

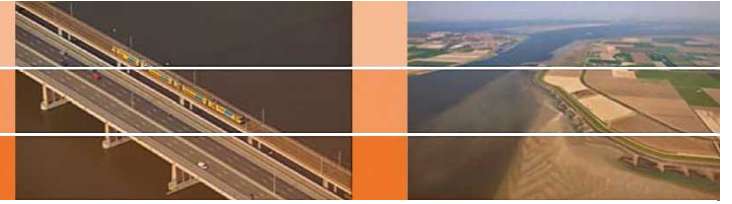


# Van D-Geo Flow berekening naar beoordeling

Vera van Beek

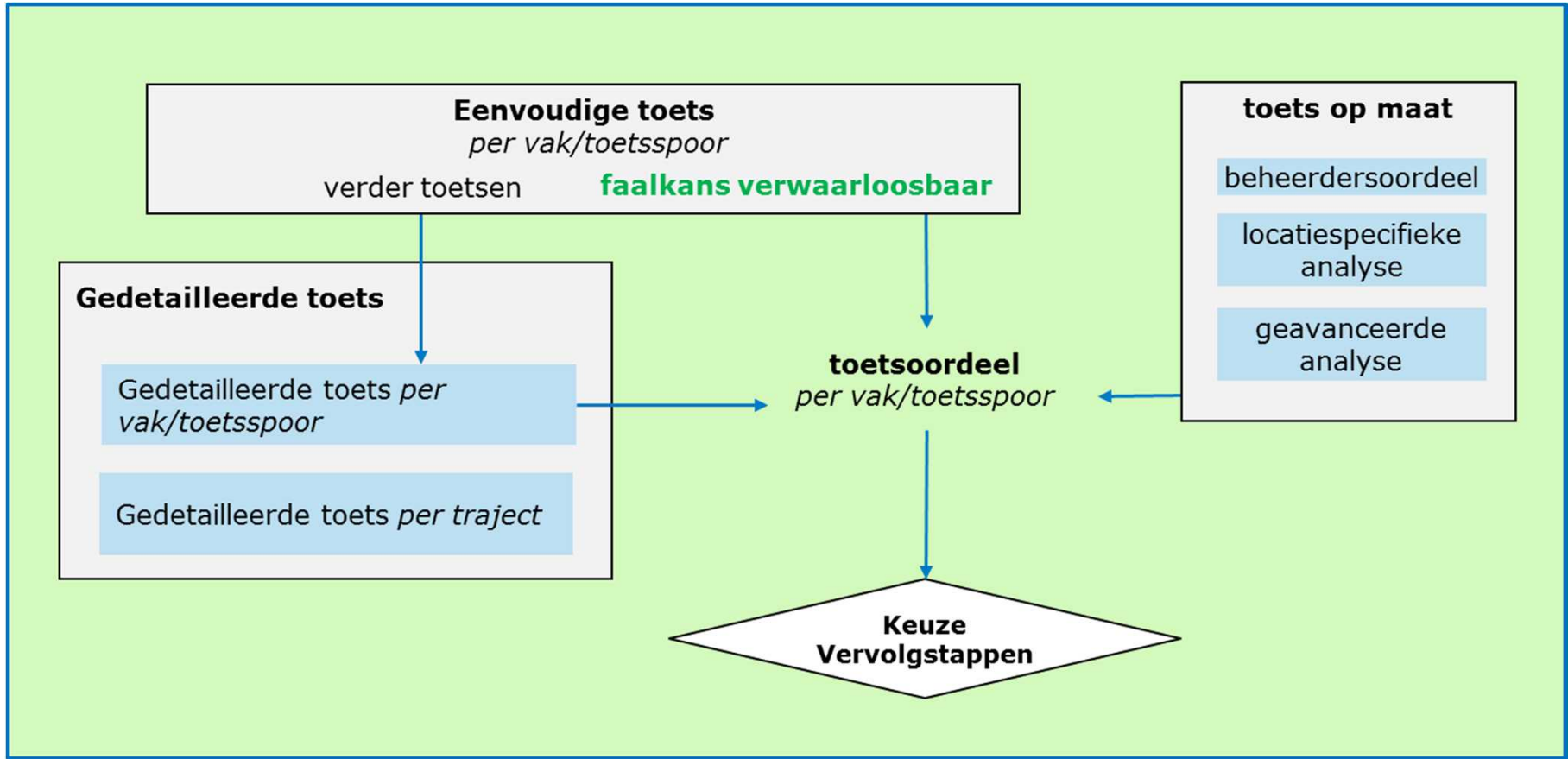
Kin Sun Lam

# Inhoud



- De toets op maat in het beoordelingsproces
- Omgaan met eindige elementen berekeningen in de overstromingskansenbenadering
  - (Semi-)probabilistisch rekenen
  - Parameterkeuze
  - Van kritiek verval naar beoordeling
- Discussie en feedback

# Toets op maat



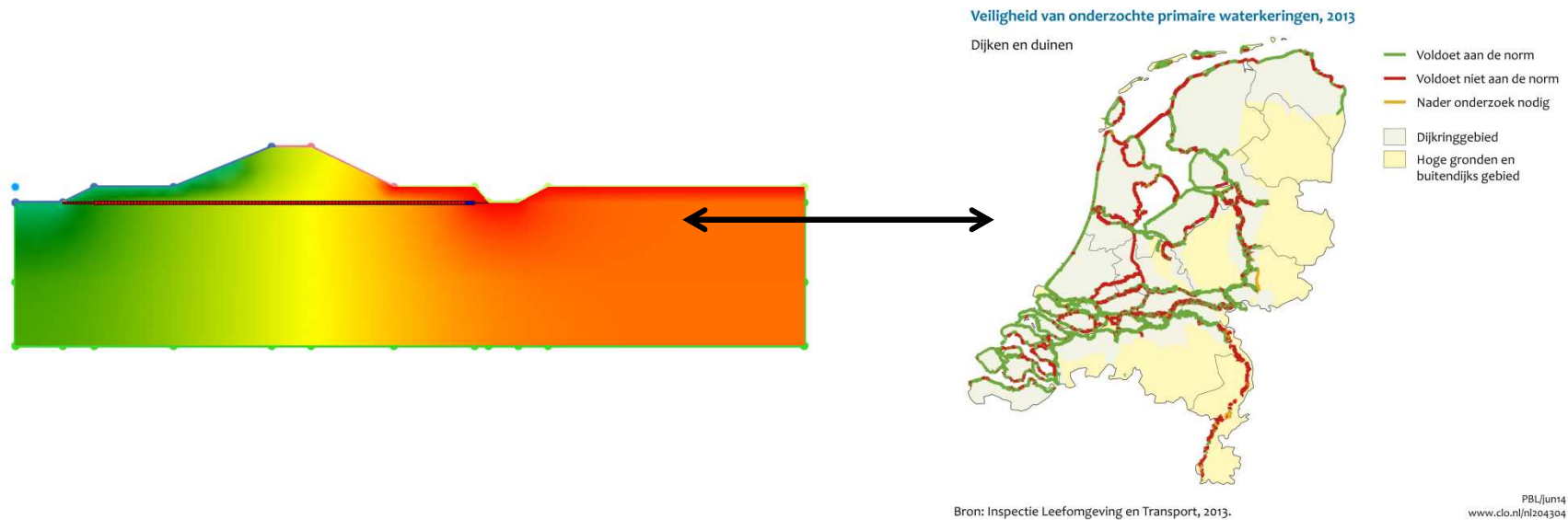
# Toets op maat: wanneer is D-Geo Flow zinvol?

- Als de schematisatie sterk afwijkt van de 'standaardgeometrie'
  - Meerdere zandlagen in de geometrie met doorlatendheidscontrast
  - Anisotrope zandlagen
  - Aanwezigheid van voorland
  - Kort hoogwater en demping van de hoogwatergolf

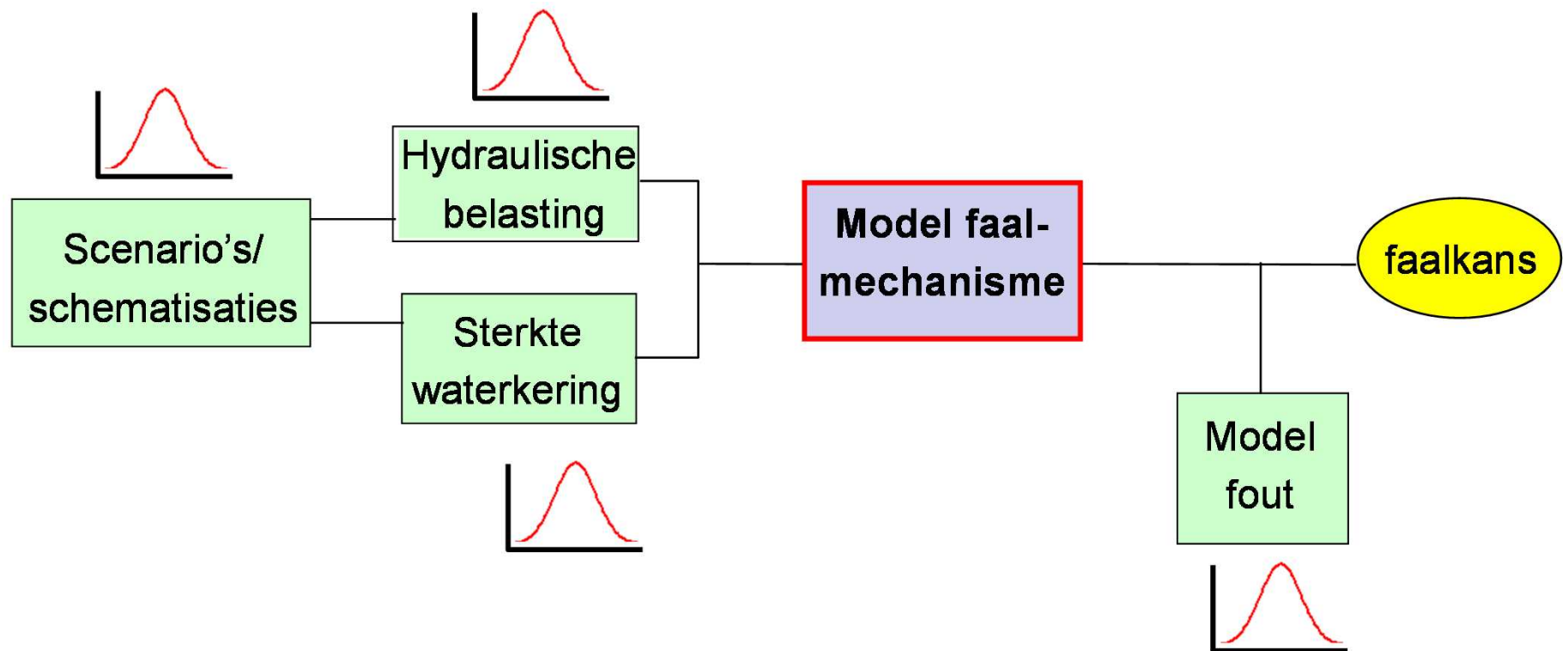
# Omgaan met EEM in overstromingskansbenadering



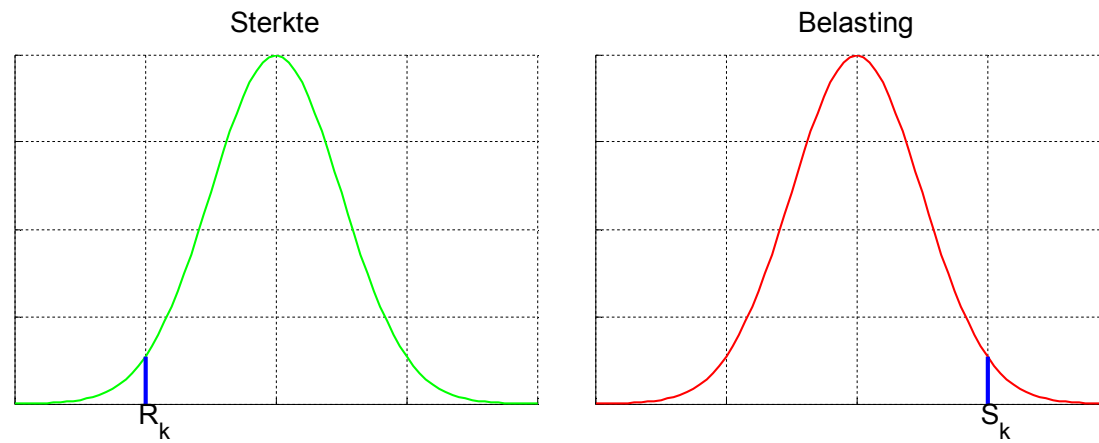
- (Semi-)probabilistisch rekenen: omgaan met onzekerheden
- Parameterkeuze
- Van kritiek verval naar beoordeling



# (Semi-) probabilistisch rekenen



# Semi-probabilistisch rekenen in de gedetailleerde toets



$$F_p = \frac{\Delta H_c}{(h - h_{exit} - r_c D_{deklaag})}$$

Vgl 7.8

$$P_{f,p} = \Phi \left( \frac{\ln \left( \frac{F_p}{1,04} \right) + 0,43 \beta_{norm}}{0,37} \right)$$

Hierin is:

- $\Delta H_c$  Het kritieke verval over de waterkering [m].
- $F_p$  Stabiliteitsfactor voor terugschrijdende erosie [-].
- $h$  Niveau buitenwaterstand ten opzichte van NAP met een kans van voorkomen gelijk aan de norm [m].
- $h_{exit}$  Freatisch niveau, of hoogte van het maaiveld, bij uittredepunt ten opzichte van NAP [m].
- $r_c$  Reductiefactor voor de weerstand bij het uittredepunt = 0,3 [-].
- $D_{deklaag}$  Dikte van het afdekkende pakket bij het uittredepunt [m].

Waarin:

- $F_p$  Stabiliteitsfactor voor terugschrijdende erosie (piping) [-].
- $\Phi$  Standaard (cumulatieve) normale verdeling [-].
- $\beta_{norm}$  Betrouwbaarheidsindex van het dijktraject [-].
- $P_{f,p}$  Faalkans voor deelmechanisme terugschrijdende erosie [1/jaar].

# Semi-probabilistisch rekenen in de TOM

Let op: calibratie afgeleid voor rekenregel: Er is nog geen calibratie afgeleid voor het rekenmodel!

$$F_p = \frac{\Delta H_c}{(h - h_{exit} - r_c D_{deklaag})}$$

Vgl 7.8

Hierin is:

- $\Delta H_c$  Het kritieke verval over de waterkering [m].
- $F_p$  Stabiliteitsfactor voor terugschrijdende erosie [-].
- $h$  Niveau buitenwaterstand ten opzichte van NAP met een kans van voorkomen gelijk aan de norm [m].
- $h_{exit}$  Freatisch niveau, of hoogte van het maaiveld, bij uittredepunt ten opzichte van NAP [m].
- $r_c$  Reductiefactor voor de weerstand bij het uittredepunt = 0,3 [-].
- $D_{deklaag}$  Dikte van het afdekkende pakket bij het uittredepunt [m].

$$P_{f,p} = \Phi \left( \frac{\ln \left( \frac{F_p}{1,04} \right) + 0,43 \beta_{norm}}{0,7} \right)$$

Waarin:

- $F_p$  Stabiliteitsfactor voor terugschrijdende erosie (piping) [-].
- $\Phi$  Standaard (cumulatieve) normale verdeling [-].
- $\beta_{norm}$  Betrouwbaarheidsindex van het dijktraject [-].
- $P_{f,p}$  Faalkans voor deelmechanisme terugschrijdende erosie [1/jaar].



# Semi-probabilistisch rekenen in de TOM



Let op: calibratie afgeleid voor rekenregel: Er is nog geen calibratie afgeleid voor het rekenmodel!

De correctie voor de 0,3D-regel bij D-Geo Flow – gecompliceerd bij transiente berekening

$$F_p = \frac{\Delta H_c}{(h - h_{exit} - r_c D_{deklaag})}$$

Vgl 7.8

Hierin is:

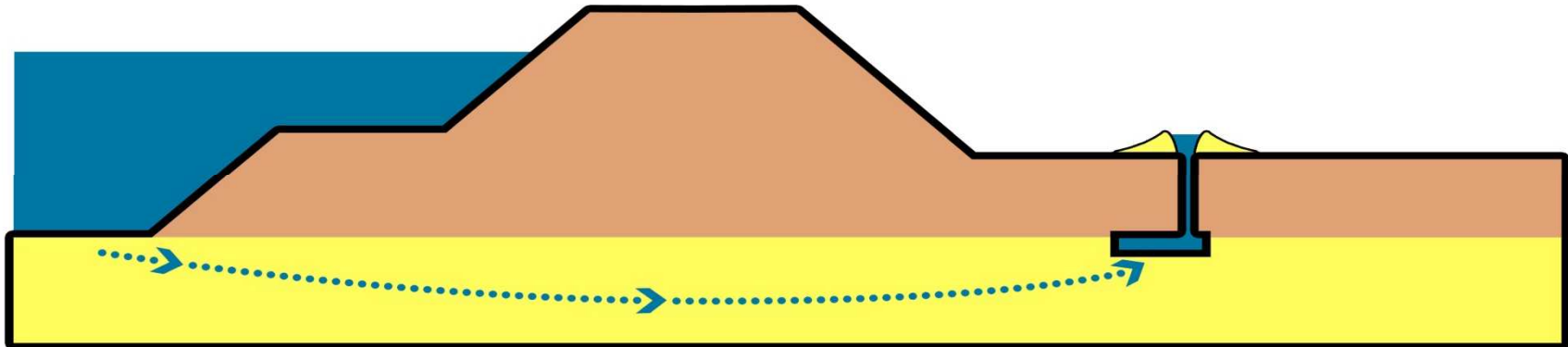
- $\Delta H_c$  Het kritieke verval over de waterkering [m].
- $F_p$  Stabiliteitsfactor voor terugschrijdende erosie [-].
- $h$  Niveau buitenwaterstand ten opzichte van NAP met een kans van voorkomen gelijk aan de norm [m].
- $h_{exit}$  Freatisch niveau, of hoogte van het maaiveld, bij uittredepunt ten opzichte van NAP [m].
- $r_c$  Reductiefactor voor de weerstand bij het uittredepunt = 0,3 [-].
- $D_{deklaag}$  Dikte van het afdekkende pakket bij het uittredepunt [m].

$$P_{f,p} = \Phi \left( \frac{\ln \left( \frac{F_p}{1,04} \right) + 0,43 \beta_{norm}}{0,7} \right)$$

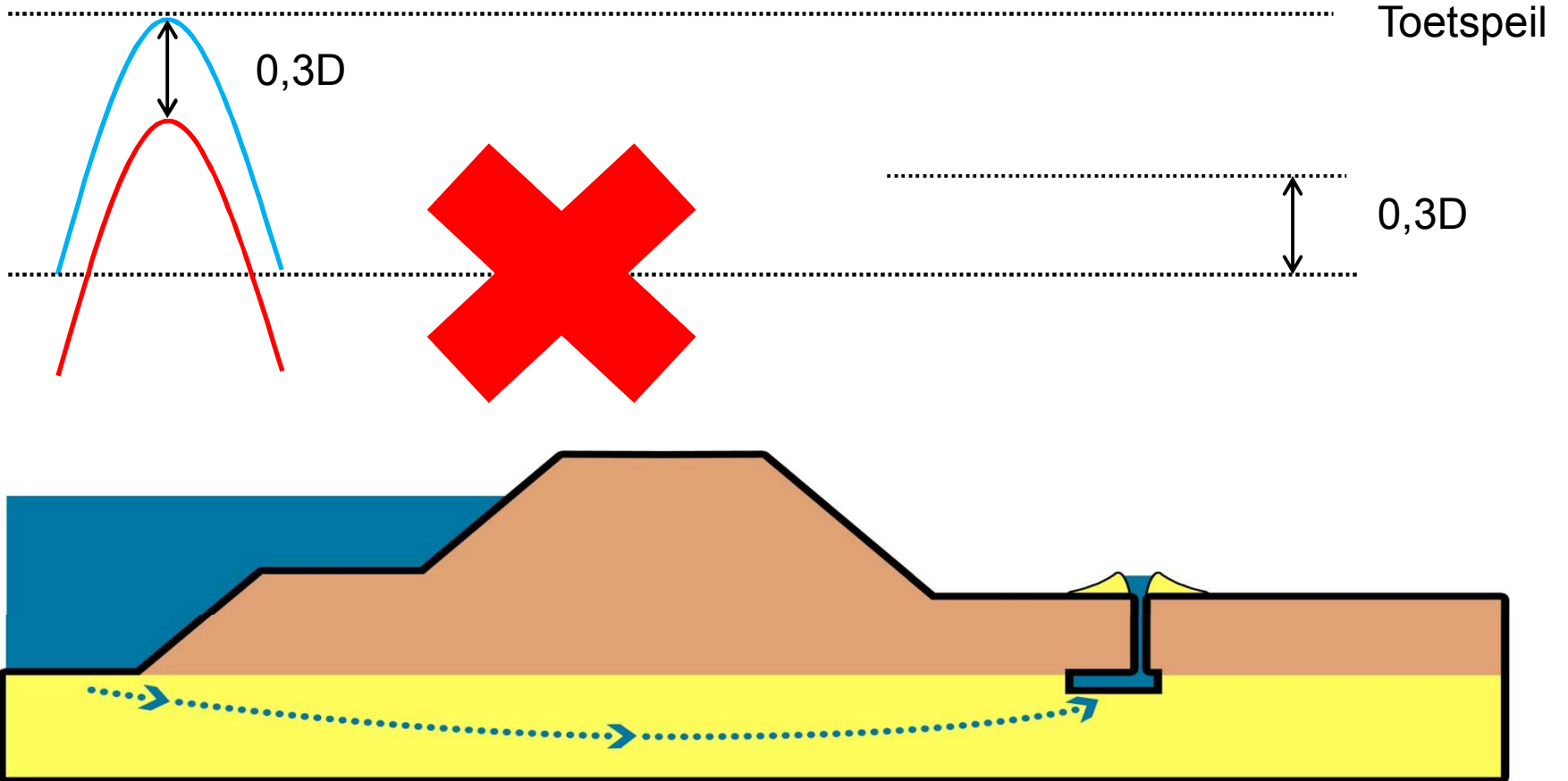
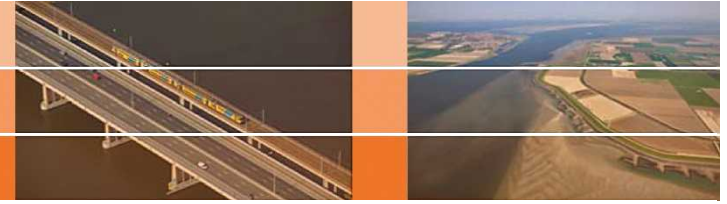
Waarin:

- $F_p$  Stabiliteitsfactor voor terugschrijdende erosie (piping) [-].
- $\Phi$  Standaard (cumulatieve) normale verdeling [-].
- $\beta_{norm}$  Betrouwbaarheidsindex van het dijktraject [-].
- $P_{f,p}$  Faalkans voor deelmechanisme terugschrijdende erosie [1/jaar].

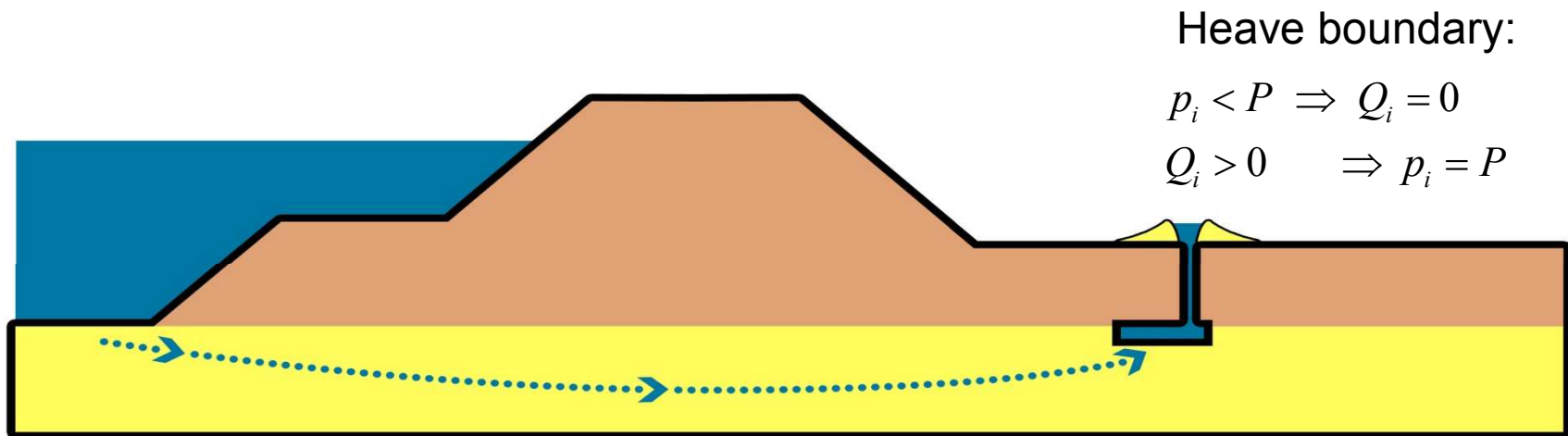
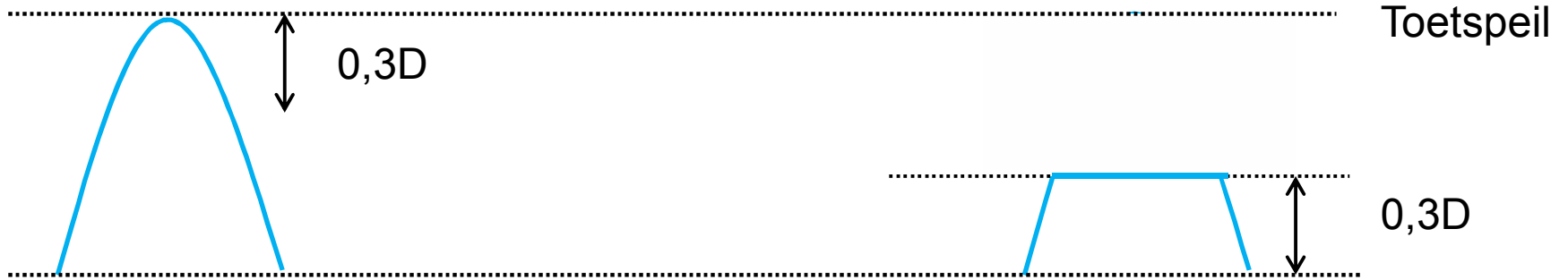
# Stationaire berekening



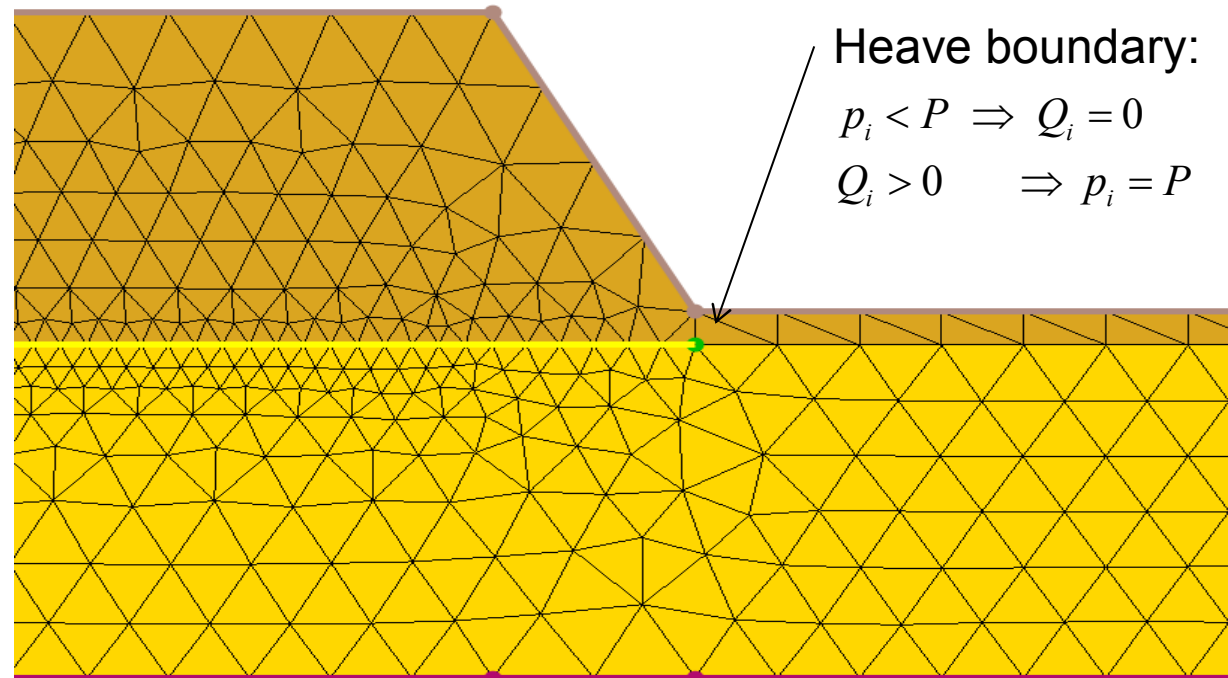
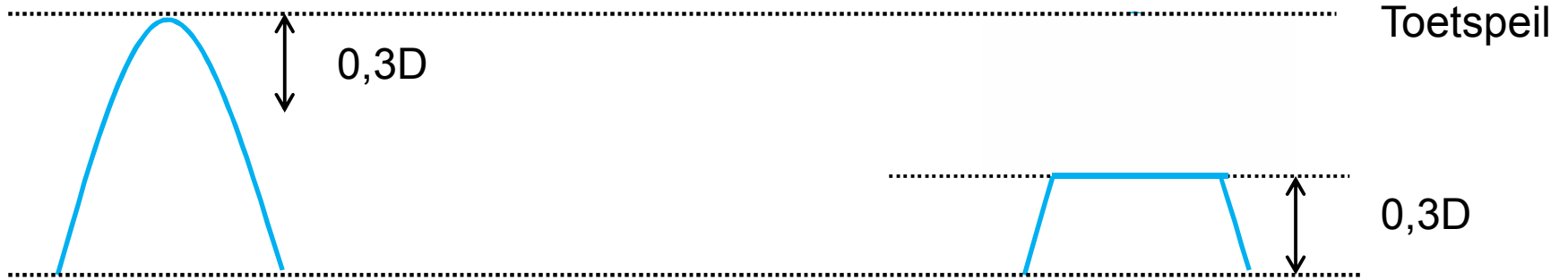
# Transiente berekening



# Hoe omgaan met de 0,3D regel in de TOM



# Hoe omgaan met de 0,3D regel in de TOM



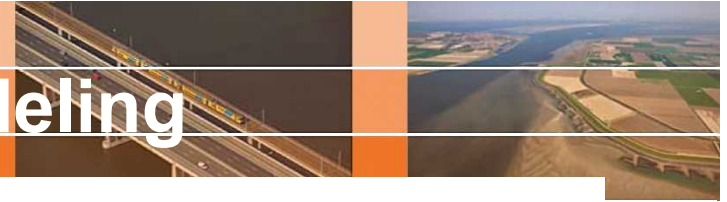
# Parameterkeuze



Expliciet in rekening brengen van onzekerheden via rekenwaarden:

- Ondergrondscenario's: maatgevende ondergrond
  - Mits optimalisatie ook geldig is voor het hele vak!
- Toetspeil – voor transiente berekening
- Rekenwaarden voor doorlatendheid en korreldiameter
- Beddinghoek en coefficient van White: constanten
- Compressibiliteit grondlagen:
  - Technisch rapport Waterspanningen bij dijken
  - Afleiden uit inverse analyse peilbuismetingen of samendrukkingsproeven

# Van kritiek verval naar beoordeling



Eerste inschatting:  
In welke categorie valt de  
faalkans?

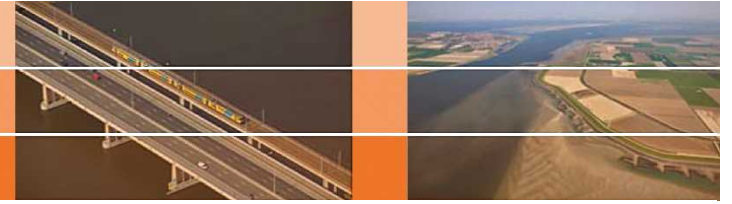
$$P_{f,p} = \Phi \left( \frac{\ln \left( \frac{F_p}{1,04} \right) + 0,43\beta_{norm}}{0,37} \right)$$

Waarin:

- $F_p$  Stabiliteitsfactor voor terugschrijdende erosie (piping) [-].
- $\Phi$  Standaard (cumulatieve) normale verdeling [-].
- $\beta_{norm}$  Betrouwbaarheidsindex van het dijktraject [-].
- $P_{f,p}$  Faalkans voor deelmechanisme terugschrijdende erosie [1/jaar].

Cat.	Aanduiding categorie toetsoordeel per vak per toetsspoor	Begrenzing categorie
		$P_{f,dsn}$ Faalkans per vak (doorsnede of kunstwerk) [1/jaar]. $P_{eis;sig}$ Signaleringswaarde van het dijktraject [1/jaar]. $P_{eis;ond}$ Ondergrens van het dijktraject [1/jaar]. $P_{eis;sig;dsn}$ Faalkanseis per doorsnede of kunstwerk [1/ jaar]
I <sub>v</sub>	voldoet ruim aan de signaleringswaarde	$P_{f;dsn} < \frac{1}{30} P_{eis;sig;dsn}$
II <sub>v</sub>	voldoet aan de signaleringswaarde	$\frac{1}{30} P_{eis;sig;dsn} < P_{f;dsn} < P_{eis;sig;dsn}$
III <sub>v</sub>	voldoet aan de ondergrens en mogelijk aan de signaleringswaarde	$P_{eis;sig;dsn} < P_{f;dsn} < P_{eis;ond;dsn}$
IV <sub>v</sub>	voldoet mogelijk aan de ondergrens of aan de signaleringswaarde	$P_{eis;ond;dsn} < P_{f;dsn} < P_{eis;ond}$
V <sub>v</sub>	voldoet niet aan de ondergrens	$P_{eis;ond} < P_{f;dsn} < 30P_{eis;ond}$
VI <sub>v</sub>	voldoet ruim niet aan de ondergrens	$P_{f;dsn} > 30P_{eis;ond}$
VII <sub>v</sub>	nog geen oordeel	

# Vragen?





# Voorbeeld



Bereken de categorie voor het toetsoordeel per doorsnede voor de rivierdijk uit het voorbeeld, uitgaande van de volgende gegevens:

- *Toetspeil:  $h=4$  m*
- *Traject van 30 km*
- *Lengte-effectparameters:  $a=0,9$ ,  $b=300$  m.*
- *$P_{eis,sign} = 1/10.000$  ( $\beta_{norm}=3,72$ )*
- *$P_{eis,ond} = 1/3000$*
- *Bijlage III regeling Veiligheid primaire keringen:*

## Faalkanseis per doorsnede

De faalkanseis per doorsnede ( $P_{eis;dsn}$ ) wordt met Vgl 2.1 (zie hoofdstuk 2) bepaald uit de norm van het dijktraject ( $P_{eis}$ ).

De waarde voor  $N_{dsn}$ , de lengte-effectfactor voor een doorsnede, wordt voor het toetspoor piping gegeven door:

$$N_{dsn} = 1 + \frac{a_l \cdot L_{traject}}{b_l} \quad \text{Vgl 7.12}$$

## Waarin:

- $a_l$  Mechanismegevoelige fractie van de dijktrajectlengte [-].  
 $b_l$  Lengtemaat die de intensiteit van het lengte-effect weergeeft binnen de mechanismegevoelige lengte van het dijktraject [m].  
 $L_{traject}$  Lengte van het dijktraject zoals vastgelegd in Bijlage II van de Waterwet [m].

## Faalkanseis per vak (doorsnede of kunstwerk)

De faalkanseis per doorsnede of kunstwerk die aan een toetspoor wordt gesteld wordt als volgt afgeleid:

$$P_{eis;dsn} = \frac{\omega P_{eis}}{N_{dsn}} \quad \text{Vgl 2.1}$$

## Waarin:

- $P_{eis;dsn}$  Faalkanseis per doorsnede of kunstwerk [1/ jaar].  
 $P_{eis}$  Norm van het dijktraject [1/jaar].  
 $\omega$  Faalkansruimtefactor voor het betreffende toetspoor [-].  
 $N_{dsn}$  Lengte-effectfactor voor een doorsnede of kunstwerk [-].

# Voorbeeld



1. Bepaal de lengte-effect factor
2. Bepaal de faalkanseis per doorsnede
3. Bepaal de grenzen van de categorieen aan de hand van de tabel uit slide 15
4. Bepaal  $F_p$  (stabiliteitsfactor voor terugschrijdende erosie) op basis van de vergelijking uit slide 7
5. Bepaal de faalkans op basis van de vergelijking uit slide 7 (standaard cumulatieve normale verdeling functie NORMSDIST in excel)
6. Vergelijk de grenzen van de categorieen met de gevonden faalkans