



# Meetnetwerk WRIJ

## Monitoringsnetwerk Primaire Waterkeringen

**HWBP**  
voor sterke dijken

Waterschap  Rijn en IJssel



# Kort voorstellen



**Wouter Zomer**

Projectleider Monitoringsnetwerk  
Primaire Waterkeringen (MPW)  
WRIJ  
BZ Ingenieurs & Managers



**Bas Krewinkel**

Specialist Waterkeringen  
WRIJ



**Christien Veenstra-Huisman**

Technisch Manager HWBP  
Project Den Elterweg-Zutphen



# Inhoud

1. Aanleiding monitoring bij WRIJ
2. Monitoringsnetwerk primaire waterkeringen (MPW) en monitoring bij Den Elterweg - Zutphen
3. Korte toelichting project Den Elterweg – Zutphen
4. Meetnetwerk opgezet bij DEZ + data analyse
5. Toelichting casussen



# 1. Aanleiding monitoring bij WRIJ



# Definitie monitoring

*'Het verzamelen van meetgegevens volgens een vaste strategie of bemonsteren volgens een vaste wijze, op een vaste plaats op gezette tijden en het analyseren ervan'*



# Doelen dijkmonitoring (algemeen)

- De dijken op sterkte en hoogte houden (zorgplicht)  
*'globaal continue'*
- Beoordelen of ze aan norm voldoen  
*'diepgaand periodiek'*
- Handelen op basis van actuele situatie & gedrag  
*'intensief in bijzondere omstandigheden (hoogwater/droogte)'*
- *Maken beter ontwerp & beheerste uitvoering dijkaanpassing  
'specifiek bij een dijkversterking of werk derden'*

# In de praktijk

- Inspecties (jaarrond, schouw, dijkbewaking)
- Beoordeling (12 jaarlijks) → naar continu inzicht
- Grond- en geofysisch onderzoek
- Hoogte en lengte metingen (profiel)
- Zet- en zakbakens, waterspannings-, trillings-, scheurmetingen (projecten)



Beoordeling



Hoogtemetingen



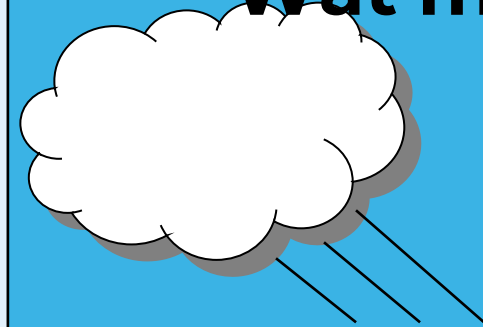
Grondonderzoek



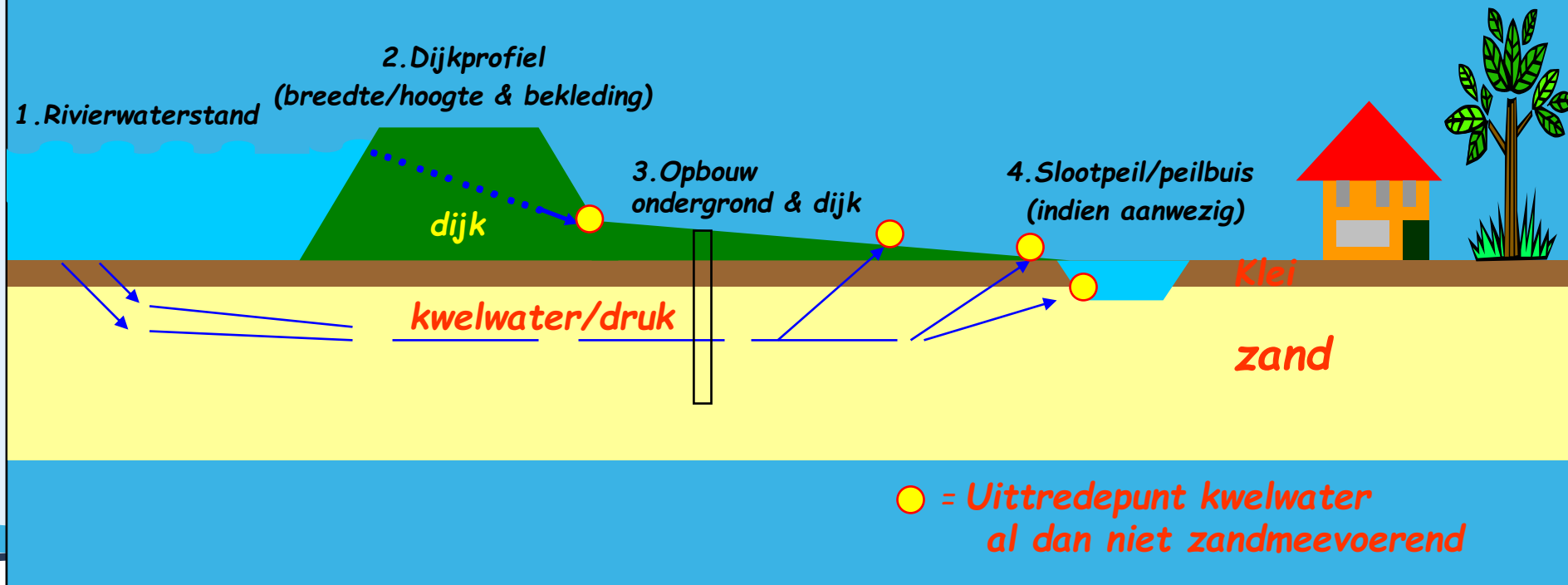
Inspecties



# Wat doen we nu regulier aan monitoring? Wat monitoren we (nog) nauwelijks?



Hogere (kwel)druk = sterkte afname dijk







# Vertrekpunten project MPW

- **Betere inzicht** in **sterkte** raakt de gehele **levenscyclus** van de dijk (zorgplicht, beoordeling, versterking, hoogwater)
- We willen **onzekerheden verkleinen** door structurele monitoring grondwater → betere bepaling dijksterkte.
- Wettelijke beoordeling is afgerond → **2 dominante mechanismen:**
  - Piping (veroorzaker grootste faalkans)
  - Macro-stabiliteit
- We kiezen een **risico-gestuurde sobere aanpak**
  - Eerst locaties met grote faalkans/afstand tot de norm eerst
  - Piping gaat voor macrostabiliteit
  - Lage grondwaterstanden ook meten ivm droogte
  - Bewezen uitbreidbare technieken op representatieve locaties
  - Techniek moet passen binnen de aanwezige infrastructuur waterschap



## 2. Monitoringsnetwerk Primaire Waterkeringen





# Aanpak Monitoringsnetwerk Primaire Waterkeringen

2 fases:

1. Pilot MPW 48-1
2. Uitrol naar alle primaire waterkeringen

Want: eerst ervaring opdoen voor grootschalige realisatie.





# Doelstellingen MPW (pilot 48-1)

Twee hoofddoelen:

1. Realisatie monitoringssysteem
  - A. Verbetering geohydrologisch model
  - B. Input dijksterktebepalingen tbv betrouwbaarheid, nauwkeurigheid
  
2. Implementatie in beheerpraktijk Rijn en IJssel
  - A. Inbedding monitoringsinfrastructuur
  - B. Gebruik geacquireerde data in 'dagelijkse' praktijk



# MPW i.r.t. HWBP Den Elterweg – Zutphen

- Door start van verkenning Den Elterweg – Zutphen (DEZ) in 2022 was hier ook een behoefte aan het plaatsen van peilbuizen.
- Hoewel dus niet officieel onderdeel van het MPW, linkt het peilbuizennetwerk van DEZ wel goed aan de doelstellingen van het MPW
- Vandaag gaan we vooral bezig met het voorbeeld van de peilbuizen bij DEZ.
- Daarom eerst korte toelichting van project DEZ.



### **3. Korte toelichting project Den Elterweg – Zutphen**

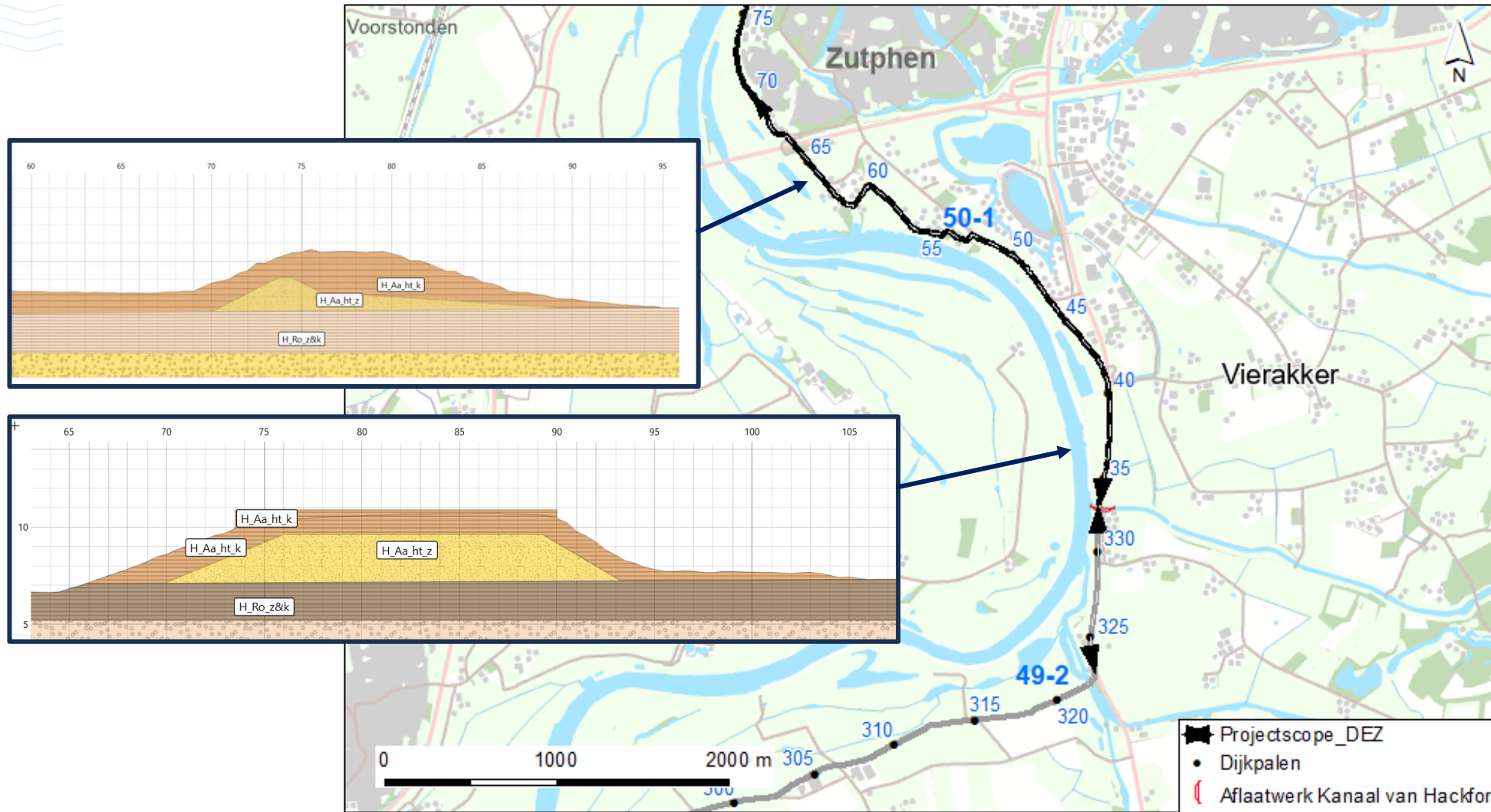


# Projectgebied DEZ (Den Elterweg-Zutphen)

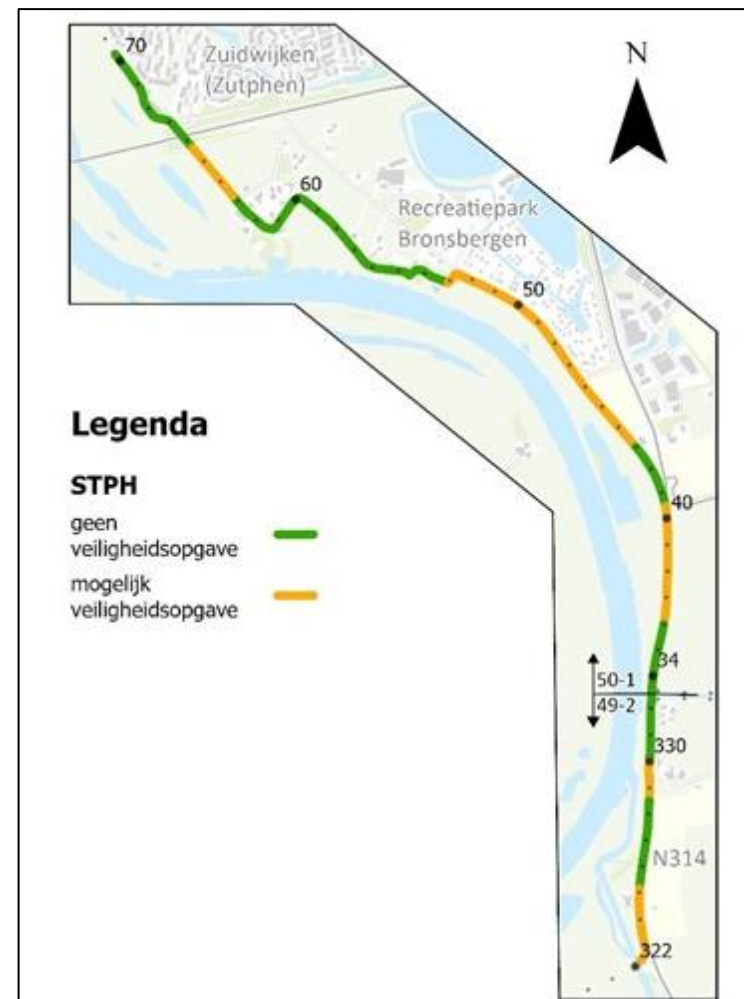
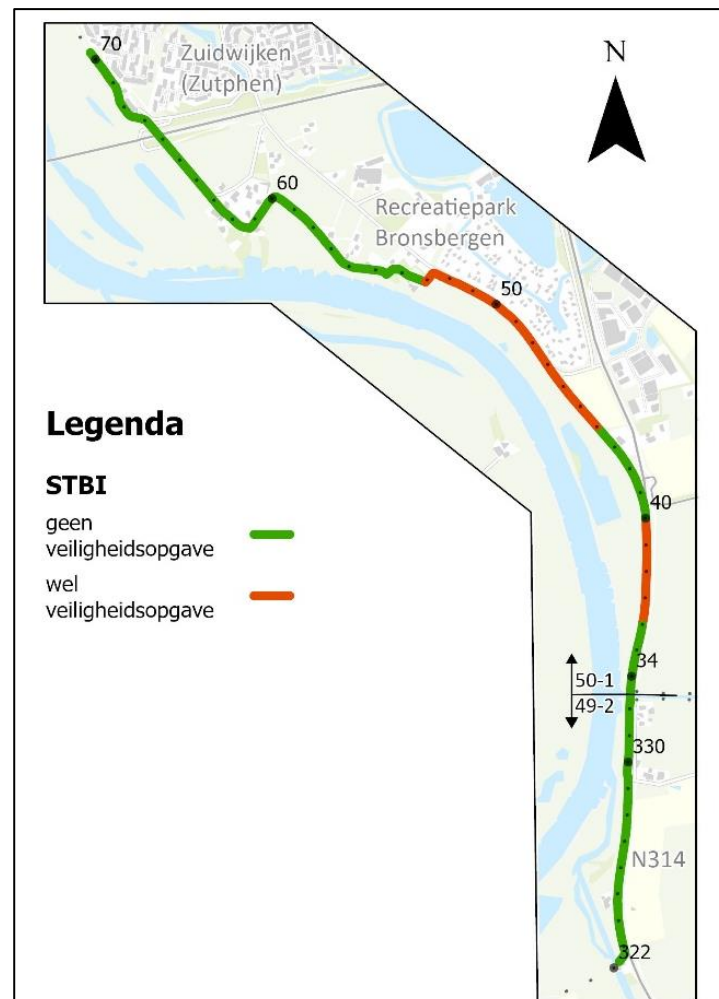
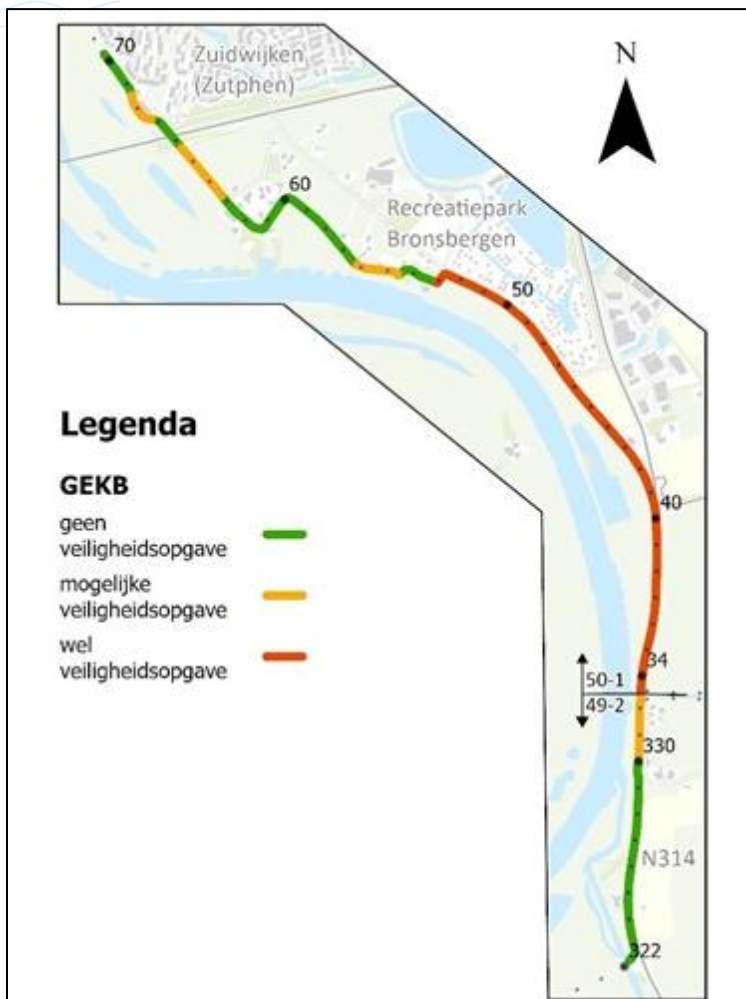




# Projectgebied DEZ (Den Elterweg-Zutphen)

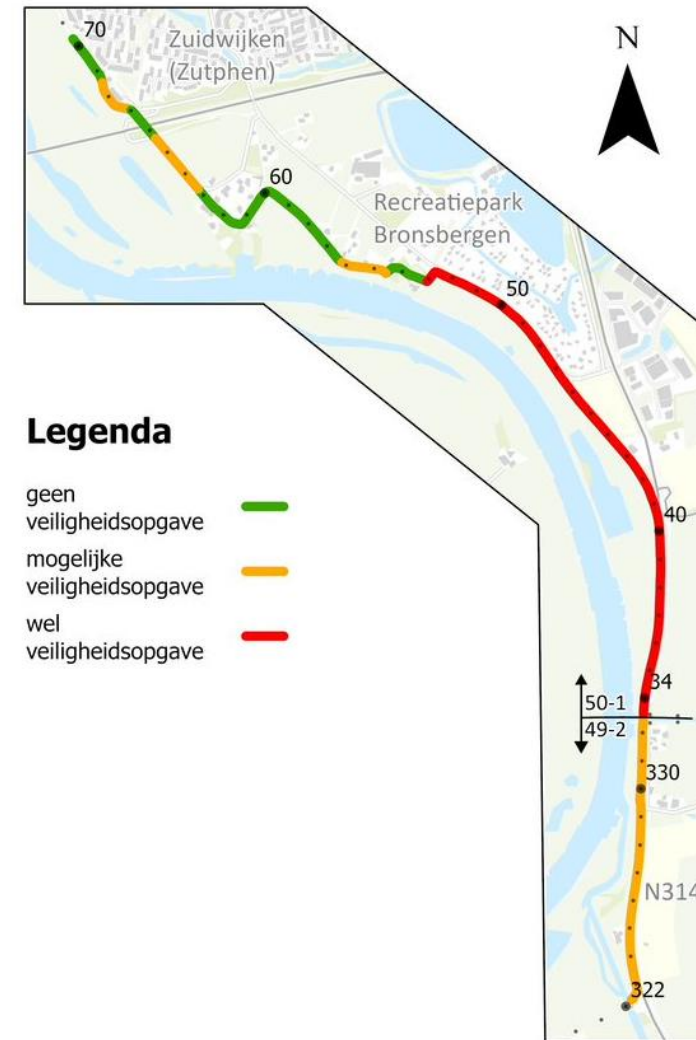


# Nadere veiligheidsanalyse



# Samenvattend

- Integrale versterking focust zich op traject 50-1 tussen Kanaal van Hackfort en vakantiepark Bronsbergen
- Deel 49-2 mogelijk kleine opgave door piping, GEKB en bekledingen
- Deel ten noorden van rivierduinen bij Harenberg op delen mogelijk kleine opgave door piping en GEKB



# 4. Opzet meetnetwerk DEZ + data analyse

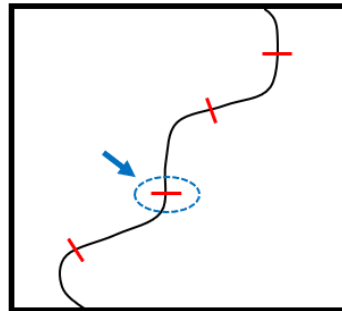
- Vijftal peilbuisraaien binnen projectgebied Den Elterweg Zutphen
- Per raai: binnenteen en buitenteen in 1<sup>ste</sup> watervoerende laag
- Meten vanaf eind 2022
- Voor geval een hoog water optreed: alvast een soort 'data analyse Excelbestand' opgesteld, voor afleiden van demping.



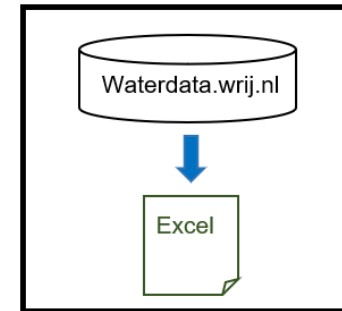
# Opzet data analyse DEZ

- In zestal stappen:

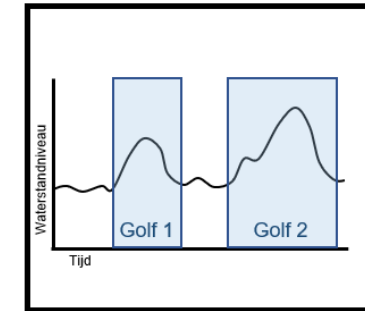
**Stap 1:** selecteren meetraai



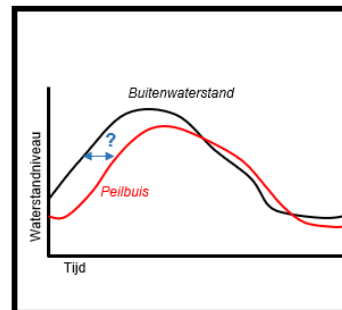
**Stap 2:** inladen data



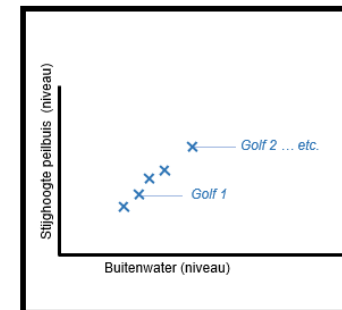
**Stap 3:** selecteren hoogwatergolven



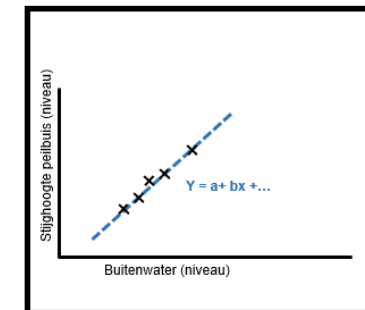
**Stap 4:** afleiden van de vertraging per golf



**Stap 5:** plotten waterstand en peilbuisdata van de 'golfpieken'



**Stap 6:** regressie analyse en bepalen dempingsfactor

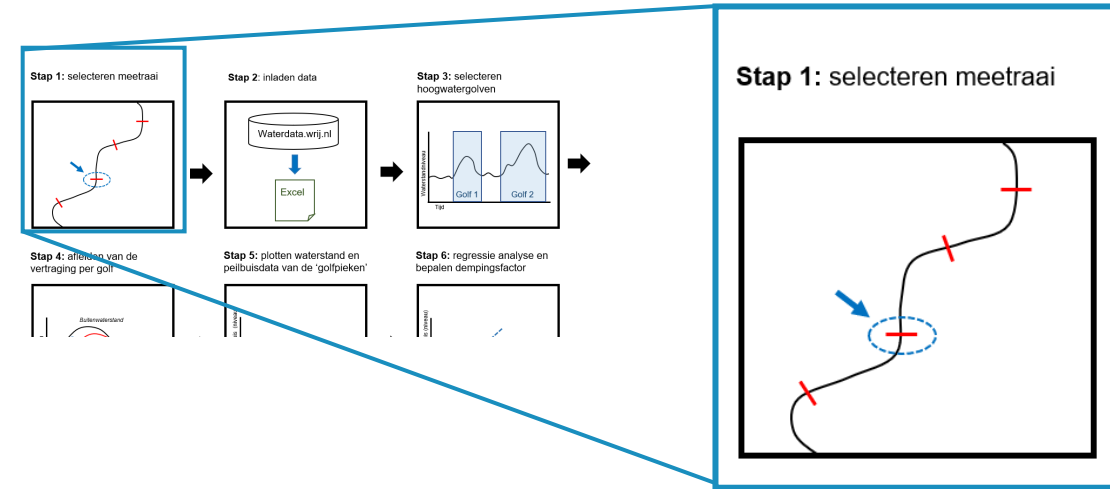




# Data analyse

## Stap 1: selecteren meetraai

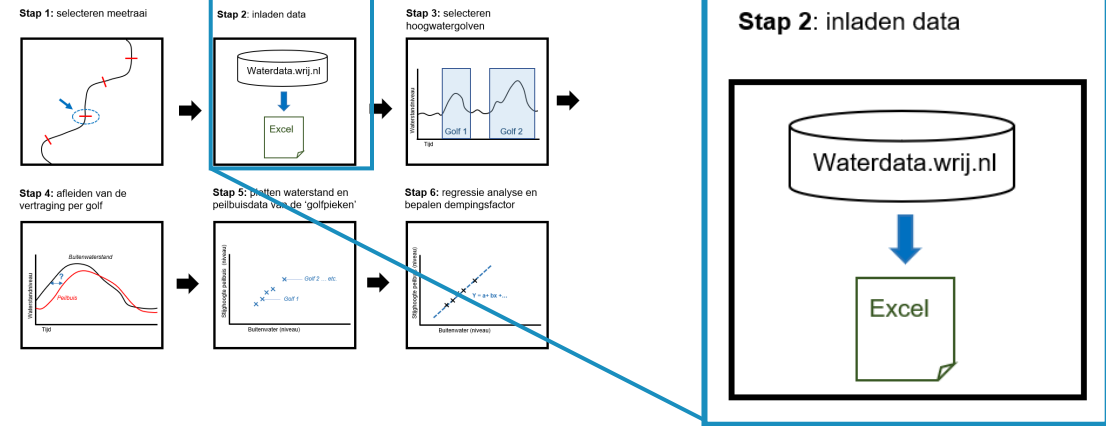
- In Excelsheet de ID's meegeven van de peilbuisraai die binnengehaald moet worden.
- Elke peilbuis heeft eigen ID



# Data analyse

## Stap 2: inladen data

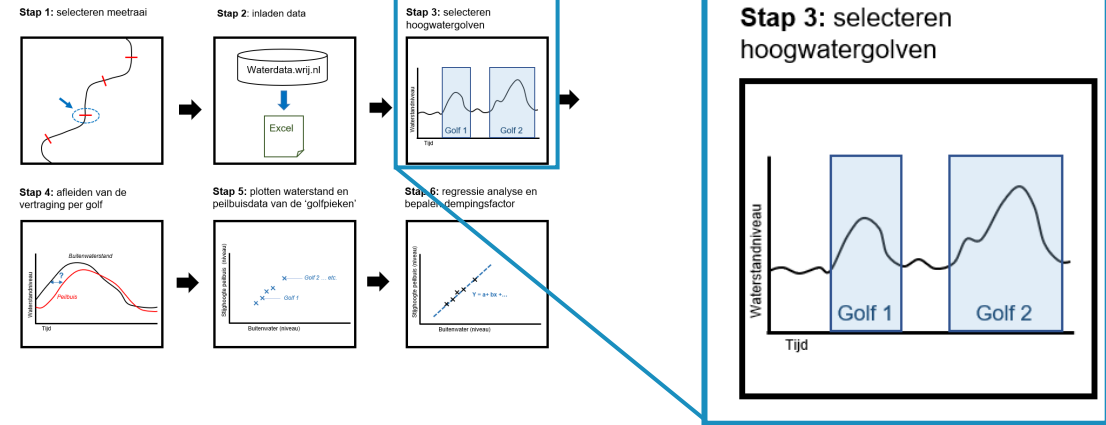
- Data inladen per peilbuis
- Data waar nodig automatisch bewerken binnen het Excel bestand



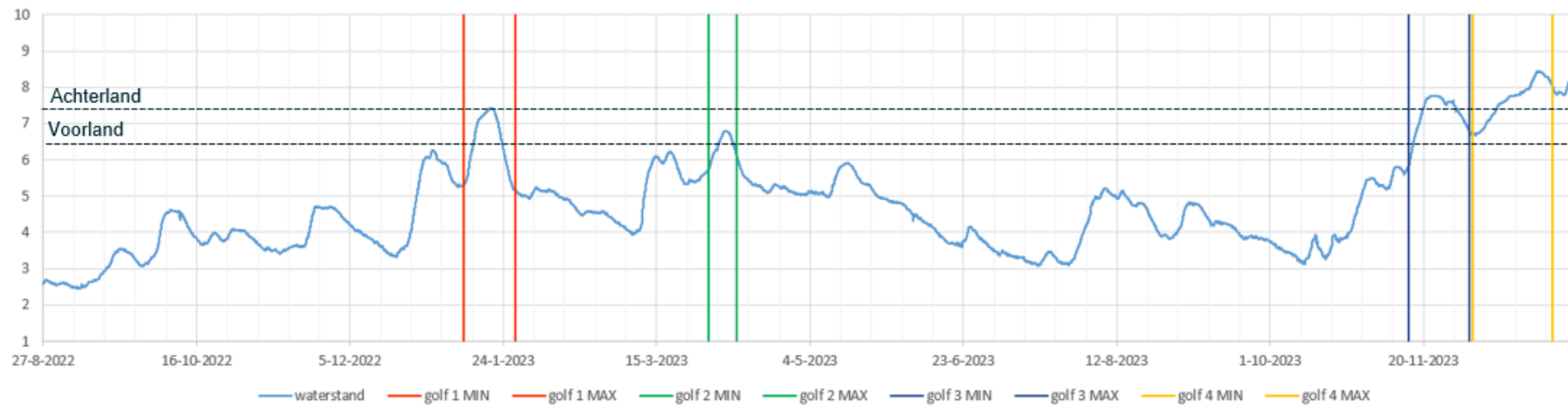


# Data analyse

## Stap 3: selecteren hoogwatergolven



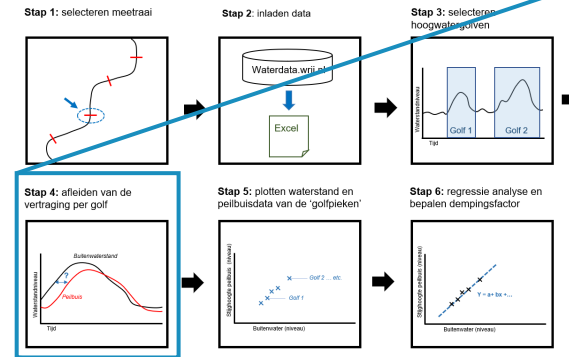
- Golven uit het verleden handmatig selecteren voor analyse
- Hierbij golven pakken die ca. in elk geval boven voorland liggen, en als mogelijk ook boven achterlandniveau



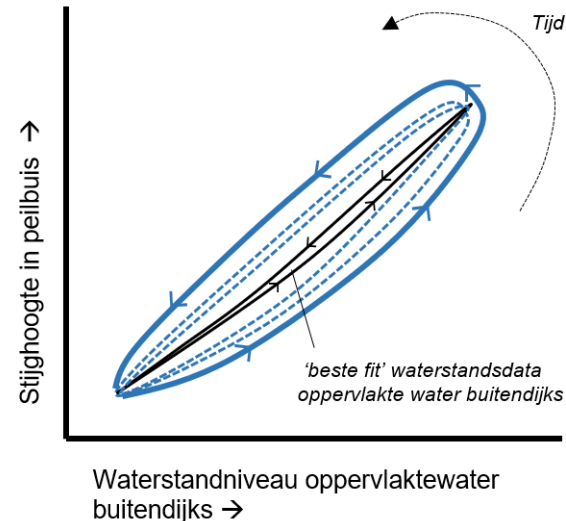
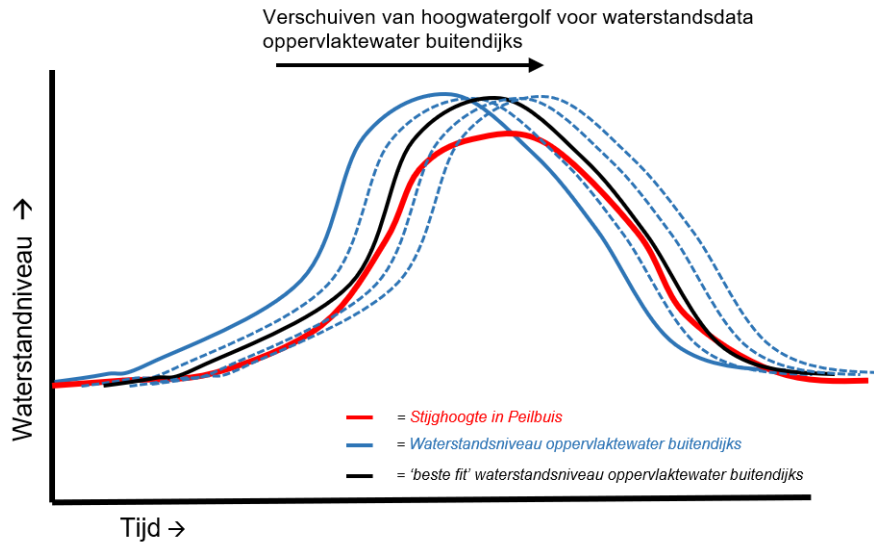
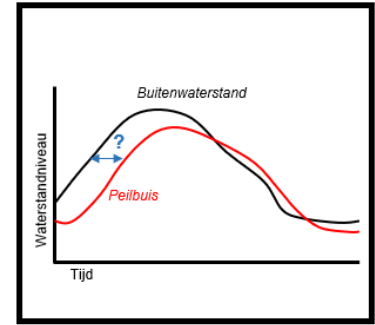
# Data analyse

Stap 4: afleiden van de vertraging tussen de waterstand buitendijks en stijghoogte in de peilbuis

- Door 'verschuiven' van waterstand over de tijd, bepaal je de beste 'fit' in de hysteresis figuur.
- Per hoogwatergolf deze analyse uitvoeren



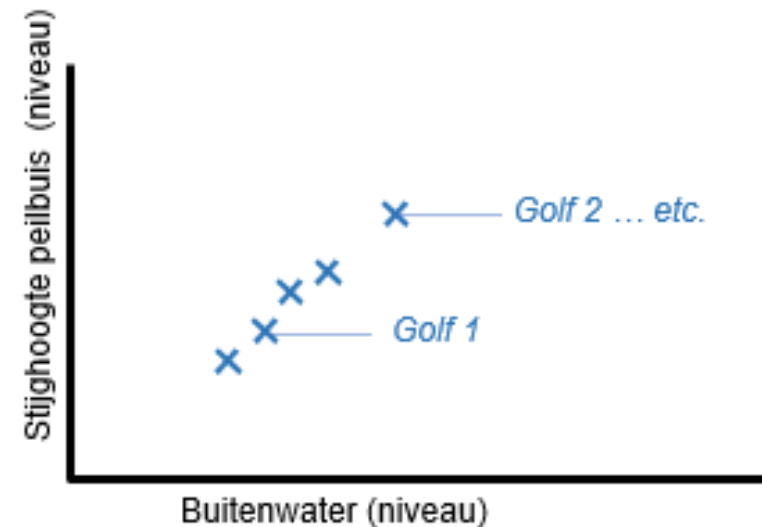
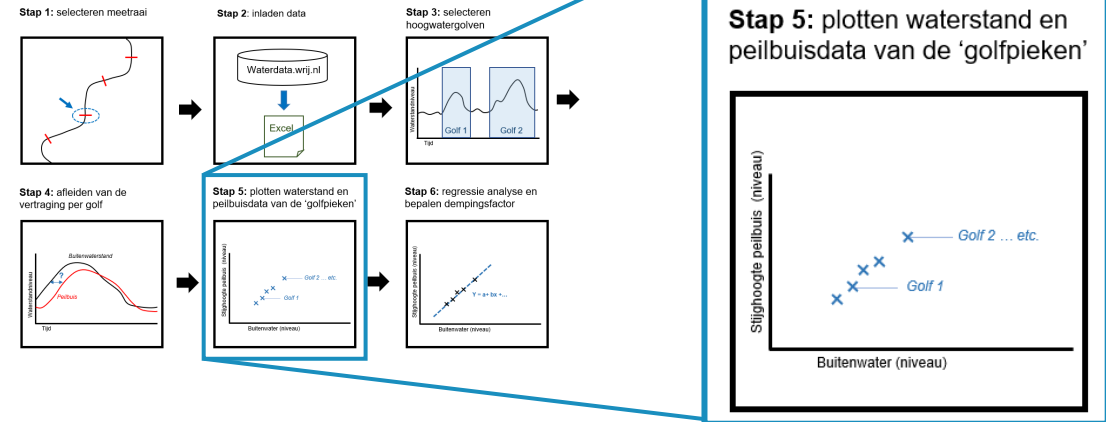
Stap 4: afleiden van de vertraging per golf



# Data analyse

Stap 5: plotten waterstand en peilbuisdata van de piekwaardes van de geselecteerde hoogwatergolven

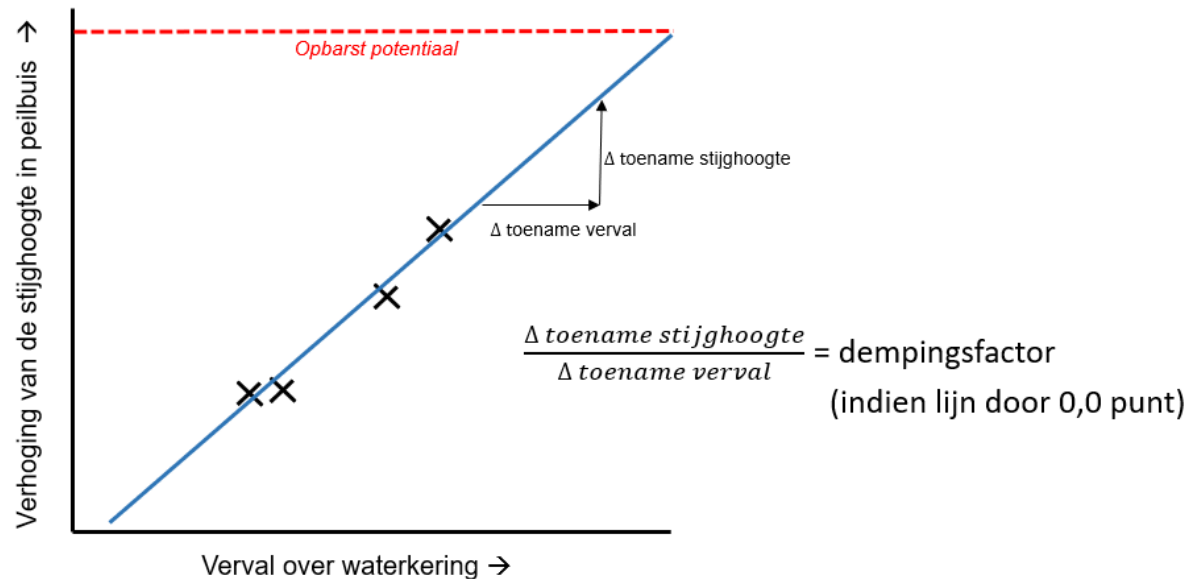
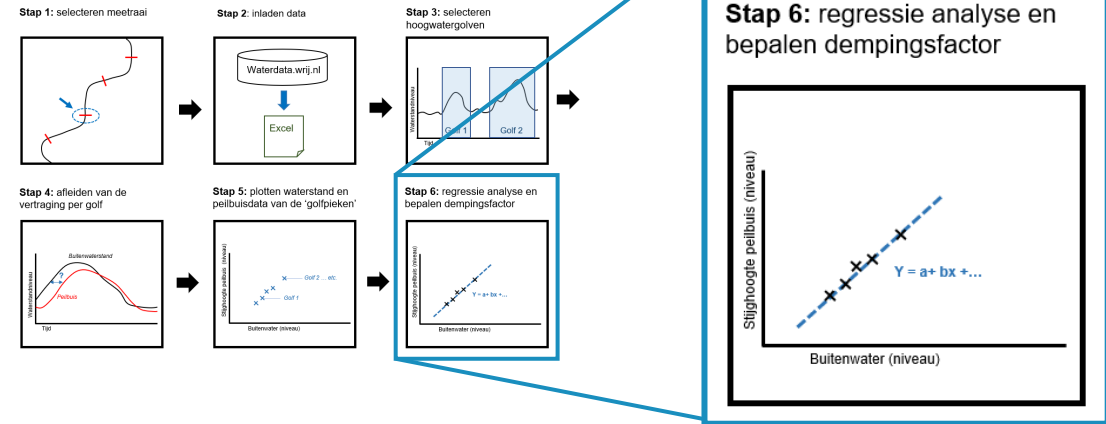
- Op basis van gevonden vertraging, selectie van de piekwaardes per hoogwatergolf. Zowel voor waterstand buitendijks als voor stijghoogte peilbuis.
- Deze data uitzetten in een grafiek



# Data analyse

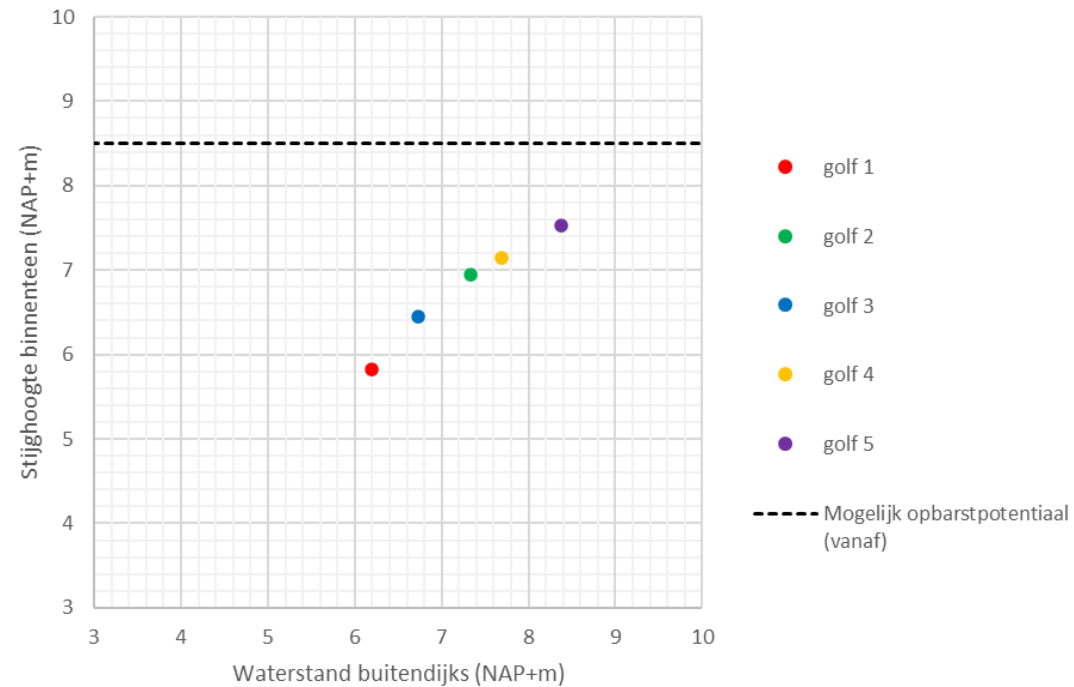
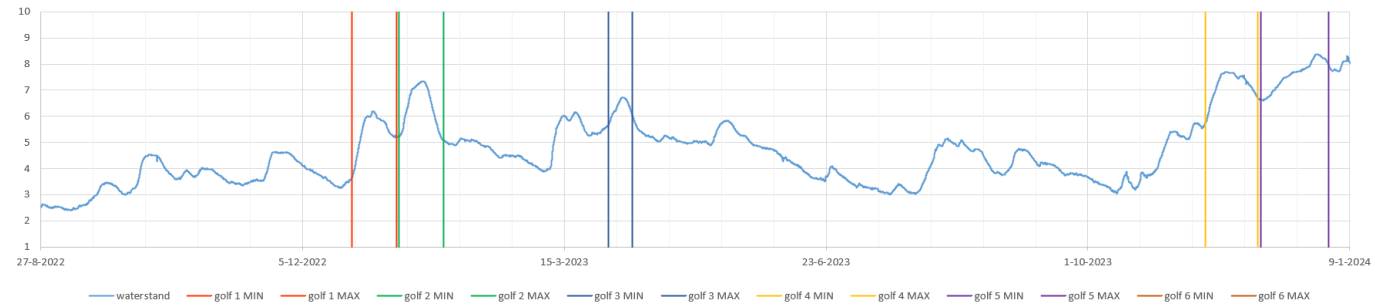
Stap 6: analyse trendbepaling, en hieruit afleiden dempingsfactor.

- Elk punt in de grafiek is één hoogwaterpiek
- Lijn door de punten trekken.
- Uit deze trend kan dempingsfactor worden bepaald. Indien geen lineaire trend, geen 'vaste' dempingsfactor (maar per waterstand net verschillend)



# Eerste analyses na HW Q4 2023

- Voorbeeld...






# Peilbuisanalyse

Vervolg...

- Idee om dit verder te professionaliseren naar een tool, via het 'datalab' van Waterschap Rijn en IJssel
- Hiermee een beter bruikbare tool maken, ook tijdens calamiteiten etc. goed inzetbaar (en dus niet traag /onduidelijk werkend).

En (hopelijk) in de toekomst...

- Tijdens calamiteiten kunnen eerder gevonden trends een indicatie geven van waar opbarsten plaats kan gaan vinden. Daarmee in toekomst met meer 'live data verzenden' ook live inzicht geven in de kering.
  - Door deze analyse na elke hoogwatergolf te herhalen (waarbij je een nieuwe 'hoogwaterpiek' toevoegt), kan je ook een verandering in de trend zien. Dit biedt daarmee een handvat voor het continue inzicht in je kering.
  - Automatische golfherkenning voor snellere golfselectie.
  - En meer...
- 



# 4. Toelichting casussen

- Casus 1:

Zojuist een methode laten zien tot het (semi-automatisch) bepalen van de demping in het systeem.

Vraag: review / advies ten aanzien van deze methodiek. Wat kan er mogelijk anders? Waar heb je tips?

*-Ook in de bredere context: hoe kunnen we deze data nog beter gebruiken?*

*-Welke andere analyses zou jij met deze meetdata voorstellen?*

*-Of zou je nog op andere punten monitoring wenselijk achten, en waarom dan?*

Materiaal beschikbaar: methodiek tekstueel uitgewerkt ligt op tafel + gebiedsinformatie DEZ als voorbeeld.





# 4. Toelichting casussen

- Casus 2:

We willen deze peilbuisdata ook graag gebruiken in onze sommen, zoals voor piping. Maar hoe kunnen we dat het beste doen?

Vraag: de open vraag 'wat is de manier waarop wij de peilbuisdata het beste kunnen gebruiken om berekeningen te voeden, of anderzijds nuttig in kunnen zetten?'

*-Wij denken bijvoorbeeld aan het kalibreren van piping sommen in D-Geo flow, gebruikmakend van waterstanden die zijn opgetreden in het verleden.*

*-Maar hoe exact (welke parameter kalibreer je waarmee?) En wat zijn andere kansen om de data te gebruiken in onze sommen?*

*-Of welke data missen we nu om dit goed te doen, ook kijkend naar gebiedskenmerken DEZ?*

Materiaal beschikbaar: gebiedsinformatie van projectlocatie Den Elterweg – Zutphen.





# Voor nu...

- In een aantal groepen uiteen
- Bezig gaan met één van de twee casussen / vragen
  - Halverwege wissel
- Op einde plenaire terugkoppeling per groep van advies / bevindingen