



Macrostablieiteit van dijken bij opdrijven en opbarsten van dunne dekklagen in het achterland.

MODELONDERZOEK IN DE GEO-CENTRIFUGE VAN DELTARES

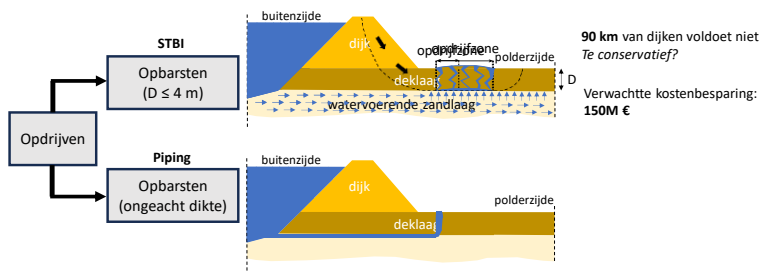
Spreker: Britt Wittekoek

Auteurs: Cor Zwanenburg, Cihan Cengiz, Marc Fransen en Ligaya Wopereis

Waarom het onderzoek *Opbarsten bij Dijken?*



Waarom het onderzoek *Opbarsten bij Dijken?*



Opzet onderzoek

Macrostablieiteit van dijken bij **opdrijven** en **opbarsten** van dunne dekklagen in het achterland.





## Centrifugeproeven Deltares



- Testopstelling
- Testfasen
- Experimenteel plan
- Resultaten
- Conclusies

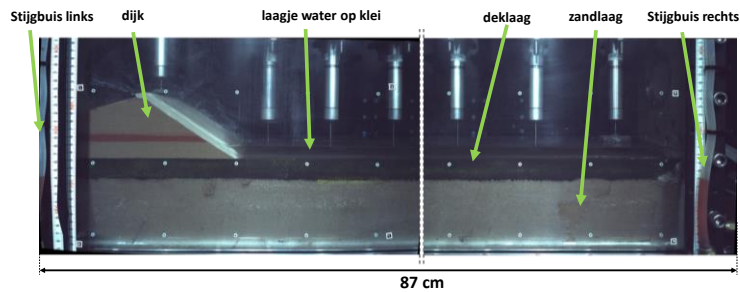
## Centrifugeproeven Deltares



- Testopstelling
- Testfasen
- Experimenteel plan
- Resultaten
- Conclusies



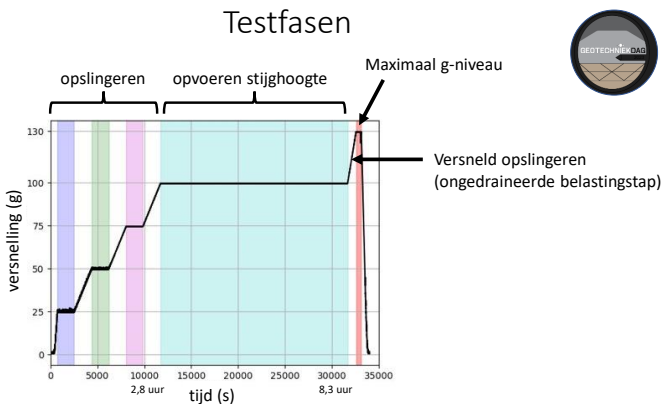
## Testopstelling



## Centrifugeproeven Deltares



- Testopstelling
- Testfasen
- Experimenteel plan
- Resultaten
- Conclusies



## Centrifugeproeven Deltares



- Testopstelling
- Testfasen
- **Experimenteel plan**
- Resultaten
- Conclusies

## Experimenteel plan



### Onderzoeksvragen:

In hoeverre ondersteunen de proefresultaten:

- de theoretische beschouwing van opdrijven?
- de aannames m.b.t. opbarsten binnen de rekenregels voor Piping en STBI?

**Wat is de invloed van:**

- Stabiliteit binnentalud: 1:2 of 1:1,5
- Dikte deklaag: 1, 2 en 6 m
- Voorbelasting deklaag: 20 kPa of 40 kPa



## Centrifugeproeven Deltares



- Testopstelling
- Testfasen
- Experimenteel plan
- **Resultaten**
- Conclusies



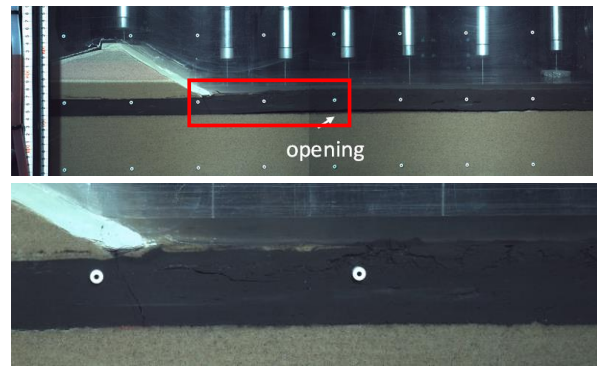
### Resultaten

- **Opdrijven** onder de loop:
  - Visueel
  - Gemeten waterdruk bij opdrijven
- **Opbarsten** onder de loop:
  - Visueel
  - Optredend faalmechanisme



### Opdrijven - visueel

Proef 6

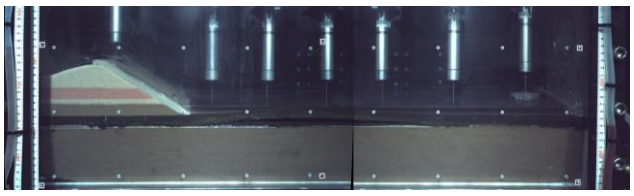


29 mm kleilaag bij 80g  
2,35 m prototype



### Opdrijven - visueel

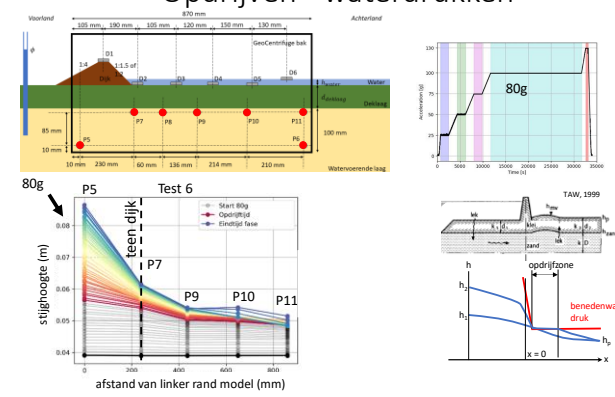
Proef 9: deklaag dikte van 15.6 mm bij 80g (1,25 m prototype)



Over het algemeen: hoe dunner de deklaag hoe hoger het opdrijven

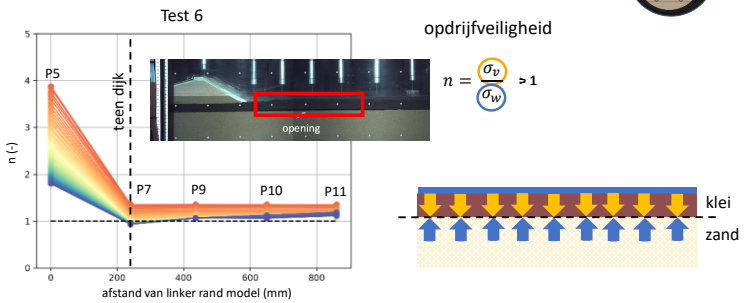


### Opdrijven - waterdrukken





### Opdrijven - waterdrukken



### Resultaten - Opdrijven

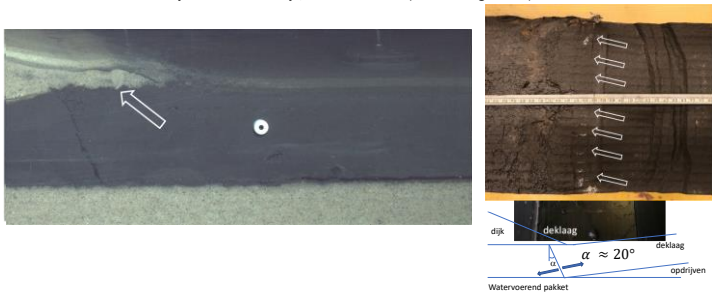


- Opdrijven:**
- Opdrijven in alle proeven m.u.v. de dikke deklagen.
  - Visuele moment van opdrijven komt goed overeen met metingen.
  - Verloop waterspanningen bij opdrijven komt overeen met de theorie.

### Opbarsten - visueel



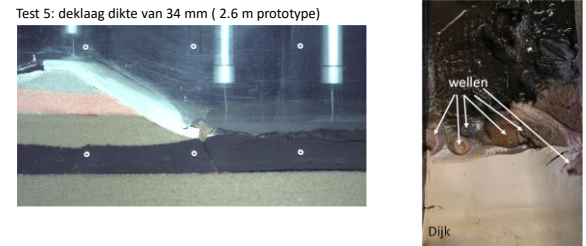
- Ontstaan van een **scheur** bij de teen van de dijk, waaruit een **wel** (niet in alle gevallen) zich heeft ontwikkeld.



### Opbarsten - visueel



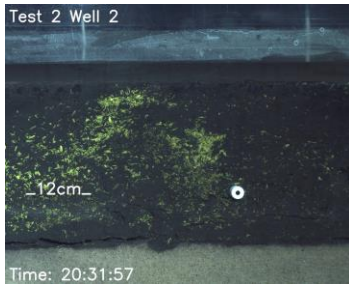
- Ontstaan van een **scheur** bij de teen van de dijk, waaruit een **wel** (niet in alle gevallen) zich heeft ontwikkeld.



## Opbarsten - visueel



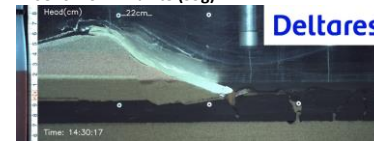
- Ontstaan van horizontale scheuren waaruit wellen zich hebben ontwikkeld.



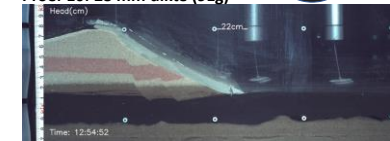
## Optredend faalmechanisme



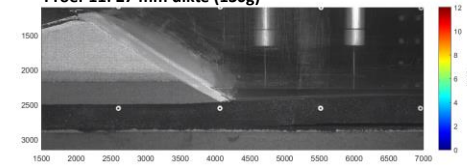
Proef 6: 29 mm dikte (99g)



Proef 10: 28 mm dikte (91g)



Proef 11: 27 mm dikte (130g)



## Resultaten - Opbarsten



### Opbarsten:

- Opbarsten treedt niet op.

### Wat wel?

- Scheur langs teen
- Welvorming; alleen bij deklaag met voorbelasting van 20 kPa.

### Faalmechanisme:

- Horizontaal samendrukken en omhoog drukken

## Centrifugeproeven Deltares



- Testopstelling
- Testfase
- Experimenteel plan
- Resultaten
- Conclusies



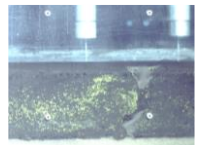
### Conclusies

**In hoeverre ondersteunen de proefresultaten:**

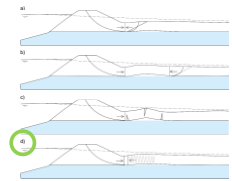
- de theoretische beschouwing van opdriven?
- de aannames m.b.t. opbarsten binnen de rekenregels voor Piping en STBI?



Scheur bij teen



Welvorming



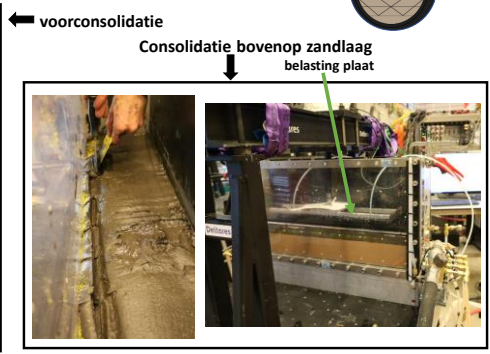
faalmechanisme

### Bedankt

### Deklaag: Oostvaardersplassen klei



### Preparatie deklaag

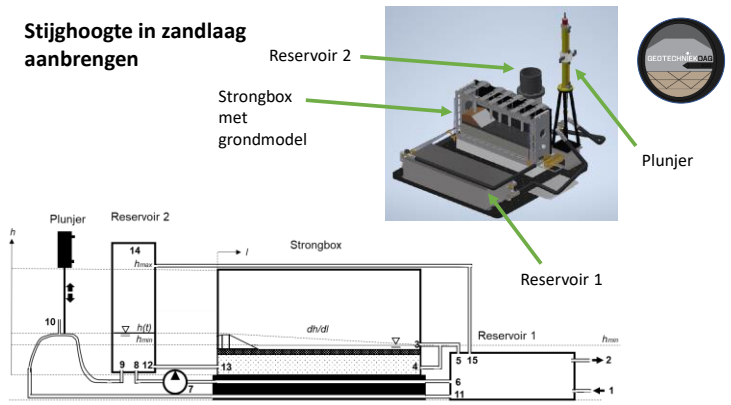


← voorconsolidatie  
 Consolidatie bovenop zandlaag  
 ↓  
 belasting plaat



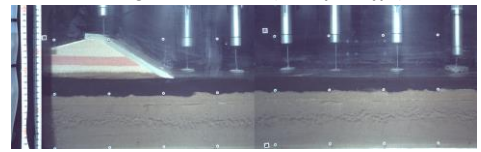


**Stijghoogte in zandlaag aanbrenen**



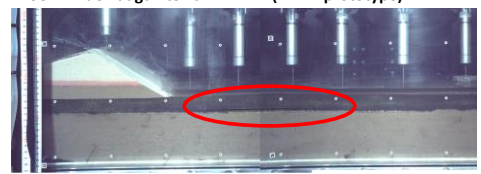
**Opdrijven - visueel**

**Proef 10: deklaagdikte van 28 mm (2.3 m prototype)**



Klei is in vloeibare toestand op zandlaag aangebracht en geconsolideerd

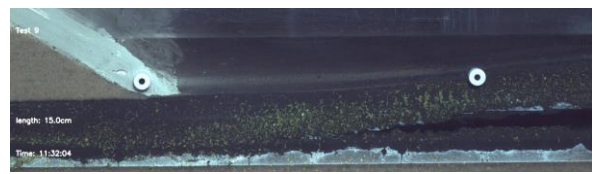
**Proef 11: deklaagdikte van 27 mm (2.2 m prototype)**



Klei is voorgeconsolideerd en in vaste toestand op de zandlaag gelegd en getrimd.

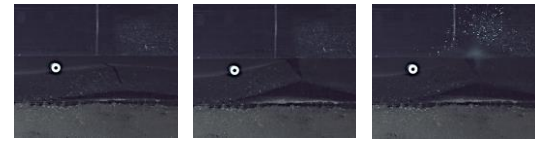
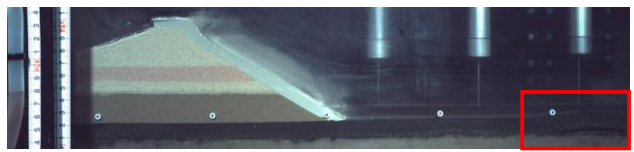
**Optredend faalmechanisme**

**Proef 9: deklaag dikte van 15,6 mm dikte (1,25 m prototype bij 80g)**



**Optredend faalmechanisme**

**Proef 13: deklaag dikte van 15,7 mm dikte (1,25 m prototype bij 80g)**



1,7 seconde