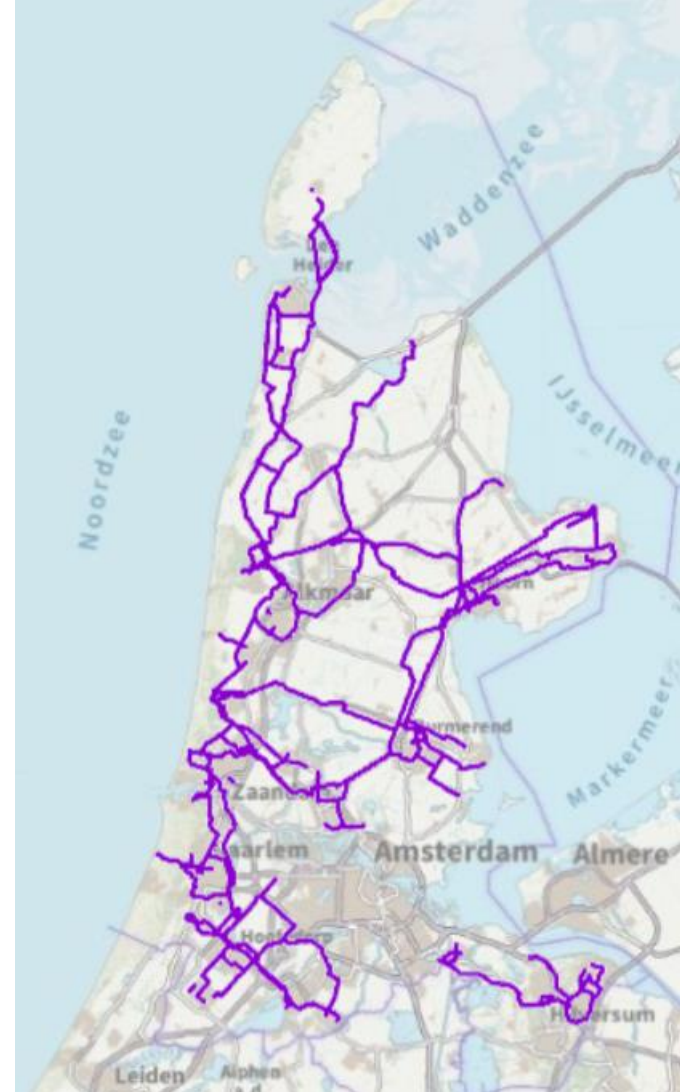


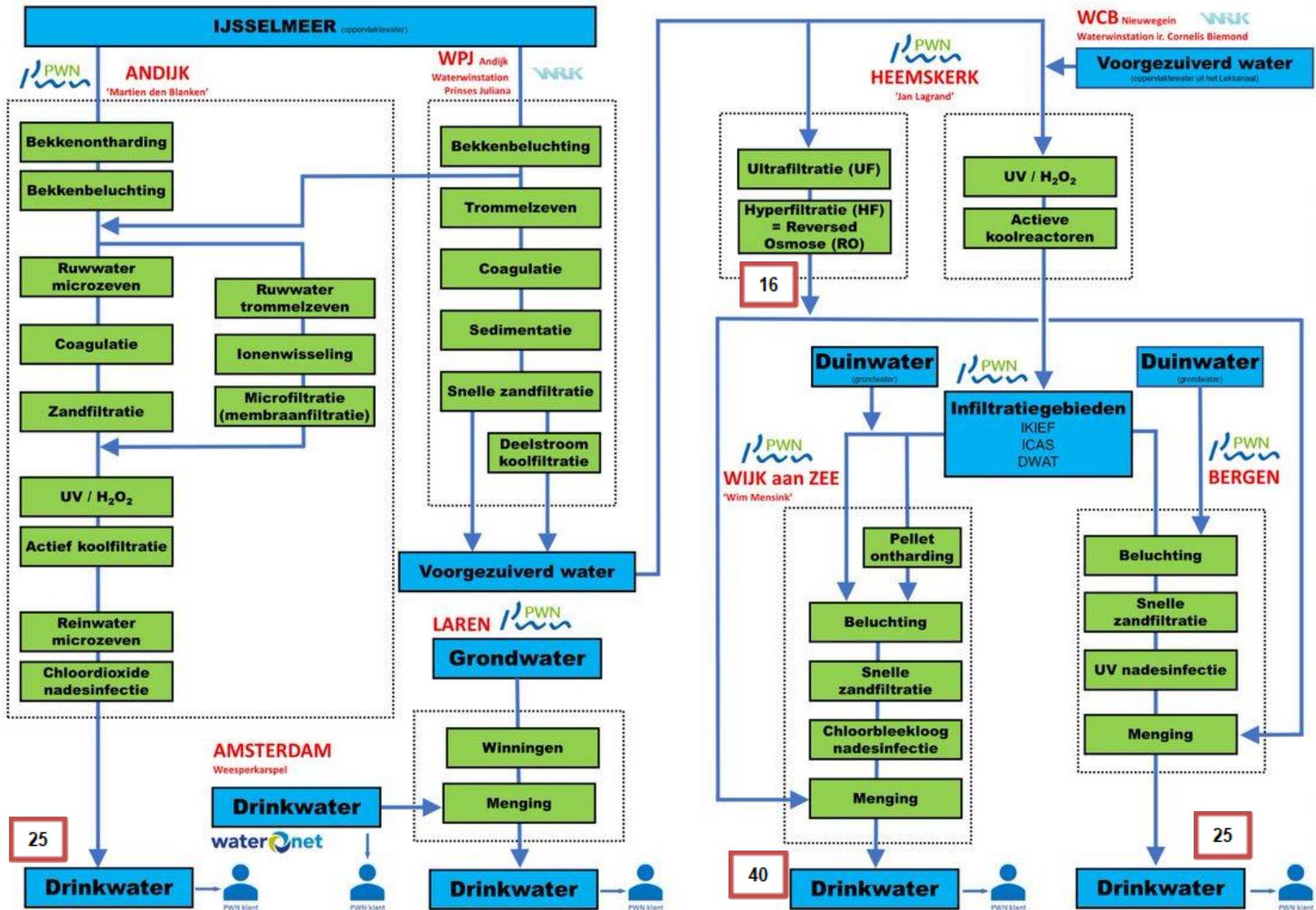
Evides

Jink Gude



Productie vraag	Productie Andijk (PSA)	Productie Bergen (PSB)	Productie Mensink (PSM)	Productie Gooi	Inkoop Waternet
miljoen m³/jaar	miljoen m³/jaar	miljoen m³/jaar	miljoen m³/jaar	miljoen m³/jaar	miljoen m³/jaar
110,5	25,5	24,4	39,2	5	16,9

miljoen m³ per jaar



‘Uitdagingen’ sector productie PWN

- Leveringszekerheid
 - Van 5% naar 10% marge
 - Capaciteit bijbouwen
 - Voorzuivering PS Andijk einde levensduur in 2035
- Waterkwaliteit
 - Chloride
 - PFAS
 - Biologische stabiliteit
 - Mangaan (operationeel)
- Gecommitteerd aan Parijsakkoord
 - Minder CO₂ uitstoot 50% reductie in 2030
 - Meer circulair



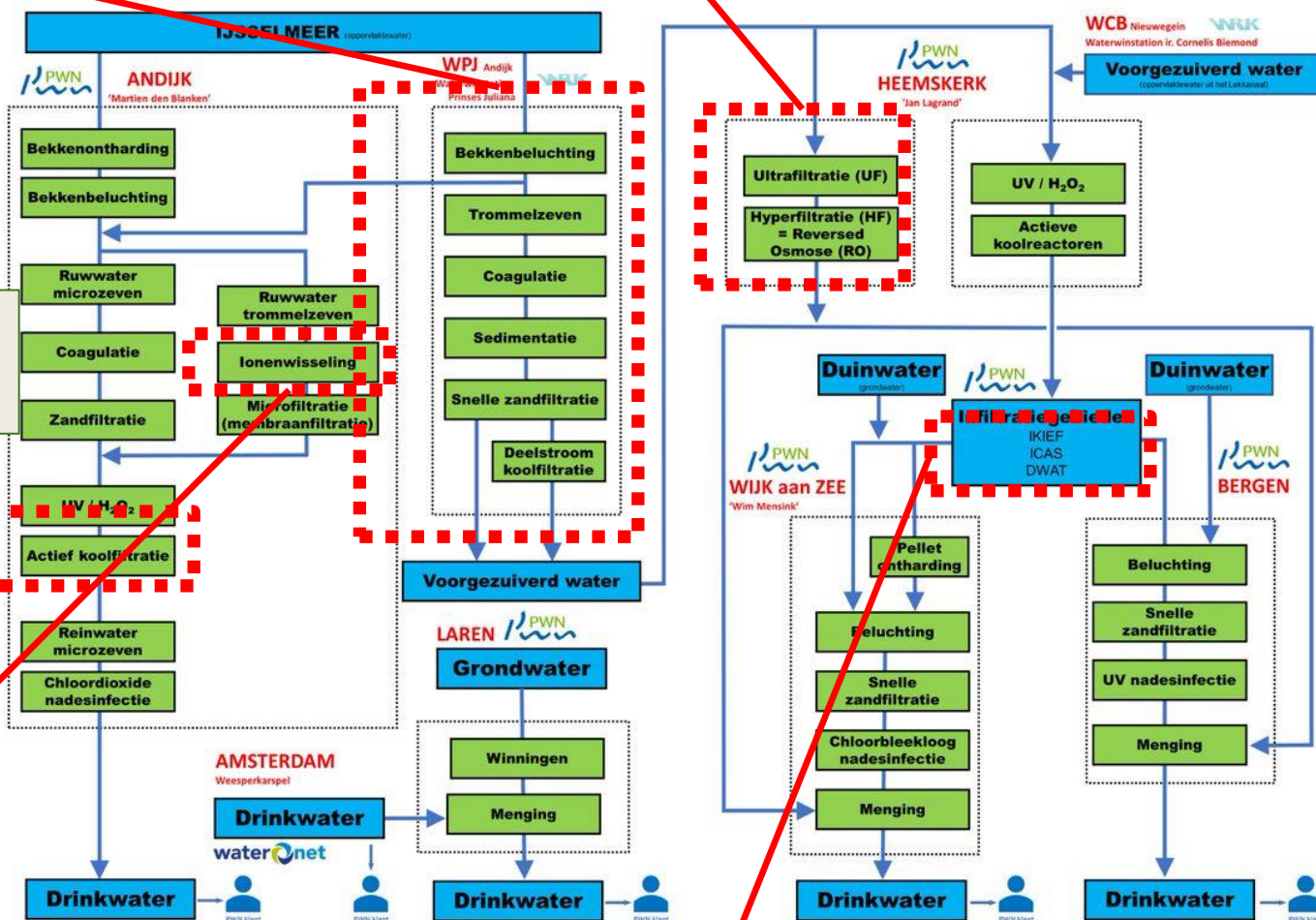
Uitbreiding met 58 Mm³/j
per 1-1-2027

Uitbreiding met 12 Mm³/j
per 1-1-2027

Uitbreiding tot 6000 m³/h
per 1-1-2024

Vervangen voor
coagulatie; zsm?

PFAS



Coagulatie voor Ceramac

update fase 1

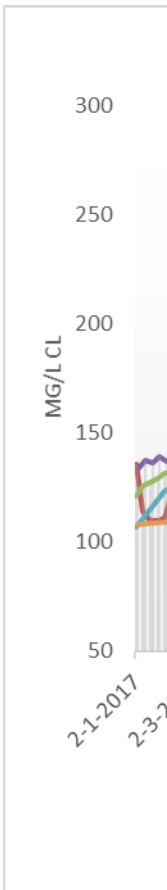
Bram Martijn, Jim Plooi en Jink Gude

Rev. 0 27-10-2020

28-10-2020

Aanleiding project

- Chloridetoevoeging in de SIX
 - Toevoeging 45 en 55 mg/L chloride
 - IJsselmeer +/-110 mg/L maar laatste jaren >125 mg/L
 - Wettelijk 150 mg/L
- Reststroom
 - Regeneraatstroom uit de SIX zeer hoog chloride
 - Organische en anorganische vervuiling
 - Tijdelijk vergunde infiltratie
 - Putverstopping dus voorbehandelen
- Capaciteit PSA3
 - Ontwerp 5000 m³ in 2014
 - Constructieproblemen van C192 naar C90
 - Huidige productie winter 1100 m³/h en in de zomer 1550 m³/h



Voorgestelde alternatieve oplossing

Het vervangen van het ionenwisselingproces door een **coagulatieproces** zoveel mogelijk ingepast in de bestaande PSA3 installatie.

- Beperken chloride toevoeging bij zuivering (FeClSO_4 ipv NaCl)
- Eenzelfde waterkwaliteit (DOC en UVT_{254}) maar geen sulfaat en nitraatverwijdering
- Mogelijk fluxverhoging en stabiele bedrijfsvoering keramische membraanfiltratie zoals gezien bij ILCA demo 2019
- Terug naar bekende reststroom met bekende chemicaliën

Waterkwaliteit (1)

- Zuiveringsdoel SIX
 - DOC (van 6 naar 2 mg/L)
 - UVT254 (van 75% naar 92%)
 - nitraat (40% verwijdering)
 - sulfaat (80% verwijdering)
- Hoge UVT en laag nitraat beperkt energievraag UV/H₂O₂ proces op tbv primaire desinfectie en organische microverontreinigingen om te zetten

Tabel 1 TOC en UV-extinctie van het te behandelen water, na enhanced coagulation (Andijk 1) en ionenwisseling (Andijk 3) alle datapunten uit november 2018.

Coagulatie vs SIX:

	Eenheid	Inlaat	Coagulatie (Andijk 1)	SIX
Totaal organisch koolstof (TOC)	mg C/L	4,3	1,7	2,5
UV-transmissie, 254 nm	%	85%	94%	94%



Waterkwaliteit (2)

- SIX Cl^- uitwisselen voor anionen
- Dosering FeClSO_4 toevoegen van 14 mg/L chloride en 34 mg/L sulfaat
- Dosering FeCl_3 toevoegen van 42 mg/L chloride

Tabel 2 Waterkwaliteit inlaat (14-6-2017) en effluent SIX op gemiddelde van 14-15 juni 2017 uit twee straten (n=6), coagulatie berekend met toevoeging coagulant van 20 mg Fe/L (jaargemiddelde dosering).

		Inlaat PSA	SIX	FeClSO_4	FeCl_3
Chloride	mg/l Cl^-	134	184	148	176
Nitraat	mg/l NO_3^-	4,4	3,8	4,4	4,4
Sulfaat	mg/l SO_4^{2-}	54	9	88	54
Waterstofcarbonaat	mg/l HCO_3^-	139	116	139	139
Corrosie-index	-	2,16	2,83	2,64	2,68

$$CI = \frac{\text{Cl}^- + 2 \cdot \text{SO}_4^{2-}}{\text{TAC}} < 1$$



Productiecapaciteit

Ontwerp

- 10 ketels, 192 membranen, 25 m², 5500 m³/h → flux 125 L/m²/h

Seizoen	ketels	membranen	oppervlak	flux	verlies	productie
	#	#	m ²	L/m ² /h	%	m ³ /h
Winter <10C	9	90	25	70	18%	1162
Zomer >10C	10	90	25	90	18%	1661

ILCA onderzoek (Floris, 2019)

- 6 mg/L Fe als FeClSO₄

Seizoen	ketels	membranen	oppervlak	flux	verlies	productie
	#	#	m ²	L/m ² /h	%	m ³ /h
Winter <10C	9	90	25	140	18%	2325
Zomer >10C	10	90	25	140	18%	2583



Inpassen coagulatie in bestaande SIX installatie

- Hars bezinkt sneller dan ijzervlokken

Tabel 3 Oppervlaktebelasting op de lamellenseparator as built in de SIX en de resulteren de productiedebieten.

		SIX	Coagulatie	Coagulatie	Coagulatie
		ontwerp	standaard	WPJ	Max.
Oppervlaktebelasting lamellen	[m ³ /m ² h]	6,5	1,2	1,6	3,0
Netto oppervlak per straat	m ²	138	138	138	138
Bruto oppervlak per straat	m ²	6,9	6,9	6,9	6,9
Aantal SIX straten	#	6	6	6	6
Productie	[m ³ /h]	5399	995	1327	2488
SIX reactoren	[m ³]	400	400	400	400
Verblijftijd in SIX reactoren ¹	[min]	26	139	104	55

Ter vergelijking WPJ heeft bij een productie van 9000 m³/h een verblijftijd van 23 min voor flocculatie



Methode en technieken

pilotschaal 8 weken data acquisitie / instellingen draaien

Variabelen:

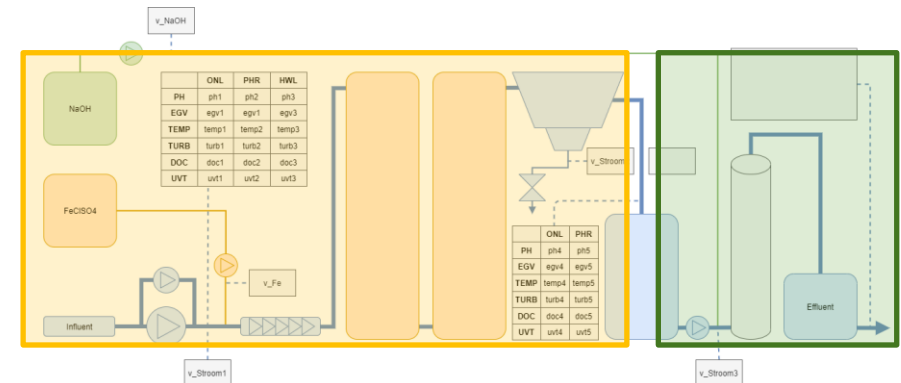
1. IJzerlast op C1 / mate van sedimentatie (CFS)
2. Flux microfiltratie C1
3. pH waarde influent microfiltratie

Instellingen:

- A. Minimaal ijzervlokken ($\text{Fe} < 0,5 \text{ mg/L}$) bij flux 90, 140, 180 en $200 \text{ L/m}^2/\text{h}$;
- B. IJzervlokken ($\text{Fe} \approx 6 \text{ mg/L}$ conform ILCA) bij flux 90, 140 en $180 \text{ L/m}^2/\text{h}$;
- C. Alle ijzervlokken (in=uit) ($\text{Fe} \approx 20 \text{ mg/L}$) bij flux 90 en 140; met en zonder pH correct.

Risico's / onzekerheden bij experimentopzet:

- Kort:
 - Seizoenen/watertemperatuur
 - Langdurige stabiliteit aantonen flux en TMP i.c.m. reinigingsregime
- C1 i.p.v. C90 (reinigbaarheid)



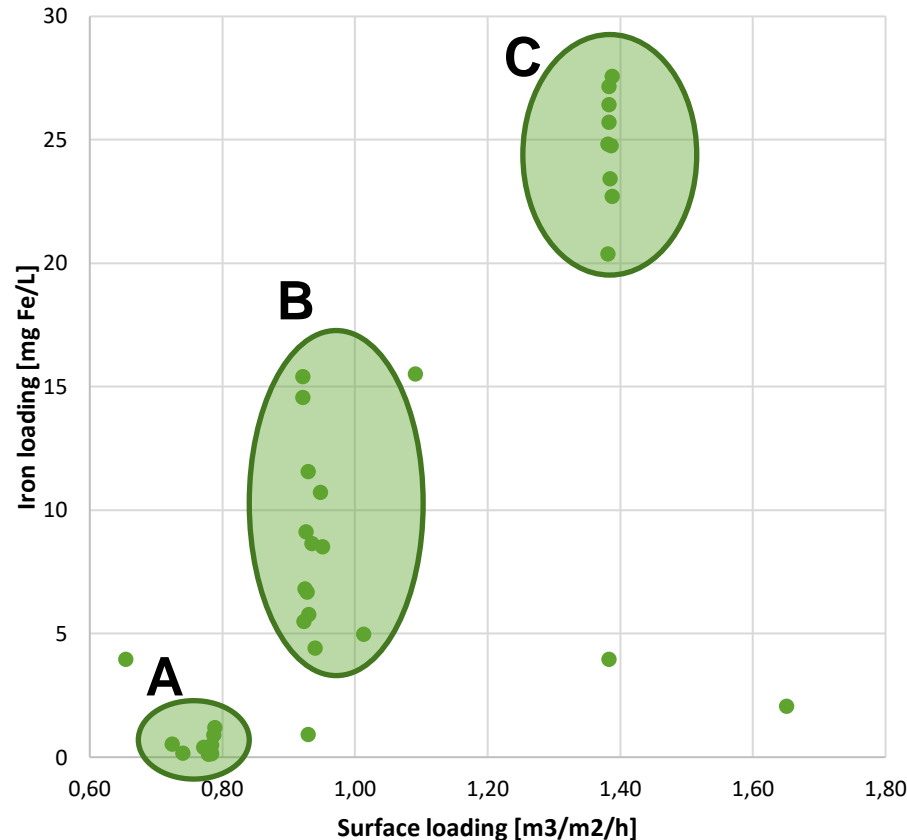
Orange: omgebouwde SIX installatie tot coagulatie, flocculatie en sedimentatie unit; vaste coagulatie dosering 20 mg Fe/L .

Groen: keramische microfiltratie container met drukbuis en 1 membraan (C1); gebruikt, representatief membraan uit PSA3.

Sensoren en data acquisitie op deze pilot uitgevoerd. Bovenstaande plaatje is dashboard.

Coagulatie in SIX installatie

Resultaten en interpretatie

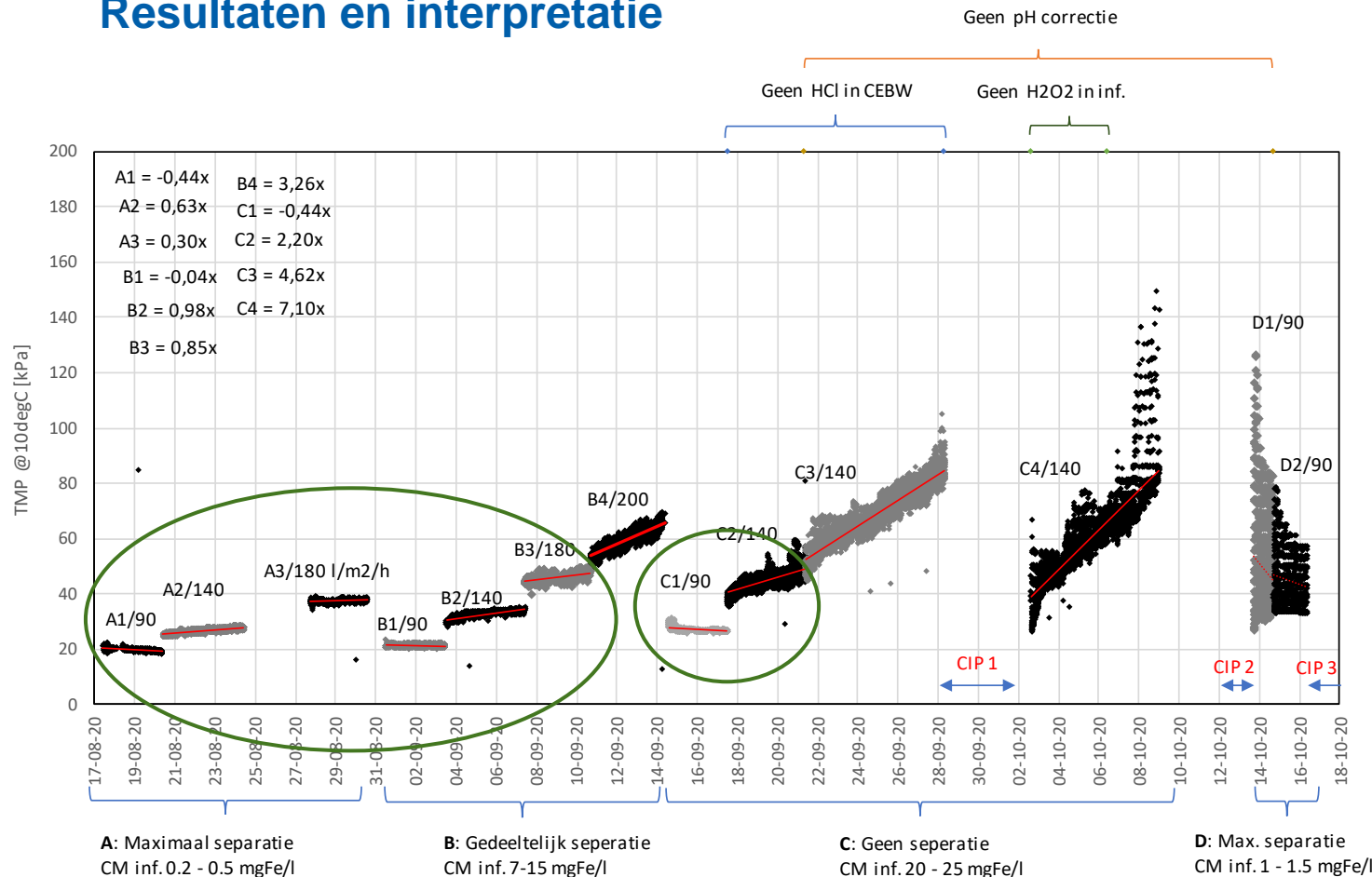


- Coagulatie met statische menger representatief voor evt. opschalen
- Vlokvorming in pilot SIX contactoren met mechanische menging
 - Verbliftijd representatief irt oppervlaktebelasting lamellen
 - Mengenergie geïmproviseerd maar niet kritisch in deze fase
- Bezinking op lamellen
 - Oppervlaktebelasting representatief voor huidige installatie PSA3
 - Vlok desintegratie ten gevolge van turbulentie bij hogere debieten
 - Scherpe doorslagcurve: 60% meer debiet 20x zoveel ijzervlokken (zie grafiek)
- Slibafvoer onder lamellenpakket
 - Royaal gedimensioneerd om niet limiterend te zijn maar niet representatief gemaakt voor latere proces in PSA3

Coagulatie gedrag zoals voorspeld en voldoet voor gewenste instellingen C1, wel scherpe doorslagcurve.

Microfiltratie

Resultaten en interpretatie



Representativiteit:

C1 opereerde op dezelfde instellingen als PSA3; H₂O₂ 10 mg/L, filtratietijd 33 min, CEBW met chloor en CEBW met HCl en H₂O₂; CIP zonder opwarmen met chloor, H₂O₂, HCl en citroenzuur mogelijk

CIP:

Niks wijst erop dat we het volledig vervuilde membraan niet meer schoon krijgen met gangbare chemicalien

pH:

pH correctie noodzakelijk – desorptie → UVT

TMP:

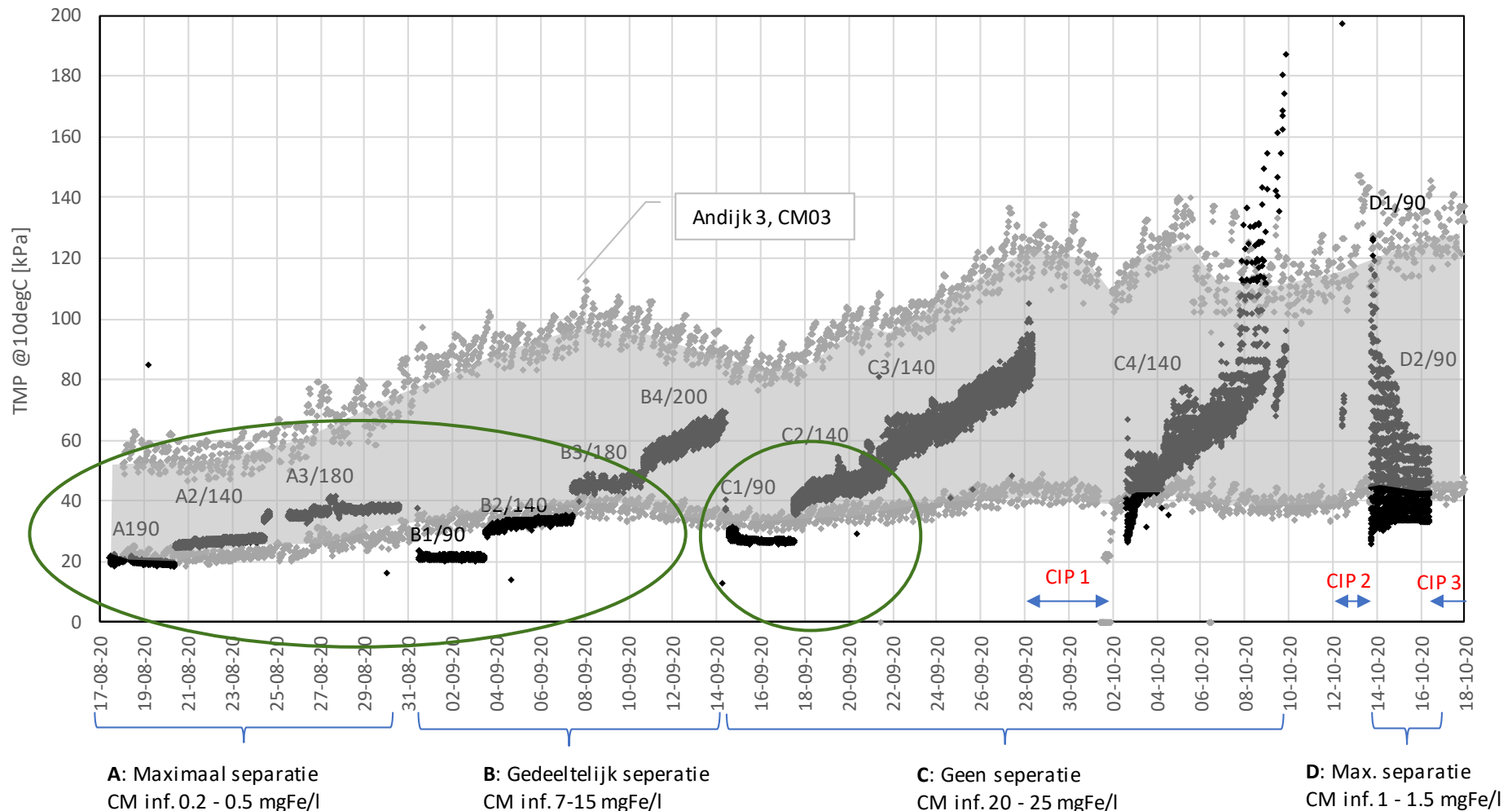
Testen in groen lijken zeer stabiel met weinig TMP verhoging (test C2 op limiet maar zonder HCl in CEBW door storing). Andere testen instabieler en lijken niet haalbaar (hoog TMP verhoging)

Vergelijking Andijk 3 en CVC

Trans Membrane Pressure (TMP)

Puur water & natuur

- Testen in groen zeer stabiele en lage TMP op hogere flux in vergelijking tot PSA3, andere testen instabiele en lijken niet haalbaar



Waterkwaliteit (1)

indicatie zonder onderscheid naar procesinstellingen

	Unit	Ruw	Six-PSA	CM PSA	<i>Six-pi</i>	Coa- eff	C1-eff
		n=4			n=4	n=8	n=8
Chloride	mg/L	121	167	167	202	134	134
Sulfaat	mg/L	57	12	12	2	100	100
DOC	mg C/L	5,2	3,2	2,3	2,55	2,1	2,4
UV-t	%	77	92	93	92	93	90
Natrium	mg/L	84	88	89		83	102
HCO ₃	mg/L	129	114	112	74		
pH	-	7,8		8,0	7,6	6,4	7,9
Mangaan	ug/L	30	57	34	28	57	30
NO ₃	mg/L	1,1			0,6		

Directe celtelling: logverwijdering >4,4

- Integer membraan
- Goede desinfectiecapaciteit PSA3

Uitgelicht

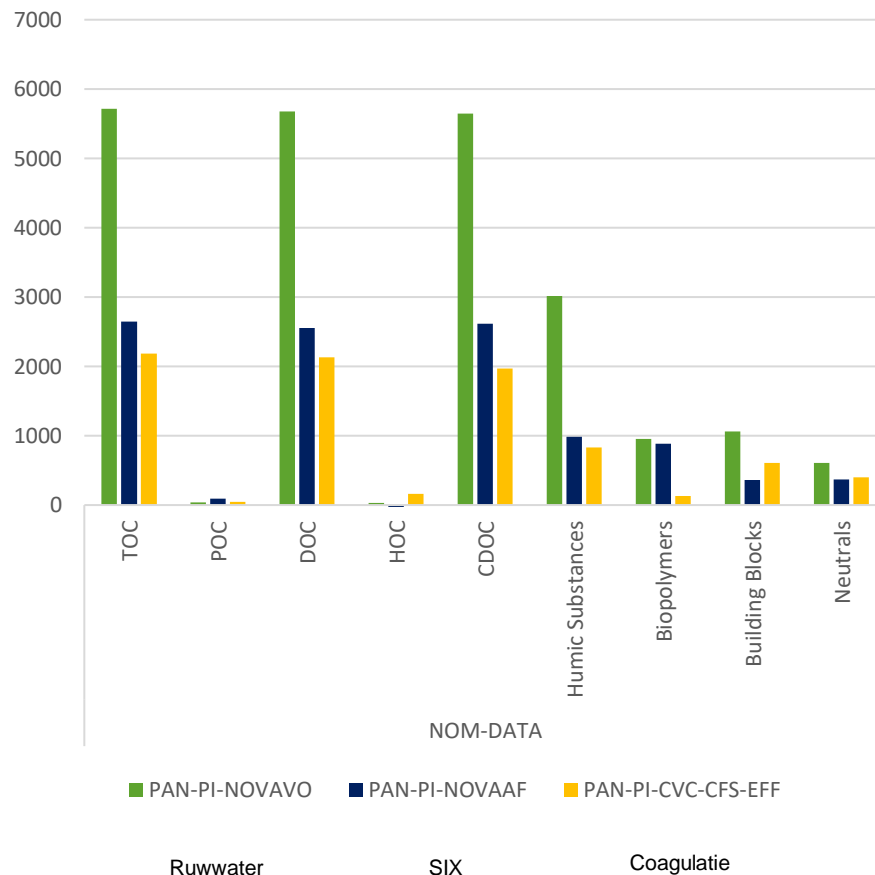
Coagulatie-C1-eff vs SIX-CM PSA

- Chloride: 134 mg/L i.p.v. 167 mg/L
- Sulfaat: 100 mg/L ipv 12 mg/L
- DOC: 2,4 mg/L ipv 2,3 mg/L
- UVT:
 - Bij volledige sedimentatie conform SIX-CM PSA
 - Bij gedeeltelijke sedimentatie 90%-92% ipv 93%
 - Oorzaak UVT variatie: desorptie
 - pH verhoging met vlokken resulteert in daling UV-t en stijging DOC



Waterkwaliteit (2)

Organische stof karakterisering influent CM



- Vergelijkbaar verwijderingsrendement DOC tussen SIX en Coagulatie met twee verschillen:

Biopolymeren worden:

- niet verwijderd in SIX
- wel ingevangen door coagulatie
- relatie biopolymeren en membraanfouling / TMP!
- Building blocks beter verwijderd door SIX. Relatie tot biologische stabiliteit?

Advies: studie naar effecten biologische stabiliteit meenemen

‘Principe’ CVC in PSA3

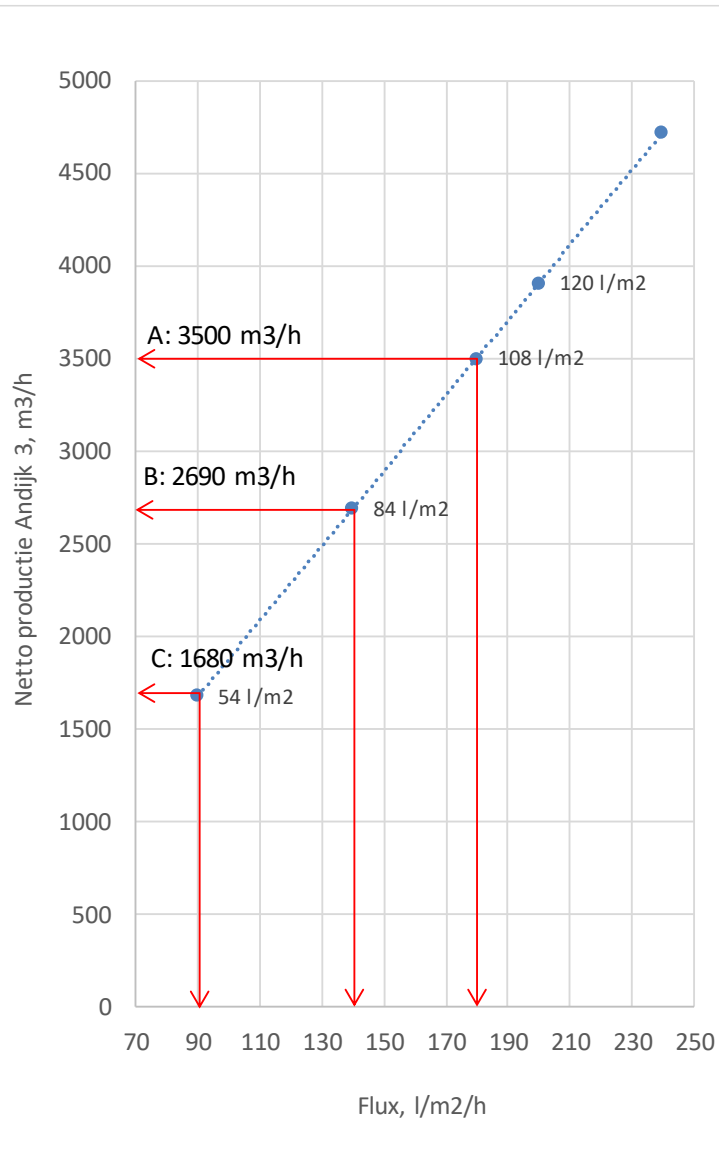
Conclusies:

- Waterkwaliteit coagulatie microfiltratie CVC concept voldoet
- Coagulatie inbouw mogelijk met chemicaliengebouw en statische mixers
- Flocculatie mogelijk in SIX contactoren
- Bezinking ijzervlokken niet mogelijk met huidig lamellen oppervlak
- Meer waterproductie en stabielere procesvoering bij CVC ten opzichte van PSA3 met SIX
 - Randvoorwaarde: geen lage pH (pH 6,4)
 - Bij pH verhoging en ijzervlokken op membraan UVT verlies

Wat betekent dat voor mogelijke scenarios?



Voorzet voor scenario's



- A. Volledige sedimentatie in nieuw te bouwen gebouw
- Uitgangspunt: 4400 m² netto bezinkoppervlak (0,9 m³/m²/h)
 - Zomer: minimaal 3500 m³/h
 - Winter: geen data
 - Maximale UVT in CVC concept (geen desorptie)
- B. Maximale uitbreiding lamellensedimentatie in bestaand gebouw
- Uitgangspunt: 2000 m² netto bezinkoppervlak (0,9 m³/m²/h)
 - 2 typen ijzerbelasting:
 - Volledige sedimentatie: 1620 m³/h (beperking bezinkoppervlak)
 - Maximale UVT in CVC concept (geen desorptie)
 - Gedeeltelijke sedimentatie: 2690 m³/h (flux 140: beperking microfiltratie operatie)
 - Deels UVT verlies (1-2%) door desorptie
 - Winter: geen onbekend.
- C. Minimale investering / geen bezinkoppervlak
- Uitgangspunt veilige fluxprognose 90 L/m²/h (beperking is microfiltratie)
 - Zomer: minimaal 1680 m³/h
 - Winter: geen data
 - Deels UVT verlies (3%) door desorptie

Variant A:

Volledige sedimentatie in nieuw te bouwen gebouw



Plus

- Maximale productie
- Geen verlies UVT
- Beste presetaties MF
 - TMP, Chemicalienverbruik

Productie schatting

- 3500 m³/h

Uitgangspunt

- Lamellen volledige sedimentatie (0,9 m³/m²/h) voor 4000 m³/h = 4400 m²

Kosten (kostenstandaard / grove inschatting)

- Chemicalien dosering (Oranje)
 - Inv. 1,5 M€ (op basis van NaOH Andijk)
 - Expl. 0,91 ct € / m³
- Sedimentatie (Groen)
 - Inv.: 9,3 M€
 - Exp. 2,21 ct € / m³
- Additionele kosten
 - NaOH
 - Mengenergie
 - Slibverwerking

Realisatie tijd

- Onderzoek/ontwerp/bouw < 3jaar

Risico's technologie

- Kapot gaan vlokken: Vlokkentransport van SIX torens naar sedimentatie

Variant B:

Maximale uitbreiding lamellensedimentatie in bestaand gebouw



Risico's technologie

- Verlies UVT (1%)
- Prestaties MF
- TMP
- Chemicalienverbruik

Risico's realisatie

- Volledige retrofit lamellen
- Fundering draagkracht
- Kosten? Check met PSA3 team!

Productie schatting

- 1690 – 2690 m³/h

Uitgangspunt

- Maximale realisatie lamellen in bestaand gebouw

Kosten (grove inschatting)

- Chemicalien dosering (Oranje)
 - Inv. 1,5 M€ (op basis van NaOH Andijk)
 - Expl. 0,91 ct € / m³
- Sedimentatie (Blauw)
 - Uitbreiding inpandig 3M€
 - slibverwerking

Realisatie tijd

- Onderzoek/ontwerp/bouw < 2 jaar

Plus

- Redelijke productie
- Snelle realisatie tijd
- Kosten

Variant C: Minimale investering



Plus

- korte realisatie tijd
- kosten
- reststroom

Productie schatting

- 1680 m³/h

Uitgangspunt

- Al het ijzer door naar membraan

Kosten (grobe inschatting)

- Chemicalien dosering (Oranje)
 - Inv. 1,5 M€ (op basis van NaOH Andijk)
 - Expl. 0,91 ct € / m³
- Additionele kosten
 - NaOH
 - Mengenergie
 - Slibverwerking uit microfiltratie als hagelslag

Realisatie tijd

- Onderzoek/ontwerp/bouw < 2 jaar

Risico's

- Verlies UVT (2-3%)
- Prestaties MF
 - TMP
 - Chemicalienverbruik



Voorlopige evaluatie scenario's A, B en C

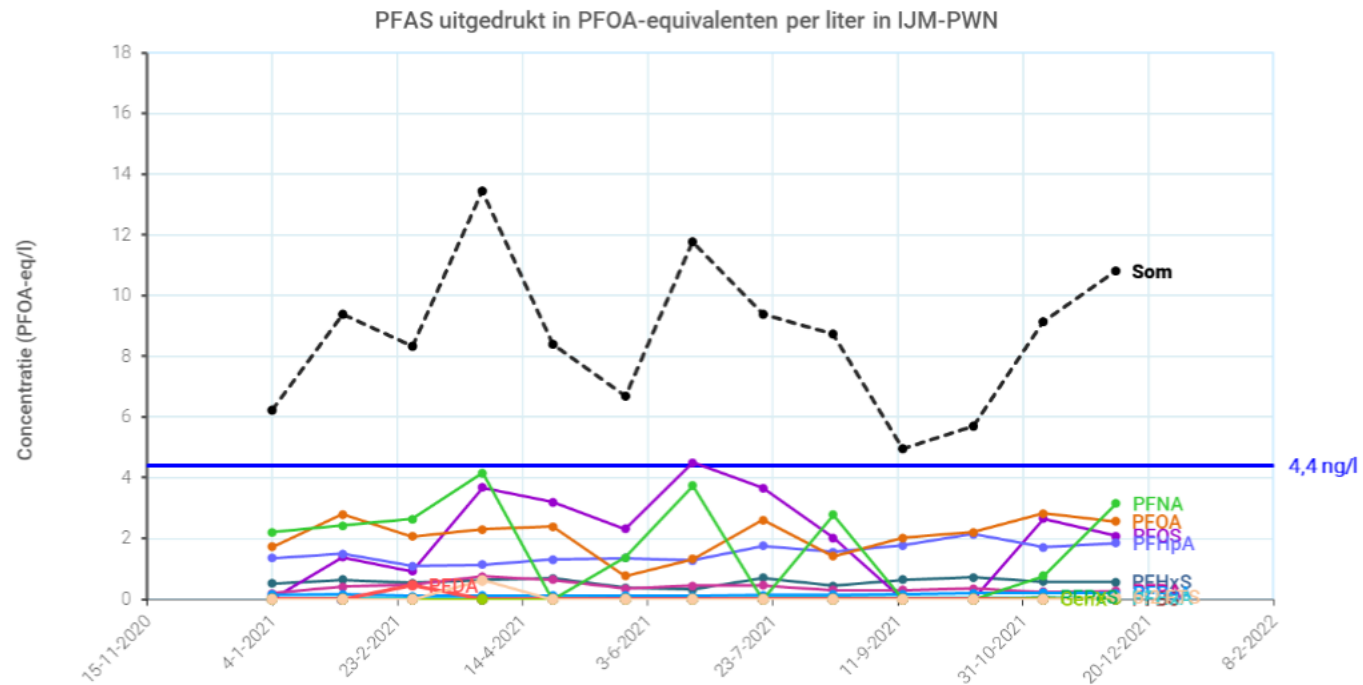
vrije interpretatie projectteam

Scenario	Productie-schatting [m ³ /h]	Prod. t.o.v. PSA3	Investering/ realisatietijd	Robuustheid o.b.v. resultaten proefneming	Waterkwaliteit (UVT)
A	3500	+++	-	++	+
B ₁	1620	+/-	+/-	++	+
B ₂	2690	++	+/-	+/-	-
C	1680	+/-	++	--	--

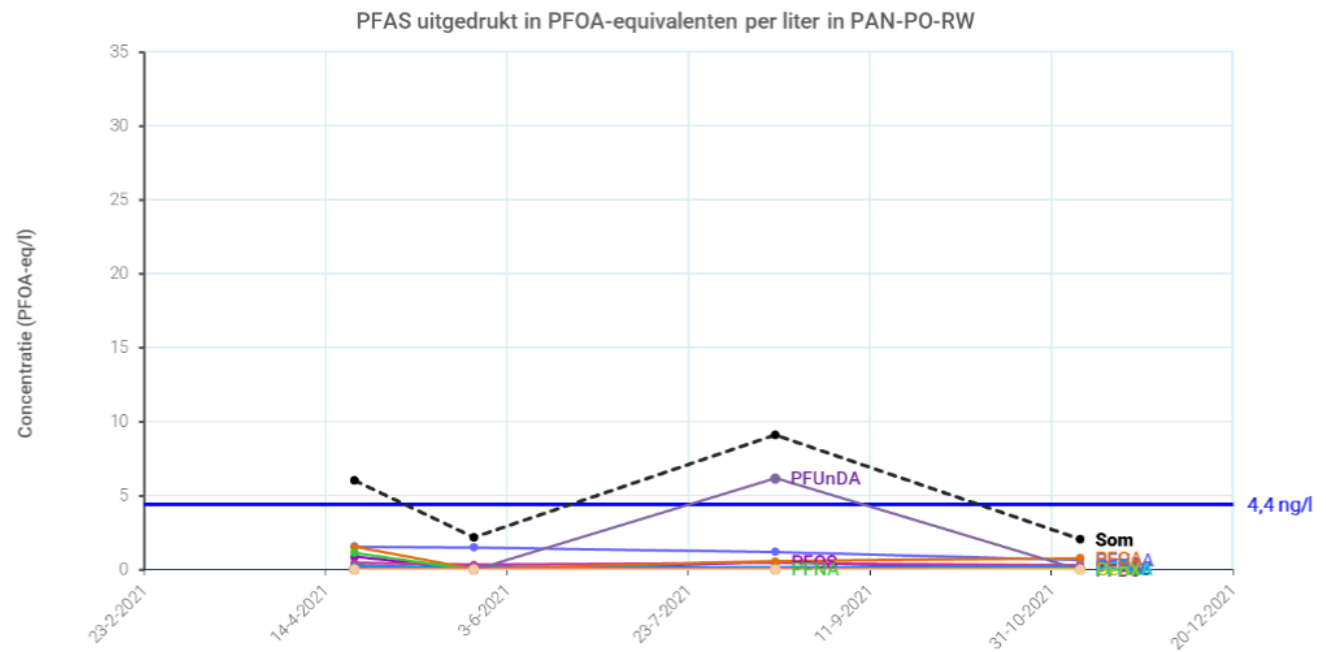
Weging per criterium en verdere technische ondervindingen bepaalt optimaal scenario voor PWN

PFAS

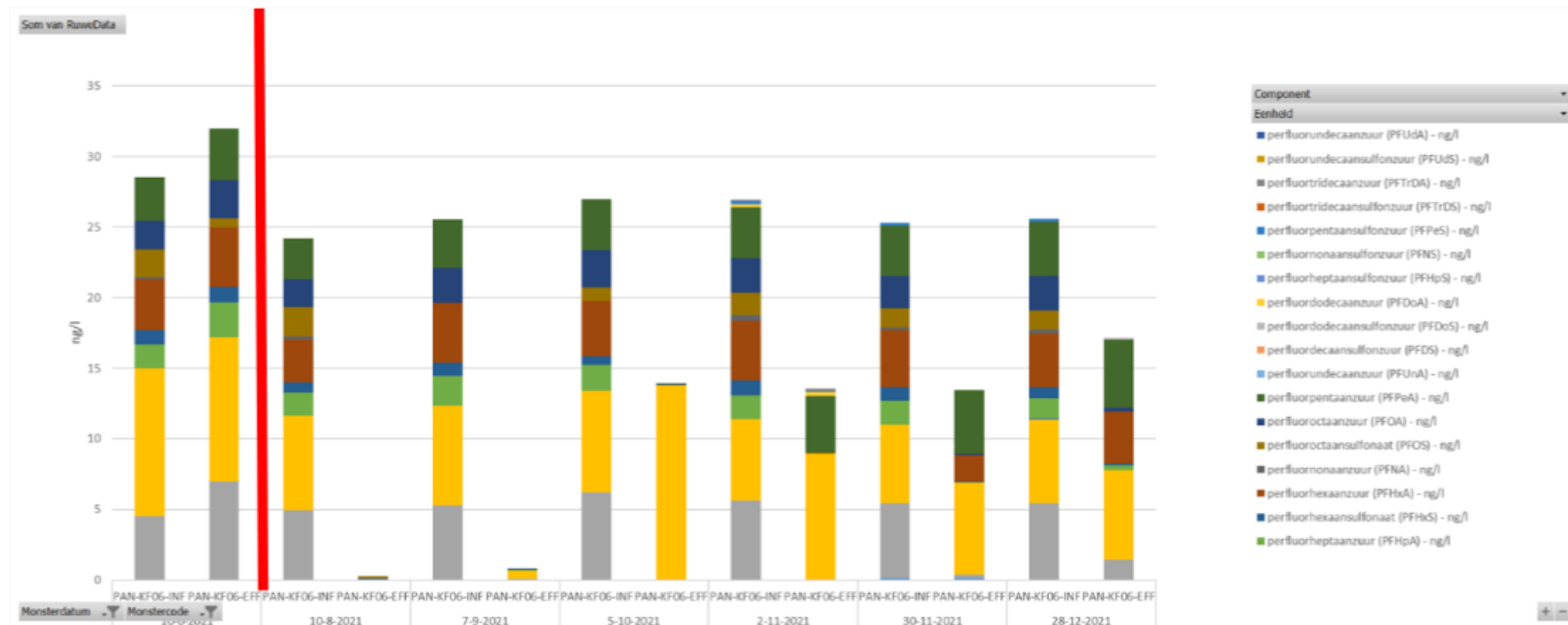
- IJsselmeer (boven)



- PS Andijk (onder)



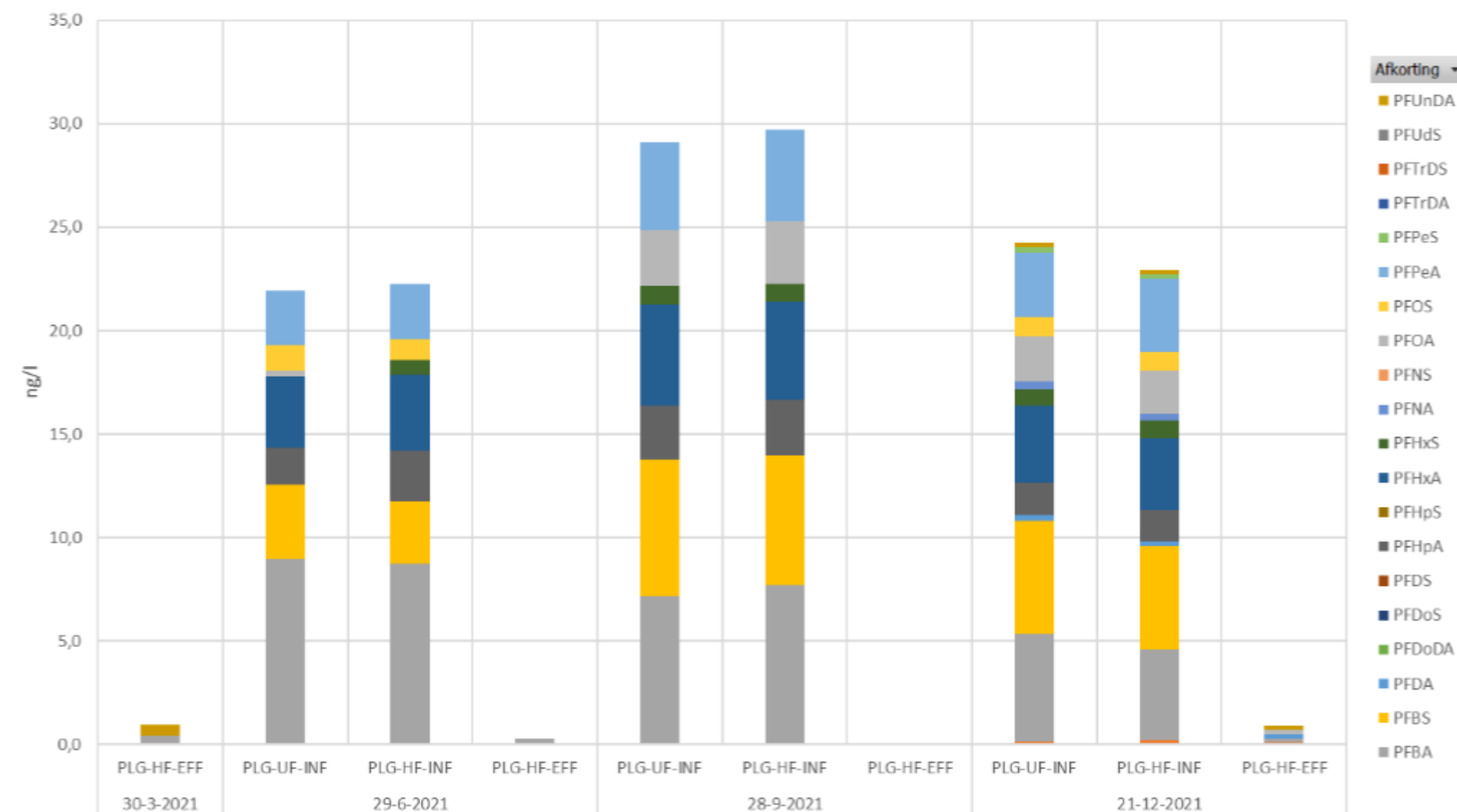
Koofilter Andijk



PFAS

Som van RuweData

Heemskerk, UF/RO (ruwe data, ng/l)



Datum-dag Monstercode

+ -



Uitbreiding WPJ

Go–no go pilot WPJ uitbreiding Technologie

Namens projectteam uitbreiding WPJ
Jink Gude

Achtergrond project uitbreiding WPJ

- Extra capaciteit nodig (MLTHP 2019)
 - Extra capaciteit tbv uitbreiding Heemskerk
 - Vergroten redundantie WRK systeem
 - Huidige WPJ levert minder dan de ontwerpcapaciteit en dat gaat nu knellen
- Sinds eind 2020 is er een interne projectgroep om uitbreiding WPJ voor te bereiden
 - Technologisch (Bedrijfsvoering, PT, BPD, PWNT)
 - Inkoop (Bas Stoop)
 - Projectmanagement en aanbesteding (Marcel Wink)
- Sinds zomer 2021
 - Pilot en technology provider en aannemer geselecteerd: Nijhuis GMB
 - Onderdeel van het project is technologisch meest aantrekkelijke processchema vast te stellen en de ontwerpgrondslagen bepalen
- Maar waarom pilot en niet letterlijk WPJ technologie uitbreiden?



Projectachtergrond Initiatieffase

Puur water & natuur

Definitie	Wie	Opmerking
Basis eisen; Wat zijn de kaders van het project?	Project team PWN	<ul style="list-style-type: none">• Beslisdocument
Waterkwaliteitseisen	PWN/PWNT	<ul style="list-style-type: none">• Analyse alle gebruikers• Kijk naar de toekomst• In aanbestedingsleidraad
Concept keuze. Welke concepten zijn kansrijk en willen we testen?	PWN/PWNT	<ul style="list-style-type: none">• Literatuur onderzoek• Ervaring ander bedrijven• Kosten analyse• Markt consultatie
Pilot definitie (voor aanbesteding)	PWN/PWNT	<ul style="list-style-type: none">• Aanbestedingsleidraad
Pilot definitie definitief	PWN/PWNT/Nijhuis	<ul style="list-style-type: none">• In bouwteam Nijhuis
Onderzoeksplan	PWN/PWNT/Nijhuis	<ul style="list-style-type: none">• In bouwteam

Waarom geen WPJ kopie

1. WPJ is voor 14.400 m³/h ontworpen maar doet afhankelijk van het seizoen 7.000 tot 9.000 m³/h
2. Waterkwaliteitseisen voor de nieuwe WPJ gaan omhoog
3. Optimalisatievraag: kan het sowieso beter?
 1. Duurzaamheid!
 2. Kosten
 3. Ect?

Randvoorwaarde technologie

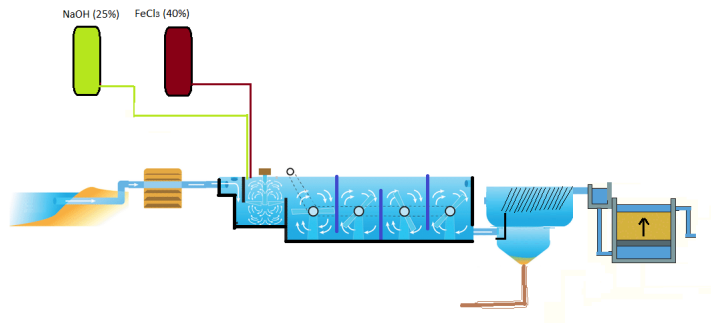
Andere technologieën zouden hiervoor mogelijk in aanmerking kunnen komen, maar WRK/PWN heeft besloten om zich te beperken tot: microzeven-coagulatie-flocculatie-vlokafscheiding-snefiltratie met het oog op;

- Beperkte onderzoeks- en realisatietijd;
- Ervaring met proces;
- Bekende reststromen.



Bestaand WPJ

- In bedrijf sinds 1981, ontwerpcapaciteit 14.400 m³/h, reele capaciteit max. 9000 m³/h
- Processtappen:
 - Trommelzeven, 200 µm
 - Coagulatie d.m.v. FeCl₃, c.a. 14 – 26 mg Fe/l
 - Flocculatie 15 min ontwerp
 - Lamellenseparators (1,6 m³/ m²/h ontwerp → 0,9 m³/ m²/h reeel)
 - Opwaartse zandfiltratie 20 m/h
 - Slibverwerking in bezinkvijvers en slibdroogbedden



		WPJ	WPJ	WPJ
productie		14000	9000	6000
aantal straten		6	6	6
totaal productie	[m ³ /h]	2333,333	1500	1000
Surface load	[m/h]	1,62	1,04	0,70
Verblijftijd flocculatie	[min]	14,91	23,20	34,80
Filtratiesnelheid	m/h	20	12	9

PWN system en WPJ gebruikers

Puur water & natuur

1. Voorgezuiverd water t.b.v. drinkwaterproductie:

– PWN

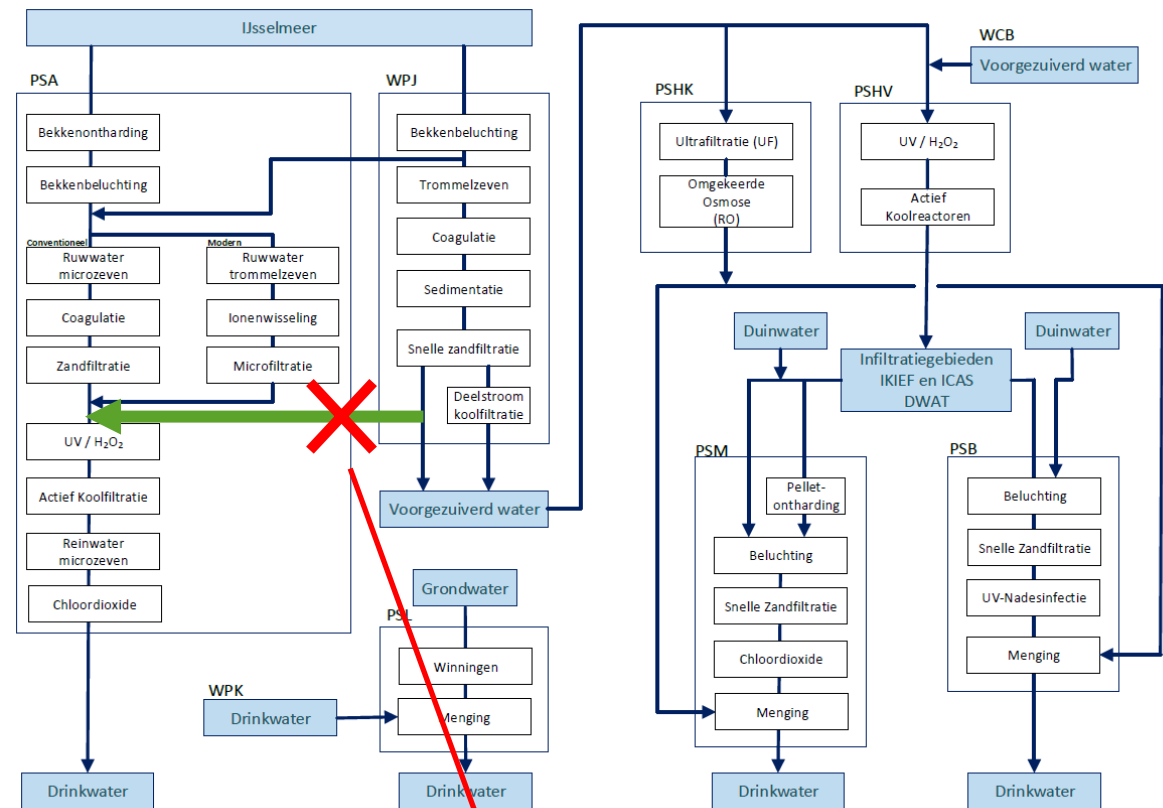
- UF/HF ontharding t.b.v.
- UV/H₂O₂ duininfiltratie t.b.v.
- UV/H₂O₂–AKF (back-up) PSA t.b.v.

– Waternet

- Infiltratiewater (direct?)

2. Industrie water:

- Bestaande WRK contractanten (Tata, CvG)
- Nieuwe klanten?



WPJ→PSA
Zoöplankton te hoog
UVT te laag

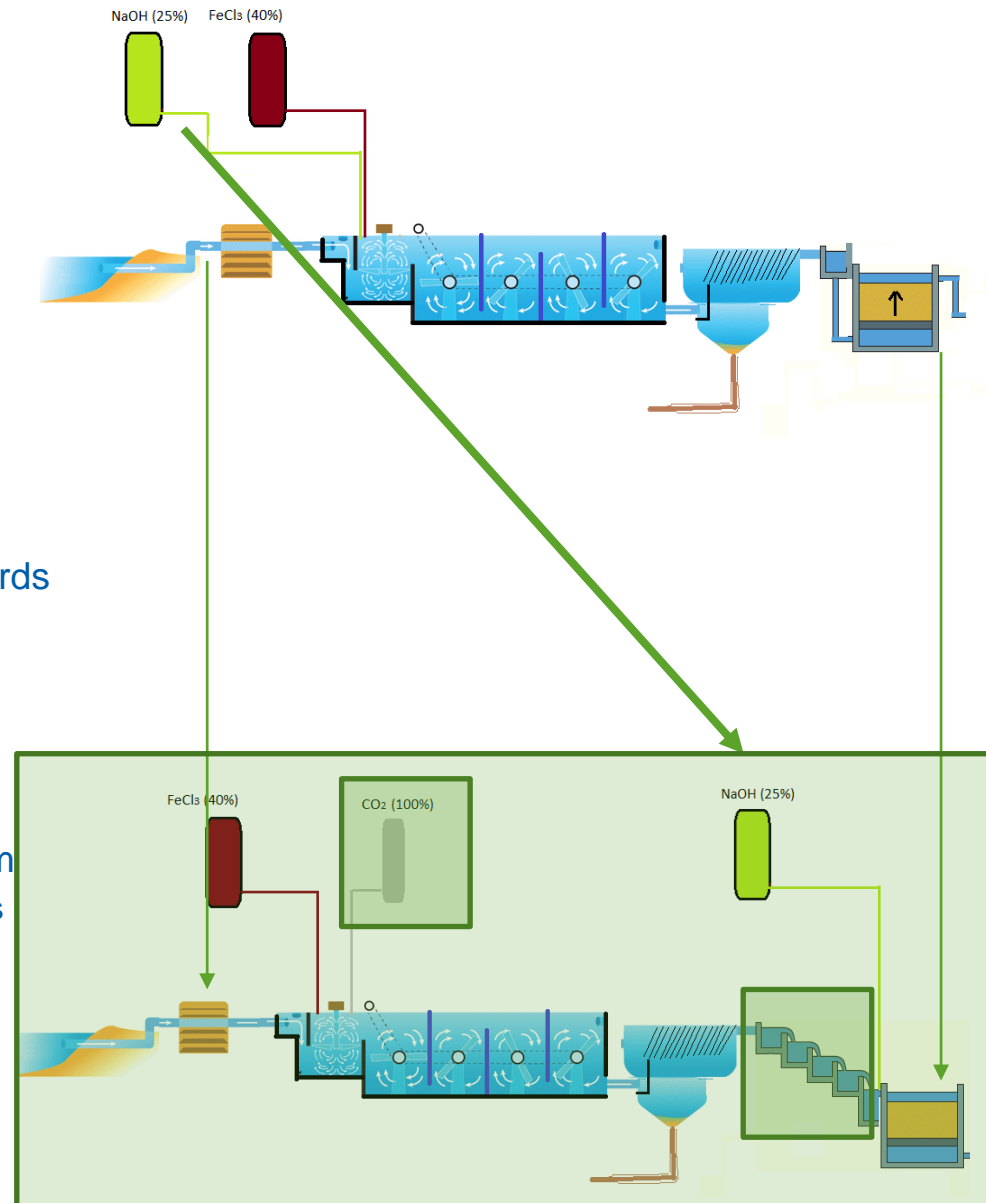
2. Waterkwaliteitseisen

Parameter	Units	Target new extension	WPJ actual (average) 2000 – 2020
Total suspended solids	mg/l	< 0.1	0.01
Turbidity	FTE	< 0.15	0.03
DOC	mg/l C	<3	3.2
UV-Transmissie 254	%	> 89%	85%
Iron	µg/l Fe	<30	15
Manganese	µg/l Mn	< 1	0.2
Ammonium	mg/l N	< 0.1	0.015
Bicarbonate	mg/l HCO ₃	> 90	140
Chloride	mg/l Cl	Minimum addition	160
Sodium	mg/l Na	Minimum addition	90
Sulphate	mg/l SO ₄	Minimum addition	62
SI	pH	0.1 – 0.4	0.15
Hydrobiologie		Zo goed als PSA1	

Identified Process Improvements WPJ

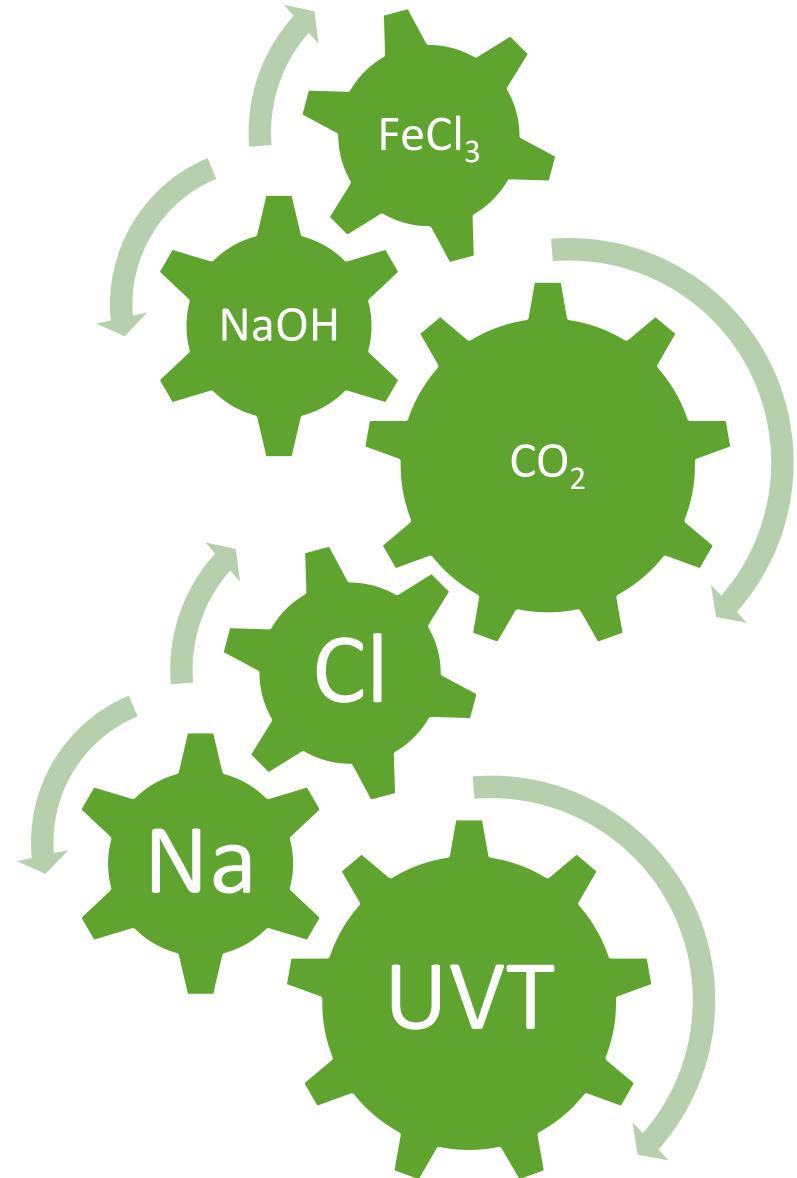
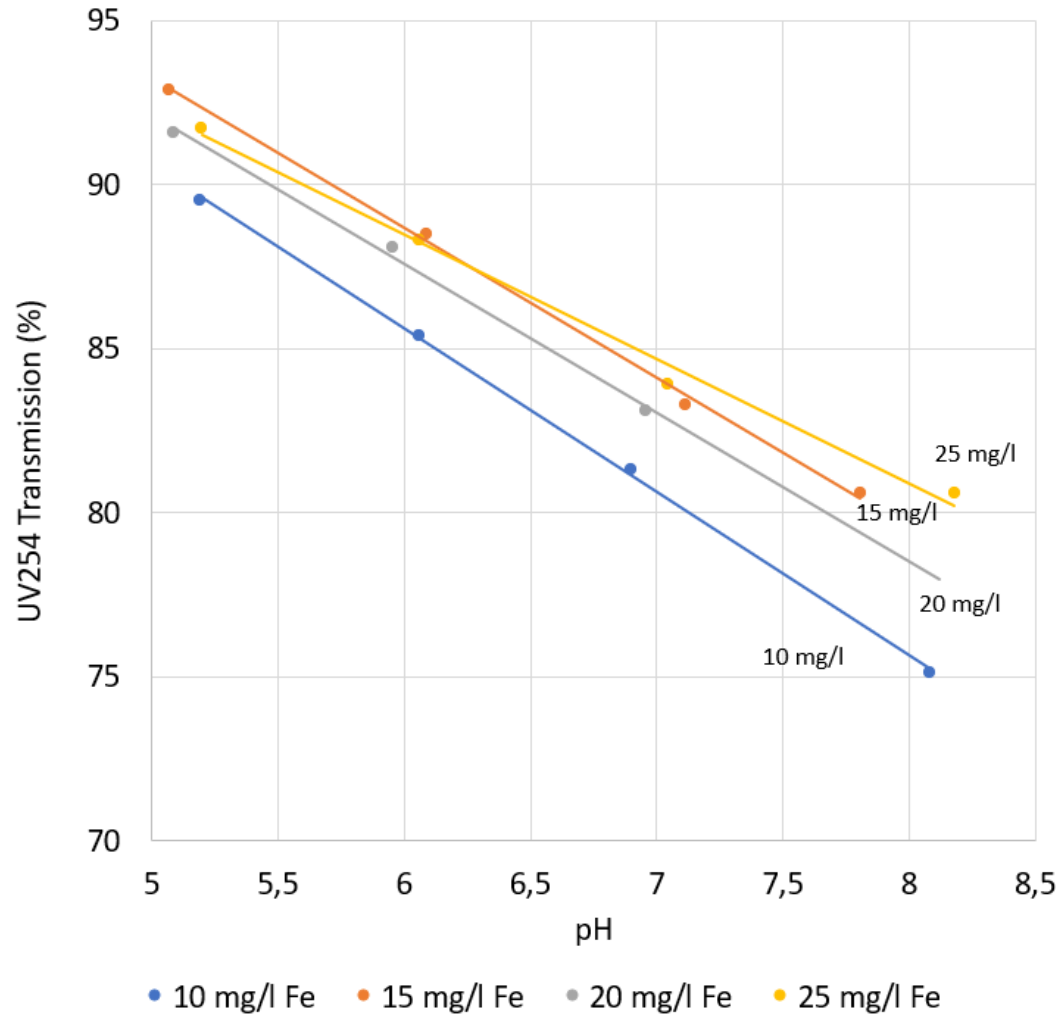
Puur water & natuur

- Enhanced coagulation possibly with additional pH correction (CO_2)
 - Improvement in water quality (UV-T, removal of organic material)
 - Lower iron dosage and chemical use (NaOH)
 - Minimize floc-agent
- CO_2 removal after sedimentation
 - Lower chemical usage (NaOH)
- Rapid sand filtration flow direction (change from upwards to downwards)
 - Flowrate estimates from 7 to 20 m/h
 - Improvement in water quality (TSS?, hydrobiology?)
 - Lower losses during backwashing? Relevant?
- Use of a smaller screen size (35 μm instead of 200 μm)
 - Possible positive influence on all downstream processes (including mussels?)
- Finding optimal design



Chemicaliënverbruik optimalisatie

28-4-2021 en 29-4-2021 UVT IJsselmeer 68%



		FeCl ₃ (40%)	CO ₂	NaOH (50%)
Prijs	Eur/ton	95	72	265
Co2-eq	kg/kg/CO2-eq	0,18	0,78	1,36

Chemicaliënverbruik optimalisatie

Scenario	Eenheid	FeCl ₃ (40%)	CO ₂ (100%)	NaOH (50%)	TOTAAL
WPJ bestaand	ton/j	5596	0	2744	
+cascade	ton/j	5596	0	1326	
+cascade en CO ₂	ton/j	4197	848	1326	
WPJ bestaand	ton CO ₂ -eq	1.007	0	2744	3.752
+cascade	ton CO ₂ -eq	1.007	0	1326	2.333
+cascade en CO ₂	ton CO ₂ -eq	755	661	1326	2.743
WPJ bestaand	Euro / jaar	€ 532.000	€ 0	€ 727.000	€ 1.259.000
+cascade	Euro / jaar	€ 532.000	€ 0	€ 351.000	€ 883.000
+cascade en CO ₂	Euro / jaar	€ 399.000	€ 61.000	€ 351.000	€ 811.000
			Totaal kosten incl. CO ₂	WPJ bestaand	€ 1.634.028
				+cascade	€ 1.116.305
				+cascade en CO ₂	€ 1.085.414

	HCO ₃	Cl	Na	SI	UVT
	mg/L	mg/L	mg/L		-
WPJ bestaand	156	38	20	0,3	80
+cascade	128	38	10	0,3	85,8
+cascade en CO ₂	156	29	10	0,3	86,1



Samenvatting: waarom pilot?

- Geen voorbeeld aan bestaande WPJ
 - Ontwerpuitgangspunten “uit het lood”
 - Nieuwe ontwerpuitgangspunten valideren
 - Waterkwaliteit voldoet op aantal punten niet
- Verbeterde/efficiëntere vlokafscheiding?
 - Flotatie meer en meer toegepast (m.n. Evides)
 - Kleinere footprint
 - Mogelijk minder chemicaliën
 - Elektrificeer ambitie
 - Robuuster bij lagere temperaturen

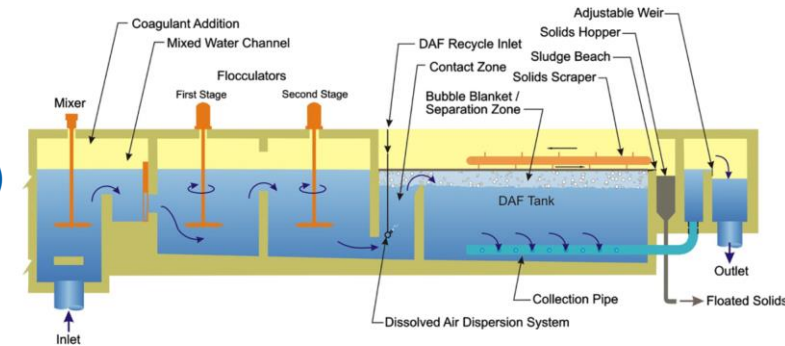


Figure 1 | Typical DAF system schematic.

Project en pilot

- Begroting RHDHV in Aanbestedingsleidraad (max. kosten van Lamellen separator)

Onderdeel	Waarde
Fase 1	4400 m ³ /h
CAPEX	46 M€
Exploitatie (Ex. CO ₂ uitstoot)	3,8 M€/jaar
Levensduur	30 jaar
“Total cost of Ownership”	160 M€

- Kunnen we dit minimaliseren en projectdoelen halen? (ook duurzaamheid CO₂)
- Is een DAF beter dan een LS?
- Hoe minder we testen hoe meer veiligheid we moeten inbouwen.
 - Het zal wel werken maar niet optimaal zijn?

Oplossing



Investeren in
een pilot
onderzoek

Ramingen ontwerp keuzes

Puur water & natuur

- Ruwe inschatting voor initiële motivatie concept keuze en pilot onderzoekplan, (RHDHV calculator, voor 4400 m³/h)
- Alles moet worden gecheckt na conclusies pilot en kennis Nijhuis
- Let op! Is maar één aspect in TOM analysis

Onderdeel	Range	CAPEX	OPEX
MZ zeefwijdte	200 – 35 µm	4,6 - 8,7 M€	Vergelijkbaar verhouding als CAPEX Mosselen verwijdering moet ook worden meegenomen
Flocculatie verblijfstijd	LS 20 - 30 min DAF 10 - 20 min	300 k€/min LS 5,9 - 8,8 M€ DAF 2,9 - 5,9 M€	≈
Floc-agent, WISPRO	Wel of niet	700 k€	60 k€/jaar
LS oppervlakte belasting	0,6 - 0,9 m/h	1.3 M€/(m/h) 10,4 -14.4 M€	≈
Separatie concept	LS of DAF	LS 10,4 - 14.4 M€ DAF 4,3 - 5,9 M€	Hoger voor DAF (energie = CO2)
ZF concept	Opwaarts (16-19 m/h) Neerwaarts (7-9 m/h)	Op. 5,1 - 5,7 M€ Neer. 8,3 - 9,7 M€	Neerwaarts 30-50% hogere (met afschrijving)
ZF korrelgrote (opwaarts)	Gem. - Grof 7-15 m/h	c.a. 700 k€/(m/h) Δ 4,9 M€	Hoger voor kleinere fractie

Er zit ook verbanden tussen, systeem analysis nodig = piloot

Concept keuze en pilot

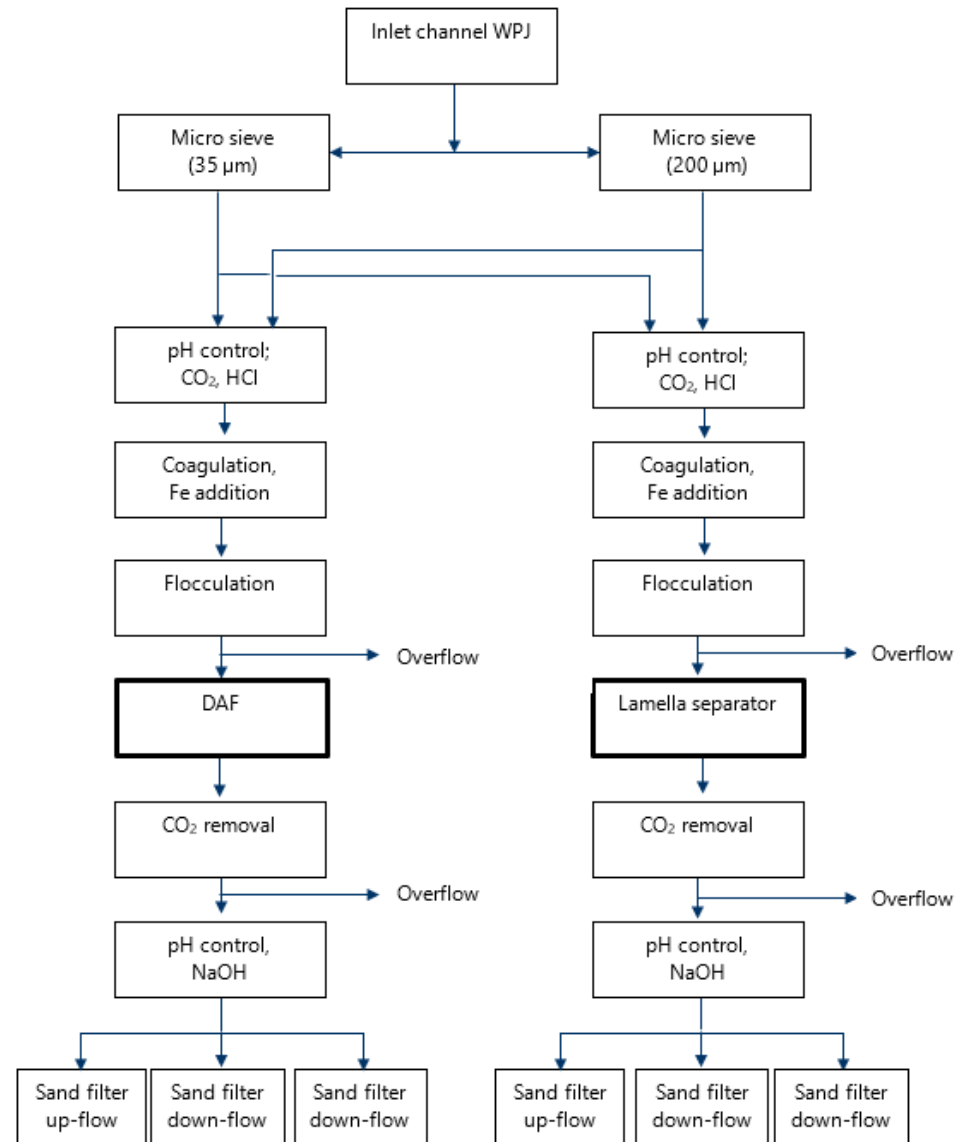


Figure 1 Pilot block scheme



Puur water & natuur





Hoe gaan we de pilot bedrijven

- Gedetailleerd pilotschema, 5 weekse cyclus met dagelijks veranderende instellingen, afgestemd tussen PWN(T) en Nijhuis
- Bedrijfsvoering in de proevenloods in Andijk door pilotoperator PWNT
- Pilotengineer (PWNT en Nijhuis) om proevenprogramma en dataverzameling te coördineren
- Kernteam om voortgang te bespreken
- Medio Q3 tussenrapport om voorzichtig voor te sorteren op concept
- Veel automatische bedrijfsvoering (muv steeds nieuwe instellingen) en dataverzameling in datalake en processoftware van GMB Nijhuis (relatie met Digitale Transformatie PWN)
- Eind Q4 rapportage pilot WPJ en afweging PWN tot voortzetting pilot



Pilot onderzoeksplan

Puur water & natuur

Uitdaging	Oplossing / Strategie
Heel veel variabelen, wat gaan we onderzoeken?	Samen met Nijhuis hebben we primair variabelen geïdentificeerd dat een significant invloed zal hebben op de TOM analyse en waar er onvoldoende kennis is om ontwerp te definiëren = primair variabelen
Seizoensinvloeden meenemen voor alle variabelen, en onderlinge invloed van variabelen	Herhalende pilot cyclus van 5 weken, waarin alle primair variabelen worden onderzocht, en hun onderlinge invloed
Extreem koud periode kan bepalend zijn (<3 degC)	Strategie vastgelegd voor extreem koud weer, buiten herhalende pilot cyclus
Optimaal operatie vastleggen	Tussen testen in pilot cyclus continu verbetering van operatie besproken wekelijks met pilot kernteam Ondersteuning door 2 wekelijks bekerglas proven
Tijdsdruk om definitie fase te beginnen	Tussen rapportage in Q2 maken met voorlopige conclusies van winter. Q3 en Q4 voor verificatie

Activiteiten en projectplanning

Puur water & natuur

Wat	Wanneer	Wie
Definitie pilot plan	Q4 2021	Pilot kernteam
Start pilot onderzoek	Week 1, 2022	Pilot kern team
Uitvoering	Tot eind 2022	Pilot kern team
Tussentijdse pilot resultaten rapportage, Met voorlopig aanbevolen ontwerp parameters	Eind Q2	Pilot kern team
Begroting en door berekenen van voorlopige keuzes uit tussentijdse rapport (CAPEX, OPEX, TCO, CO2 eq., enz.) en uitvoeren van TOM*	Q3	Project kern team
Voorlopige keuze van zuiveringstrein*	Q4	Project kern team
Definitief pilot rapport	Eind Q4	Pilot kern team
Definitief begroting en door berekenen van opties (CAPEX, OPEX, TCO, CO2 eq., enz.) en uitvoeren van TOM*	Eind Q4	Breed project team
Definitieve keuze van zuiveringstrein*	Eind Q4	Kern project team

*Onderdeel van definitiefase

Projectorganisatie

Puur water & natuur

Taak/Groep	Naam	Kernverantwoordelijkheden
Pilot operator	"Nog in te vullen" (PWNT)	<ul style="list-style-type: none"> Dagelijks operatie van pilot en monsternamen
Pilot engineer	"Nog in te vullen" (PWNT en NI)	<ul style="list-style-type: none"> Wekelijks data aggregatie/validatie Samenstellen en presenteren van week en maand rapporten Checken dat pilot plan wordt gevolgd en loggen van afwijkingen
Extern water analyse	HWL	<ul style="list-style-type: none"> Ophalen monsters en analyse, online meter onderhoud/kalibratie
Lab. onderzoeker	"Nog in te vullen" (PWNT)	<ul style="list-style-type: none"> Rapporteren van bekerglasproeven (elk 2 weken en eindrapport)
Pilot kernteam	J. Plooi (PWN) J. Gude (PWN) H. Teeuw (NI) Operator (PWNT) Pilot engineer (PWNT/NI)	<ul style="list-style-type: none"> Bespreken van week rapportage Analyseren van resultaten betreft van project doel Besluiten maken over aanpassingen van instellingen (optimalisatie) Besluiten maken van aanpassingen van pilot plan Samenstelling van maand en kwartaalrapportage
Pilot breed team	Kern team + M. Wink (PWN) M. Visser (PWN) Proces technoloog (PWN) B. Martijn (PWNT) E. Prest (PWNT) M. Welling (PWNT) A. Kluit (NI) J v. Bastelaar (NI)	<ul style="list-style-type: none"> Bespreken van maand, kwartaal, tussen en eind rapportage Samenstelling van kwartaal, tussen en eind rapportage Analyseren van resultaten betreft van project doel Bewaking project doel
Breed projectteam	Zie PMP (inclusief GMB)	<ul style="list-style-type: none"> Resultaten van pilot spiegelen aan overall project doel

Pilotbudget

- Exclusief huur en levering piloot

Onderdeel	Begroting
Totaal uren pilot onderzoek	537 k€
Uren lab. onderzoek	33 k€
Monstername PWNT lab	7 k€
Monstername en analyse kosten (HWL)	158 k€
Chemicaliën gebruik	35 k€
Totaal:	770 k€

Pilot deliverables

Het verkrijgen van betrouwbare resultaten om:

1. De geselecteerde technologieën te vergelijken (DAF en LS) gebaseerd op:
 - Waterkwaliteit;
 - CAPEX (investeringskosten);
 - OPEX (operationele kosten);
 - Duurzaamheid
 - Robuustheid proces;
 - Onderhoud;
2. Definieren van ontwerpuitgangspunten voor beste passende technologie:
 - Uitgangspunten geschikt voor betrouwbaar opschalen;
 - Testen en valideren equipment

Uitdagende bron

Puur water & natuur

Nitraat WCB ruw mg/L 9,01 3,64 13,10
Nitraat ijsselmeer

Tabel 1 Bronwaterkwaliteit (ca. 2018) en behandeling bij PWN (*2000 – 2020), Waternet en Evides.

Parameter	Eenheid	PWN			Waternet			Evides		
Supply		Ijsselmeer (Rijn)			Lek			Bergsche Maas		
Type		Reservoir			Reservoir (with coagulation)			Reservoir		
Area	Ha	45			200m x 120m = 2,4 Ha			615		
Volume	m ³	3.760.000			n.v.t.			86.000.000		
Residence time	weken	7			n.v.t.			112		
Buffer	weken	1			n.v.t.			10		
		min	gem	max	min	gem	max	min	gem	max
Chloride	mg/l Cl	59	124	231	44	98	124	21	47	76
TOC	mg/L C	5	7	11	2,5	3	3,5	3,5	5	7
UV-extinction, 254 nm	1/m	10	14	24	6	7	11	9	12	15
Suspended solids	mg/l	0,5	18	70	11	33	76	7	14	28
Chlorofyl-A (algen)	µg/l	4*	48	70*		7			2	

- Hoge organische belasting resulteert in hoge dosering chemicaliën tijdens coagulatie (FeCl₃, NaOH)
- Terwijl regulering van parameters Cl⁻, SO₄²⁻ en Na⁺ beperkt grote concentratieverhoging van deze parameters.



Puur water & natuur

www.pwn.nl

