meenemen als kostenpost

Resultaten - Peilbeheer



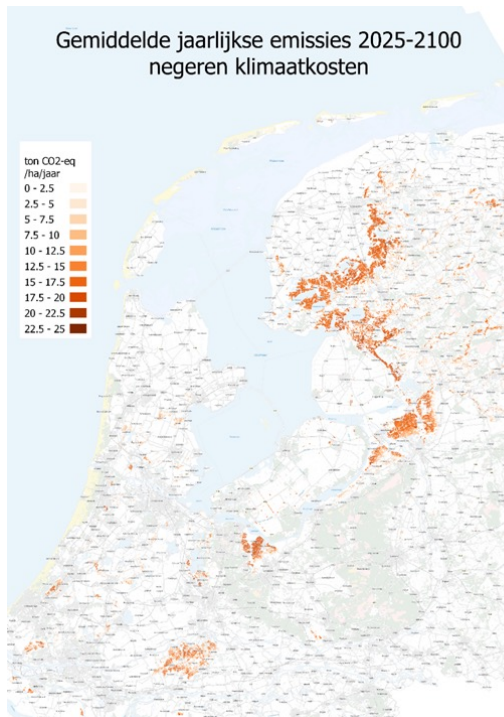
Resultaten - Bodemdaling



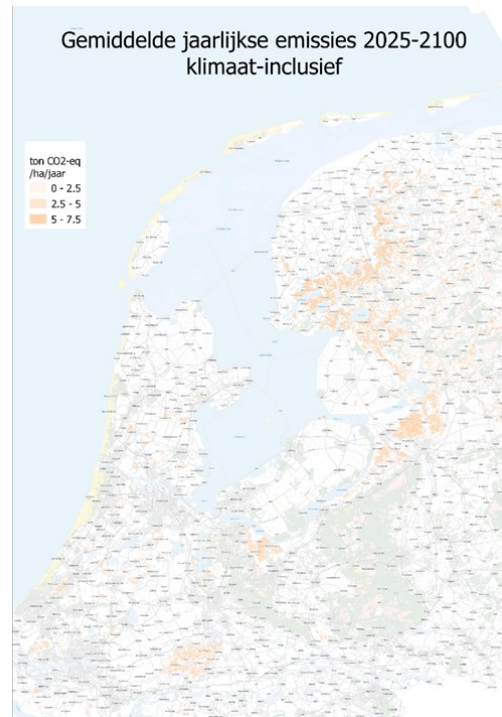
Resultaten - Broeikasgasemissies



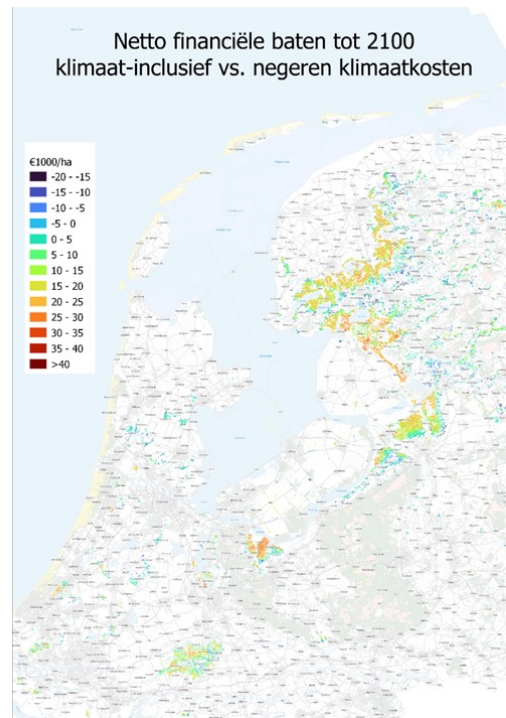
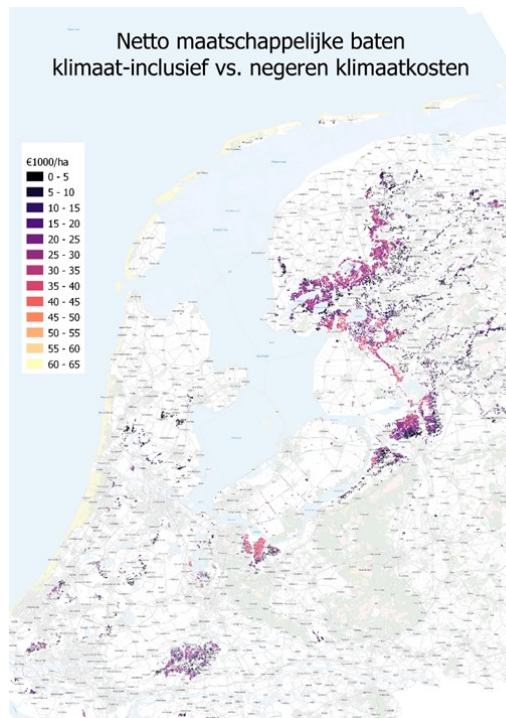
Gemiddelde jaarlijkse emissies 2025-2100
negeren klimaatkosten



Gemiddelde jaarlijkse emissies 2025-2100
klimaat-inclusief



Resultaten – Kosten en baten



Work-in-progress



- Toepasbaarheid Water Infiltratie Systemen (WIS)
- Effect natte teelten
- Waterberging
- Landbouwperspectief – CO2-compensatie



Sturingsaanpakken voor bodemdaling in het westelijk veenweidegebied

Mandy van den Ende
Universiteit Utrecht



Vervolgstappen: 2025 - 2026



Verwerken
wetenschappelijke
resultaten + data

in:

- modellen
- scenario's

Ontwikkelen modeltrein
Ontwikkelen scenario's
Case studies

Schaalniveaus:

- nationaal
- regionaal
- lokaal

Landelijk + stedelijk

Backcasting:
plausibele toekomsten
- 0 mm/jaar, 3 mm/jaar
- minste schade



1. Begin met eindpunt (visie)
2. Kijk terug van visie naar heden
3. Definieer stap voor stap pad richting visie

Handelings-
perspectieven

- Governancebenaderingen
- Juridisch raamwerk

September 2024

Eind 2026

Krimpenerwaard case



Doel



- Integratie resultaten NWA-LOSS
 - Leren: wat in de modellering en workflow moet worden opgelost?
 - Vergelijken uitkomsten op regionaal en nationaal schaalniveau.
 - Uitproberen verschillende handelingsperspectieven.
-
- Laten zien hoe we met de LOSS-modellen kunnen werken en hieruit leren.
 - Leren hoe je het beste stakeholders in een gebied hierbij kunt betrekken.
 - Gevoel voor handelingsperspectieven ontwikkelen.



- Up-to-date ondergrondmodel
- Nieuw dynamisch hoogtemodel
- Meetlocaties Berkenwoude, Vlist
- Maatregelen geïmplementeerd
- Bebouwd en landelijk gebied

Resultaten



- Geselecteerde toekomst
- Bodemdalingsrisicokaart
- Maatregelscenario's
- Modelresultaten bodemdaling, economische optimalisatie
- Paden richting geselecteerde toekomst

Meer informatie



Samenvattingen: nwa-loss.nl/werkpakketten

Kennisutilisatie (v.a. maart 2025): b.m.h.tiehatten@uu.nl

Programmaleider: e.stouthamer@uu.nl

Kruipgedrag veen/organische klei: p.vanelderen@uu.nl

Economisch optimalisatiemodel: dewy.verhoeven@wur.nl

Sturingsaanpakken: m.a.vandenende@uu.nl