

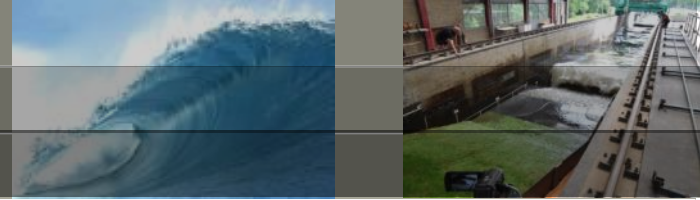


## **Slotconferentie Zeekeringen**

## **Teenbestortingen**

Mark Klein Breteler  
Deltares

# Teenbestortingen



## Doel:

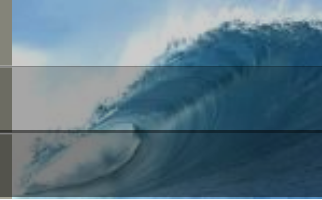
- Erosie bij de teen voorkomen
- Steun voor bekleding boventalud



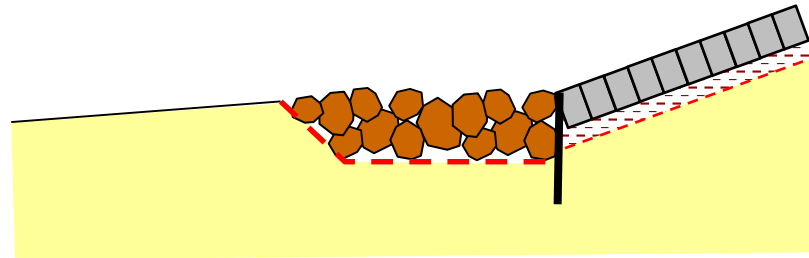
Kreukelberm  
Plasberm

**Deltares**

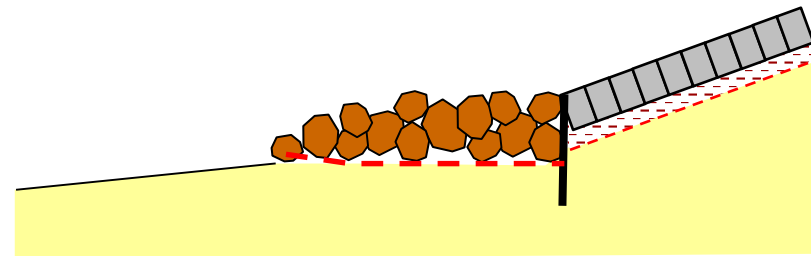
# Soorten



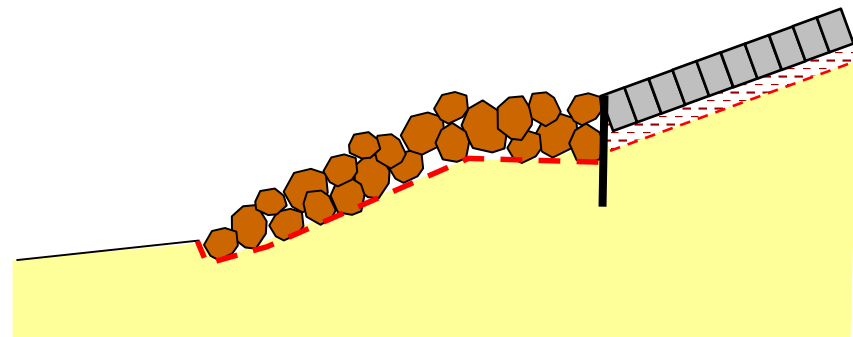
Hoog voorland,  
Verzonken teenbestorting

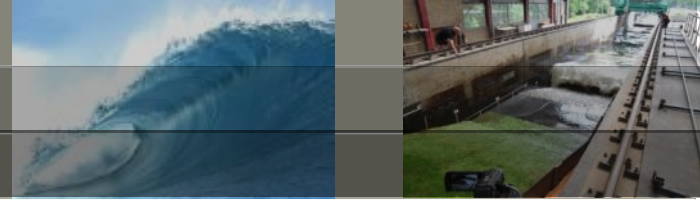


Hoog voorland,  
Teenbestorting op voorland

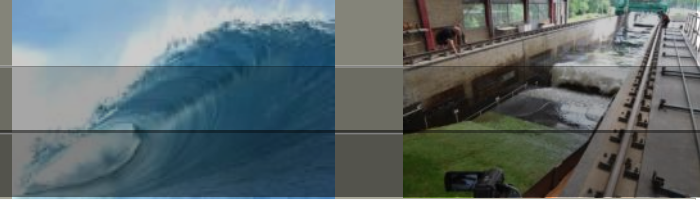


Laag voorland





- **VTV-2006:** minstens 10-60 kg, minstens 5 m breed, zie verder TR-Steenzettingen
- **TR-Steenzettingen:**
  - Als verzonken teenbestorting, dan is 10-60 kg voldoende
  - Anders: als  $H_{s,brekend} < 2$  m, dan 10-60 kg voldoende  
als  $H_{s,brekend} > 2$  m, dan 40-200 kg nodig
- **Rock Manual:**
  - Laag voorland: 
$$\frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = \left( 2 + 6.2 \left( \frac{h_t}{h} \right)^{2.7} \right) N_{od}^{0.15} \quad \text{met } N_{od} = 0,5 \text{ a } 2$$
  - Hoog voorland: tabel: 10-60kg – 60-300kg afhankelijk van  $H_s$
  - Advies: doe modelonderzoek

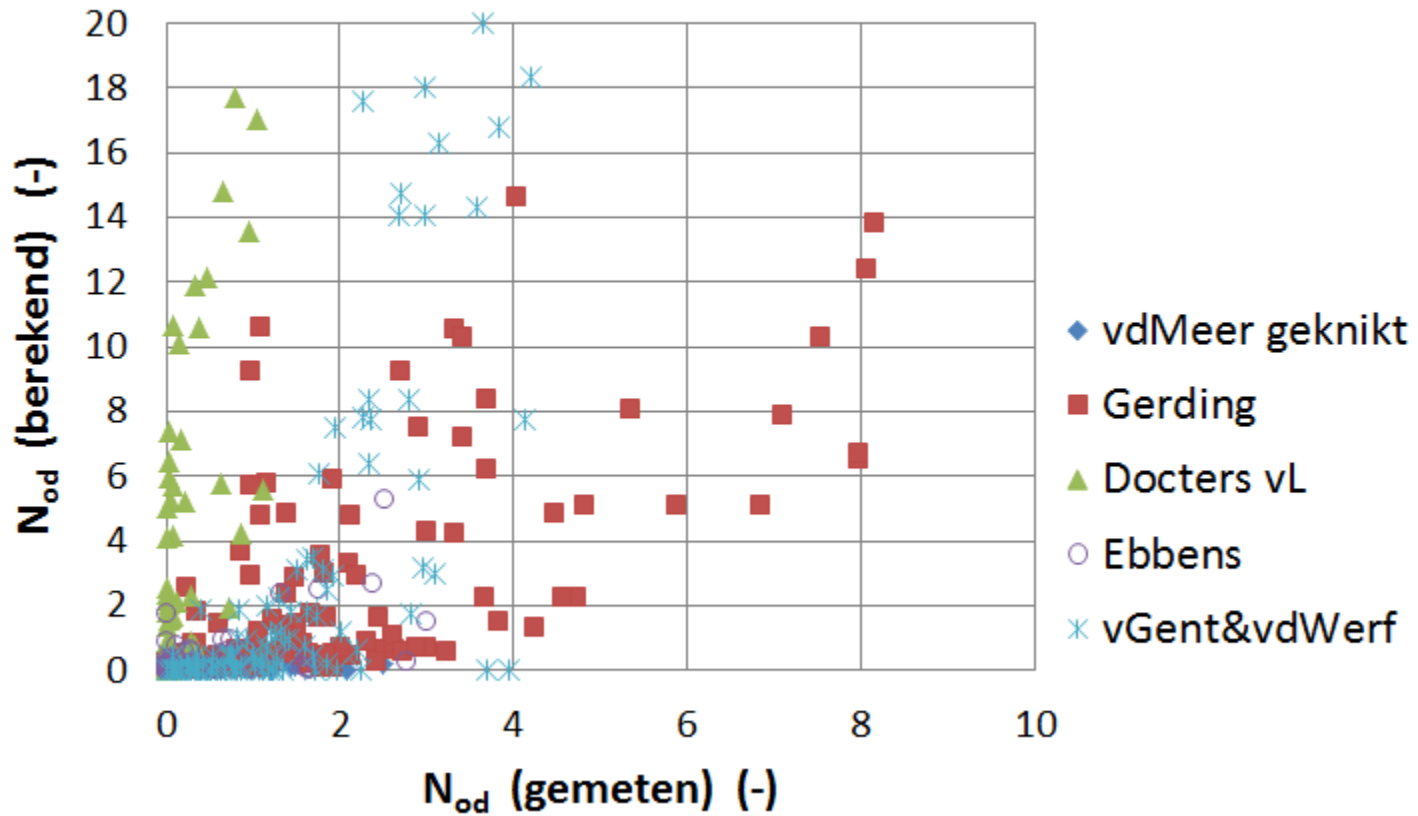
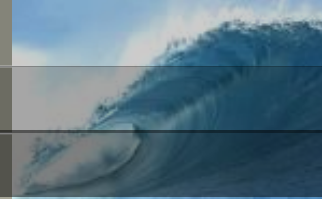


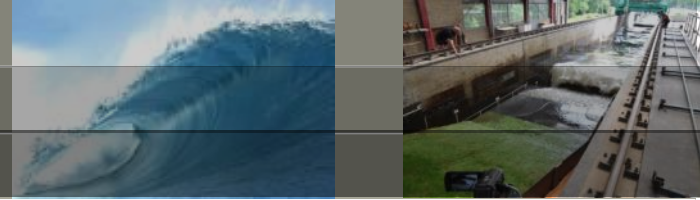
- Van der Meer (1990) (zie ook Rock Manual)
- Gerding (1993)
- Docters van Leeuwen (1996)
- Ebbens (2009)
- Van Gent & Van der Werf (2014)

Lastig te vergelijken:

- Verschillende definitie van schade
- Sommige onderzoeken met hoge waterstanden, andere met lage, maar resultaten sluiten niet aan
- Grote spreiding in proefresultaten
- Grote verschillen tussen onderzoeken bij vrijwel gelijk omstandigheden

# Rock Manual versus metingen





## Formule met breed bereik gewenst:

- Brede range van waterstanden
- Inclusief invloed helling van voorland en helling teenbestorting
- Inclusief invloed belastingduur
- Bruikbaar bij variërende waterstand en golfcondities tijdens maatgevende omstandigheden

$$S = \left( C_{KPL} \frac{H_s}{\Delta D_{n50}} \cdot \frac{(\cot \alpha_{mtg})^{M_\alpha}}{S_{om}^{0,25}} \right)^{M_{KPL}} \sqrt{\frac{\min(N; 7500)}{1000}}$$

# Koepelformule



Schade: 
$$S = \left( C_{KPL} \frac{H_s}{\Delta D_{n50}} \cdot \frac{(\cot \alpha_{mtg})^{M_\alpha}}{s_{om}^{0,25}} \right)^{M_{KPL}} \sqrt{\frac{\min(N; 7500)}{1000}}$$

Golfsteilheid: 
$$s_{om} = \frac{H_s}{\frac{g}{2\pi} T_{m-1,0}^2}$$

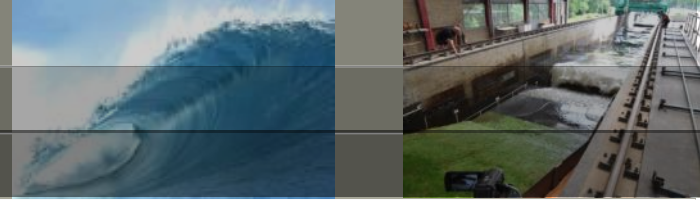
Coefficienten: 
$$C_{KPL} = \max \left( 0,07; 0,57 - 0,29 \left( \frac{h_t}{H_s} \right)^{0,75} \right)$$

$$M_\alpha = \min \left( 0; 0,25 \frac{h_t}{H_s} \right)$$

$$M_{KPL} = \max \left( 3; 5 - \frac{h_t}{H_s} \right)$$

$\cot \alpha_{mtg}$  = steilste helling van voorland en teenbestorting





Koepelformule sluit ook niet goed aan bij metingen

- Is de data betrouwbaar?
- Snappen we de maatgevende fysische processen?
- Hoe nu verder?