



# Hoogte kunstwerken (HTKW)

Rob Delhez  
(Greenrivers)

Pilot-cursus Kunstwerken  
10 november 2016





# Inhoud

- ⇒ Beschrijving faalmechanisme *hoogte*
- ⇒ Theorie
- ⇒ Eenvoudige toets
- ⇒ Gedetailleerde toets



# Algemeen

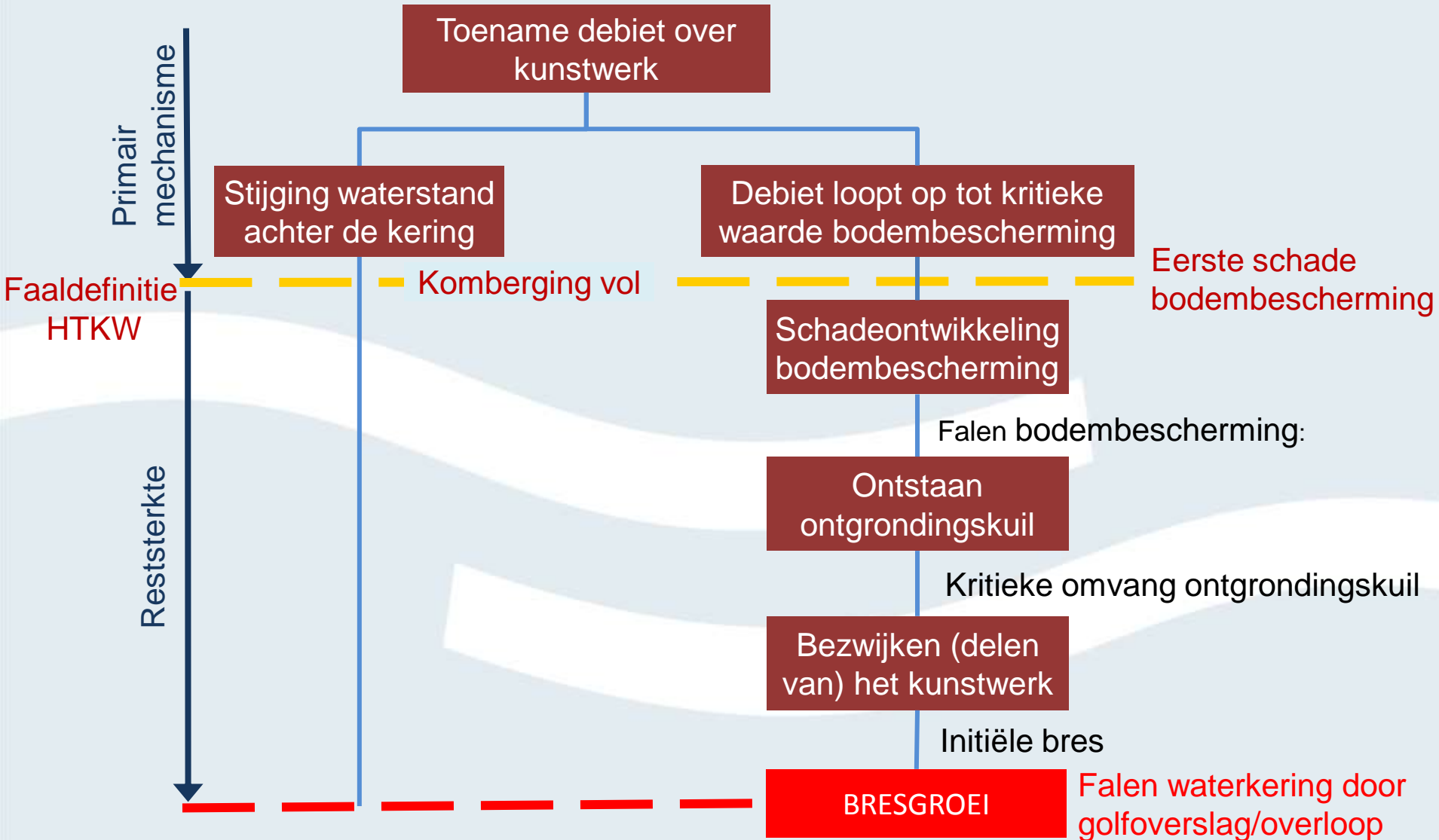
⇒ Probabilistische toets

⇒ Faalkanseis

$$P_{eis,KW} = \frac{\omega \cdot P_{eis}}{N} = \frac{0,24 \cdot P_{eis}}{N_{traject}}$$

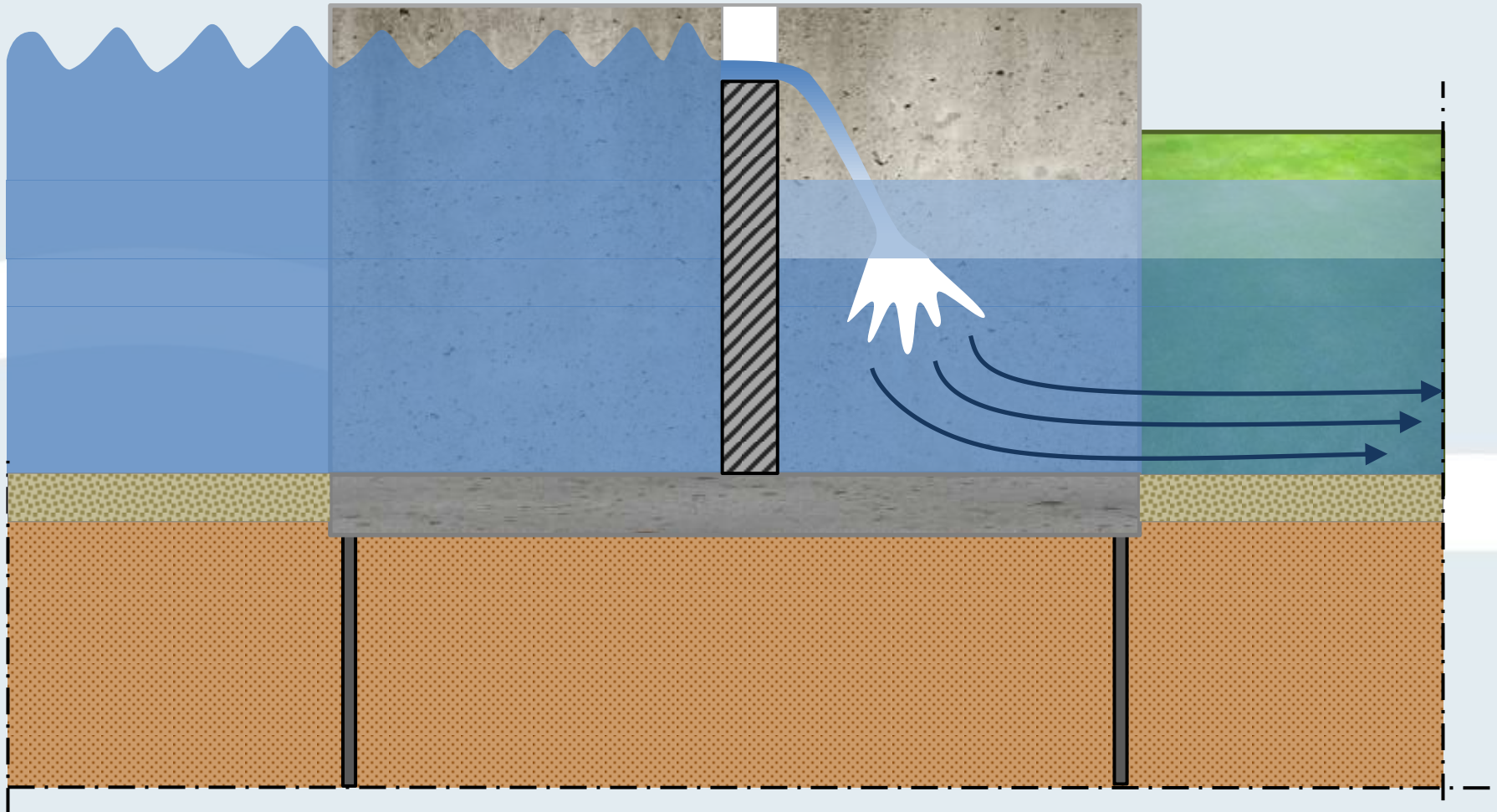
Toetsspoor	Duinen	Dijken en dammen
Hoogte kunstwerk (HTKW) of* Grasbekleding erosie kruin en binnentalud (GEKB)	0	0,24
Piping (STPH)	0	0,24
Macrostabiliteit binnenwaarts (STBI)	0	0,04
	0	0,01
Golfklappen op asfaltbekleding (AGK)		
Grasbekleding erosie buitentalud (GEBU)	0	0,05
Grasbekleding afschuiven buitentalud (GABU)	0	0,01
Stabiliteit steenzetting (ZST)	0	0,03
Betrouwbaarheid sluiting kunstwerk (BSKW)	0	0,04
Piping bij kunstwerk (PKW)	0	0,02
Sterkte en stabiliteit kunstwerk (STKWp)	0	0,02
Duinafslag (DA)	0,70	0
Overige toetssporen	0,30	0,30

# Faalproces *hoogte*





# Voorbeeld keersluuis





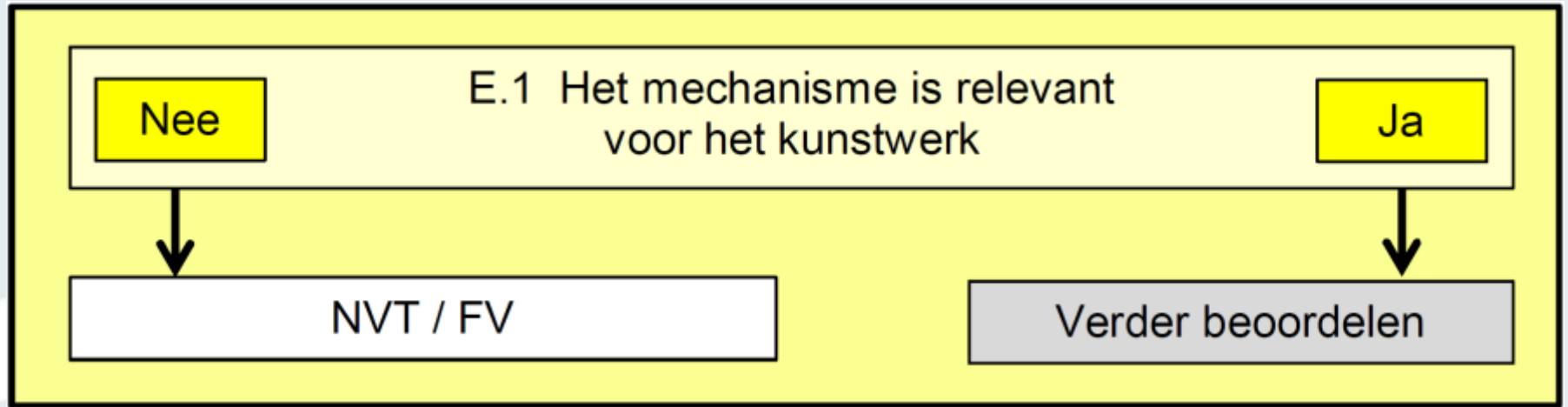
# Theorie *hoogte*

- ⇒ Instromend debiet  $Q_{instroom}$ :
  - Buitenwaterstand ( $h$ )
  - Golfhoogte ( $H_s$ )
  - Kerende hoogte ( $h_{kr}$ )
  
- ⇒ Kritiek debiet bodembescherming  $Q_{kr;bodem}$ :
  - Kritieke stroomsnelheid  $u_{c;bodem}$
  - Oppervlak doorsnede  $A_{natte\ doorsnede}$
  
- ⇒ Kritiek debiet komberging  $Q_{kr;kom}$ :
  - Kritiek peilstijging  $\Delta h_{kom}$
  - Kombergend oppervlak  $A_{kom}$

$$Q_{instroom} \leq \min \left\{ \begin{array}{l} Q_{kr;bodem} \\ Q_{kr;kom} \end{array} \right\}$$



# Eenvoudige toets



Dijk verzorgt  
kerende hoogte  
(bv inlaatsluis)

Kunstwerk verzorgt  
kerende hoogte  
(bv coupure)



# Stappenplan

1. Hydraulische belastingen
2. Beschikbare gegevens, o.a. **veldbezoek**
3. Schematisering geometrie
4. Schematisering bodembescherming
5. Schematisering komberging
6. Toetsing
7. Analyse.....

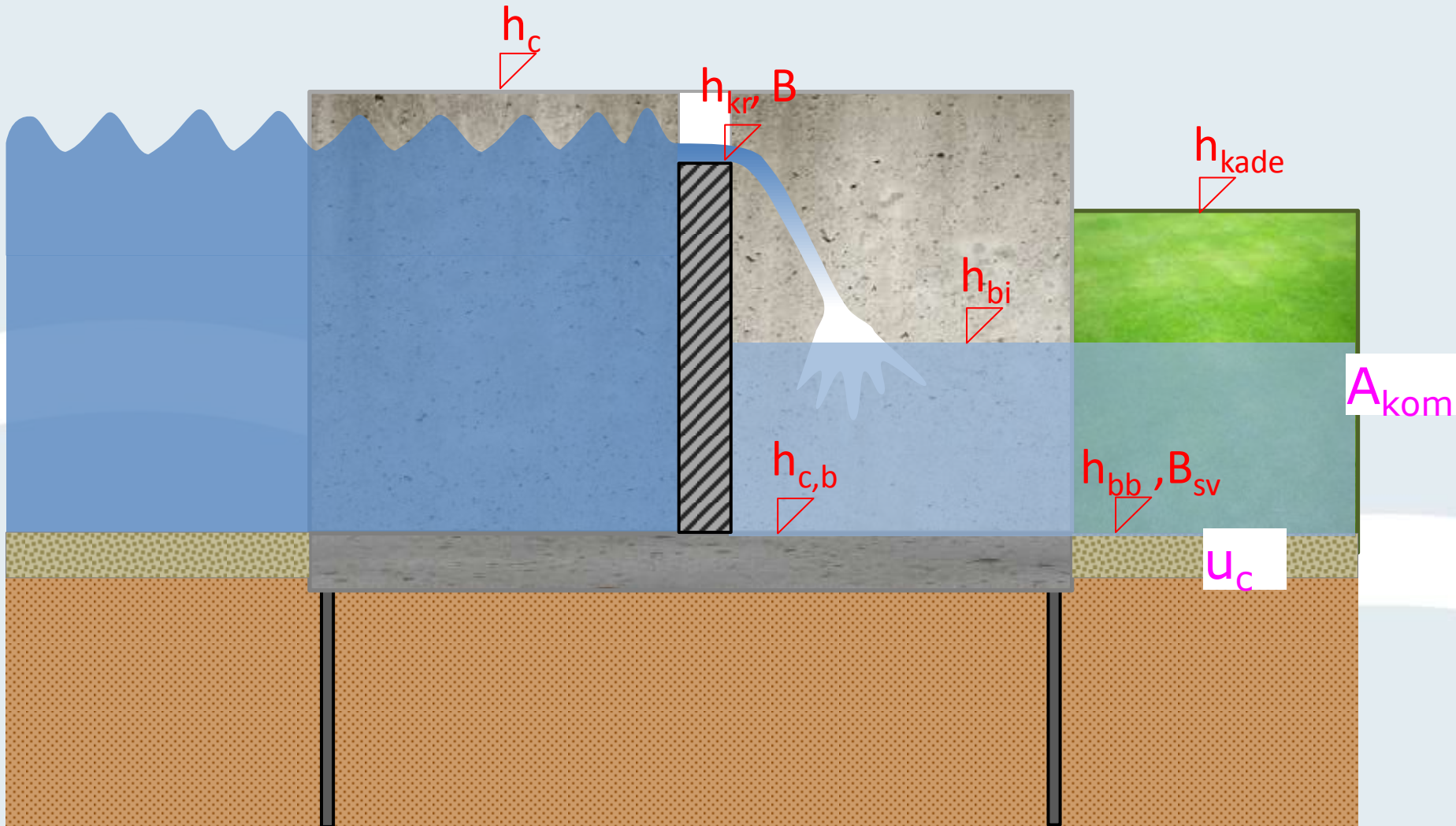
Terug naar stap 2???





# Gedetailleerde toets

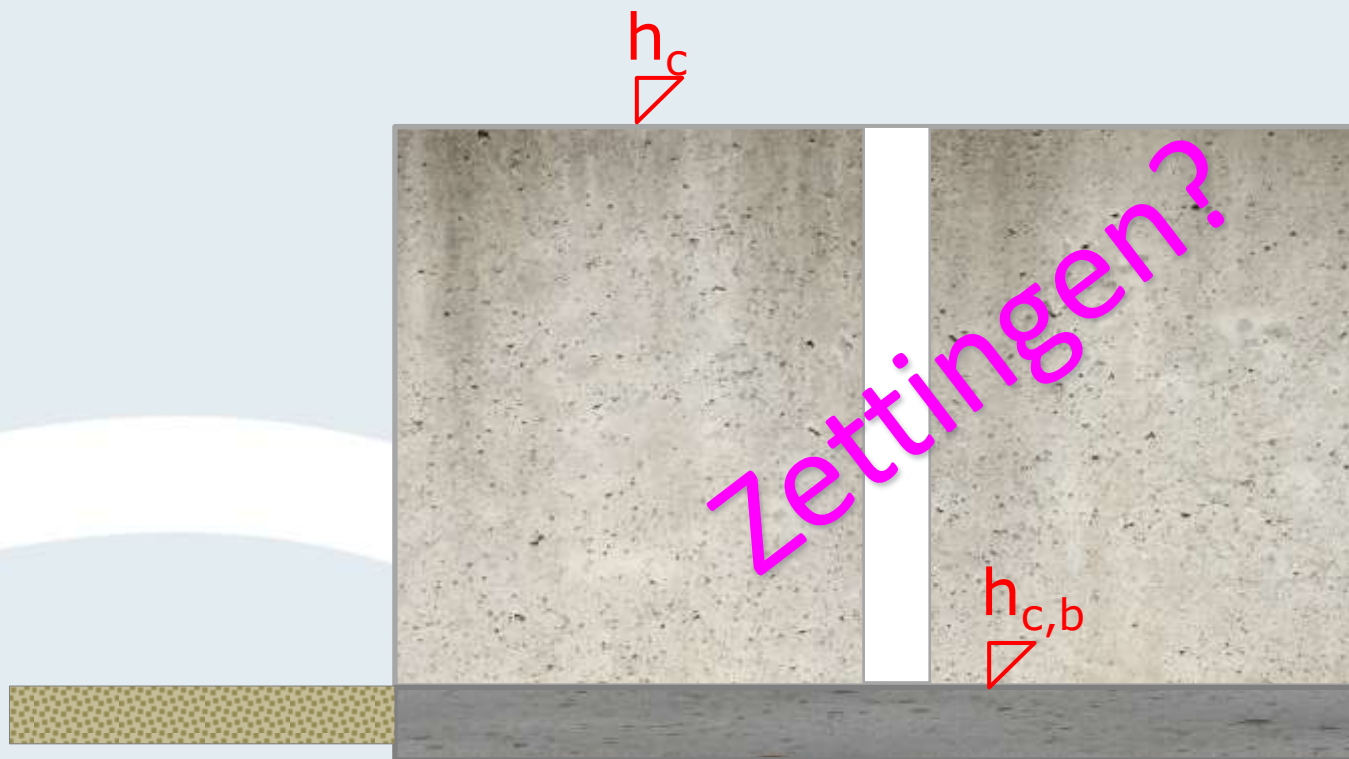
1





# Gedetailleerde toets

2



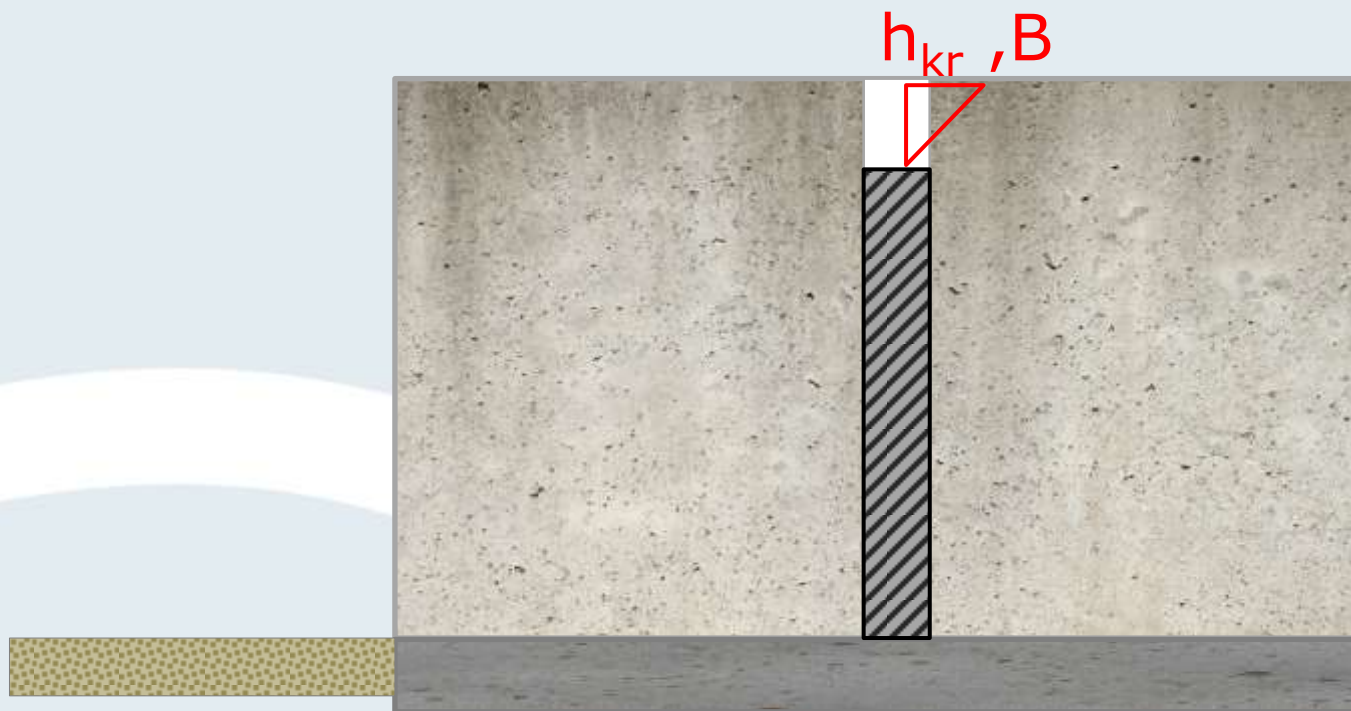
$h_c$ : Kerende hoogte constructie

$h_{c,b}$ : Niveau bovenkant vloer constructie



# Gedetailleerde toets

3



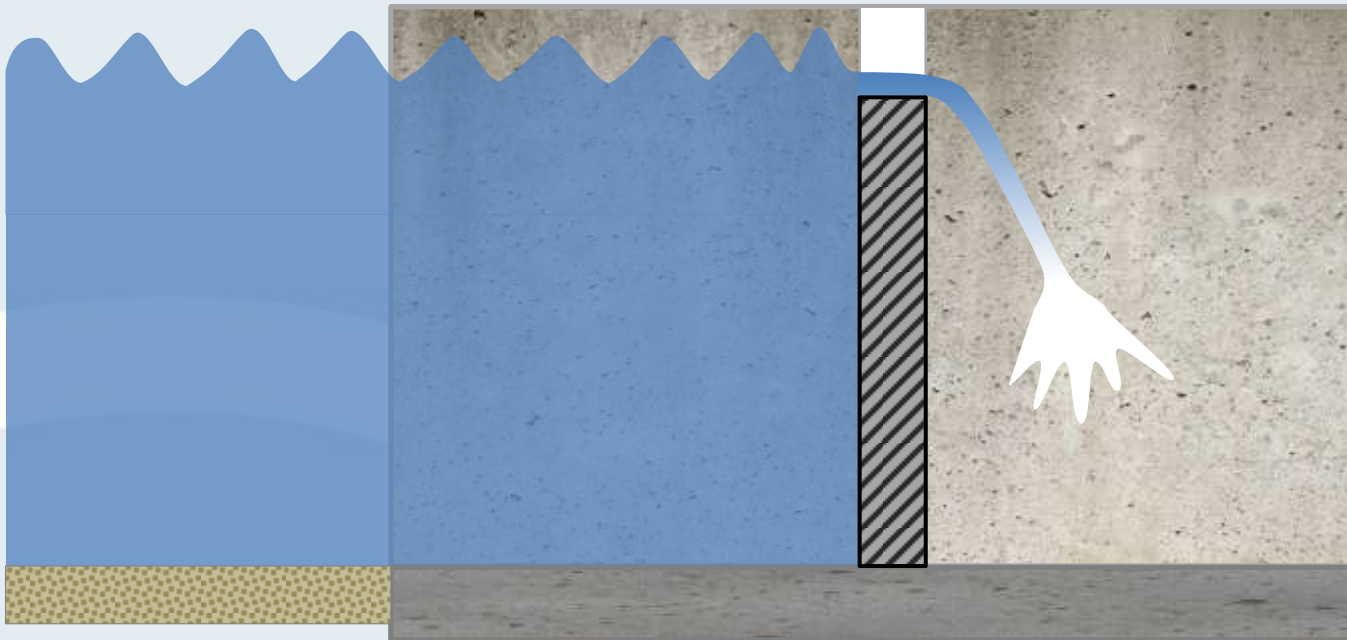
$h_{kr}$ : Kerende hoogte keermiddel

$B$  : Breedte keermiddel/doorstroomopening



# Gedetailleerde toets

4



Hydr. rvw: buitenwaterstand ( $h$ ) en golven ( $H_s$ )

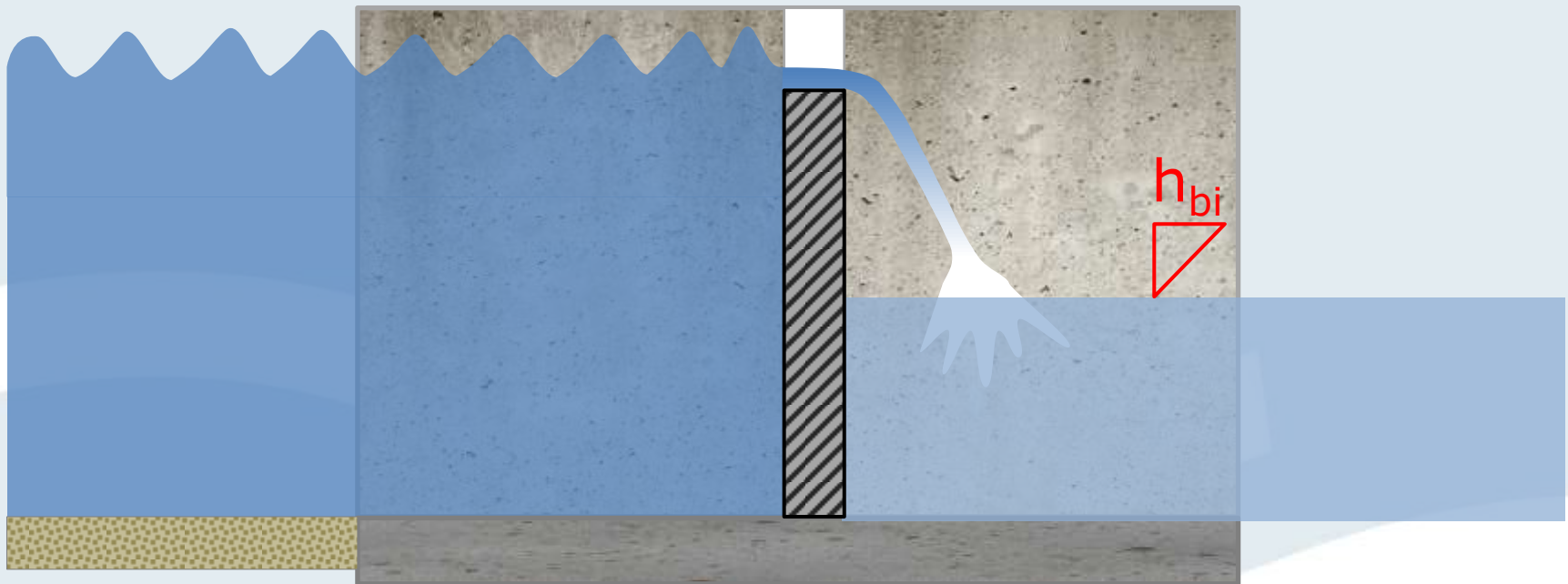
Hydr. belasting:  $Q_{\text{instroom}} = q \{ h_{kr} \ h + H_s \} \times B$

Ringtoets



# Gedetailleerde toets

5

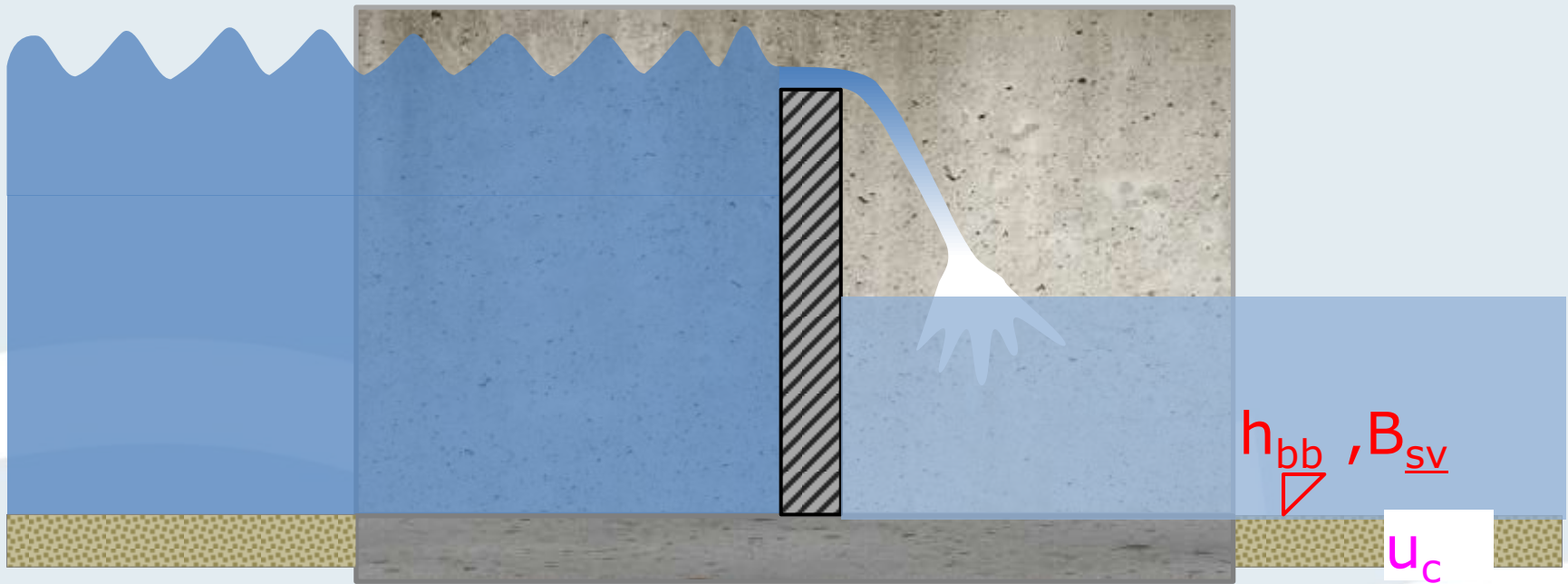


$h_{bi}$ : Binnenwaterstand (streefpeil, afmaalpeil, ...)



# Gedetailleerde toets

6



$u_c$  : Kritieke stroomsnelheid

$h_{bb}$  : Niveau bodembescherming

$B_{sv}$  : Stroomvoerende breedte

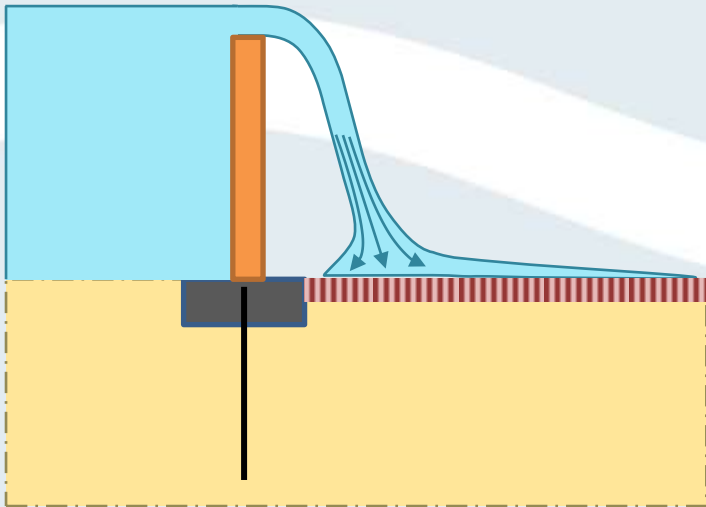
$$Q_{kr,bodem} = u \times A = u_c \times (h_{bi} - h_{bb}) \times B_{sv}$$



# Bodembescherming

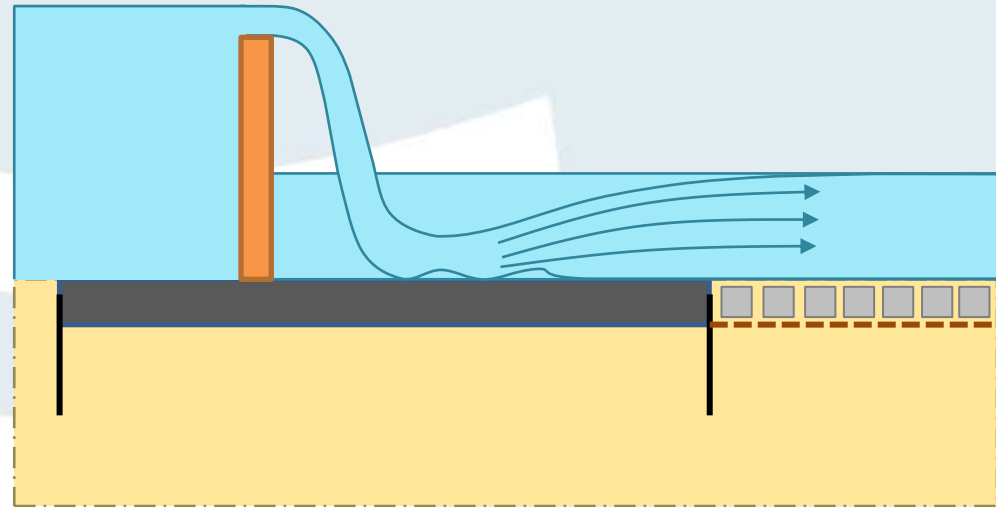
## Belasting bodembescherming

1. Overstortende straal (coupure)
2. Overtrekkende stroming



$$Q_c = q_c \times B$$

$$bv: q_c = 0,05 \text{ m}^3/\text{s}$$

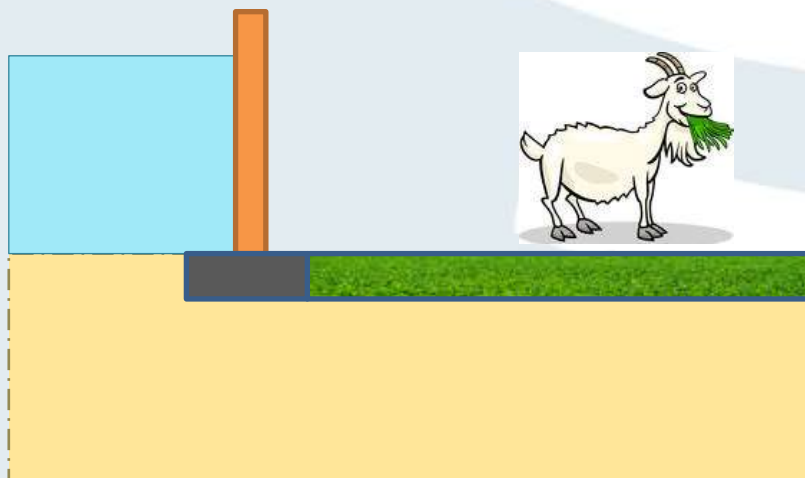
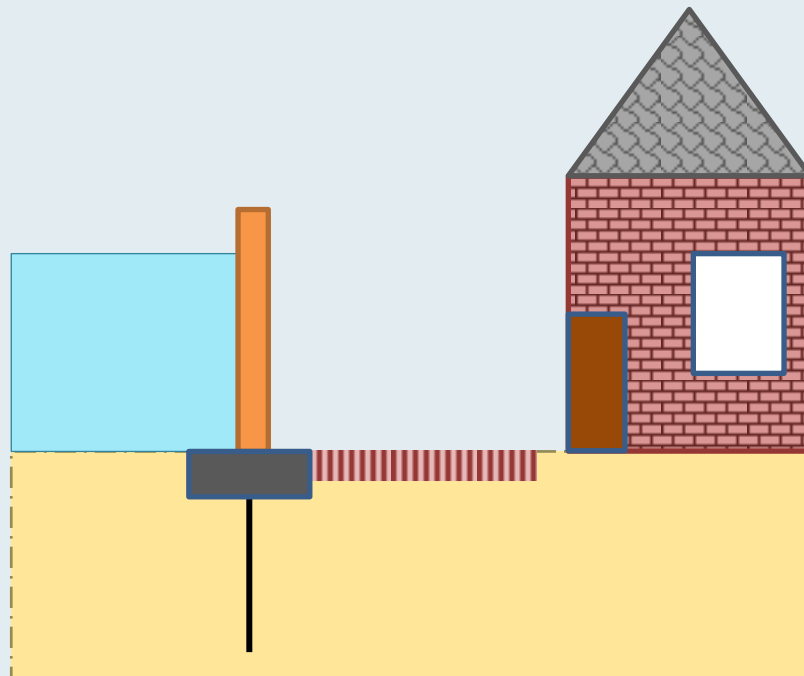
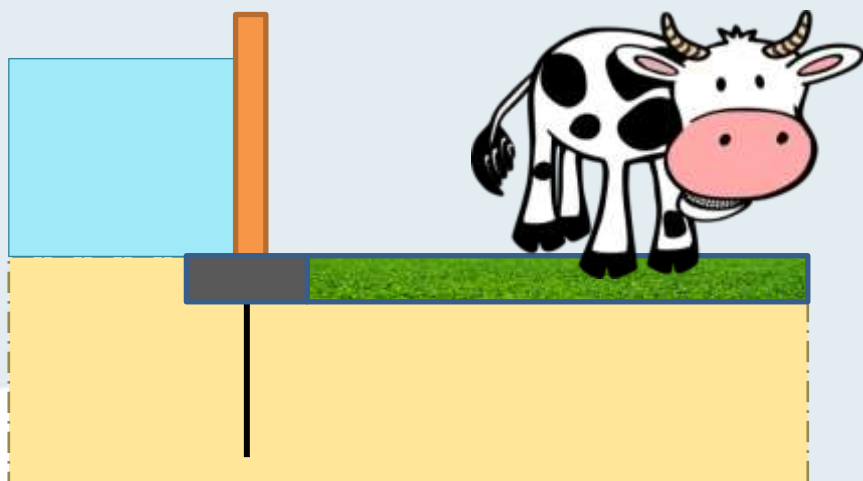


$$Q_c = u_c \times (h_{bi} - h_{bb}) \times B_{sv}$$

$$bv: u_c = 2,0 \text{ m/s}$$



# Voorbeelden



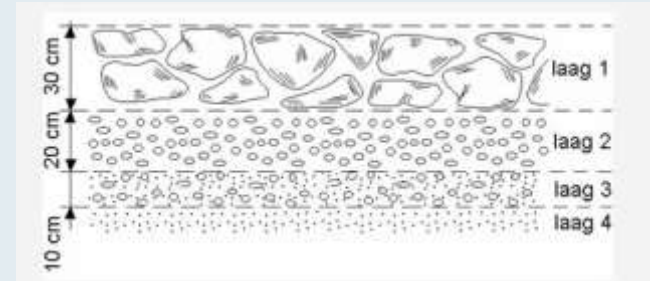




# Bodembescherming stroming

Kritieke stroomsnelheid bodem

1. Modellen (Isbash, Pilarczyk)
2. Inschatting



Ad 1. Modellen  $\Rightarrow$  opbouw en conditie bekend

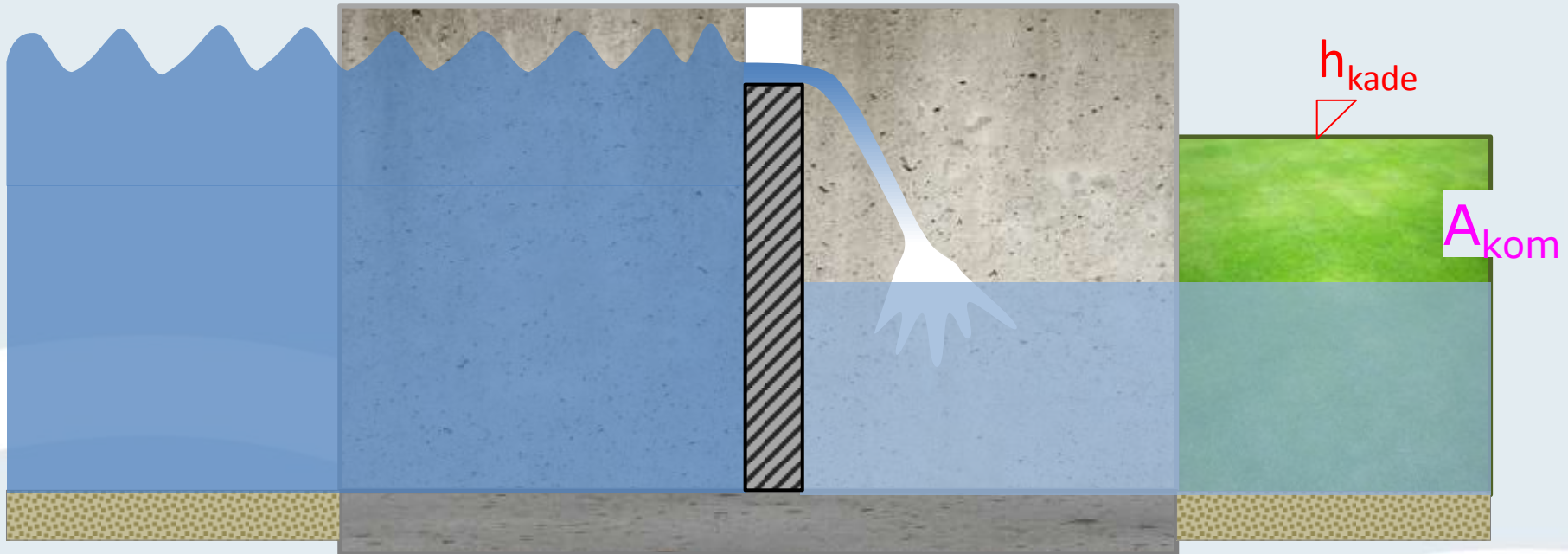
Ad 2. Inschatting:

- Conservatieve (aannname) bodembescherming
- Type kunstwerk (bv stuw met stuwklep)



# Gedetailleerde toets

7



$h_{kade}$ : Maximaal belastingniveau kade

$A_{kom}$ : Oppervlakte komberging

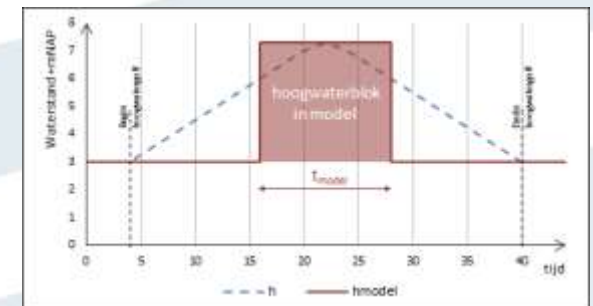
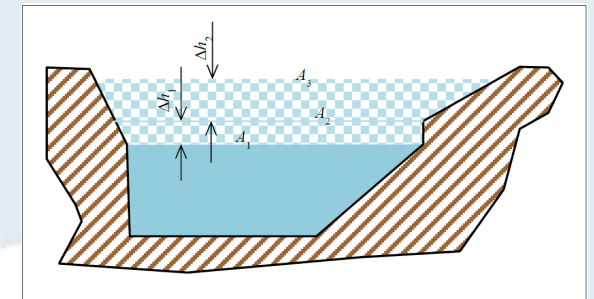
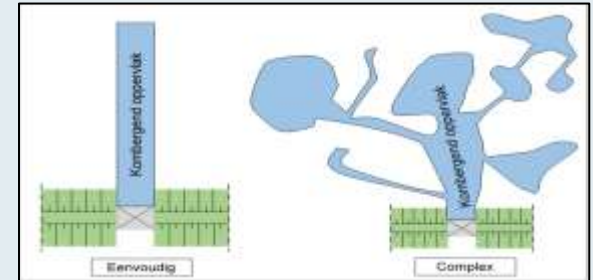
$$Q_{kr,kom} = \Delta h \times A = (h_{kade} - h_{bi}) \times A_{kom} \text{ [m}^3\text{/s]}$$

$$Q_{kr,kom} = \Delta h \times A \times T = (h_{kade} - h_{bi}) \times A_{kom} \times T_{av.golf} \text{ [m}^3\text{]}$$



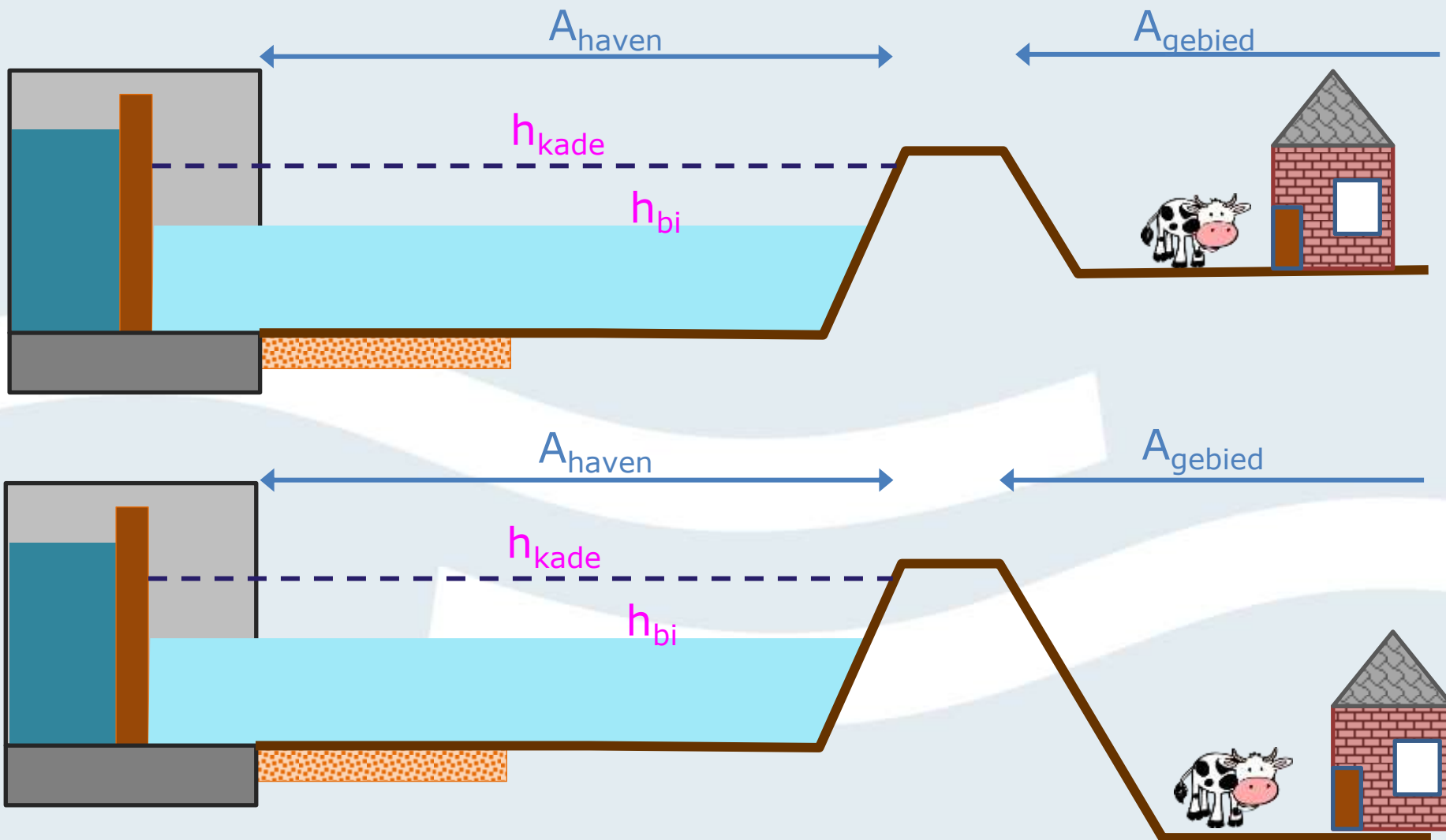
# Komberging

- Toelaatbare stijging binnenwaterstand
  - Aanwezigheid andere kunstwerken
  - Aanvoer water vanuit binnenland
  - Aanwezigheid gemalen
- Vorm oppervlak komberging
- Kenmerkende doorsnede komberging
- Verloop hoogwatergolf



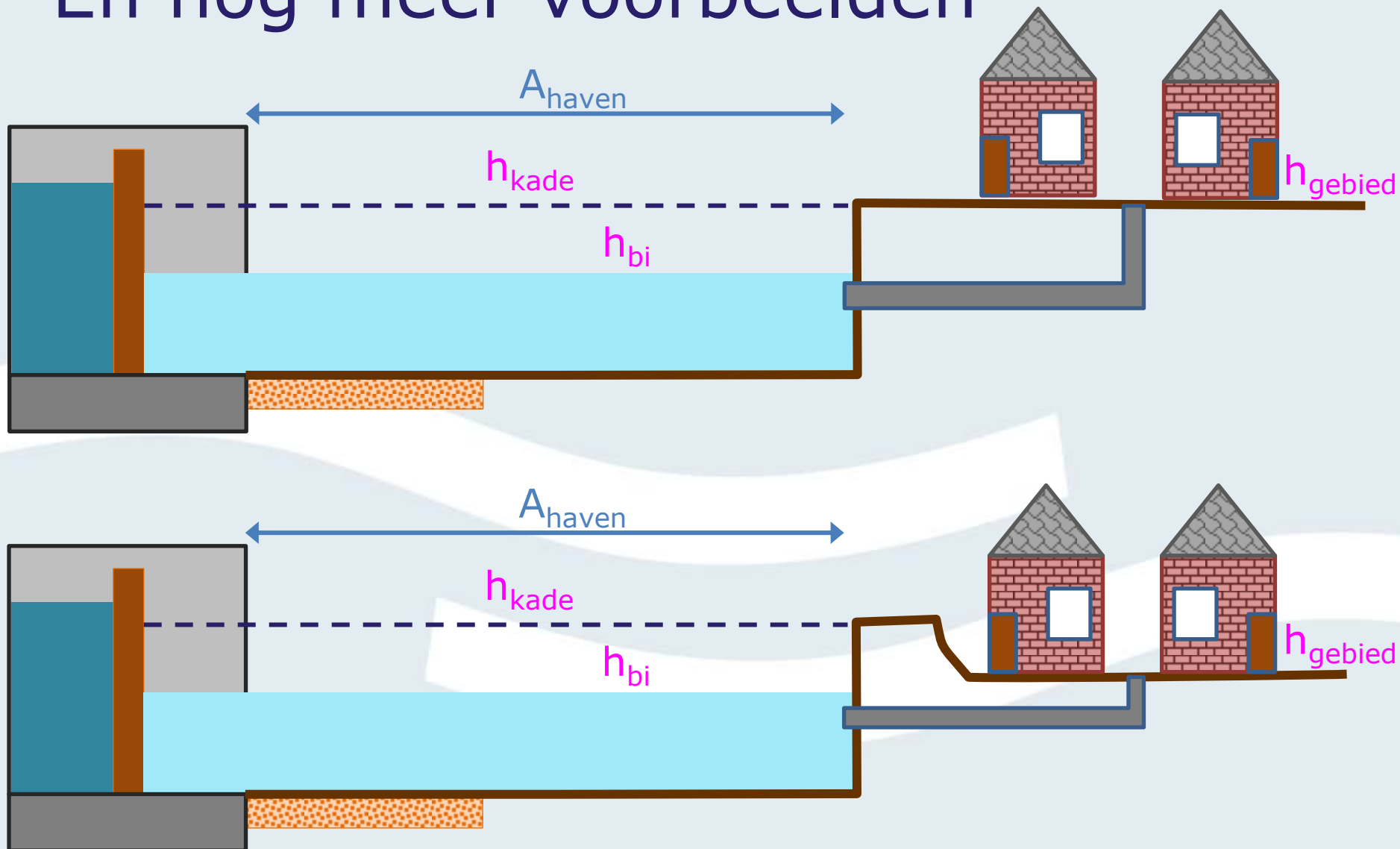


# Voorbeelden komberging



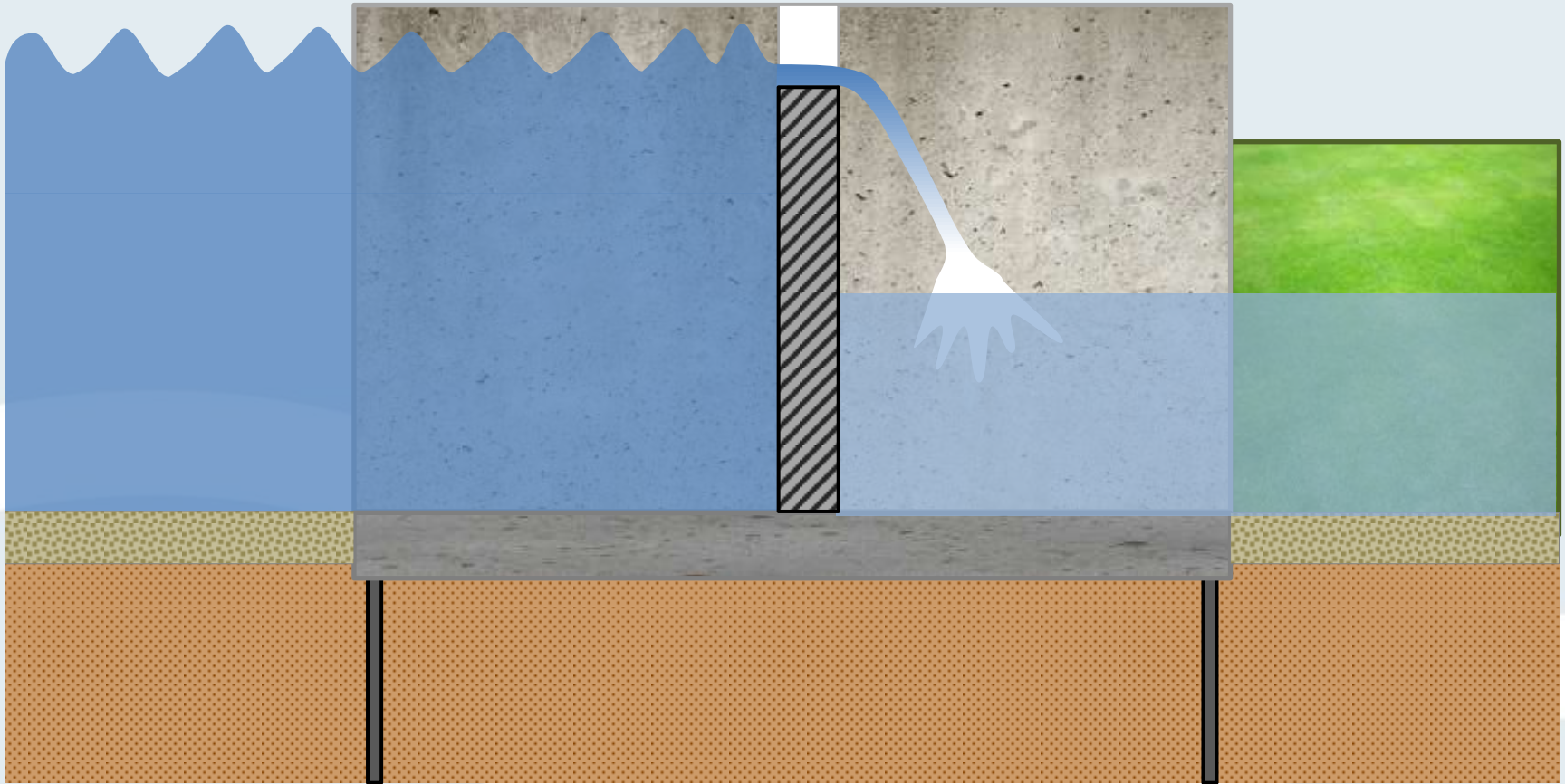


# En nog meer voorbeelden





# Gedetailleerde toets/Toets op maat



Reststerkte ( $P_{f;kw|erosie\ bodem}$ ):

- ⇒ Erosiebestendigheid bodem onder bodembescherming
- ⇒ Invloed ontgrondingen op stabiliteit kunstwerk

# Uitwerking *hoogte*

- ⇒ Kerende hoogte invoeren (tekening, meting)
- ⇒ Inschatting/berekening kritiek debiet bodembescherming
- ⇒ Inschatting kombergend vermogen
- ⇒ Faalkans voldoet ⇒ dan klaar
- ⇒ Faalkans voldoet niet, maatgevend deelfaalmechanisme nader inschatten
- ⇒ Reststerkte in principe pas in toets op maat.

# Meer informatie

- ⇒ Algemeen: [www.opleidingen.stowa.nl](http://www.opleidingen.stowa.nl)
  
- ⇒ Cursusmateriaal: Presentaties, video's en oefenbestanden staan op [www.wbigebruikers.deltares.nl](http://www.wbigebruikers.deltares.nl) (zie onder 'opleidingen WBI')
  
- Presentaties ook beschikbaar via [www.opleidingen.stowa.nl](http://www.opleidingen.stowa.nl)
  
- Video's ook beschikbaar via [http://www.stowavideo.nl/pdf/INNW/modulen\\_overzicht\\_videos.pdf](http://www.stowavideo.nl/pdf/INNW/modulen_overzicht_videos.pdf)
  
- ⇒ Vragen over cursussen: [opleidingen@stowa.nl](mailto:opleidingen@stowa.nl)
  
- ⇒ Vragen over WBI-software en Generale repetitie: [helpdeskGR@deltares.nl](mailto:helpdeskGR@deltares.nl)