

# Stuw Grave

KIVI bijeenkomst, 18 april 2017

Orson Tieleman, TU Delft

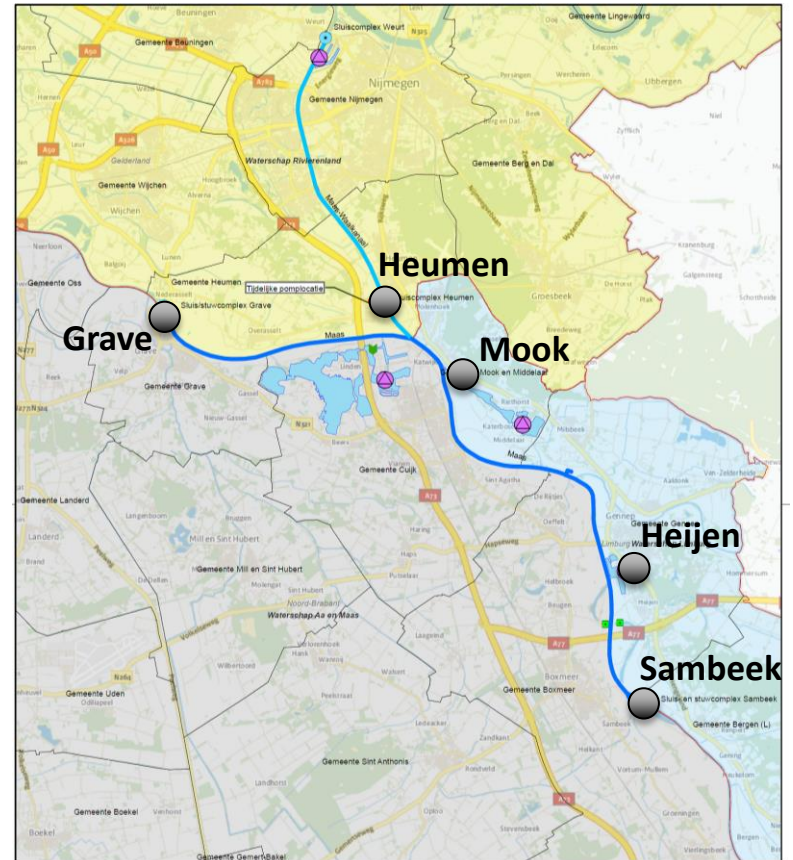


# Betrokkenheid TU Delft

- Second opinions / vraagstukken
  - Tijdelijke maatregelen
  - Belasting Sambeek
  - Bodembescherming Grave
- Technische observaties

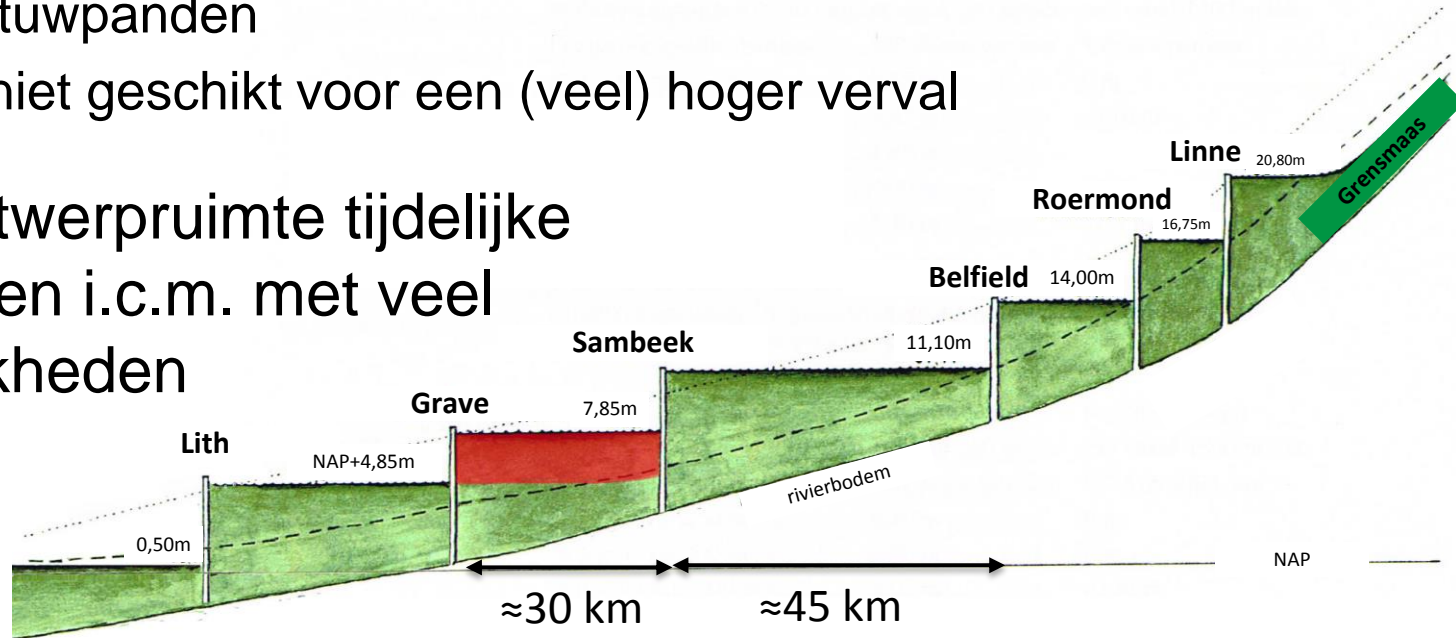
# Consequenties watersysteem

- Scheepvaart gestremd
- Leegloop Maas-Waalkanaal
- Sluisdeur ontzet (Heumen)
- Woonboten (Heijen)
- Risico's stabiliteit en piping stuw Sambeek



# Robuustheid stuwensysteem

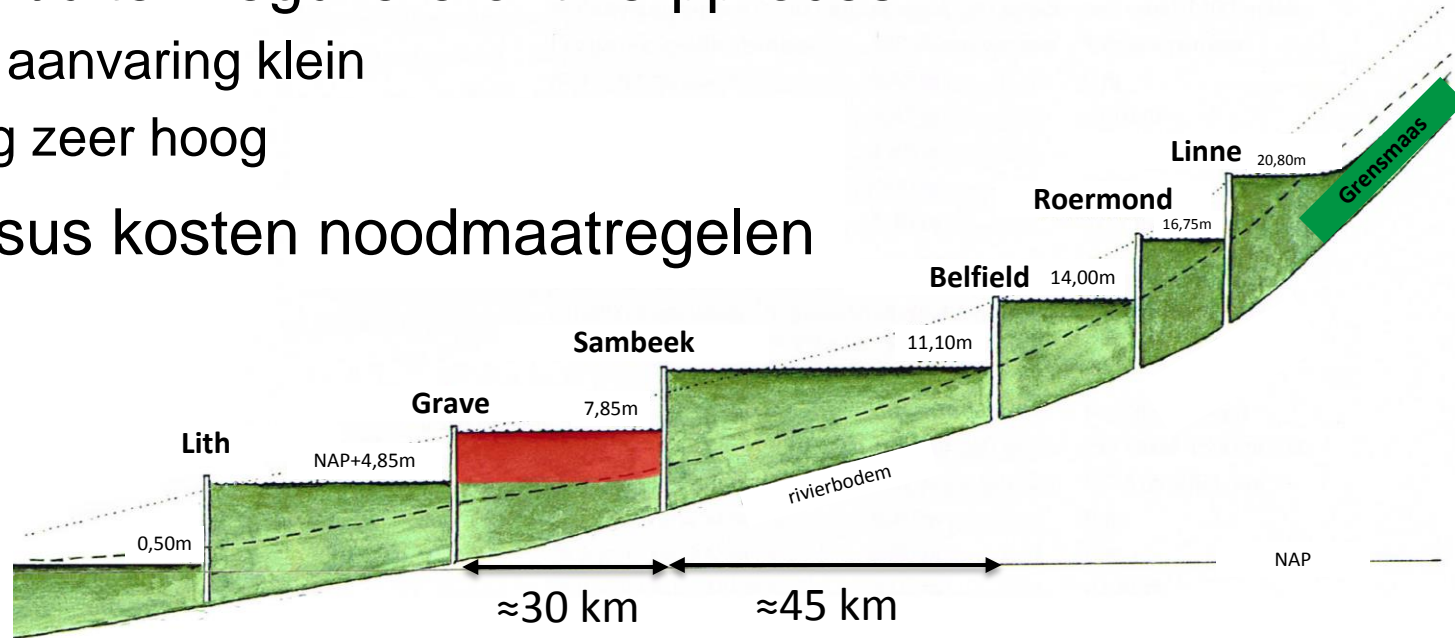
- Controle over waterstanden beperkt na uitval van stuw
  - Compensatiemogelijkheden andere stuwen beperkt
  - Lengte stuwpannen
  - Stuwen niet geschikt voor een (veel) hoger verval
- Weinig ontwerpruimte tijdelijke maatregelen i.c.m. met veel afhankelijkheden





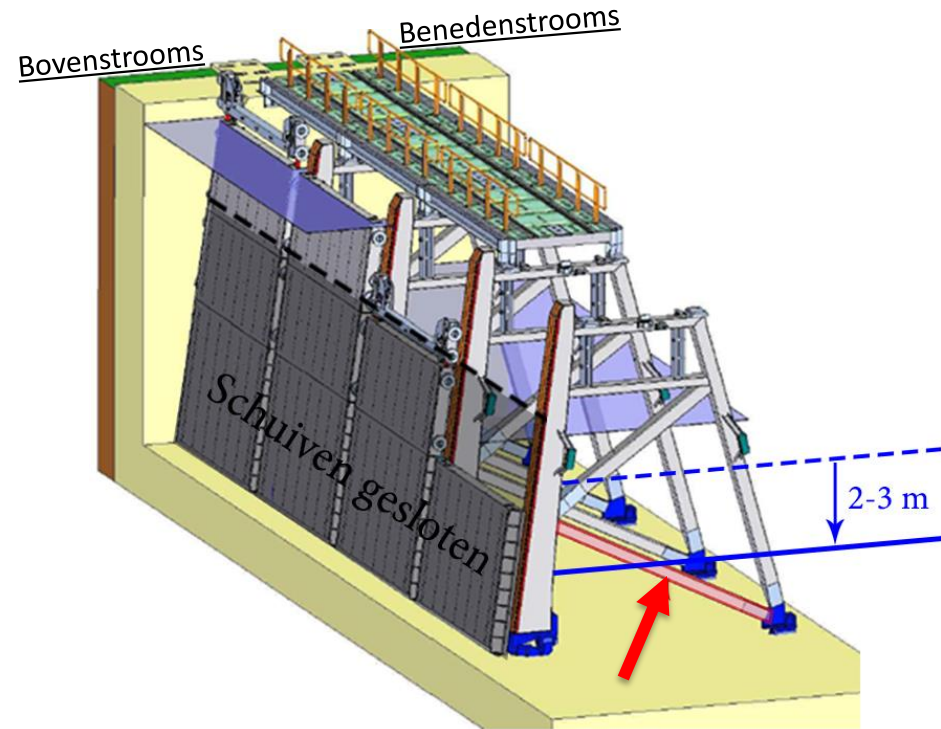
# Robuustheid stuwensysteem

- Gevolgen aanvaring van de andere stuwen?
- Aanvaring buiten reguliere ontwerpproces
  - Kans op aanvaring klein
  - Belasting zeer hoog
- Risico versus kosten noodmaatregelen



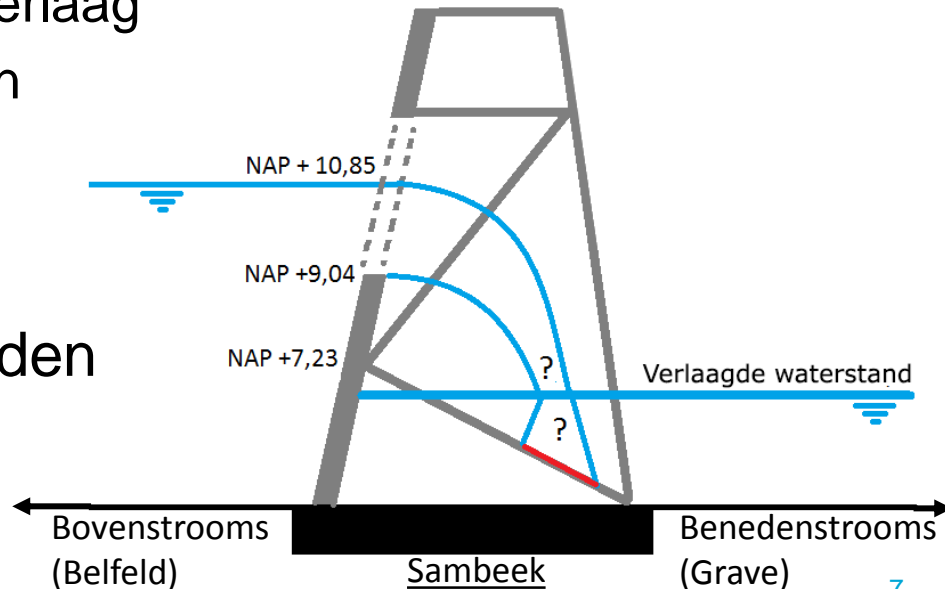
# Belasting stortend water SambEEK

- Verlaagde benedenwaterstand
- Verhoogde belasting door stortend water op de steunbeer
- Risico instabiliteit



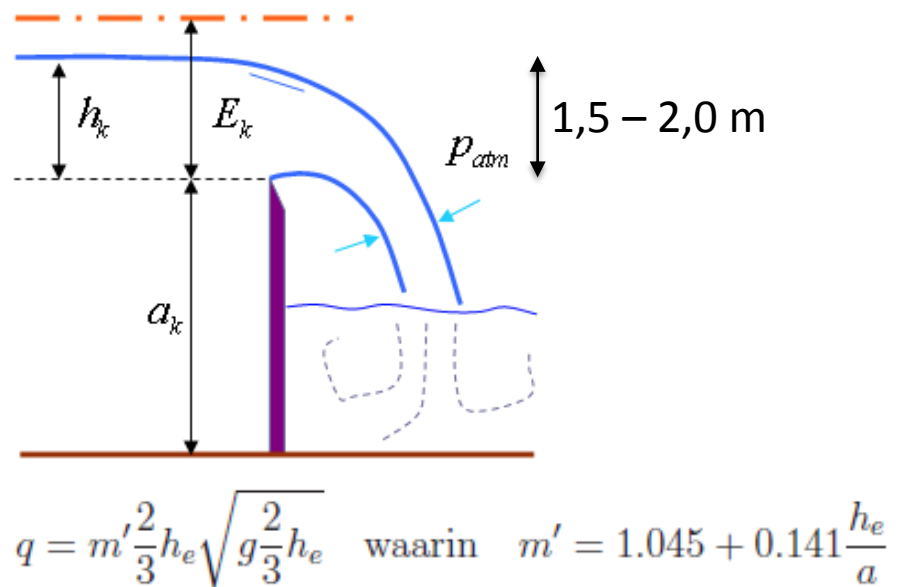
# Belasting stortend water Sambeek

- Eerste schatting Boorsma/RWS toonde noodzaak aanvullende beschouwing van belasting
  - Dempend effect dekkende waterlaag
  - Effect contractie om voorpilaren
- Oplossing: aanbrengen stalen platen om overstorten water binnen de steunberen te geleiden



# Berekening belasting

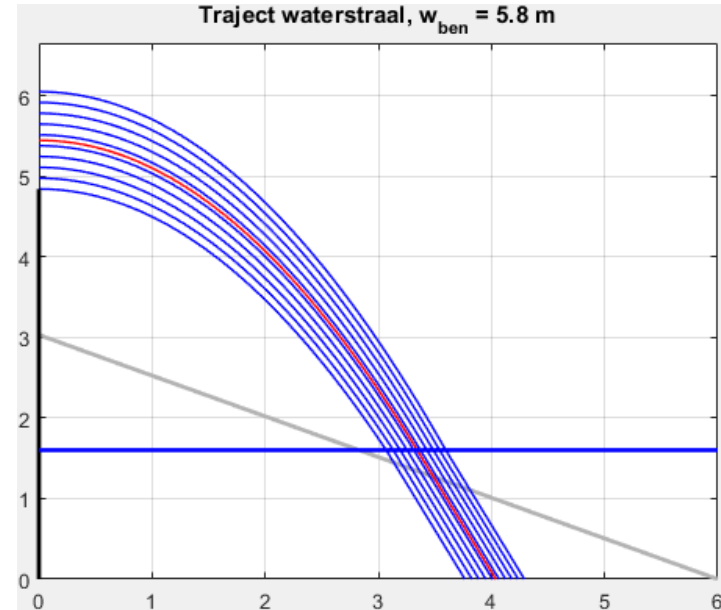
1. Debiet over de stuw
2. Traject waterstraal
3. Dempend effect dekkende waterlaag
4. Impulskracht
5. Conclusie





# Berekening belasting

1. Debiet over de stuw
2. Traject waterstraal
3. Dempend effect dekkende waterlaag
4. Impulskracht
5. Conclusie



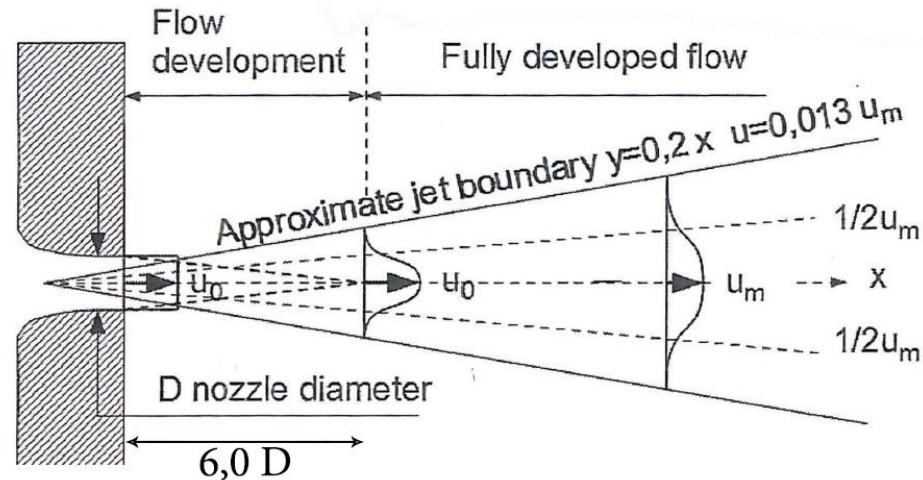
Kogelbaanprincipe  $d_v = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{gd_h^2}{2u_0^2}$

# Berekening belasting

1. Debiet over de stuw
2. Traject waterstraal
3. Dempend effect dekkende waterlaag
4. Impulskracht
5. Conclusie

## Analogie waterjets scheepvaart

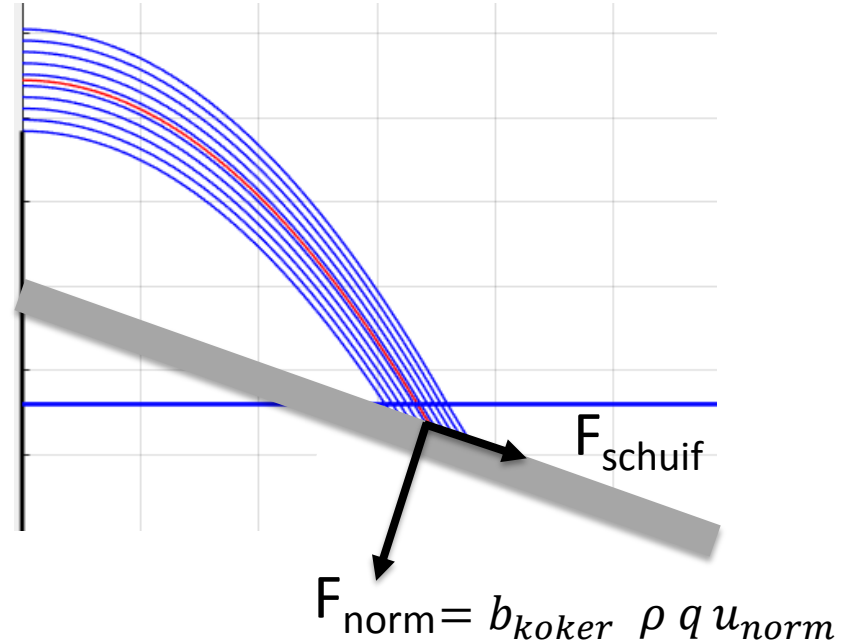
Rajaratnam:  $u_{\max}$  voor een circulaire jet blijft constant over een afstand van  $6 D$ .



Dempend effect waterlaag niet meenemen.

# Berekening belasting

1. Debiet over de stuw
2. Traject waterstraal
3. Dempend effect dekkende waterlaag
4. **Impulskracht**
5. Conclusie



# Berekening belasting

1. Debiet over de stuw
2. Traject waterstraal
3. Dempend effect  
dekkende waterlaag
4. Impulskracht
5. Conclusie

- Grootte impulskracht valt mee
  - Zonder dempend effect
  - Zonder afschermend effect / contractie voorste pijlers
- Stabiliteit voldoet
- Staalplaten niet nodig

# Ten slotte

- Calamiteiten met lage frequentie van voorkomen
  - Leren van gevolgen
  - Effectiviteit noodmaatregelen
  - Unieke case voor onderzoek
- Afweging risico's watersysteem, betrouwbaarheid kunstwerken, en noodmaatregelen
- Theorie versus praktijk