

# Monitoring en lessen uit anderhalf jaar CAS 2.0.

Symposium 'Centrale Automatische Sturing Rotterdam'.



Gemeente  
Rotterdam

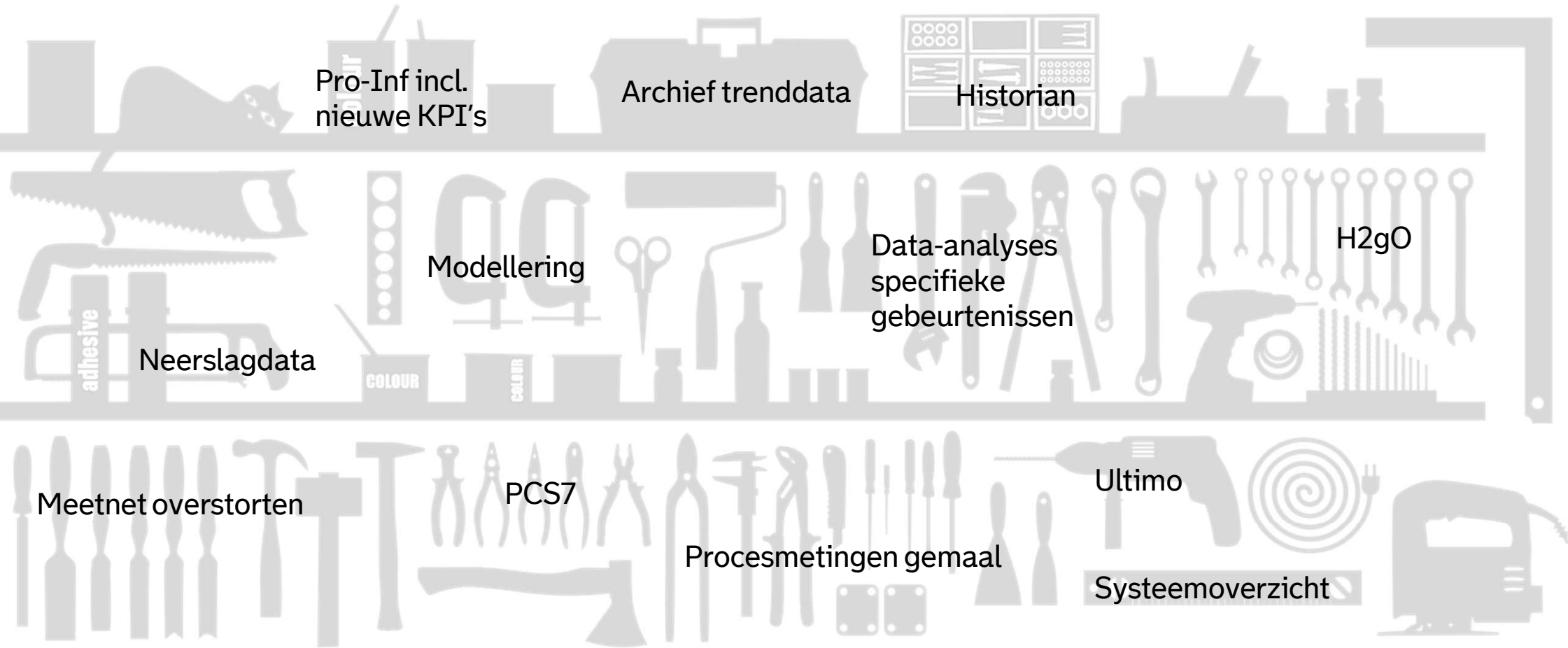




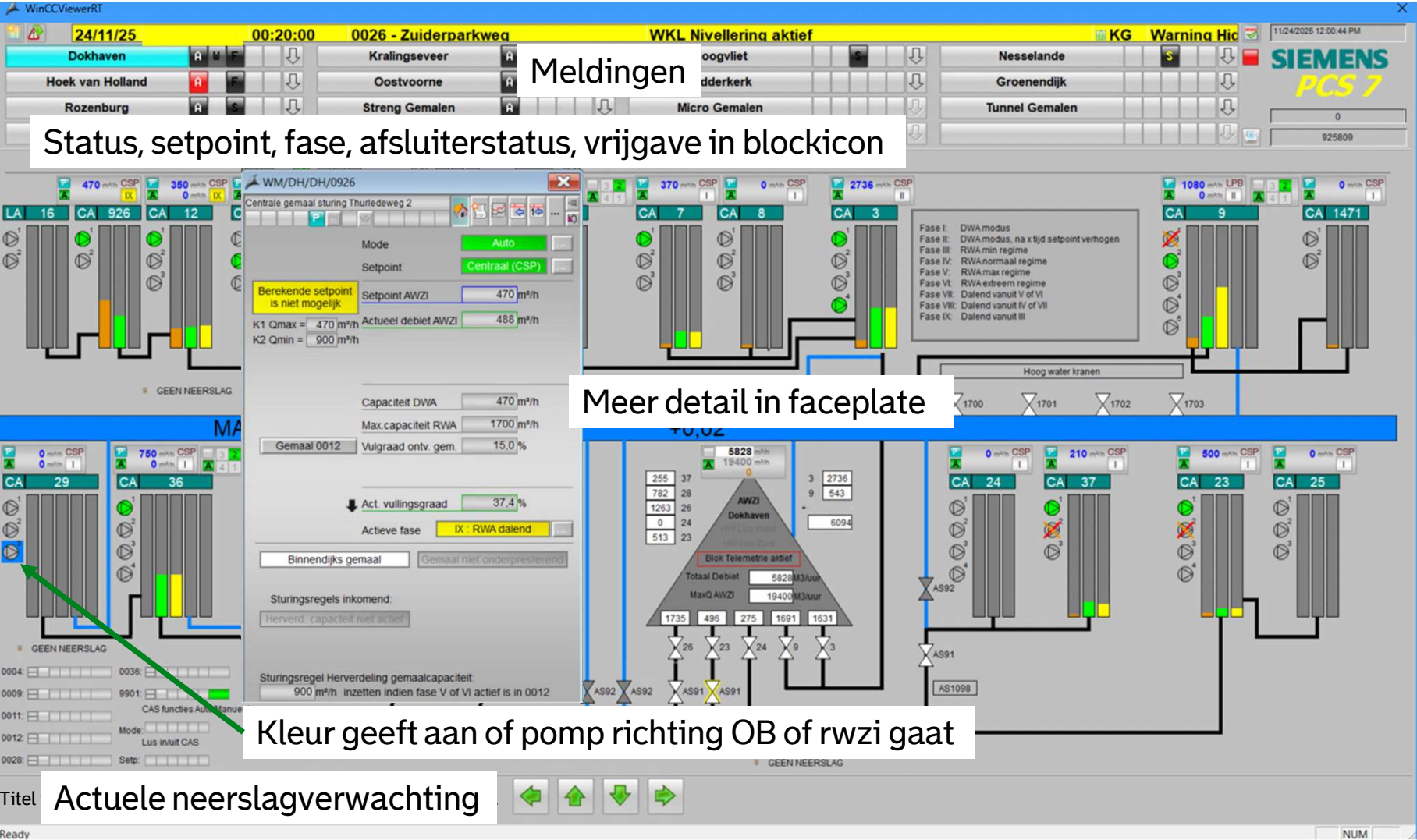
# Doet CAS 2.0 wat het moet doen? Worden de doelen bereikt?



# Middelen

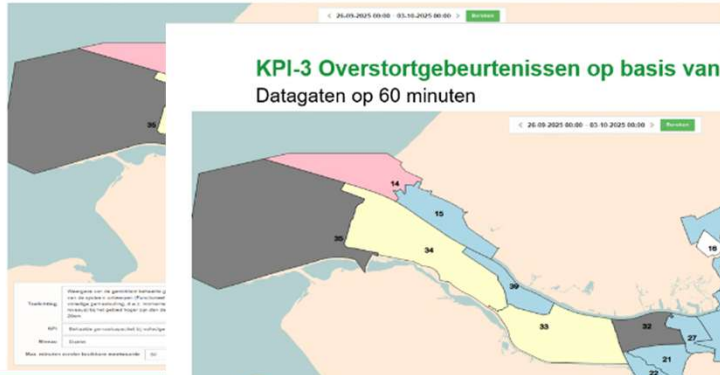


# Dagelijkse monitoring in PCS7

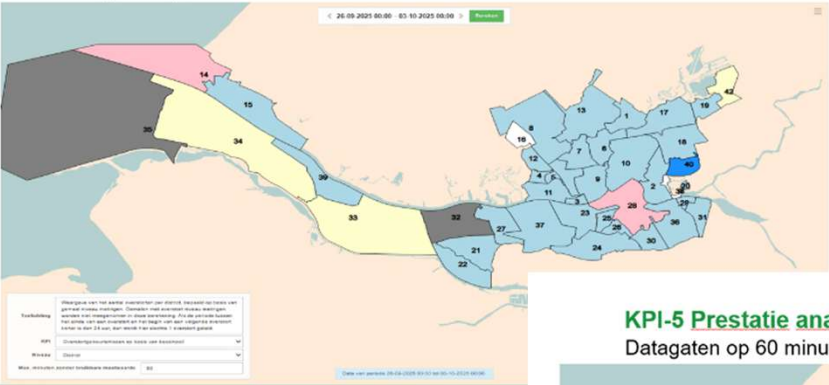


Weekchecks in Pro-Inf

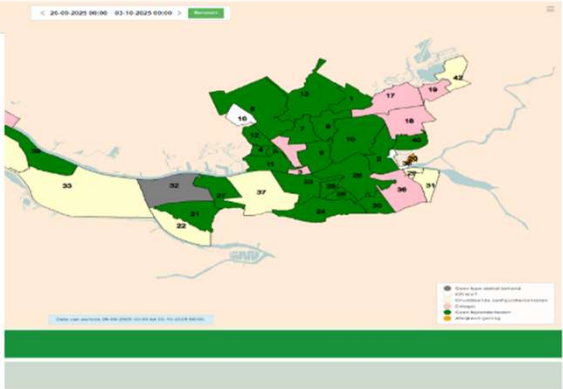
KPI-1 Behaalde gemaalcapaciteit bij volledige bassin vulling  
Datagaten op 60 minuten



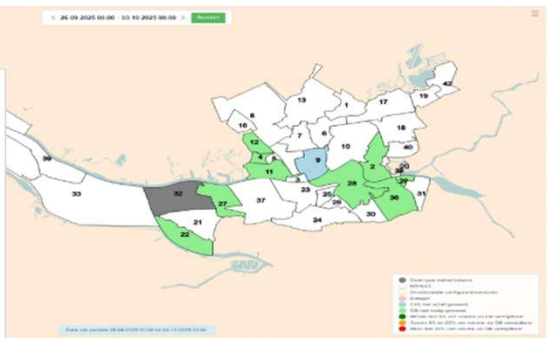
KPI-3 Overstortgebeurtenissen op basis van bassinpeil  
Datagaten op 60 minuten



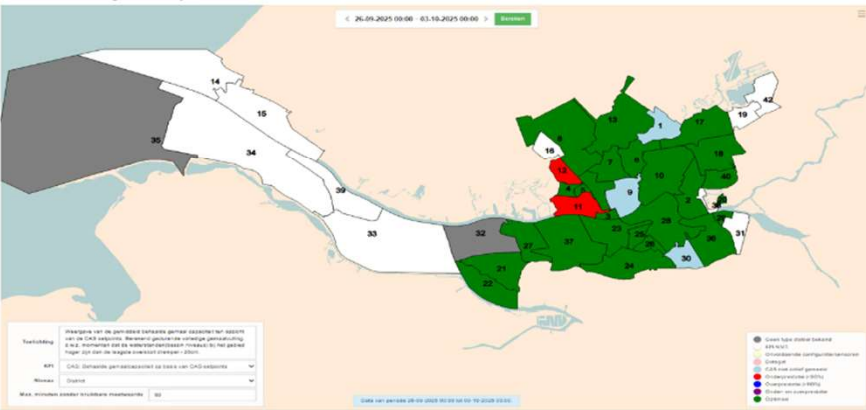
KPI-4 Prestatie analyse: Basischecks, nu voor Instroom oppervlaktewater  
Datagaten op 60 minuten



KPI-6 60 minuut Vermijdbare emissie OB



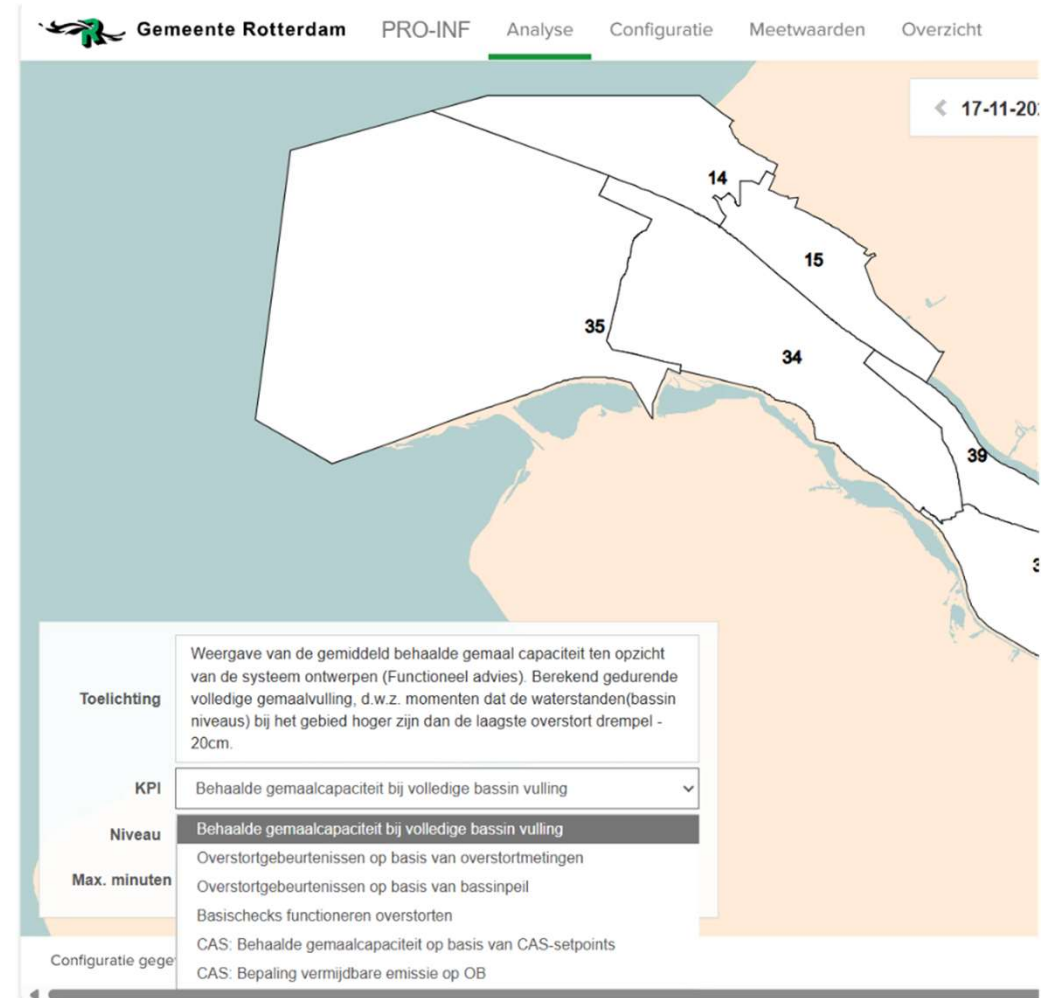
KPI-5 Prestatie analyse: Cas setpoints en werkelijk debiet  
Datagaten op 60 minuten



| art?                 | Onderprestatie < 95% | Directe oorzaak                | Oplossing-aanpassing |
|----------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------|
|                      |                      | Pomp haalt beoogd verzet niet. | Cas Setpoint omlaag  |
|                      |                      | Pomp haalt beoogd verzet niet. | Cas Setpoint omlaag  |
| nummer: 0012         |                      |                                |                      |
| naam: Spaanse Polder |                      |                                |                      |
| waarden              |                      |                                |                      |
|                      | 877%                 |                                |                      |
|                      | KPI N.V.T.           |                                |                      |
|                      | 1013%                |                                |                      |
|                      | KPI N.V.T.           |                                |                      |
| gekleurd in kaart    |                      |                                |                      |

# CAS-KPI's en trends in Pro-Inf

- Trends van niveau, fase, setpoint, debiet
- Wat is de afwijking van de gemeten afvoer van het gemaal t.o.v. CAS-setpoint?
- Afvlakken: hoeveel dwa-dagen waren er en was de functie afvlakken actief?
- Hoeveel m<sup>3</sup> van OB-afvoer had eigenlijk nog in het stelsel gepast?
- Heeft bij gemeten neerslag CAS-sturing kleinere emissie dan vaste capaciteiten?  
*(in ontwikkeling)*

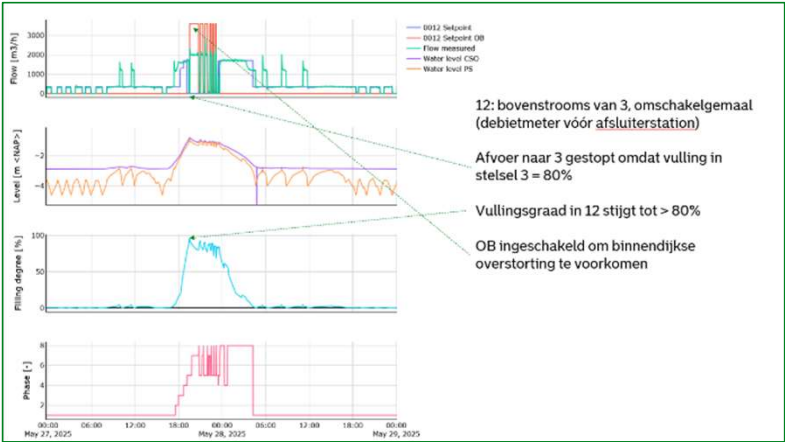




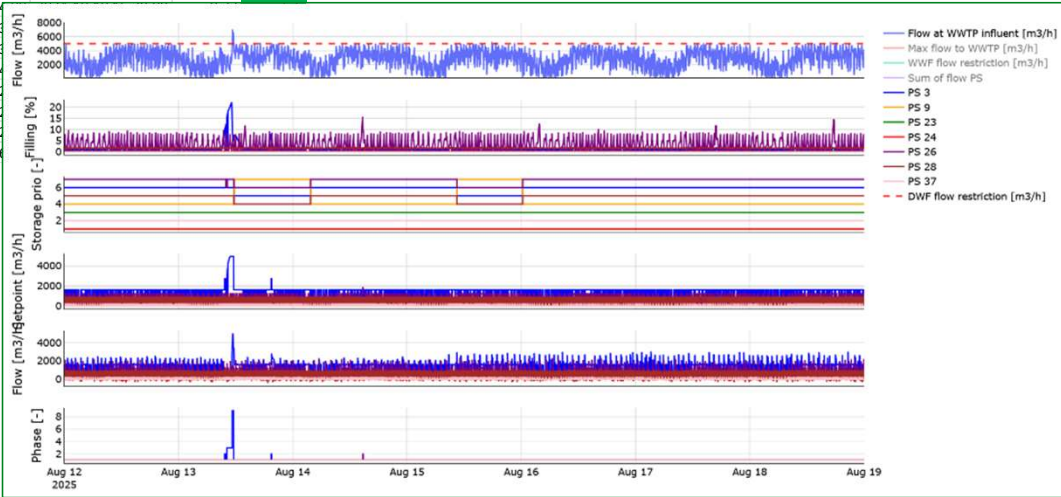
# Specifieke analyses

| Fase | Start               | Eind                | Duur (dagen) | Duur (uren) |
|------|---------------------|---------------------|--------------|-------------|
| 9    | 2024-07-08 19:23:00 | 2024-07-09 03:11:00 | 0.33         | 7.8         |
| 8    | 2024-07-09 23:02:00 | 2024-07-10 04:12:00 | 0.22         | 5.2         |
| 8    | 2024-07-12 14:06:00 | 2024-07-13 02:03:00 | 0.50         | 12.0        |
| 9    | 2024-07-15 16:38:00 | 2024-07-16 01:26:00 | 0.37         | 8.8         |
| 9    | 2024-07-18 17:13:00 | 2024-07-18 23:42:00 | 0.27         | 6.5         |
| 9    | 2024-07-21 10:19:00 | 2024-07-21 16:10:00 | 0.24         | 5.9         |
| 9    | 2024-08-16 11:18:00 | 2024-08-16 16:21:00 | 0.21         | 5.1         |
| 8    | 2024-08-20 19:54:00 | 2024-08-21 00:12:00 | 0.18         | 4.3         |
| 9    | 2024-08-23 15:38:00 | 2024-08-23 20:17:00 | 0.19         | 4.7         |
| 8    | 2024-09-11 05:49:00 | 2024-09-11 11:43:00 | 0.25         | 5.9         |
| 8    | 2024-09-11 23:41:00 | 2024-09-14 17:14:00 | 2.73         | 65.6        |
| 9    | 2024-09-26 06:46:00 | 2024-09-26 13:52:00 | 0.30         | 7.1         |
| 8    | 2024-09-27 19:53:00 | 2024-09-30 03:05:00 | 2.30         | 55.2        |
| 8    | 2024-09-30 19:01:00 | 2024-09-30 23:38:00 | 0.19         | 4.6         |
| 8    | 2024-10-01 13:04:00 | 2024-10-01 17:29:00 | 0.18         | 4.4         |

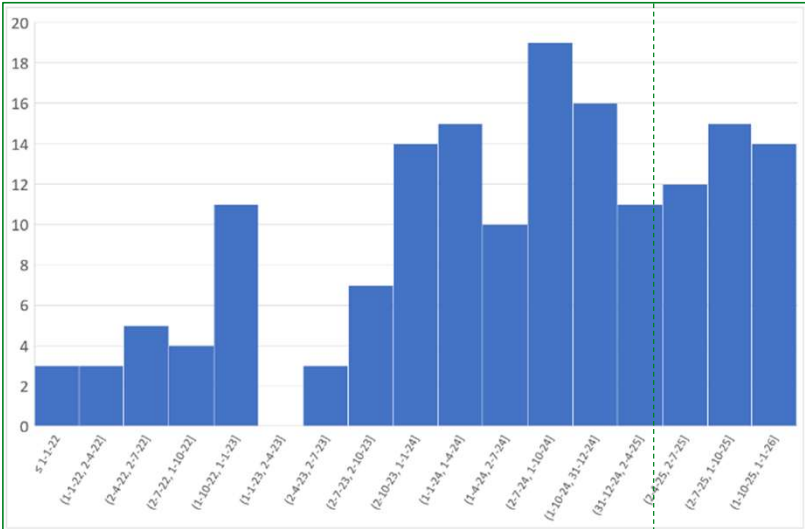
Analyse ledigingsduur



Analyse rwa-functioneren



Grafiek voor analyse functioneren afvlakken



Histogram gemaalstoringen / 'jobs'

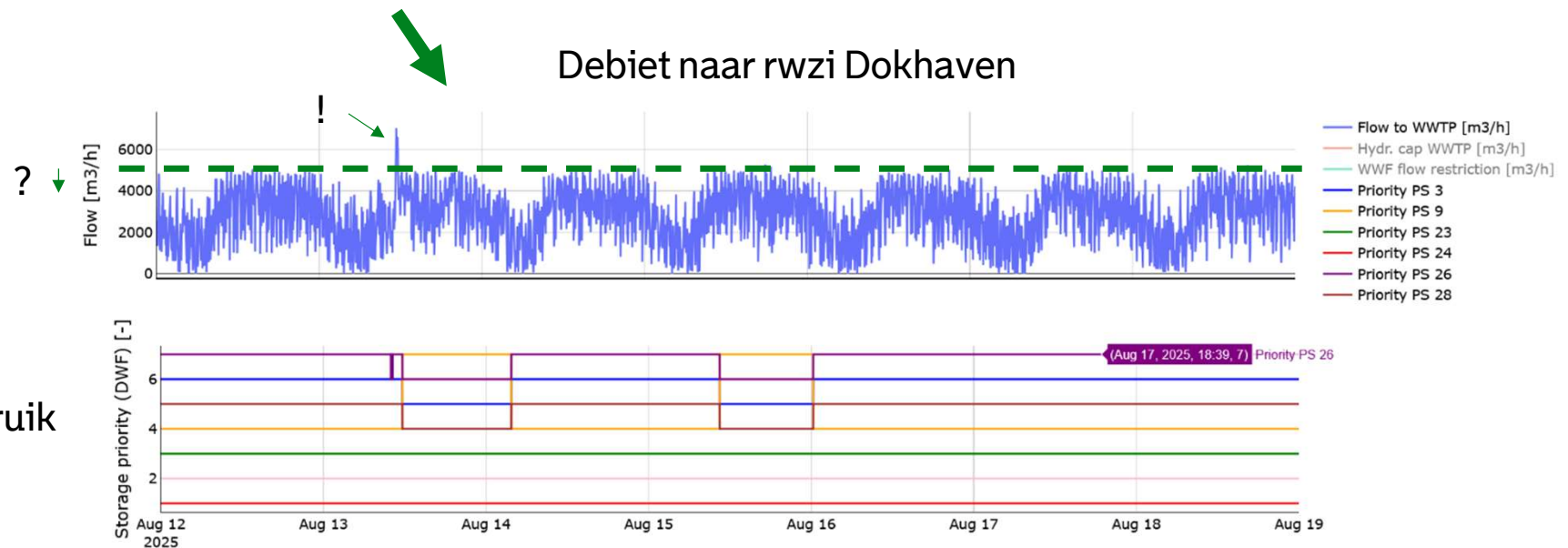
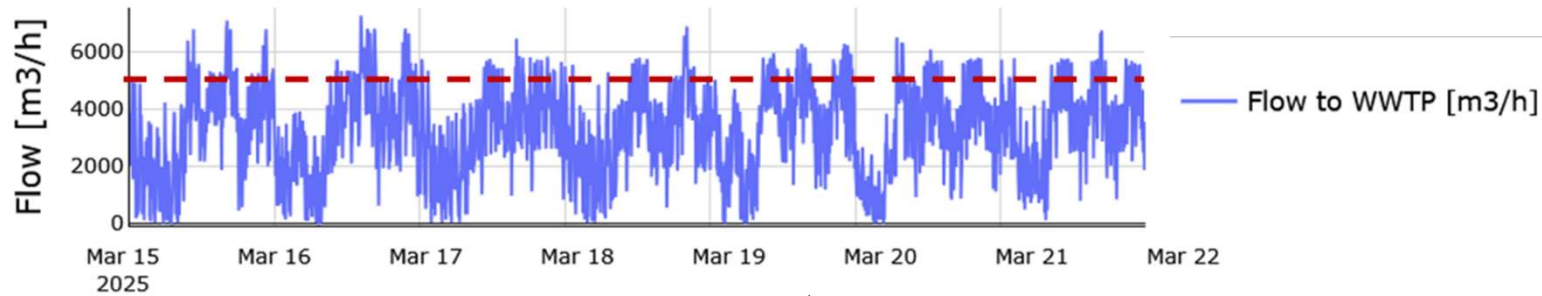


# Hoe functioneert CAS 2.0 nu echt?

Monitoring en lessen uit anderhalf jaar CAS 2.0 | Erik Liefing | 26 november 2025 Rotterdam.



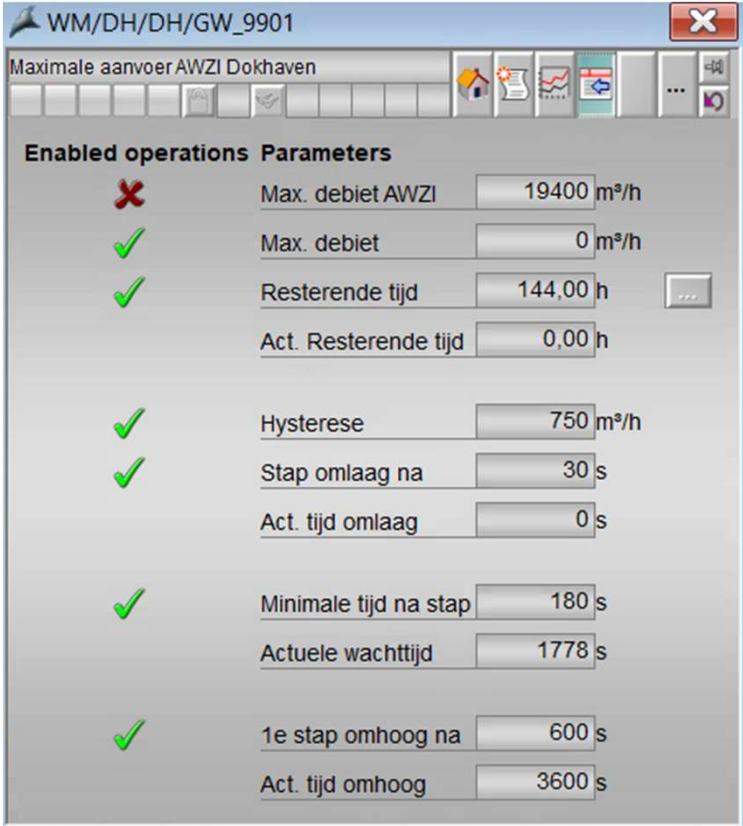
# Dwa-afvlakking – situatie voor en na inschakelen afvlakking



Prioritering van gebruik  
stelselberging

# Debietbegrenzing rwzi Dokhaven bij rwa

- Beperking debiet tijdens rwa: max. 19.400 m<sup>3</sup>/h
- Terugtoeren / afschakelen volgorde gemalen: 0037, 0028, 0009, 0024, 0023, 0003, 0026
- Tijd per stap 180 seconden



| Enabled operations | Parameters                               |
|--------------------|------------------------------------------|
| ✗                  | Max. debiet AWZI 19400 m <sup>3</sup> /h |
| ✓                  | Max. debiet 0 m <sup>3</sup> /h          |
| ✓                  | Resterende tijd 144,00 h                 |
|                    | Act. Resterende tijd 0,00 h              |
| ✓                  | Hysteresis 750 m <sup>3</sup> /h         |
| ✓                  | Stap omlaag na 30 s                      |
|                    | Act. tijd omlaag 0 s                     |
| ✓                  | Minimale tijd na stap 180 s              |
|                    | Actuele wachttijd 1778 s                 |
| ✓                  | 1e stap omhoog na 600 s                  |
|                    | Act. tijd omhoog 3600 s                  |



# Stappen debietbegrenzing rwzi Dokhaven

WM/DH/DH/GW\_9901

Maximale aanvoer AWZI Dokhaven

| Enabled operations | Parameters       | Niveau 0 (max-min) | Niveau -1 (max-min) | Niveau -2 (max-min) | Niveau -3 (max-min) | Niveau -4 (max-min) | Niveau -5 (max-min) |      |
|--------------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------|
| ✓                  | 0026 Zuiderparkw | 4227 - 4227        | 4227 - 4227         | 4227 - 4227         | 4227 - 4227         | 4227 - 4227         | 4227 - 4227         | m³/h |
| ✓                  | 0003 Heemraadspl | 7200 - 7200        | 7200 - 7200         | 7200 - 7200         | 7200 - 7200         | 7200 - 7200         | 7200 - 7200         | m³/h |
| ✓                  | 0023 Wolphaertsb | 4732 - 4732        | 4732 - 4732         | 4732 - 4732         | 4732 - 4732         | 4732 - 4732         | 4732 - 4732         | m³/h |
| ✓                  | 0024 Everlo      | 2100 - 2100        | 2100 - 2100         | 2100 - 2100         | 2100 - 2100         | 2100 - 2100         | 2100 - 1100         | m³/h |
| ✓                  | 0009 Westersinge | 2160 - 2160        | 2160 - 2160         | 2160 - 2160         | 2160 - 1600         | 1080 - 500          | 0 - 0               | m³/h |
| ✓                  | 0028 Pretorialaa | 3200 - 3200        | 3200 - 1500         | 1200 - 900          | 0 - 0               | 0 - 0               | 0 - 0               | m³/h |
| ✓                  | 0037 Waalhaven   | 1200 - 900         | 210 - 210           | 0 - 0               | 0 - 0               | 0 - 0               | 0 - 0               | m³/h |

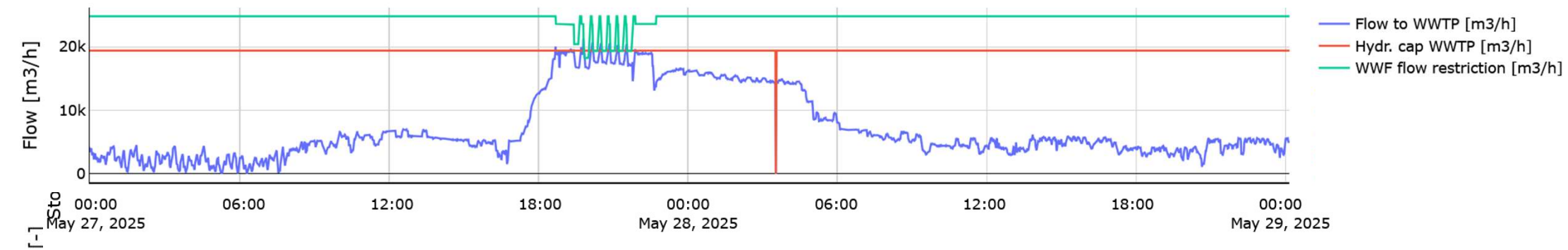
(normale bedrijfstoestand)

Hydraulische grens rwzi Dokhaven: 19.400 m³/h

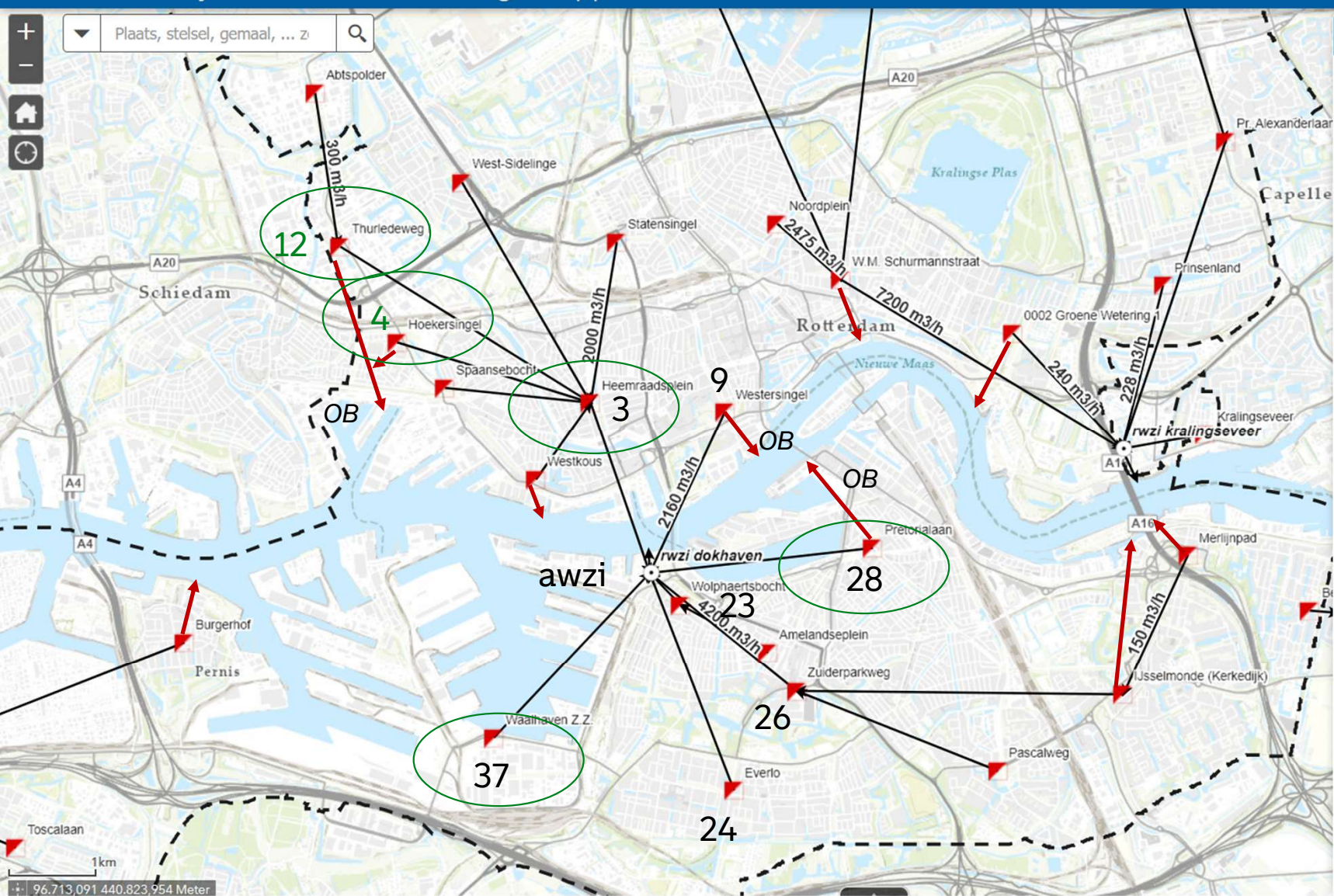
Theoretische aanvoer eindgemalen zonder beperking: 24.800 m³/h

# Neerslaggebeurtenis 27 mei 2025

15 mm tussen 16:00 en 21:00

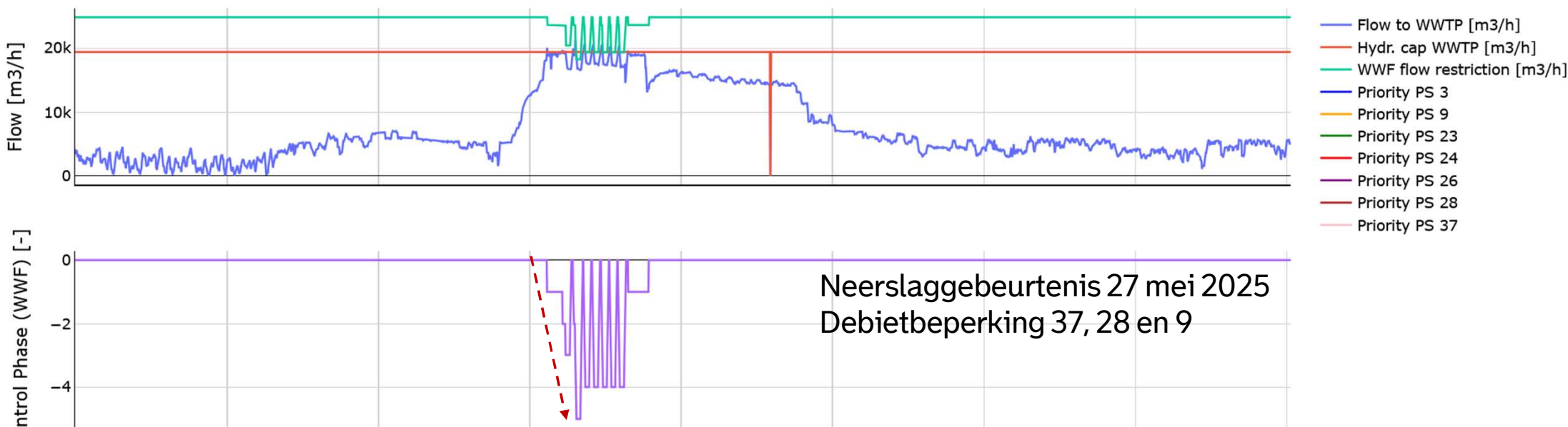






## Lijst met lagen

- ☒ Districtsgemaal
- ☒ Rwzi
- ☐ Gemaal
- ☐ Inprikkend gemaal derden
- ☒ Afvoer districtsgemaal
- ☐ Afvoer overstortbemaling
- ☐ Afvoer tijdens rwa-bedrijf
- ☐ Afvoer tijdens ob-bedrijf
- ☐ Bemalen verbinding
- ☐ Persleiding
- ☐ Afsluiter
- ☐ Vrijvervalverbinding
- ☐ Overstort
- ☐ Uitlaat
- ☐ Stelsel
- ☐ Strengberging
- ☐ Districten
- ☒ Gemeentegrens



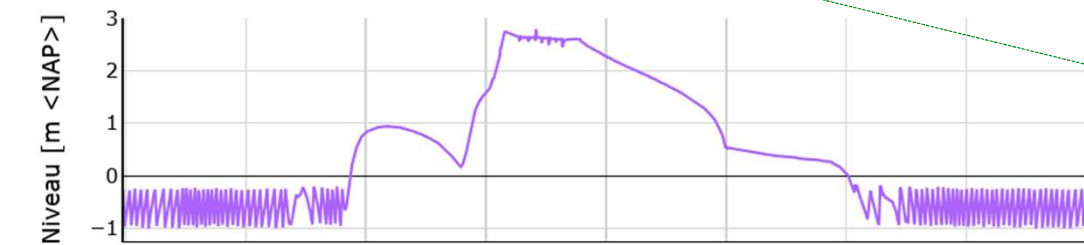
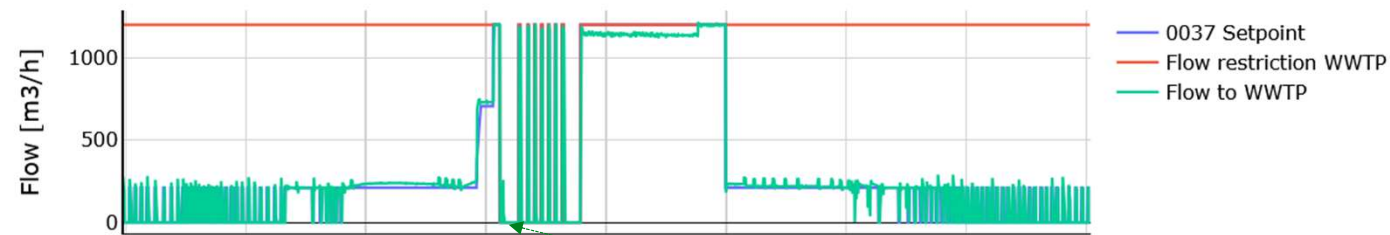
WM/DH/DH/GW\_9901

Maximale aanvoer AWZI Dokhaven

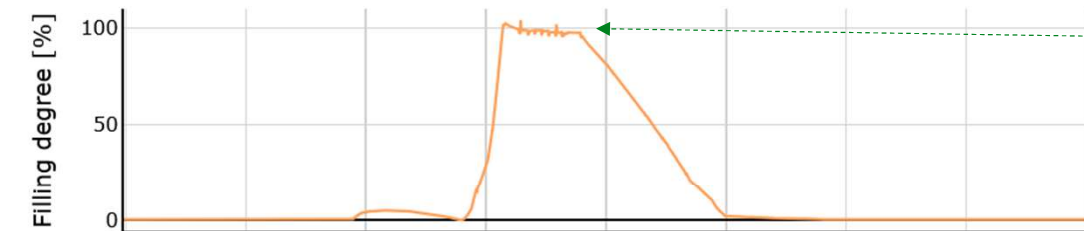
(Waarden stapfunctie naderhand nog gefinetuned)

| Enabled operations | Parameters       | Niveau 0 (max-min) | Niveau -1 (max-min) | Niveau -2 (max-min) | Niveau -3 (max-min) | Niveau -4 (max-min) | Niveau -5 (max-min) |      |
|--------------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------|
| ✓                  | 0026 Zuiderparkw | 4227 - 4227        | 4227 - 4227         | 4227 - 4227         | 4227 - 4227         | 4227 - 4227         | 4227 - 4227         | m³/h |
| ✓                  | 0003 Heemraadspl | 7200 - 7200        | 7200 - 7200         | 7200 - 7200         | 7200 - 7200         | 7200 - 7200         | 7200 - 7200         | m³/h |
| ✓                  | 0023 Wolphaartsb | 4732 - 4732        | 4732 - 4732         | 4732 - 4732         | 4732 - 4732         | 4732 - 4732         | 4732 - 4732         | m³/h |
| ✓                  | 0024 Everlo      | 2100 - 2100        | 2100 - 2100         | 2100 - 2100         | 2100 - 2100         | 2100 - 2100         | 2100 - 2100         | m³/h |
| ✓                  | 0009 Westersinge | 2160 - 2160        | 2160 - 2160         | 2160 - 2160         | 2160 - 2160         | 1080 - 500          | 0 - 0               | m³/h |
| ✓                  | 0028 Pretorialaa | 3200 - 3200        | 3200 - 3200         | 3200 - 1200         | 0 - 0               | 0 - 0               | 0 - 0               | m³/h |
| ✓                  | 0037 Waalhaven   | 1200 - 1200        | 700 - 0             | 0 - 0               | 0 - 0               | 0 - 0               | 0 - 0               | m³/h |

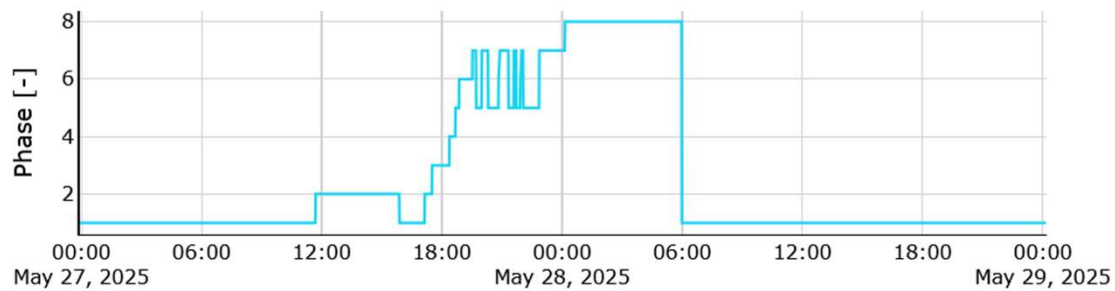


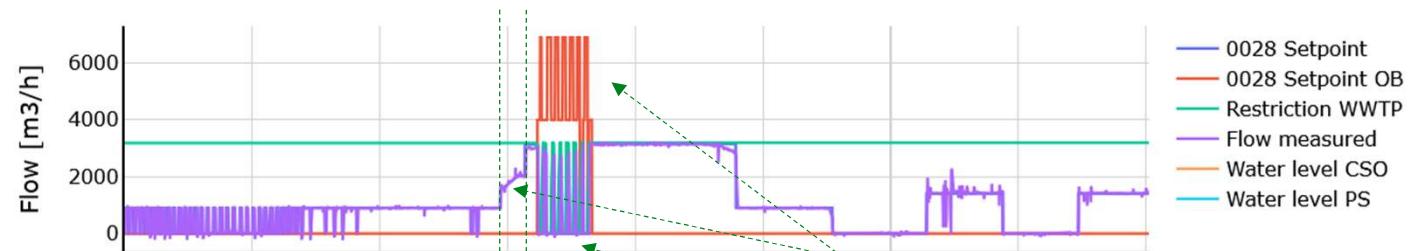


37: buitendijks  
Afvoer awzi = 0 m³/h  
(Rwa debietbeperking)



Niveau > 100%  
Overstorting op Maas





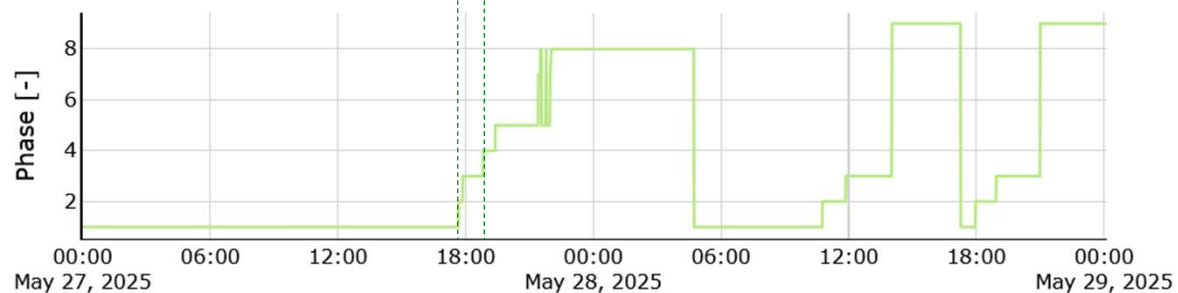
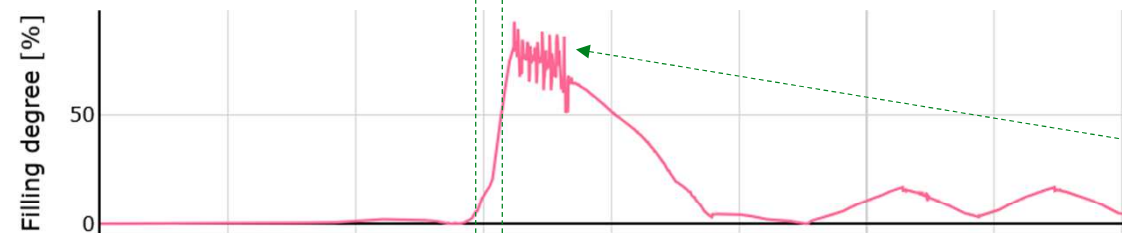
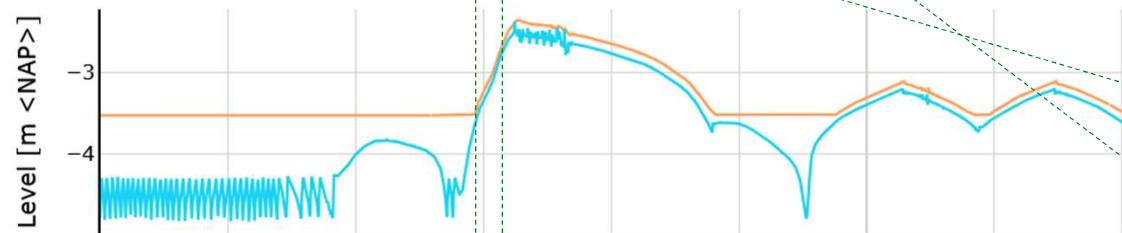
28: beschikt over OB

'Gematigd' optoeren

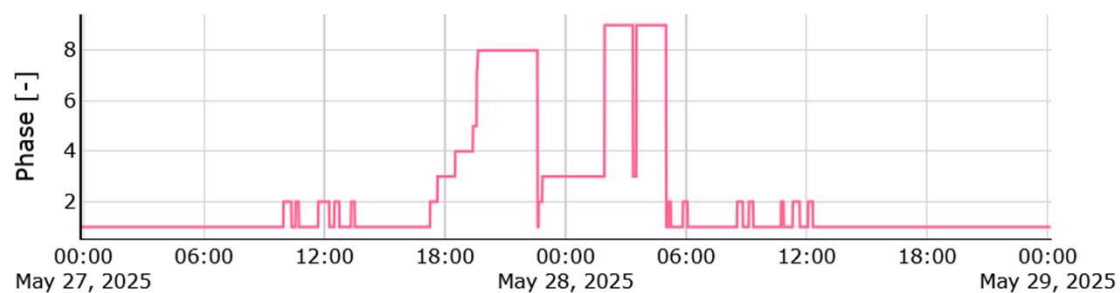
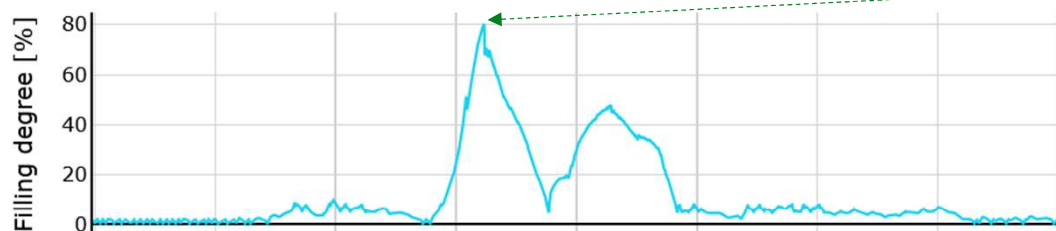
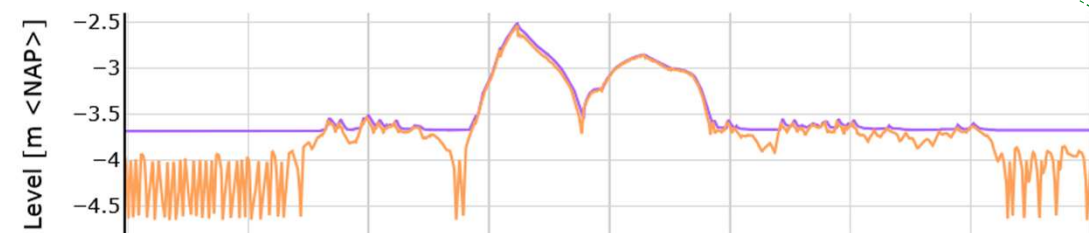
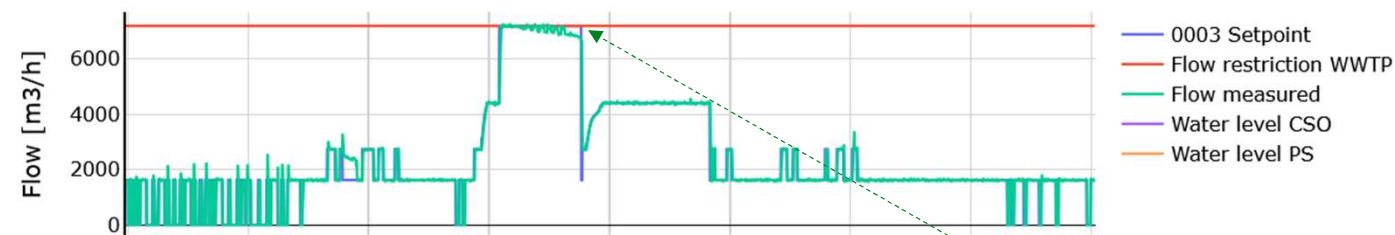
Afvoer naar awzi = 0 m³/h

OB naar Maas ingeschakeld  
om binnendijkse overstorting  
te voorkomen

'Instabiliteit' doordat de  
procesafsluiters de regeling  
niet bij kunnen houden

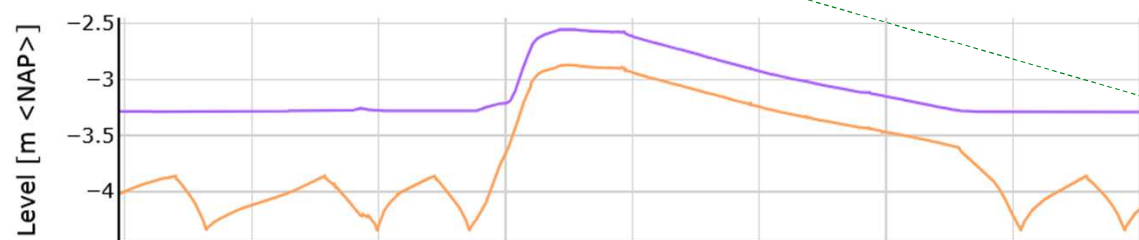
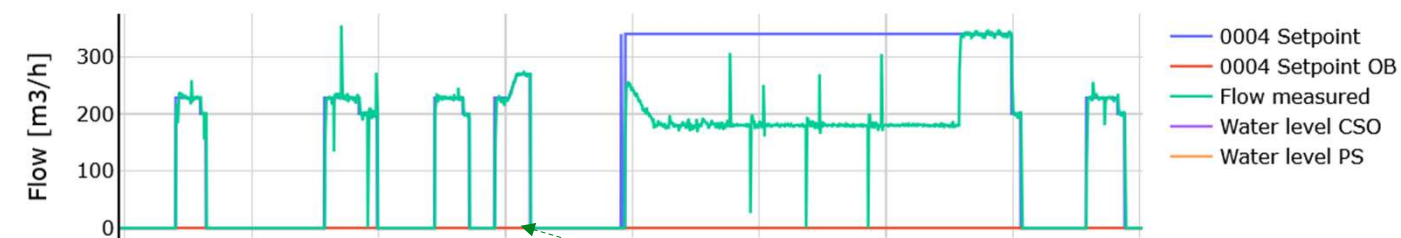






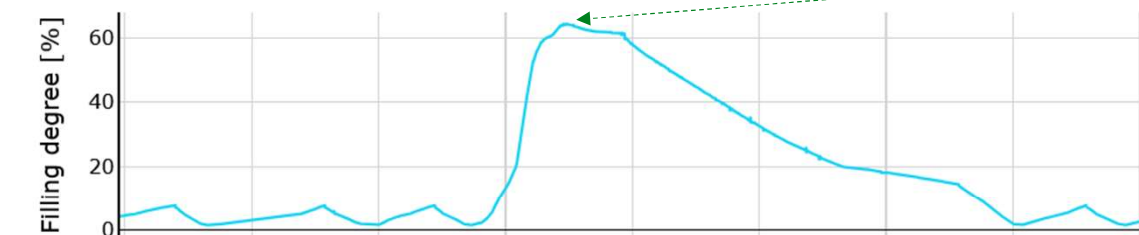
3: eindgemaal zonder OB  
Geen debietbeperking

Bovenstroomse gemalen uitgeschakeld  
bij 70% vulling (11) en 80% vulling (4, 12)  
om binnendijkse overstorting  
te voorkomen

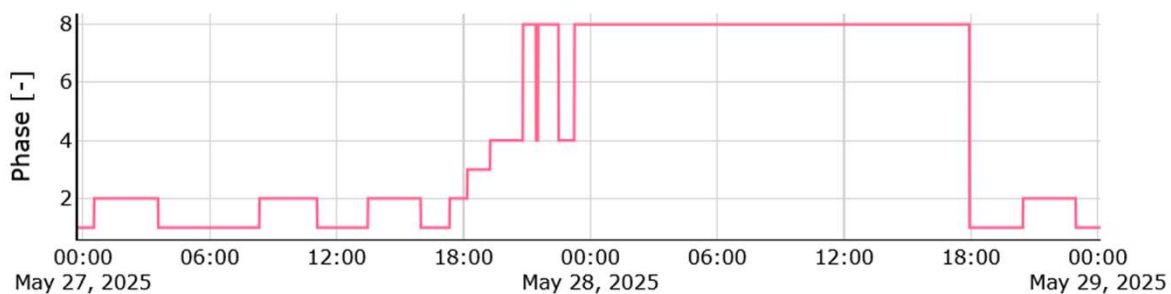


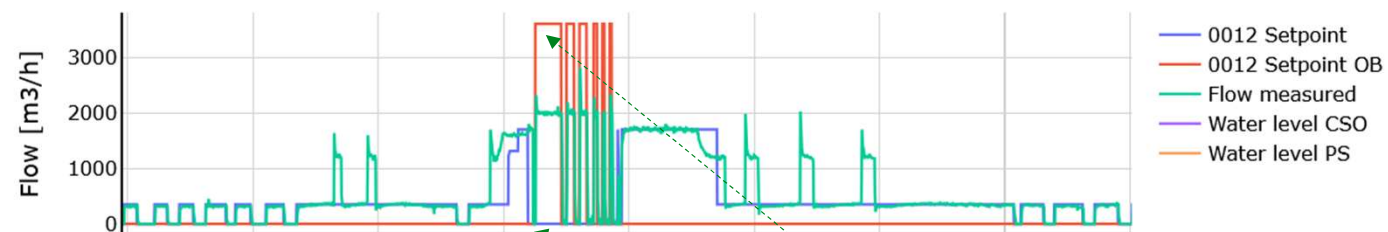
4: bovenstrooms van 3, omschakelgemaal  
(debietmeter vóór afsluiterstation)

Afvoer naar 3 gestopt omdat vulling in  
stelsel 3 = 80%



Vullingsgraad in 4 blijft < 80%; geen  
OB ingeschakeld



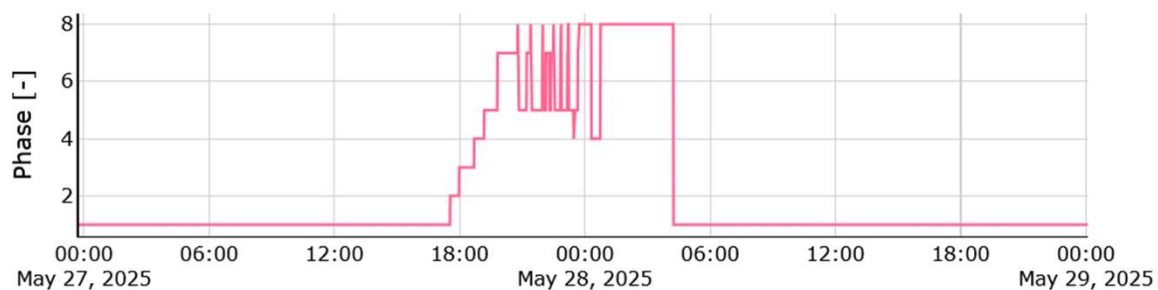
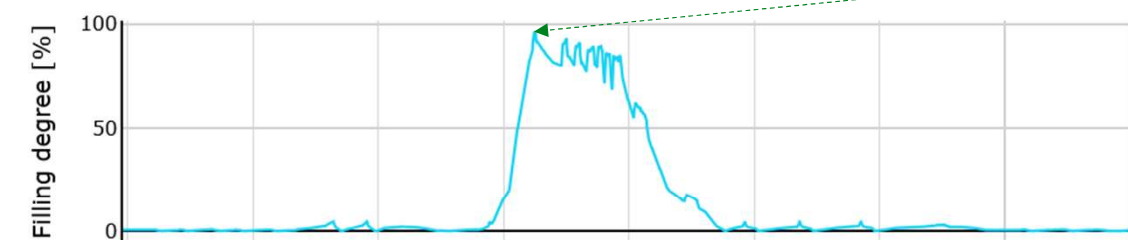
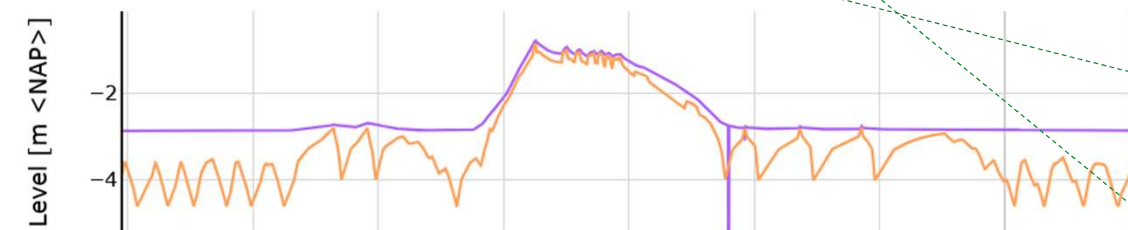


12: bovenstrooms van 3, omschakelgemaal  
(debietmeter vóór afsluiterstation)

Afvoer naar 3 gestopt omdat vulling in  
stelsel 3 = 80%

Vullingsgraad in 12 stijgt tot > 80%

OB ingeschakeld om binnendijkse  
overstorting te voorkomen





A control room with multiple computer monitors displaying data and charts. The monitors are arranged in a row, and the room has a large window in the background. The text "Lessen uit anderhalf jaar CAS 2.0." is overlaid on the image in a large, white, sans-serif font.

# Lessen uit anderhalf jaar CAS 2.0.

# Systeem nog niet overal klaar voor CAS

Gemaalsoftware, aansturing afsluiters, ontbreken regelaar, debietmeter, sleutelschakelaar, ...

Wateroverlast, absoluut stelsel, oppervlaktewatersysteem te krap, ...

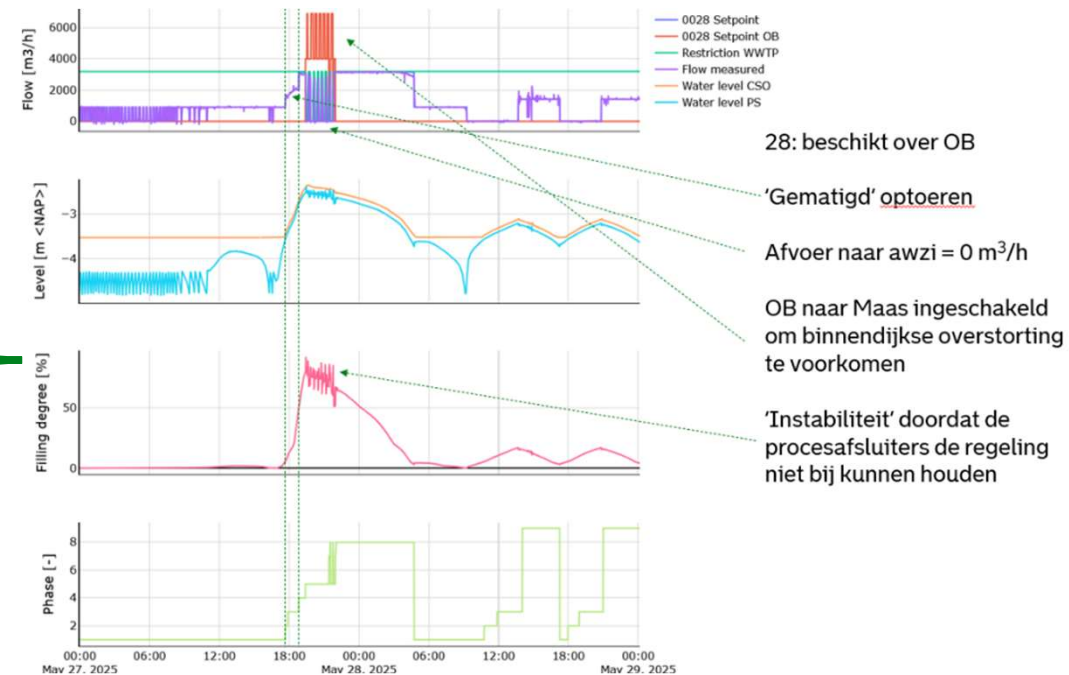
*Les: eerder in ontwerp meer gebruik maken van ervaringen procesbeheerders en Uitvoering Werken!*



| Gemaal  | Ontvangend | Cap [m <sup>3</sup> /h] | Reden schrappen gemaal uit CAS                          |
|---------|------------|-------------------------|---------------------------------------------------------|
| 67      | 8          | 90 (324)                | Aangenomen gemaalcapaciteit niet aanwezig               |
| 69      | 7          | (601)                   | Geen debietmeter aanwezig                               |
| 311     | 3          | 180                     | 'Microgemaal', automatisch aansturen technisch lastig   |
| 314     | 311        | 25                      | 'Microgemaal', automatisch aansturen technisch lastig   |
| 415     | 11         | 240                     | Automatisch aansturen technisch lastig                  |
| 512     | 23         | 105                     | 'Microgemaal', automatisch aansturen technisch lastig   |
| 528     | 23         | 185                     | 'Microgemaal', automatisch aansturen technisch lastig   |
| 703     | 29         | 28                      | 'Microgemaal', automatisch aansturen technisch lastig   |
| 704     | 29         | 25                      | 'Microgemaal', automatisch aansturen technisch lastig   |
| 16/5627 | 926        | 300                     | Bekende probleemlocatie wateroverlast bij gemaal        |
| 411     | 3          | 418                     | Absoluut stelsel, afblijven                             |
| 385     | 9          | 225                     | Problemen met wateroverlast (i.h.b. bij hoogwater Maas) |
| 672     | 24         | 65                      | Kritisch gebied, moet altijd kunnen blijven afvoeren    |

# Eenvoudige regels → complex gedrag

Afvoer naar rwzi maximeren  
Bij hogere waterstanden hoger afvoerdebiet  
Vorrang voor binnendijkse gemalen zonder OB  
Inprik aftoeren als ontvangend stelsel vol staat  
OB inschakelen bij 80% vulling  
Setpoint moet technisch kunnen  
Na elke stap een bepaalde vertraging  
Afsluiters bij dwa naar binnen, bij rwa naar buiten  
Als neerslag wordt verwacht, blijft OB langer aan  
Rwa-max: hemelwatergemalen en buitendijks uit  
...





# 80/20-regel voor niet-standaard situaties

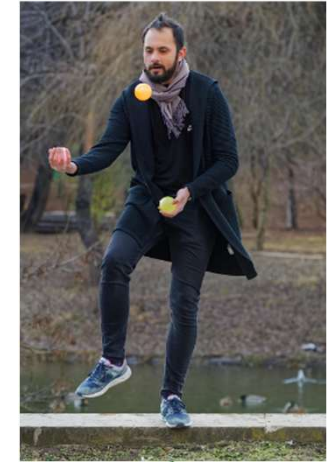
Wat als ...

- de stroom/communicatie uitvalt?
- werkzaamheden in het gemaal?
- pomp langere tijd buiten bedrijf?
- afsluiter in storing?
- werkzaamheden in het rioolstelsel?
- noodstop vanuit de rwzi?
- nieuwe softwareversie wordt 'ingeschoten'?
- persleidingbreuk?
- langere tijd onderprestatie van gemaal?
- oppervlaktewatergemaal op dezelfde persleiding / debietmeting?
- gemaalrenovatie?
- ...

Procesbeheerders met  
'Fingerspitzengefühl'  
hielden alle ballen in  
de lucht

'Domme' regel-  
gebaseerde sturing  
doet dat niet meer

Wat nu?



# Regelgebaseerde sturing beter dan AI?

Tot nu toe lukt het ons om te herleiden wat er is gebeurd en waarom  
(Complex gedrag herleid tot de onderliggende sturingsregels)

→ Nieuwe inzichten over CAS en over het systeem

- Aannames in het ontwerp klopten niet
- Hier en daar een foutje in de code
- Gemaalregelaar niet altijd optimaal
- Dwa- en rwa-belasting anders dan aangenomen / berekend

Door inzichten mogelijk om aanpassingen in de regeling te doen  
(correcties, finetuning)

CAS met open, regelgebaseerd ontwerp leidt tot meer inzicht en maakt  
gerichte verbeteringen mogelijk, i.t.t. zelflerende black box



# Zoeken naar de balans

- Beperkt aantal functies/regels
- Begrijpelijk
- Beheersbaar



- Uitgebreide functionaliteit
- Complexiteit
- Afnemende beheersbaarheid



A photograph of a running track on a foggy day. The track is reddish-brown with white lane markings. In the foreground, the numbers '3' and '4' are painted on the track surface. The background is hazy and indistinct.

*Een goed ontwerp is pas het  
vertrekpunt.*

*Neem ruim de tijd voor  
implementeren, testen,  
monitoren en inregelen.*





*'De menselijke factor' is  
belangrijker dan de techniek*

*(ook bij CAS 2.0, duh)*

# Bedankt voor uw aandacht.

**Erik Liefting.**

Adviseur stedelijk water.

0618976268 | [e.liefting@rotterdam.nl](mailto:e.liefting@rotterdam.nl) | [erik.liefting@urbanwater.nl](mailto:erik.liefting@urbanwater.nl).



Gemeente  
Rotterdam