



Internet of Water

Flanders

Aan de slag met live data over waterkwaliteit

De toepassingen van real-time data Overstorten

8 december 2022
Mechelen



Met steun van

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen

Uitgevoerd door

umec



VLAKWA

VLAAMSE
MILIEUMAATSCHAPPIJ





Verloop

01

Introductie

Youri Amerlinck (Aquafin)

02

Internet of Water Flanders – Online data overstorten

Youri Amerlinck (Aquafin)

03

Impact en kwantificering van overstorten

Geert Dirckx (Aquafin)

04

Wat kunnen we leren van online waterkwaliteitsmetingen over de impact van overstorten?

Marijke Van Gansbeke (VMM)

05

Detectie van overstort events o.b.v. sensorische metingen in de waterloop

Nele Desmet (VITO)



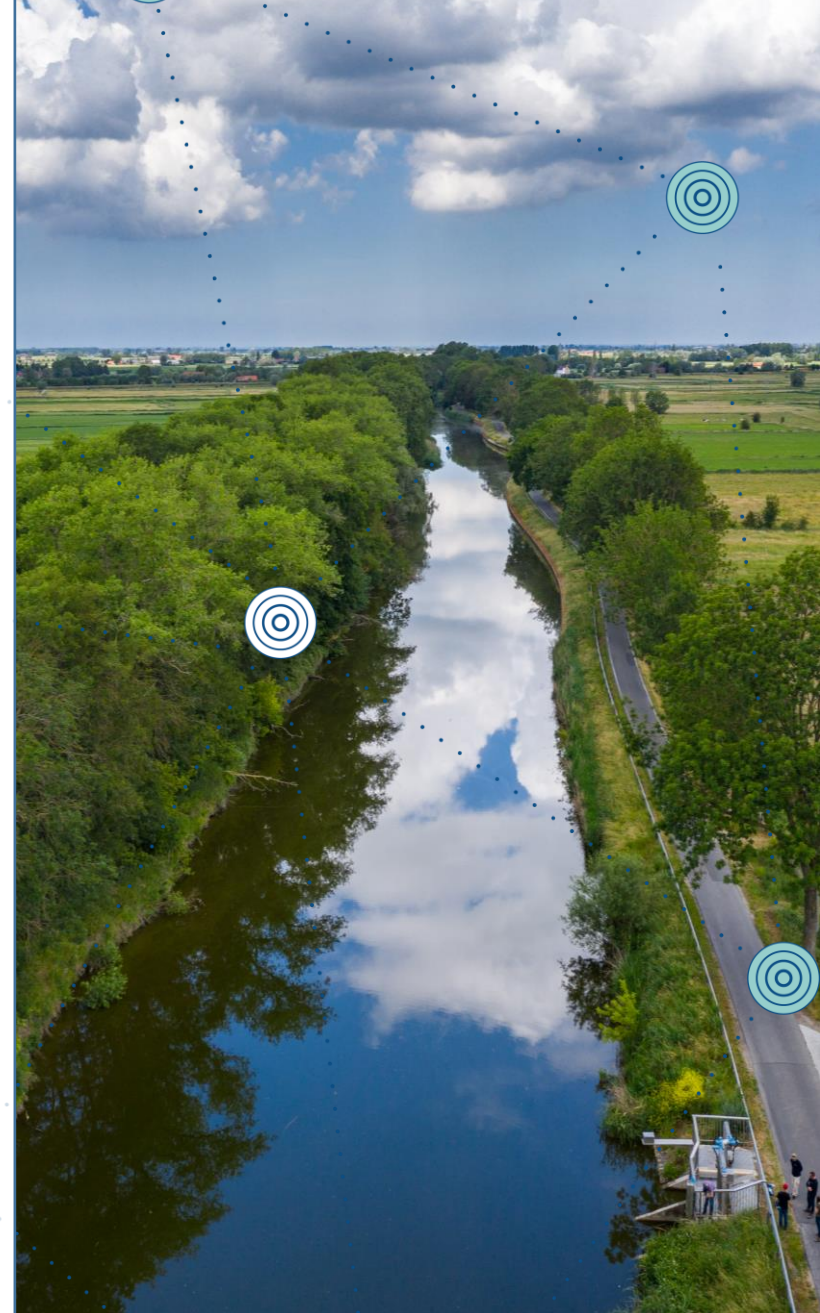
Intro



Youri Amerlinck

R&D

youri.amerlinck@aquafin.be



**Internet
of Water**
Flanders



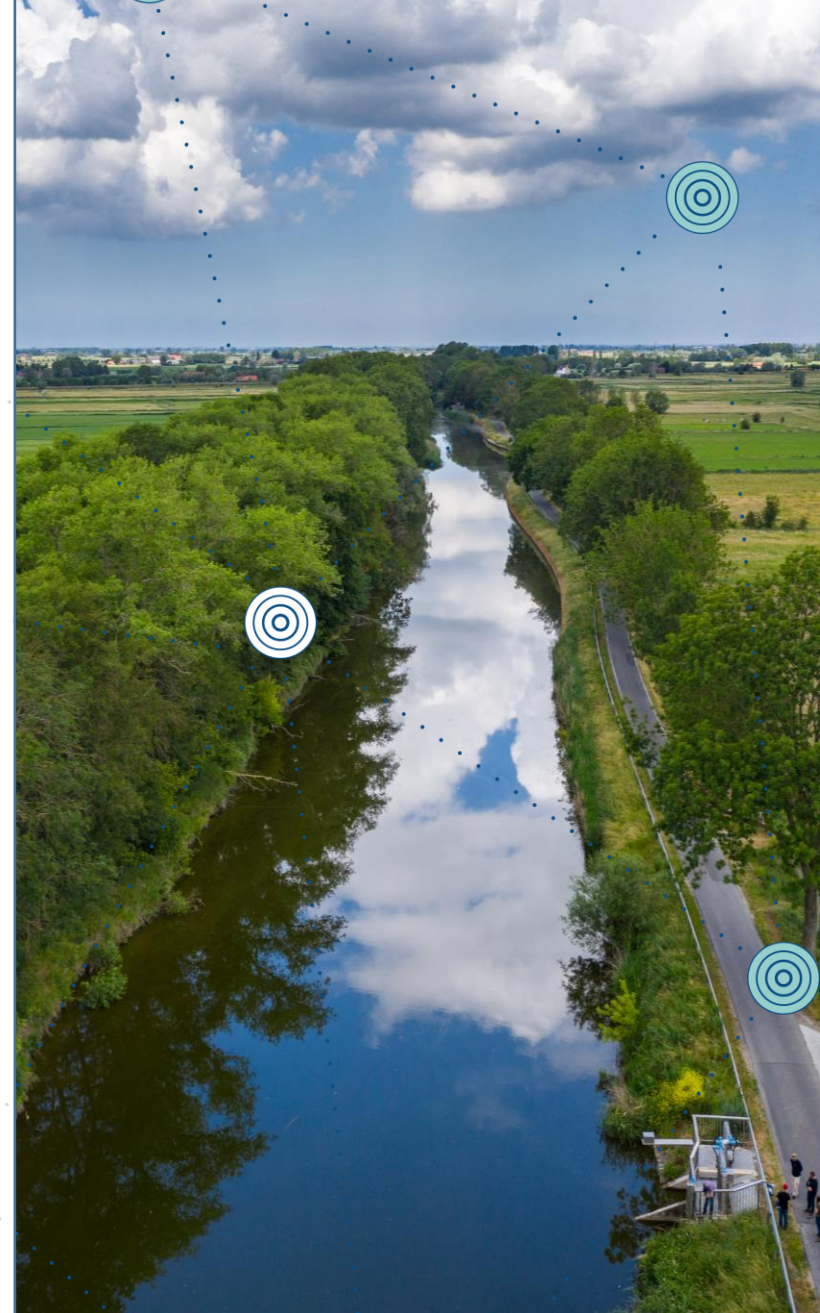
Online data voor overstorten



Youri Amerlinck

R&D

youri.amerlinck@aquafin.be



Internet
of Water
Flanders



Met steun van

AGENTSCHAP
INNOVEREN &
ONDERNEMEN



Vlaanderen
is ondernemen

Uitgevoerd door

umec



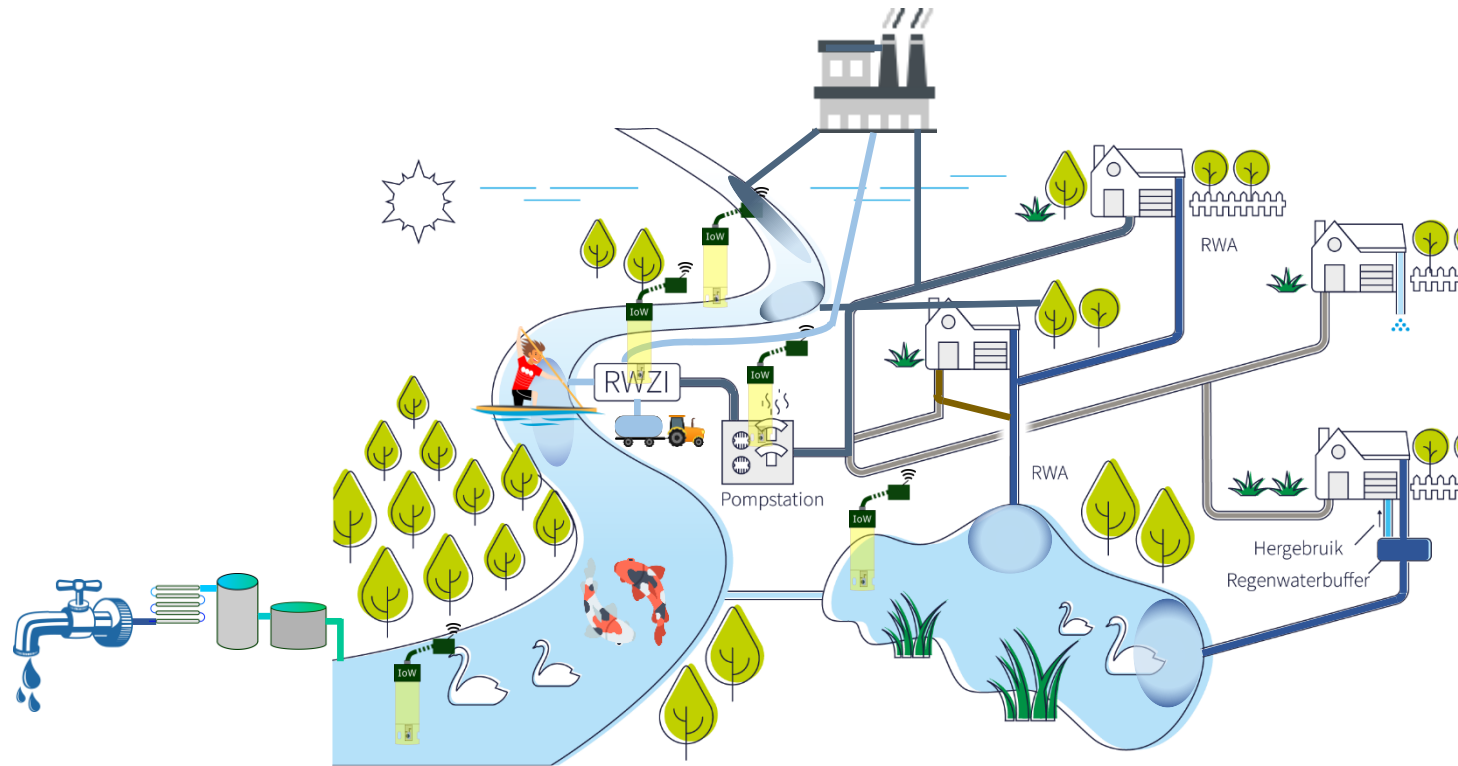
De Watergroep
WATER. VANDAAG EN MORGEN.

VLAKWA

VLAAMSE
MILIEUMAATSCHAPPIJ

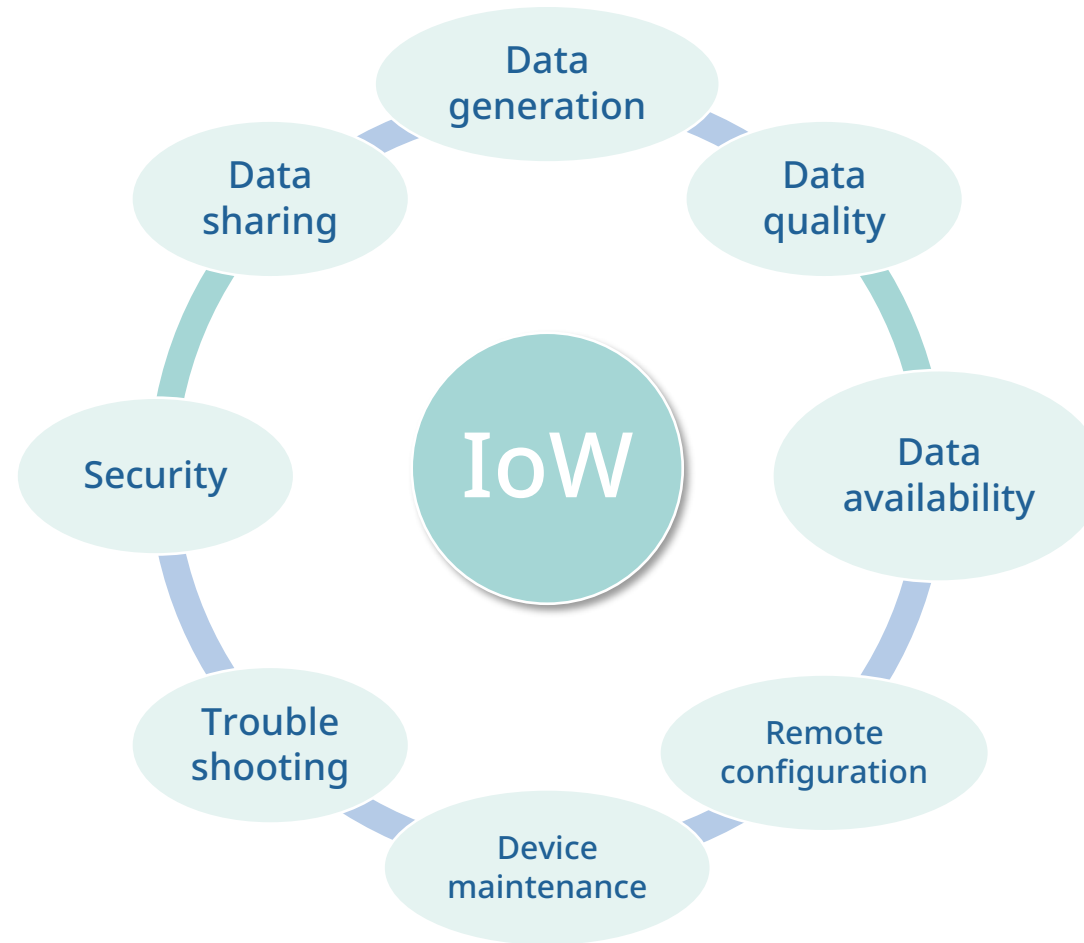
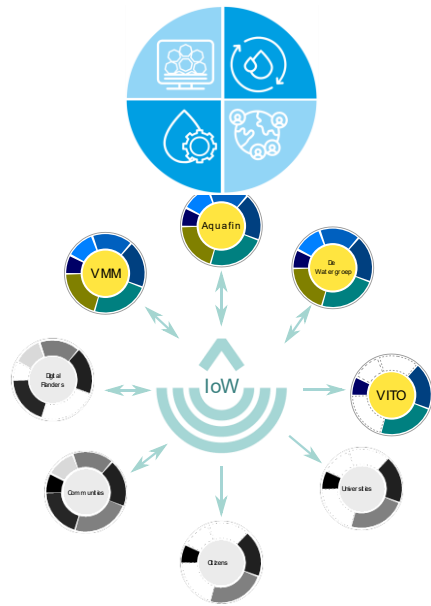


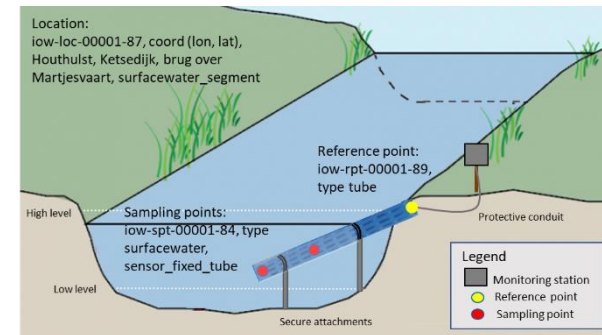
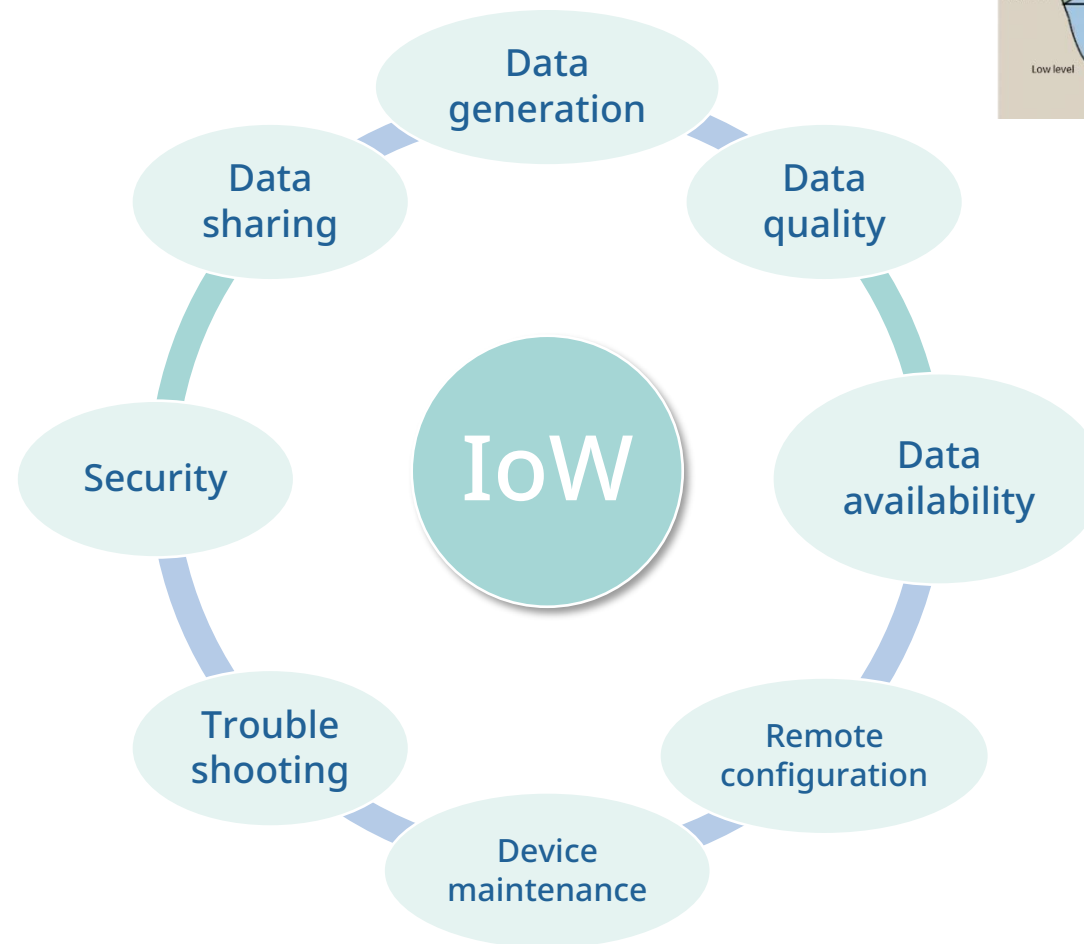
Waterkwaliteitsmonitoringnetwerk



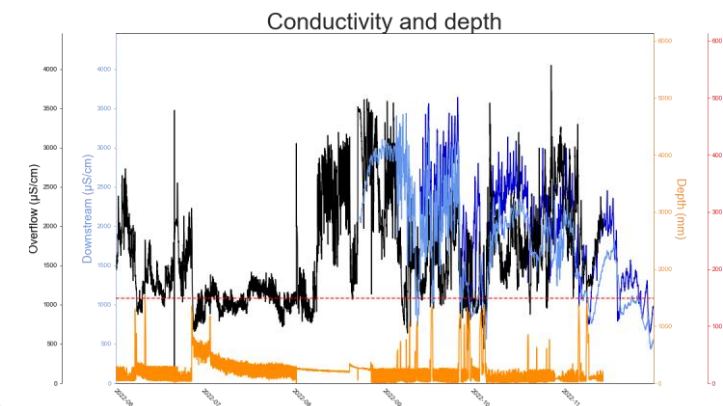
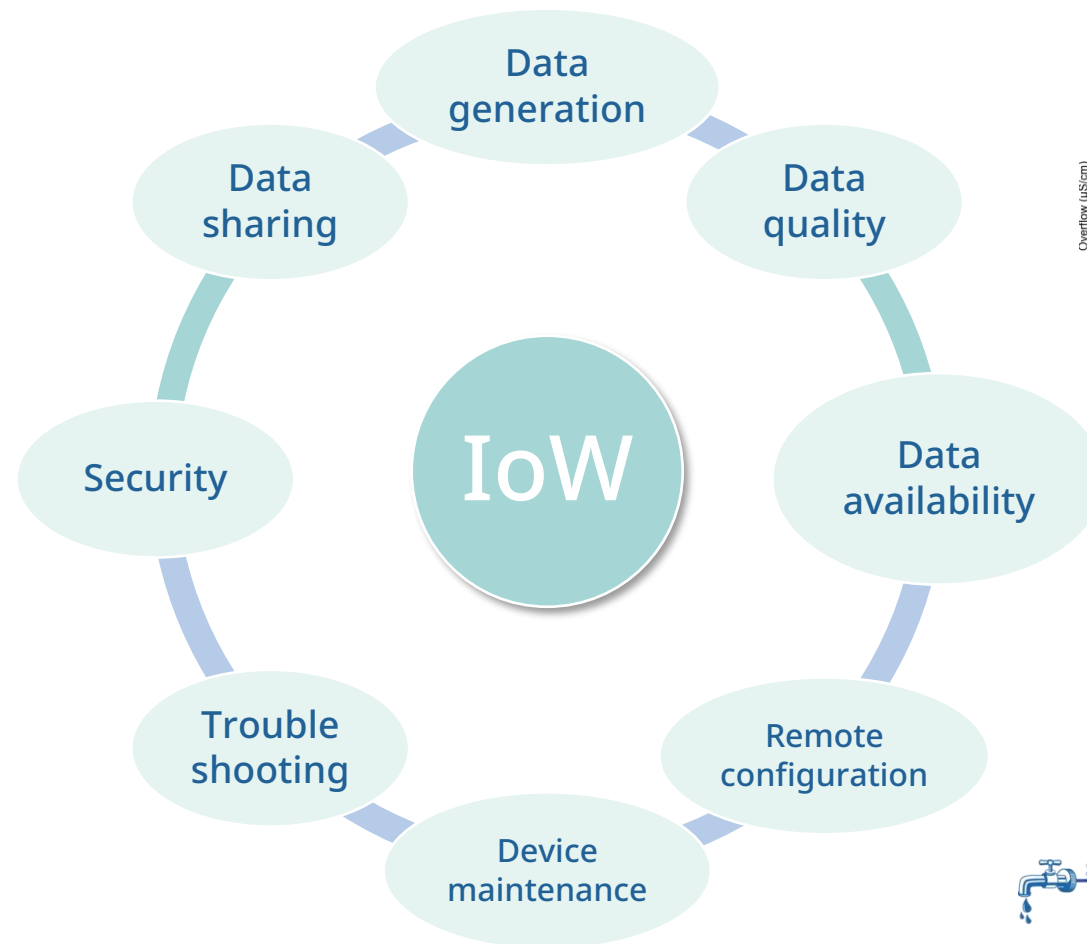
INTEGRALE BENADERING VOOR WATERBEHEER

IoW & Aquafin infrastructuur

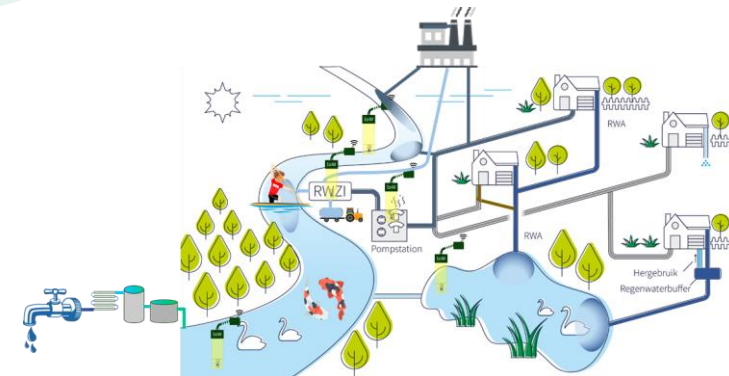




- Data governance
- Metadata
- Standaarden

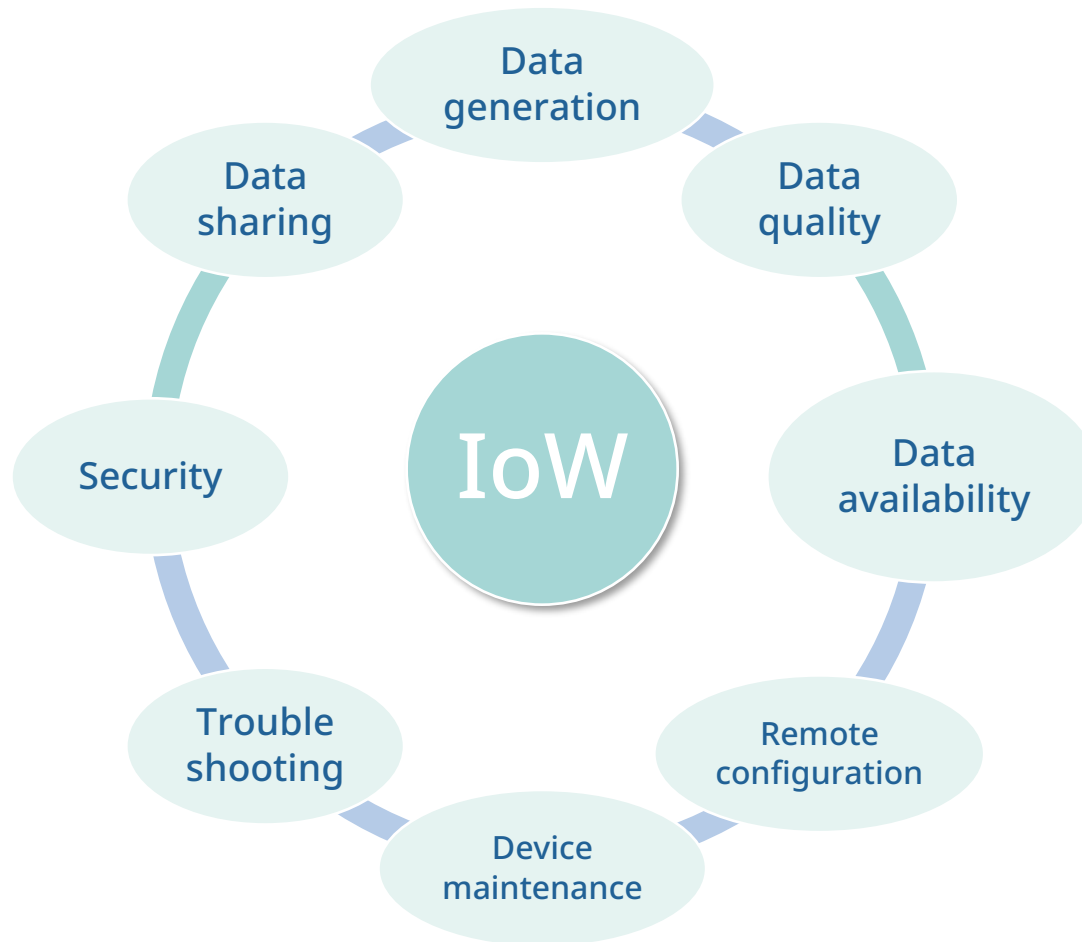


Case studies



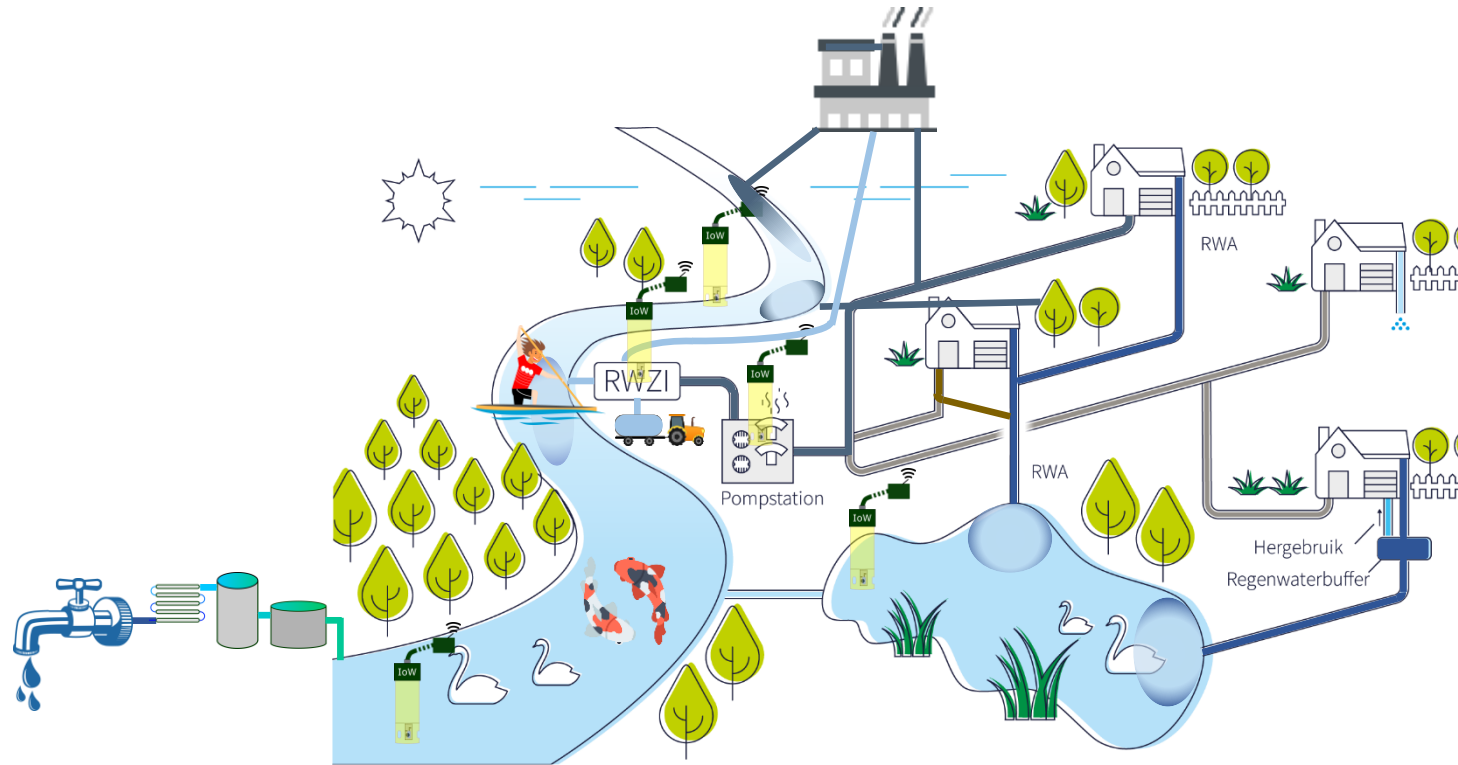


Installatie, onderhoud
& testen van sensors

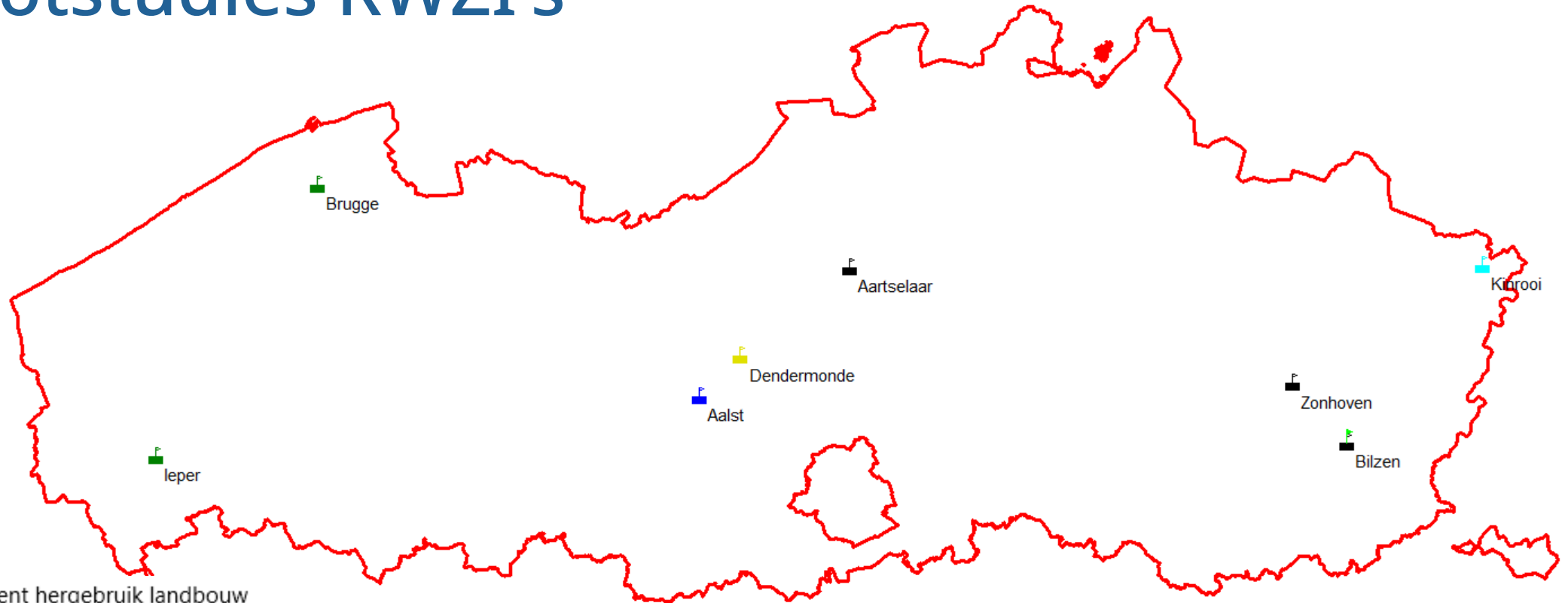


Waterkwaliteitsmonitoringnetwerk

In functie van RWZI-effluent



Pilootstudies RWZI's



- ✓  Effluent hergebruik landbouw
- ✓  Effluent hergebruik drinkwater
- ✓  Impact op Verzilting
- ✓  Impact op Oppervlaktewater
- ✓  Modellerings
- ✓  Validatie NO3 Sensor

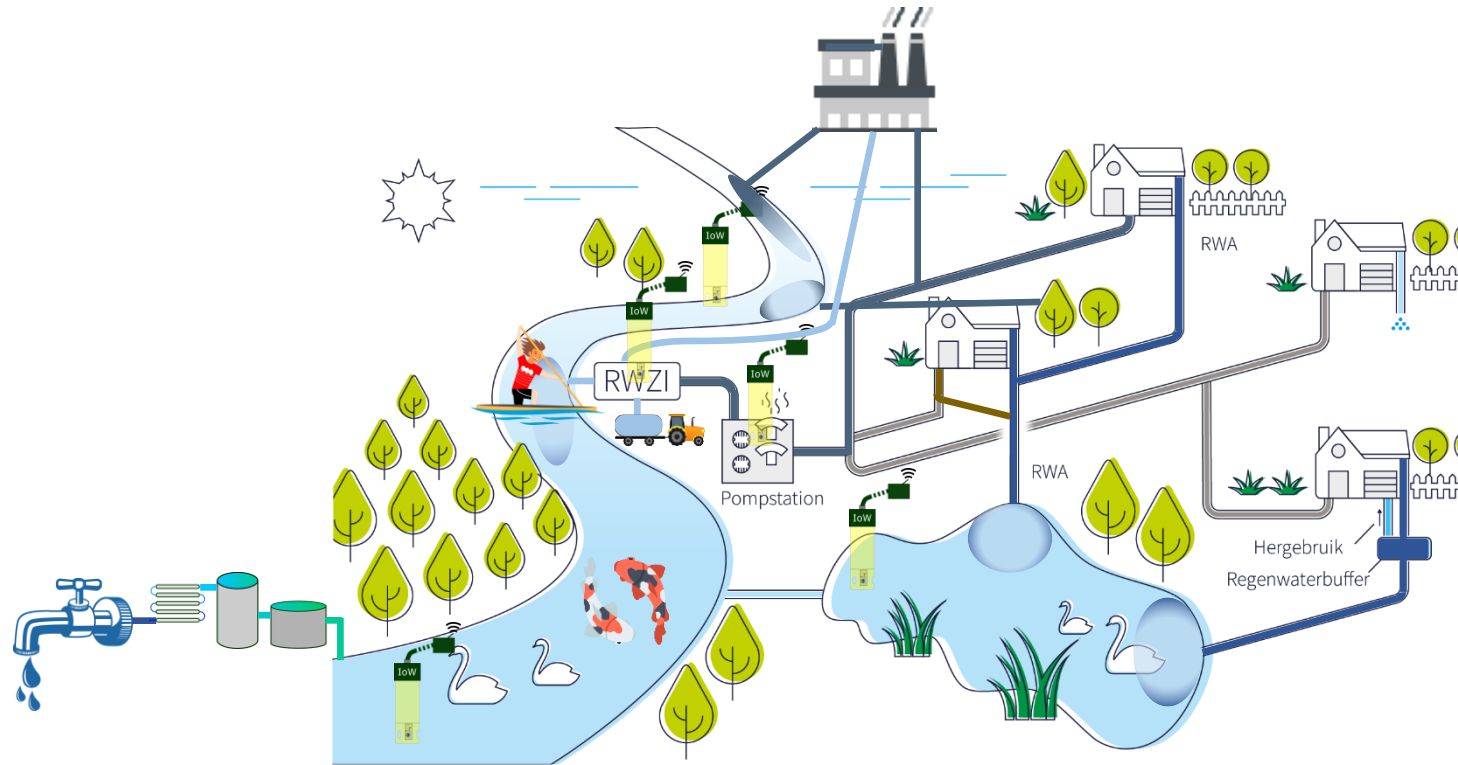
Pilootstudies RWZI's

Naam	Influent kanaal				Effluent kanaal				Influent regenbezinktank				Effluent regenbezinktank				Actief slibbekken				Spuislib			
RWZI Aalst					EC	NO ₃	pH																	
RWZI Aartselaar		NO ₃	pH																					
RWZI Boechout					EC			Tur																
RWZI Brugge	EC				EC	NO ₃	pH																	
RWZI Ieper	EC				EC	NO ₃	pH																	
RWZI Kinrooi					EC	NO ₃	pH																	
RWZI Tervuren									EC			Tur	EC			Tur								
RWZI Zonhoven	EC		pH		EC	NO ₃	pH										EC				EC			

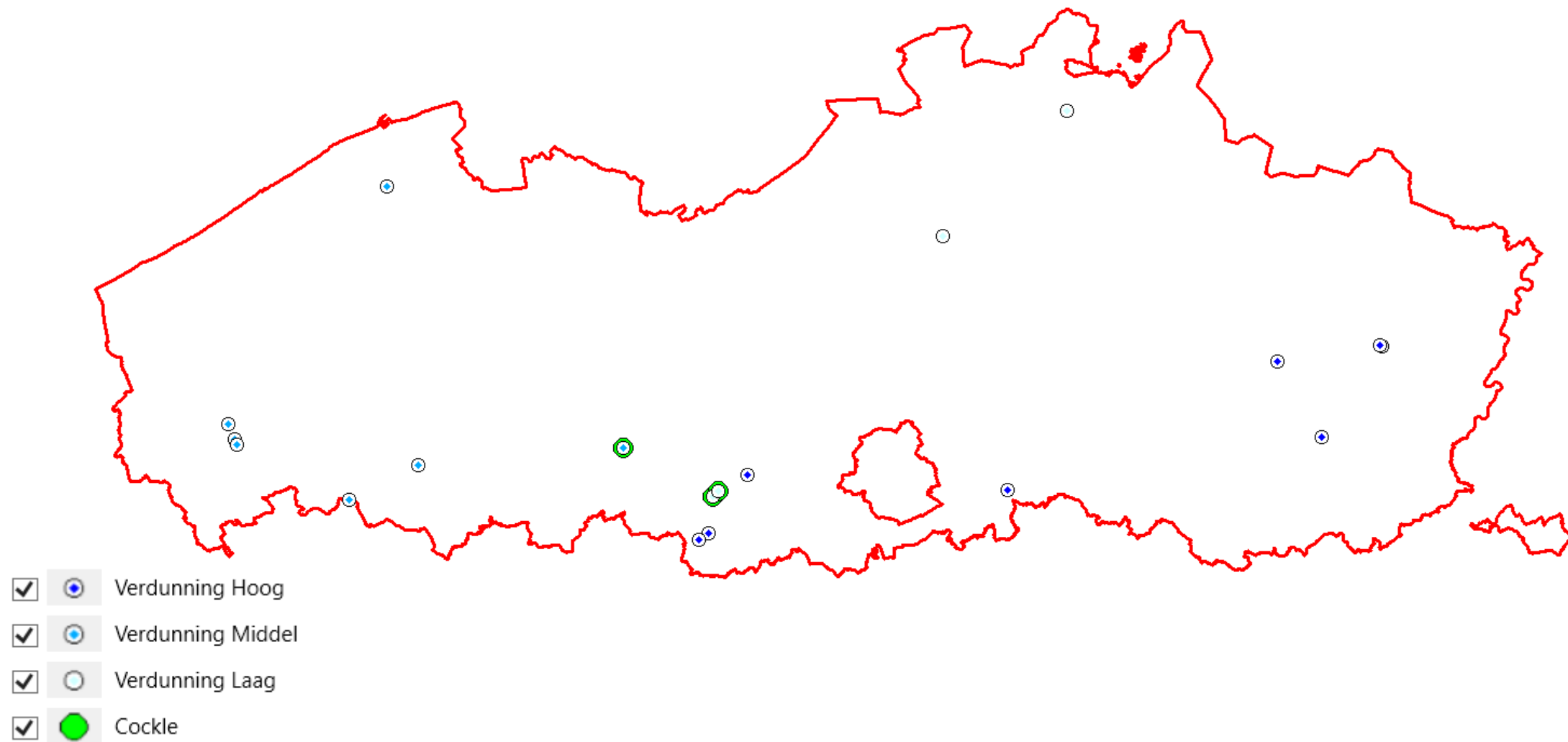
EC	pH	Nitraat	Turbiditeit
30	7	6	8

Waterkwaliteitsmonitoringnetwerk

In functie van overstortwerking



Pilootstudie: Overstorten



Pilootstudie: Overstorten

#	MP_nr	NAAM	ZUIVERINGSGEBIED
19	232	MEERBEKE DEBODT	NINOVE
20	233	MENEN NOORDKAAI	MENEN
24	266	IEPER RWZITRIS	IEPER
25	280	DENDERLEEuw DORP	LIEDEKERKE
26	282	HARELBEKE RWZI	HARELBEKE
31	324	BRUGGE PATHOEKE	BRUGGE
32	330	IEPER OOSTKAAI	IEPER
36	344	GALMAARDEN GERAARDBERGSE	GALMAARDEN
40	369	NEERIJSE RWZI	HULDENBERG
42	417	RIJKEVORSEL KOEKHOVEN	HOOGSTRATEN
44	453	ZOLDER LAAR	ZOLDER
46	465	STLAMBRECHTS-H GROOT	WIMMERTINGEN
57	534	VIANE EDINGSE	GALMAARDEN

Pilootstudie: Overstorten

Cockle+

#	MP_nr	NAAM	ZUIVERINGSGEBIED
2	27	VELZEKE PADDE	ZWALM
28	295	ZANDBERGEN RWZI	ZANDBERGEN
56	532	APPELTERRE-E NEER	ZANDBERGEN

Reeds aanwezig

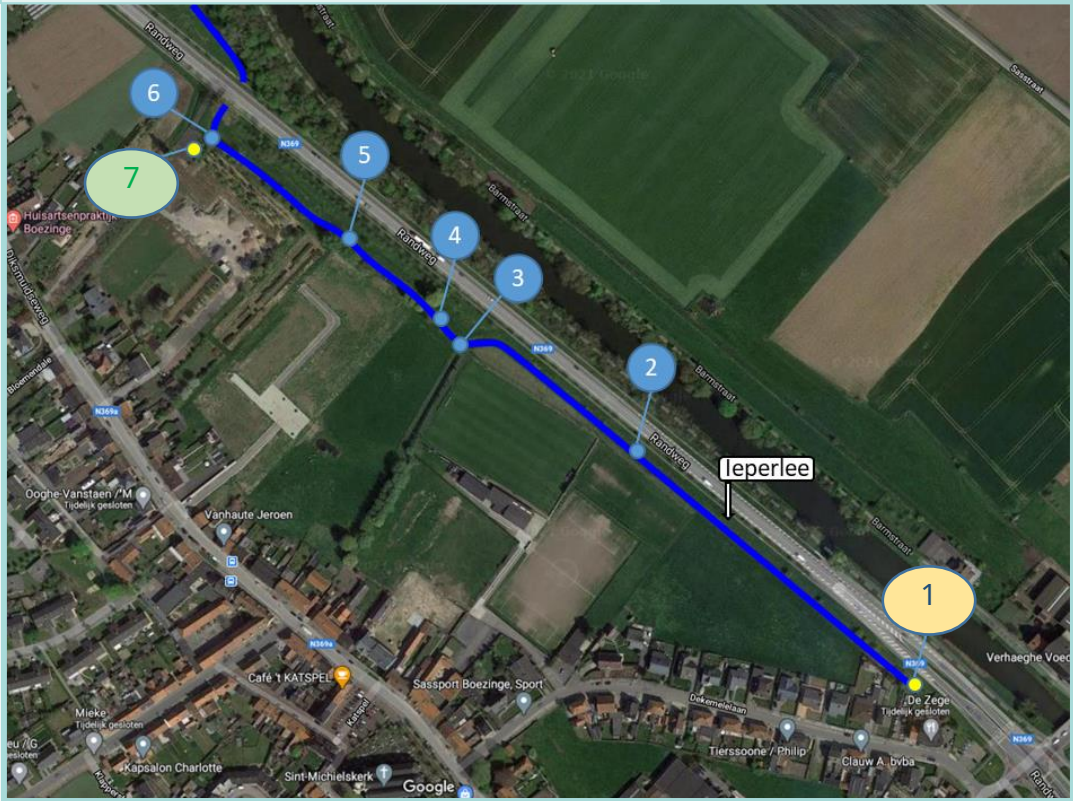
#	MP_nr	NAAM	ZUIVERINGSGEBIED
12	164	POMPSTATION RANDWEG BOEZINGE	IEPER
15	190	POMPSTATION ZESTIENHUIZENSTRAAT	GENK

Overstort bij Pompstation randweg Boezinge

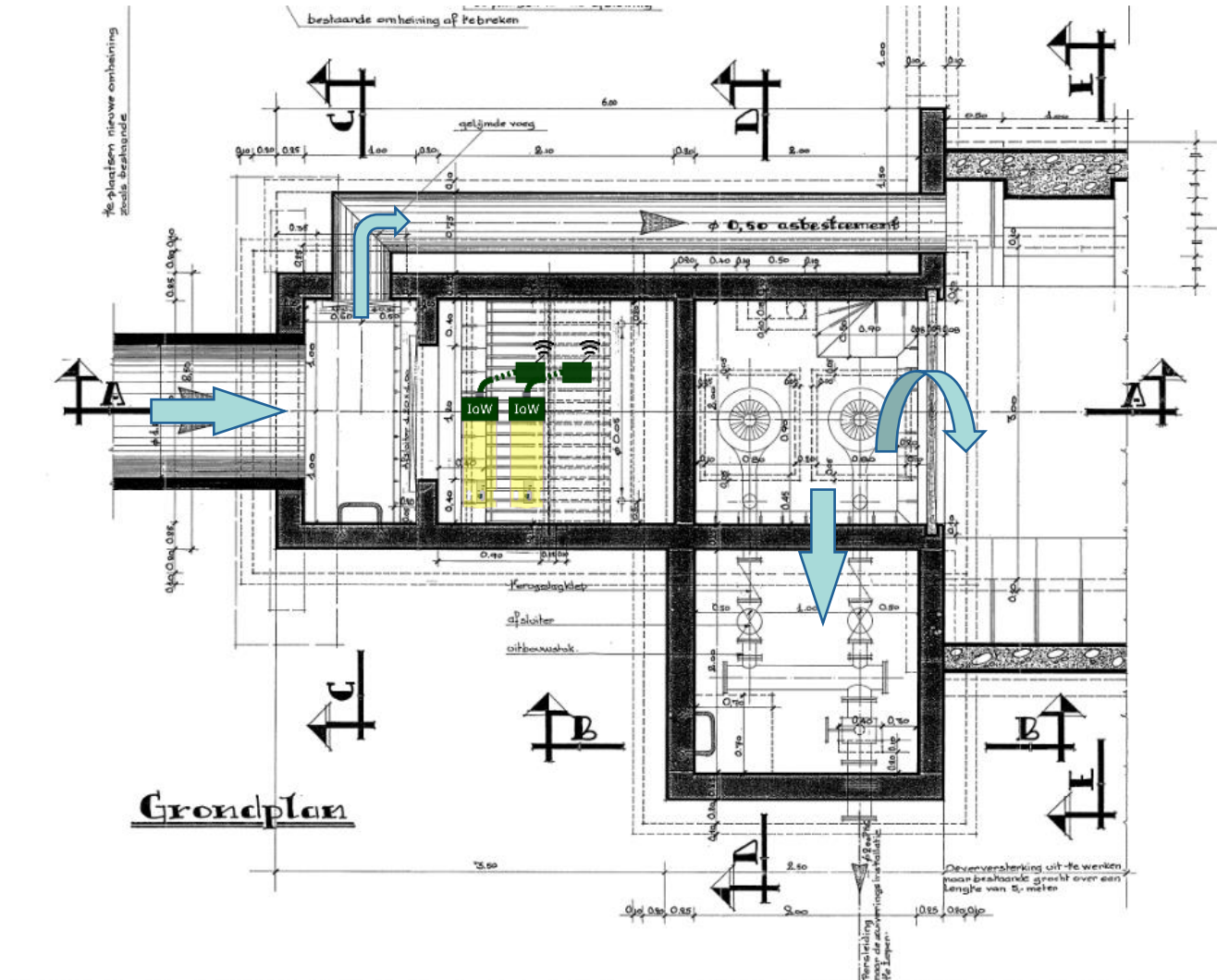


Stroomafwaarts

Stroomopwaarts

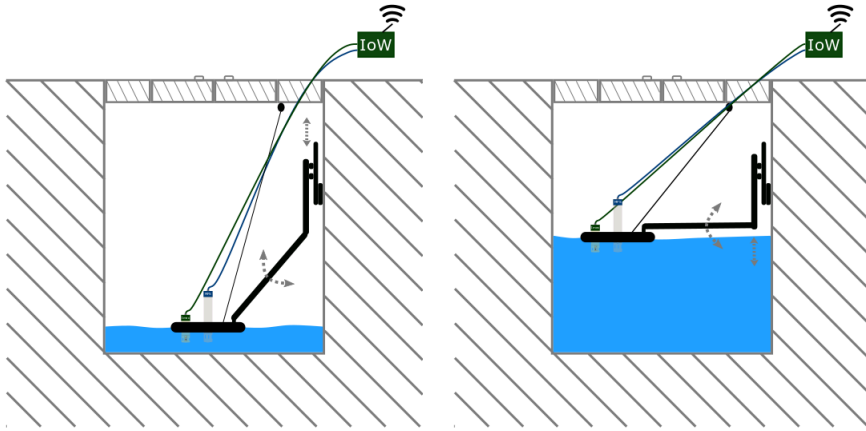


Overstort bij Pompstation randweg Boezinge

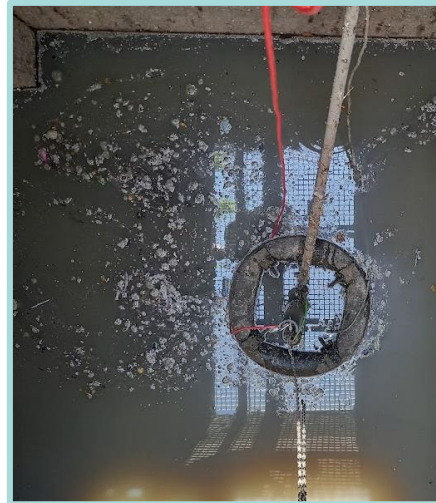
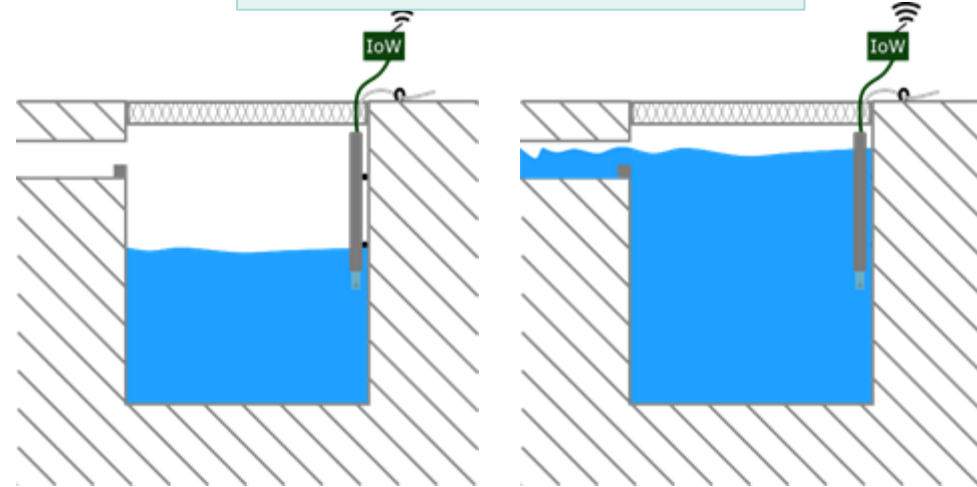


Overstort bij Pompstation randweg Boezinge

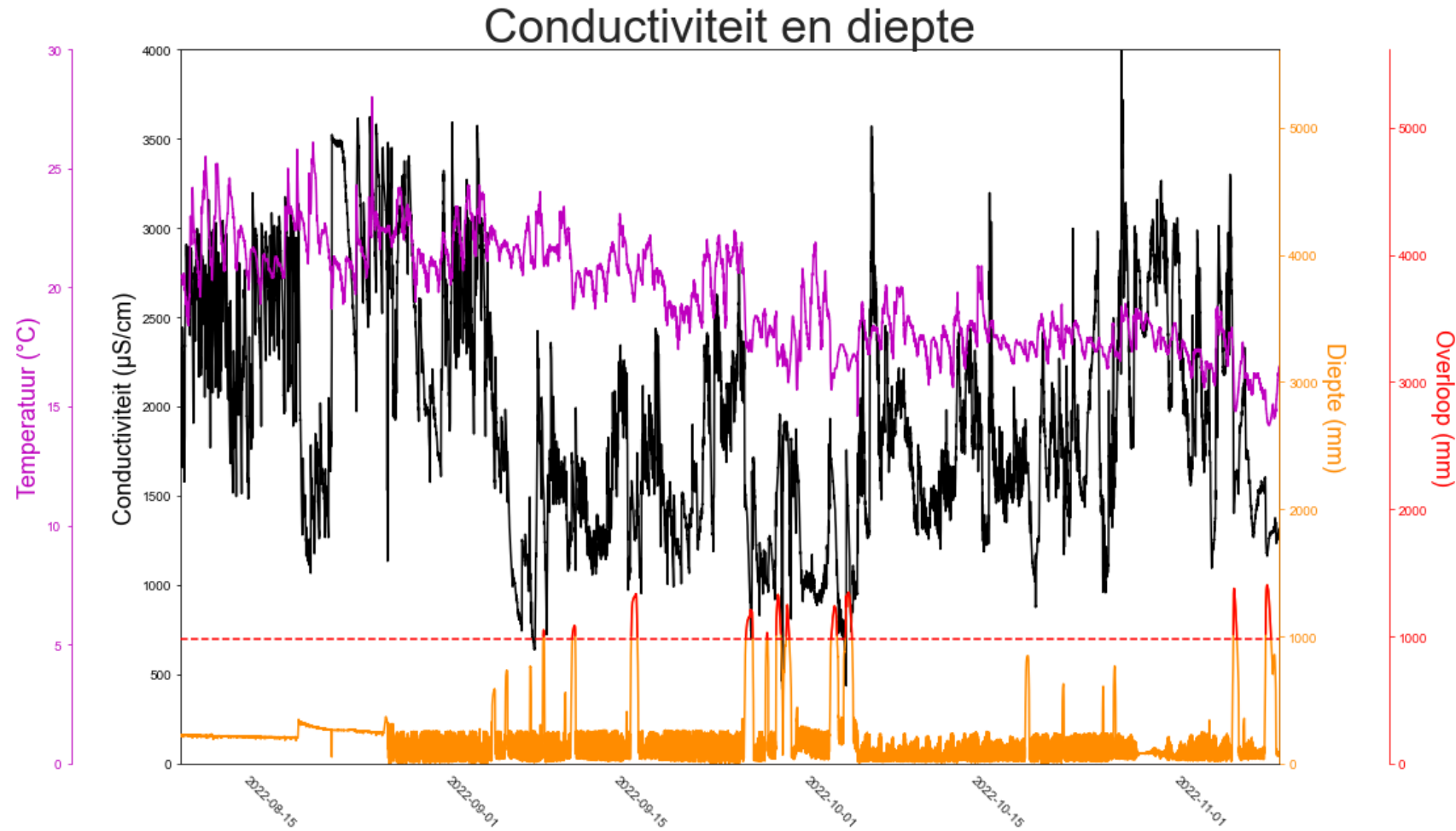
Flottende installatie



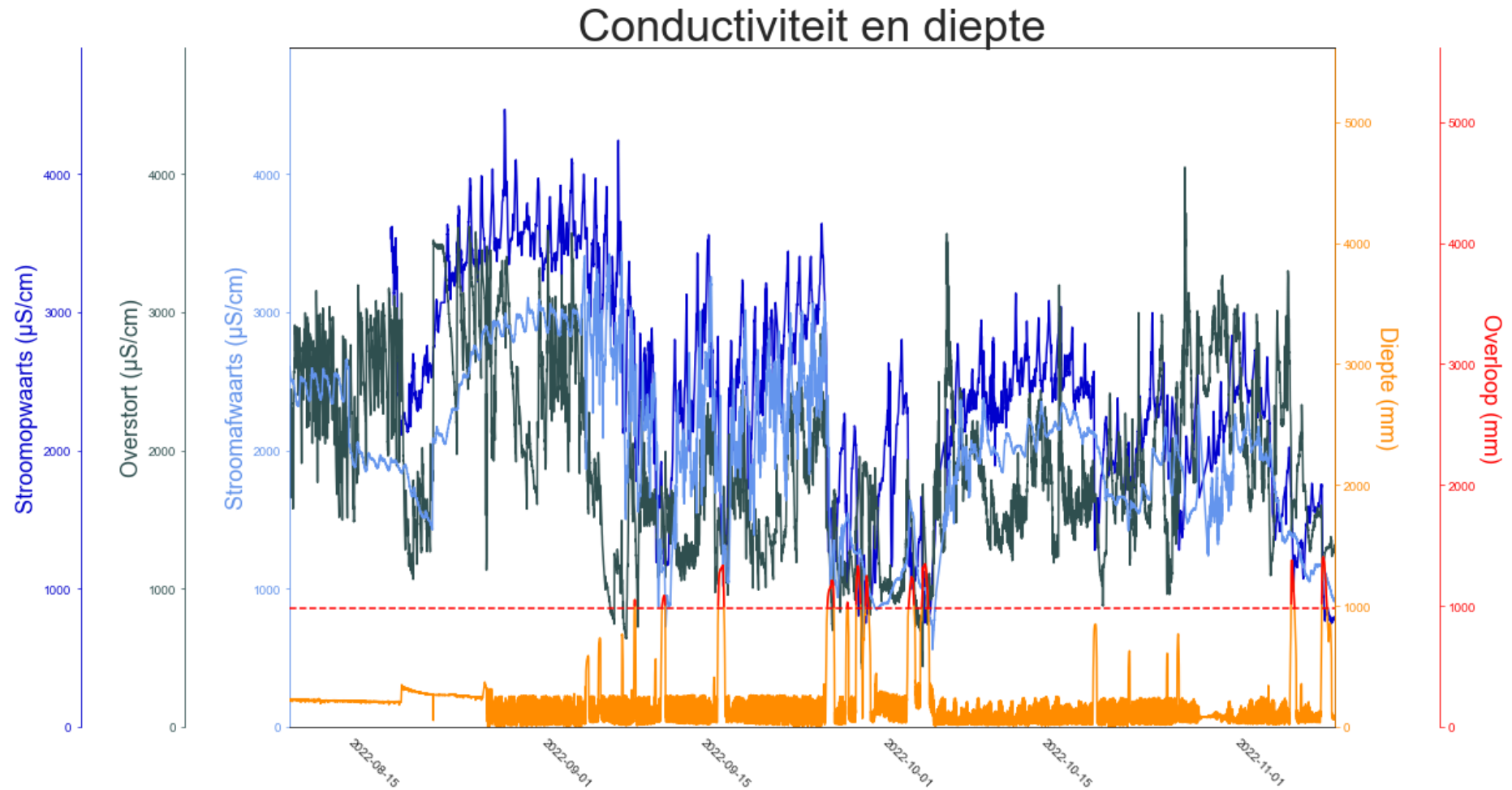
Vaste installatie



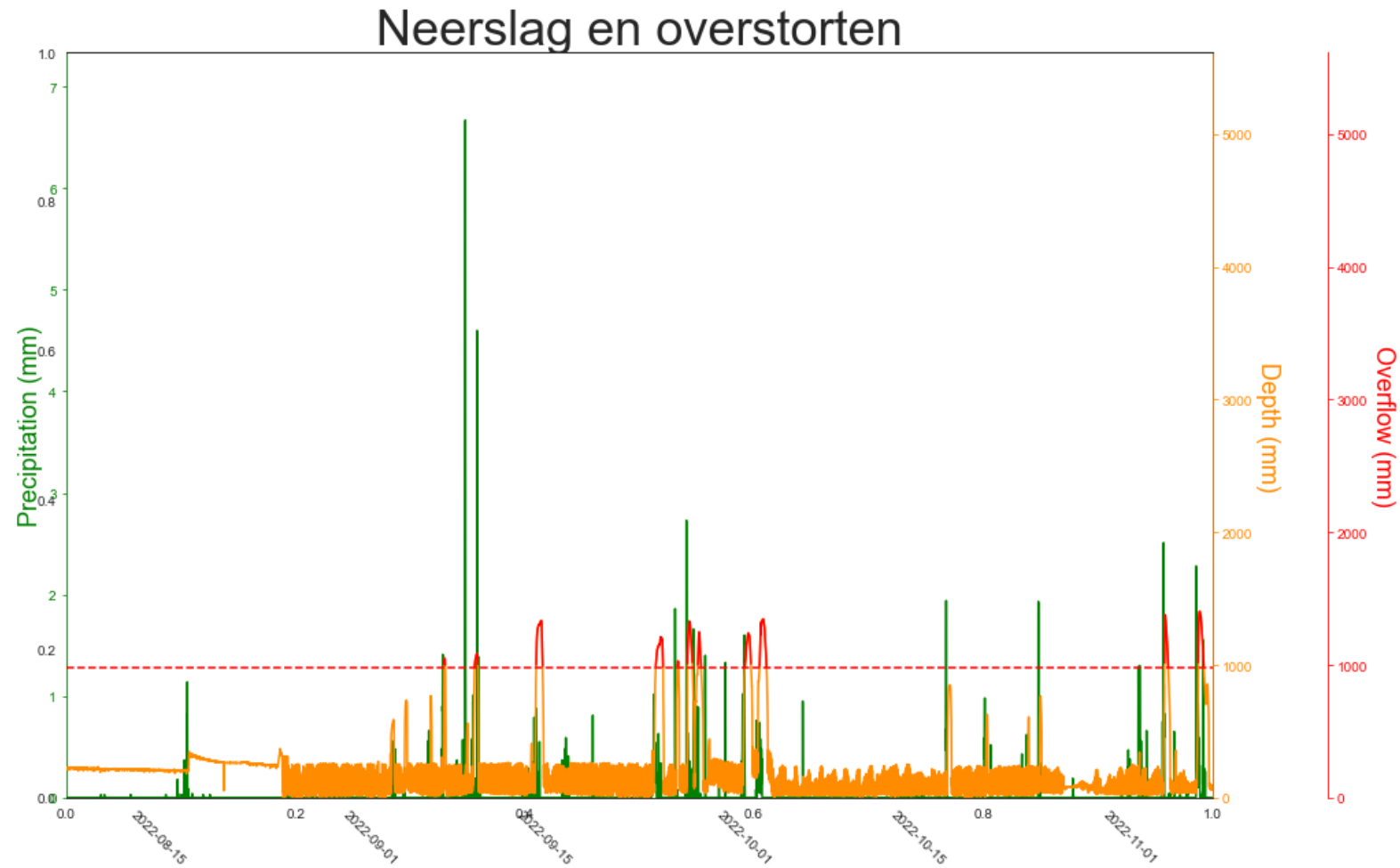
Overstort bij Pompstation randweg Boezinge



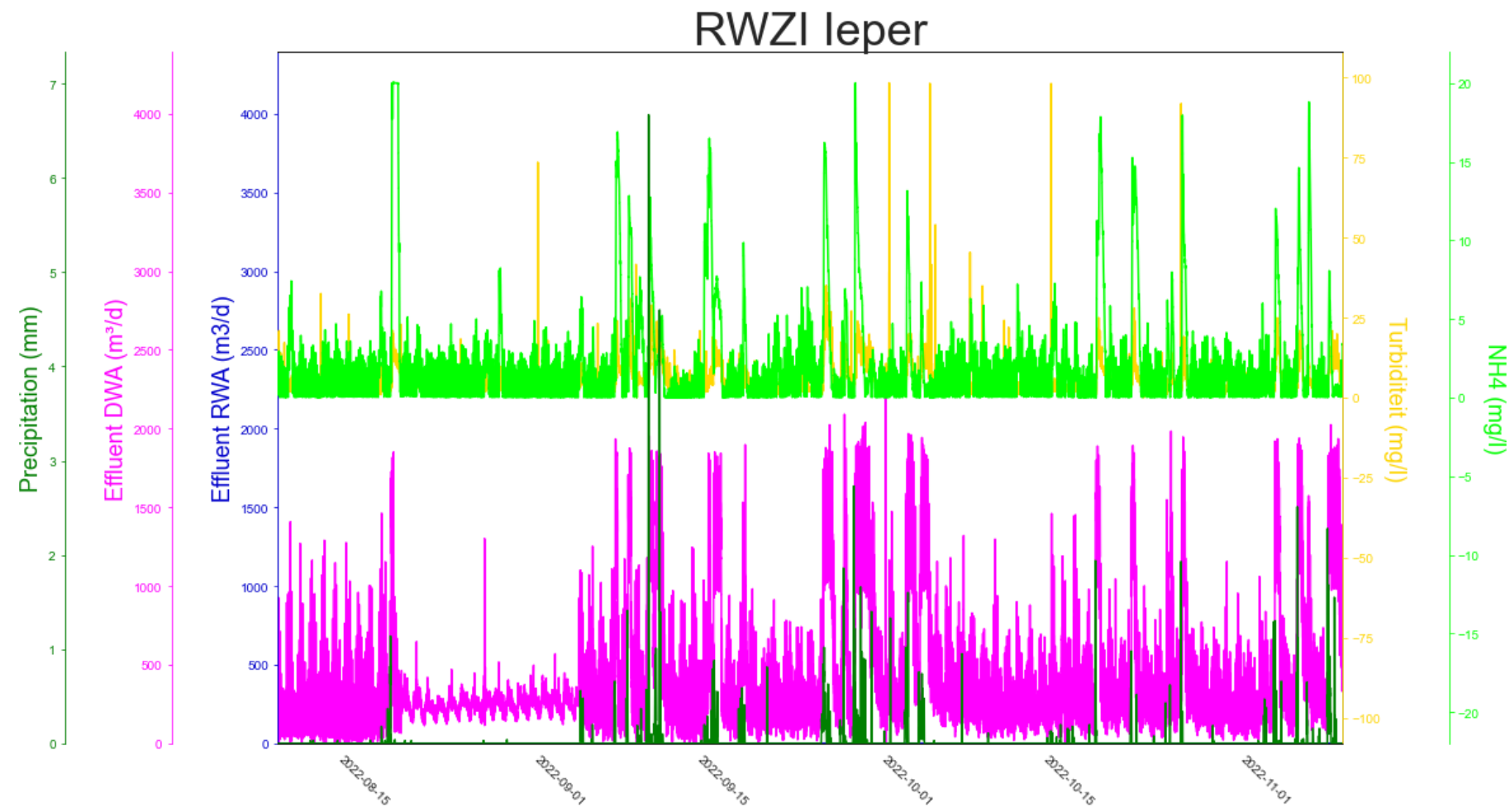
Ieperlee bij Pompstation randweg Boezinge



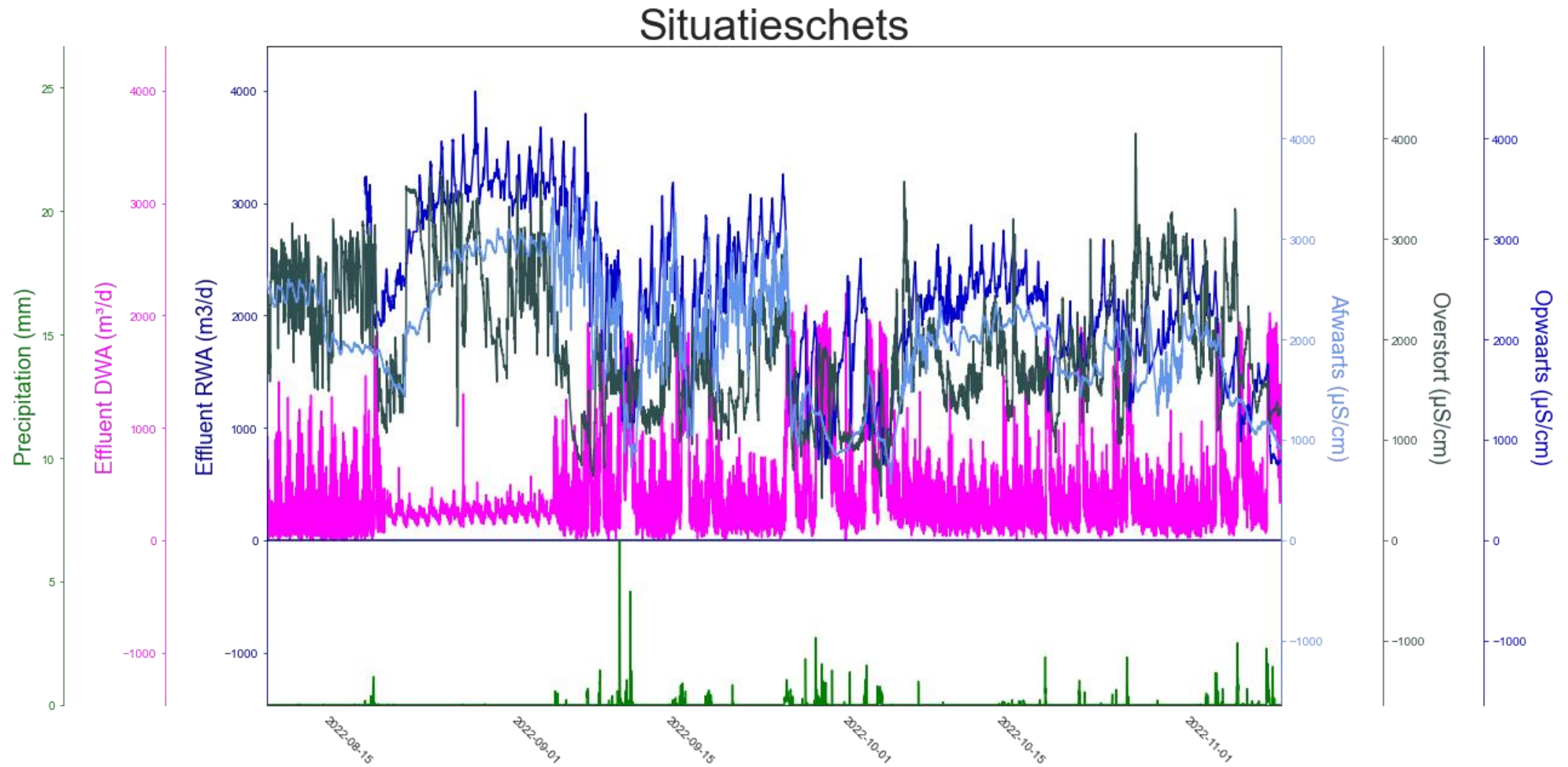
Ieperlee Neerslag



Ieperlee Neerslag



Ieperlee overzicht





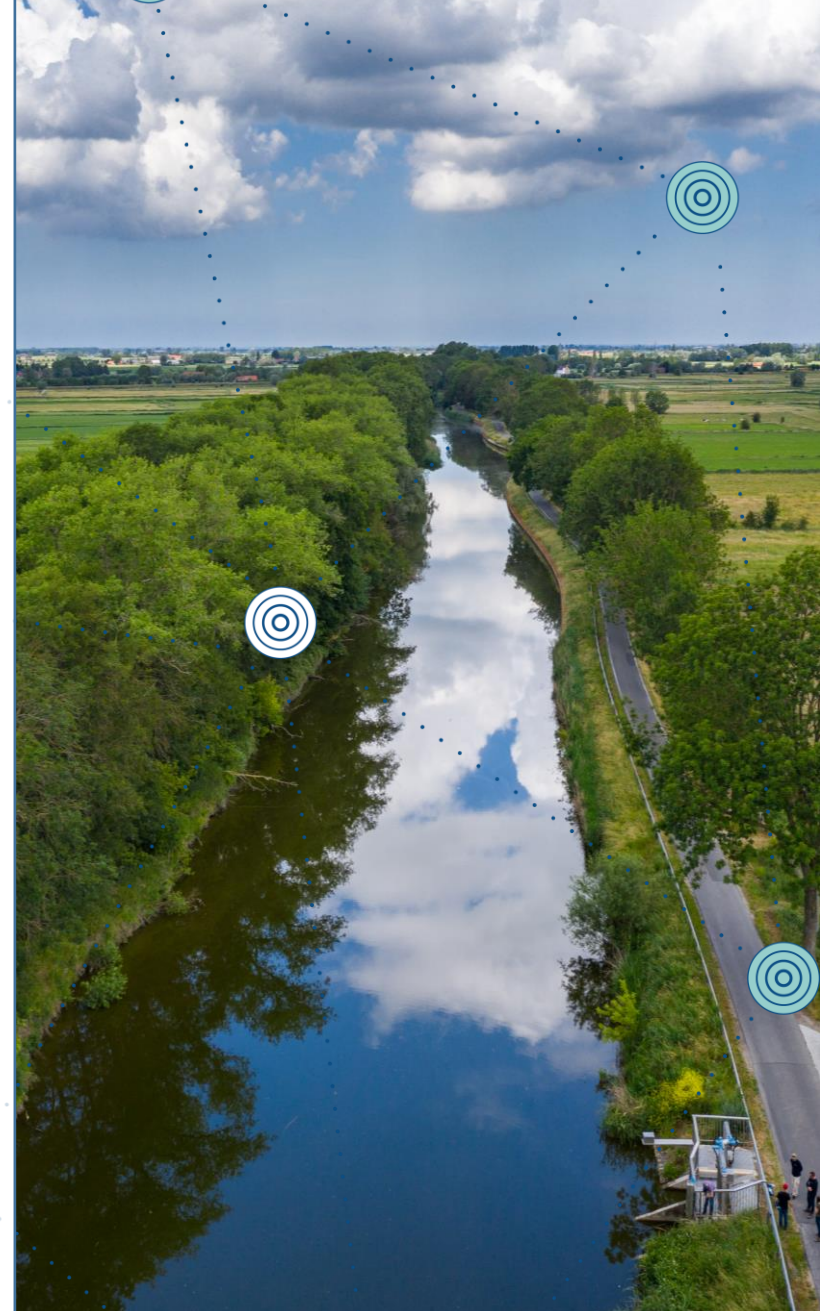
Impact en kwantificering van overstorten



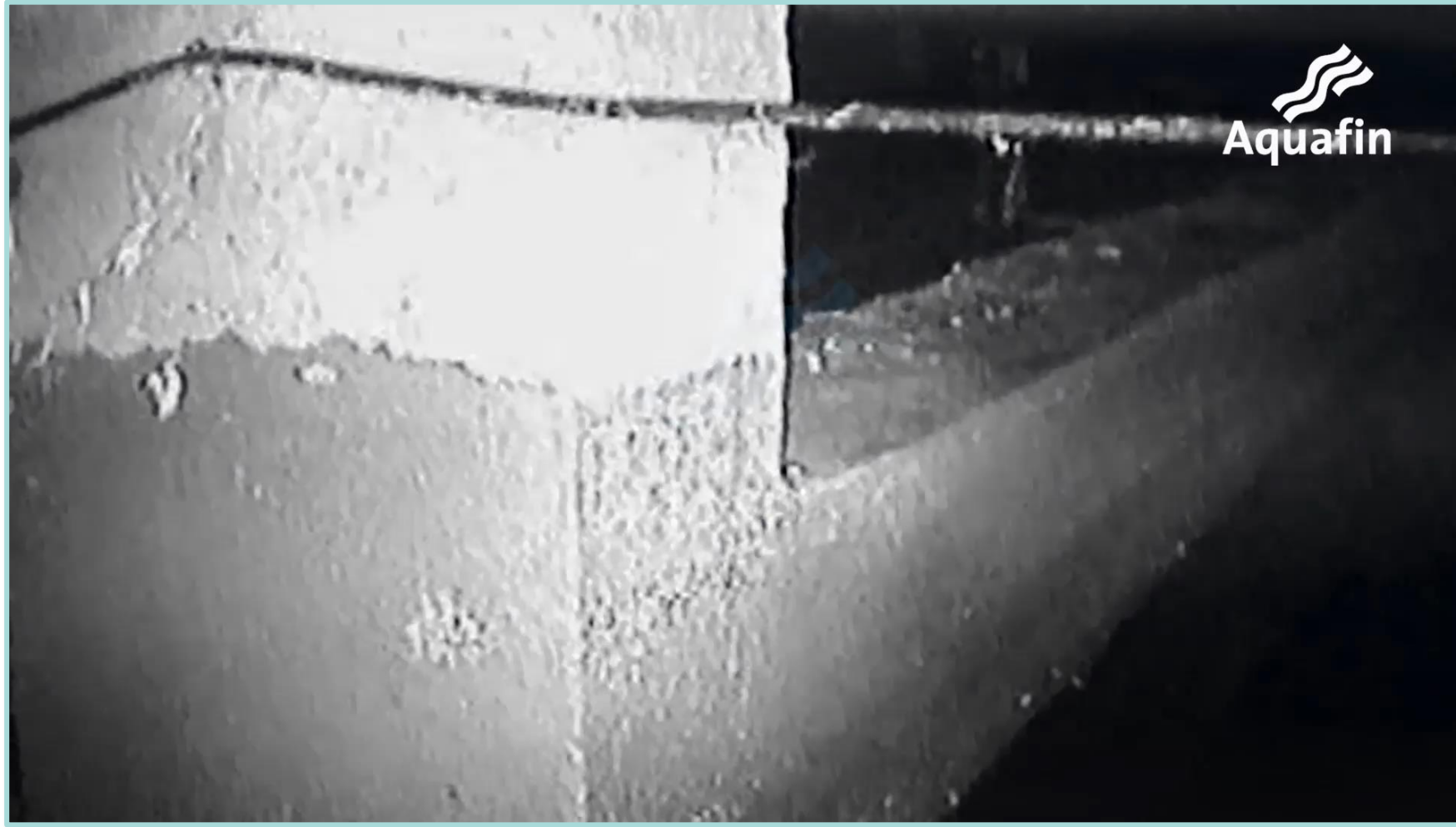
Geert Dirckx

Programmacoördinator Overstorten

geert.dirckx@aquafin.be



Werking van een overstort

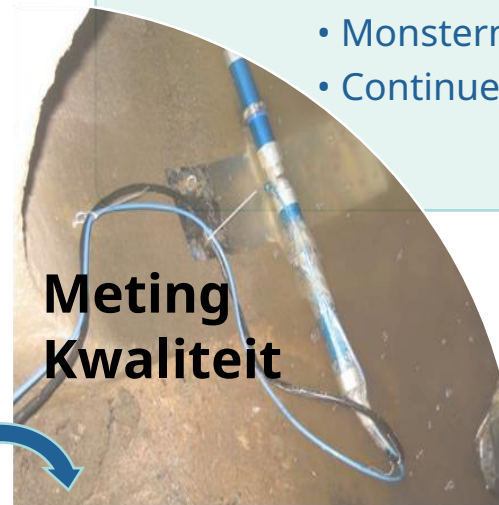


- h: makkelijk+ betrouwbaar
- Q: moeilijk- onmogelijk
- $h \rightarrow Q$ (formule Poleni)

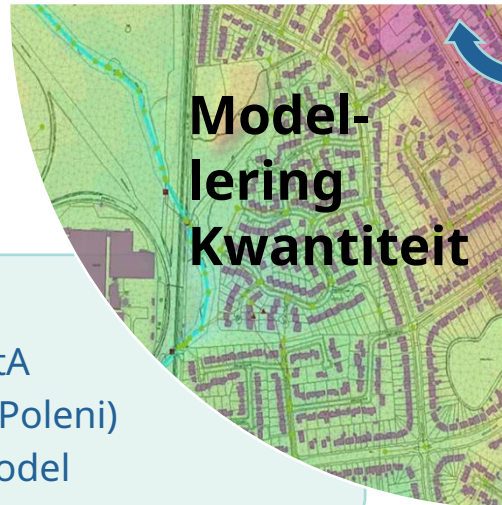


**Meting
Kwantiteit**

- Zeer arbeidsintensief
- Monsternamen
- Continue meting

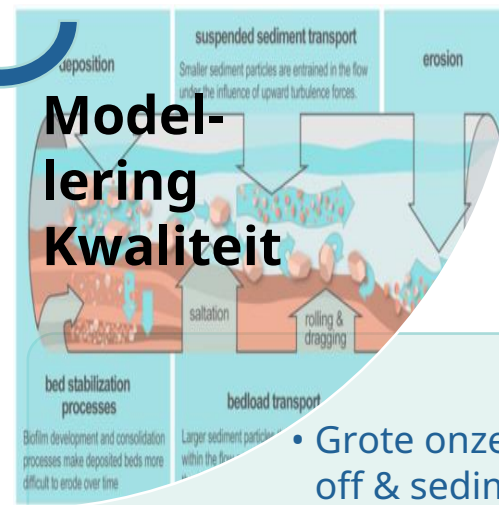


**Meting
Kwaliteit**



**Model-
lering
Kwantiteit**

- Waterpeilen SotA
- Debieten SotA (Poleni)
- Detail vs. bakmodel



**Model-
lering
Kwaliteit**

- Grote onzekerheden wash-off & sedimenttransport
- Alternatieven vb. CSO generator

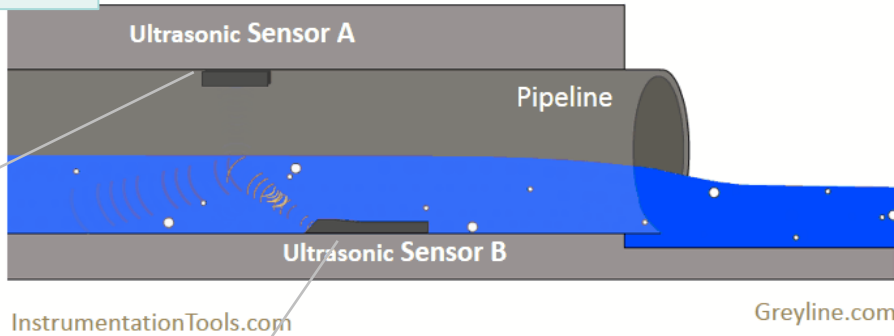
Kwantificering: Meting Kwantiteit

Waterpeilen: makkelijk en betrouwbaar

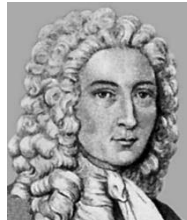
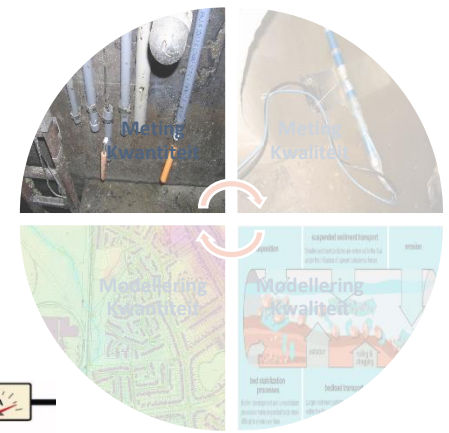
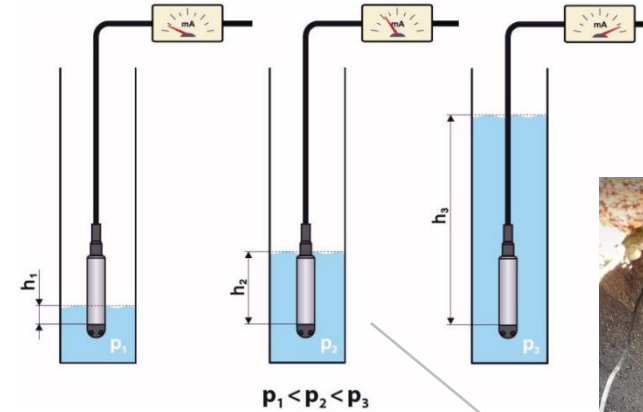
Debiten: enkel bij overstortleidingen

ULTRASOON

Afstand: tijd teruggekaatste golf



PIËZO-ELEKTRISCH



OVERSTORTEN Debietformule van Poleni

$$Q_{CSO}(t) = \frac{2}{3} \cdot C_D \cdot B \cdot \sqrt{2gH^3(t)}$$



Snelheid: frequentieshift teruggekaatste golf
(Doppler effect)



Afstand: druk op membraan

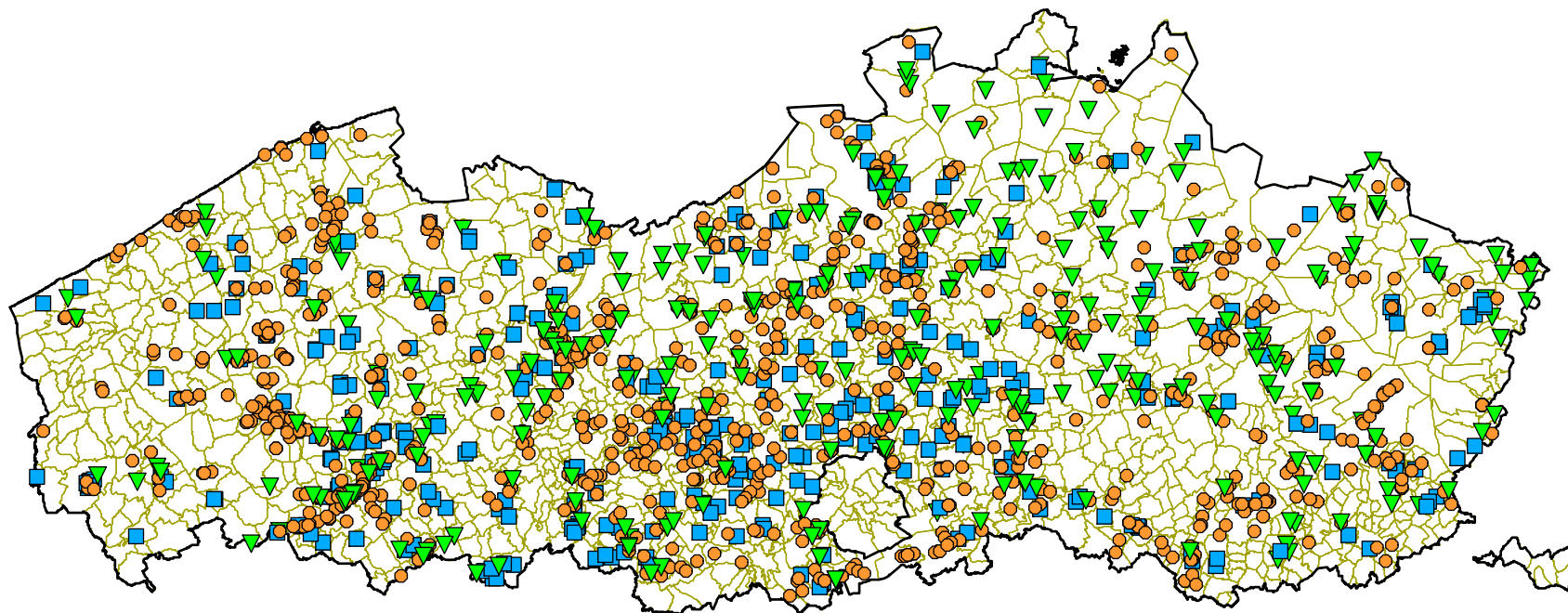
Kwantificering: Meting Kwantiteit

OVERSTORTMEETNET

Deel 1 - conversie VMM meetnet (± 300)

Deel 2 - wenslijst Operations (± 400)

Deel 3 - wenslijst Plan W (± 900)



OVERSTORTMEETNET (waterpeilen): 1600 OS'n (begin 2025?)

Kwantificering: Modelleren Kwantiteit

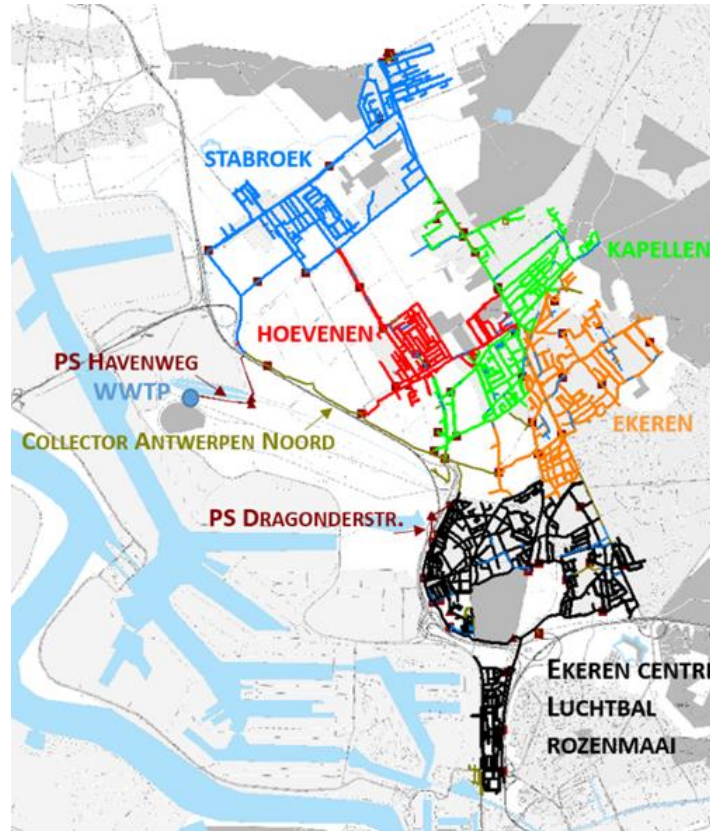
Waterpeilen: hydrodynamische of conceptuele modellen

Debiten: hydrodynamische of conceptuele modellen

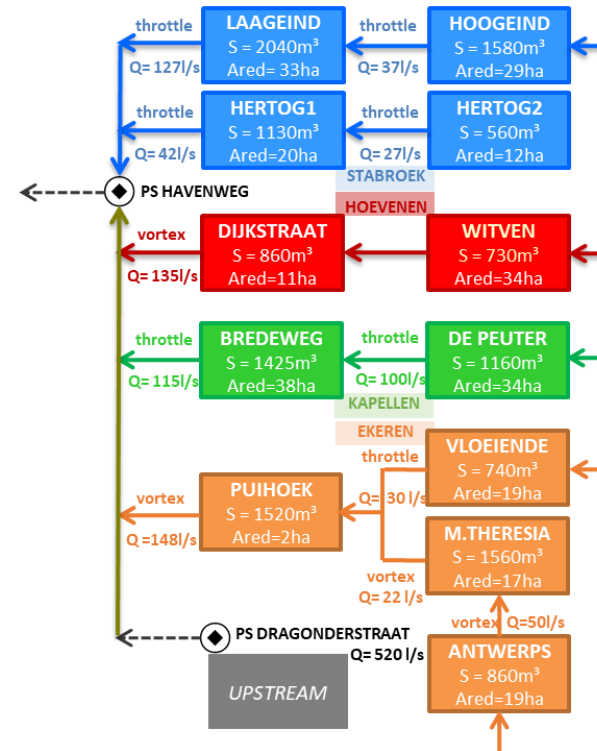
$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q^2}{A} \right) + gA \left(\cos \theta \frac{\partial y}{\partial x} - S_0 + S_f \right) = 0$$

HYDRODYNAMISCH

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0$$



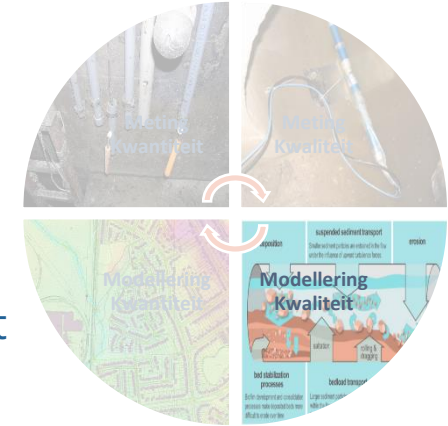
CONCEPTUEEL



Kwantificering: Modellerings Kwaliteit

Opgeloste fractie (NH_4 , TP,....): conservatief massatransport

Aangehechte fractie (BZV, CZV,....): veel onzekerheid bij wash-off en sedimenttransport



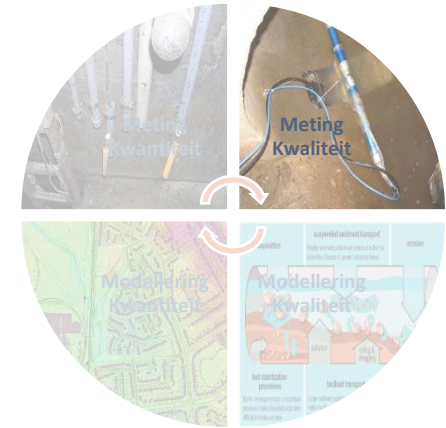
Wash-off



Sediment transport

Kwantificering: Meting Kwaliteit

- ☺ **Continue metingen polluenten:** duur en heel arbeidsintensief (onderhoud en her-kalibratie)
- ☺ **Continue metingen proxy 's:** turbiditeit/conductiviteit: goedkoper maar geen eenduidige conversie
- ☺ **Discontinue metingen polluenten:** minder duur en arbeidsintensief (analyse)



ZS, CZV, BZV, NO₂, NO₃



Geleidbaarheid

Troebelheid



ZS, CZV, BZV, TN, NH₄, NO₂, NO₃, TP,

Impact overstorten



Impact type (indicator)

- **Morfologische impact** (erosie frequentie)
- **Zuurstofuitputting** (BZV concentratie + vracht)
- **Acute toxische pollutie** (NH_4 concentratie)
- **Eutrofiëring impact** (TN vracht)
- **Accumulatieve pollutie** (Cu vracht)



Cockle software

Ref.

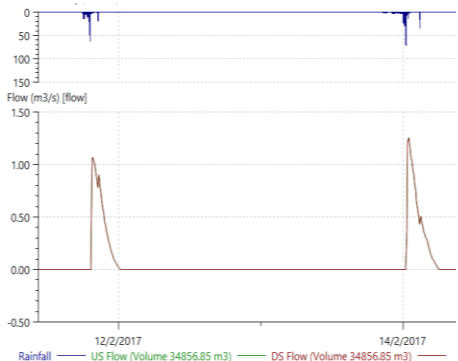
[Dirckx, G., Vinck, E., & Kroll, S. \(2022\). Stochastic Determination of Combined Sewer Overflow Loads for Decision-Making Purposes and Operational Follow-Up. *Water*, 14\(10\), 1635.](#)

Dirckx, G., Thoeye, C., De Gueldre, G., & Van De Steene, B. (2011). CSO management from an operator's perspective: a step-wise action plan. *Water Science and Technology*, 63(5), 1044-1052.



DEBIET

Gemodelleerd
(hydrodynamisch)
of
Gemeten
(geconverteerd
waterpeil)



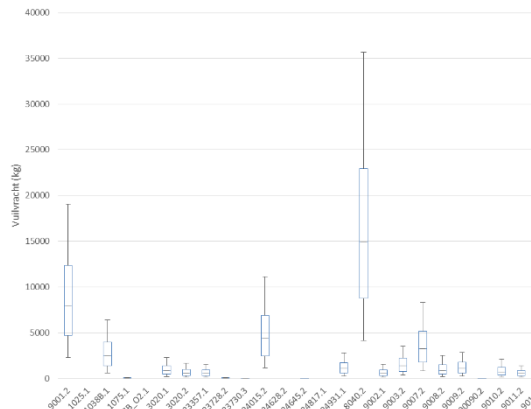
COCKLE

Calculator of Overflow
Concentration-Known
Load Emissions



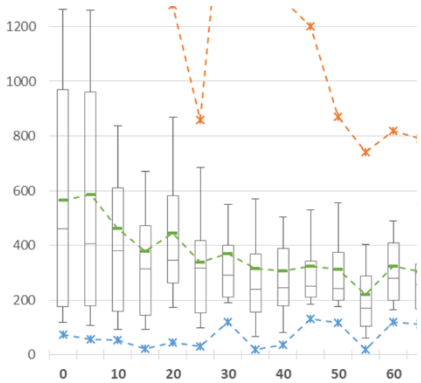
RAPPORTAGE

(Vracht)
Emissie
statistiek



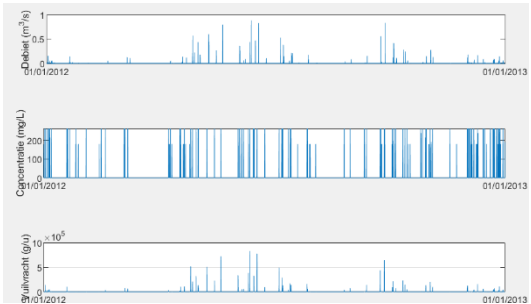
CONCENTRATIE

Stochastische
databank
metingen



GEDETAILLEERDE TIJDREEKSEN

Momentane
impact



MEDIAAN CZV JAARVRACHT KORTENBERG 2012



LEGENDE

20-30t

10-20t

0-10t



Inzetten op continue overstortmetingen

VLAAMSE
MILIEUMAATSCHAPPIJ

Marijke Van Gansbeke

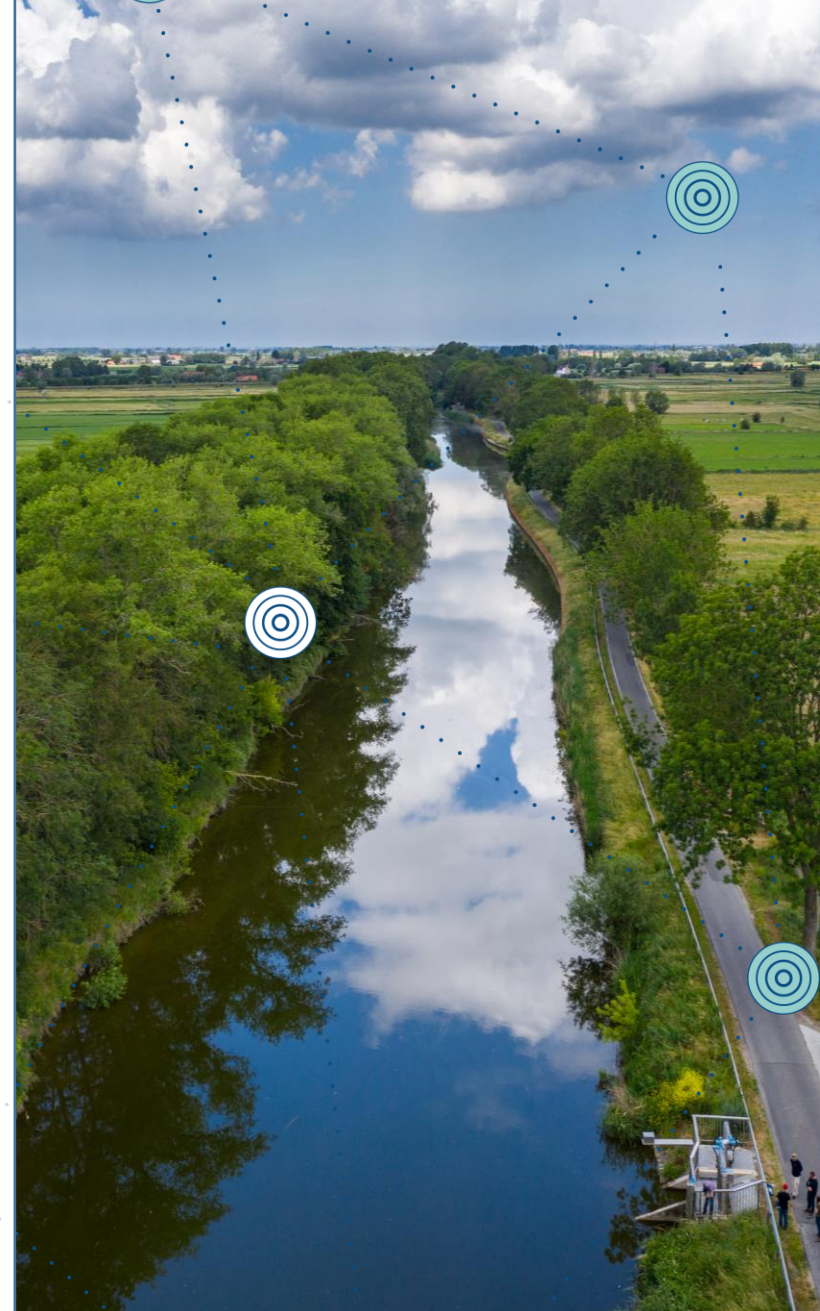
Team Audit en Procesopvolging

m.vangansbeke@vmm.be

Ward De Cooman

Dienst Digitale Monitoring en
Alarmering Waterkwaliteit

w.decooman@vmm.be



VMM-meetnet overstorten

Tot medio 2021
ruim 330 automatische meetstations
verspreid over Vlaanderen



Milieu-incidenten



Ecologische Performantie
Indicatoren

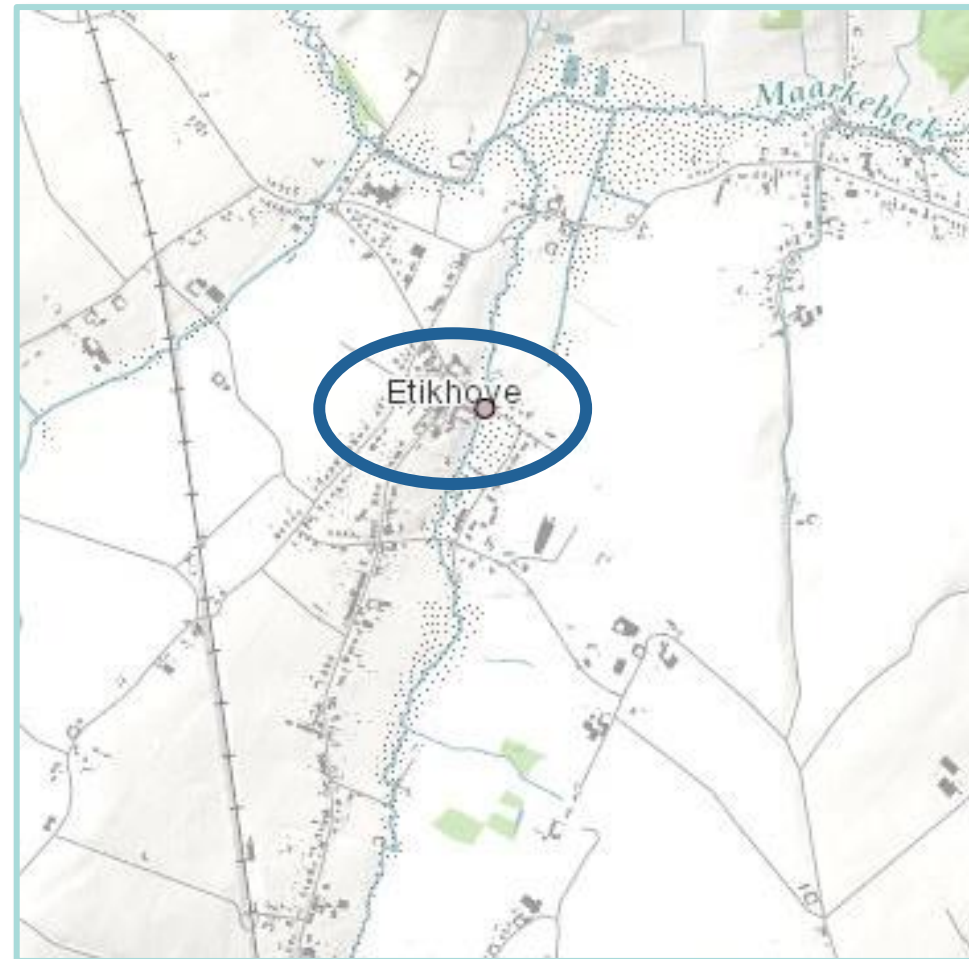


Gebiedsgerichte werking



Modelleringen

Milieu-incidenten



Ecologische performantie indicatoren (EPI)

- ▶ Toezicht uitoefenen op performant beheer
- ▶ “Alarmsysteem”
- ▶ Infrastructurele problemen
→ projectvoorstellen

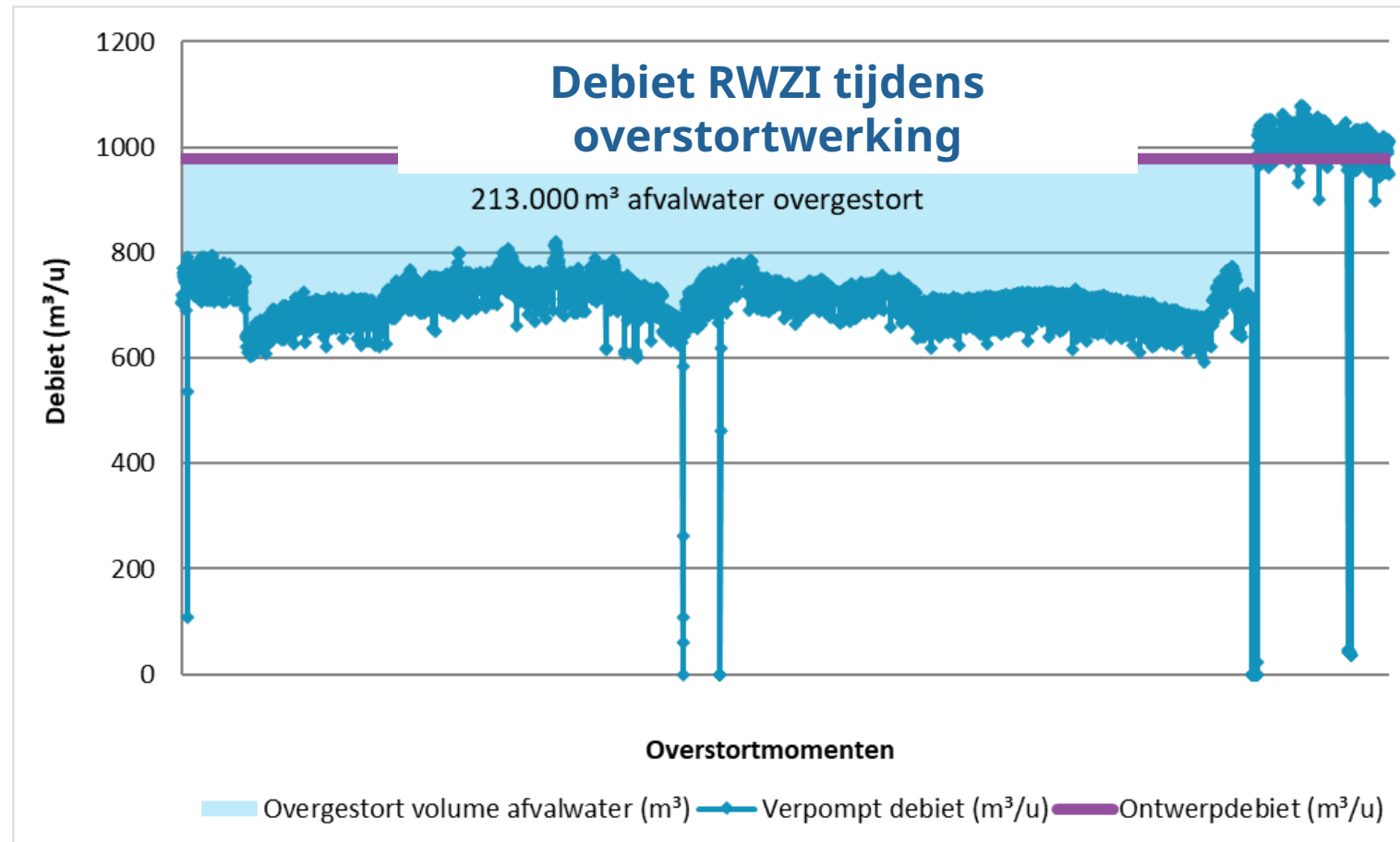
Kernopdracht saneringsinfrastructuur

Het afvalwater

- × met minimaal verlies naar de zuivering transporteren
- × het daar maximaal zuiveren
- × adequaat inspelen op “incidenten” in het systeem



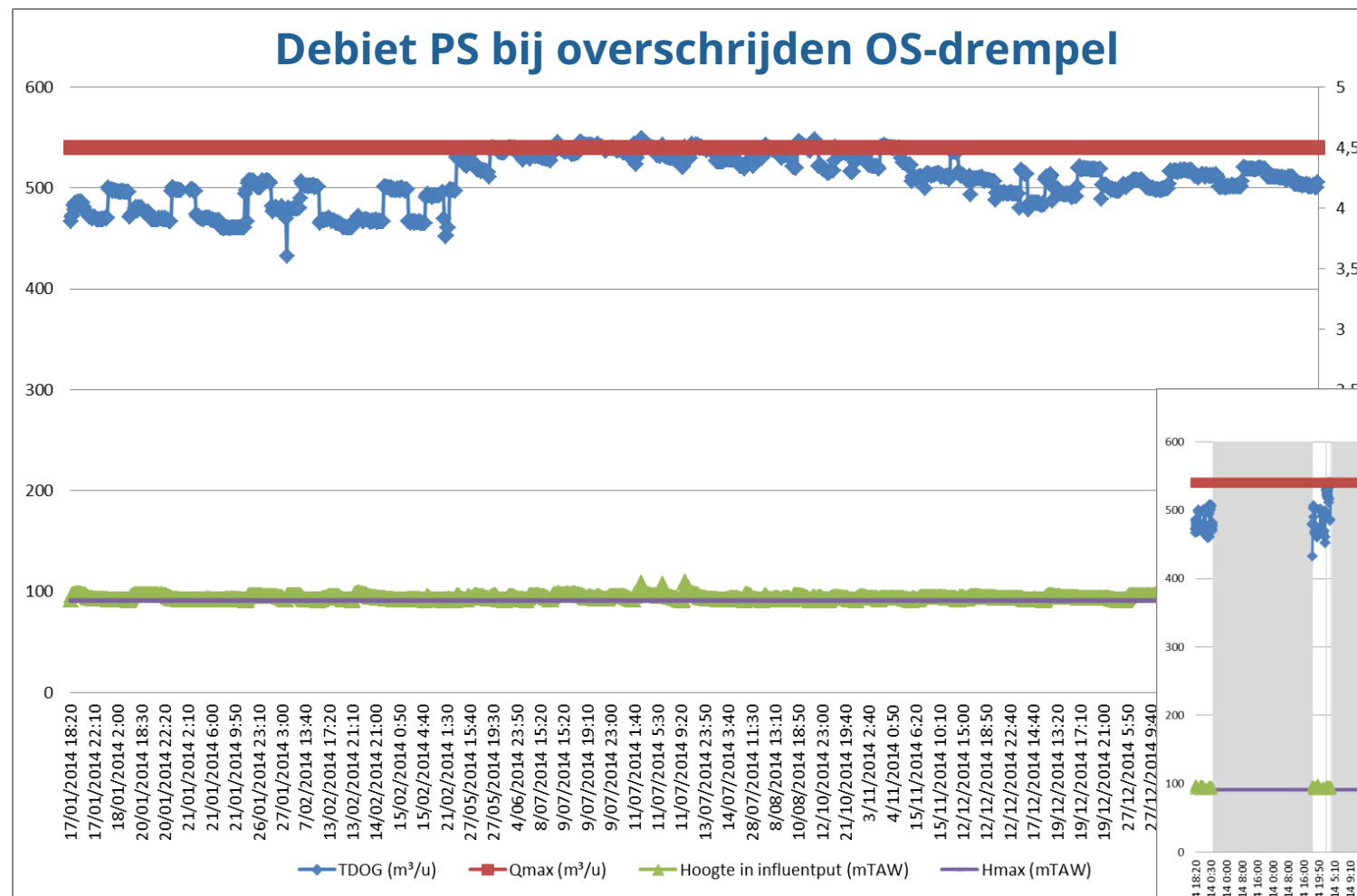
EPI: Werking doorvoer PS en opvoer RWZI



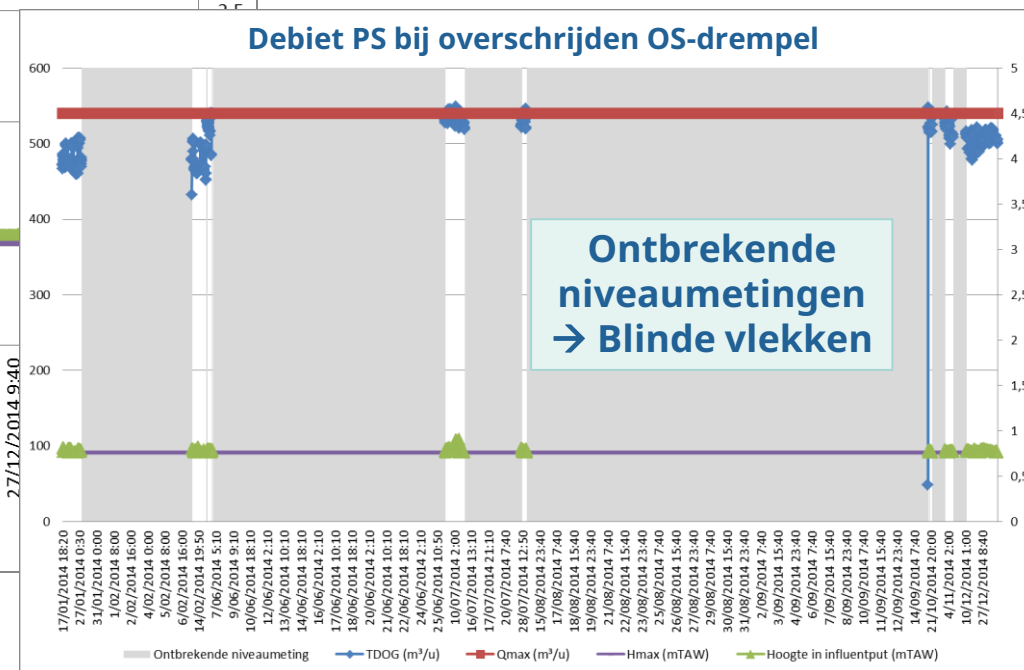
Verloren volume afvalwater

- Operationele oorzaak
- Infrastructureel probleem
 - Projectvoorstel
 - Prioritering

EPI: Werking doorvoer PS en opvoer RWZI



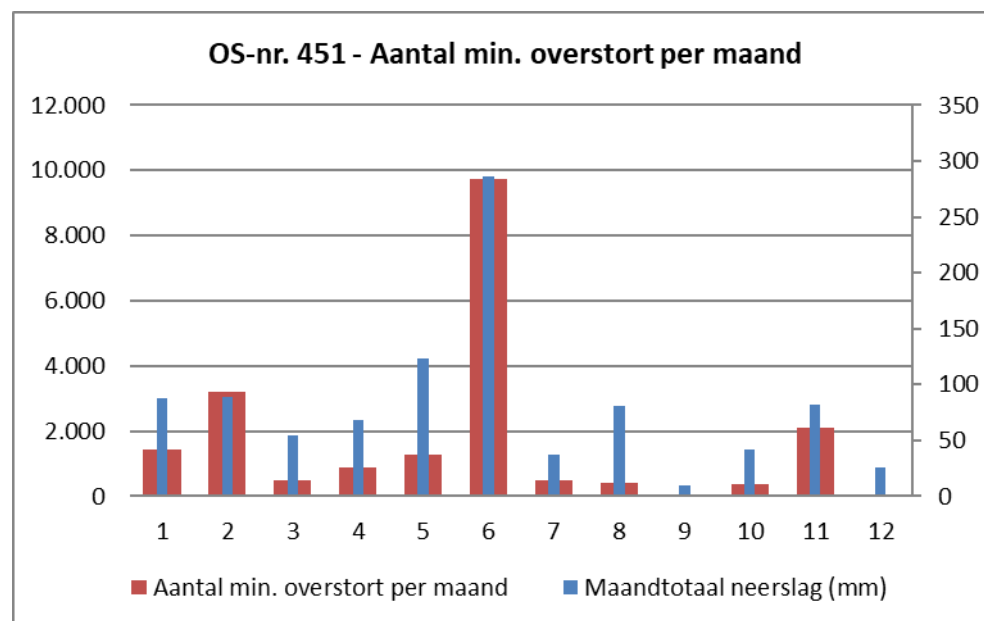
Belang continue meting onafhankelijk van spanningsnet



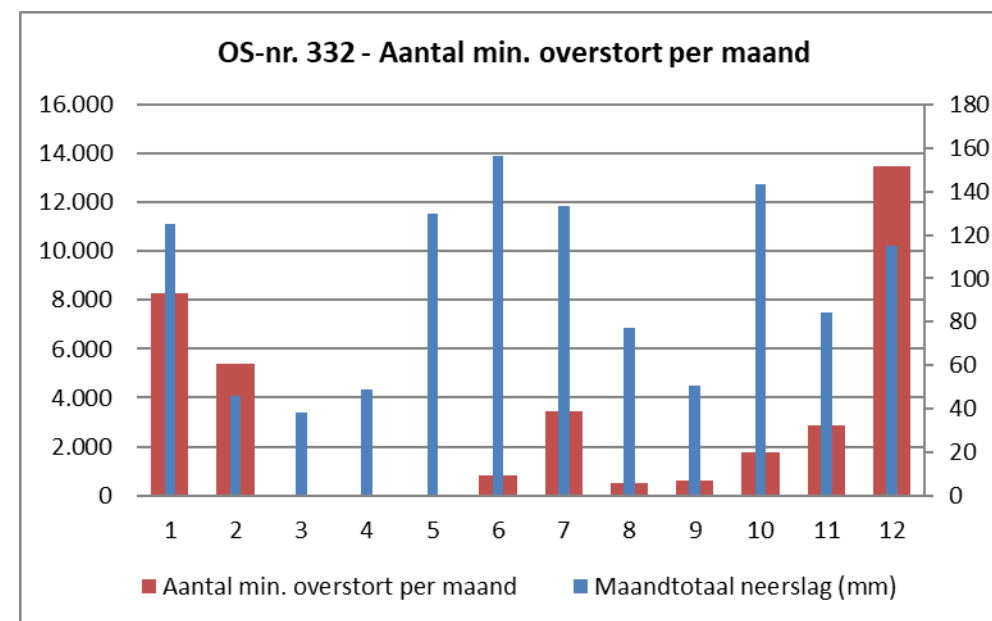
Ontbrekende niveaumetingen
→ Blinde vlekken

EPI: werking overstorten

Databronnen combineren om OS te karakteriseren

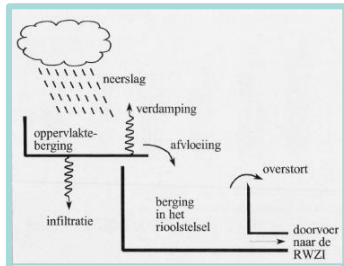


Neerslaggedreven overstortwerking

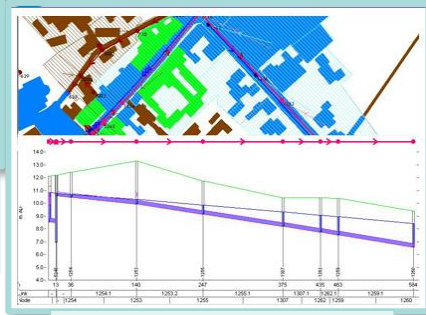


Grondwatergedreven overstortwerking

Karakteriseren van overstorten



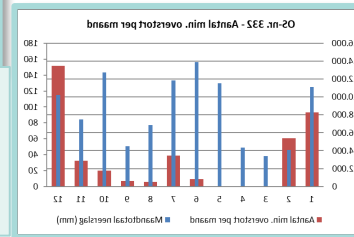
Bakmodel



Hydronaut



Meetnet
overstorten

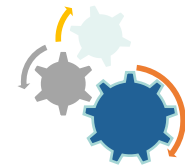


Overstort-
karakterisatie

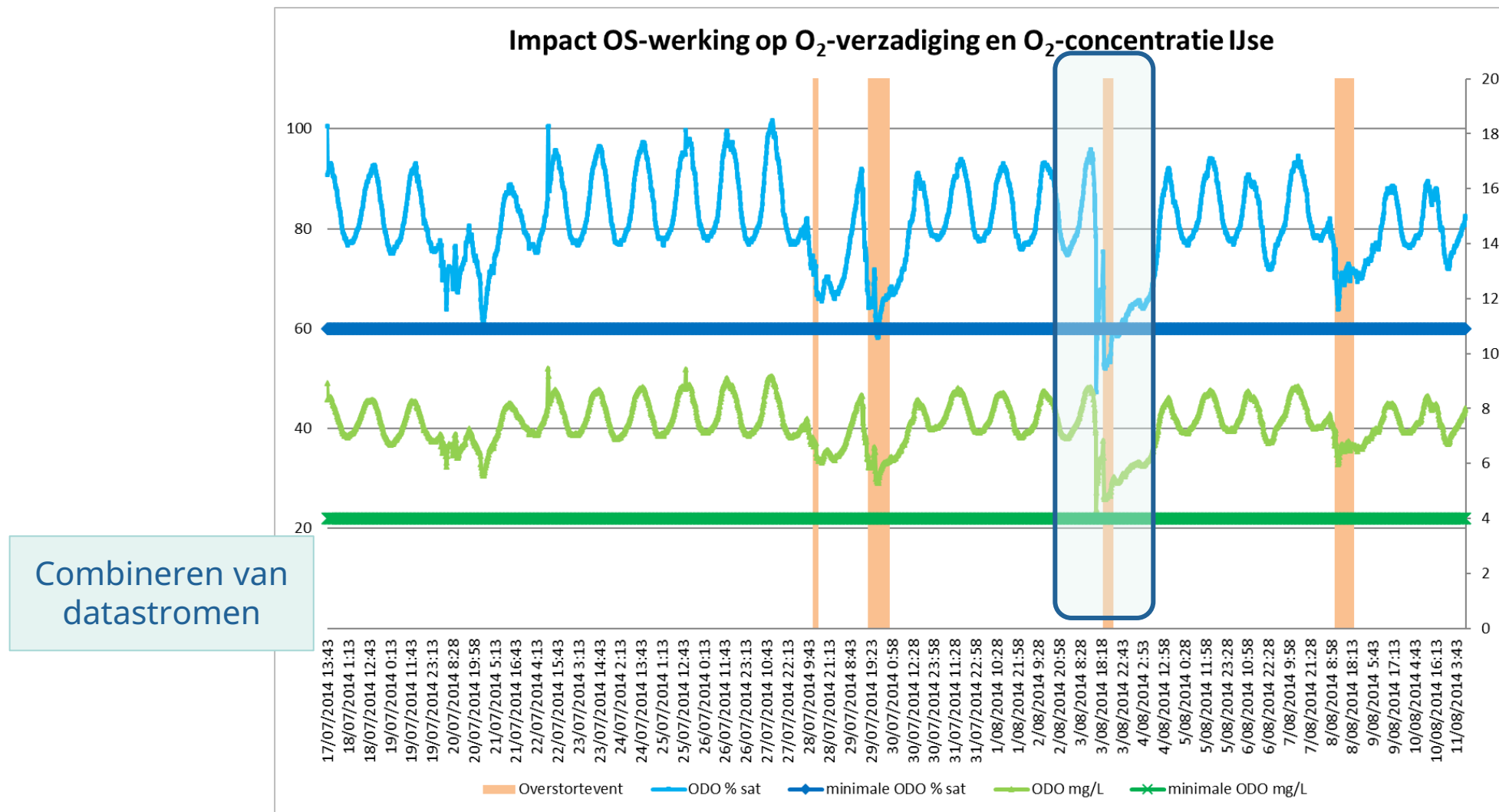


Detailonderzoek -
Online metingen

Opdracht voor
oplossing



Online waterkwaliteitsmetingen



Gebiedsgerichte werking

'IMPAKT!'

Doelstelling: **Waterkwaliteit** Dommel en Warmbeek verbeteren

Knelpunt = **Overstorten** tijdens regenbuien en incidenten

⇒ Inzicht krijgen in kwantitatieve en kwalitatieve effecten

⇒ Input van meetcampagnes naar modellen

Evaluatie mogelijke **oplossingen**

- Rietveld
- Filter
- Open bufferbekken
- Vluchtplaats voor vissen



Meetcampagne

Beperkingen conventionele meetcampagnes:

- Overstortevents worden gemist
- Geen beeld van waterkwaliteit tussen monsternames

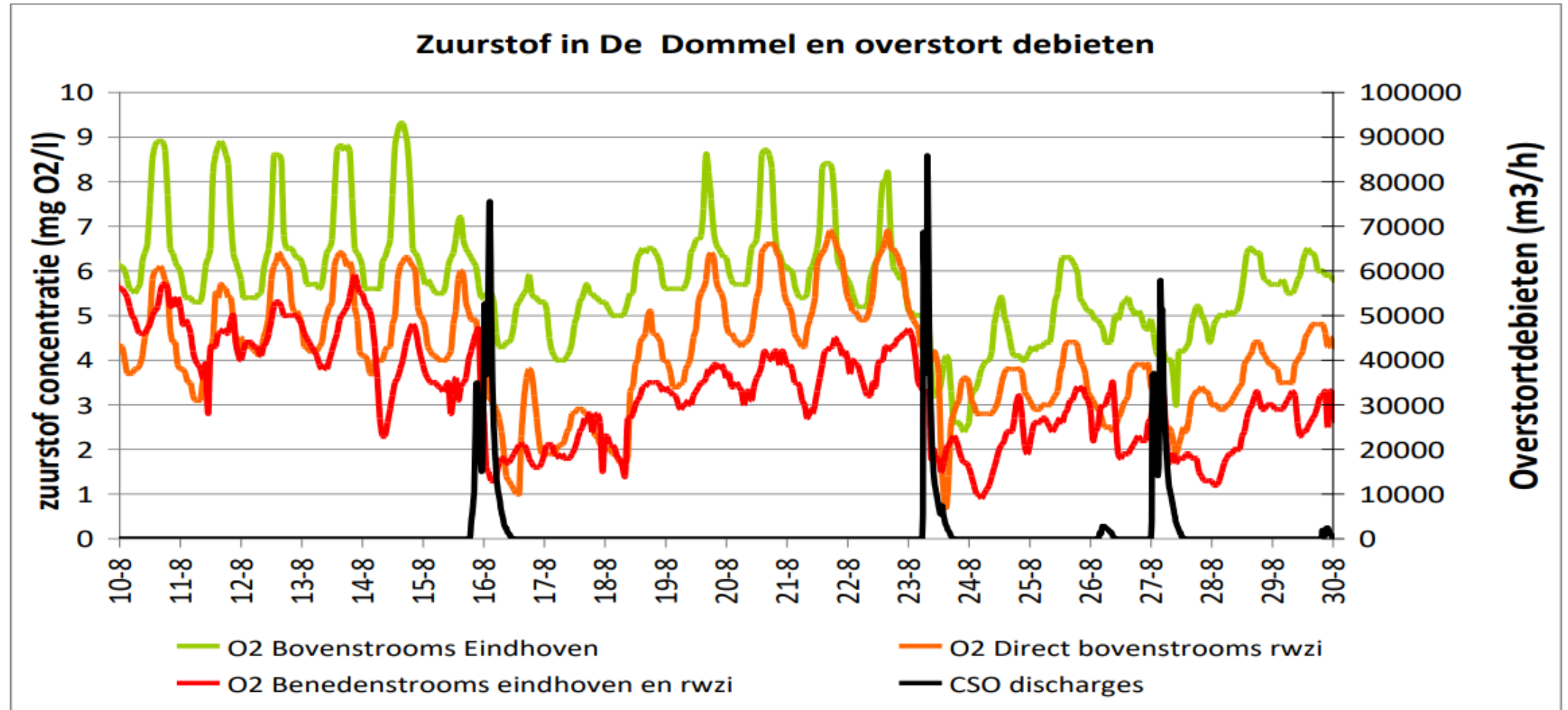
SCHEPSTAAL: 1 METING PER MAAND



MPS: 1 METING PER 15 MINUTEN



Effect overstorting



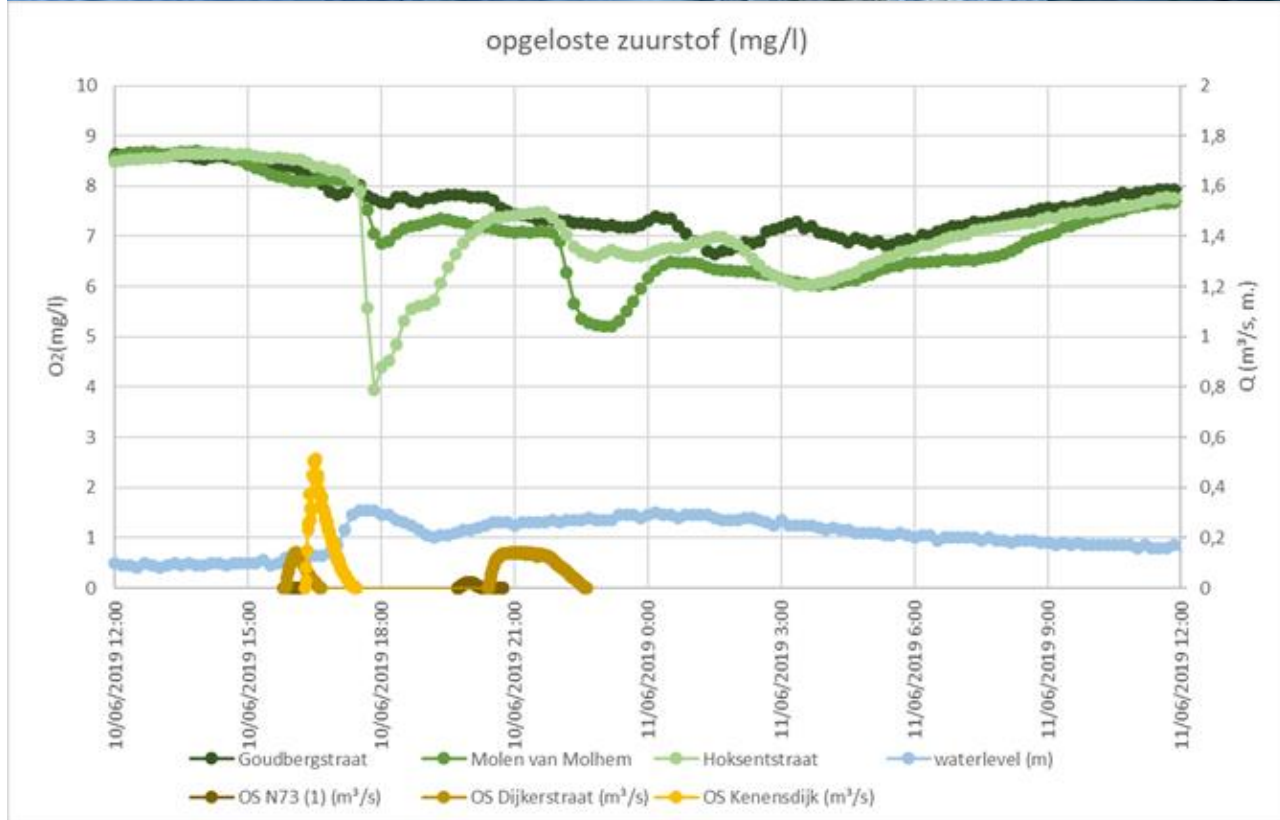
Continue meetdata

1. Opvolgen van overstortwerking
2. Opvolgen van (incidentele) lozingen
3. Metingen buiten diensturen, ook s 'nachts
4. Automatische metingen

⇒ Continue kwaliteitsbewaking van de waterlopen

- Beperkt aantal parameters
→ Multisampler
- Vervuilde wateren
→ Onderhoud en kalibratie!
- Arbeidsintensief
→ Veel meer data en inzichten

⇒ Real time en hoogfrequente metingen zijn de toekomst





Overstortevents detecteren via sensormetingen in de waterloop

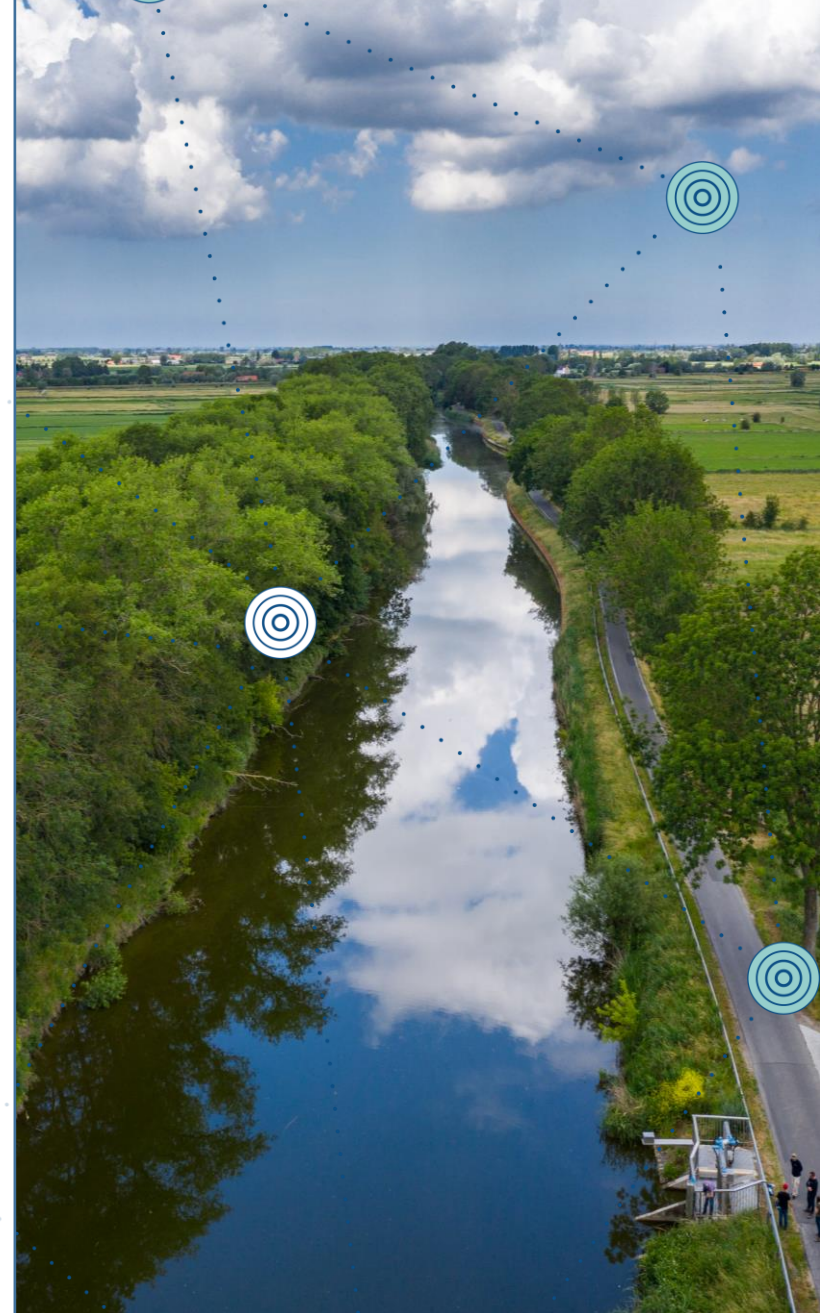


vito

Nele Desmet

Onderzoeker Digital Water Services

nele.desmet@vito.be



Internet
of Water
Flanders

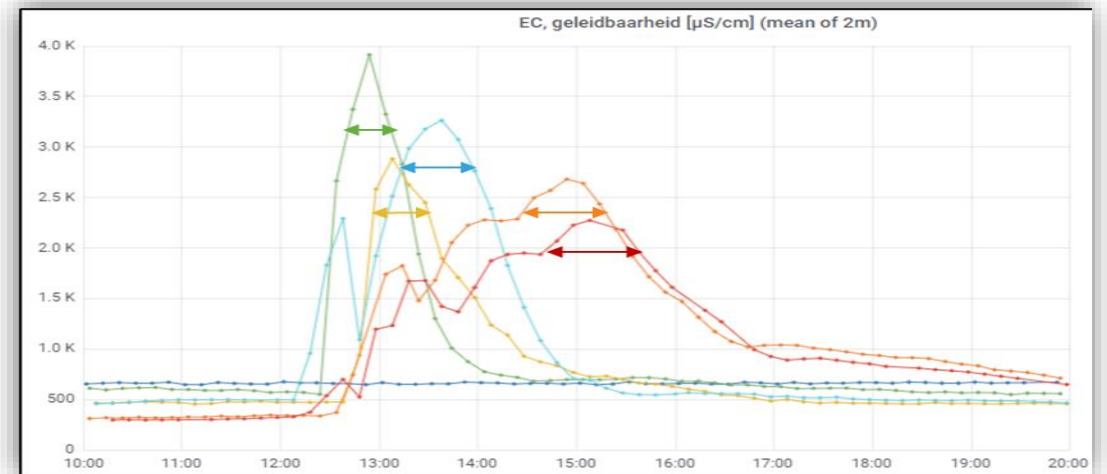
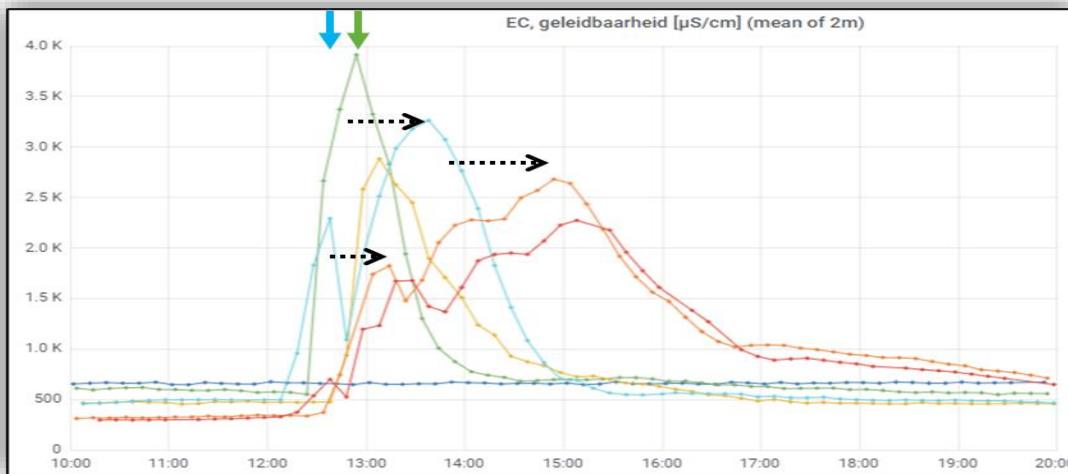
Sensorische metingen – use case overstorten

- ☺ Metingen in de **ontvangende** waterloop van overstort
- ☺ Meetlocaties **stroomopwaarts** en **stroomafwaarts** van overstort uitlaat



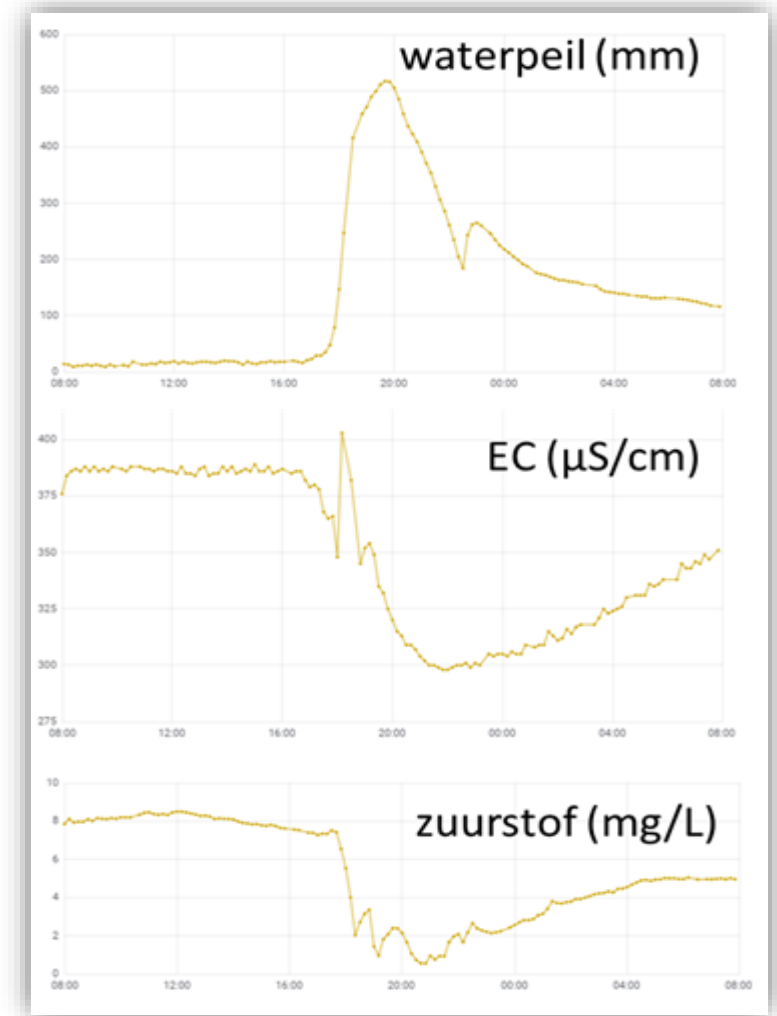
Sensorische metingen – use case overstorten

- ☺ Waar en wanneer komt er **water met andere samenstelling** in de waterloop?
- ☺ Hoe verandert de **vorm** van de patronen tijdens de verplaatsing? Zegt iets over:
 - Menging
 - Reikwijdte

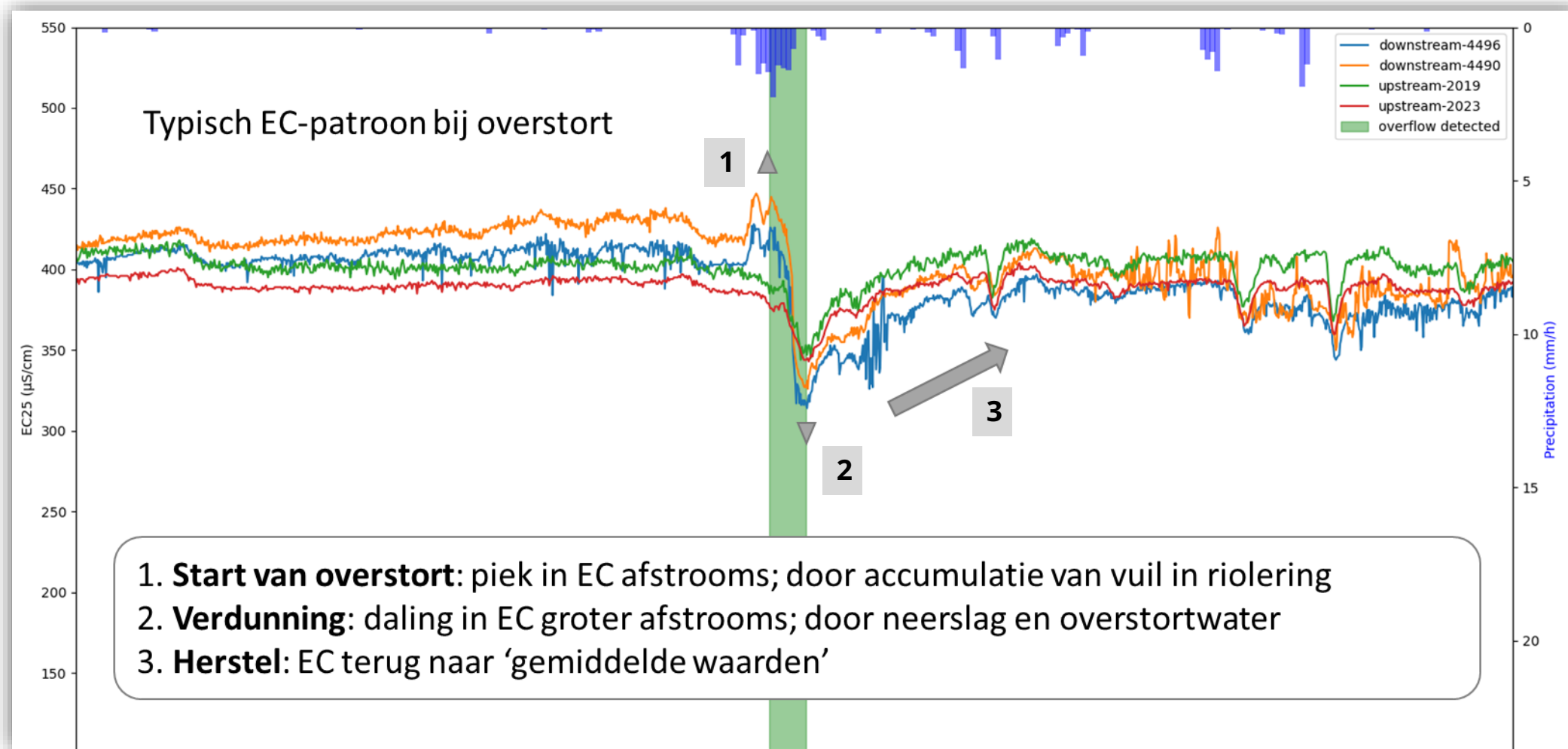


Typische patronen bij overstortevent

- ☺ Overstort event bij regenval
➔ stijging waterpeil
- ☺ Veranderingen in patroon van sensorische metingen opwaarts ≠ afwaarts
 - **Geleidbaarheid, EC**
Stijging van EC (rioolwater) en daarna daling van EC (regenwater)
 - **Zuurstof**
Daling van opgeloste zuurstofconcentratie



Typische patronen bij overstortevent

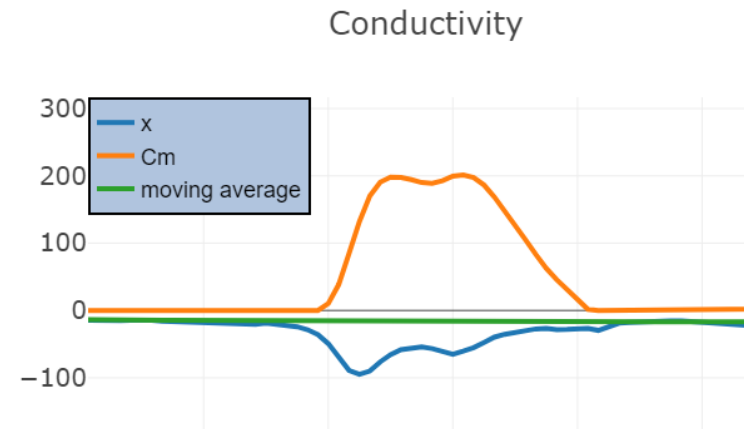
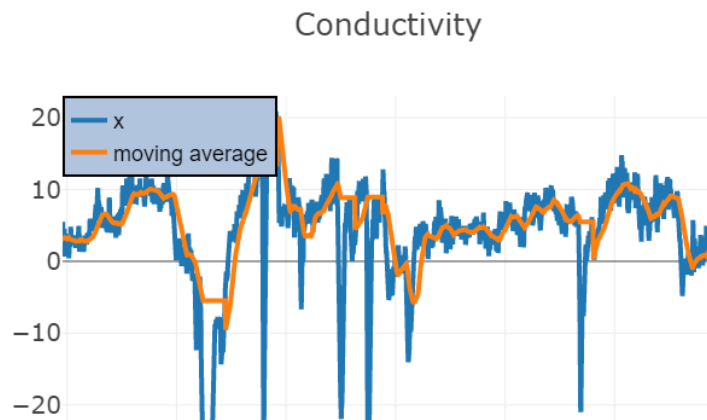


Detectie van overstortevents

☺ Detectie van typisch overstort patroon in EC-metingen

- CUSUM algoritme (cumulative control chart): detectie van verandering
- Aangepast met 'moving average' om seizoensvariatie te ondervangen (EC winter < EC zomer)
- Drempels voor afwijking van gemiddelde en intensiteit-duur van de afwijking

☺ Detectie van pieken en dalen



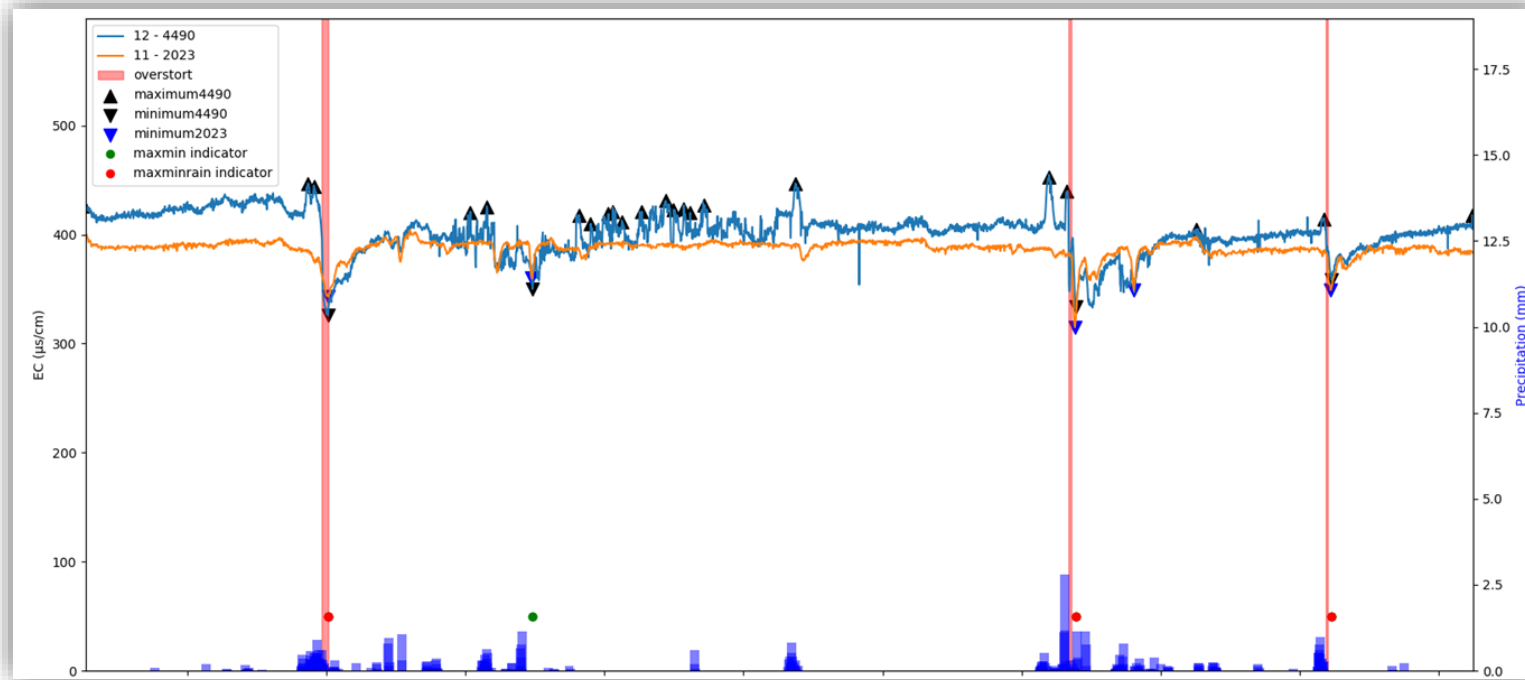
Detectie van overstortevents

☺ Verwacht patroon bij overstort → indicatoren voor detectie

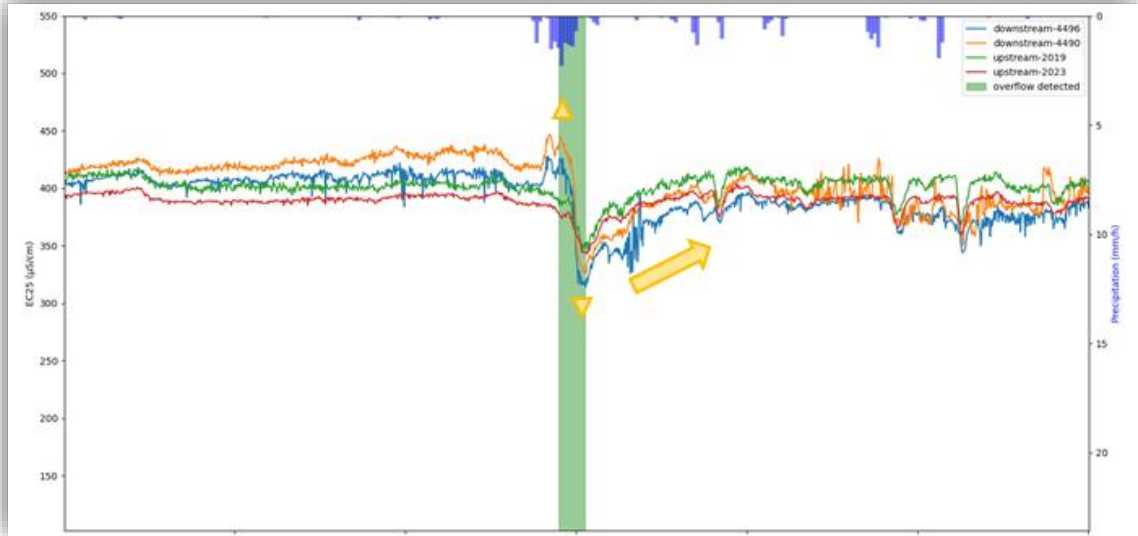
- EC stijging stroomafwaarts van overstort
- EC daling stroomafwaarts (en stroomopwaarts) van overstort
- Significante regenval (threshold variabel per locatie)

MaxMin
indicator

MaxMinRain
indicator



Detectie van overstortevents



Overstort detectie gebaseerd op

- CUSUM algoritme
- Detectie van stijging en daling in EC metingen
- Regenval threshold

☺ Toepassing

- Frequentie van overstort events met impact
- Duur van impact van overstorten
- Grootte van impact van overstorten

☺ Belang

- Veel overstorten niet bemeten
- Overstorten belangrijker bij toenemende zuiveringsgraad
- Meting van impact in de waterloop versus registratie van overstortwerking
- Prioritering obv effect in waterloop