



Aquafin Antwerpen-Noord

<p>Water-link Mechelsesteenweg, 66 B-2018 ANTWERPEN Tel : +32 (0)3 609 01 60 Fax : +32 (0)3 609 01 69 Website : www.water-link.be</p>	
<p>Your project is managed by :</p> <p>Karmen Verstuyft Key Account Manager Mobile: +32 (0)476 98 07 92 E-mail: karmen.verstuyft@water-link.be</p> <p>Koen Janssen Sales Manager Mobile : +32 (0)470 20 35 39 E-mail : koen.janssen@water-link.be</p>	<p>Your project is managed by :</p> <p>Wim Bossaerts Process Engineer Mobile: +32 (0)474 95 66 93 E-mail: wim.bossaerts@water-link.be</p>
<p>Datum: 18/02/2022</p>	

Overzicht

1.	Inleiding	3
2.	Korte historiek piloot.....	3
3.	Uitgangspunten	5
3.1	Kwaliteit van het ruw water.....	5
3.2	Gewenste eindkwaliteit	8
4.	Piloottest.....	8
4.1	Onderzoeksvraag	8
4.2	Op te volgen parameters	9
4.5.1	On-line.....	9
4.5.1	Via analyses	10
4.3	Pilootconfiguratie	11

1. Inleiding

Hoewel brak water overvloedig aanwezig is in de haven van Antwerpen, kan dit water niet voor alle industriële processen worden ingezet. Daarom wordt op grote schaal gebruik gemaakt van het bestaande proceswater netwerk van water-link. Proceswater van drinkwaterkwaliteit wordt gebruikt in industriële processen en als basis voor noodzakelijke koelprocessen. In het kader van de droogte problematiek en de groeiende vraag naar water hergebruik, wenst water-link de mogelijkheden te onderzoeken naar hergebruik van effluent van een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI).

Met deze piloottesten wenst water-link dieper in te gaan op de haalbaarheid van het gebruik van opgezuiverd afvalwater van een RWZI voor de aanmaak van hoogkwalitatief koelwater. Het doel van water-link hierin is om een belangrijke stap te zetten in de richting van duurzaamheid en circulariteit. Enerzijds zorgt de transitie van proceswater naar koelwater voor efficiëntere koelprocessen waardoor er minder van nodig is. Dit koelwater zal immers minder zouten bevatten dan het proceswater (geleidbaarheid max. 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Anderzijds, door te kiezen voor huishoudelijk afvalwater als circulaire bron voor de aanmaak van koelwater, kan een belangrijke stap gezet worden in een duurzaam waterbeheer in de Antwerpse haven. Bovendien zorgt het gebruik van huishoudelijk afvalwater ervoor dat de druk op het Albertkanaal als zoetwaterbron afneemt, wat de leveringszekerheid van heel Vlaanderen ten goede komt.

Gedurende een testperiode werd huishoudelijk afvalwater afkomstig van het Rioolwaterzuiveringsstation (RWZI) Antwerpen-Noord in de Moerstraat aangewend om koelwater aan te maken. Het doel van de piloottest was om de technische haalbaarheid, alsook de operationele kosten en eventuele aandachtspunten beter in kaart te kunnen brengen.

In onderstaand document worden de opzet en de eerste, voorlopige resultaten van de piloottesten toegelicht.

2. Korte historiek piloot

De pilootinstallatie werd oorspronkelijk gebouwd in het kader van het **Interreg 2 Seas Nereus programma** waarbij werd getracht om vanuit ongezuiverd grijs afvalwater drinkwater te produceren. De piloot werd hiertoe uitgerust met keramische nanofiltratie membranen. Zonder voorgeschakelde biologische zuivering bleek dit echter geen positief resultaat te hebben.

Vervolgens werd de piloot omgebouwd naar de te verwachten zuiveringstrein in het kader van de opwaardering van gezuiverd huishoudelijk afvalwater tot koelwater. Bij de ombouw naar een "klassiek UF-RO" systeem werden de keramische nanofiltratie membranen wel behouden. Deze laatste kunnen voor specifieke situaties ingezet worden (hoog gehalte zwevende stoffen, warm influentwater,...).

Figuur 1: Pilootinstallatie op testlocatie RWZI Aquafin Antwerpen-Noord



3. Uitgangspunten

3.1 Kwaliteit van het ruw water

Het ruw water is afkomstig van de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) van Aquafin te Antwerpen-Noord. De waterzuivering is ontworpen voor 105.000 inwoner equivalenten of IE. Per inwoner equivalent wordt gerekend met een debiet van 150 l water per dag. Tijdens regenweer trekt de installatie hydraulisch "3xDWA" op, dat is 3 keer de Droog Weer Aanvoer. Om de maximum capaciteit van de installatie te dimensioneren, werd deze erop voorzien om "3xDWA" te kunnen verwerken op 14u tijd in de veronderstelling dat al het water binnenkomt gedurende die 14 uur.

De maximum capaciteit van de installatie resulteert dus in:
 $3 \times 105.000 \text{ IE} \times 0,15 \text{ m}^3/\text{d} / 14 \text{ uur} = \pm 3375 \text{ m}^3/\text{h}$ max capaciteit

Gemiddeld gezien zuivert het station ca. 1200 m³/h.

Figuur 2: Foto RWZI Aquafin Antwerpen-Noord



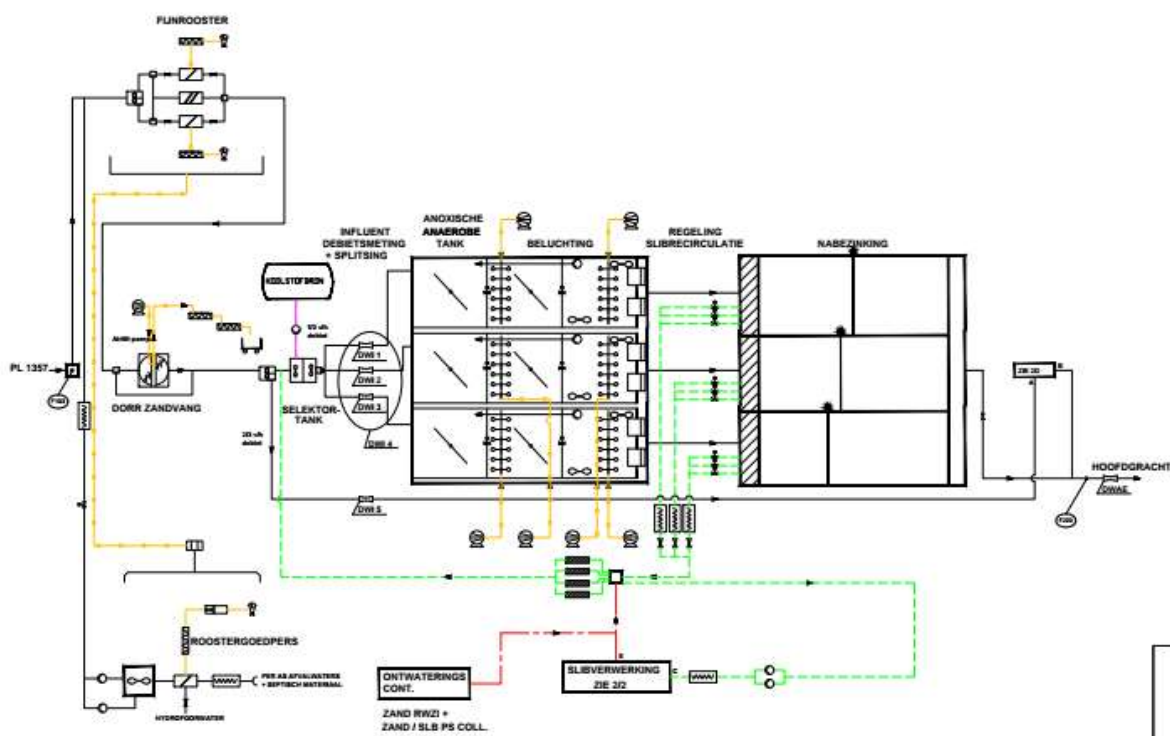
In Figuur 3 en Figuur 4 worden de processchema's van de RWZI van Antwerpen-Noord weergegeven. Al het inkomende afvalwater wordt eerst gefilterd over een fijnrooster en passeert vervolgens langs een zandvang type DORR.

Na deze stap wordt het debiet over 2 behandelingslijnen verdeeld. Eén derde van het debiet gaat via een selector naar een klassiek "Continu Actief Slibstelsysteem" of "CAS". Twee derde wordt afgesplitst naar een UNITANK systeem. Het CAS bestaat uit 3 straten, elk uitgerust met een anoxische

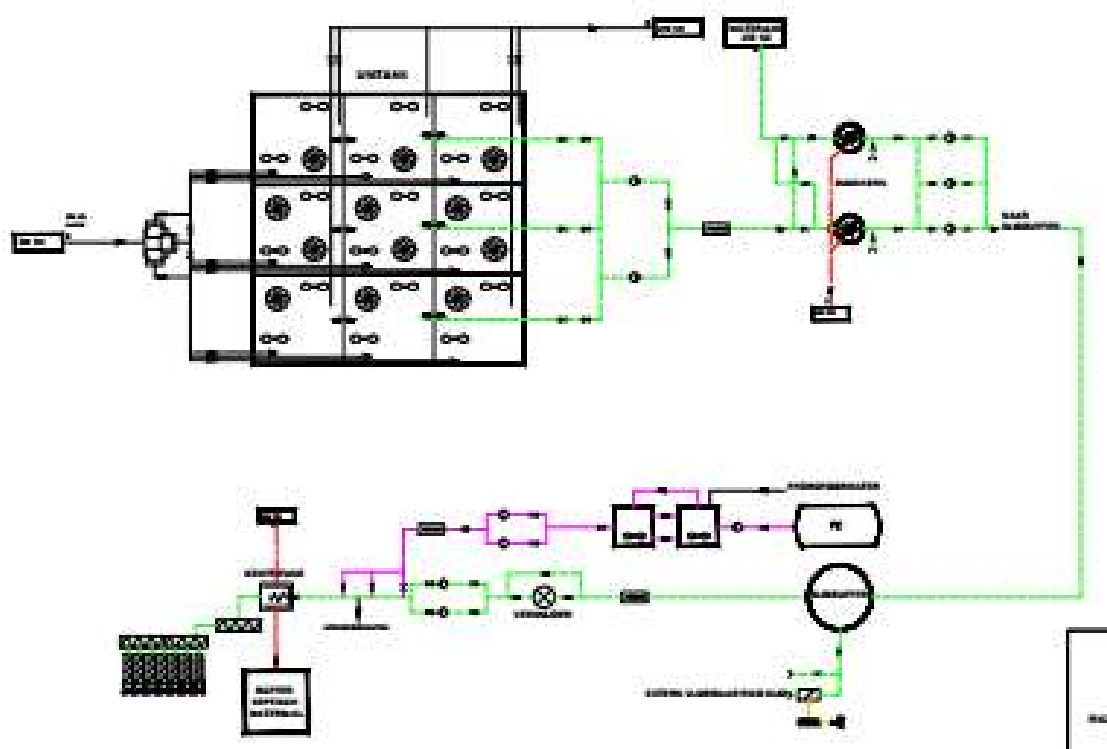
zone, een beluchte zone voorzien van fijnbellen beluchting en een nabezinking. Het UNITANK systeem is een "continu Sequencing Batch Proces" met een anoxische, beluchte en bezinkingsmodus uitgevoerd in 3 aansluitende bekken waardoor het als continu proces kan bedreven worden. De beluchting gebeurt d.m.v. puntbeluchters. Het overschotslib wordt eerst ingedikt waarna het wordt ontwaterd in een centrifuge. Het centraat van de centrifuge alsook het water afkomstig van de ontwatering van het roostergoed worden teruggeleid naar het CAS.

De zuivering zal binnenkort uitgebreid worden waardoor de maximum capaciteit zal stijgen naar 4320 m³/h. Ook is er een renovatie gepland: de puntbeluchters in de UNITANK zullen vervangen worden door fijnbellenbeluchting.

Figuur 3: Processchema RWZI AQ Antwerpen-Noord 1/2 - CAS



Figuur 4: Processchema RWZI Aquafin Antwerpen-Noord 2/2 - UNITANK



Het gezuiverde effluent van het CAS en van de UNITANK worden gezamenlijk geloosd in een meetgoot. In de meetgoot worden de parameters debiet, geleidbaarheid, troebelheid en NO_3 gemonitord.

3.2 Gewenste eindkwaliteit

Het doel van de piloottesten is om de haalbaarheid van het gebruik van opgezuiverd afvalwater voor de aanmaak van hoogkwalitatief koelwater te onderzoeken. De voornaamste parameters voor de kwaliteit van het koelwater zijn "geleidbaarheid" en "chloride gehalte". Voor het koelwater wordt een maximale geleidbaarheid van 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$ beoogd. Het Chloridegehalte ligt bij voorkeur lager dan 30 mg/l.

Tabel 1: Gewenste kwaliteit koelwater

Parameter	Eenheid	Waarde
Conductiviteit (25°C)	$\mu\text{S}/\text{cm}$	< 150
Chloride (Cl^-)	mg/l	< 30
Ca	mg/l	< 30
Alkaliniteit (als CaCO_3)	mg/l	< 25
Totaal opgeloste stoffen	mg/l	< 150

RO water is agressief, daarom wordt best een beperkte hardheid toegevoegd om te vermijden dat er corrosie optreedt in de koeltorens. Het toevoegen van hardheid kan enerzijds d.m.v. marmer filtratie maar ook door het opmengen van drinkwater. Marmer filtratie vraagt meer proces technische aandacht dan drinkwater opmenging. In het kader van deze testen, wordt geen hardheid toegevoegd.

De streefwaarde voor organische belading (TOC) en silicaat (SiO_2) in het permeaat bedraagt <1mg/l.

De analyse rapporten vermelden telkenmale een waarde voor NPOC < 2.0 mg/l. Bijkomende analyses met een lagere detectie limiet zijn noodzakelijk om deze waarde te verifiëren.

4. Piloottest

4.1 Onderzoeksvraag

In kader van de droogte problematiek en de groeiende vraag naar water hergebruik wenst water-link de mogelijkheden te onderzoeken naar hergebruik van effluent van een RWZI. Er worden 3 doelstellingen gedefinieerd:

1. Verderzetten van het interreg Nereus project waarbij de partners werken rond energie, nutrient en water herwinning in een stedelijke omgeving. Water-link wil in dit kader de bereikte permeaat kwaliteit toetsen aan de mogelijkheden voor drinkwaterproductie.
2. De productie van proceswater voor de industrie, voornamelijk als gebruik in koelwater circuits.
3. Het gebruik van het permeaat als voedingswater voor productie van ultra puur water d.m.v. ion uitwisselingstechnologie.

Water-link wil voor deze test een piloot unit inzetten bestaande uit een trommelzeef als voorbehandeling, de keuze uit keramische Nano filtratie of klassiek UF, enkel of dubbel pas RO. Als polishing stappen kan actieve kool of UV of beiden gekozen worden. Voor deze piloottest zal de nadruk liggen op de volgende behandelingstrein:

- Fijnzeef
- Influent buffer
- UF
- RO1
- Proceswater opslagtank

De reden hiervoor is dat dit het dichtst aansluit bij de te verwachten behandelingstrein en men vooral in dit gedeelte de operationele moeilijkheden en aandachtspunten verwacht. Een dubbel pas RO is voor deze toepassing niet nodig. De resultaten van RO2 worden meegenomen in de test maar zijn geen sturende factor in de operationele instellingen.

Wat betreft de operationele stabiliteit en aandachtspunten, zal tijdens de piloottesten vooral aandacht besteed worden aan de volgende onderzoeksvragen:

- te behalen kwaliteit na UF/RO op basis van RWZI effluent
- te behalen rendementen, optimale flux (installatie maximaal drukken naar hoge rendementen)
- de opbouw van vervuiling op de membranen, met bijhorende verschildrukken en de frequentie van reinigingen
- membraanreinigingsfrequentie, goede reinigingsprotocollen
- membraanautopsie: in kaart brengen membraan fouling, scaling,
- afstellen van de chemicaliëndosering
- verbruik van chemicaliën en verbruiksgoederen zoals voorfilters
- kwaliteit van het finaal te lozen water
- etc.

Doorheen de testperiode werd de pilootinstallatie maximaal gepusht door op steeds hogere waterrendementen te draaien en zo de operationele aandachtspunten worst-case te bekijken.

Daarnaast werden tijdens de piloottesten de geproduceerde afvalwaters, (chemische) spoelwaters van de UF en het RO concentraat, gesampled en geanalyseerd. De resultaten laten toe om de theoretische samenstelling van deze stromen te valideren. Dit is enerzijds belangrijk voor het inschatten van de finale lozingskwaliteit.

4.2 Op te volgen parameters

4.5.1 On-line

- Ruw water: pH (gecorrigeerd), conductiviteit, temperatuur, debiet,
- UF permeaat: conductiviteit, (turbiditeit), debiet, ORP
- RO permeaat: (conductiviteit), temperatuur, debiet

4.5.1 Via analyses

Parameters	Ruw water	UF permeaat	RO1 permeaat
Algemene parameters te meten (bij aanwezigheid; max 3x/week)			
pH	x	x	x
geleidbaarheid	x	x	x
temperatuur	x	x	x
Afvalwater parameters (2 maal /testperiode)			
TOC	x	x	x
BOD	x	x	x
COD	x	x	x
zuurstof	x	x	x
zwevende stof	x		
bezinkbare stof	x		
H ₂ S		x	x
mineralie olie		x	x
PAK's		x	x
SiO ₂	x	x	x
KjN	x	x	x
kation (2 maal /testperiode)			
NH ₄		x	x
Na		x	x
K		x	x
Ca		x	x
Mg		x	x
Anion (2 maal /testperiode)			
F		x	x
Cl		x	x
SO ₄		x	x
SO ₃		x	x
O-PO ₄		x	x
NO ₃		x	x
NO ₂		x	x
Alkaliteit		x	x
Metalen (2 maal /testperiode)			

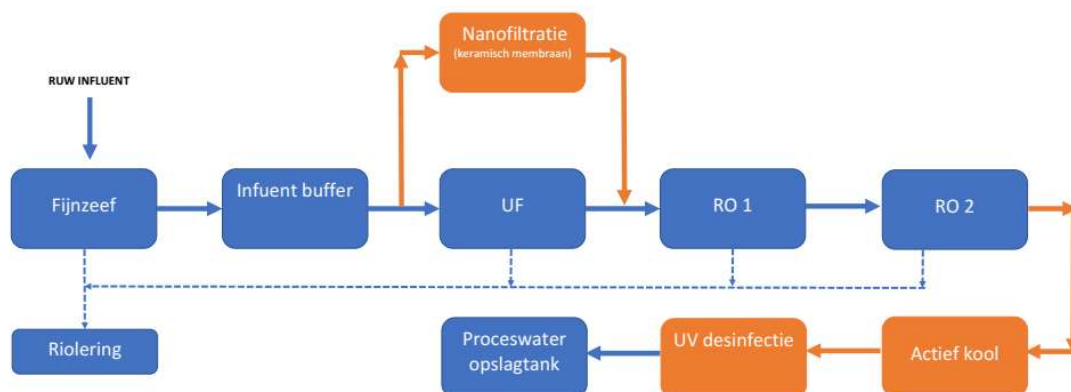
Fe (t)	x	x	x
Fe (II)	x	x	x
Fe(III)	x	x	x
Al	x	x	x
Ba	x	x	x
Sr		x	x
Cr		x	x
Pb		x	x
Zn		x	x
Co		x	x
Se		x	x
Cu		x	x
Ni		x	x
U		x	x
Bacteriologie (2 maal /testperiode)			
kiemgetal		x	x
coliformen		x	x
E coli		x	x
Micropolluenten & medicijnresten (1 maal /testperiode)			
diclofenac		x	x
ibopruven		x	x
hydrochloorthiazide		x	x
cocaïne		x	x
1H-benzotriazool		x	x
Tolyltriazool		x	x
Metformine		x	x
glyfosaat		x	x
carbamazepine*		x	x

*Analyse in aanvraag bij labo water-link

4.3 Pilootconfiguratie

Water-link wil voor deze test een bestaande piloot unit inzetten die opgebouwd is uit een trommelzeef als voorbehandeling, de keuze uit keramische Nano filtratie of klassiek UF, enkel of dubbel pas RO. Als polishing stappen kan actieve kool of UV of beiden gekozen worden. De unit is voorzien voor de behandeling van 500 liter/uur ruw water.

Figuur 5: Processchema piloot unit



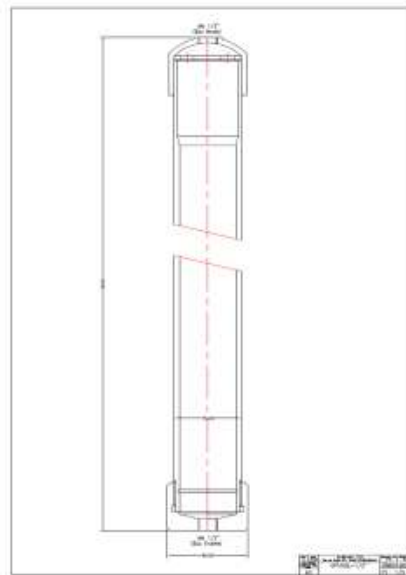
Een overzicht van de pilootinstallatie wordt grafisch weergegeven in Figuur 3. Volgende stappen kunnen worden onderscheiden:

1. **Ruw influent:** RWZI effluent, afkomstig van het CAS en de UNITANK. Het RWZI effluent wordt batchgewijs opgepompt, gezeefd over een fijnzeef en gestockeerd in een influentbuffer van 800 l.
2. **Fijnzeef:** trommelzeef, maaswijdte 0.4 mm
3. **Influent buffer:** volume 800 l, zonder menger, doet tevens dienst als bezinktank/vetafscheider
4. **Ultrafiltratie:** de ultrafiltratie unit bestaat uit 2 UF100LL-S2F modules van Polymem type outside-in met elke een membraanoppervlakte van 7.5 m². De technische specificaties worden opgelijst in Figuur 5. Er is geen air scouring aanwezig. Het geproduceerde filtraat wordt opgeslagen in een tussenbuffer van 80 l.

Figuur 6: Technische specificaties UF-module

UF100LL-S2F Module Specifications

Items	UF100LL S2F
Fiber External Diameter (mm)	0.72
Membrane Area (m ²)	7.5
Module Diameter (mm)	75
Module Length (mm)	840
Pore size (µm)	0.015
Pure Water Flux (l/h.bar) at 20°C	1,000
Maximal Transmembrane Pressure during filtration (bars at 20°C)	1.5
Maximal Transmembrane Pressure during backwash (bars at 20°C)	2.5
Maximal Feed Pressure (bars)	3
Membrane Material	Neophil PVDF
Potting Material	Polyurethane
Vessel Material	U-PVC
Maximal Operating Temperature	35 °C
Operating pH Range	2-11



Om opgebouwde vervuiling te verwijderen, wordt frequent een terugspoeling voorzien. Dit betreft enerzijds een periodieke terugspoeling met UF filtraat en anderzijds een chemische terugspoeling (CEB) met UF filtraat en chemicaliëndosering. Spoelwaters en CIP waters worden samen met het RO concentraat steeds opgevangen en geloosd.

Het UF gedeelte bestaat uit 2 zogenaamde “kleinere” modules van 7.5 m² t.o.v. 51 of 71 m² filteroppervlak per filter. Een volledige 1 op 1 correlatie met een full-scale installatie is hierdoor niet mogelijk.

Figuur 7: Foto UF membranen



5. **RO installatie:** vanuit de tussenbuffer wordt het water verpompt naar de RO installatie. De RO1 stap bestaat uit 2 XFR elementen (Filmtec BW 30 XFR 400/34) , in serie geplaatst. De RO2 is uitgerust met een 2 klassiek brakwatermembraan (Filmtec BW30-400) parallel opgesteld. Op het RO voedingswater is een dosering van antiscalant voorzien teneinde scaling op de RO membranen te vermijden. Het toegepaste antiscalant heeft eveneens een anti-biofouling werking. Zowel de permeaat- als de concentraatstroom werden opgevangen en op regelmatige tijdstippen geloosd.

Figuur 8: Opstelling RO1 en RO2



6. Chemie opslag :

- HCl 10-20%
- Citroenzuur $\geq 20\%$
- Ijzertrichloride 40%
- Aquatreat 858 2-5% loog oplossing met reinigingsproducten
- Desinfectant – javel 12.5%
- Antiscalant Aquatreat 553
- Loogoplossing 30%

7. Staalnamekraantjes:

De piloot is uitgerust met staalnamekraantjes om op verschillende punten in het proces stalen te kunnen nemen.

Figuur 9: Staalnamekraantjes



Kritische parameters die belangrijk zijn voor een goede opvolging, worden online gemeten en getrend. Het betreft temperatuur, verschillende drukmetingen, deeldebieten, inkomende en uitgaande geleidbaarheid en pH. Daarnaast worden voor het optimaliseren van de efficiëntie ook extra handmetingen uitgevoerd.

Interreg 2 Seas Mers Zeeën NEREUS

European Regional Development Fund

This project has received funding from the Interreg 2 Seas programme 2014-2020
co-funded by the European Regional Development Fund
under subsidy contract No 2S03-011.