

# Vingeroefening real-time prestatie-indicatoren

Johannes Vijlbrief  
20 maart 2012

Waterschap Scheldestromen



## Inhoud

- Aanleiding
- Beschikbare metingen
- Uitwerking prestatie-indicatoren
- Bepaling prestatie-indicatoren uit minutenwaardes
- Alternatieve methode:
  - Bepaling prestatie-indicatoren uit uurwaardes
- Conclusies

Waterschap Scheldestromen



# Aanleiding

- Nieuw beleid ontwerp en beheer transportsysteem
  - O.a. betere monitoring en sturing van het functioneren
    - Energiebesparing
    - Beter onderbouwde ontwerpkeuzes
    - Ontwikkeling van onderhoudsmanagement naar Asset Management



# Beschikbare metingen

- Volgens ontwerprichtlijnen bij nieuwbouw altijd:
  - niveaumeting (per kelder)
  - debietmeting (per pompgroep)
  - drukmeting (per pompgroep)
  - ampèremeting (per pomp)
  - pompfrequentie (per pomp)
  - kWh-telling (per gemaal)



## Beschikbare metingen

- Bijzonderheden:
  - niveaumeting
    - Geregistreerd als %; omrekenen naar m +NAP!
  - debietmeting
    - Aparte signalen voor momentaan debiet (analoog signaal) en dagteller (pulsenteller)
  - drukmeting
    - Geregistreerd in bar; moet worden omgerekend naar m +NAP; dus hoogte drukopnemer nodig (wordt nu niet geregistreerd)
  - ampèremeting
    - ampèremeting uit FO; FO manipuleert voltage, dus vermogen hieruit niet nauwkeurig te bepalen!
    - Dus: aparte ampère- of vermogensmeting nodig (of pulsen kWh-teller gebruiken?)



## Uitwerking prestatie-indicatoren

- Kengetallen worden met het oog op de toekomst ontwikkeld voor de genoemde standaardmetingen
- Kengetallen voor eenvoudiger systemen kunnen uiteraard in de tussentijd ook nuttig zijn (bijv. draaiuren per dag; draaiuren per m<sup>3</sup>)



# Uitwerking prestatie-indicatoren

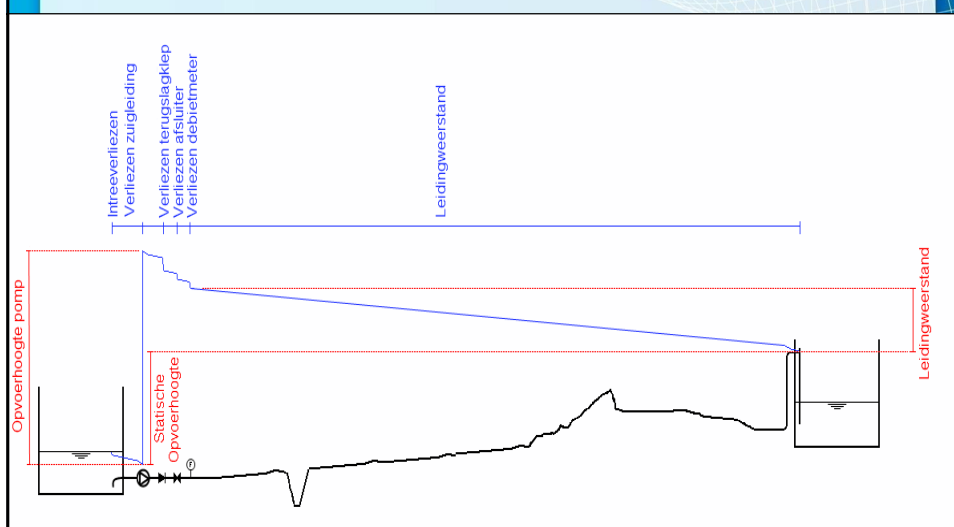
- Algemene kengetallen:
  - Specifiek energieverbruik
  - Capaciteit (bij 70% kelderpeil met 50 Hz)
- Kengetallen met informatie over functioneren leiding:
  - PI Leidingweerstand
- Kengetallen met informatie over functioneren pompen:
  - Overall rendement
  - PI Voldoen aan pompcurve

Waterschap Scheldestromen



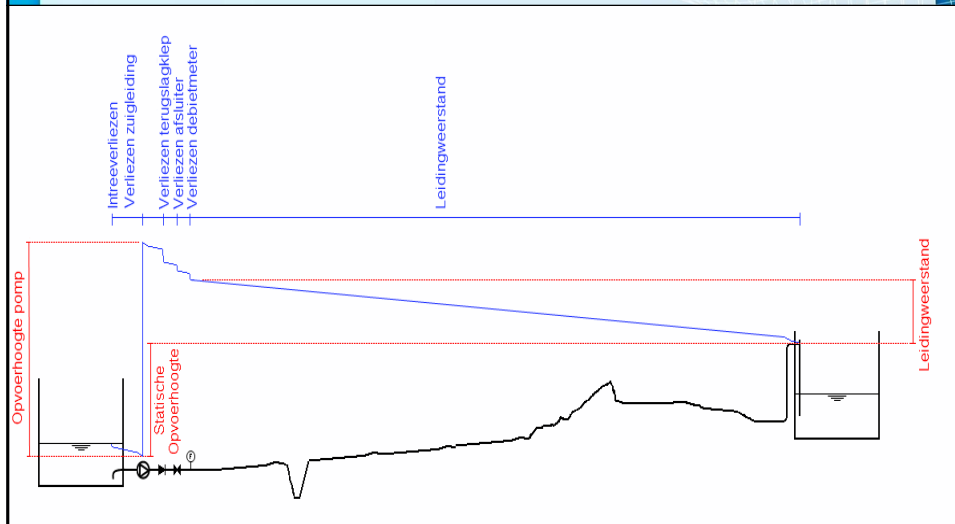
# Uitwerking prestatie-indicatoren

## Bepaling hulpparameters



# Uitwerking prestatie-indicatoren

## Bepaling hulpparameters



# Uitwerking prestatie-indicatoren

## Algemene kengetallen

- **Specifiek energieverbruik**

- $\text{kWh/m}^3 = \frac{U \text{ [kV]} \cdot I \text{ [A]}}{Q \text{ [m}^3/\text{h]}}$
- $\text{kWh/m}^3 \cdot \text{km}$

- Nodig:

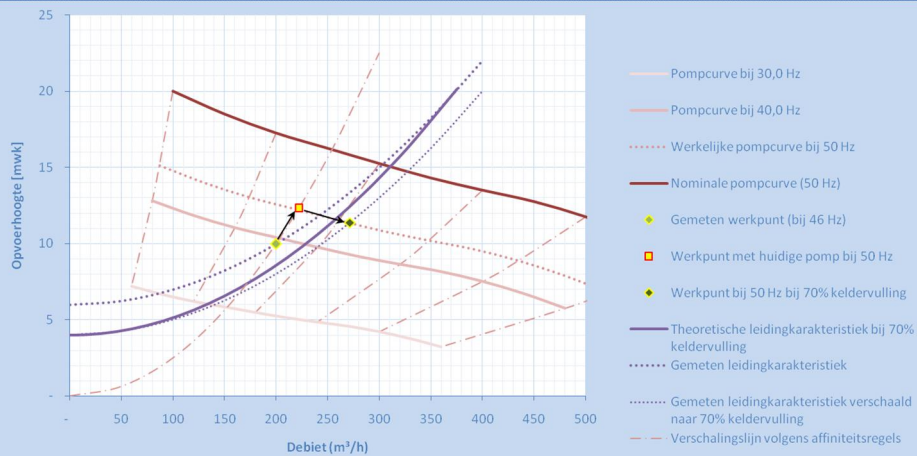
- Ampèremeting / vermogensmeting / kWh-teller
- Debietmeting



# Uitwerking prestatie-indicatoren

## Algemene kengetallen

- **Capaciteit** (bij 70% kelderpeil met 50 Hz)



# Uitwerking prestatie-indicatoren

## Kengetallen met informatie over functioneren leiding

- $PI_{\text{Leidingweerstand}} = 100\% * \sqrt{\frac{c_{ref}}{c}} = \sqrt{\frac{c_{ref} * Q^2}{\Delta H}}$

- Nodig:
  - Theoretische leidingkarakteristiek (strikt kwadratisch)
  - Debiet
  - $H_{\text{dyn}} = H - H_{\text{stat}}$
  - Let op! Incl lokale verliezen!



# Uitwerking prestatie-indicatoren

Kengetallen met informatie over functioneren pompen

- Overall rendement **gemaal**  $\eta = 100\% \cdot \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{P} = \frac{\rho \cdot g \cdot H \cdot Q}{U \cdot I}$
- Nodig:
  - Opvoerhoogte
  - Debiet
  - Vermogen / opgenomen stroom
- Let op eenheden! (bijv. m<sup>3</sup>/h vs m/s)

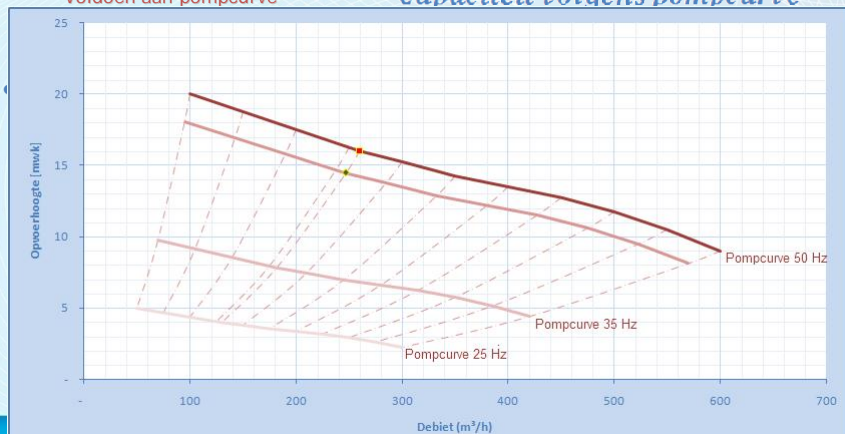
Waterschap **Scheldestromen**



# Uitwerking prestatie-indicatoren

Kengetallen met informatie over functioneren pompen

- $PI_{\text{Voldoen aan pompcurve}} = 100\% \cdot \frac{\text{Capaciteit}}{\text{Capaciteit volgens pompcurve}}$



## Uitgewerkte prestatie-indicatoren

- Bruikbaarheid onder verschillende omstandigheden

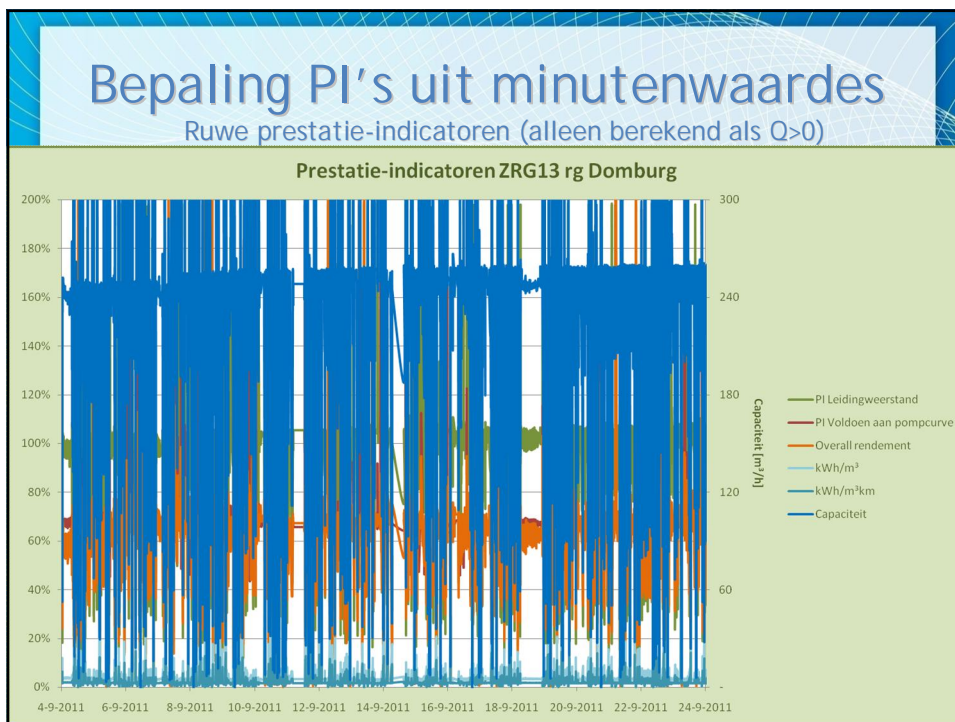
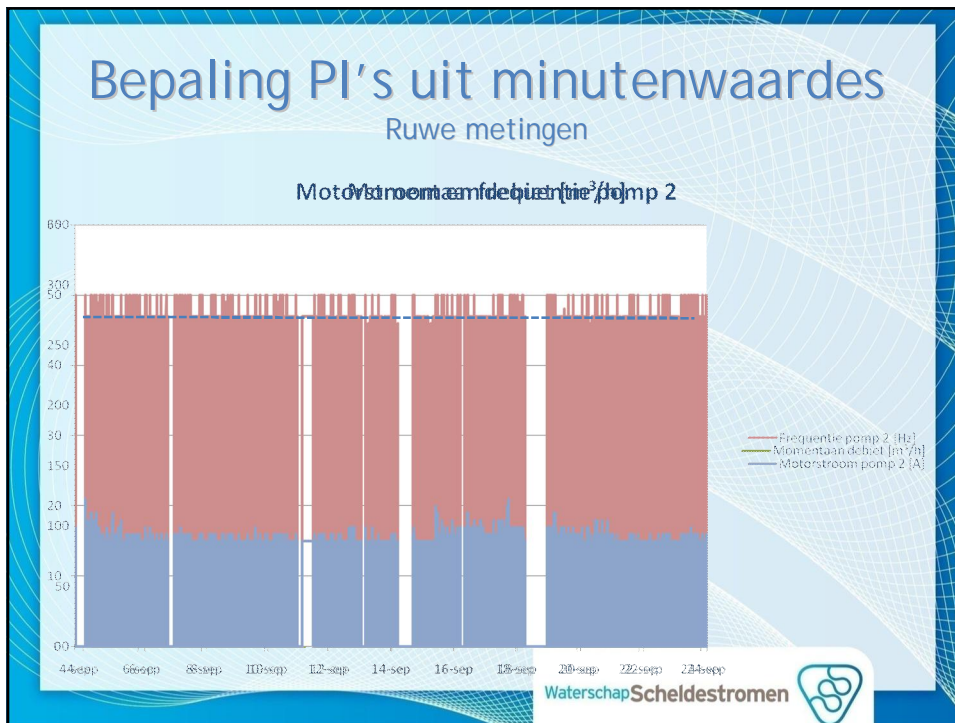
PI	Waarde onafh. van RWA/DWA?	Toepasbaar bij inprickers?	Toepasbaar bij F.O.?
Algemeen			
Spec. energieverbruik	Beperkt	JA	JA
Capaciteit	JA	NEE*	JA
Leiding			
PI Leidingweerstand	JA	NEE*	JA
Pompen			
Overall rendement	Beperkt	JA	JA
PI Voldoen aan pompcurve	JA	JA	JA

## Bepaling PI's uit minutenwaardes

- Vingeroefening met 1 maand minutenwaarden van rg Domburg
  - 1.850m PVC 315mm
  - Afnameverplichting: 212 m<sup>3</sup>/h
  - toerengeregelde, debietgestuurde pompen
  - alle benodigde metingen beschikbaar
  - Met vijzelkelder
  - geen inprickers
  - zowel RWA als DWA periodes







# Bepaling PI's uit minutenwaardes

Stationaire situatie: Eerste en laatste minuut pompcyclus genegeerd

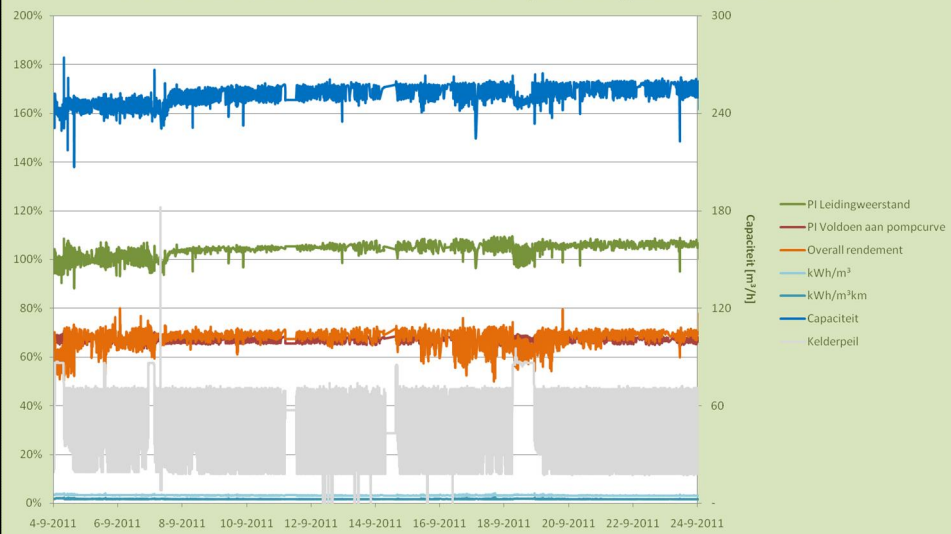
Prestatie-indicatoren ZRG13 rg Domburg in stationaire situatie



# Bepaling PI's uit minutenwaardes

Automatische validatie

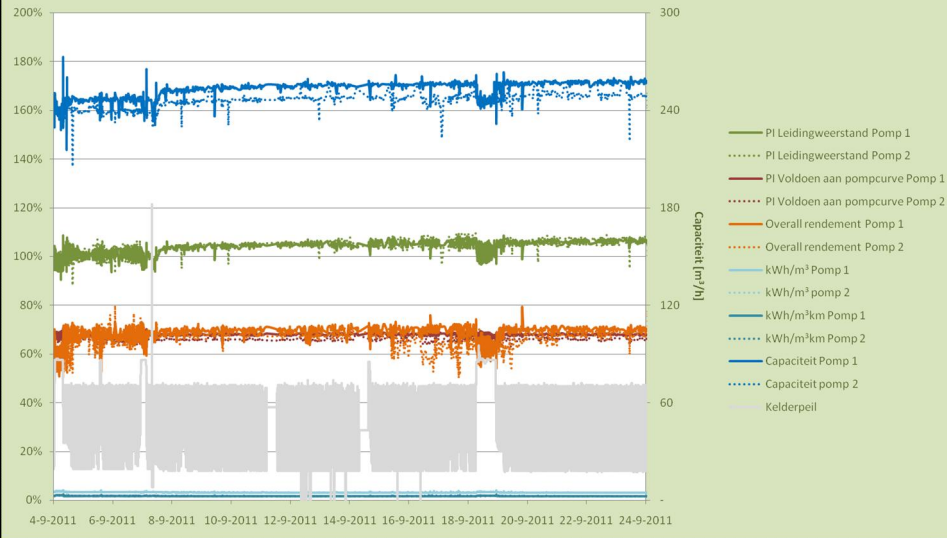
Gevalideerde prestatie-indicatoren ZRG13 rg Domburg in stationaire situatie



# Bepaling PI's uit minutenwaardes

## Uitsplitsing per pomp(combinatie)

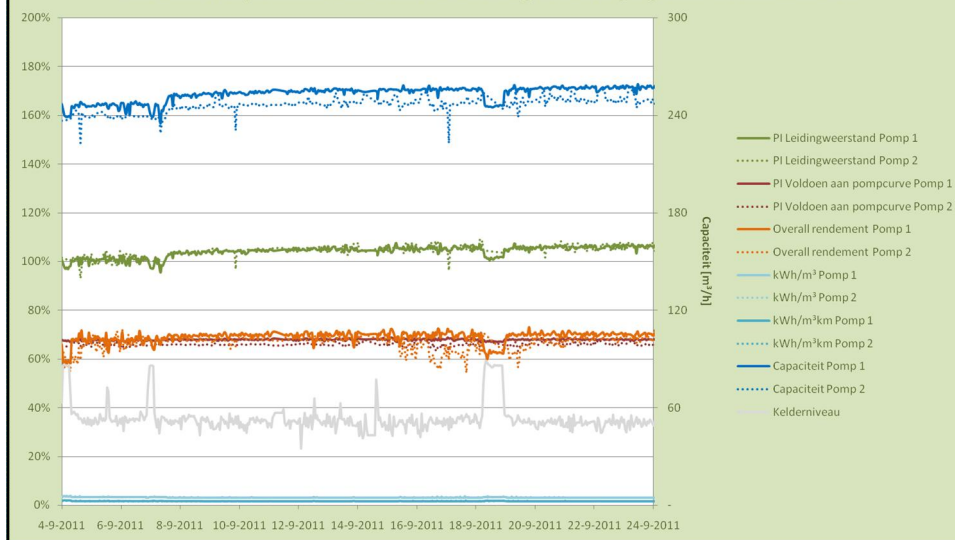
Gevalideerde prestatie-indicatoren ZRG13 rg Domburg in stationaire situatie



# Bepaling PI's uit minutenwaardes

## Gemiddeld per uur

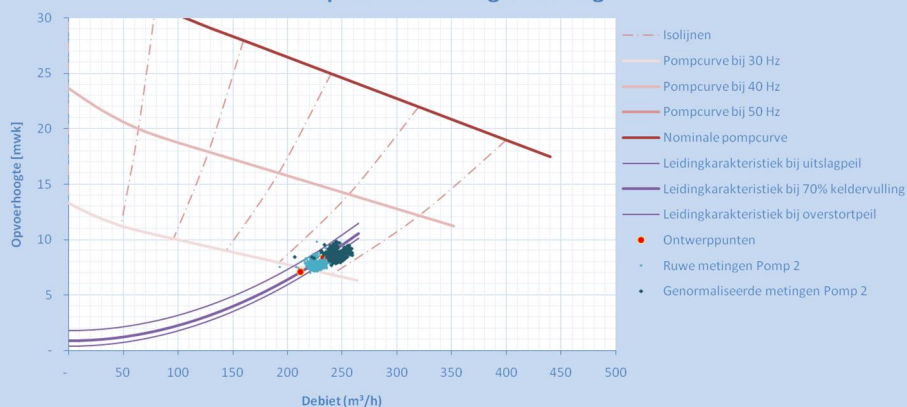
Gevalideerde prestatie-indicatoren ZRG13 rg Domburg ingedikt tot uurwaardes



# Resultaten Domburg

- De theoretische pompcurve is niet juist

Pompcurve ZRG13 rg Domburg



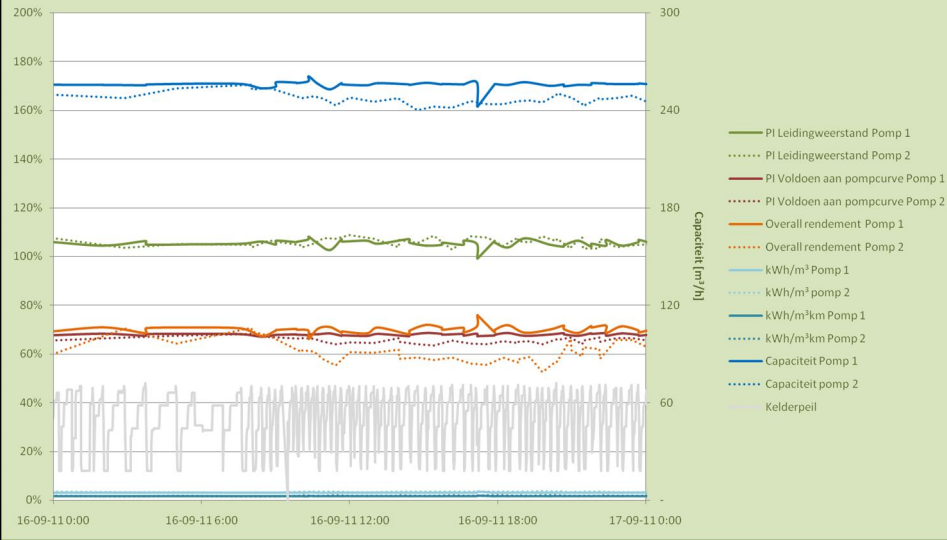
# Bepaling PI's uit minutenwaardes

- Indicaties voor fouten in invoer:
  - Leidingweerstand tijdens RWA wijkt af van DWA-situatie
    - Onjuiste statische uitgangspunten (bijv. drempelhoogte)
    - Onjuiste metingen
  - PI's functioneren leiding nemen omgekeerd evenredig toe/af met PI's functioneren pompen
    - bepaling opvoerhoogte is onjuist



# Bepaling PI's uit minutenwaardes

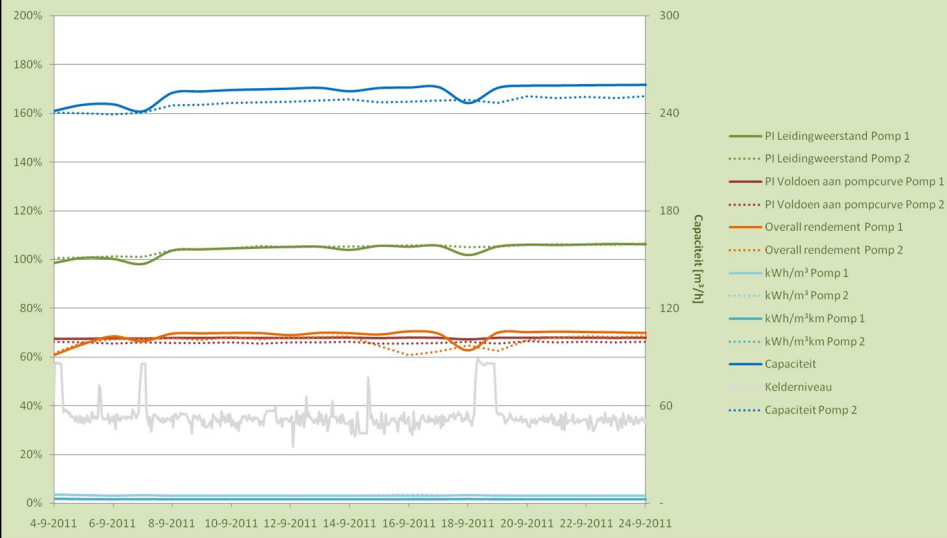
Gevalideerde prestatie-indicatoren ZRG13 rg Domburg in stationaire situatie



# Bepaling PI's uit minutenwaardes

Gemiddeld per dag

Gevalideerde prestatie-indicatoren ZRG13 rg Domburg ingedikt tot dagwaardes



## Alternatieve methode

- Voordelen real-time bepaling:
  - Vroegtijdige signalering problemen
  - Tijdens DWA kunnen uitspraken worden gedaan over functioneren tijdens RWA
  - Door DWA met RWA te vergelijken kunnen fouten in de invoer worden opgespoord.
- Nadelen:
  - Stelt hoge eisen aan PA
    - Bepalen stationaire situatie
    - Automatische validatie
    - Combineren gegevens van verschillende locaties
  - Niet bruikbaar voor samengestelde systemen (inprikkers)



## Alternatieve methode

- Alternatief: Bepaling PI's uit (gemiddelde) uurwaardes.
  - Dit kan alleen tijdens RWA, omdat er tijdens DWA nooit een stationaire situatie optreedt die langer dan 1 uur duurt!
  - Geen filtering of validatie nodig; altijd stationaire situatie tijdens RWA!



## Alternatieve methode

- Voordelen:
  - Alle PI's kunnen ook worden bepaald voor samengestelde systemen
    - Aanname: Bij langdurig 70% keldervulling, zijn de inprikkers ook in RWA-bedrijf
  - Kan ook achteraf, bijvoorbeeld jaarlijks in Excel
- Nadelen:
  - Geen vroegtijdige signalering
  - Geen vergelijking mogelijk tussen DWA en RWA om foute invoer op te sporen



## Bepaling PI's uit uurwaardes

PI's tijdens RWA op uurbasis

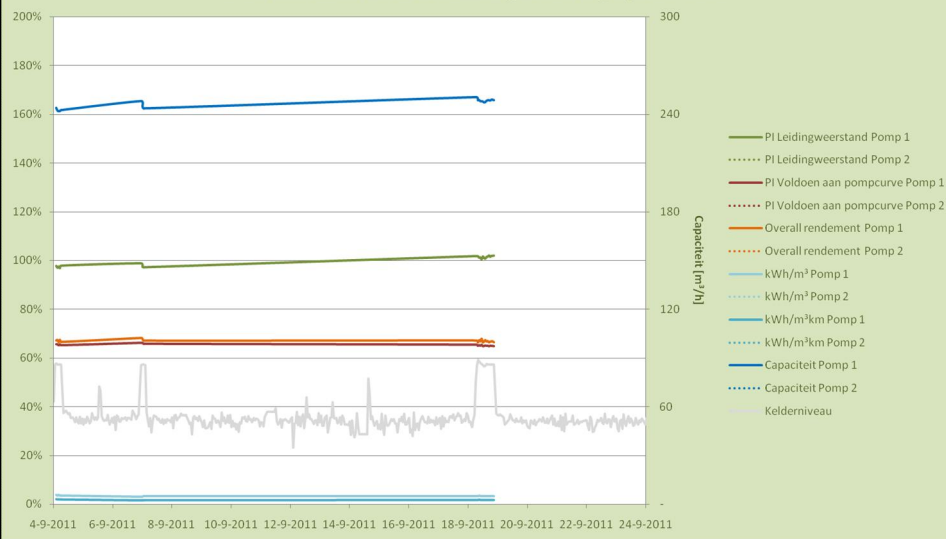
- Nodig:
  - gemiddelde uurwaardes van alle benodigde metingen
    - Gebruik alleen de waardes waarbij het gemiddelde kelderpeil hoger is dan 70%
    - Eerste en laatste uur worden genegeerd
- Bereken de prestatie-indicatoren



# Bepaling PI's uit uurwaardes

## PI's tijdens RWA op uurbasis

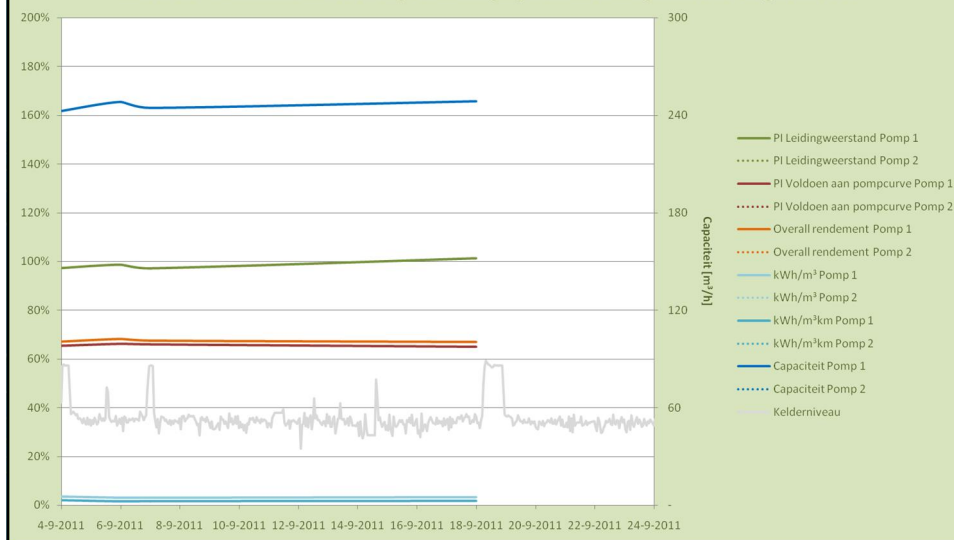
Prestatie-indicatoren ZRG13 rg Domburg tijdens RWA



# Bepaling PI's uit uurwaardes

## PI's tijdens RWA ingedikt tot dagwaardes

Prestatie-indicatoren ZRG13 rg Domburg tijdens RWA ingedikt tot dagwaardes





## Conclusies

- Filteren op stationaire situatie en automatische validatie zijn zeer belangrijk bij gebruik minutenwaardes!
  - Dit vormt een extra uitdaging voor real-time bepaling
  - Real-time bepaling kan worden benut om vroegtijdig problemen te signaleren (evt. automatisch)
- Kengetallen per pomp(combinatie) bepalen!
- Alternatief voor real-time bepaling:
  - Periodiek bepalen voor RWA-situatie uit uurgemiddelde waarden
  - Alleen om langetermijntrend te bepalen

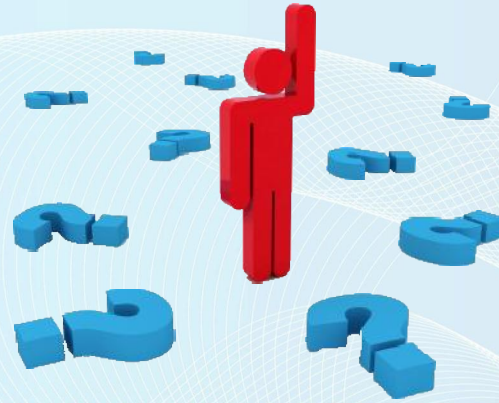


## Conclusies

- Opvoerhoogte en statische opvoerhoogte zijn eenvoudige parameters, maar niet eenvoudig te bepalen!
  - Informatie over het eindpunt van een leiding ontbreekt vaak of is onvolledig of onjuist
  - Informatie over de hoogte van de persdrukopnemer wordt niet geregistreerd
  - Dit soort informatie moet goed beheerd worden!
- Aanbevelingen:
  - Registreer niveau's en drukken altijd in m +NAP!
  - Aandacht voor ijking van meters, m.n. drukmeting!



Vragen?



Waterschap Scheldestromen

