

# Deltares



## **GEBU-faalkanstool**

**Faalkans van kleibekleding met gras op buitentalud van rivierdijken**

**Mark Klein Breteler**

# Overzicht presentatie

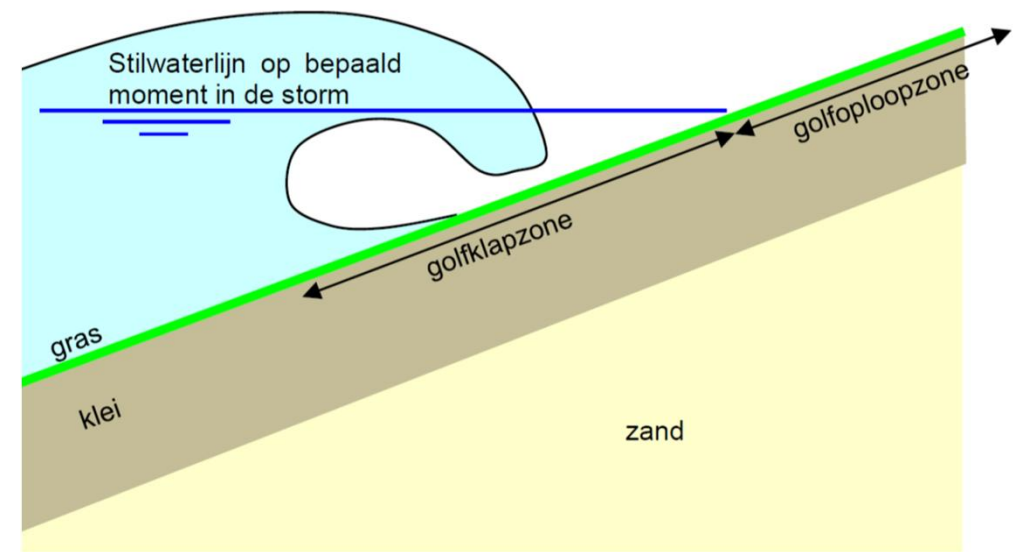
- **Vergelijking andere tools voor gras op klei**
- **Achtergrond en programma-structuur**
- **Invoer & uitvoer**
- **Uitdagingen & Planning**



# WBI-2017

## WBI-2017: BM - Gras buitentalud

- Semi-probabilistisch
- Twee zones:
  - Golfklapzone
  - Golfoploopzone
- Mechanismen (door golven):
  - Beschadiging gras
  - Enige erosie van klei in golfklapzone
- Eén maatgevende storm



# WBI-2017 versus Gebu-faalkanstool

## WBI-2017: BM - Gras buitentalud

- **Semi-probabilistisch**
- **Twee zones:**
  - **Golfklapzone**
  - **Golfoploopzone**
- **Mechanismen (door golven):**
  - **Beschadiging gras**
  - **Enige erosie van klei in golfklapzone**
- **Eén maatgevende storm**

## Gebu-faalkanstool (ToM)

- **Probabilistisch (Form)**
- **Geen zones: elk niveau heeft kans op golfklappen**
- **Mechanismen (door golven):**
  - **Beschadiging gras**
  - **Klei-erosie tot de dijk kern**
- **Hoogwater van een maand met diverse stormen**
- **Koppeling met Hydra-Ring**

# GEBU-GEKB-tool versus Gebu-faalkanstool

## GEBU-GEKB-tool Zuiderzeeland

- Probabilistisch (Form)
- Geen zones: elk niveau heeft kans op golfklappen
- Mechanismen (door golven):
  - Beschadiging gras buitentalud
  - Beschadiging gras kruin & binnentalud
  - Beperkte erosie van klei door golfklappen
- Eén maatgevende storm

## Gebu-faalkanstool (ToM)

- Probabilistisch (Form)
- Geen zones: elk niveau heeft kans op golfklappen
- Mechanismen (door golven):
  - Beschadiging gras buitentalud
  - Klei-erosie tot de dijk kern
- Hoogwater van een maand met diverse stormen
- Koppeling met Hydra-Ring

# Achtergrond

- Sterktebijdrage van het gras: formules uit BM – Gras buitentalud
- Sterktebijdrage van de klei: formule van Mourik (2015/2020) op basis van Deltagootproeven

$$\frac{\partial V_e}{\partial t} = c_e \cdot \left[ 1,32 - 0,079 \cdot \frac{V_{e0}}{H_{m0r}^2} \right] \cdot \left[ 16,4 \cdot (\tan \alpha)^2 \right] \cdot \left[ \min \left( 3,6; \frac{0,0061}{s_{op}^{1,5}} \right) \right] \cdot \left[ 1,7 \cdot (H_{m0r} - 0,4)^2 \right]$$



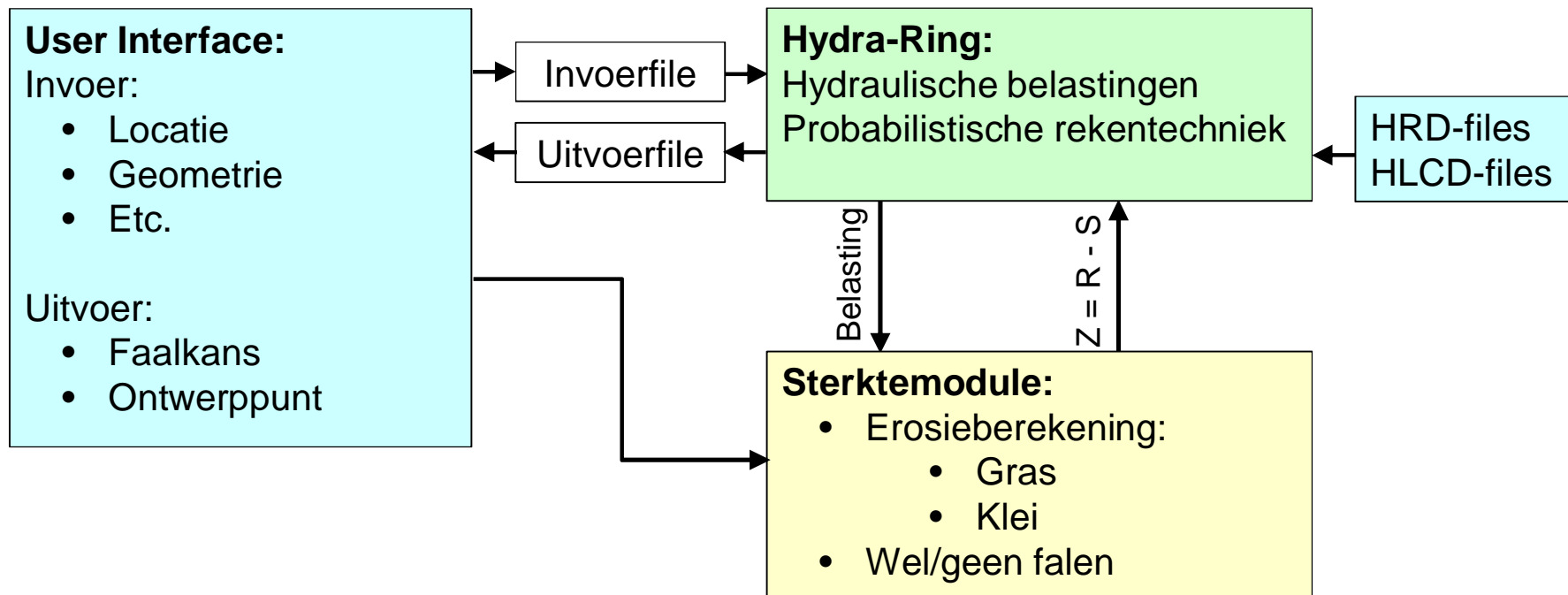
## Erosiecoëfficiënt (stochast)

- Vloeigrens > 30%
- Plasticiteitsindex > 17%
- Zandgehalte < 48%

Deltares



# Structuur op hoofdlijnen





# Invoerscherm

GEBU Faalkans Tool

Bestand Info

Modus  
Normaal

Berekening  
Berekeningstype  
 Toetsing  
 Ontwerp

HLCD bestandslocatie  
C:\MKB\Gebu faalkanstool\GEBUfaalkans\_versie20.2.0.935 - 8sept2021\hcd.sqlite

Dijklocatie  
043-06\_0009\_1\_WA\_km0913

Zichtjaar  
2023

Graskwaliteit  
Gesloten zode

Kernmateriaal  
Zand

Minimum extra kleilaagdikte  
0 [m]

Maximum extra kleilaagdikte  
1 [m]

Stapgrootte kleilaagdikte  
0.2 [m]

Rekenen met hydraulische belastingen van  
 1 maand (conform WBI2017)  
 1 storm

Geometrie  
 Voorlandhelling 0.01 [tan(o)]  
 Dijknormaal t.o.v. Noord 50 [graden]  
 X-coördinaat bij teen 0 [m]  
 Z-coördinaat bij teen 0 [m+NAP]  
 Kleidikte bij teen 1 [m]

X Begin [m]	Z Begin [m+NAP]	Kleidikte Begin [m]	X Eind [m]	Z Eind [m+NAP]	Kleidikte Eind [m]	Helling [tan(o)]	Type
0	0	1	10	3.1	0.5	0.31	Buitentalud
10	3.1	0.511	15	4.2	0.8	0.22	Buitentalud
15	4.2	0.819	18	4.3	0.7	0.03	Berm/Kruin
18	4.3	0.683	21.5	5.1	0.6	0.23	Buitentalud

Start berekening

Tijd	Bericht
10/5/2021 10:53:39 AM	Importeren van de HRD is gelukt.
10/5/2021 10:53:39 AM	Gegevens zijn geïmporteerd vanuit bestand 'C:\MKB\Gebu faalkanstool\GEBU_Faalkans_versie20.2.0.935 - 8sept2021\WBI2017_Bovenrijn_43-6_v04.sqlite'.
10/5/2021 10:53:38 AM	Importeren van de HRD is gestart.
10/5/2021 10:44:04 AM	GEBU Faalkans Tool 20.2.0.945 is opgestart.



# Invoerscherm

**GEBU Faalkans Tool**

Bestand Info

Modus  
Normaal

Berekening  
Berekeningstype  
 Toetsing  
 Ontwerp

HLCD bestandslocatie  
C:\MKB\Gebu faalkanstool\GEBUfaalkans\_versie20.2.0.935 - 8sept2021\hlcd.sqlite

Dijklocatie  
043-06\_0009\_1\_WA\_km0913

Zichtjaar  
2023

Graskwaliteit  
Gesloten zode

Kernmateriaal  
Zand

Minimum extra kleilaagdikte  
0 [m]

Maximum extra kleilaagdikte  
1 [m]

Stapgrootte kleilaagdikte  
0.2 [m]

Rekenen met hydraulische belastingen van  
 1 maand (conform WBI2017)  
 1 storm

Voorandhelling  
0.01 [tan(°)]

Dijknormaal t.o.v. Noord  
50 [graden]

X-coördinaat bij teen  
0 [m]

Z-coördinaat bij teen  
0 [m+NAP]

Kleidikte bij teen  
1 [m]

X Begin [m]	Z Begin [m+NAP]	Kleidikte Begin [m]	X Eind [m]	Z Eind [m+NAP]	Kleidikte Eind [m]	Helling [tan(°)]	Type
0	0	1	10	3.1	0.5	0.31	Buientalud
10	3.1	0.511	15	4.2	0.8	0.22	Buientalud
15	4.2	0.819	18	4.3	0.7	0.03	Berm/Kruin
18	4.3	0.683	21.5	5.1	0.6	0.23	Buientalud

Start berekening

Tijd	Bericht
10/5/2021 10:53:39 AM	Importeren van de HRD is gelukt.
10/5/2021 10:53:39 AM	Gegevens zijn geïmporteerd vanuit bestand 'C:\MKB\Gebu faalkanstool\GEBU_Faalkans_versie20.2.0.935 - 8sept2021\WBI2017_Bovenrijn_43-6_v04.sqlite'.
10/5/2021 10:53:38 AM	Importeren van de HRD is gestart.
10/5/2021 10:44:04 AM	GEBU Faalkans Tool 20.2.0.945 is opgestart.

**GEBU Faalkans Tool**

Bestand Info

Modus  
Normaal

Berekening  
Berekeningstype  
 Toetsing  
 Ontwerp

HLCD bestandslocatie  
C:\MKB\Gebu faalkanstool\GEBUfaalkans\_versie20.2.0.935 - 8sept2021\hlcd.sqlite

Dijklocatie  
043-06\_0009\_1\_WA\_km0913

Zichtjaar  
2100

Graskwaliteit  
Gesloten zode

Kernmateriaal  
Zand

Minimum extra kleilaagdikte  
0 [m]

Maximum extra kleilaagdikte  
1 [m]

Stapgrootte kleilaagdikte  
0.2 [m]

Rekenen met hydraulische belastingen van  
 1 maand (conform WBI2017)  
 1 storm

# Invoerscherm

**Geometrie**

Voorlandhelling  [tan(α)]

Dijknormaal t.o.v. Noord  [graden]

X-coördinaat bij teen  [m]

Z-coördinaat bij teen  [m+NAP]

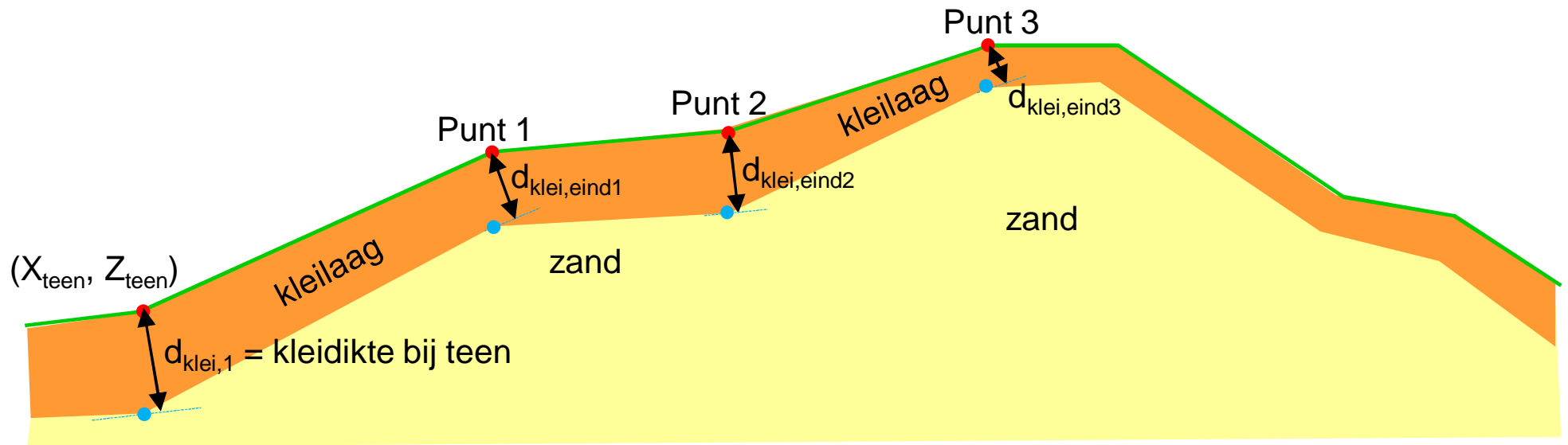
Kleidikte bij teen  [m]

X Begin [m]	Z Begin [m+NAP]	Kleidikte Begin [m]	X Eind [m]	Z Eind [m+NAP]	Kleidikte Eind [m]	Helling [tan(α)]	Type
0	0	1	10	3.1	0.5	0.31	Buitentalud
10	3.1	0.511	15	4.2	0.8	0.22	Buitentalud
15	4.2	0.819	18	4.3	0.7	0.03	Berm/Kruin
18	4.3	0.683	21.5	5.1	0.6	0.23	Buitentalud

Tijd	Bericht
10/5/2021 10:53:39 AM	Importeren van de HRD is gelukt.
10/5/2021 10:53:39 AM	Gegevens zijn geïmporteerd vanuit bestand 'C:\MKB\Gebu faalkanstool \GEBU_Faalkans_versie20.2.0.935 - 8sept2021\WBI2017_Bovenrijn_43-6_v04.sqlite'.
10/5/2021 10:53:38 AM	Importeren van de HRD is gestart.
10/5/2021 10:44:04 AM	GEBU Faalkans Tool 20.2.0.945 is opgestart.

# Geometrie invoeren

## Coördinaten van hoekpunten en bijbehorende kleilaagdikte



# Output

## Faalkans en ontwerp punt

Output

Extra kleilaagdikte [m]	Faalkans [1/jaar]
0	3.01E-004

Variabele naam	Waarde	Eenheid
Maatgevende windrichting	247.50	graden
Lokale waterstand	5.03	m+NAP
Significante golfhoogte	0.74	m
Spectrale golfperiode	2.75	s
Hoek van golfinval	247.50	graden
Rekenwaarde significante golfhoogte	0.70	m

**Direct vergelijkbaar met doorsnede-eis van dijkvak.**

## Deltares

# Uitdagingen

- Meerdere stormen in een maand (fundamenteel probleem omdat Hydra-Ring en WBI helemaal gericht zijn op 1 storm)
- Testen
- Vervolg wensen, zoals in Batch rekenen.

**Planning: zomer 2022  
(zonder Batch rekenen)**

