



Kruip in veen en organische klei

Kunnen we met kruip beter helpen verklaren waarom veel veengebieden voortdurende bodemdaling ervaren?

Pepijn van Elderen^{1,2}, MSc., dr. Gilles Erkens^{2,1}, prof. dr. Esther Stouthamer¹

¹Departement Fysische Geografie, Faculteit Geowetenschappen, Universiteit Utrecht; ²Deltares Research Institute

Welke mechanismen spelen er?

Kruip wordt veroorzaakt door een langzame heroriëntatie van bodemdeeltjes, vergelijkbaar met een instortend kaartenhuis. Om beter te begrijpen wat de bijdrage van kruip aan bodemdaling is, is het noodzakelijk om achterliggende mechanismen te weten. Uit de literatuur kennen we de volgende drie hoofdmechanismen van kruip in klei:

- Uitdrukking van microporie water
- Bewegingen in het geadsorbeerde water
- Veranderingen in de krachten tussen bodemdeeltjes

Voor veen stellen we dat deze mechanismen ook spelen, met toevoeging van decompositie. Daarnaast geven we aan dat materiaaleigenschappen, omgevingscondities en de gevoeligheid voor processen en mechanismen van verschillend relatief belang zijn. (Fig. 1).

Identificatie

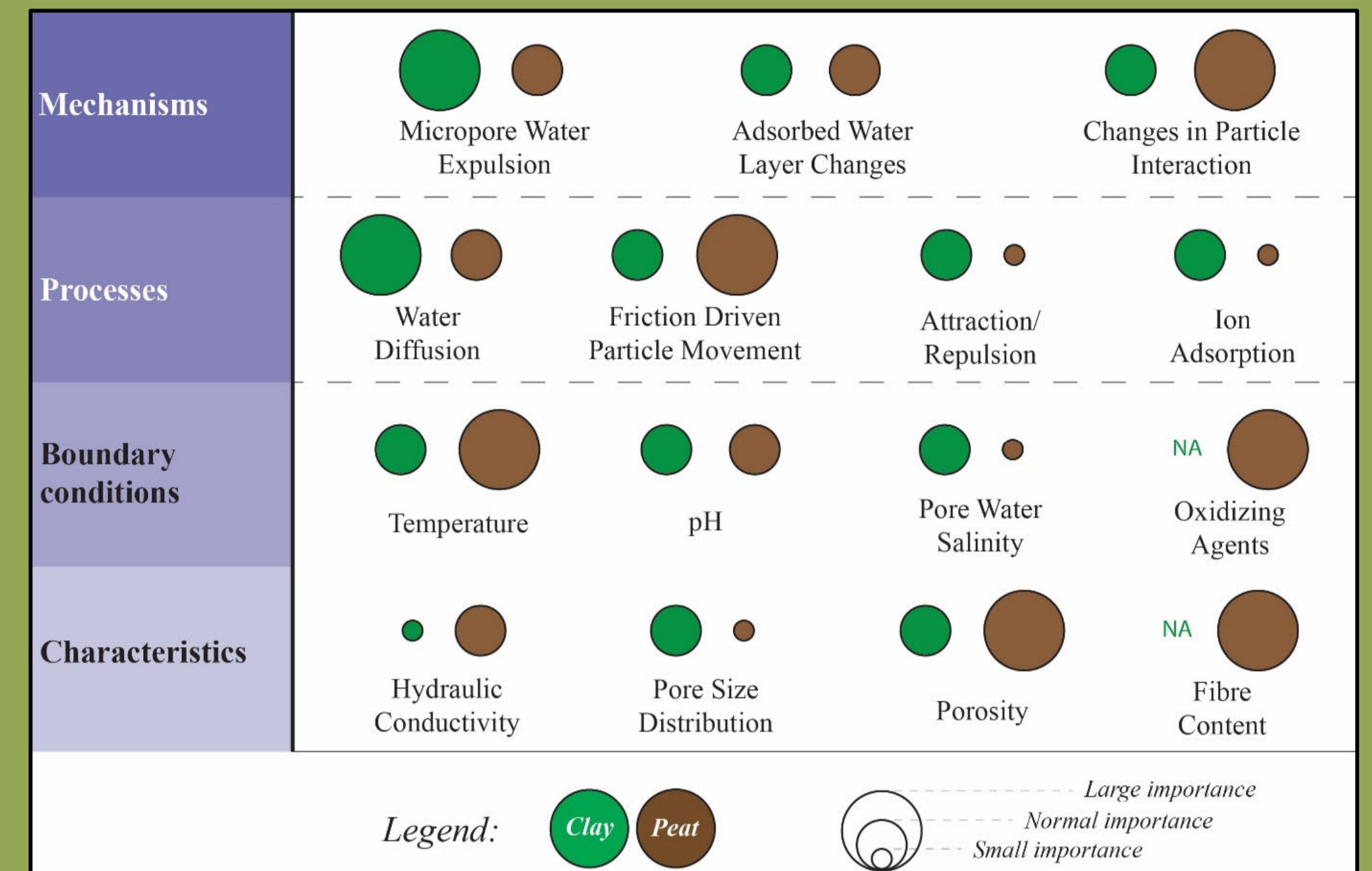


Fig. 1: Proportional area diagram met het relatieve belang van de mechanismen, processen, omgevingscondities en materiaaleigenschappen met betrekking tot de heroriëntatie van bodemdeeltjes.

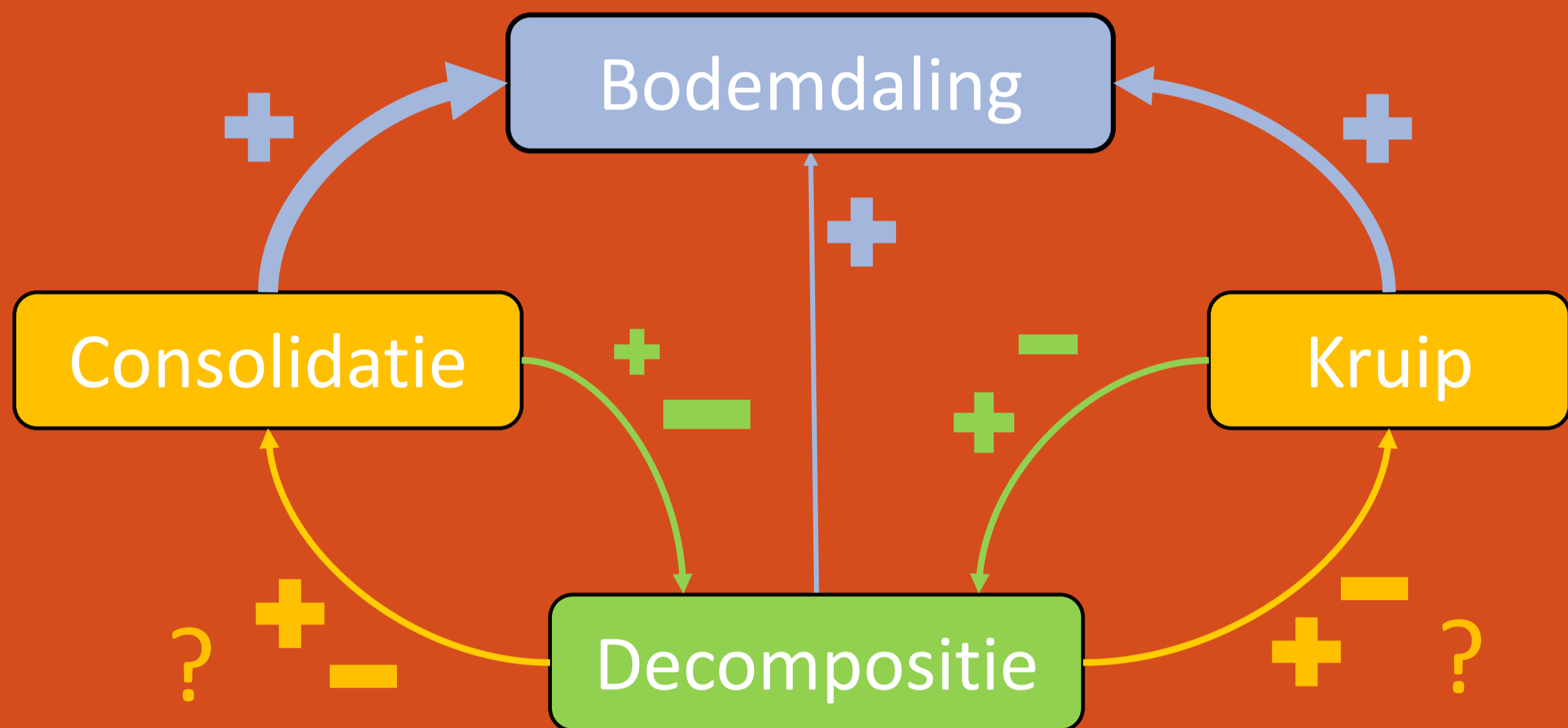


Fig. 2: Schematische weergave van de interacties tussen de processen: decompositie (biochemisch), consolidatie (fysisch) en kruip (chemofysisch), en de relatieve verwachte bijdrage aan bodemdaling.

Hoe beïnvloeden kruip & decompositie elkaar?

Als decompositie invloed heeft op kruip, heeft kruip dan ook invloed op decompositie? Met samendrukkingstesten en uitstootmetingen is eerst gekeken naar de invloed van o.a. kruip op decompositie met als eerste resultaat een voorlopig systeemdiagram (Fig. 2). Daaruit volgt:

- De invloed van kruip (en consolidatie) op decompositie ligt met name in poriën van 30–90 µm doorsnee.
- Consolidatie heeft vooral een sterk negatief effect op decompositie, maar mogelijk ook positief.
- Kruip limiteert decompositie minder sterk, maar dit verschilt boven en onder de grondwaterspiegel.
- Er lijkt een feedback te zijn tussen kruip, consolidatie en decompositie, maar dit is nog niet bevestigd.

Interactie

Kunnen we de stap zetten naar input voor modellen?

De volgende stap is om de veranderingen in modelparameters aan te geven als gevolg van de hoeveelheid decompositie en afname van organisch materiaal. We kijken naar de fysisch-mechanische parameters (isotachen model) die worden gebruikt voor bodemdalingberekeningen. De voorlopige resultaten (Fig. 3) laten de parameterwaarden ten opzichte van het natte gewicht zien met als kernpunten:

- Er is een afnemende trend in de alle parameterwaarden te zien naarmate de gewicht toeneemt en de hoeveelheid organisch materiaal afneemt.
- De veensamples laten een grote spreiding zien in waarden voor de drie parameters en volgen geen zichtbare trend.
- Het is mogelijk dat zonering uitkomst kan bieden om formules voor de parameters op te stellen waarin decompositie verwerkt kan worden.

Parametrisatie

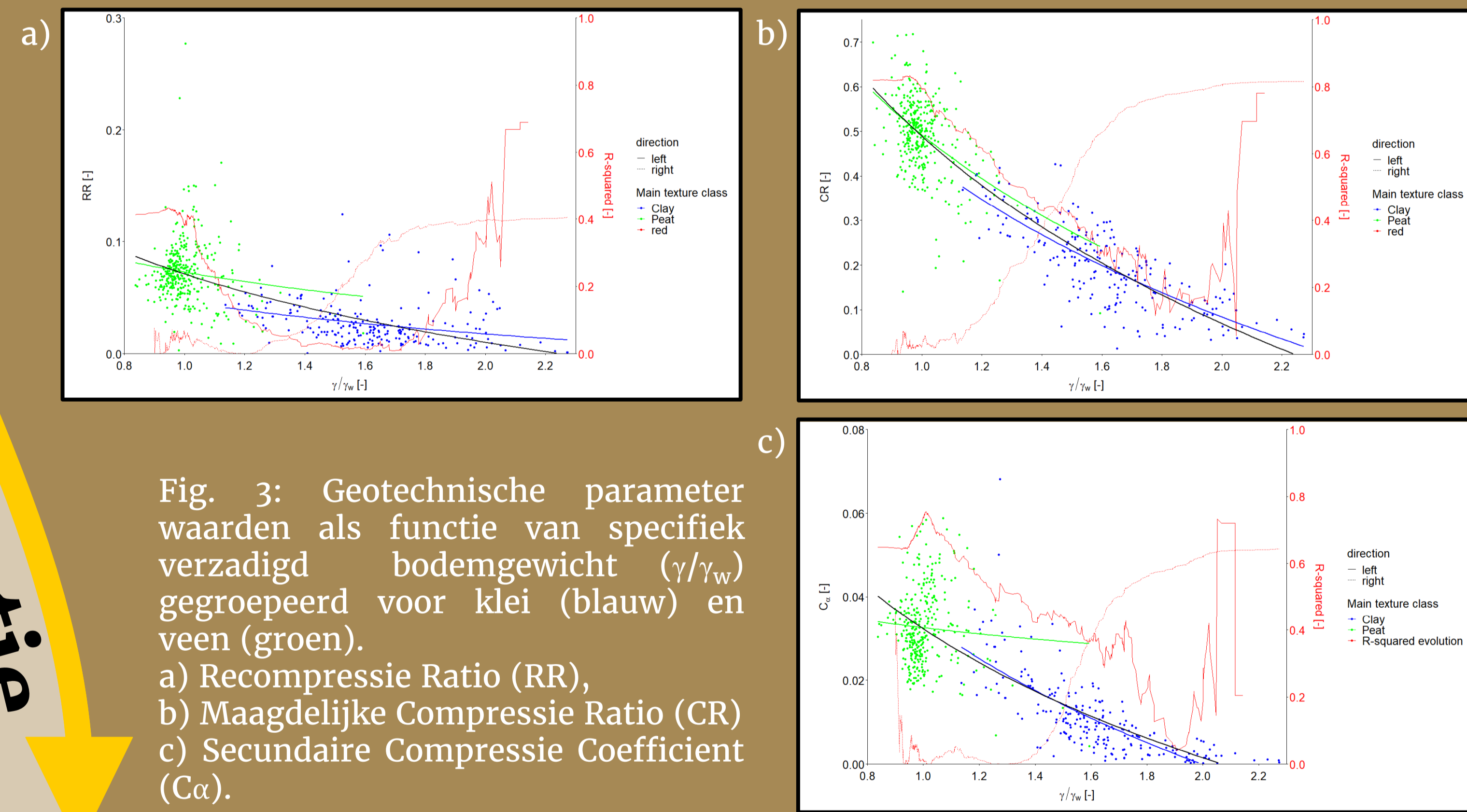


Fig. 3: Geotechnische parameter waarden als functie van specifiek verzadigd bodemgewicht (γ/γ_w) gegroepeerd voor klei (blauw) en veen (groen).
a) Recompressie Ratio (RR),
b) Maagdelijke Compressie Ratio (CR)
c) Secundaire Compressie Coëfficiënt (C_α).

Toepassing & vervolgstappen

Met de verbeteringen in de modellen die ingezet kunnen worden met de resultaten uit dit onderzoek, kan beter worden ingeschat hoeveel bodemdaling veroorzaakt wordt door kruip in landelijke gebieden en steden met veel veen in de ondergrond, zoals Gouda (Fig. 4). Een groot deel hiervan blijft namelijk continu dalen (Fig. 5), terwijl er al wel maatregelen tegen bodemdaling zijn getroffen.

Vervolgstappen voor het onderzoek omvatten onder andere:

- Formuleren en integreren van formules voor parametrisatie in modellen (WP2.5).
- Gericht onderzoek naar condities en materiaal eigenschappen van venige klei en kleilig veen.

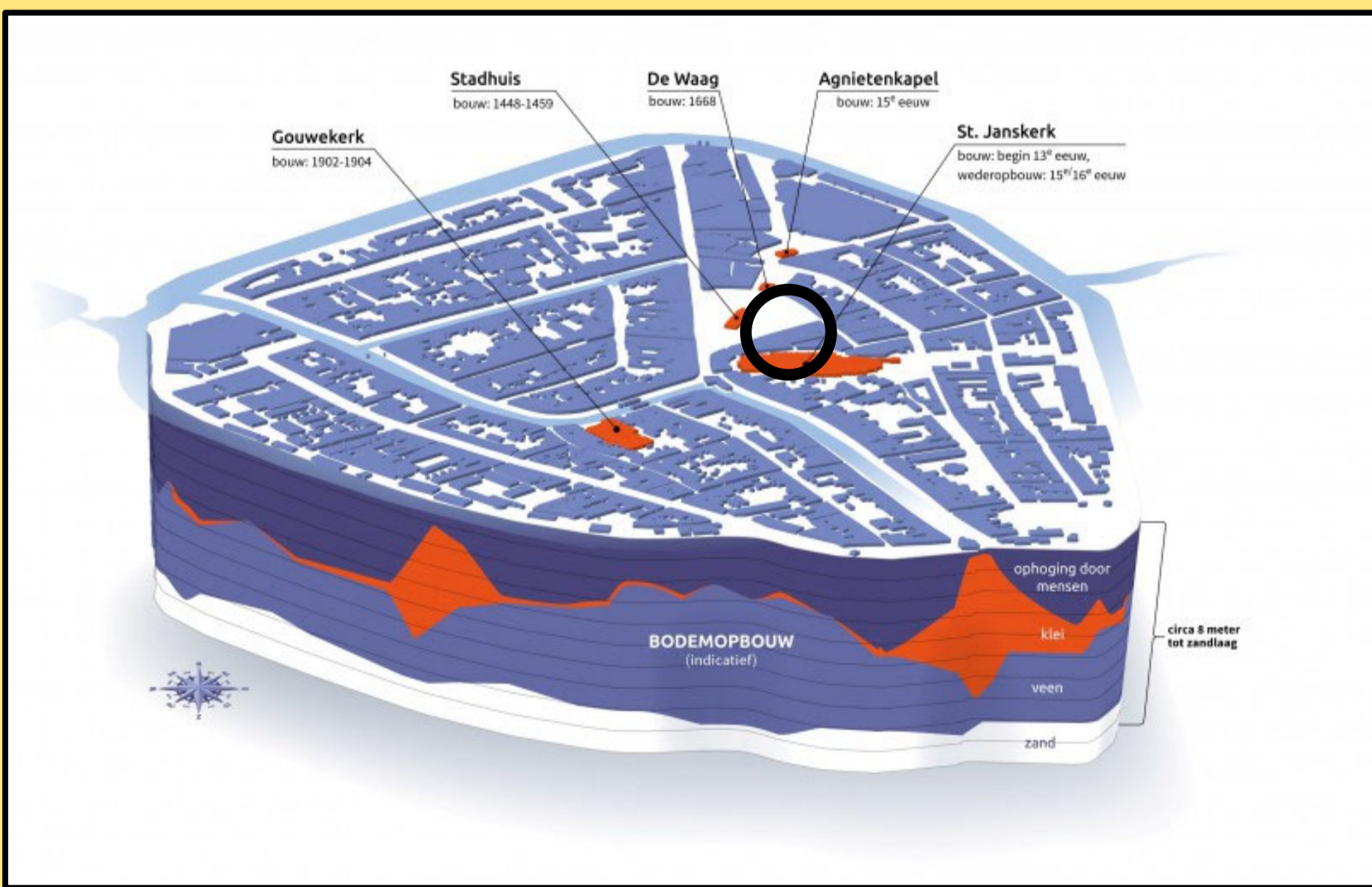


Fig. 4: Centrum van Gouda met een blokdiagram van de opbouw en samenstelling van de ondergrond¹. De zwarte cirkel laat de locatie van Fig. 6 zien.

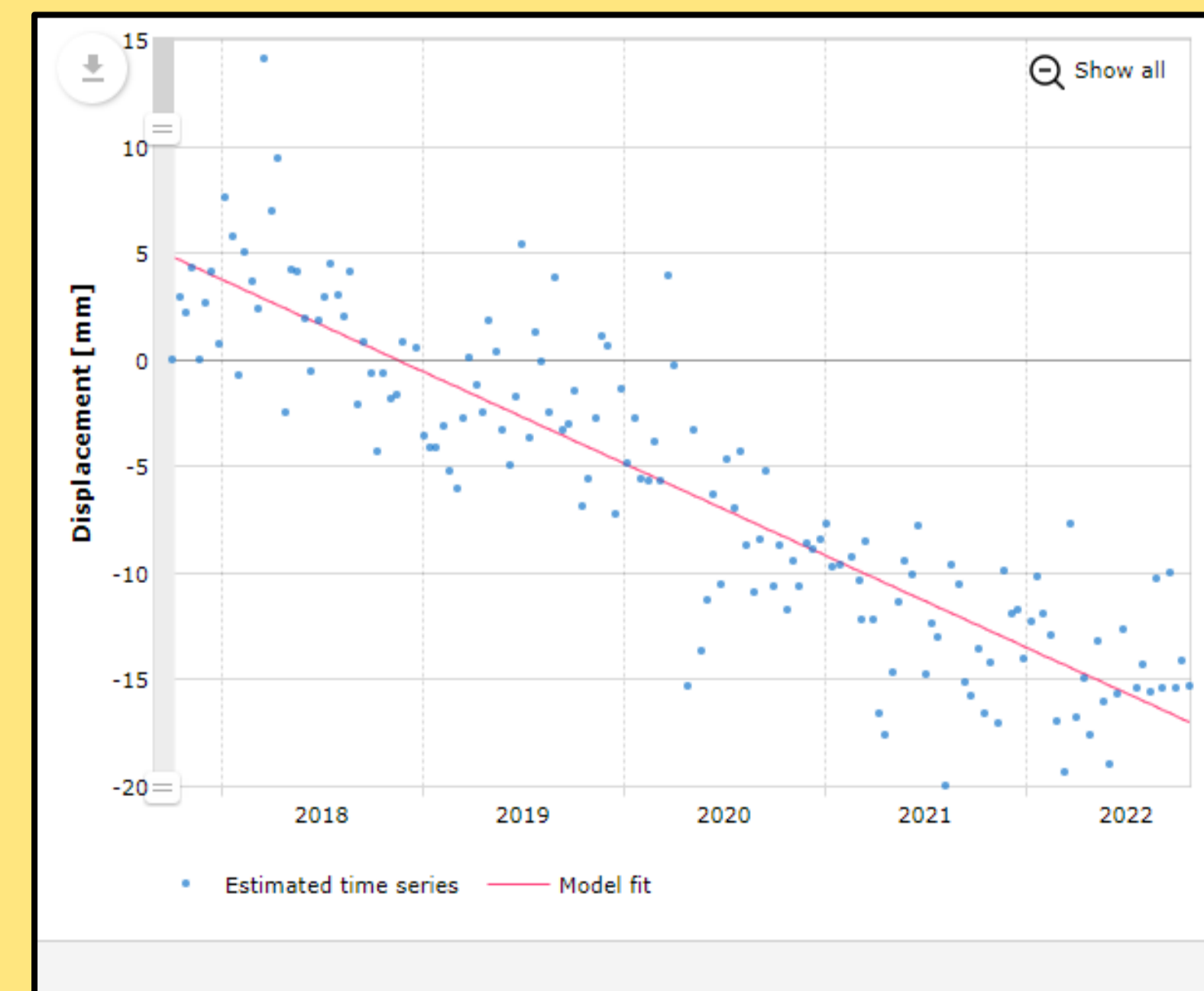


Fig. 5: INSAR metingen naast de St. Janskerk² die laten zien dat Gouda is blijven zakken.

Referenties

1. Slappe Bodem & gemeente Gouda, Gouda stevige stad: <https://www.slappebodem.nl/projecten/110/gouda-stevige-stad>, 2024.
2. Bodemdalingkaart.nl, 2020.

Supervisors:

- Prof. dr. Esther Stouthamer & Prof. dr. Hans Middelkoop, Utrecht University, Departement Fysische Geografie, Utrecht, Nederland
- Dr. Gilles Erkens, Deltares Research Institute, Utrecht, the Netherlands



Emailadres: p.vanelderen@uu.nl

NWA-LOSS project pagina: <https://nwa-loss.nl/page.php?id=41>

The information has been carefully collected, but should not be interpreted differently than presented here.

"The research presented in this paper is part of the project Living on soft soils: subsidence and society (grantr. NWA.1160.18.259). This project is funded by the Dutch Research Council (NWO-NWA-ORC), Utrecht University, Wageningen University, Delft University of Technology, Ministry of Infrastructure & Water Management, Ministry of the Interior & Kingdom Relations, Deltares, Wageningen Environmental Research, TNO-Geological Survey of The Netherlands, STOWA, Water Authority: Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden, Water Authority: Drents Overijsselse Delta, Province of Utrecht, Province of Zuid-Holland, Municipality of Gouda, Platform Soft Soil, Sweco, Tauw BV, NAM."