



BTO 2015.217(s) | September 2015

## **BTO(s) rapport**

Optimaal Onderhoud  
en Beheer  
zuiveringsinstallaties



# BTO

## Optimaal Onderhoud en Beheer zuiveringsinstallaties

BTO 2015.217(s) | September 2015

### Opdrachtnummer

400554-037

### Projectmanager

drs. P.G.G. (Nellie) Slaats

### Opdrachtgever

BTO - Thematisch onderzoek - Assetmanagement

### Kwaliteitsborger

ir. F.I.H.M. (Frank) Oesterholt

### Auteurs

ing. H. (Hans) Huiting, ir. L.J. (Luc) Palmen

### Verzonden aan

Dit rapport is verspreid onder BTO-participanten en is openbaar.

**Jaar van publicatie**  
2015

#### Meer informatie

Hans Huiting  
T +31 (0)30 60 69 574  
E [hans.huiting@kwrwater.nl](mailto:hans.huiting@kwrwater.nl)

#### Keywords

Assetmanagement, onderhoud,  
zuivering

PO Box 1072  
3430 BB Nieuwegein  
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511  
F +31 (0)30 60 61 165  
E [info@kwrwater.nl](mailto:info@kwrwater.nl)  
I [www.kwrwater.nl](http://www.kwrwater.nl)

**KWR** Watercycle  
Research  
Institute

BTO 2015.217(s) | September 2015 © KWR

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden veeelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

# Inhoud

<b>Inhoud</b>	<b>2</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>4</b>
1.1 Achtergrond	4
1.2 Doelstelling	4
1.3 Projectverloop	4
1.4 Leeswijzer	5
<b>2 Methodiek Initiatiefase</b>	<b>6</b>
<b>3 Opbrengsten workshop 2013</b>	<b>8</b>
3.1 Doel Workshop	8
3.2 Resultaten Workshop	8
<b>4 Methodiek vervolgfase</b>	<b>9</b>
<b>5 Opbrengsten workshop 2014</b>	<b>10</b>
5.1 Doel workshop	10
5.2 Ontwikkelde kennis onderhoud	10
5.3 Kennisbehoefte onderhoud en storingen	14
5.4 Informatiesysteem	15
<b>6 Resultaten aanvullende interviews</b>	<b>17</b>
6.1 UV-desinfectie	17
6.2 Microzeven	17
6.3 BOT	18
<b>7 Conclusies en Aanbevelingen</b>	<b>19</b>
7.1 Conclusies	19
7.2 Aanbevelingen voor mogelijk vervolgproject	19
<b>Bijlage I Mindmap “Operational Excellence”</b>	<b>21</b>
<b>Bijlage II Presentaties workshop 2013</b>	<b>22</b>
<b>Bijlage III Verslag Workshop 2013</b>	<b>30</b>
<b>Bijlage IV Vragenlijst opgebouwde kennis en kennisbehoefte</b>	<b>32</b>
<b>Bijlage V Presentaties workshop 2014</b>	<b>38</b>
<b>Bijlage VI Verslag workshop 2014</b>	<b>41</b>
<b>Bijlage VII Template onderhoud</b>	<b>49</b>

<b>Bijlage VIII Ingevulde templates onderhoud</b>	<b>51</b>
I. Brabant Water - UV desinfectie	52
II. Brabant Water - BOT	55
III. Dunea - Microzeven	58
IV. PWN - UV desinfectie en Geavanceerde Oxidatie	61
V. Waterbedrijf Groningen - UV-desinfectie	64
VI. Waterbedrijf Groningen - BOT	69
VII. WML - UV desinfectie	75
VIII. WML - BOT	85

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

Zuiveringsinstallaties bestaan uit een groot aantal verschillende apparaten en componenten. Voor een deel van deze apparaten en componenten geldt dat ze verschillen in uitvoering maar vergelijkbaar zijn qua opbouw en faalmechanisme, zoals bijvoorbeeld het geval is voor pompen en afsluiters. Waterbedrijven kunnen, door het uitwisselen van informatie, doelgericht en efficiënt kennis verkrijgen over het functioneren en het faalgedrag van breed toegepaste apparaten en componenten. Deze kennis vormt de basis voor de verbetering van beheer- en onderhoudsprogramma's en de reductie van het risico op onverwachte down-time, productieverliezen en kosten. Een overzicht van apparaten en componenten die breed worden toegepast bij drinkwaterbehandeling, waarbij falen direct tot nadelige gevolgen leidt, vormt een startpunt voor waterbedrijven om kennis uit te wisselen over de faalkansen, levensduur, degradatiegedrag en onderhoudsprogramma's van dergelijke apparaten en componenten.

## 1.2 Doelstelling

Het beoogde doel van het project was aanvankelijk de mogelijkheden van een set toestandsafhankelijke prestatie-indicatoren te onderzoeken en om een methode voor uniforme registratie te ontwikkelen. De gekozen insteek was dat een praktische invulling zou worden gegeven van het managen van zuiveringsassets en dat daarmee al doende duidelijk wordt wat onderliggende kennisvragen zouden zijn. In de loop van fase 1 werd duidelijk dat dit niet haalbaar en wenselijk was en is het projectdoel bijgesteld tot de identificatie van een aantal (componenten van) apparaten in de drinkwaterbehandeling die breed toegepast worden in Nederland (generiek) en cruciaal zijn voor een adequate drinkwaterproductie (bedrijfszekerheid en waterkwaliteit). Daarbij wordt van deze apparaten vastgesteld welke onderhoudsgerelateerde kennis al ontwikkeld is en welke onderhoudsgerelateerde kennisbehoefte ontstaat. Door de ontwikkelde kennis met elkaar te delen en vast te leggen, en daar waar mogelijk te matchen aan de kennisbehoefte, ontstaat een onderhouds- en beheersgerelateerd informatiesysteem. Naast het inventariseren en analyseren van onderhoudsgerelateerde inhoudelijke kennis wordt tevens inzichtelijk gemaakt op welk niveau en op welke manier waterbedrijven hun kennis over onderhoud en beheer willen delen: door ontwikkeling van een uniforme registratiemethodiek, door ad-hoc kennisuitwisseling of door het vinden van een tussenvorm.

## 1.3 Projectverloop

De hierboven beschreven doelstelling van het project is de aangepaste doelstelling op basis van het verloop van het project tijdens de initiatiefase in 2013 en de vervolgfase in 2014.

In 2013 is tijdens de initiatiefase, in het kader van de oorspronkelijk doelstelling, een haalbaarheidsstudie uitgevoerd naar de ontwikkeling van een database voor faalgedrag van apparaten, componenten en vervangingseenheden. In het kader van die doelstelling:

- zijn de ideeën en wensen van de waterbedrijven geïnventariseerd;
- is een mindmap voor "Operational Excellence" voor zuiveringsinstallaties opgesteld;
- is een literatuurstudie uitgevoerd naar vergelijkbare databases (waterbedrijven in het buitenland en in andere sectoren, bijvoorbeeld OREDA database voor de offshore);
- is de mogelijke overlap c.q. samenwerking met het Adaquata concept van Royal HaskoningDHV onderzocht;
- is eind 2013 een workshop "Lessons Learned" georganiseerd.

Tijdens de workshop in 2013, waarbij vertegenwoordigers van 8 van de 10 waterbedrijven aanwezig waren, bleek wel een duidelijke behoefte te bestaan om kennis op het gebied van assetmanagement van zuiveringsinstallaties met elkaar te delen.

Bij de waterbedrijven bleek echter geen behoefte te bestaan om op korte termijn een database voor faalgedrag van apparaten, componenten en vervangingseenheden te ontwikkelen en op te zetten. Dit zou vooralsnog te veel omvattend en veel te arbeidsintensief zijn.

Op basis van deze bevindingen is in overleg met de Themagroep Assetmanagement een aangepast projectplan opgesteld voor de vervolgfase in 2014. De doelstelling van de vervolgfase was het opzetten van een systematiek van kennisuitwisseling tussen waterbedrijven op het gebied van assetmanagement van zuiveringsinstallaties, met name van onderliggende kennis op het gebied van conditiebepaling en restlevensduur van specifieke componenten.

In het kader van de aangepaste doelstelling is getracht de Top 5 'ontwikkelde kennis' en de Top 5 'kennisbehoeftes van de waterbedrijven' te inventariseren. Hiervoor is een uitgebreide vragenlijst opgesteld en opgestuurd naar alle waterbedrijven. Door de beperkte respons op de vragenlijst was het niet mogelijk om de geplande workshop "*Vraag en aanbod kennisbehoefte*" met als doel "*het matching van kennis en behoeftes en selectie van een beperkt aantal componenten*" op de voorziene wijze in te vullen.

In de geretourneerde vragenlijsten waren een aantal interessante procesonderdelen beschreven, waarbij de respondenten hadden aangegeven dat er kennis op een bepaald vlak van het onderhoud is opgebouwd. De workshop in juni 2014 is daarom benut om voor een drietal procesonderdelen die kennis te delen, vast te leggen en na te gaan op welke aspecten nadere informatie gewenst is. De betreffende procesonderdelen zijn:

- Beluchtungs-/ontgassingstorens (BOT's): met name de reinigingsmethodiek
- UV-desinfectie: verlenging levensduur componenten
- Microzeven: met name controle en vervanging zeefgaas

Voor nadere invulling van het informatie uitwisselsysteem zijn vervolgens interviews gehouden met de experts binnen een aantal bedrijven met betrekking tot het onderhoud van genoemde procesonderdelen. Tijdens deze interviews zijn ook nieuwe procesonderdelen geïdentificeerd voor een mogelijke vervolgfase.

#### 1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de gehanteerde methodiek van de initiatiefase beschreven. De workshop "Perspectief gegevensuitwisseling zuiveringscomponenten" van 19 november 2013, de resultaten daarvan en het advies aan de Themagroep Assetmanagement voor de vervolgfase worden kort toegelicht in hoofdstuk 3. In hoofdstuk 4 is de gehanteerde methodiek van de vervolgfase beschreven. Een uitgebreide beschrijving van de Workshop "Informatiesysteem onderhoud van procesonderdelen" van 4 juni 2014 is gegeven in hoofdstuk 5. Daarna volgt in hoofdstuk 6 een korte analyse van de verkregen informatie. In hoofdstuk 7 worden de conclusies en aanbevelingen voor een mogelijk vervolg van dit project gegeven.

## 2 Methodiek Initiatiefase

Voor realisatie van de doelstellingen van de initiatiefase zijn de volgende activiteiten uitgevoerd.

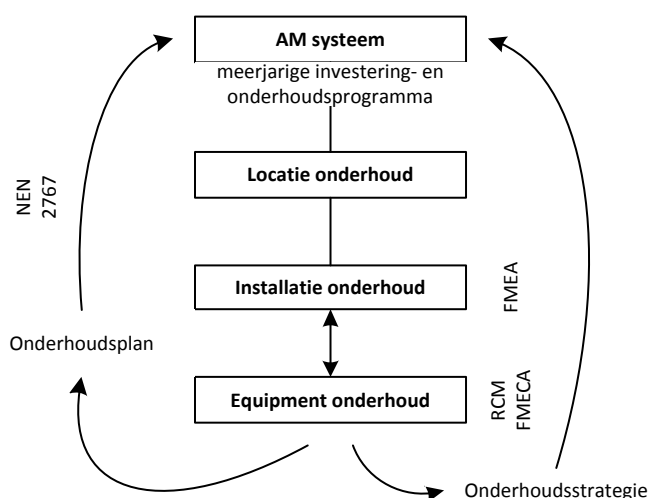
Inventarisatie van de **ideeën en wensen** van de waterbedrijven. Hiervoor zijn gesprekken gevoerd met een aantal waterbedrijven. De informatie uit deze gesprekken is gebruikt in de voorbereiding voor de workshop.

Opstellen van een mindmap “**Operational Excellence**” voor zuiveringsinstallaties. De mindmap staat in bijlage 1

Uitvoeren van een **literatuurstudie naar vergelijkbare databases** (waterbedrijven in het buitenland en in andere sectoren). Er is gekeken naar de volgende databases:

- Offshore reliability database, Oreda, voor de offshore
- Process Equipment Reliability Database, PERD, van het Center for Chemical Process Safety, American Institute of Chemical Engineers
- Safety Equipment Reliability, van Exida
- Optimo
- Centralized Reliability and Events Database, ZEDB, van VGB Powertech
- Equipment Maintenance Database, University of Miami, Marine Technology Group

**Afstemming** van de mogelijke overlap c.q. samenwerking met het **Adaquata concept van Royal HaskoningDHV (RHDHV)**. Hiervoor is overleg gevoerd met Aad van Duyvenvoorde en Francois van Ekkendonk. Volgens Aad van Duyvenvoorde vindt de komende 7 jaar een uitstroom van circa 30% van het personeel bij waterbedrijven plaats. Hierdoor zal een grote kennisdrain ontstaan, ook op het gebied van onderhoud. Het is daarom van belang de opgebouwde kennis goed vast te leggen.



De laatste tijd is RHDHV vooral actief met het opzetten van 0-inspecties van drinkwaterpompstations en zuiveringsinstallaties. Daarbij wordt door een multidisciplinair projectteam een Quick Scan uitgevoerd van de locaties door middel van visueel onderzoek.



Tijdens deze inspecties komen gebreken aan het licht op het gebied van gezondheid en veiligheid, hygiëne en onderhoud. Alle gegevens van de Quick Scan (zoals gebreken, geschiedenis en andere bevindingen) worden in inspectierapporten geregistreerd conform de NEN2767. Het ambitie niveau van RHDHV met het Adaquata concept is het opzetten van een database op procesniveau. Daarvoor heeft RHDHV een bijeenkomst met de waterbedrijven georganiseerd om de wensen te inventariseren. Er is op dit moment echter nog geen zicht op een eenduidige wens van de waterbedrijven. Pas over enkele jaren wil RHDHV op componentniveau aan de gang.

Organisatie van de **workshop “Lessons Learned”** eind 2013. De opbrengsten van de workshop zijn beschreven in hoofdstuk 3. De presentaties en het beknopte verslag staan in bijlage II respectievelijk bijlage III.

## 3 Opbrengsten workshop 2013

### 3.1 Doel Workshop

Doelstelling van de workshop “Perspectief gegevensuitwisseling zuiveringscomponenten” van 19 november 2013 was:

- Het afstemmen van de behoeftes van waterbedrijven op het gebied van kennisopbouw en beheervragen voor het managen van zuiveringsassets.
- Het op basis van de uitkomsten formuleren van een advies aan de TG Assetmanagement over de voortzetting (go/no-go) en nadere invulling van het project

Onderwerpen die aan bod kwamen tijdens de workshop waren onder andere:

- Welke kennisvragen hebben waterbedrijven voor het inrichten van verbeterd functioneren van installaties?
- Op welk niveau is kennisuitwisseling tussen waterbedrijven mogelijk en wenselijk?
- Wat zijn cruciale zuiveringscomponenten?

### 3.2 Resultaten Workshop

Er bleek bij de waterbedrijven geen behoefte te bestaan om op korte termijn een database voor faalgedrag van apparaten, componenten en vervangingseenheden te ontwikkelen en op te zetten. Dit zou vooral nog te veel omvattend en veel te arbeidsintensief zijn.

Wel was er een duidelijke behoefte om kennis op het gebied van assetmanagement van zuiveringsinstallaties met elkaar te delen, met name op een drietal aspecten:

1. Prioritering en uitvoering van onderhoud in het algemeen;
2. Onderhoudsmethodologie;
3. Onderliggende kennis (uitwisseling van gegevens en ervaringen op het gebied van conditiebepaling en restlevensduur bepaling van specifieke componenten).

Het onderzoek dient zich met name toe te spitsen op punt 3. Daarbij is er meer behoefte aan gezamenlijke kennisopbouw voor cruciale en generieke componenten dan aan een systeem voor dataregistratie en -analyse. Verkenning van punt 2 is met betrekking tot onderzoek zinvol om randvoorwaarden van kennisopbouw te kennen. Punt 1 is vooral een aangelegenheid tussen bedrijven onderling.

Belangrijke aandachtspunten om tot een goede kennisuitwisseling te kunnen komen zijn:

- Streven naar efficiency, niet naar compleetheid.
- Goed overzicht van welke “cruciale” processen (en componenten) er zijn in de drinkwaterzuiveringen.
- Eenduidige decompositie en definiëring.
- Inzicht in gebruik en omgeving van componenten.

Op basis van de behoefte van de waterbedrijven is daarom geadviseerd om door te gaan met de vervolgfase, maar om de scope van het project niet te richten op dataregistratie (zoals verwoord in het projectplan), maar op kennisopbouw.

## 4 Methodiek vervolgfase

Voor realisatie van de doelstellingen van de vervolgfase zijn de volgende activiteiten uitgevoerd:

Inventarisatie van de Top 5 ontwikkelde kennis en de Top 5 kennisbehoeftes van de waterbedrijven. Hiervoor is een uitgebreide vragenlijst opgesteld (zie bijlage IV) en opgestuurd naar alle waterbedrijven. Door een beperkte respons (slecht 3 waterbedrijven hebben ingevulde vragenlijsten geretourneerd) bleek een goede inventarisatie niet mogelijk,

Organisatie van de Workshop “Vraag en aanbod kennisbehoefte” in juni 2014, met als doel de matching van de Top 5 ontwikkelde kennis en de Top 5 kennisbehoefte met betrekking tot onderhoud van zuiveringsprocessen en selectie van een beperkt aantal componenten voor verder uitwerking. Door de beperkte respons op de vragenlijst was het niet mogelijk om de geplande workshop op de voorziene wijze in te vullen. In de geretourneerde vragenlijsten waren echter wel een aantal interessante procesonderdelen beschreven, waarbij de respondent hadden aangegeven dat er kennis op een bepaald vlak van het onderhoud is opgebouwd. De workshop is daarom benut om voor een drietal procesonderdelen die kennis te delen, vast te leggen en na te gaan op welke aspecten nadere informatie gewenst is. De opbrengsten van de workshop 2014 met gewijzigde titel “Informatiesysteem onderhoud van procesonderdelen” en aangepaste doelstelling zijn beschreven in hoofdstuk 5. De presentatie en het uitgebreide verslag staan in bijlage V respectievelijk bijlage VI.

Nadere invulling van het informatie uitwisselsysteem met betrekking tot het onderhoud van genoemde procesonderdelen door aanvullende interviews met enkele experts binnen een aantal bedrijven. Tijdens deze interviews zijn ook nieuwe procesonderdelen geïdentificeerd voor een mogelijke vervolgfase.

Uitwerking van een Wikipedia achtige oplossing voor het systeem van kennisopbouw en uitwisseling voor genoemde componenten. Hiervoor is een template ontwikkeld (zie bijlage VII) als basis bouwsteen voor de nog te ontwikkelen web-based of BTONet tool. De template is vervolgens gebruikt om de verkregen informatie met betrekking tot onderhoud van de drie gekozen procesonderdelen vast te leggen (zie bijlage VIII).

## 5 Opbrengsten workshop 2014

### 5.1 Doel workshop

De workshop "Informatiesysteem onderhoud van procesonderdelen" was gericht op het delen van kennis op het gebied van assetmanagement van zuiveringsinstallaties op een drietal aspecten:

- Prioritering en uitvoering van onderhoud in het algemeen;
- Onderhoudsmethodologie;
- Gegevens en ervaringen op het gebied van conditiebepaling en restlevensduurbepaling van specifieke componenten.

In voorbereiding op deze workshop zijn een drietal zuiveringsinstallaties geselecteerd. Van die zuiveringsinstallaties hebben de deelnemende bedrijven aan de hand van een vragenlijst intern informatie verzameld over de functionaliteit en het onderhoudsprogramma. De betreffende vragenlijst is opgenomen in Bijlage IV (Vragenlijst opgebouwde kennis en kennisbehoefte). De volgende zuiveringsinstallaties zijn geselecteerd:

- UV-reactoren
- Beluchting en ontgassingstorens (BOT's)
- Microzeven

Aan de hand van het presenteren en bediscussiëren van de ingebrachte cases tijdens een workshop zijn enkele doelen gediend:

- Er is inhoudelijke informatie uitgewisseld specifiek over onderhoud aan de betreffende installaties (paragraaf 5.2)
- Er is duidelijkheid ontstaan over welke procesonderdelen waterbedrijven meer onderhoudsgerelateerde informatie en kennis wensen uit te wisselen en te ontwikkelen (paragraaf 5.3).
- Er is informatie uitgewisseld over onderhoudsprogramma's en onderhoudsmethodieken in algemene zin.
- Er is een beeld gevormd over de vorm van een op te zetten informatiesysteem over onderhoud van apparaten en componenten (paragraaf 5.4).

### 5.2 Ontwikkelde kennis onderhoud

Op basis van de vragenlijsten en de discussies tijdens de workshop blijkt dat waterbedrijven onder andere voor de volgende procesonderdelen beschikken over onderhoudsgerelateerde kennis:

- Beluchtungs-/ontgassingstoren
- Onthardingsreactoren
- Microzeven
- UV-desinfectie
- Noodstroominstallatie
- Courantheid apparatuur, onder andere procesautomatisering

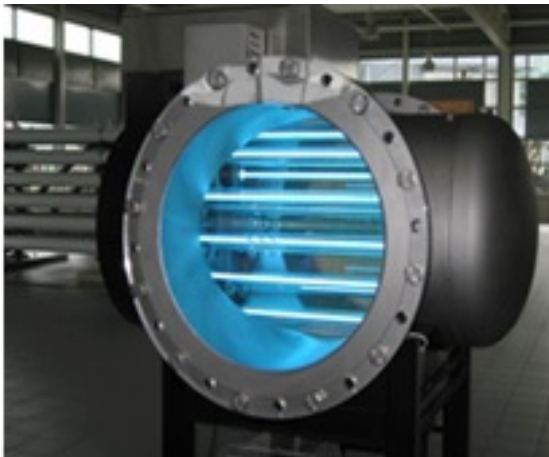
Tijdens de workshop is ook gesproken over de organisatie van onderhoud en beheerstaken binnen een waterbedrijf.

De presentatie van de waterbedrijven en KWR, en een verslag van de workshop zijn bijgevoegd in bijlage V en VI. Hieronder wordt een korte beschrijving gegeven van de behandelde cases en zijn de belangrijkste leerpunten samengevat.

### 5.2.1 Casus UV-reactoren

Een UV-systeem bestaat uit verschillende onderdelen welke allen bepaald type onderhoud vergen: reactorvat, UV-lampen, kwarts buizen, UV-sensor, wissel systeem, ballast (Intelligente omvormer transformator), UPS, instrumentatie, appendages, schakelkast. Deze casus focust op het onderhoud en vervanging van de lampen en de kwartsbuizen.

PWN heeft twee UV-installaties, voor desinfectie- en oxidatiedoeleinden. De installatie op locatie Heemskerk heeft vier straten, met vier reactoren per straat en 16 lampen per reactor. Er mogen enkele lampen per reactor uitvallen, en er mag een reactor per straat uit staan. In totaal heeft PWN 512 lampen en ballasten. Lampvervanging vindt plaats op basis van branduren per lamp. PWN is er in geslaagd om de levensduur van de lampen te verlengen van 8.000-9.000 uur tot 11.000 uur, wat tot een aanzienlijke kostenbesparing heeft geleid. De kwarts sleeves kunnen (toch) verontreinigingen bevatten, wat door o.a. de hoge UV-dosis kan leiden tot verbrossing van de sleeve, met falen als gevolg. Daarmee kan 1 defecte sleeve van de in totaal 64 stuks in een straat de hele straat stil leggen. PWN onderzoekt daarom de mogelijkheid van synthetische sleeves.



FIGUUR 1; VOORBEELD UV REACTOR

### 5.2.2 Casus onthardingsreactoren en beluchting- en ontgassingstorens (BOT's)

Een BOT bestaat uit verschillende onderdelen welke allen bepaald type onderhoud vergen: verdeelsysteem, pakking, toren (intern/extern), kelder, pomp, blower, luchtfilter, instrumentatie, appendages. De casus focust op het onderhoud aan de toren en de pakking.

Brabant Water heeft om ARBO-technische redenen de onderhoudswijze aan beluchting en ontgassingstorens alsmede die aan onthardingsreactoren met betrekking tot reiniging van de binnenzijde aangepast. De reiniging werd handmatig uitgevoerd en was derhalve arbeidsintensief en ARBO-technisch niet optimaal. Momenteel wordt de reiniging uitgevoerd door het bedrijf Q-flow door een stelling met hogedrukreinigers vanaf de bovenzijde de reactor in te brengen om de wand op deze wijze schoon te spuiten. Het effect en de schoonmaakfrequentie zijn niet gewijzigd, maar ARBO-technisch gezien is sprake van winst, en de onderhoudskosten zijn gedaald. Ook hygiëne technisch is er winst, omdat er veel minder direct (menselijk) contact met de binnenzijde van de installatie is en dus minder kans op besmetting



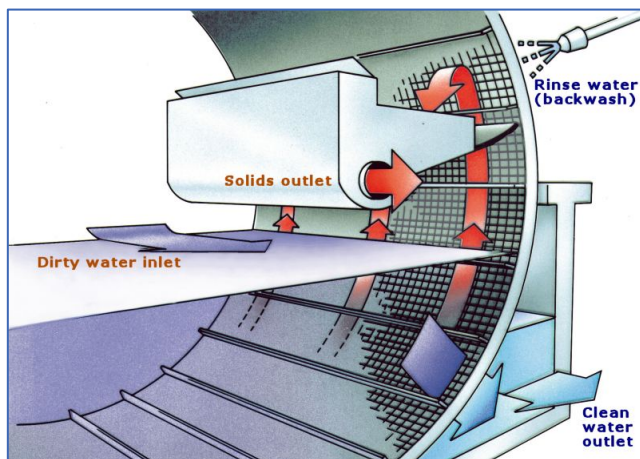
FIGUUR 2; VOORBEELD BELUCHTING EN ONTGASSINGSTORENS

Daarnaast onderzoekt Brabant Water of het onderhoud aan de BOT's uitgesteld kan worden. Momenteel is de schoonmaakfrequentie van pakking en wand eens per twee jaar, maar soms blijkt bij het onderhoud dat schoonmaak niet nodig was. Brabant Water is op zoek naar een geschikte indicator die de mate van vervuiling kan aangeven en op basis waarvan voorspeld kan worden wanneer schoonmaak gewenst is. Factoren die daarin een rol spelen zijn:

- drukval over de pakking,
- troebeling van het effluent,
- verwijderingsrendement watergassen en
- het al dan niet kunnen optreden van acuut falen (bv channeling).

### 5.2.3 Casus microzeven

Een microzeefinstallatie bestaat uit verschillende onderdelen die allen een bepaald type onderhoud vergen: filtergaas (platen), trommel, sproeiwaterpomp, sproeiers, rotatie motor en as-systeem, kogellagers, toevoer/afvoer kanaal, instrumentatie, appendages. De casus focust op het filtergaas en de installatie als geheel.



FIGUUR 3; VOORBEELD MICROZEVEN

Het zeefgaas van de microzeven van Dunea gaat minder lang mee dan bij het ontwerp is aangenomen. Oorzaak van het falen is de draaiing van de trommels en het schoonspuiten van het zeefgaas. De defecten worden door de onderhoudsmonteurs gerepareerd door de ontstane gaatjes dicht te smeren. Dit type correctief onderhoud is arbeidsintensief en kost veel geld. De onderhoudsmonteurs acteren niet op basis van vooraf vastgestelde pass-fail

criteria maar repareren alle defecten. Dit heeft een positief effect op de waterkwaliteit, maar een negatief effect op de capaciteit. In overleg met procestechnologie zouden dergelijke criteria op basis van de werkelijke en vereiste waterkwaliteit opgesteld kunnen worden. Vervanging van en onderhoud aan de installatie is lastig omdat de installatie niet gesegmenteerd is. Dunea onderzoekt andere types zeefgaas en andere maaswijdtes van het gaas, en bekijkt of continue operatie van de microzeven noodzakelijk is.

#### 5.2.4 Noodstroomaggregaat (NSA) en dieselopslag

Alle bedrijven hebben geregeld ervaring met het niet inkomen van NSA's. Bij sommige waterbedrijven staan alle NSA's op temperatuur, bij andere waterbedrijven alleen de zwaarste NSA's. Er zijn grote investeringen gemoeid met de programma's voor verbetering van NSA's en dieselopslagtanks.

PWN heeft het NSA testprogramma en het NSA onderhoudsprogramma gestandaardiseerd. Aanleiding was de constatering dat het testprogramma per locatie verschilde en de onderhoudskosten erg hoog bleken in relatie tot de tijd dat het apparaat in bedrijf is. De onderhoudsfrequentie is gebaseerd op leveranciersinformatie en literatuuronderzoek.

Oasen heeft een onderhoudsprogramma waarbij eens in de vier jaar op 100% wordt gedraaid om vuil in het apparaat weg te branden.

WBG voert onderzoek uit naar de optimale opslag van diesel. Dieselopslag blijkt ook bij de andere waterbedrijven een punt van aandacht. Toepassing van biodiesel kent nadelen zoals MIC (micro induced corrosion) en het dalen van het octaangehalte door ontstaan van een waterlaagje, waardoor bepaalde bedrijven (WBG) geen biodiesel meer toepassen en andere bedrijven de kwaliteit monitoren en het onderhoud van de tanks er op afstemmen (PWN).

#### 5.2.5 Courantheid materialen

Er zijn verschillende ervaringen met materialen of apparaten die niet courant zijn. Zo zijn bepaalde printplaten van procesautomatisering (onder andere van de chloordioxide doseerinstallatie) en bepaalde types UV-lampen niet meer verkrijgbaar. Bij renovatie van productiebedrijven kan het daarom zinvol zijn om bij vernieuwing bepaalde nog werkende oude onderdelen die nog op andere locaties in gebruik zijn op voorraad te nemen als reserve-onderdelen.

#### 5.2.6 Organisatie

Het uitvoeren van onderhoud is bij de bedrijven op verschillende manieren georganiseerd. Onderhoud wordt uitgevoerd door procesoperators en onderhoudsmedewerkers van het waterbedrijf en/of uitbesteed. Sommige bedrijven hebben de organisatie als assetmanagementstructuur ingericht (bijvoorbeeld Dunea).

Het melden van storingen, het schatten van de prioriteiten van storingen, en het rapporten over de gevolgen van storingen wordt als belangrijk ervaren maar deze processen lopen nog niet altijd volgens wens.

Standaardmodellen voor assetmanagement zoals PAS55, methodieken voor conditiebepaling zoals NEN2767, en onderhoudsmethodieken als RCM (reliability centred maintenance) zijn bekend bij bedrijven en worden in min of meerdere mate toegepast (als richtlijn, of als norm).

PWN stelt zelf het onderhoudsprogramma van nieuwe toepaste technologie op aan de hand van de RCM methode. PWN past deze methode vooral toe bij nieuwe installaties.



### 5.2.7 Overige zaken met betrekking tot onderhoud en storingen

Sommige waterbedrijven onderscheiden verschillende typen **waterproductiegebouwen**. Zo wordt onderscheid gemaakt tussen locaties die als bezoekerslocatie uitstekend onderhouden en schoongehouden worden, en locaties die meer een fabrieksachtige uitstraling hebben. Ook worden kwalificaties gebruikt die de 'onderhoudbaarheid' van een gebouw aangegeven. Zo bevindt zich een gebouw op niveau-2 bij PWN in een staat waarin onderhoud goed bij te houden is.

Met betrekking tot het streven naar **technische en/of economische perfectie** zijn tijdens de workshop twee voorbeelden gegeven:

- Bij sommige procesonderdelen kunnen de kosten worden verlaagd wanneer het apparaat gepusht wordt om meer te leveren dan op basis van het ontwerp vereist is.
- Stem het onderhoudsregime vast op basis van de functie van het apparaat en streef niet per definitie naar perfectie.

De waterbedrijven hebben verschillende manieren om de **prioriteit** van een storing te bepalen en de bedrijven streven naar een objectieve beoordelingsmethodiek. Zo past PWN de 'risico-reductie-bijdrage' toe, een methode waarin het effect op de vier bedrijfswaarden (leveringszekerheid, veiligheid, imago en waterkwaliteit) wordt gekwantificeerd in euro's, en op basis waarvan besloten wordt welke storing wanneer opgelost dient te worden.

**Renovatiemomenten** bieden een natuurlijke kans om ook aanpassingen aan het procesontwerp door te voeren waardoor onderhoud effectiever en efficiënter uitgevoerd kan worden.

T.a.v. **random failure**: met het periodiek testen van apparaten zoals NSA's worden fouten aan het apparaat gedetecteerd, maar deze testen geven geen informatie over de kans dat een apparaat inkomt op het moment dat daarom gevraagd wordt.

PWN maakt gebruik van mobiele **overhead kranen** en bespaart daarmee de jaarlijkse kosten die gemoeid zijn met het keuren van de overhead kranen die niet of nauwelijks gebruikt werden.

**Apparaat falen**. Dunea heeft ervaring met UPS (Uninterruptable Power Supplies) die niet inkomen terwijl het om vrij nieuwe apparaten gaat. PWN heeft ervaring met ballasten uit 2008 die op de ene locatie snel stuk gaan terwijl de ballasten uit 2004 op de andere locatie lang mee gaan.

Naast de hierboven gepresenteerde kennis geeft WBG aan dat zij **aanvullend kennis** kunnen inbrengen op enkele andere gebieden: kennis over reiniging van UF en RO membranen, het Programma van Eisen (PvE) voor dieselopslag, en een methode waarmee voorspeld wordt wanneer een volgende storing plaatsvindt en of het aantal storingen toeneemt of afneemt (CROW-AMSAA methode, uit de militaire sector, op basis van Weibull statistiek).

### 5.3 Kennisbehoefte onderhoud en storingen

Op verschillende momenten en manieren is tijdens de initiatiefase en de vervolgfase voorafgaand aan de workshop de kennisbehoefte van waterbedrijven ten aanzien van onderhoud aan zuiveringsinstallaties geïnventariseerd. Tijdens de workshop is hierover verder gediscussieerd en is de lijst met mogelijke aandachtspunten aangevuld. De volgende kennisbehoefte is naar voren gekomen:

- Ontwikkeling van onderhoudsprogramma's van nieuwe zuiveringstappen, bijvoorbeeld geavanceerde oxidatie en membraanfiltratie.



- Conditiebepaling van componenten, bijvoorbeeld inline analyse apparatuur, om van gebruiksduurafhankelijk onderhoud naar toestandsafhankelijk onderhoud over te kunnen stappen.
- Optimalisatie van het onderhoud van filtermedia via externe reiniging.
- Onderhoud aan chemicaliëndoseringen, zowel doseerleidingen als doseerpompen.
- Onderhoud aan centrifugaal pompen.
- Sommige bedrijven waaronder Dunea en Brabant Water hebben behoefte aan informatie over het soort storingen en hun frequentie. Kennis over het type storingen en storingsfrequenties zou in een nieuw te ontwikkelen database verzameld kunnen worden.
- Dunea heeft behoefte aan meer kennis (extra informatie, of een andere methodiek) omtrent het objectief afwegen tussen grootschalig onderhoud en vervanging.

#### 5.4 Informatiesysteem

Er zijn verschillende mogelijkheden om kennis vast te leggen en te delen. Zodoende zijn er verschillende uitvoeringsvormen van een informatiesysteem waarmee deze kennisuitwisseling mogelijk wordt. Optionele platforms om kennis te delen zijn Watnet en zijn opvolger BTONet (beschikbaar), een nieuw op te zetten web-based platform, individuele matching op bedrijfs- of procesniveau, of middels een contactgroep (nieuw op te richten, of bijvoorbeeld in te richten binnen KNW).

Contactgroep-achtige oplossing Op basis van het verloop van de workshop, de inhoudelijke en methodologische kennis m.b.t. onderhoud aan procesinstallaties die daarbij is uitgewisseld en de terugkoppeling vanuit de deelnemers, lijkt een contactgroepachtige structuur effectief te zijn voor kennisuitwisseling. Zo is bijvoorbeeld vastgesteld dat de informatie die in gesprekken aan bod komt aanvullend is op de informatie die in de vragenlijsten was aangeleverd. Omdat een contactgroep zich vooral richt op het delen van kennis, is de vastlegging van kennis wel een belangrijk aandachtspunt.

Wikipedia-achtig platform Een andere mogelijkheid is een Wikipedia-achtige oplossing. Een dergelijke oplossing kan in Watnet/BTONet, als zelfstandige web-based tool of in documentvorm ontwikkeld worden. De informatie zou aangeleverd kunnen worden aan de hand van een vragenlijst zoals opgenomen in Bijlage IV (Vragenlijst opgebouwde kennis en kennisbehoefte). Het is van belang dat de aangeleverde informatie geredigeerd wordt en adequaat en consistent verwerkt wordt, bijvoorbeeld door een redactiecommissie. Het voordeel van een dergelijk informatiesysteem ten opzichte van “louter” mondelinge kennisdeling is dat de kennis is vastgelegd en daarmee beter ontsloten kan worden door personen die niet hebben deelgenomen aan een mondelinge kennissessie. De ervaring die KWR heeft opgedaan met het beheren en analyseren van de USTORE data (uniform format voor storingsregistratie van leidingen) kan ingezet worden bij het efficiënt beheren van (onderdelen van) zuiveringsinstallaties.

De onderhoudsgerelateerde kennis kan als volgt worden beschreven:

1. Waterbedrijven nemen kennis van het **onderhoudsprogramma** van collega waterbedrijven en/of leveranciers. Zij kunnen (delen van) het onderhoudsprogramma “1 op 1” overnemen voor een procesonderdeel, of maken indien noodzakelijk een vertaling naar de eigen bedrijfsvoering.
2. Waterbedrijven nemen kennis van de **onderhoudsmethodiek** van collega waterbedrijven en/of leveranciers. Zij kunnen de onderhoudsmethodiek toepassen op vergelijkbare of andere procesonderdelen.
3. Waterbedrijven nemen kennis van de **principes en kennisregels** die achter een onderhoudsprogramma liggen. Kennis over zulke achterliggende principes wordt vaak over langere tijd ontwikkeld, in de praktijk of door gericht onderzoek, en zulke principes

bepalen – uiteraard in combinatie met bedrijfseigen waarden t.a.v. het gewenste prestatie, kosten en risico niveau – het type onderhoud en de onderhoudsfrequentie.

De Workshop deelnemers staan positief tegenover een Wikipedia-achtige oplossing om kennis vast te leggen en te delen. Het daadwerkelijk realiseren van het informatie systeem maakt echter geen onderdeel uit van deze fase van het project.

## 6 Resultaten aanvullende interviews

Uit de geretourneerde vragenlijsten is veel informatie verkregen van de deelnemende waterbedrijven met betrekking tot het door hun uitgevoerde onderhoud voor de drie procesonderdelen:

- UV-desinfectie
- Beluchtingstorens
- Microzeven

Tijdens de in juni 2014 gehouden workshop “Informatiesysteem onderhoud van procesonderdelen” zijn genoemde processen uitgebreid besproken. Ook is er extra informatie verkregen door aanvullende interviews met enkele experts binnen een aantal bedrijven. Om alle informatie beschikbaar te maken voor de waterbedrijven in de nog op te zetten Wikipedia-achtige informatie uitwisselingstool (geen onderdeel van het huidige project) is de informatie verwerkt in de basis template (zie bijlage VII en VIII).

In de volgende paragrafen is een beperkte samenvatting beschreven op basis van de verkregen informatie.

### 6.1 UV-desinfectie

De onderhoudsprogramma's voor UV-installaties zijn over het algemeen in eerste instantie opgesteld in overleg met de leverancier en worden vervolgens op basis van ervaring aangepast. De vervanging van de UV-lampen (de grootste kostenpost) gebeurt gebruiksduurafhankelijk. Verlenging van de looptijd van de lampen is over het algemeen mogelijk, maar de mate daarvan is wel afhankelijk van de belasting van de lampen. Bij te lange verlenging van de looptijd kunnen lampstoringen optreden (storingsafhankelijk onderhoud). Bij voldoende reservestelling heeft uitval van een enkele UV-lamp geen effect op de werking van het zuiveringsproces.

Tegelijkertijd met de lampvervanging vindt ook onderhoud plaats aan de wissers van de automatische wissersystemen. Door revisie van de ballasten, in plaats van vervanging, kan de standtijd van deze componenten worden verlengd.

### 6.2 Microzeven

In de praktijk betreft het vooral onderhoud aan draaiende delen en het gaas. Het onderhouds- en vervangingsregiem voor het gaas wordt uitgevoerd uitgaande van het advies van de leverancier. Volledige reparatie van gaatjes in het gaas blijkt niet noodzakelijk voor functionaliteit van de microzeven. Groot onderhoud laten plaatsvinden in de winter als de functionaliteit van de microzeven niet nodig is.

Belangrijk aandachtspunten voor het onderhoud van microzeven en gebouwen waarin deze geplaatst worden, liggen al in het ontwerp van deze over het algemeen grote installaties.

Belangrijke aspecten daarbij zijn onder andere:

- Proces uitvoeren in meerdere straten, zodat bij uitval van een unit niet de hele functionaliteit van de microzeven wegvalt;
- Met betrekking tot benodigde hijsvoorzieningen kan gekozen worden om deze in het gebouw te integreren, maar het is ook mogelijk in deze te voorzien door huur van een losse kraan (minder kosten aan keuring hijsvoorzieningen).

### 6.3 BOT

De onderhoudsfrequentie van een BOT is sterk afhankelijk van de functionaliteit (behandeling ruw grondwater of decarbonatatie van water voor kalkmelkbereiding). Het onderhoud is over het algemeen gebruiksduraafhankelijk op basis van vuillast. De vervuiling van de pakking heeft een beperkte invloed op functionaliteit van de BOT;

Een goede afstemming tussen looptijd (mate van vervuiling) en reinigbaarheid leiden tot optimalisatie van onderhoudsprogramma. Te veel verlenging van looptijd kan echter leiden tot een dusdanige vervuiling dat het er uithalen en de reiniging van de pakking veel meer werk is (tegen veel hogere kosten). Ook kan dat leiden tot additionele vervuiling van de procesonderdelen (o.a. een kelder, pompen en leidingwerk) volgend op de BOT.

De reiniging van de pakking (bijvoorbeeld Pall ringen) wordt meestal uitgevoerd door een externe firma. Voor de inwendige reiniging van een BOT heeft Brabant water een methode ontwikkeld waarbij de operators niet meer in de toren (besloten ruimte) hoeven te werken. Zie een filmpje op Youtube, zoekterm 'Brabantwater Schoonmaken', of link:

<https://www.youtube.com/watch?v=7biWrHXyBEc>.

# 7 Conclusies en Aanbevelingen

## 7.1 Conclusies

Uit de initiatiefase met afsluitende workshop in 2013 blijkt dat waterbedrijven op dit moment nog geen behoefte hebben aan de ontwikkelingen van een database voor faalgedrag van apparaten, componenten en vervangingseenheden.

Wel blijkt er een duidelijke behoefte om kennis op het gebied van assetmanagement van zuiveringsinstallaties met elkaar te delen. Er bestaat bij de drinkwaterbedrijven vooral een sterke behoefte aan kennis ten aanzien van het onderhouden van procesinstallaties.

De belangrijke conclusie uit de vervolgfase en de workshop in 2014 is dat kennis uitwisselen middels contactgroep/workshop als zeer waardevol en nuttig wordt ervaren mede door de toegevoegde waarde van de discussies tijdens de workshop d.m.v. kruisbestuiving. Punt is wel dat de onderzoeksvraag onder de aandacht moet blijven.

Voor het vastleggen en delen van die kennis heeft de drinkwatersector behoefte aan een informatiesysteem op basis van de functionaliteit van het procesonderdeel. Een dergelijk Informatiesysteem staat of valt echter met de deelnamebereidheid van waterbedrijven om hun ervaringen met onderhoud van procesonderdelen te delen. Het uitwisselen van kennis middels een fysiek platform (bijvoorbeeld Wikipedia-achtig) wordt als zeer nuttig ervaren maar is zeer tijdrovend om te vullen.

Dit type vragen over onderhoud en beheer (het verzamelen en delen van kennis op het gebied van onderhoud) passen eigenlijk niet goed binnen het onderzoeksprogramma van de Themagroep Assetmanagement, maar zouden beter passen bij het Platform Bedrijfsvoering.

## 7.2 Aanbevelingen voor mogelijk vervolgproject

Aanbevolen wordt om te laten onderzoeken wat de beste methode is om het informatiesysteem op te zetten en te vullen.

- Door waterbedrijven zelf (via KWR) als ze een onderhoudsprogramma hebben opgezet of verbeterd
- Door KWR op basis van uitgevoerd onderzoek voor de sector en individuele bedrijven

Belangrijk daarbij is de kennisuitwisseling door middel van workshops of platformbijeenkomsten, waarbij uitgebreide kruisbestuiving plaatsvindt en nieuwe onderwerpen voor verdere invulling van het informatiesysteem worden geïnventariseerd.

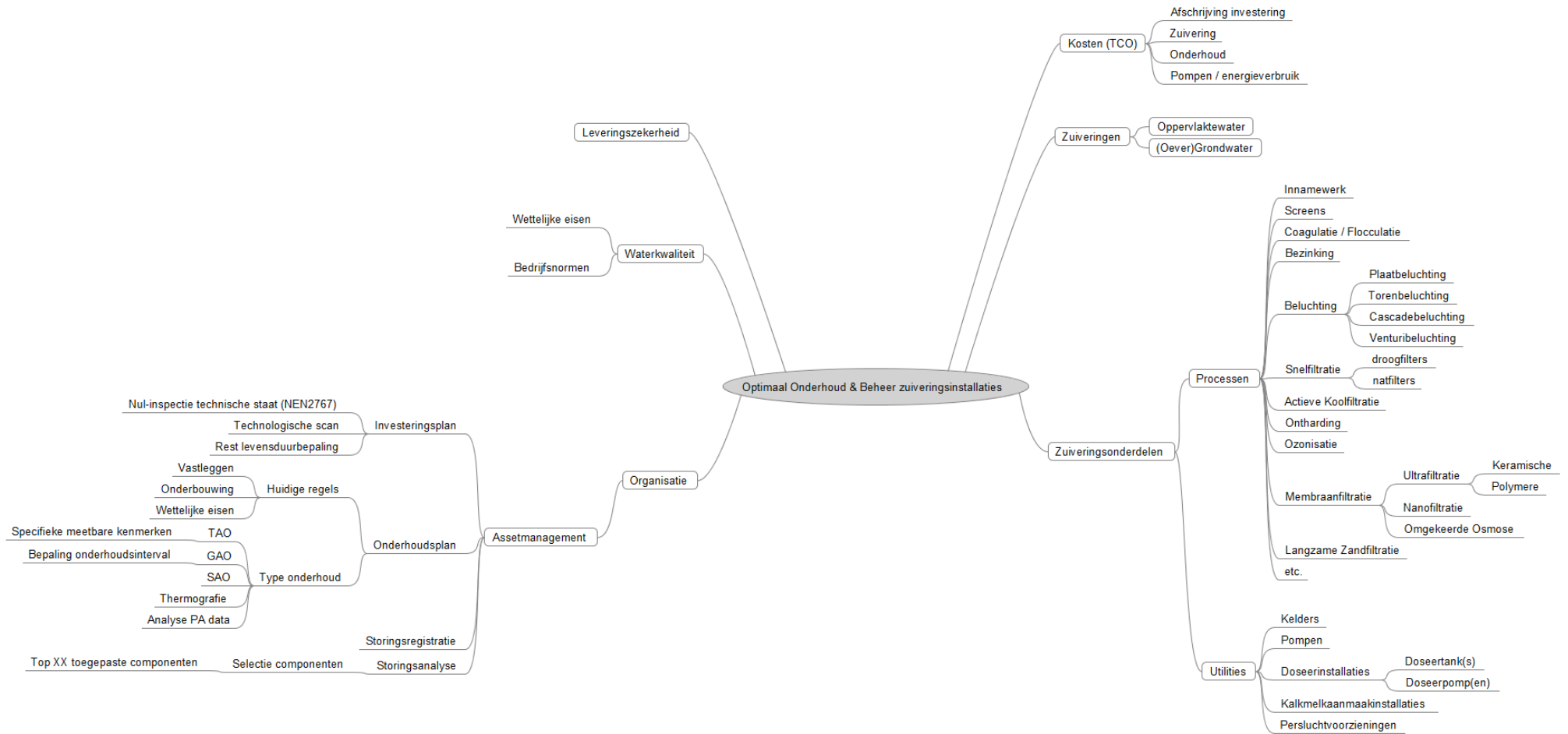
Aanbevolen wordt om de in deze fase van het project ingevulde templates van het informatiesysteem alvast via BTO Net beschikbaar te stellen aan de waterbedrijven.

Verder wordt aanbevolen om het nog te realiseren informatiesysteem verder te vullen met extra (componenten van) zuiveringsprocessen. Hiervoor zijn door de deelnemers de volgende mogelijke onderwerpen genoemd:

- Ontwikkeling van onderhoudsprogramma's van nieuwe zuiveringstappen, bijvoorbeeld geavanceerde oxidatie en membraanfiltratie
- Conditiebepaling componenten
- Optimalisatie externe reiniging filtermedia

- Chemicaliën doseringen, zowel doseerleidingen als doseerpompen
- Centrifugaal pompen (lagers)

# Bijlage I Mindmap “Operational Excellence”



# Bijlage II Presentaties workshop 2013

## Programma

- Inleiding Ralph Beuken
- Asset Management bij Waterbedrijf Groningen, Bernard Enthoven (WBG)
- Gestructureerde kennisuitwisseling onderhoud en beheer van zuiveringsinstallaties, Ron Blok (PWN)



## Inleiding Ralph Beuken

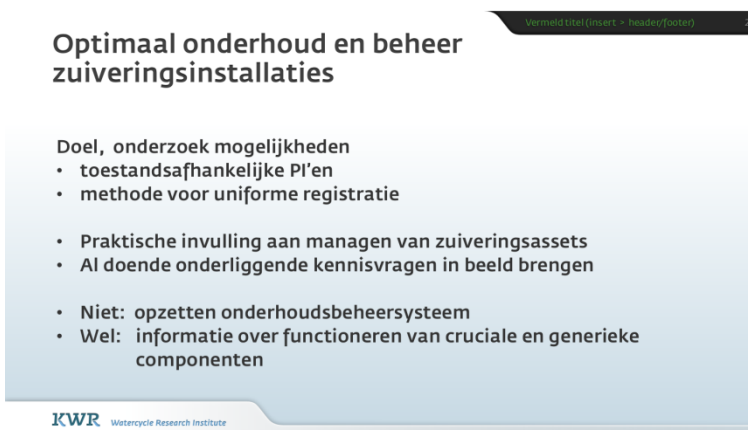


Ralph Beuken 1

Perspectief gegevensuitwisseling  
zuiveringscomponenten

Workshop  
TGAM, 19 november 2013

KWR Watercycle Research Institute



Vermeld titel (insert = header/footer) 2

## Optimaal onderhoud en beheer zuiveringsinstallaties

Doel, onderzoek mogelijkheden

- toestandafhankelijke PI'en
- methode voor uniforme registratie

- Praktische invulling aan managen van zuiveringsassets
- Al doende onderliggende kennisvragen in beeld brengen

- Niet: opzetten onderhoudsbeheersysteem
- Wel: informatie over functioneren van cruciale en generieke componenten

KWR Watercycle Research Institute



Vermeld titel (insert = header/footer) 3

## Stand van zaken

2013: Inventarisatiefase → Haalbaarheid, mogelijke oplossingen

Eind 2013: Workshop lessons-learned en perspectieven kennisuitwisseling

Doel deze workshop is advies naar TG AM over:

1. Is er behoefte aan kennisuitwisseling?
2. Welke vorm van kennisuitwisseling heeft de voorkeur?
3. Cruciale en generieke componenten, wat zijn dat?

KWR Watercycle Research Institute

## Componenten: cruciaal en generiek

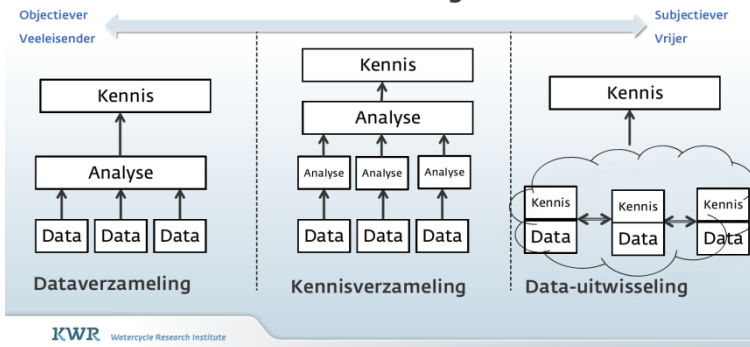
### Cruciaal:

- Falen leidt tot een probleem → wat levert het op?
- Falen is voorspelbaar → is het haalbaar?

### Generiek

- Breed toegepast → is samenwerking zinvol?
- Vergelijkbaar → wat zijn generieke eigenschappen?
- Inpassen in onderhoudssystemen → hoe resultaten te gebruiken?

## Vormen van kennisuitwisseling



Asset Management bij Waterbedrijf Groningen, Bernard Enthoven (WBGR)

**Asset Management WBG**

KWR BTO Asset Management

Project: Optimaal Onderhoud en beheerlevensduur van zuiveringsinstallaties

Bernard Enthoven, 19 november 2013

**Inhoud**

- Asset Management bij WBG
- Royal Haskoning DHV aanpak
- 0-inspectie
- Prioritering
- Conditie bewaking
- Meerjaren onderhoudsplan
- Voorspellende technieken
- Kennis hiaten

**Assetmanagement Visie WBG**

**Definitie WBG**  
 Assetmanagement is een proces dat er op gericht is om de totale infrastructuur zo te 'managen' dat duurzaam een afgesproken prestatie wordt geleverd tegen de laagst mogelijke maatschappelijke kosten. Dit proces strekt zich uit over het strategische, tactische en operationele niveau van de organisatie.

PAS 55-1 (Publicly Available Specification) describes asset management as the systematic and coordinated activities and practices through which an organization optimally and sustainably manages its assets and asset systems, their associated performance, risks and expenditures over their life cycles for the purpose of achieving its organizational strategic plan. (British Standards Institution Publicly Available Specification)

<b>1. Optimalisatie</b> a) Prestaties b) Risico c) Kosten	<b>2. Horizon</b> a) Levenscyclus b) Duurzaam
--	---

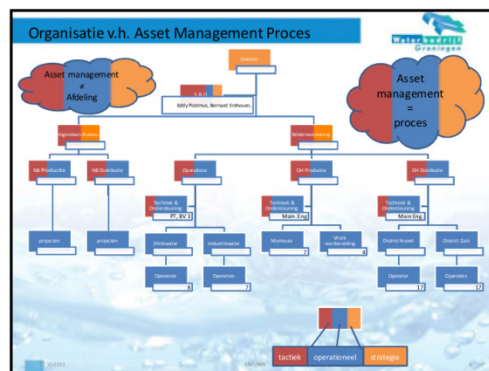
**Organisatie keuze WBG**

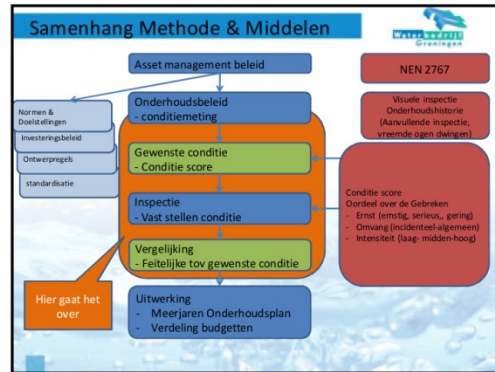
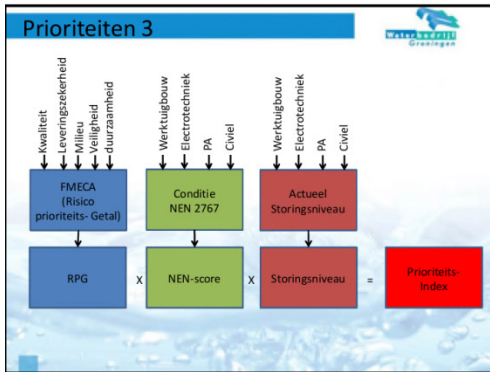
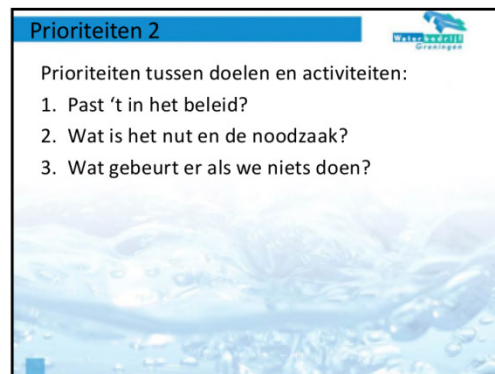
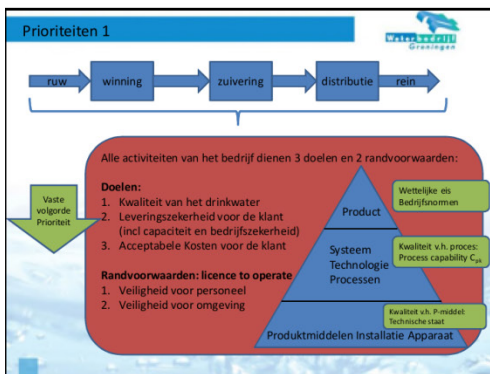
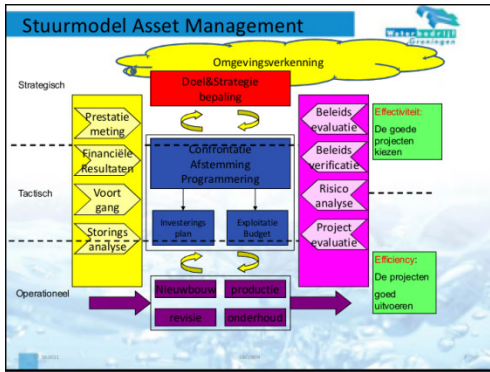
1. Asset management is een proces waarin ieder zijn rol speelt.
2. Het doel van het proces is
  - a. Afstemmen omgeving met interne organisatie
  - b. Registeren van interne processen tussen afdelingen
  - c. Optimaliseren:
    - i. Korte en lange termijn
    - ii. Nieuwbouw & Benutting & Onderhoud
3. AM is geen organisatorische eenheid  
 Elke organisatorische eenheid heeft zijn eigen rol

**Organisatie rollen**

Voor het toepassen van assetmanagement binnen organisaties worden drie verschillende assetmanagementrollen te onderscheiden:

1. **Asseeteigenaar (De directie)**  
 De asseeteigenaar opereert op strategisch niveau: **"RICHTEN"**  
 Kijkt naar de omgeving en bepaalt de koers van het bedrijf
2. **Assetmanager**  
 de assetmanager op tactisch niveau: **"INRICHTEN"**  
 Kijkt naar het systeem en zegt wat nodig is om te zorgen dat met het systeem aan de strategische doelen wordt voldaan
3. **Procesvoeringsmanager/onderhoudsmanager**  
 op operationeel niveau met ondersteuners: **"BENUTTEN"**  
 Vertelt de assetmanager wat nodig is om met de bestaande bedrijfsmiddelen de gewenste systeem- en assetprestatie te leveren







### Conditiebewaking

- Conditiemeting afgeleid van NEN2767
- Methodiek voor meten van onderhoudskwaliteit
- Uniformiteit in conditiescores
- Inzicht in soorten gebreken (belang, omvang en intensiteit)
- Rangorde in noodzaak van herstel van de aangetroffen gebreken
- Toetsingsmiddel en sturingsmechanisme
- Focus op besmettingsgevaar

Utiliteitsbouw

Drinkwatersector

### Resultaat: Groot Onderhoudplan

### Predictive maintenance

Objective:

- to reduce maintenance expence
  - Prevent unplanned stop
  - Prevent unnecessary maintenance

How?

Estimate the condition of installation

Estimate the time to breakdown

How to estimate?

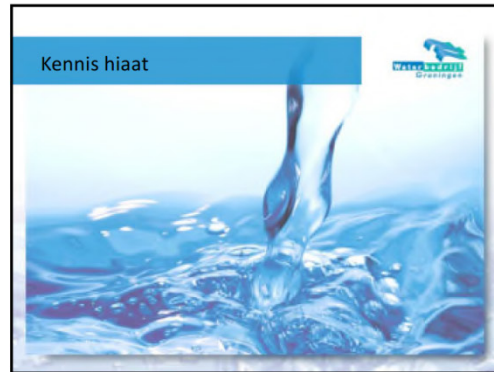
What to monitor?

Detection Methodes

1. Vibration
2. Oil analysis: ferrography
3. Temperature: infrared thermography
4. Rotational speed
5. Torque
6. Fluorescence
7. Acoustic emission
8. Energy consumption
9. Time studies
10. End many others

### Reliability Centered Maintenance: sluit de regelkring!

### Opstellen en verbeteren onderhoudsplan / Nieuwe apparaten



### Kennis hiaat

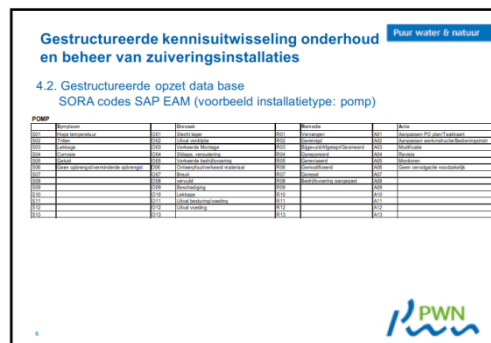
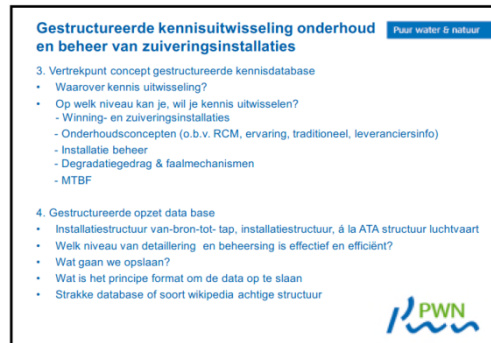
Technisch

- Restlevensduurbepaling
  - Statische werktuigbouw (pijpen en vaten)
    - Detectie methoden

Financieel

- Aggregatie niveau
- Vertaling van kansverdeling naar budget


Gestructureerde kennisuitwisseling onderhoud en beheer van zuiveringsinstallaties, Ron Blok (PWN)



**Gestructureerde kennisuitwisseling onderhoud en beheer van zuiveringsinstallaties** Paar water & natuur

4.3. Gestructureerde opzet data base SORA codes SAP EAM (voorbeeld installatietype: luchtdroger)

The screenshot shows the SAP EAM interface for SORA codes. It displays a list of codes and their corresponding descriptions, organized into a tree structure. The interface includes search filters and a list of results.




**Gestructureerde kennisuitwisseling onderhoud en beheer van zuiveringsinstallaties** Paar water & natuur

5. Voorbeeld ATA structuur vliegtuig installaties

An Transport Association (ATA) 100 To standardize the technical data and maintenance activities on large and therefore complex aircraft, the ATA has established a classification of maintenance related aircraft. These are arranged with sequential numbers assigned to ATA chapters. These chapters are consistent regardless of which large aircraft is being worked on. (Figure 12-34)

ATA/ATA User Code Listings			
11. Aircraft and Cockpits	38. Navigation	62. Tail Rotor	
12. Landing	39. Engines	63. Tail Rotor Drive	
14. Fuel/Exhaust	40. Powerplants	67. Rotors/Rotor Control	
16. Indication/Instruments	41. Rotors	69. Propellers	
21. Air Conditioning	46. Water/Waste	72. Turbine/Turboprop Engines	
22. Cabin/Elect	47. Central Maintenance System	73. Turbine Fuel and Control	
23. Communications	48. Antenna/Auxiliary Power	74. Ignition	
24. Identification	49. Standard/Procedures/Manuals	75. Air	
25. Equipment/Installations	50. Doors	76. Engine Controls	
26. Electrical/Electronics	51. Flightdeck	77. Engine Inlet/Exhaust	
27. Flight Controls	54. Auxiliary Power	80. Engine/Accessories	
29. Fuel	55. Fuel/Exhaust	81. High/Low Pressure	
31. Hydraulic/Pneumatic	57. Wings	82. Turbine/Propeller	
32. Landing Gear	61. Main Cabin	83. Accessory Equipment	
33. Landing Gear	62. Main Cabin Drive	84. Landing Gear	
35. Lights		85. Landing Gear Drive	



## Bijlage III Verslag Workshop 2013

### Workshop Perspectief gegevensuitwisseling zuiveringscomponenten d.d. 19-november 2013.

Aanwezig: Melanie van Schijndel en Roel Diemel (Brabant Water), Jan Pluggen (Dunea), Bernard Enthoven (Groningen), Eric van Rinsum (Oasen), Ron Blok (PWN), Harold Muller en Gerrit Kuttschreutter (Vitens), Sanne Hilligers en Eric Voost (Waternet), Jan Bolt (WMD) en KWR (Ralph Beuken en Hans Huiting).

Bij de workshop Optimaal Onderhoud en Beheer zuiveringsinstallaties, gehouden op 19 november 2013, waren 8 van de 10 waterbedrijven vertegenwoordigd. Helaas waren Evides en WML verhinderd. Het doel van de workshop was een advies te formuleren aan de TG Assetmanagement over de voortzetting (go/no-go) en nadere invulling van het project. In deze memo volgt een eerste terugkoppeling van deze workshop.

Tijdens de workshop is gebleken dat er een duidelijke behoefte bij alle aanwezigen is om kennis op het gebied van assetmanagement van zuiveringsinstallaties met elkaar te delen. In algemene zin is behoefte aan kennisuitwisseling op een drietal aspecten:

1. Prioritering en uitvoering van onderhoud in het algemeen;
2. Onderhoudsmethodologie;
3. Onderliggende kennis (uitwisseling van gegevens en ervaringen op het gebied van conditiebepaling en restlevensduur bepaling van specifieke componenten).

Het onderzoek dient zich met name toe te spitsen op punt 3. Daarbij is er meer behoefte aan gezamenlijke kennisopbouw voor cruciale en generieke componenten dan aan een systeem voor dataregistratie en -analyse. Verkenning van punt 2 is met betrekking tot onderzoek zinvol om randvoorwaarden van kennisopbouw te kennen. Punt 1 is vooral een aangelegenheid tussen bedrijven onderling.

Belangrijke aandachtspunten om tot een goede kennisuitwisseling te kunnen komen zijn:

- Streven naar efficiency, niet naar compleetheid
- Goed overzicht van welke “cruciale” processen (en componenten) er zijn in de drinkwaterzuiveringen
- Eenduidige decompositie en definiëring
- Inzicht in gebruik en omgeving van componenten

Advies 1: op basis van de behoefte van de waterbedrijven wordt geadviseerd om van start te gaan met fase 2. Tevens wordt aanbevolen de scope van het project niet te richten op dataregistratie (zoals verwoord in het projectplan), maar op kennisopbouw.

Advies 2: Voor het vervolg van het project in 2014 worden de volgende activiteiten voorgesteld:

- Organisatie workshop “Ervaringen met conditiebepaling van componenten binnen zuiveringen”
- Organisatie Workshop “Vraag en aanbod” kennisbehoefte (wellicht in combinatie met bovenstaande)



- Per bedrijf benoemen van Top 5 ontwikkelde kennis / top 5 kennis behoefte
- Matching van kennis en behoeftes en selectie van een beperkt aantal componenten
- Uitwerking van systeem van kennisopbouw voor een beperkt aantal componenten
- Aanbevelingen voor verdere uitbouw van een systeem voor kennisopbouw
- Om te komen tot eenduidige definities, wordt een globaal raamwerk voorgesteld voor decompositie van zuiveringen (op basis van bestaande decomposities)
- Nadere uitwerking van activiteiten zal plaatsvinden voor de TG van 14-01-14.

## Bijlage IV Vragenlijst opgebouwde kennis en kennisbehoefte

### Project: Optimaal onderhoud en beheer van zuiveringsinstallaties

In fase 3 van het project Optimaal onderhoud en beheer van zuiveringsinstallaties wordt kennis uitgewisseld op het gebied van assetmanagement van drinkwater zuiveringsinstallaties. Vooral wordt aandacht besteed aan de prioritering en uitvoering van onderhoud in het algemeen, de onderhoudsmethodologie, en onderliggende kennisregels. Projectdoel en activiteiten zijn beschreven in het betreffende projectplan van Fase 3.

### Doel voorliggend document: Inventarisatie opgebouwde kennis / kennisbehoefte bij drinkwaterbedrijven m.b.t. onderhoud

Voorliggend document betreft het format dat in het kader van Projectactiviteit 3.1 is opgesteld ('opstellen uniform format beschrijving componenten incl. kennis onderhouds- en vervangingscriteria'). Voorliggend format wordt bij voorkeur door elk drinkwaterbedrijf ingevuld voor:

- de "Top 5 Ontwikkelde kennis": voor circa vijf verschillende procesonderdelen waarbij het drinkwaterbedrijf specifieke kennis heeft ontwikkeld en opgebouwd met betrekking tot onderhoud aan dat procesonderdeel. Het deel van deze vragenlijst voor 'opgebouwde kennis' dient ingevuld te worden voor procesonderdelen waarbij het onderhoud aantoonbaar verbeterd is in de afgelopen periode (circa 10 jaar), en/of waarbij het onderhoud aantoonbaar succesvol wordt uitgevoerd. Het "verbeterde onderhoud" heeft in deze niet per definitie betrekking op gereduceerde onderhoudskosten, maar kan bijvoorbeeld betrekking hebben op een aanpassing (van onderhoudsregels, -periode, - soort, etc.) die geleid heeft tot een verbeterde overall performance, een betere betrouwbaarheid, etc. Onderhoud is "aantoonbaar succesvol" wanneer de grondslag voor de wijze van uitvoer van het onderhoud bevestigd is.
- de "Top 5 Kennisbehoefte": voor circa vijf verschillende procesonderdelen waarbij het drinkwaterbedrijf behoefte heeft aan kennis(ontwikkeling) met betrekking tot onderhoud aan dat procesonderdeel. De kennisbehoefte kan bijvoorbeeld bestaan omdat het een relatief nieuw apparaat betreft. Maar ook omdat het een apparaat betreft waaraan al twintig jaar hetzelfde onderhoud wordt uitgevoerd en waarbij de vraag ontstaan is of het onderhoud (nog steeds) optimaal is.

### Opbouw vragenlijst

Deze vragenlijst is in een aantal hoofdblokken ingedeeld:

- De context van het procesonderdeel, functie en ontwerp: waar bevindt het procesonderdeel zich, wat is de functie en uit welk materiaal is het procesonderdeel vervaardigd?
- De condities, de omgeving: aan welk medium wordt het procesonderdeel blootgesteld en op welke wijze gebeurt dat (bedrijfsvoering)?
- Het onderhoud, de omgangsvorm: hoe zorgt het drinkwaterbedrijf ervoor dat het procesonderdeel op de gewenste wijze wordt onderhouden?
- De ontwikkelde kennis
- De kennisbehoefte

De eerste drie delen dienen voor elk procesonderdeel te worden ingevuld. Het voorlaatste blok alleen voor die onderdelen waarvoor specifieke kennis is opgebouwd. Het laatste blok alleen voor die onderdelen waarvoor kennisbehoefte is.

**Vervolg**

Tijdens de workshop 'Vraag en aanbod' op 15 april a.s. worden de "Top 5 ontwikkelde kennis" en de "Top 5 kennisbehoefte" m.b.t. onderhoud van de verschillende drinkwaterbedrijven met elkaar vergeleken. Daar waar mogelijk wordt de beschikbare en gewenste kennis gematcht. Ook worden enkele 'cruciale en generieke' procesonderdelen geselecteerd die voor wat betreft het optimale onderhoud verder worden uitgewerkt.

## INVENTARISATIE OPGEBOUWDE KENNIS / KENNISBEHOEFTE BIJ DRINKWATERBEDRIJVEN M.B.T. ONDERHOUD

DE CONTEXT		
Gevraagd	In te vullen door waterbedrijf	Nadere omschrijving/uitleg vraag
<b>Procesonderdeel en zuivering</b>		
Procesonderdeel of procescomponent		<p><u>Voor opgebouwde kennis:</u> Over welk onderdeel van het zuiveringsproces is kennis ontwikkeld met betrekking tot onderhoud aan dat onderdeel? Van welk procesonderdeel is het onderhoud verbeterd (succesvol aangepast), en/of welk procesonderdeel wordt op succesvolle wijze ('optimaal') onderhouden?</p>
Welke productielocatie?		<p><u>Voor Kennisbehoefte</u> Voor welk onderdeel van het zuiveringsproces bestaat een kennisbehoefte over onderhoud aan dat procesonderdeel? Heeft het onderhoud betrekking op één of meerdere specifieke productielocaties?</p>
Plaats in de zuivering		<p>Of geldt het in algemene zin, voor alle productielocaties? Op welke plek in de procesconfiguratie (zuivering) bevindt het specifieke onderdeel zich? Geef dit weer aan de hand van een schematisch overzicht of een beknopte beschrijving van de zuivering en het procesonderdeel.</p>
Functie procesonderdeel		Welke functie heeft het procesonderdeel/component?
Type procesonderdeel		Kan het procesonderdeel/component nader gespecificeerd worden, bijvoorbeeld aan de hand van het type?
Materialen		<p>Uit welke relevante materialen is het procesonderdeel vervaardigd? De relevantie is afhankelijk van het procesonderdeel, en kan bijvoorbeeld betrekking hebben op het materiaal dat in contact komt met het medium (zie hieronder), of het procesonderdeel statisch of roterend is, etc. Is het materiaal gecoat?</p>

<b>DE CONDITIES</b>		
<i>Gevraagd</i>	<i>In te vullen door waterbedrijf</i>	<i>Nadere omschrijving/uitleg vraag</i>
<b>Medium en omgeving</b>		
Medium		Met welk medium komt het procesonderdeel in aanraking? Heeft betrekking op het 'interne medium' ofwel het medium dat vervoerd/behandeld wordt. Bijvoorbeeld: Water Zand Chemicaliën (base, zuur, waterstofperoxide, .....) Gas (lucht, zuurstof, koolstofdioxide, ozon) Overig
Samenstelling en kenmerken medium		Wat zijn de relevante kenmerken van het medium m.b.t. samenstelling? Bijvoorbeeld: Waterkwaliteit Type water (ruw, halffabricaat, drinkwater) Zuurgraad Overige relevante waterkwaliteits-parameters (bijvoorbeeld t.a.v. corrosiviteit of agressiviteit) Type zand Concentratie chemicaliën Corrosief Abrasief Temperatuur Viscositeit Overig
Omgevingscondities		Aan welke omgevingscondities wordt het procesonderdeel blootgesteld ('extern medium')? Staat het procesonderdeel binnen of buiten? In geval van contact met lucht: wordt de omgevingslucht geconditioneerd (gedroogd, verwarmd)? Is het materiaal gecoat? Is er sprake van (overige) bescherming tegen corrosie?
<b>Bedrijfsvoering</b>		
Bedrijfsvoering en omstandigheden		Onder welke omstandigheden wordt het procesonderdeel bedreven? Denk bijvoorbeeld aan de range van waarden voor de volgende parameters: Debiet Druk (voor, na, verschil) Temperatuur Continue of batch Frequentie van schakelen Statisch of roterend Toerental Onderhevig aan trilling? UV-straling Overig

<b>ONDERHOUDSPROGRAMMA</b>		
<i>Gevraagd</i>	<i>In te vullen door waterbedrijf</i>	<i>Nadere omschrijving/uitleg vraag</i>
<b>Typering en vorm van huidig onderhoudsprogramma</b>		
Typering en vorm van huidig onderhoudsprogramma		<p>Hoe wordt het huidige onderhoudsprogramma gekenmerkt?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Welk onderhoud wordt uitgevoerd, wat houdt het onderhoud in?</li> <li>- Curatief, preventief, predictief?</li> <li>- TAO, GAO, of SAO (respectievelijk toestands-, gebruiksduur- en storingsafhankelijk onderhoud)?</li> <li>- Wat is het onderhoudscriterium? Welke parameters worden gemonitord en hoe? Automatisch of opname?</li> <li>- Vindt conditiebepaling plaats, en zo ja hoe?</li> <li>- Vindt conditie bewaking/trending plaats, en zo ja hoe?</li> <li>- Automatisch of middels opname/inspectie?</li> <li>- Wat is de onderhoudsfrequentie?</li> <li>- In welke periode vindt het onderhoud plaats?</li> </ul>
Totstandkoming en grondslag		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoe is het huidige onderhoudsprogramma tot stand gekomen</li> <li>- Wat is de grondslag voor het onderhoudsprogramma?</li> <li>- Zelf onderzocht of in samenwerking met derden?</li> <li>- Wanneer is het onderhoudsprogramma voor het laatst aangepast?</li> </ul>
Rol derden bij uitvoer onderhoudsprogramma		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Welke rol speelt de leverancier bij het uitvoeren van het onderhoudsprogramma?</li> <li>- Welke andere partijen zijn betrokken bij het uitvoeren van het onderhoudsprogramma?</li> </ul>
Rol derden bij vaststellen onderhoudsprogramma		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Welke rol speelt de leverancier bij het vaststellen van het onderhoudsprogramma?</li> <li>- Welke andere partijen zijn betrokken bij het vaststellen van het onderhoudsprogramma?</li> </ul>
<b>Aanpassing onderhoudsprogramma</b>		
Evaluatie onderhoudsprogramma		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Worden de resultaten van de conditiebewaking/trending vastgelegd of gerapporteerd?</li> <li>- Vindt (periodieke) evaluatie en aanpassing van het onderhoudsprogramma plaats? Op welke manier en hoe vaak?</li> </ul>
<b>Vervanging en levensduur</b>		
Vervanging en levensduur		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wat is het vervangingscriterium?</li> <li>- Wat is de vervangingsfrequentie?</li> <li>- Wat is de (verwachte) (rest)levensduur van het procesonderdeel?</li> <li>- Op welke wijze zijn deze parameters bepaald?</li> </ul>

OPGEBOUWDE KENNIS		
<i>Gevraagd</i>	<i>In te vullen door waterbedrijf</i>	<i>Nadere omschrijving/uitleg vraag</i>
<b>Aanpassing onderhoudsprogramma</b>		
Opgebouwde kennis		Op welk vlak ligt de opgebouwde kennis? Waaruit bestaat die opgebouwde kennis? Wat voor onderzoek is hiervoor uitgevoerd?
Trigger voor aanpassing/verbetering onderhoudsprogramma		Op basis van welke trigger is het onderhoudsprogramma aangepast/verbeterd? <ul style="list-style-type: none"> <li>- Storingsfrequentie</li> <li>- Schade</li> <li>- Veiligheid</li> <li>- Down-time tijdens onderhoud</li> <li>- Kosten</li> <li>- Kwaliteit</li> <li>- Naar aanleiding van een (periodiek) evaluatie moment</li> <li>- Het onderhoudsprogramma was "slechts" gebaseerd op advies van leverancier en er was behoefte aan eigen onderzoek</li> <li>- Beschikbaarheid nieuwe meetmethode</li> <li>- Overig</li> </ul>
Opbrengst verbeterd onderhoudsprogramma		Wat heeft het verbeterde onderhoudsprogramma opgeleverd? Bijvoorbeeld in termen van besparing materiaal, besparing menskracht, kosten.

KENNISBEHOEFTE		
<i>Gevraagd</i>	<i>In te vullen door waterbedrijf</i>	<i>Nadere omschrijving/uitleg vraag</i>
<b>Kennisbehoefte</b>		
Kennisbehoefte		Welke kennisbehoefte bestaat er m.b.t. onderhoud aan dit procesonderdeel? Op welk kennisvlak ligt die behoefte?
Trigger voor aanpassing/verbetering onderhoudsprogramma		Waarom bestaat die kennisbehoefte? <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grondslag opnieuw tegen het licht houden?</li> <li>- Behoefte door een van onderstaande triggers?</li> <li>- Overig?</li> </ul> <p>4.</p> <p>Op basis van welke trigger is er behoefte voor kennisopbouw?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Storingsfrequentie</li> <li>- Schade</li> <li>- Veiligheid</li> <li>- Down-time tijdens onderhoud</li> <li>- Kosten</li> <li>- Kwaliteit</li> <li>- Naar aanleiding van een (periodiek) evaluatie moment</li> <li>- Het onderhoudsprogramma is "slechts" gebaseerd op advies van leverancier en er is behoefte aan eigen onderzoek</li> <li>- Beschikbaarheid nieuwe meetmethode(s)</li> <li>- Overig</li> </ul>

# Bijlage V Presentaties workshop 2014

Workshop  
Informatiesysteem  
onderhoud van  
procesonderdelen

TGAM: Optimaal Onderhoud en  
Beheer zuiveringsinstallaties

KWR Watercycle Research Institute

Programma

- Opening / Kennismakingsronde
- Inleiding
- Case Beluchtungs-, ontgassingstorens
- Pauze
- Case Microzeven
- Case UV-desinfectie
- Lunch
- Opzet informatiesysteem
- Prioritering procesonderdelen
- Vervolgstappen
- Rondvraag / Afsluiting

KWR Watercycle Research Institute

Optimaal Onderhoud en Beheer van zuiveringsinstallaties  
Thematisch Onderzoek: Assetmanagement

Fase 1 en 2: 2013

- Onderzoek naar de mogelijkheden (en ontwikkeling) van een set toestandafhankelijke prestatie-indicatoren voor cruciale apparaten en/of componenten van drinkwater zuiveringsinstallaties
- Onderzoek de mogelijkheden en de behoefte voor ontwikkeling van een uniforme format voor registratie van apparaten en/of componenten en storingsinformatie

KWR Watercycle Research Institute

Resultaten Workshop 19 november 2013

Duidelijke behoefte om kennis op het gebied van assetmanagement van zuiveringsinstallaties met elkaar te delen, met name op een drietal aspecten:

- Prioritering en uitvoering van onderhoud in het algemeen;
- Onderhoudsmethodologie;
- Onderliggende kennis (uitwisseling van gegevens en ervaringen op het gebied van conditiebepaling en restlevensduur bepaling van specifieke componenten).

KWR Watercycle Research Institute

Aanpassing doelen vervolgfase  
Fase 3: 2014

Opzetten van een "informatiesysteem"

- voor kennisuitwisseling
- van cruciale en generieke componenten
- inclusief performance indicatoren voor onderhoud en vervanging

KWR Watercycle Research Institute

Selectie componenten

Beperkt aantal componenten (Top 3-5) op basis van de Top 5 van **Ontwikkelde Kennis** en de Top 5 van **Kennisbehoefte** van de participerende waterbedrijven

- Uniforme vragenlijst om Top 5 per bedrijf te inventariseren
- Matching van Ontwikkelde Kennis met Kennisbehoefte

Respons beperkt, gekozen voor andere invulling workshop

KWR Watercycle Research Institute



**Respons vragenlijst**

**Opgebouwde Kennis**

- Beluchtungs-/ontgassingstoren
- Onthardingsreactoren
- Chemicaliën doseringen
- Microzeven
- UV-desinfectie
- Proceautomatisering
- Noodstroominstallatie

**Kennisbehoefte**

- Opzetten onderhoudsprogramma nieuwe zuiveringstappen, bijv. membraanfiltratie
- Conditiëbepaling



**Doel workshop van vandaag**

De cases dienen als voorbeeld over hoe een informatiesysteem over onderhoud van procesonderdelen kan worden opgezet

- het delen van die kennis
- het vastleggen daarvan en
- nagaan op welke aspecten nadere informatie gewenst is

Inventarisatie specifieke wensen van waterbedrijven voor informatiesysteem  
 Overzicht procesonderdelen met prioritering  
 Vervolgstappen 2014, en verder



**Case BOT's**  
 Brabant Water

Periodiek onderhoud: door vervuiling verslechtering kwaliteit water

Hoge druk reiniging van BOT's

Zelfde frequentie  
 Verbeterde ARBO  
 • Geen besloten ruimtes  
 Verlaagde kosten per reiniging




**Case Microzeven**  
 Dunea Brake

Transitie van tijdsgebonden meerjaren planning naar een toestand afhankelijke planning

Periodiek onderhoud 6 jaar

Onderzoek naar prestaties en conditie zeefpanelen

Verbetering mechanische werking zeefpanelen.  
 Beter uitrusting van bestaande zeefgas. Levensduur verlenging  
 Onderzoek duurzamer zeefgas (materiaal, maaswijdte), besparing op levensduur kosten  
 Prestatie monitoring verbeterd




**Case UV-desinfectie**  
 PWN Andijk en Heemskerk

Primair periodiek en gebruiksduura(hankelijk) onderhoud:  
 Vervanging op basis van type onderhoud

Onderzoeksprogramma in overleg met leverancier en Wetsus:  
 verbeteringen vanuit wat nodig of gewenst is

Kostenbesparingen door langer gebruik van componenten

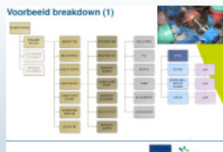




**Opzet informatie systeem**

Soort informatie (zie vragenlijst)

- Plek in de zuivering (decompositie)
- Type onderhoud
  - TAO, CAO, SAO
- Conditiëbepaling/monitoring
- Criteria
- Downtime
- .....


Voorbeeld breakdown (1)

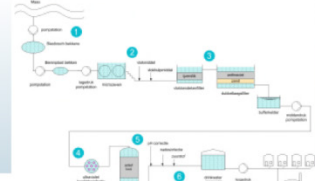

**Opzet informatie systeem**

Manier van delen

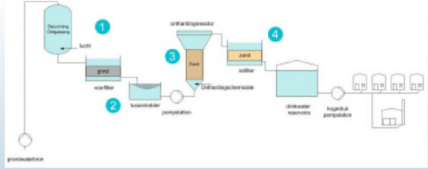

- Watnet
  - Levend document
  - Losse beschrijvingen
- Web based
- Contactgroep (periodieke bijeenkomsten)
- Individuele matching
- .....



**Prioritering Procesonderdelen**  
 Voorbeeld oppervlaktewaterzuivering (Berenplaat)

**Voorbeeld Grondwater**

**Vervolgstappen**

- Herkansing Top 5
- Kennis(behoefte) halen bij overige bedrijven
- Verdere uitwerking informatiesysteem
- Workshop najaar 2014 ?
- Projectvoorstel 2015 ev



# Bijlage VI Verslag workshop 2014

## Workshop Informatiesysteem onderhoud van procesonderdelen d.d. 4-juni-2014.

Aanwezig: Bernard Enthoven (Groningen), Ron Blok (PWN), Jan Pluggen (Dunea), Eric van Rinsum (Oasen), Melanie van Schijndel (Brabant Water), Hans Huiting en Luc Palmes (KWR).

### **Voorstelronde en opening**

Groningen: Bernard Enthoven vertelt over reorganisatie binnen Groningen. Beter kijken naar prioriteiten van investeringen. Bij Groningen doen operators een deel van onderhoud. Storingen worden niet altijd goed gemeld, vaker wordt ingezet op reactief onderhoud (brandjes blussen). Bijna nooit rapportages over het gevolg van een storing, behalve bij zeer grote storingen bv NSA uitval. Nu in transitie waarbij taken en verantwoordelijkheden opnieuw worden gedefinieerd.

PWN: Controle rondjes lopen: als je nooit wat aantreft tijdens een inspectie dan moet je je afvragen of je de frequentie kunt oprekken. De taakkaart zit in onderhoudspakket. Maar er wordt weinig genoteerd en storingen worden niet altijd juist gemeld. Onderhoud wordt uitgevoerd door mensen die gewend zijn om met de handen te werken en niet om in SAP te rapporteren. Bij PWN wordt streng ingezet op de verplichting van het rapporteren. Streven naar perfectie (maximalisatie, debottlenecking, etc.) v.w.b. een apparaat kan winst leveren, je hoeft niet altijd 'slechts' te doen waarvoor het apparaat is aangeschaft. PWN heeft het onderhoudsprogramma mede op basis van kosten bepaald, het type onderhoud is op basis van grootste kostenpost vastgesteld.

Oasen: Dakbedekking heeft een levensduur van 15-20 jaar maar de onderhoudsmonteur wil deze na 2 jaar al inspecteren, wat te vroeg lijkt.

### **Algemene presentatie – deel I**

Hans start zijn presentatie. De presentatie geeft regelmatig aanleiding tot discussie.

Dunea geeft aan behoefte te hebben aan storingsgerelateerde informatie à la USTORE, namelijk soort + frequentie. Brabant Water sluit zich daarbij aan. Het inventariseren van dergelijke informatie behoort nu niet tot doel van dit project. Brabant Water stelt risicoanalyses op en ze zijn op zoek naar data over storingsfrequentie. Voor PWN is de storingsfrequentie ook van belang.

Voorheen werd bij PWN geprioriteerd (budget verdeling) op basis van meer subjectieve criteria ("wie de grootste mond heeft krijgt het project"). Ze hebben de werkwijze verder geobjectiveerd middels toepassing van de RRB = risico reductie bijdrage. PWN heeft vier bedrijfswaarden: leveringszekerheid, imago, veiligheid en waterkwaliteit. Elk effect wordt uitgedrukt in euro's. Prioritering vindt vervolgens plaats op basis van deze uitkomsten. Prioriteit 1 = urgent + korte termijn, etc.. Van de storingsmeldingen die binnenkomen wordt op basis van deze prioriteitsmethode bepaald welke storingen wanneer opgelost dienen te worden.

Voor Dunea is van belang om informatie te hebben op basis waarvan gekozen kan worden tussen grootschalig onderhoud en vervanging.

PWN past daartoe SORA codes toe: Symptoom Oorzaak Remedie Actie. PAS55 schrijft dat ook voor. Gevraagd wordt of PWN ook het effect monitort?

De bedrijven presenteren elk over het onderhoud aan een type zuiveringsinstallatie.

### **Brabant Water: Onderhoud BOT's en onthardingsreactoren**

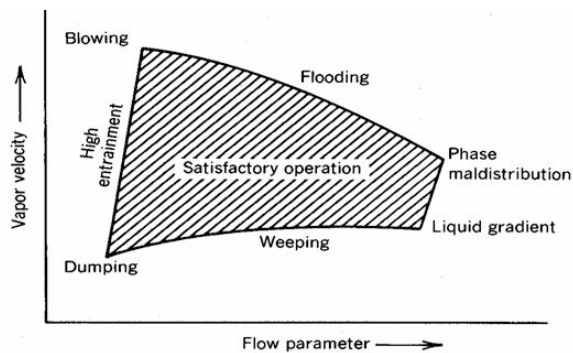
Het onderhoud aan BOT's en onthardingsreactoren was arbeidsintensief en arbo-technisch niet optimaal. Het onderhoud aan onthardingsreactoren is samen met het bedrijf Q-flow verbeterd.

Een sproeikop met hoge druk reiniging wordt middels een stelling van bovenaf in de reactor gebracht. Langzaam zakt de stelling naar beneden en wordt de wand van de reactor schoongespoten. Het bedrijf Q-flow voert dat uit. Zie een filmpje op Youtube, zoekterm 'Brabantwater Schoonmaken', en link: <https://www.youtube.com/watch?v=7biWrHXyBEc>. Door toepassing van deze methodiek is het risico voor mensen lager. Voor de BOT's (beluchtingstoren) dient nog steeds de hele pakking verwijderd te worden, dat blijft hetzelfde. Het resultaat m.b.t. het schoonmaken is hetzelfde. De schoonmaak frequentie is ook hetzelfde (hetzelfde onderhoudsschema). Met deze methode wordt het niet makkelijker of beter schoon gemaakt, maar Arbo-technisch gezien is het voordeliger.

Momenteel wordt samen met procestechnologie bekeken of de aanslag in de BOT's voorkomen/verminderd kan worden door 1) de beluchting aan te passen bij het spoelen van de BOT, 2) of door de coating aan te passen.

De rubberen coating die in de onthardingsreactoren bij PWN wordt toegepast is niet optimaal, zij hebben verschillende coatings getest en hebben nu een aanpaste reparatie methode. Bij Brabant Water wordt onderzocht of de onderhoudsfrequentie van eens per 4 jaar gehaald kan worden.

Brabant Water onderzoekt of het onderhoud aan BOT's uitgesteld kan worden. Momenteel worden de BOT's eens in de 2 jaar schoongemaakt en blijkt soms dat schoonmaak niet nodig was. Het schoonmaken omvat de pakking en de wand van het vat. Brabant Water zoekt naar een goede indicator om de prestatie en het onderhoudsmoment van BOT's vast te stellen (bv. drukval lucht, waterkwaliteit effluent, rendement verwijdering gassen). Is het mogelijk dat de vervuiling van Pall ringen zo hevig is dat plotseling channeling optreedt? Hoe snel vervuilen de Pall ringen en hoe verloopt de drukval in de tijd, is dat voorspelbaar? Is daarbij sprake van geleidelijk of abrupt falen? Is onderhoud aan de BOT's wel nodig als 1) drukval niet oploopt (door afzetting op pakking en wand), 2) troebeling effluent niet te hoog is, 3) verwijderingsrendement gassen goed is én 4) er geen abrupt falingsmechanisme (channeling) kan optreden?



Bij Dunea wordt zoutzuur aan het influent van de BOT's gedoseerd om waterstofcarbonaat om te zetten in koolstofdioxide. Daarmee is doel en bedrijfsvoering anders dan bij Brabant Water. De inspectie van Dunea is vanwege de lage pH gericht op wanddikte meting.

Oasen past BOT's toe voor de verwijdering van methaan uit water.

Brabant is in algemene zin bezig met verbetering van onderhoud, en zij willen de gang maken van periodiek onderhoud naar risico gebaseerd onderhoud.

Renovatiemomenten bieden de mogelijkheid om aanpassingen aan het ontwerp door te voeren waardoor onderhoud beter uitgevoerd kan worden.

PWN stelt het onderhoudsregime vast op basis van de functie van het apparaat, in plaats van te streven naar technische perfectie ("niet alles hoeft te glimmen"). Vertaald naar de BOT's van Brabant Water: is het noodzakelijk om de binnenkant van de BOT schoon te maken?

Naar aanleiding hiervan wordt verder ingegaan op het onderhoud aan (waterproductie) gebouwen:

- WBG voegt toe: naast functionaliteit mag het er ook netjes uitzien. WBG spendeert dit jaar 1 M€ aan *good house keeping* en achterstallig onderhoud. Daar is iedereen het over eens, het waterbedrijf dient er netjes en verzorgd uit te zien vanwege reinheid en imago. De levensmiddelensector gaat nog verder dan water, daar worden meestal HACCP's uitgevoerd, in de drinkwatersector zie je dat nog niet vaak.
- PWN voert onderhoud aan gebouwen uit om op niveau-2 te komen, dat is het niveau waarop het staat van het gebouw goed bij te houden is.
- Oasen onderscheidt drie type locaties: A, B, en C. Een A-locatie dient er top uit te zien, de andere locaties mogen er uitzien als een fabriek.

Pelletbunkers die niet meer adequaat afgesloten kunnen worden lekken water en pellets, wat Arbo-technische problemen oplevert. Dit zit meer op ontwerp niveau, niet op onderhoud.

Het onderhoud en beheer van noodstroomaggregaten (NSA's) komt aan bod

PWN test alle NSA's 1 maal per maand om te kijken of het apparaat werkt. Voorheen was dat afhankelijk per operator, en was de testwijze (bv ineens vol in) en de test frequentie (bv 1/maand of 1/week) verschillend. Geconstateerd wordt dat dit apparaat dat gemiddeld 12 uur per jaar draait voor 20 k€ aan reparatie kosten heeft. Nu is het onderhoud gestandaardiseerd, de frequentie is gebaseerd op literatuur onderzoek (internet) en

leveranciers informatie (Mitsubishi etc.). De testen worden in overleg met Liander (netbeheerder), de brandweer, etc. uitgevoerd.

Oasen heeft eens in de 4 jaar een programma dat de NSA opschakelt tot 110% om vuil weg te branden. Oasen maakt de olie tanks regelmatig schoon en verwijdert sludge.

Bij WBG staan de zwaarste NSA's op temperatuur. Bij andere bedrijven staat de NSA constant op temperatuur. WBG voert momenteel onderzoek uit naar de optimale opslag voor diesel. De tanks zijn niet meer certificeerbaar omdat voorheen diesel aan de onderkant werd af getapt maar volgens de BRL mag dat niet meer/ WBG wil geen biodiesel omdat daarin stratificatie plaatsvindt, de houdbaarheid neemt af, en schoonmaak is vereist, minder kans op (micro induced) corrosion. Opletten op additieven in bv V-power omdat deze rubber kan aantasten. Verschil met auto's is dat de verblijftijd in de tank van auto's lager is. Het tank vervanging programma kost circa 250 M€.

PWN gebruikte voorheen rode diesel, tegenwoordig veel meer biodiesel die ook verontzwaveld is. Daarin zit ook dierlijk materiaal, waardoor bacteriegroei kan optreden en een waterlaagje op de diesel ontstaat, waardoor het octaan daalt. Daarom monitort PWN haar diesel nu en worden de tanks schoon gemaakt. De be/ontluchting is uitgerust met ontvochtigingsfilters waardoor het toegevoegd water in de diesel tank afneemt.

De grootschalige opslag van diesel is ingegeven door de verplichte autarkie die in WLB genoemd wordt (10 dagen).

Het peilniveau op de diesel opslag wordt gemeten en draadloos en automatisch doorgegeven.

Kritieke factoren bij functioneren zijn: beschikbaarheid en brandstof verbruik.

Alle bedrijven hebben legio ervaring met NSA's die niet inkomen. PWN heeft een verbeterprogramma van 3 M€ uitgevoerd en zelf autopsies op NSA's uitgevoerd.

Bij Dunea heeft men ervaring met UPS-sen (Uninterruptable Power Supplies) die niet inkomen terwijl het om vrij nieuwe apparaten gaat. Daarmee lijkt de hele NSA-sectie op orde maar toch valt de installatie stil. De NSA heeft namelijk een starter (UPS) nodig om in te komen.

Algemene opmerking m.b.t. random failure: met zulke testen (bv periodiek testen NSA's) worden fouten in het apparaat geïdentificeerd, maar zulke testen geven geen informatie over de kans dat het apparaat inkomt of faalt.

Enkele ervaringen m.b.t. courantheid worden gedeeld:

- Printplaten chloordioxide dosering: bepaalde printplaten zijn niet meer courant. Opslag van zulke printplaten is niet effectief omdat de condensatoren leeg lopen.
- UV-lampen: Berson UV lampen die niet meer geleverd worden.

PWN verbetert het proces met leveranciers waarbij de relevante documentatie vollediger en sneller in het ERP systeem wordt opgenomen wanneer projecten afgerond zijn. Nu duurt dat vaak erg lang.

### **Dunea: microzeven**

Dunea gaat PAS55 als richtlijn gebruiken, niet als norm. De Dunea organisatie wil wel naar een assetmanagement structuur en heeft derhalve ook een assetmanagement afdeling. Zij hebben een road map en een stappenplan geschreven om doelstellingen te vertalen naar onderhoud, vervanging en investering. Jan Pluggen focust op grote vervangingen en investeringen.

Conditiebepalingen worden uitgevoerd volgens NEN2767. De microzeven staan er sinds 2002 en gebleken is dat bepaalde panelen snel kapot gaan. De oorzaak is o.a. door TNO onderzocht, en is vanwege draaiing en het sproeien. De microzeven starten in april en daarna draaien ze continu tot circa oktober (criterium: als temperatuur > 10 – 12 °C). Zie ook betreffende memo van W. Oorthuizen. De aanleiding voor de bouw van de microzeven was de reductie van transportchloring.

Het zeefgaas zou 10 jaar meegaan. Maar nu blijkt dat maximaal een levensduur van 4 jaar gehaald wordt. De defecten worden opgelost door de ontstane gaatjes dicht te smeren. Maar de vraag is of dat wel nodig is, m.a.w. wat is functioneel? Het dichtsmeren van gaatjes is prima voor de verwijdering maar de doorzet neemt ontzettend af. En het dichtsmeren is irreversibel.

Het dichtsmeren van de gaatjes kan beschouwd worden als technische perfectie. De onderhoudsmensen streven (in overleg met collega's?) maximale verwijdering na. Maar er is nog niet onderzocht wat de vereiste verwijdering is.

De microzeven zijn in de betreffende vorm aangeschaft op basis van doorrekenen van zeven scenario's: risico's en kosten. Niets doen werd ook als optie beschouwd. Wat is het risico als er een larf door het filter gaat? In de scenario's zijn de risico's per trommel en per paneel beoordeeld. In de uitvoering vervolgens is het zeefgaas over de volledige breedte van het paneel gewoven. Destijds is gekozen voor de op een na goedkoopste optie en het onderhoudsteam is daar tevreden mee. De installatie bestaat uit 80 panelen per zeef en tig gaatjes per paneel. Met het type gaas is het mogelijk om met een lager aantal trommels toch de hoge doorzet te halen. Bij een ander type gaas waren 6 extra trommels nodig geweest.

De grootte van de zeef (35 µm) is gebaseerd op de verwijdering van plantaardig plankton. Een larf van 150 µm kan zich hechten bij een snelheid van 1 m/s. Dus voor de larf zelf zou een grotere zeef mogelijk zijn. Op basis van eerdere situaties is de zeefgrootte van 35 µm vast gesteld, maar wellicht is in overleg met procestechnologie afwijking mogelijk.

Dunea onderzoekt de mogelijkheden van een kunststof gaas, en onderzoekt of het noodzakelijk is dat de trommels continu draaien.

Triggers om opnieuw te kijken naar onderhoud en vervanging zijn:

- de hogere vervangings- en onderhoudskosten in relatie tot afwezigheid van storingen in het onderhoudssysteem. De onderhoudsmonteur constateert en repareert gaatjes maar in het onderhoudssysteem wordt geen melding gemaakt.
- Teruggelopen capaciteit. Overstorten is geen optie want als 1 trommel kapot is dient de hele installatie (alle trommels) uit bedrijf genomen te worden omdat de assen gedeeld worden. Ander nadeel van het feit dat het apparaat niet gesegmenteerd is de omvang van de operatie om het apparaat via het dak uit het gebouw te verwijderen.

Bij de inspectie van de trommels kwamen steeds meer gaatjes aan het licht en de waterkwaliteit is volgens procestechnologie wel goed. De onderhoudsmonteur heeft als doel om het aantal gaatjes te minimaliseren maar eigenlijk heeft hij geen adequate pass-fail criteria. Echter, het formuleren van een dergelijk pass-fail criterium is alleen mogelijk wanneer het faal-mechanisme bekend is.

PWN t.a.v. overhead kranen: deze kranen worden elk jaar gekeurd, ze worden nooit gebruikt en toch wordt in de inspectie elk jaar een defect gevonden. Daarom gebruiken ze bij PWN nu mobiele kranen ipv overhead kranen. Dit is een voorbeeld dat er soms met minder geavanceerde technieken gewerkt kan ("minder ballen in de boom"). Het voorbeeld van Dunea laat zien dat er te weinig flexibiliteit is.

### **PWN: UV-desinfectie**

Bij de Trojan installatie staan 4 reactoren achter elkaar, in 4 straten, met 16 lampen per reactor. De reactoren op Heemskerk staan vóór het duin. In Andijk staat de UV als hoofddesinfectie. Als 1 reactor aan staat branden alle lampen. In een straat mag 1 reactor uitstaan. Per reactor mogen X lampen uitvallen. Het vermogen van een lamp is 12 kW. Er is 1 ballast per lamp. In totaal zijn er 512 lampen en ballasten (totaal Heemskerk en Andijk). De PLC registreert per lamp het aantal branduren.

Lampvervangings gebeurt op basis van branduren. De totale kostenpost voor lampvervangings is 175 k€/jaar. De vraag is of het aantal branduren verhoogd kan worden. In beginsel zat PWN op 8.000-9.000 branduren per lamp en inmiddels op 11.000 uur.

Het kwarts bevat toch verontreinigingen. Onder invloed van de sterke UV straling breekt die verontreiniging af en ontstaan scheurtjes. Daardoor kan een sleeve ook bv door de wisser kapot gaan. Daarmee kan 1 kapotte sleeve van de 64 sleeves een hele straat stil leggen en dat is onacceptabel voor PWN. Kwarts sleeve: als de kwarts buis kapot is dan wordt de reactor en daarmee de hele straat uit bedrijf genomen. PWN onderzoekt de mogelijkheid om synthetische sleeves toe te passen. Deze zijn duurder maar ook robuuster. De kosten van de glazen sleeves waren aanvankelijk 350 € per stuk, maar daarna werd de prijs ineens zonder voormelding verhoogd tot 1100 € per stuk, na aandringen wordt een korting van 30 % verkregen. De Berenplaat (Evides) heeft weliswaar een vergelijkbare procesconfiguratie maar Evides belast de lampen op een lager niveau dan PWN (circa 60% versus 95%), waardoor Evides niet of nauwelijks te maken heeft met sleeve breuk. PWN staat alleen in deze mate van breuk.

PWN overweegt toepassing van eindstandige UV (Trojan of Xylem) i.p.v. chloordioxide. Chloordioxide is bedoeld als veiligheidschloring, maar is ongeschikt om eventuele herbesmetting na de winning (duin) te reduceren. Uit veel groot volume monsters blijkt dat er toch indicator organismen gevonden worden na het duin. De betreffende indicator organismen kun wel afdoden met chloordioxide maar de werkelijke pathogenen niet. Daarom overweegt PWN toepassing van UV, al is dat vele malen (factor 10) duurder. Volgens WBG dien je dan ook te letten op nagroei. Op De Punt is UV van eindstandig verplaatst naar vóór de langzame zandfilters. De PWN chloordioxide doseerinstallatie op Bergen Mensink is aan het einde van de levensduur.

De ballasten van Heemskerk (2008) gaan allemaal snel stuk terwijl de ballasten op Andijk (2004) niet stuk gaan. PWN denkt aan een batch-fout al beweert de leverancier dat dit niet



het geval is. Onderzoek middels thermografische analyse. Nedap voert het onderhoud aan de ballasten uit.

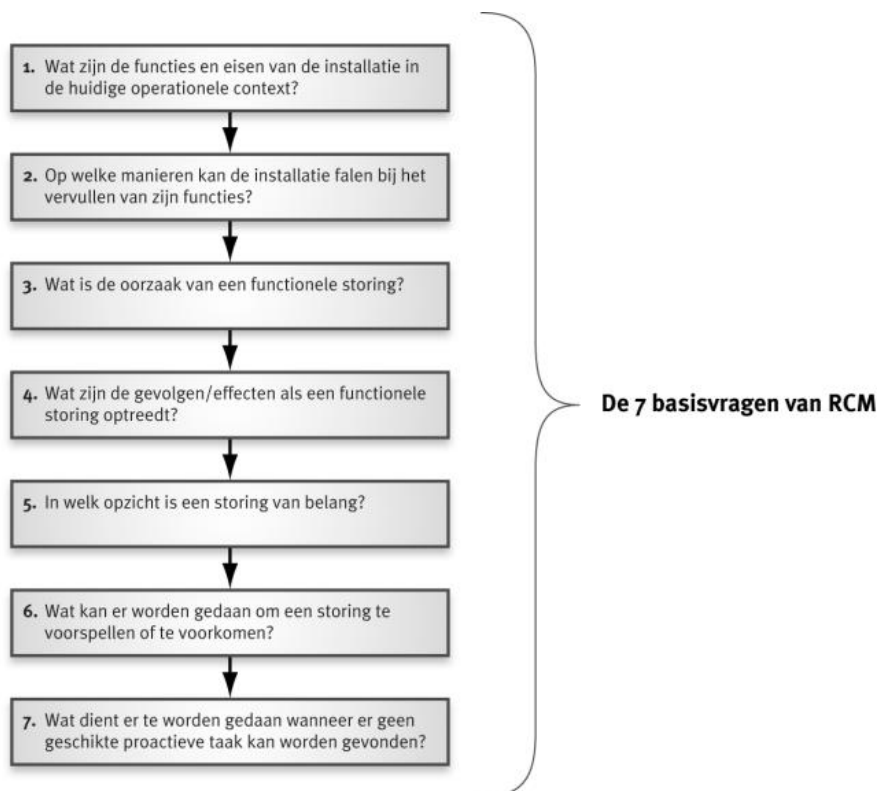
PWN heeft marktonderzoek verricht naar ventilatoren (koeling?) en apparaten gevonden voor de kwart van de aanvankelijke prijs.

### **Algemene presentatie – deel II**

Hans continueert zijn presentatie en de discussie wordt vervolgd.

Onderhoud betrekken in ontwerpfase. Bij het ontwerp dient ook rekening gehouden met de maintainability! Die kennis over maintainability zou meer gedeeld moeten worden. De accessibility en maintainability zouden bij voorkeur in het ontwerp proces getoetst moeten worden maar dat is pas mogelijk als de bouwtekeningen klaar zijn (bij voorkeur 3D).

Nieuwe installaties. PWN wil zelf het onderhoudsprogramma gaan opzetten voor de nieuwe installatie in Andijk 3 omdat daar nieuwe technologie wordt toegepast. PWN gebruikt daar RCM voor (reliability centered maintenance). PWN past die methode vooral toe voor nieuwe installaties, voor bestaande installaties voeren ze RCM analyse uit.



Er wordt gediscussieerd over het nut van deze workshop en de juiste wijze om kennis te delen over onderhoud en beheer van zuiveringsinstallaties:

- PWN geeft aan dat verschillende platforms beschikbaar zijn om kennis te delen, zoals Watnet, Waterkennisnetwerk, en verschillende contactgroepen.
- Men staat positief tegenover een Wikipedia-achtige oplossing om de kennis te delen, incl. redactie commissie, die bijvoorbeeld op basis van het betreffende Format ingevuld kan worden.

- Het betreffende Format is een goede kapstok om kennis m.b.t. onderhoud en beheer vast te leggen en te delen. PWN gebruikt een ander format om kennis vast te leggen.
- WBG kan later nog ontwikkelde kennis inbrengen m.b.t.:
  - Reiniging UF/RO membranen
  - PvE dieselopslag.
  - Een methode om te voorspellen wanneer de volgende storing zal plaats vinden en of het aantal storingen toeneemt of afneemt (CROW-AMSAA methode, uit de militaire sector, op basis van Weibull statistiek).
- Geconstateerd wordt dat in gesprek met elkaar meer informatie boven tafel komt dan in eerste instantie per mail werd aangeleverd. Men vindt de klankbordfunctie en de inhoud belangrijk. De workshop wordt als nuttig ervaren maar de onderzoeksvraag dient onder de aandacht te blijven. Toegevoegd wordt dat schriftelijk (digitaal, wiki) vastleggen van informatie beter is dan louter mondeling kennisdelen omdat de kennis daarmee vastligt en onafhankelijk van de personen die de kennis hebben bij de bedrijven ingebracht kan worden.

De uitgewisselde kennis kan als volgt gecategoriseerd worden:

- Leren van het onderhoudsprogramma van een bedrijf, het "1 op 1" vertalen/overnemen van een deel van het onderhoudsprogramma van een ander bedrijf.
- Leren van de principes of kennisregels die achter een onderhoudsprogramma liggen.
- Leren van elkaars onderhoudsmethodiek in algemene zin.

# Bijlage VII Template onderhoud

## Optimaal Onderhoud en Beheer van Zuiveringsinstallaties

Proces : *Procesonderdeel of procescomponent*  
Locatie(s) : *Gaat het om één of meerdere productielocaties of, in algemene zin, voor alle productielocaties?*

Index (hyperlinks)

- Algemene beschrijving
- Plek in de zuivering
- Functionaliteit en procescondities
- Toegepaste materialen
- Monitoring, conditiebepaling en trending
- Onderhoud

### Algemene beschrijving

*Korte omschrijving van het procesonderdeel*

### Plek in de zuivering (decompositie)

Ruw water : *Oppervlakte water / grondwater / oeverfiltraat / ....*

Zuivering : *beknopte omschrijving van het zuiveringsproces "van bron tot tap"*

### Functionaliteit en procescondities

*Beknopte beschrijving van de functie van het procesonderdeel*

*Beknopte beschrijving van de opbouw/uitvoering van het procesonderdeel*

*Beknopte omschrijving van procescondities van het procesonderdeel*

### Toegepaste materialen/onderdelen

*Uit welke relevante materialen is het procesonderdeel vervaardigd? De relevantie is afhankelijk van het procesonderdeel, en kan bijvoorbeeld betrekking hebben op het materiaal dat in contact komt met het medium, of het procesonderdeel statisch of roterend is, etc. Is het materiaal gecoat?*

### Monitoring, conditiebepaling en trending

*Op welke wijze wordt de werking van het procesonderdeel gecontroleerd?*

*Vindt online/offline conditiebepaling plaats op (componenten van) het procesonderdeel?*

### Onderhoud

- *Periodiek onderhoud*
- *Gebruiksduurafhankelijk onderhoud*
- *Correctief onderhoud*
- *Toestandsafhankelijk onderhoud*
- *Storingsafhankelijk onderhoud*

Grondslag onderhoud	<i>Op basis van welke kennis is onderhoudstype en frequentie opgesteld</i>
Specifieke kennis	<i>Hoe is deze kennis ontwikkeld?</i>
Criteria	<i>Welke criteria worden gehanteerd?</i>
Uitvoering onderhoud	
•	<i>Downtime</i>
•	<i>Kosten</i>
•	<i>ARBO</i>

## Bijlage VIII Ingevulde templates onderhoud

In deze bijlage worden de templates weergegeven die ingevuld zijn op basis van overleg met de bedrijven. De formats hebben betrekking op de zuiveringsstappen UV-desinfectie/AOP, microzeven, en beluchtings- en ontgassingstorens (BOT's). Tabel 1 geeft weer welke ingevulde formats in deze bijlage zijn opgenomen.

TABEL 1; INGEVULDE TEMPLATES, INFORMATIE AANGEVULD OP BASIS VAN GESPREKKEN

Bedrijf	UV-desinfectie	Microzeven	BOT	paragraaf
Brabant Water	x	-	x	I & II
Dunea	-	x	-	III
PWN	x	-	-	IV
WBG	x	-	x	V & VI
WML	x	-	x	VII & VIII

## I. Brabant Water – UV desinfectie

Proces : UV desinfectie

Locatie(s) : Brabant Water heeft op circa 10 locaties UV-desinfectie staan, over het algemeen als nadesinfectie na actieve koolfiltratie. Er wordt overwogen om op een aantal locaties de UV-desinfectie na de actieve koolfiltratie te verwijderen

Index (hyperlinks)

- Algemene beschrijving
- Plek in de zuivering
- Functionaliteit en procescondities
- Toegepaste materialen
- Monitoring, conditiebepaling en trending
- Onderhoud

### Algemene beschrijving

UV-desinfectie is een fysische desinfectie methode die gebruik maakt van elektromagnetische straling om het genetisch materiaal (DNA/ RNA) van een micro-organisme te beschadigen. De inactivatie van de micro-organismen zorgt er voor dat deze zich niet meer kunnen voortplanten. De optimale golflengte ligt tussen de 250nm en 270nm. De effectiviteit waarmee UV-straling desinfecteert is afhankelijk van golflengte en de dosering. De contacttijd die nodig is om alle micro-organismen te inactiveren is afhankelijk van de intensiteit van de straling en het soort organisme.

### Plek in de zuivering (decompositie)

Ruw water : Op alle locaties is er sprake van grondwater, zowel ondiep als diep grondwater

Zuivering : Over het algemeen bestaan de zuiveringen uit beluchting, voorfiltratie, beluchting, nafiltratie, actieve koolfiltratie en UV-desinfectie

### Functionaliteit en procescondities

#### *Functionaliteit*

De functie van de UV-behandeling is nadesinfectie van het water na actieve koolfiltratie. Na regeneratie van de actieve kool moet het filter weer inlopen. Tijdens deze fase dient de UV-desinfectie voor het verlagen van de kiemgetallen. Enkele UV-installaties staat merendeel van de tijd uit bedrijf of op een laag pitje. In feite worden de UV-reactoren ook niet meer gebruikt bij de opstart van de kool, de installatie staat er als back-up.

#### *Opbouw/uitvoering*

De meeste UV-installaties zijn afkomstig van Berson, enkele van Wedeco. Het merendeel van de reactoren is voorzien van middendruk lampen. De UV-dosis bedraagt circa 40 mJ/cm<sup>2</sup>.

#### *Procescondities*

Waterkwaliteit: De UV-reactoren wordt gevoed met voorgezuiverd grondwater na actieve koolfiltratie. Na de actieve kool heeft het water een hoge UV-transmissie waardoor bij relatief lage energie input de benodigde UV dosis wordt gerealiseerd.

## **Toegepaste materialen/onderdelen**

De UV-systemen bevatten de volgende materialen:

- Het reactor vat is vervaardigd van RVS.
- De sleeves waarin de lampen zich bevinden zijn vervaardigd van kwartsglas.
- Het wissersysteem is vervaardigd van staal, kunststof onderdelen en rubber. Het is een stalen constructie met ringen die een beetje speling hebben om de sleeves, In de ringen bevindt zich de kunststof en het rubber is bevestigd aan het kunststof.

## **Monitoring, conditiebepaling en trending**

Niet gespecificeerd

## **Onderhoud**

*UV-reactor: periodiek onderhoud, GAO*

Elke 3 jaar wordt groot onderhoud uitgevoerd. Bij die onderhoudsbeurt worden de kwartsbuizen en alle afdichtingen, zoals wisingen (rubber onderdelen), O-ringen, en pakkingen, zowel aan de buitenkant als de binnenkant van de reactor gecontroleerd. Indien nodig worden onderdelen dan vervangen

*UV-lampen: periodiek onderhoud, GAO of SAO*

Lampen worden op basis van het aantal branduren (GAO) of als een lamp kapot gaat (SAO). Om een lamp te vervangen dient de hele reactor uit bedrijf genomen te worden en per reactor hebben lampen ongeveer dezelfde looptijd: daarom worden alle lampen per reactor tegelijkertijd vervangen. De lampen worden vervangen na een gemiddelde brandduur van circa 8.000 uur.

## **Grondslag onderhoud**

De invulling van het onderhoudsprogramma m.b.t. de UV reactoren is gebaseerd op advies van de leverancier en de ervaring van Brabant Water met de consequenties van dat onderhoud in de praktijk.

## **Specifieke kennis**

Brabant Water volgt de leverancier (Berson) bij het grootste deel van het onderhoudsprogramma (groot onderhoud UV reactor, lampvervanging, kwartsbuizen), en heeft goede ervaringen met dit periodieke onderhoud.

## **Criteria**

*Criterium voor periodiek onderhoudsprogramma*

- Het grootste deel van de UV installatie op basis van advies leverancier:
- Installatie werkt met dit onderhoudsprogramma naar wens. Er zijn weinig storingen, de installatie functioneert naar wens, de waterkwaliteit voldoet.

*Criterium voor lampvervanging:*

- Periodiek na 8.000 branduren.
- Alle lampen van de reactor worden in eens op basis van levensduur vervangen. Die levensduur is gebaseerd op vol vermogen. Gemiddeld wordt een levensduur van 8.000 uur aangehouden om veilig te zitten.
- SAO: eerdere vervanging wanneer een lamp stuk gaat.

## **Uitvoering onderhoud**

*Downtime*

Niet gespecificeerd

*Kosten*

Niet gespecificeerd

*ARBO*

Het UV-licht is schadelijk voor de gezondheid. Onderhoud wordt met een speciale bril uitgevoerd. Men is o.a. bedacht op beschadiging van ogen.



## II. Brabant Water – BOT

Proces : Beluchtungs- en ontgassingstoren (BOT)

Locatie(s) : wpb's Eindhoven, Haaren, Loosbroek, Nuland, Veghel, Vlierden  
De situatie is niet overal hetzelfde. Het format is algemeen opgesteld.

Index (hyperlinks)

- Algemene beschrijving
- Plek in de zuivering
- Functionaliteit en procescondities
- Toegepaste materialen
- Monitoring, conditiebepaling en trending
- Onderhoud

### Algemene beschrijving

Beluchtungs- en ontgassingstorens (BOT) worden ingezet om watergassen zoals koolstofdioxide, methaan of zwavelwaterstof uit water te verwijderen en/of om zuurstof aan water toe te voegen. Het apparaat bestaat uit een toren die gevuld is met pakkingsmateriaal. Water wordt aan de bovenzijde aangevoerd. De lucht wordt in mee- of tegenstroom toegevoegd. Het water wordt intensief met de lucht in contact gebracht vanwege grensvlak vernieuwing, welke optreedt door contact met het pakking materiaal. Vanwege het intensieve water-lucht contact treedt goede uitwisseling op van gassen. Wanneer het te behandelen water componenten zoals ijzer of mangaan bevat kan de pakking vervuilen en aangroeien.

### Plek in de zuivering (decompositie)

Ruw water : grondwater van verschillende dieptes, zowel middeldiep als diep.

Zuivering : Vanuit de verschillende strengen wordt het gewonnen grondwater naar de zuivering gepompt. Als eerste vindt beluchting plaats voorafgaand aan filtratie. Op sommige locaties volgt na de beluchting eerste ontharding en dan filtratie. Vervolgens actieve koolfiltratie gevolgd door UV-desinfectie

### Functionaliteit en procescondities

#### *Functionaliteit*

Het doel van de BOT's is het toevoegen van zuurstof en de verwijdering van methaan en H<sub>2</sub>S.

#### *Opbouw/uitvoering*

- Statische installatie
- Ronde uitvoering
- Vulling: kunststof Pall ringen.
- Regeling: de lucht ventilatoren draaien een vast toerental.

#### *Procescondities*

- De BOT's staan binnen in ruimtes met geconditioneerde (gedroogde) lucht
- Verwijdering van gassen (methaan, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S)
- Mogelijke afzettingen van ijzer, mangaan en aluminium op zowel de wand als op de pakking

### Toegepaste materialen/onderdelen

De BOT's sectie bestaat uit:

- Een stalen vat dat gecoat is.
- Materiaal Pall ringen is kunststof.
- Verschillende afsluiters en andere randapparatuur.

De BOT heeft geen roterende delen.

De ventilator die de lucht aanvoert bevat roterende delen. De aangezogen lucht wordt behandeld. De ontluchting bevindt zich op het dak.

## Monitoring, conditiebepaling en trending

*Bewaking waterkwaliteit:*

- De werking van de BOT's wordt niet actief gecontroleerd. Indirect kan de werking via de waterkwaliteit van BOT influent en effluent of de reinwater kwaliteit achterhaald worden.
- De BOT's worden niet periodiek gespoeld.

*Bewaking / alarmering algemeen:*

- Er wordt gecontroleerd op waterdebiet en druk.

## Onderhoud

*BOT-toren: Gebruiksduurafhankelijk -, toestandsafhankelijk - en/of storingsafhankelijk onderhoud*

Op enkele locaties wordt gebruiksduurafhankelijk onderhoud toegepast. Bijvoorbeeld wpb Nuland: de BOT met middeldiep grondwater wordt elk half jaar gereinigd vanwege het hoge ijzergehalte. Het diepe grondwater bevat veel minder ijzer en die BOT wordt om de vier jaar gereinigd. Op andere locaties wordt toestandsafhankelijk onderhoud gepleegd, waarbij de vervuiling van de afvoerleiding, de pomp(en) en de sproeiers van de volgende filtratiestap leidend zijn. Dit wordt gemonitord door het energieverbruik van de pompen. Onderhoud van de BOT vindt dan plaats gelijktijdig met het onderhoud van de navolgende filtratie stap en het tussenliggende leidingwerk.

Op wpb Veghel is getracht de schoonmaakfrequentie te verlagen naar eenmaal per 5 jaar, maar dat had tot gevolg dat de vervuiling dusdanig was verergerd dat het verwijderen van de pakking en het schoonmaken van de toren en de pakking veel meer tijd heeft gekost waardoor veel hogere kosten zijn ontstaan. Daarom is besloten weer terug te gaan naar de oude reinigingsfrequentie.

Het onderhoud aan BOT's (en onthardingsreactoren) was arbeidsintensief en Arbo-technisch niet optimaal. Het onderhoud is samen met het bedrijf Q-flow verbeterd. Een sproeikop met hoge druk reiniging wordt middels een stelling van bovenaf in de reactor gebracht. Langzaam zakt de stelling naar beneden en wordt de wand van de reactor schoongespoten. Het bedrijf Q-flow voert dat uit. Door toepassing van deze methodiek is het risico voor mensen lager. Voor de BOT's dient nog steeds de hele pakking verwijderd te worden, dat blijft hetzelfde. Het resultaat m.b.t. het schoonmaken is hetzelfde. De schoonmaak frequentie is ook hetzelfde (hetzelfde onderhoudsschema).

Momenteel wordt samen met procestechnologie bekeken of de aanslag in de BOT's voorkomen/verminderd kan worden door

- de beluchting aan te passen bij het spoelen van de BOT
- door de coating aan te passen.

*Pall ringen: Toestandsafhankelijk onderhoud*

Bij de reiniging van een BOT wordt de pakking door een externe firma (Aquador) opgehaald en gereinigd. Op de pakking zet zich ijzer en mangaan af.

*Randapparatuur: storingsafhankelijk en periodiek onderhoud*

De luchtfilters werden eerst om de 3 jaar vervangen. Momenteel is dat circa 5 jaar. De lagers van de ventilatoren worden jaarlijks gecontroleerd met behulp van een trillingsmeting. De niveaumeting in de tank/kelder onder de toren wordt om de 10 jaar vervangen.

Door renovatie cyclus van 15 jaar worden alle procesonderdelen beoordeeld op conditie/prestatie/verwachte levensduur.

**Grondslag onderhoud**

Het huidige onderhoudsprogramma en frequentie is tot stand gekomen op basis van ervaringen. Periodieke evaluatie op basis van kosten.

**Specifieke kennis**

Opgebouwde kennis in methode om toren/reactoren schoon te maken met hoge drukreiniging zonder dat men in besloten ruimten moet gaan (ARBO en veiligheidstechnische voordelen). Onderzoek uitgevoerd op WPB Nuland

**Criteria**

- Kwaliteit van het water dat uit de procesonderdelen komt
- Vervuiling van de pakking is het belangrijkste criterium.
- Daarnaast ook de vervuiling van de achterliggende apparatuur (leidingen, pompen, sproeiers van filtratiestap).
- Kosten

**Uitvoering onderhoud***Downtime*

Niet gespecificeerd

*Kosten*

Niet gespecificeerd

*ARBO*

- Standaard werkvoorschriften voor werk in besloten ruimte.

### III. Dunea - Microzeven

Proces : Microzeven

Locatie(s) : Brakel

Index (hyperlinks)

- Algemene beschrijving
- Plek in de zuivering
- Functionaliteit en procescondities
- Toegepaste materialen
- Monitoring, conditiebepaling en trending
- Onderhoud

#### Algemene beschrijving

Het microzeefprincipe is gebaseerd op het scheiden van zwevende stoffen uit het water door middel van een fijnmazig gaas, waarbij achtergebleven deeltjes de openingen van het gaas verder verkleinen en daardoor een extra filtratie bewerkstelligen. De microzeven zijn in diverse uitvoeringsvormen verkrijgbaar waarbij het trommelfilter wel de meest bekende vorm is. Hierbij wordt gebruik gemaakt van panelen met draden van kunststof of metaal die op een speciale manier worden geweven. Het patroon, het aantal draden en draadsamenstelling bepalen de doorlatendheid van het filter. De panelen worden gemonteerd op een grote ronddraaiende trommel. De op de trommel achtergebleven deeltjes worden er met een hoge druk systeem van afgespoten en afgevoerd.

#### Plek in de zuivering (decompositie)

Ruw water : Oppervlakte water, inname Maaswater uit de afgedamde Maas

Zuivering : Voorzuivering rivierwater voorafgaand aan transport naar Bergambacht, waar het water wordt behandeld met behulp van zandfilters. Het voorgezuiverde rivierwater wordt vervolgens met transportchloring getransporteerd via twee grote buizen naar het duingebied tussen Monster en Katwijk.

#### Functionaliteit en procescondities

##### *Functionaliteit*

Verwijdering Zoo/ Fyto plankton en met name Dreissena larfjes. Reductie transportchloring

##### *Opbouw/uitvoering*

De microzeven, bestaande uit 6 trommels, zijn in bedrijf sinds 2002. Elke trommel heeft 80 panelen met een oppervlak van 0,84 m<sup>2</sup> elk (L \* B = 1,30 \* 0,65 m). Het zeefgaas (maaswijdte 35µm) is speciaal voor Dunea geweven door leverancier. De microzeven staan binnen opgesteld.

##### *Procescondities*

Rivierwater uit de Maas. Capaciteit 10.000 m<sup>3</sup>/h gemiddeld. De panelen gaan met roterende beweging van de trommel door het water. De panelen en het gaas schokken wanneer in/uit water gaan. Bij een watertemperatuur groter dan 10-12 °C gaan de microzeven in bedrijf (periode april – oktober).

Er vindt verwijdering plaats van:

- Droge stof
- Algen
- Zoo/fytoplankton
- Dreissena larf

## **Toegepaste materialen/onderdelen**

De trommels van de microzeven bestaan uit een RVS frame waarop de panelen zijn gemonteerd. De panelen bestaan uit een RVS raamwerk met daarop RVS zeefgaas. Het RVS is niet gecoat.

## **Monitoring, conditiebepaling en trending**

Tot voor kort werd er het verwijderingsrendement gemeten, maar niet op een structurele manier geanalyseerd in relatie tot de conditie van het zeefgaas.

## **Onderhoud**

Onderhoudsschema tot nu toe:

- Geschatte levensduur panelen 6 - 10 jaar
- Jaarlijkse visuele inspectie op gaatjes ('s winters)

De defecten aan het zeefgaas worden opgelost door de ontstane gaatjes dicht te smeren. Het dichtsmen van gaatjes is prima voor de verwijdering, maar de doorzet neemt ontzettend af. Het dichtsmen van de gaatjes kan beschouwd worden als technische perfectie. De onderhoudsmensen streven maximale verwijdering na. Maar er is nog niet onderzocht wat de vereiste verwijdering is.

## **Grondslag onderhoud**

Vervangingsregiem op basis van advies leverancier van het gaas. De leverancier weeft op bestelling nieuw gaas, en spant deze in de panelen

Triggers om opnieuw te kijken naar onderhoud en vervanging zijn:

- de hogere vervangings- en onderhoudskosten in relatie tot afwezigheid van storingen in het onderhoudssysteem. De onderhoudsmonteur constateert en repareert gaatjes maar in het onderhoudssysteem wordt geen melding gemaakt.
- Teruggelopen capaciteit. Overstorten is geen optie want als 1 trommel kapot is dient de hele installatie (alle trommels) uit bedrijf genomen te worden omdat de assen gedeeld worden.

## **Specifieke kennis**

Door middel van een onderzoek naar de prestaties en de conditie van de zeefpanelen, is gebleken dat in vroeg stadium mechanische schade ontstaat aan het zeefgaas. Een deel van de panelen leveren niet meer de gewenste prestatie. De degradatie van het zeefgaas is dus sneller gegaan dan verwacht. Ze zullen dus eerder worden vervangen dan gepland (Maximaal 4 jaar). Dit leek een onverwacht hogere kostenpost.

De wijze van ophangen van de panelen bleek niet schokvrij te. De oorzaak is o.a. door TNO onderzocht, en is vanwege de draaiing en het sproeien. Er is destijds gekozen voor zeefgaas met een kleinere maaswijdte dan strikt vanuit de gewenste prestatie is vereist. Kleinere mazen betekent dunner/ kwetsbaarder gaas. Er worden nu proeven gedaan naar de functionaliteit van grover/ robuuster zeefgaas en met ander/ goedkoper materiaal.

Door het bepalen van de conditie van de panelen bleek dat slechts sommige panelen direct vervangen dienen te worden, anderen kunnen worden herplaatst. Hiermee wordt tijd gewonnen om onderzoek te doen met en duurzamere typen zeefgaas. Bij gelijke functionaliteit zal het uitstellen van de het vervangingsmoment op de lange duur de levenscyclus kosten verlagen.

Verwachtte opbrengsten verbeterd onderhoudsprogramma:

- Verbetering van de mechanische werking van de panelen.
- Betere uitnutting van het bestaande zeefgaas. Levensduur verlenging
- Onderzoek naar duurzamer zeefgaas (materiaal, maaswijdte), dit levert een besparing in de levensduur kosten
- Prestatie monitoring verbeterd.

### **Criteria**

#### *criterium voor periodiek onderhoudsprogramma*

- Verwijderingsrendement wordt wel gemeten, maar niet geanalyseerd t.b.v. functionaliteit zeefgaas.

### **Uitvoering onderhoud**

#### *Downtime*

Niet van toepassing. Inspectie en onderhoud vindt 's winters plaats als de microzeven stilstaan.

#### *Kosten*

Niet gespecificeerd

#### *ARBO*

Niet gespecificeerd

## IV. PWN – UV desinfectie en Geavanceerde Oxidatie

Proces : UV desinfectie en Geavanceerde Oxidatie  
Locatie(s) : Andijk II : UV-desinfectie  
Heemskerk: Geavanceerde oxidatie

Index (hyperlinks)

- Algemene beschrijving
- Plek in de zuivering
- Functionaliteit en procescondities
- Toegepaste materialen
- Monitoring, conditiebepaling en trending
- Onderhoud

### Algemene beschrijving

UV-desinfectie is een fysische desinfectie methode die gebruik maakt van elektromagnetische straling om het genetisch materiaal (DNA/ RNA) van een micro-organisme te beschadigen. De inactivatie van de micro-organismen zorgt er voor dat deze zich niet meer kunnen voortplanten. De optimale golflengte ligt tussen de 250nm en 270nm. De effectiviteit waarmee UV-straling desinfecteert is afhankelijk van golflengte en de dosering. De contacttijd die nodig is om alle micro-organismen te inactiveren is afhankelijk van de intensiteit van de straling en het soort organisme.

Geavanceerde oxidatie processen maken gebruik van oxidanten om zowel organische als oxideerbare anorganische componenten te verwijderen. De processen kunnen organische stoffen volledig tot koolstofdioxide en water oxideren, hoewel het vaak niet nodig is om het proces op dit niveau te laten opereren. Een grote verscheidenheid aan geavanceerde oxidatie processen zijn beschikbaar:

- chemical oxidation processes gebruik makend van waterstofperoxyde, ozon, een gecombineerde ozon en peroxide behandeling, hypochloriet, Fenton's reactant enz.
- Ultra violet enhanced oxidation zoals UV / ozon, UV/waterstofperoxyde en UV/lucht

### Plek in de zuivering (decompositie)

Ruw water : Andijk II: ruw oppervlaktewater uit het IJsselmeer  
Heemskerk: Vorgezuiverd oppervlakte water van Waterwinstation Prinses Juliana  
Zuivering : Andijk II: voorlaatste zuiveringsstap, vóór actief koolfilter  
Heemskerk: laatste zuiveringsstap vóór de duinpassage

### Functionaliteit en procescondities

#### *Functionaliteit*

Productielocatie Andijk II:

Hoofddesinfectie

Productielocatie Heemskerk:

Desinfectie en geavanceerde oxidatie voor verwijdering restanten van organische microverontreinigingen (o.a. medicijnen, gewasbeschermingsmiddelen).

#### *Opbouw/uitvoering*

Productielocatie Andijk II

- Trojan Installatie, Opbouw niet gespecificeerd, maar identiek aan Heemskerk
- Bouwjaar: 2004

#### Productielocatie Heemskerk:

De UV installatie bestaat uit 4 straten met elk 4 UV-reactoren in serie. Iedere reactor heeft 16 UV-lampen, elk 12 kW vermogen. Het betreft een Trojan installatie.

#### Totaal

Er is 1 ballast per lamp. In totaal zijn er 512 lampen en ballasten (totaal Heemskerk en Andijk). De PLC registreert per lamp het aantal branduren.

#### *Procescondities*

- Stromend water
- De UV dosis is 540 mJ/cm<sup>2</sup>
- Extreme sterke UV-omgeving met destructieve eigenschappen voor materialen
- Per straat 4 reactoren in serie
- Als een reactor in bedrijf is branden alle lampen
- Per straat mag één reactor uitstaan

#### **Toegepaste materialen/onderdelen**

Het UV-systemen bevat de volgende materialen:

- Het reactorvat is vervaardigd van RVS 316L.
- De onderdelen zijn niet gecoat.
- De sleeves waarin de lampen zich bevinden zijn vervaardigd van kwartsglas.

#### **Monitoring, conditiebepaling en trending**

Niet gespecificeerd

#### **Onderhoud**

*UV-reactor: periodiek onderhoud, GAO*

Niet gespecificeerd

*Kwartsbuizen: periodiek onderhoud, GAO of SAO*

Het kwarts bevat verontreinigingen. Onder invloed van de sterke UV-straling breekt die verontreiniging af en ontstaan scheurtjes. Daardoor kan een sleeve ook door de wisser kapot gaan. Als de kwartsbuis kapot is dan wordt de reactor en daarmee de hele straat uit bedrijf genomen. Dus 1 kapotte sleeve (van de 64) kan een hele straat stil leggen en dat is onacceptabel voor PWN. PWN onderzoekt de mogelijkheid om synthetische sleeves toe te passen. Deze zijn duurder maar ook robuuster.

*UV-lampen: periodiek onderhoud, GAO*

Lampen worden vervangen op basis van het aantal branduren (GAO) of als een lamp kapot gaat (SAO). Om een lamp te vervangen dient de hele reactor uit bedrijf genomen te worden en per reactor hebben lampen ongeveer dezelfde looptijd: daarom worden alle lampen per reactor tegelijkertijd vervangen.

*Ballasten: periodiek onderhoud, SAO*

De ballasten van Heemskerk (2008) gaan allemaal snel stuk terwijl de ballasten op Andijk (2004) niet stuk gaan. PWN denkt aan een batch-fout al beweert de leverancier dat dit niet het geval is. Onderzoek middels thermografische analyse. Nedap voert het onderhoud aan de ballasten uit. Door revisie gaan de ballasten langer mee, waardoor kosten worden bespaard



## Grondslag onderhoud

In overleg met leverancier op basis van onderzoeken met Trojan. Onderzoeksprogramma in overleg met leverancier en Wetsus.

## Specifieke kennis

Flinke kosten reductie is mogelijk als gevolg van langer gebruik van ballasten als gevolg van revisie i.p.v. vervanging

## Criteria

### *criterium voor periodiek onderhoudsprogramma*

- Het grootste deel van de UV installatie op basis van advies leverancier:

### *criterium voor lampvervangning:*

- GAO: Lampvervangning op basis van branduren, oorspronkelijk na 8.000-9.000 branduren.
- Verlenging wordt onderzocht, inmiddels op 11.000 uur

### *criterium voor kwartsbuis vervangning:*

- SAO: vervanging wanneer een buis stuk gaat.

## Uitvoering onderhoud

### *Downtime*

Niet gespecificeerd

### *Kosten*

- Het jaarbudget voor lampvervangning bedragen 175 k€/jaar
- De kosten voor de kwart sleeves was oorspronkelijk € 350 per stuk, maar de prijs is flink verhoogd door Trojan

### *ARBO*

- Het UV-licht is schadelijk voor de gezondheid. Onderhoud wordt met een speciale bril uitgevoerd. Men is o.a. bedacht op beschadiging van ogen.

## V. Waterbedrijf Groningen – UV-desinfectie

Proces : UV-desinfectie

Locatie(s) : PS de Punt

Index (hyperlinks)

- Algemene beschrijving
- Plek in de zuivering
- Functionaliteit en procescondities
- Toegepaste materialen
- Monitoring, conditiebepaling en trending
- Onderhoud

### Algemene beschrijving

UV-desinfectie is een fysische desinfectie methode die gebruik maakt van elektromagnetische straling om het genetisch materiaal (DNA/ RNA) van een micro-organisme te beschadigen. De inactivatie van de micro-organismen zorgt er voor dat deze zich niet meer kunnen voortplanten. De optimale golflengte ligt tussen de 250nm en 270nm. De effectiviteit waarmee UV-straling desinfecteert is afhankelijk van golflengte en de dosering. De contacttijd die nodig is om alle micro-organismen te inactiveren is afhankelijk van de intensiteit van de straling en het soort organisme.

### Plek in de zuivering (decompositie)

Ruw water : Er is sprake van 2 soorten ruwwater: oppervlakte water uit de Drentsche Aa en grondwater.

Zuivering : Alleen in het zuiveringsproces van oppervlakte water wordt UV-desinfectie toegepast als voorlaatste stap. De zuivering is als volgt: inname oppervlakte water in mengbekken – coagulatie - flocculatie – sedimentatie – snelfiltratie – actieve koolfiltratie – UV-desinfectie – langzame zandfiltratie.

### Functionaliteit en procescondities

#### *Functionaliteit*

De UV behandeling is onderdeel van de benodigde desinfectie barrière van het oppervlakte water.

#### *Opbouw/uitvoering*

De UV installatie bestaat uit vier **Trojan UVSwift SC reactoren**, waarvan 3 operationeel en 1 stand-by). Elke reactor heeft 12 **LD-lampen**. De dosis is 40 mJ/cm<sup>2</sup>. De intensiteit wordt gemeten middels 2 **sensoren** die gemonteerd zijn in sensoraansluitingen in de zijwand van de reactor.

Het reguliere debiet is circa 625 m<sup>3</sup>/uur. Het vermogen naar de UV lampen wordt automatisch bijgestuurd. Het regelbereik is 60 – 100%.

Naast het reactorvaten, de UV lampen, de aansturing en de sensoren omvat de installatie **sleeves** (met daarin de UV lampen) en een automatisch **wissersysteem** per reactor voor alle UV-lampen tegelijk. De wisser installatie verwijdert aanslag van de sleeves. De wis frequentie is instelbaar.

Bouwjaar: de UV-installatie is gerealiseerd in 2014 tijdens de renovatie van PS de Punt. Voor de renovatie was er ook al een UV-installatie.

### *Procescondities*

Waterkwaliteit: De UV-reactoren wordt gevoed met voorgezuiverd oppervlakte water na actieve koolfiltratie. Na de actieve kool heeft het water een hoge UV-transmissie waardoor bij relatief lage energie input de benodigde UV dosis wordt gerealiseerd.

### **Toegepaste materialen/onderdelen**

Het UV systeem bevat de volgende materialen:

- Het reactorvaten zijn vervaardigd van RVS.
- De sleeves waarin de lampen zich bevinden zijn vervaardigd van kwartsglas.
- De wisserconstructie is vervaardigd van RVS, kunststof onderdelen en rubber. Het is een stalen frame dat een beetje speling heeft. In de open ringen rond de sleeves bevindt zich een rubberring die dienst doet als wisser om de sleeve.
- Alle onderdelen zijn statisch met uitzondering van de wisser die periodiek op en neer beweegt.

### **Monitoring, conditiebepaling en trending**

Na onderhoud wordt informatie van de werkzaamheden vastgelegd in het onderhoudsbeheersysteem. Er vindt op dit moment geen evaluatie of aanpassing van het onderhoudsprogramma plaats. In het verleden heeft dit wel plaatsgevonden in samenwerking met leverancier.

### **Onderhoud**

*UV-reactor: periodiek onderhoud, GAO*

Jaarlijks wordt groot onderhoud uitgevoerd door Trojan. Bij die onderhoudsbeurt worden alle wisringen (rubber onderdelen) vernieuwd. Er vindt geen onderhoud plaats aan het reactorvat.

*Kwartsbuizen: periodiek onderhoud, GAO*

Kwartsbuizen worden jaarlijks grondig gereinigd tijdens het groot onderhoud.

*UV-lampen: periodiek onderhoud, GAO*

De lampen worden op basis van branduren gecontroleerd door Trojan UV. Leverancier geeft aan dat lampen circa 9.000 uur meegaan. Na 9.000 uur wordt er TAO toegepast door middel van externe metingen. Bij het bereiken van een bepaalde minimumwaarde worden de lampen vervangen. In praktijk gaan de lampen ongeveer 16.000 uur mee. Restlichtsterkte is dan nog voldoende om bacteriën te deactiveren. Er gaan zich tegen die tijd meer storingen voordoen. Op dat moment worden alle lampen van de reactor vervangen om verdere verstoringen te voorkomen.

*UV sensor*

Geen informatie over beschikbaar gesteld

### **Grondslag onderhoud**

Op advies van de leverancier van UV-installatie opgesteld. Bijgesteld op basis van eigen ervaringen en inschatting. Er is een kostenafweging gemaakt. Voorgestelde interval van leverancier werd als te groot ervaren. Huidig onderhoudsprogramma is opgesteld na de renovatie. Na onderhoud wordt informatie van de werkzaamheden vastgelegd in onderhoudsbeheersysteem. Er vindt op dit moment geen evaluatie of aanpassing van het onderhoudsprogramma plaats. In het verleden heeft dit wel plaatsgevonden in samenwerking met leverancier.

## Specifieke kennis

Leverancier adviseert bij opstellen van onderhoudsprogramma. Daarnaast is leverancier betrokken bij de uitvoering van het onderhoudsprogramma. Er wordt een onderaannemer ingehuurd voor het uitvoeren van het onderhoud, incl. het vervangen van de lampen.

## Criteria

### *criterium voor periodiek onderhoudsprogramma*

- Het grootste deel van de UV installatie op basis van advies leverancier:

### *criterium voor lampvervangning:*

- TAO Periodieke onderhoud elk jaar.
- Controle lichtsterkte van de lampen, bij minimum waarde vervanging. Normaal vervanging na 16.000 branduren.
- SAO: eerdere vervanging wanneer zich meer storingen voordoen.

### *criterium voor kwartsbuis vervanging:*

- SAO: vervanging wanneer een buis stuk gaat. In het begin met name bij lampcontrole en/of lampvervangning.

## Uitvoering onderhoud

### *Downtime*

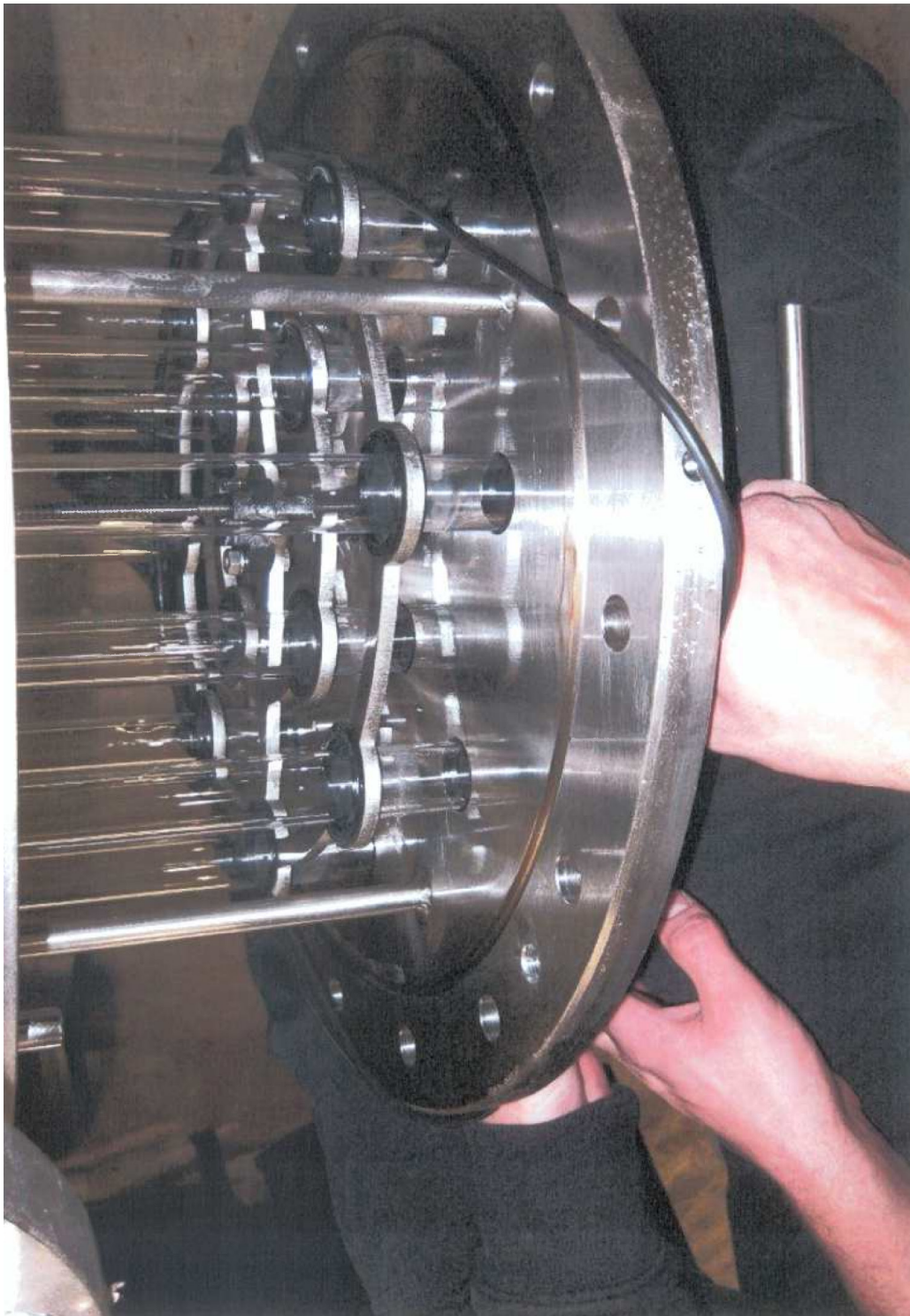
- Groot onderhoud wordt uitgevoerd door externe partij. Dit heeft geen consequentie voor de productiecapaciteit van PS de Punt vanwege aanwezige overcapaciteit.
- Lampvervangning wordt door externe partij uitgevoerd. Dat duurt enkele uren per reactor. Het gehele UV reactor vat (en aan- en afvoeren) dient daartoe leeg te worden gemaakt. Dan wordt ook meteen de kwartsbuis.

### *Kosten*

- Lamp kosten: circa 0.35k€/lamp.

### *ARBO*

Het UV-licht is schadelijk voor de gezondheid. Onderhoud wordt met een speciale bril uitgevoerd. Men is o.a. bedacht op beschadiging van ogen.



Wissermechanisme om kwartbuizen



Gedemonteerd wisserconstructie



## VI. Waterbedrijf Groningen – BOT

Proces : Beluchtungs- en ontgassingstoren (BOT)

Locatie(s) : [PS Sellingen](#)

De drinkwaterproductie op PS Sellingen wordt eind 2015 beëindigd.

Index (hyperlinks)

- Algemene beschrijving
- Plek in de zuivering
- Functionaliteit en procescondities
- Toegepaste materialen
- Monitoring, conditiebepaling en trending
- Onderhoud

### Algemene beschrijving

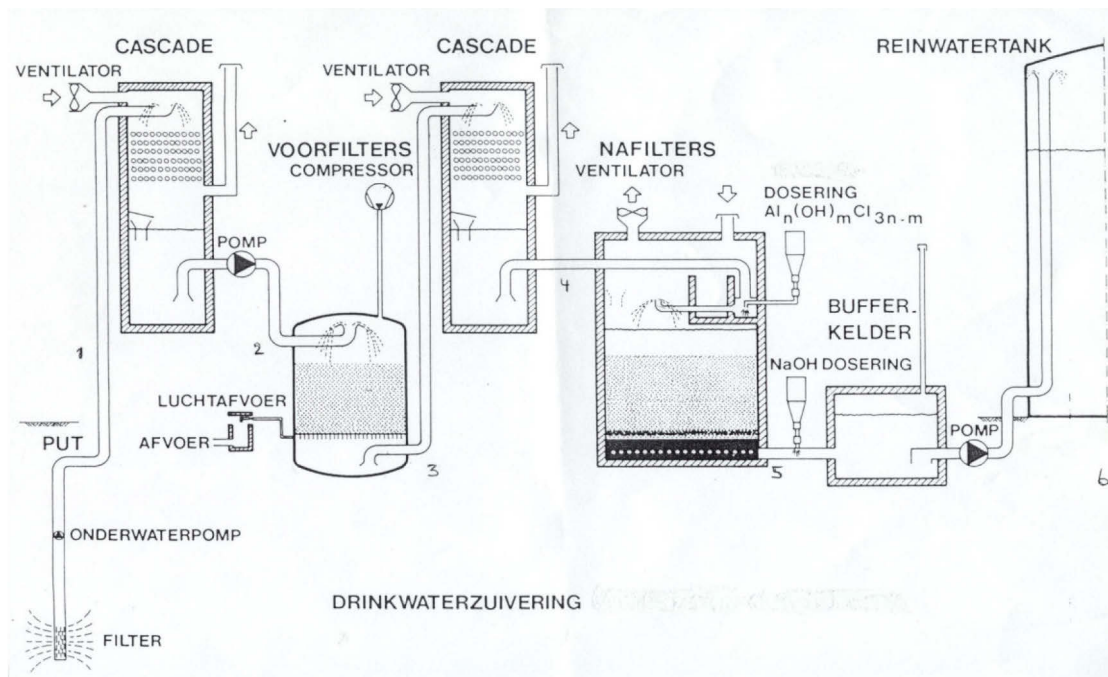
Beluchtungs- en ontgassingstorens (BOT) worden ingezet om watergassen zoals koolstofdioxide, methaan of zwavelwaterstof uit water te verwijderen en/of om zuurstof aan water toe te voegen. Het apparaat bestaat over het algemeen uit een toren die gevuld is met pakkingsmateriaal. Water wordt aan de bovenzijde aangevoerd. De lucht wordt in mee- of tegenstroom toegevoegd. Het water wordt intensief met de lucht in contact gebracht vanwege grensvlak vernieuwing, welke optreedt door contact met het pakking materiaal. Vanwege het intensieve water-lucht contact treedt goede uitwisseling op van gassen. Wanneer het te behandelen water componenten zoals ijzer of mangaan bevat kan de pakking vervuilen en aangroeien.

### Plek in de zuivering (decompositie)

Ruw water : Er is sprake van grondwater

Zuivering : Het grondwater van de pompputten wordt via een mengleiding belucht met een cascade. Na de cascade wordt het beluchte en ontgaste water verpompt naar een verzamelleiding en verspreid over 3 voorfilters (F1 t/m F3). Deze filters worden bedreven als droogfilters. Het waterniveau in het filter ligt daarbij onder de filterbodem. De ruimte tussen het zand is dus gevuld met een mengsel van lucht en water.

Na de voorfilters wordt het voorfiltraat vervolgens via een verzamelleiding naar een volgende cascade geperst en nogmaals belucht. Vervolgens wordt het water onder vrij verval via een verdeelgoot over de nafilts geleid. Deze nafiltratie vindt plaats volgens de zogenoemde nat-filtratiemethode waarbij het waterniveau boven het filterzand ligt. Om de ontijzering volledig te laten verlopen, wordt in de verdeelgoot een vlokmiddel gedoseerd. Het nafiltraat komt via een verzamelgoot, met een pH correctie (natronloog) in de reinwaterkelders.



## Functionaliteit en procescondities

### Functionaliteit

Doel van de cascades is ontzuring, verhoging van de pH, door verwijdering van koolstofdioxide en zuurstofinbreng voor ontijzing.

### Opbouw/uitvoering

PS Sellingen heeft twee cascades, één voorafgaand aan de voorfiltratie en één voorafgaand aan de nafiltratie:

- Bouwjaar: in bedrijf sinds opening productielocatie, sinds 1972
- Uitvoering: Vierkante toren
- Vulling: rekken met horizontale staven.
- Druk cascade: atmosferisch.

### Procescondities

- Water debiet: 100 - 300 m<sup>3</sup>/uur maximaal.
- Luchtdebiet niet gespecificeerd. Lucht in meestroom met water

### Toegepaste materialen/onderdelen

De cascade sectie bestaat uit:

- Een stalen vat dat gecoat is
- Vulling bestaat uit stalen staven in rekken
- Bovenin de cascade bevindt zich een overstort t.b.v. de waterverdeling.
- Verschillende afsluiters en andere randapparatuur.

De cascades heeft geen roterende delen.

De ventilator die de lucht aanvoert bevat roterende delen. De aangezogen lucht wordt behandeld. De ontluchting bevindt zich op het dak.



## Monitoring, conditiebepaling en trending

### *Bewaking waterkwaliteit:*

- De werking van de cascade wordt niet actief gecontroleerd.

### *Bewaking / alarmering algemeen:*

- In het algemeen: geen alarmering op BOT.

### *Monitoring conditie vulling:*

- Op basis van visuele inspectie. Bekijken of de afzettingen op de staven de waterdoorlaatbaarheid niet verminderen, maar geen periodiek inspectie programma op dit punt.

### *Monitoring conditie hardware (Cascade, ventilator):*

- Er vindt periodieke inspectie plaats waarbij een deel van hardware geïnspecteerd wordt (zie hierna bij onderhoud).

## Onderhoud

### *Cascade: Preventief 1 x per jaar reiniging. (GAO)*

Toren wordt schoon gemaakt door externe partij met behulp van o.a. hoge druk reiniging. Tijdens de reiniging wordt de toren visueel geïnspecteerd en beoordeeld door de operator. Na goedkeuring wordt de toren weer in bedrijf genomen. Het onderhoud wordt in het najaar uitgevoerd. Frequentie is 1 keer per jaar en was in het verleden 2 keer per jaar. Interval is bijgesteld in verband met de mate van vervuiling. De toevoerleiding naar de torenbeluchter wordt gepropt voorafgaand aan de reiniging.

## Grondslag onderhoud

Uit ervaring opgesteld en bijgesteld. Onderhoudsprogramma is in 2013 voor het laatst bijgesteld.

## Specifieke kennis

Het onderhoudsprogramma is proefondervindelijk vastgesteld.

## Criteria

Onderhoud aan BOT toren op basis van onderhoudsprogramma.

## Uitvoering onderhoud

### *Downtime*

- Niet gespecificeerd, uitvoering door externe partij

### *Kosten*

- Kosten voor externe reiniging: onbekend.

### *ARBO*

- Standaard werkvoorschriften voor werk in besloten ruimte.

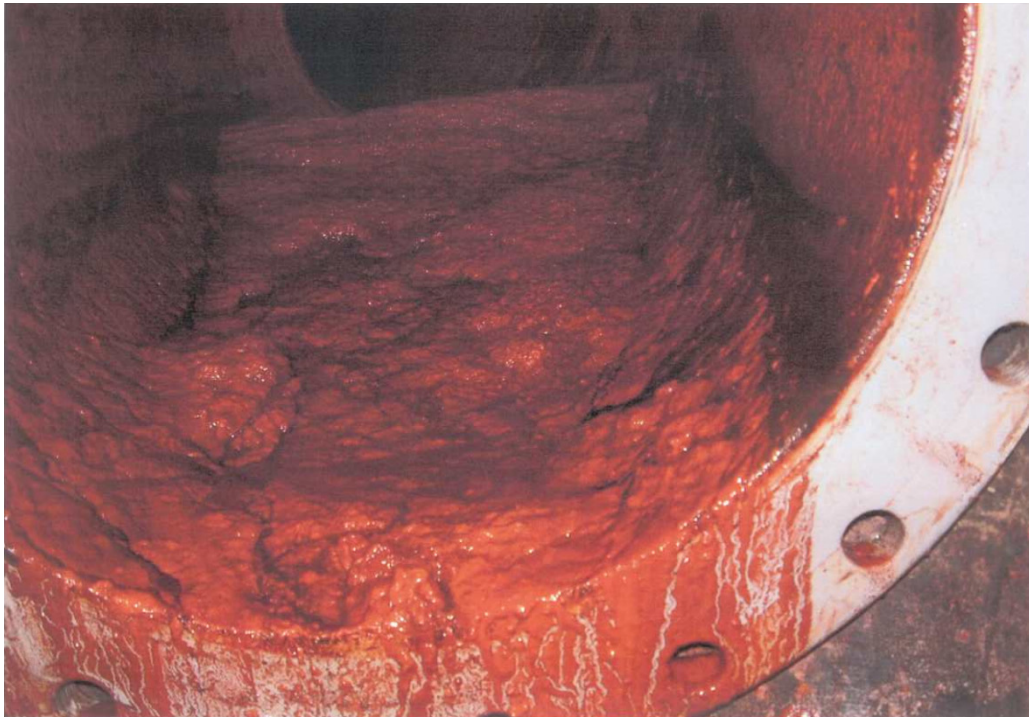


Vulling cascade voor reiniging

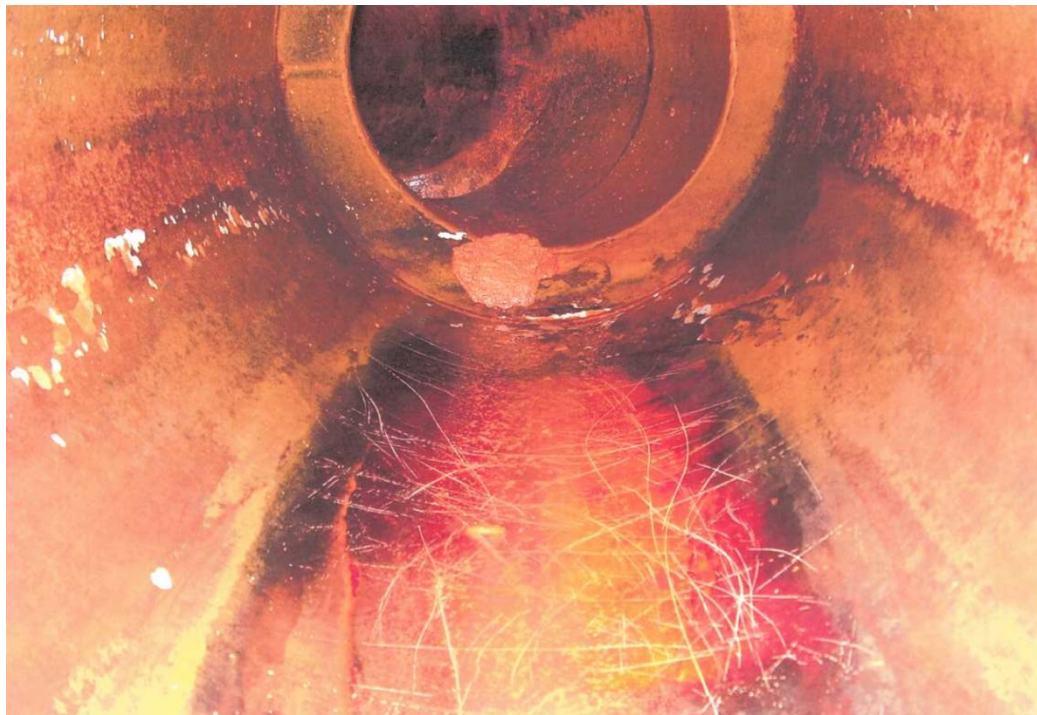


Vulling cascade na reiniging





Leiding naar voorfiltratie voor reiniging



Leiding naar voorfiltratie na reiniging

## VII. WML – UV desinfectie

Proces : UV desinfectie

Locatie(s) : PS Roosteren, WP Heel, OPB de Beitel, Grubbenvorst, Susteren op PP1A.

De situatie is verschillend voor deze 5 productielocaties. Het format is in detail opgesteld voor productielocatie PS Roosteren.

Afwijkende gegevens voor andere productielocaties zijn – indien relevant en indien bekend – per onderdeel weergegeven.

Index (hyperlinks)

- Algemene beschrijving
- Plek in de zuivering
- Functionaliteit en procescondities
- Toegepaste materialen
- Monitoring, conditiebepaling en trending
- Onderhoud

### Algemene beschrijving

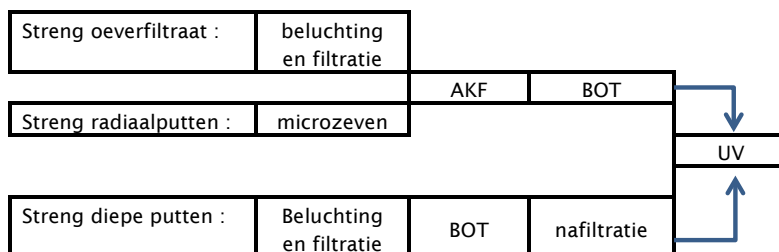
UV-desinfectie is een fysische desinfectie methode die gebruik maakt van elektromagnetische straling om het genetisch materiaal (DNA/ RNA) van een micro-organisme te beschadigen. De inactivatie van de micro-organismen zorgt er voor dat deze zich niet meer kunnen voortplanten. De optimale golflengte ligt tussen de 250nm en 270nm. De effectiviteit waarmee UV-straling desinfecteert is afhankelijk van golflengte en de dosering. De contacttijd die nodig is om alle micro-organismen te inactiveren is afhankelijk van de intensiteit van de straling en het soort organisme.

### Plek in de zuivering (decompositie)

Productielocatie PS Roosteren:

Ruw water : Er is sprake van 3 soorten ruwwater: Oeverfiltraat (“West-putten” of “Maas-putten”), freatisch grondwater (“radiaal-boring”) en diep grondwater (“Oost-putten”)

Zuivering : De drie strengen hebben een verschillende zuivering, deels worden de stromen gezamenlijk behandeld. Het oeverfiltraat en het freatische water wordt o.a. met actieve kool filtratie behandeld voor verwijdering van organische microverontreinigingen (target component: bentazon). Al het water wordt gemengd in een tussenkelder en als laatste stap middels UV-desinfectie behandeld. (Wellicht wordt op termijn alleen het oeverfiltraat en het water van de radiaalboring met UV behandeld en wordt het water van de diepe putten gebypassed.)



Productielocatie WP Heel:

Ruw water : Op WP Heel wordt selectief Maaswater in een procesbekken ingelaten. De verblijftijd in het bekken is circa 1 jaar. Daarna wordt het water kunstmatig in de oever geïnfiltreerd.

Zuivering : Het geïnfiltreerde water wordt na bodempassage onttrokken en gezuiverd: cascade beluchting, snelfiltratie, actief kool filtratie en UV desinfectie.

Productielocatie OPB de Beitel:

Ruw water : Op de win-satellieten Roodborn en Craubeek wordt freatisch grondwater gewonnen. Het betreft kalksteenwinningen, die gekarakteriseerd worden door o.a. karsten in de bodem. Daardoor kan kortsluitstroming optreden. Deze eigenschap in combinatie met een beperkte afdeklaag kan onder bepaalde omstandigheden (bv hevige neerslag) leiden tot microbiologisch onbetrouwbaar water. Het water wordt na winning getransporteerd naar OPB de Beitel alwaar het centraal wordt behandeld.

Zuivering : Het gezamenlijke ruwwater wordt op OPB de Beitel gezuiverd: UV-desinfectie, versproeiing en intensieve beluchting, ontharding, carry-over filtratie.

Productielocatie Grubbenvorst:

Ruw water : Er worden twee typen grondwater gewonnen. Eén van de ruwwater strengen bevat organische microverontreinigingen (o.a. DCP).

Zuivering : Conventionele streng: beluchting, voor filtratie, beluchting, nafiltratie.  
DCP streng: beluchting, voorfiltratie, beluchting, actieve kool filtratie, UV desinfectie.

Productielocatie Susteren, PP1A:

Ruw water : Diep grondwater.

Zuivering : Zuurstofdosing, snelfiltratie, nafiltratie met tegenstroom beluchting. Het water van pompput PP1A wordt met UV desinfectie behandeld.

**Functionaliteit en procescondities***Functionaliteit*Productielocatie PS Roosteren:

De functie van de UV behandeling is desinfectie van het water. Het water bevat pathogene micro-organismen en middels een AMVD is aangetoond hoeveel DEC benodigd is. De UV levert een deel van de DEC. Details m.b.t. DEC's: zie betreffende AMVD rapporten.

Productielocatie WP Heel:

Verlagen kiemgetallen na actief kool en tweede desinfectie stap. In AMVD is aangetoond hoeveel DEC benodigd is.

Productielocatie OPB de Beitel:

Doel is desinfectie. De UV dosis is afgestemd op de worst-case situatie. In AMVD is aangetoond hoeveel DEC benodigd is. Verlaging van de dosis is mogelijk wanneer aangetoond is dat bepaald type virus afwezig is.

Productielocatie Grubbenvorst:

Doel is verlagen van kiemgetallen na inbedrijfname van de actieve kool filters. De UV installatie staat merendeel van de tijd uit bedrijf. In feite worden de UV reactoren ook niet meer gebruikt bij de opstart van de kool, de installatie staat er als back-up. Eens per maand wordt getest of de installatie werkt.

#### Productielocatie Susteren:

Na oplevering van pompput PP1A bleek SSRC in de put aanwezig. Dat was bij meerdere putten het geval, nu alleen nog bij PP1A. Doel van de UV installatie is afdoding van SSRC. De verwachting is dat de UV installatie tijdelijk aanwezig is.

#### *Opbouw/uitvoering*

##### Productielocatie PS Roosteren:

De UV installatie bestaat uit 5 **UV-reactoren**. Iedere reactor heeft 4 **MD-lampen**, type: B2500 UV-C. Het betreft een Berson installatie. De dosis is 39 mJ/cm<sup>2</sup>. De intensiteit wordt gemeten middels **sensoren**: op enkele cm afstand van elke lamp bevindt zich een UVector (4 sensoren per reactor).

Het maximale debiet per reactor is 300 m<sup>3</sup>/uur. Het reguliere debiet is 200 – 250 m<sup>3</sup>/uur. Niet alle reactoren staan continue bij, het aantal reactoren en het debiet per reactor hangt af van de actuele productiecapaciteit (niet afhankelijk van het type ruwwater).

Het vermogen wordt automatisch bijgestuurd. Er zijn 3 energie niveaus. Het energieniveau is per lamp stuurbaar. Wanneer de lampintensiteit beneden de 30% komt dan wordt een energieniveau opgeschakeld. Het komt zelden voor dat er wordt opgeschakeld. Meestal wordt een lamp reeds op basis van bedrijfsuren vervangen voordat een hoger energielevel noodzakelijk is. Soms wordt het energie level opgeschakeld omdat in de UVector (sensor van Berson) condensvorming plaatsvindt waardoor het signaal (ten onrechte) laag wordt. In onderste twee van de vier sensoren kan na schoonmaken wel eens wat water komen te staan, wat ook kan leiden tot het opschalen naar een hoger energie niveau. Voordat er op het pompstation een klimaatregeling (luchtdroging) was kwam dit vaker voor. De klimaatregeling is vanwege algemene redenen gekomen, niet in het bijzonder vanwege de UV-installatie. De **meetpennen** (of (meet)stiftjes of kwartspennen) vormen de verbinding tussen de lamp en de sensor. Opname van de intensiteit van de lamp gebeurt via dit onderdeel, en het bevindt zich op enkele centimeters van de lamp.

Naast het reactorvat, de lampen, de aansturing en de sensoren omvat de installatie gedoteerde **kwartsbuizen** (daarbinnen bevinden zich de lampen) en een **wissersysteem**. De kwartsbuizen zijn gedoteerd om nitrietvorming te voorkomen. De wissers werken inmiddels automatisch. Er is 1 wisser voor 4 buizen. De wis frequentie is instelbaar, er wordt 1 x per circa 12 uur gewist. De wisser installatie verwijdert aanslag van de kwartsbuizen en de sensor-meetpunten ("stiftjes" of "meetpennen"). Voordat er een automatische wisinstallatie was werden de wissers handmatig bediend (circa 1 maal per 2 dagen). Sinds de automatische wisser is geïnstalleerd is de wisfrequentie 1 maal per 12 uur, dat is niet echt onderzocht maar werkt goed. Er vindt bij het wisselen geen dosering van chemicaliën plaats.

Bouwjaar: de leeftijd van de installatie is ruim 15 jaar: de eerste 2 UV-reactoren op de radiaal boring dateren uit 1991. In 1997 is het pompstation gebouwd en is de installatie uitgebreid naar o.a. 5 UV-reactoren, waarbij de eerste 2 reactoren werden upgedate door Berson.

##### Productielocatie WP Heel:

- Berson installatie, zes reactoren. MD-lampen. Dosis circa 20 mJ/cm<sup>2</sup>.
- Bouwjaar: ~ 2001
- Capaciteit per reactor groter dan PS Roosteren.

##### Productielocatie OPB de Beitel:

- Wedeco installatie, drie reactoren, 800 m<sup>3</sup>/uur per reactor.
- Bouwjaar: ~ 2007

- LD-lampen: 18 LD-lampen per reactor. Dosis circa 70 mJ/cm<sup>2</sup>.
- Twee reactoren in bedrijf, één reserve.
- Elke reactor heeft 1 sensor.
- Opschakelen reactoren (automatisch) aan de hand van debiet, vermogen wordt bijgeschakeld.

#### Productielocatie Grubbenvorst:

- Berson installatie.
- MD-lampen: 1 lamp per reactor.
- 4 reactoren, na AKF.
- Energie niveau kent 3 standen.

#### Productielocatie Susteren:

- Berson installatie.
- MD-lampen.
- 1 reactor op water van PP 1A.

### *Procescondities*

#### Productielocatie PS Roosteren:

- Waterkwaliteit:
  - Meetprogramma UV effluent: nitriet, KG22, troebeling.
  - Meetprogramma UV influent: nitriet, troebeling, KG22, Aeromonas.
  - Meetprogramma reinwater: uitgebreid meetprogramma.

De heersende waterkwaliteit in de UV reactor kan afgeleid worden aan de hand van de waterkwaliteit gemeten op het ingaande water van de UV (effluent AKF, effluent nafilts, influent UV) en het uitgaande water van de UV (effluent UV, reinwater). Enkele relevante waterkwaliteit gegevens zijn in onderstaande tabel samengevat.

#### RELEVANTE PARAMETERS WATERKwalITEIT PS ROOSTEREN (DATA 2012 - 2014).

Monsterpunt	Parameter	Eenheid	Waarde
Effluent AKF	Transmissie (1 cm)	%	97,8
	TOC	[mg/L]	< 1
Effluent Nafilts	Ijzer	[mg/L]	0,027
	Mangaan	[mg/L]	0,005
Influent UV	Troebeling	[NTU]	0,21
Effluent UV	Troebeling	[NTU]	0,28
Reinwater	Ijzer	[mg/L]	0,007
	Mangaan	[mg/L]	< 0,01
	Nitraat	[mg/L]	8,7
	Nitriet	[mg/L]	0,005
	Totale hardheid	[mmol/L]	1,9
	Temperatuur	[°C]	12
	Troebeling	[NTU]	0,15
	pH	[-]	7,9
	Zuurstof	[mg/L]	10,7
	EGV	[mS/m]	44
	Waterstofcarbonaat	[mg/L]	175
	Chloride	[mg/L]	35
Sulfaat	[mg/L]	51	
TOC	[mg/L]	< 1	



- Druk: statische druk van voorliggende kelder van gemiddeld circa 3 mwk.
- De reactoren worden op unit-niveau bij- of afgeschakeld, en het debiet per reactor wordt aangepast aan de hand van het setpoint van het productiedebiet.
- De reactor en haar onderdelen worden blootgesteld aan UV straling. De lampen staan het grootste deel van de tijd ingesteld op niveau 1.

#### Productielocatie WP Heel:

De heersende waterkwaliteit in de UV reactor kan afgeleid worden aan de hand van de waterkwaliteit van het reinwater. Enkele relevante waterkwaliteit gegevens zijn in onderstaande tabel samengevat.

#### RELEVANTE PARAMETERS WATERKwalITEIT WP HEEL (DATA 2013 - 2014).

Monsterpunt	Parameter	Eenheid	Waarde
Reinwater	IJzer	[mg/L]	< 0,01
	Mangaan	[mg/L]	< 0,01
	Nitraat	[mg/L]	2
	Nitriet	[mg/L]	< 0,01
	Totale hardheid	[mmol/L]	1,9
	Temperatuur	[°C]	12,4
	Troebeling	[NTU]	0,05
	pH	[-]	7,4
	Zuurstof	[mg/L]	8,5
	EGV	[mS/m]	46
	Waterstofcarbonaat	[mg/L]	171
	Chloride	[mg/L]	41
	Sulfaat	[mg/L]	57
TOC	[mg/L]	1,1	

#### Productielocatie OPB de Beitel:

De heersende waterkwaliteit in de UV reactor kan afgeleid worden aan de hand van de waterkwaliteit van het ruwwater. Enkele relevante waterkwaliteit gegevens zijn in onderstaande tabel samengevat.

#### RELEVANTE PARAMETERS WATERKwalITEIT OPB DE BEITEL (DATA 2012 - 2014).

Monsterpunt	Parameter	Eenheid	Waarde
Reinwater	IJzer	[mg/L]	< 0,01
	Mangaan	[mg/L]	< 0,01
	Nitraat	[mg/L]	36
	Totale hardheid	[mmol/L]	3,7
	Troebeling	[NTU]	0,07
	pH	[-]	7,15
	Waterstofcarbonaat	[mg/L]	324
	Chloride	[mg/L]	23
	Sulfaat	[mg/L]	70
	TOC	[mg/L]	< 1

#### Productielocatie Grubbenvorst:

De heersende waterkwaliteit in de UV reactor kan afgeleid worden aan de hand van de waterkwaliteit van het reinwater. Enkele relevante waterkwaliteit gegevens zijn in onderstaande tabel samengevat.

## RELEVANTE PARAMETERS WATERKWALITEIT GRUBBENVORST (DATA 2012 - 2014).

Monsterpunt	Parameter	Eenheid	Waarde
Reinwater	Ijzer	[mg/L]	0,014
	Mangaan	[mg/L]	< 0,01
	Nitraat	[mg/L]	1,3
	Nitriet	[mg/L]	< 0,01
	Totale hardheid	[mmol/L]	1,54
	Temperatuur	[°C]	12,3
	Troebeling	[NTU]	0,19
	pH	[-]	7,77
	Zuurstof	[mg/L]	9,8
	EGV	[mS/m]	44
	Waterstofcarbonaat	[mg/L]	146
	Chloride	[mg/L]	54
	Sulfaat	[mg/L]	40
	TOC	[mg/L]	1,5

**Toegepaste materialen/onderdelen**Productielocatie PS Roosteren:

Het UV systeem bevat de volgende materialen:

- Het reactor vat is vervaardigd van RVS.
- De onderdelen zijn niet gecoat.
- De sleeves waarin de lampen zich bevinden zijn vervaardigd van kwartsglas.
- De wisser is vervaardigd van staal, kunststof onderdelen en rubber. Het is een stalen kruis dat een beetje speling heeft, daarom heen bevindt zich de kunststof en het rubber is bevestigd aan het kunststof.
- Alle onderdelen zijn statisch met uitzondering van de wisser die periodiek op en neer beweegt.

Productielocatie OPB de Beitel:

- RVS units, geen coating

**Monitoring, conditiebepaling en trending**Productielocatie PS Roosteren:

- De werking van de UV-installatie wordt middels een aantal manieren gecontroleerd:
- De waterkwaliteit van het influent en effluent van UV wordt middels een regulier meetprogramma bepaald. Op het influent en effluent worden de volgende parameters bepaald: Koloniegetal bij 22°C, nitriet, troebeling, op het influent ook Aeromonas. De UV installatie bevindt zich als laatste stap vóór het reinwater, op het reinwater wordt een uitvoerig regulier meetprogramma uitgevoerd, o.a. op Aeromonas, Coli-37, Enterococcen, KG22, nitriet, TOC, troebeling, UV-extinctie, clostridia.
- De UVectoren (Berson sensoren) van de reactoren bewaken of de stralingsinput voldoende is. De lampintensiteit wordt getrend op scada.
- De werking en nauwkeurigheid van de UVectoren wordt maandelijks middels een externe DVGW sensor gecontroleerd. Deze maandelijkse readings worden in een database bijgehouden.
- Op het UV influent wordt online de troebeling gemeten. Er vindt geen sturing plaats op basis van het troebelingsignaal.
- Voorheen werd de temperatuur en de aanwezigheid van water in de reactor middels PT100 meting bewaakt. De temperatuur bewaking is nog steeds aanwezig. De water bewaking is overbrugd omdat de sporadische aanwezigheid van luchtbelletjes zorgen

voor onterecht trippen van de reactoren. Na het opheffen van de water bewaking hebben geen storingen meer plaats gevonden.

Productielocatie WP Heel:

- Op WP Heel vindt berekening en presentatie van de capaciteit van de lampen op een andere wijze plaats. Binnen WML wordt dit in het kader van het PA-project geüniformeerd in de periode 2012 – 2016.

Productielocatie Grubbenvorst:

- De installatie staat standaard uit bedrijf. Eens per maand wordt getest of de installatie werkt.

## Onderhoud

Productielocatie PS Roosteren:

*UV-reactor: periodiek onderhoud, GAO*

Jaarlijks wordt groot onderhoud uitgevoerd door Berson. Bij die onderhoudsbeurt worden alle afdichtingen, zoals wisringen (rubber onderdelen), O-ringen, en pakkingen, zowel aan de buitenkant als de binnenkant van de reactor gecontroleerd. Zulke onderdelen (ringen) worden standaard jaarlijks vernieuwd. Er vindt geen onderhoud plaats aan het reactor vat. Buiten het ontstaan van een klein biofilm laagje gebeurt verder niets met het reactorvat.

*Kwartsbuizen: periodiek onderhoud, GAO of SAO*

Kwartsbuizen worden om de vijf jaar vervangen door Berson. Deze vervangingsfrequentie is proefondervindelijk vastgesteld in samenwerking met Berson. Aan die buis valt na de periode van 5 jaar niets te zien maar de verwachting is dat de buizen “bros” of kwetsbaarder worden bij oprekken van de tijdsduur waardoor deze vaker stuk zouden kunnen gaan.

Momenteel gaan de kwartsbuizen sporadisch stuk. In dat geval vervangt Berson de buizen (SAO). Vervanging wordt door Berson uitgevoerd omdat het werk als specialistisch wordt gekwalificeerd. Op het moment dat een lamp wordt vervangen wordt tevens de kwartsbuis gereinigd, met een doekje met alcohol, om op die manier de kleine hoeveelheid wit poeder in de buis te verwijderen. Er zijn enkele kwartsbuizen op voorraad aanwezig.

*UV-lampen: periodiek onderhoud, GAO*

Lampen worden door operators zelf vervangen op basis van het aantal branduren (GAO) of als een lamp kapot gaat (SAO). Om een lamp te vervangen dient de hele reactor uit bedrijf genomen te worden en per reactor hebben lampen ongeveer dezelfde looptijd: daarom worden alle vier de lampen per reactor tegelijkertijd vervangen. De lampen worden vervangen na een gemiddelde brandduur van circa 8.000 uur. Een dergelijke levensduur geldt bij een vol vermogen (info van leverancier). Op PS Roosteren wordt niet continu op vol vermogen gedraaid. Men houdt gemiddeld 8.000 uur aan om aan de veilige kant te zitten. In de winter moeten er ook lampen zijn die een lage looptijd van bijvoorbeeld 3.000 uur hebben omdat zulke lampen een hogere intensiteit hebben, aangezien de microbiologische ruwwater kwaliteit in de winter kan afnemen. Op die manier wordt gepoogd om niet alleen lampen te hebben die een maximale looptijd hebben. Als Berson er is vanwege bv groot onderhoud worden lampen met een looptijd tegen de 8.000 uur (bv 7.500 uur) ook reeds vervangen. In dat geval voert Berson de lampvervanging uit. Lampen zijn op voorraad aanwezig. Soms starten nieuwe lampen “niet lekker” of langzaam op, mogelijk heeft dat met de kwik verdeling te maken. Andere keren start een lamp heel snel op. Daarom wordt na een bepaalde looptijd voor elke lamp het vermogen handmatig op 100% ingesteld.

#### *UVector (sensor): SAO*

De UVector (sensor) werkt of werk niet, en gaat zelden kapot. Er vindt geen periodiek onderhoud plaats aan de sensor. Wel wordt de werking van de twintig sensoren maandelijks gecontroleerd. Er zijn enkele sensoren op voorraad aanwezig.

#### *Meetpennen / stiftjes: periodiek onderhoud, GAO*

De meetpennen / stiftjes vormen de verbinding tussen de lamp en de sensor, opname van de intensiteit van de lamp gebeurt via dit onderdeel. De stiftjes raken vervuild door ijzerafzetting. Bij te grote vervuiling lijkt het alsof de intensiteit lager is. Met name in de eerste periode na installatie had men daar veel last van. Het was in die periode noodzakelijk om de stiftjes elke maand schoon te maken. Nadat actieve kool filters in de zuivering geplaatst zijn is de ijzeraanslag minder geworden. Desondanks vindt nog steeds maandelijkse schoonmaak van de stiftjes plaats, omdat dit zo goed werkt en omdat inspectie van de werking van de UVector ook maandelijks (tegelijkertijd) plaatsvindt. Van alle vijf de reactoren worden de vier stiftjes (20 stuks in totaal) en de vier de UVectoren maandelijks gecontroleerd, dat heeft altijd zo plaatsgevonden.

#### Productielocatie WP Heel:

- Gemiddeld worden de lampen op WP Heel na 9.000 uur vervangen (1.000 uur later dan bij PS Roosteren) omdat men ervaren heeft dat de installatie bij een dergelijke lamp duur naar wens presteert.
- Groot onderhoud, lampvervanging en oplossen van storingen wordt door Berson uitgevoerd. Deze afwijkende situatie t.o.v. PS Roosteren is historisch bepaald.
- De meetstiftjes worden niet maandelijks schoon gemaakt, omdat er minder kast is van ijzerafzetting. De meetstiften worden 1 maal per jaar bij groot onderhoud schoongemaakt.
- Groot onderhoud net als op PS Roosteren 1 maal per jaar.
- De UVectoren worden ook gecontroleerd met de DVGW sensor.

#### Productielocatie OPB de Beitel:

- De lampen op OPB de Beitel worden na 12.000 uur vervangen (looptijd van LD-lampen is langer dan die van MD-lampen).
- Groot onderhoud wordt jaarlijks door Wedeco uitgevoerd. Men vervangt de lampen zelf. Alle andere relevante onderdelen worden door Wedeco vervangen.
- Er vinden maandelijkse opname rondes plaats waarbij relevante UV installatie instellingen gecontroleerd worden. Tevens wordt daarbij de reactor sensor gecontroleerd met de DVGW sensor. Bij een afwijking tussen beide sensoren groter dan 5% dient adequate actie ondernomen te worden (reiniging, of...).

#### Productielocatie Grubbenvorst:

- Alleen correctief onderhoud, de installatie staat meestal stil.
- Geen periodiek preventief onderhoud.
- Berson komt langs op afroep, bv wanneer er een storing is.

#### Productielocatie Susteren:

- Berson komt bij een defect. Operators hebben zelf geen kennis van betreffende installatie. Men heeft geen reserve onderdelen op locatie.

### **Grondslag onderhoud**

De invulling van het huidige onderhoudsprogramma is deels gebaseerd op de vervuiling van de meetstiften. In beginsel werden de kwarts sleeves en de meetstiften handmatig gewist, ongeveer een maal per twee dagen. Momenteel wordt de wisser automatisch bediend op

instelbare tijdstippen. De meetstiften worden altijd 1 maal per maand additioneel gereinigd. Die frequentie is op basis van praktijk ervaring vast gesteld. Omdat ijzerafzetting vooral op de meetstiftjes plaats vindt en deze iets minder goed gereinigd worden door de wisser dan de kwartsbuis is periodieke additionele schoonmaak nodig.

De invulling van het onderhoudsprogramma m.b.t. de overige onderdelen (reactorvat, lampen, kwartsbuizen) is gebaseerd op advies van de leverancier en de ervaring van WML met de consequenties van dat onderhoud in de praktijk. WML heeft goede ervaringen met deze invulling van het onderhoudsprogramma.

### Specifieke kennis

WML volgt de leverancier (Berson) bij het grootste deel van het onderhoudsprogramma (groot onderhoud UV reactor, lampvervangings, kwartsbuizen), en heeft goede ervaringen met dit periodieke onderhoud.

Op PS Roosteren wordt lampvervangings door operators zelf uitgevoerd omdat zij daar door Berson voor zijn opgeleid.

Met betrekking tot onderhoud aan de meetstiften heeft WML de volgende kennis opgedaan:

- Meetstiften raken vervuild door ijzerafzetting;
- Deze afzetting kan niet geheel door de automatische wisser verwijderd worden;
- De afzetting kan handmatig verwijderd worden. Dit gebeurt maandelijks, wanneer ook de UVectoren gecontroleerd worden.

Met betrekking tot controle van de UVector heeft WML de volgende kennis opgedaan:

- De UVectoren worden maandelijks met een gecertificeerde sensor gecontroleerd;
- De UVectoren gaan niet of nauwelijks stuk;
- De afwijkingen van de UVectoren zijn klein;
- De systematische analyse van deze maandelijks opgenomen data kan verder verbeteren.

### Criteria

#### *criterium voor periodiek onderhoudsprogramma*

- Het grootste deel van de UV installatie op basis van advies leverancier;
- Installatie werkt met dit onderhoudsprogramma naar wens. Er zijn weinig storingen, de installatie functioneert naar wens, de waterkwaliteit voldoet.

#### *criterium voor onderhoud aan meetstift en controle UVector:*

- Periodieke uitvoering, 1 maal per maand. Op basis van feit dat dit type onderhoud en met deze frequentie goede ervaring oplevert: weinig storingen, juist functioneren van installatie, goede waterkwaliteit.

Productielocatie OPB de Beitel: Maandelijks wordt de sensor gecontroleerd a.h.v. de DVGW sensor. Bij een afwijking tussen beide sensoren groter dan 5% dient adequate actie ondernomen te worden (reiniging, of...).

#### *criterium voor vervangings installatie:*

De aansturing is wel verouderd al leidt dit nog niet echt tot veel storingen, af en toe gebeuren onverklaarbare kleine zaken. Het einde van de levensduur lijkt bereikt en WML is voornemens om de PA en de aansturing te vervangen. Wellicht wordt de gehele UV unit vervangen omdat momenteel meer energie zuinige UV installaties leverbaar zijn.

### *criterium voor lampvervangning:*

- Periodiek na 8.000 branduren.
- Alle vier de lampen van de reactor worden in eens op basis van levensduur vervangen. Die levensduur is gebaseerd op vol vermogen. Gemiddeld wordt een levensduur van 8.000 uur aangehouden om veilig te zitten. In de winter moeten ook lampen bij staan die een lagere looptijd hebben (bv 3.000) omdat deze lampen een hogere intensiteit hebben. Daarmee is verzekerd dat er op de hele locatie niet alleen lampen bijstaan die aan het einde van de levensduur zijn.
- Als de leverancier er is voor groot onderhoud worden ook de lampen vervangen die een hoge levensduur hebben, van bv 7500 uur.
- SAO: eerdere vervanging wanneer een lamp stuk gaat.

### Productielocatie WP Heel:

Gemiddeld worden de lampen op WP Heel na 9.000 uur vervangen omdat men ervaren heeft dat de installatie bij een dergelijke lamp duur naar wens presteert.

### *criterium voor kwartsbuis vervanging:*

- SAO: vervanging wanneer een buis stuk gaat.

## **Uitvoering onderhoud**

### *Downtime*

- Groot onderhoud duurt een halve dag per UV reactor. Dit heeft geen consequentie voor de productiecapaciteit van PS Roosteren vanwege aanwezige overcapaciteit. Er worden maximaal twee UV reactoren per dag onderhouden.
- Lampvervangning wordt door operators uitgevoerd. Dat duurt enkele uren per reactor. Het gehele UV reactor vat (en aan- en afvoeren) dient daartoe leeg te worden gemaakt, de contacten worden los gemaakt, die momenteel uit pennen bestaan. Dan wordt ook meteen de kwartsbuis gereinigd met een doekje met alcohol om het witte poeder te verwijderen. Alle vier de lampen van de reactor worden in eens op basis van levensduur vervangen.

### *Kosten*

- Het jaarbudget voor onderhoud aan de UV installatie op PS Roosteren is 25k€/jaar.
- Kosten UVector: circa 3.6k€.
- Lamp kosten: circa 0.6k€/lamp.
- Kwartsbuis: circa 0.4k€/buis.
- Personeelskosten: circa 1 dag aan periodiek (gepland) onderhoud en inspectie per maand.

### Productielocatie WP Heel:

Het jaarbudget voor onderhoud aan de UV installatie op WP Heel is 25k€/jaar.

### Productielocatie OPB de Beitel:

Kosten : onbekend.

## **ARBO**

Het UV-licht is schadelijk voor de gezondheid. Onderhoud wordt met een speciale bril uitgevoerd. Men is o.a. bedacht op beschadiging van ogen.

## VIII. WML – BOT

Proces : Beluchtungs- en ontgassingstoren (BOT)

Locatie(s) : PS Roosteren, PS Pey-Echt

De situatie is verschillend voor deze 2 productielocaties. Het format is in detail opgesteld voor productielocatie Roosteren.

Afwijkende gegevens voor de andere productielocatie zijn – indien relevant en indien bekend – per onderdeel weergegeven.

Index (hyperlinks)

- Algemene beschrijving
- Plek in de zuivering
- Functionaliteit en procescondities
- Toegepaste materialen
- Monitoring, conditiebepaling en trending
- Onderhoud

### Algemene beschrijving

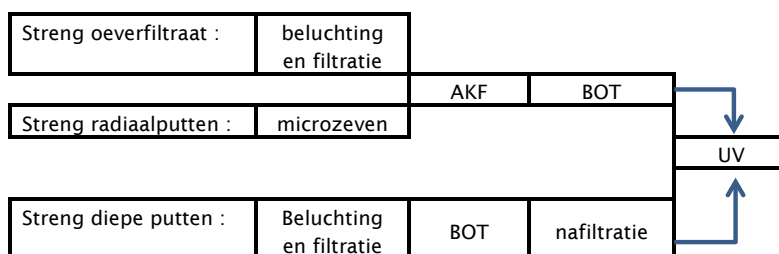
Beluchtungs- en ontgassingstorens (BOT) worden ingezet om watergassen zoals koolstofdioxide, methaan of zwavelwaterstof uit water te verwijderen en/of om zuurstof aan water toe te voegen. Het apparaat bestaat uit een toren die gevuld is met pakkingsmateriaal. Water wordt aan de bovenzijde aangevoerd. De lucht wordt in mee- of tegenstroom toegevoegd. Het water wordt intensief met de lucht in contact gebracht vanwege grensvlak vernieuwing, welke optreedt door contact met het pakking materiaal. Vanwege het intensieve water-lucht contact treedt goede uitwisseling op van gassen. Wanneer het te behandelen water componenten zoals ijzer of mangaan bevat kan de pakking vervuilen en aangroeien.

### Plek in de zuivering (decompositie)

Productielocatie PS Roosteren

Ruw water : Er is sprake van 3 soorten ruwwater: Oeverfiltraat (“West-putten” of “Maas-putten”), freatisch grondwater (“radiaal-boring”) en diep grondwater (“Oost-putten”)

Zuivering : De drie strengen hebben een verschillende zuivering, deels worden de stromen gezamenlijk behandeld. Het oeverfiltraat en het freatische water wordt o.a. met actieve kool filtratie behandeld voor verwijdering van organische microverontreinigingen. Behandeling met beluchting en filtratie is verschillend per ruwwater stroom (zie PFD). Al het water wordt gemengd in een tussenkelder en als laatste stap middels UV-desinfectie behandeld.



Productielocatie PS Pey-Echt

Ruw water : Diep grondwater.

Zuivering : Het grondwater wordt in drukfilters gebracht. Aan het water wordt voorafgaand aan de drukfilters zuurstof gedoseerd. Na de filtratie stap volgt beluchting en ontgassing (BOT).

**Functionaliteit en procescondities***Functionaliteit*

Het processchema van PS Roosteren is enkele malen aangepast. Het doel van deze BOT's is pH verhoging en zuurstof dosering, wat van belang is in verband met het zuurstof verbruik van de actief kool filters. Zuurstof toevoeging in de BOT wordt van kleiner belang in de nabije toekomst omdat de actief kool filters aan de voorzijde uitgerust zijn/worden met zuurstof dosering.

Doordat het zuiveringsschema enkele malen is aangepast hebben de BOT's in de huidige zuivering wellicht een ander doel dan bij het ontwerp. Het doel van de BOT's is zuurstof toevoegen en pH verhoging, beide dienen om de processen in de nafilters op gang te houden. Roosteren heeft 4 BOT's, verdeeld over 2 straten.

Het water van de West putten en de Radiaal boring gaat over dezelfde BOT's:

De zuivering van de West putten: VF → AKF ↘ BOT → etc.  
 De zuivering van de Radiaal putten: microzeef → AKF ↗

De zuivering van de Oost putten (diep grondwater): VF → BOT → NaF

Productielocatie PS Pey-Echt:

Doel van de BOT's op PS Pey-Echt is ontzuring, verhoging van de pH, door verwijdering van koolstofdioxide. De BOT's zijn geplaatst ter vervanging van de kalkdoseerinstallatie.

Nadat de beluchting in de voorfilters vervangen is door zuurstof dosering is de ontmanganing in de snelfiltratie verslechterd. Daardoor vindt doorslag van mangaan richting de BOT's plaats alwaar nog verdere verwijdering van mangaan optreedt.

*Opbouw/uitvoering*Productielocatie PS Roosteren

PS Roosteren heeft vier identieke BOT's:

- Bouwjaar: in bedrijf sinds opening productielocatie, sinds 1996.
- Hoogte: 5m
- Diameter: 2,5 m
- Vulling: kunststof Pall ringen.
- Regeling: de lucht ventilatoren draaien een vast toerental.
- Druk BOT: atmosferisch.

Productielocatie Pey-Echt:

- PS Pey-Echt heeft vier identieke BOT's:
- Bouwjaar: in bedrijf na vervanging van de kalkdoseerinstallatie opening productielocatie (exact bouwjaar onbekend, maar zeker voor 2004).
- Hoogte: 5 m
- Diameter: 2,6 m



- Vulling: kunststof Pall ringen.
- Regeling: de ventilatoren worden geregeld op basis van het waterdebiet op Pey-Echt (lineaire verschaling).
- Druk BOT: atmosferisch.

### Procescondities

#### Productielocatie PS Roosteren

- Water debiet: 500 m<sup>3</sup>/uur maximaal. In de praktijk wordt bij een lager debiet gedraaid.
- Luchtdebiet: 14.000 m<sup>3</sup>/uur. Lucht wordt toegevoegd middels een ventilator.
- De lucht wordt behandeld met fijnstof filters en vliegengaas.

De heersende waterkwaliteit in de BOT's is weergegeven in onderstaande tabel. Deze is afgeleid van data van het effluent AKF en effluent voorfilters (dat vormt het influent van de BOT's), het effluent van de BOT's en het reinwater.

#### WATERKWALITEIT BOT'S ROOSTEREN.

Monsterpunt	Parameter	Eenheid	Waarde
Effluent AKF (influent BOT west/radiaal put)	pH	[-]	6,7
	Troebeling	[NTU]	0,07
	Zuurstof	[mg/L]	4,8
	Ijzer en mangaan	[mg/L]	erg laag
Effluent BOT straat west/radiaal put	Ijzer	[mg/L]	< 0,01
	Mangaan	[mg/L]	< 0,01
	pH	[-]	7,9
	Waterstofcarbonaat	[mg/L]	200
	Koolstofdioxide	[mg/L]	3,7
Effluent voorfilters (influent BOT straat oost/diep putten)	Ijzer	[mg/L]	0,09
	Mangaan	[mg/L]	0,05
	pH	[-]	6,87
	Troebeling	[NTU]	0,65
	Zuurstof	[mg/L]	3,8
Effluent BOT straat oost (diep) putten	Ijzer	[mg/L]	0,058
	Mangaan	[mg/L]	0,036
	pH	[-]	7,8
	Waterstofcarbonaat	[mg/L]	118
	Koolstofdioxide	[mg/L]	2,8
Reinwater	Ijzer	[mg/L]	0,007
	Mangaan	[mg/L]	< 0,01
	Totale hardheid	[mmol/L]	1,9
	Troebeling	[NTU]	0,15
	pH	[-]	7,9
	Zuurstof	[mg/L]	10,7
	Waterstofcarbonaat	[mg/L]	175

Productielocatie PS Pey-Echt:

- Water debiet: reguliere capaciteit is 225 m<sup>3</sup>/uur, de range is 200 – 400 m<sup>3</sup>/uur.
- Luchtdebiet: 5.000 m<sup>3</sup>/uur. Lucht wordt toegevoegd middels een ventilator.
- De lucht wordt behandeld met fijnstof filters en vliegengaas.

De heersende waterkwaliteit in de BOT's is weergegeven in onderstaande tabel. Deze is afgeleid van data van het effluent van de voorfilters (dat vormt het influent van de BOT's), het effluent van de BOT's en het reinwater.

**WATERKWALITEIT BOT'S PEY-ECHT.**

Monsterpunt	Parameter	Eenheid	Waarde
Effluent SF (influent BOT)	pH	[-]	6,78
	Troebeling	[NTU]	0,28
	Zuurstof	[mg/L]	4,2
	Ijzer	[mg/L]	0,018
	Mangaan	[mg/L]	0,041
	Koolstofdioxide	[mg/L]	42
Effluent BOT	Ijzer	[mg/L]	0,015
	Mangaan	[mg/L]	0,028
	pH	[-]	7,9
	Waterstofcarbonaat	[mg/L]	161
	Koolstofdioxide	[mg/L]	3,1
	Troebeling	[NTU]	0,29
	Zuurstof	[mg/L]	10,8
Reinwater	Ijzer	[mg/L]	0,014
	Mangaan	[mg/L]	0,023
	Totale hardheid	[mmol/L]	1,25
	Troebeling	[NTU]	0,29
	pH	[-]	7,9
	Zuurstof	[mg/L]	10,7
	Waterstofcarbonaat	[mg/L]	155

**Toegepaste materialen/onderdelen**

De BOT's sectie bestaat uit:

- Een stalen vat dat gecoat is.
- Materiaal Pall ringen is kunststof.
- Bovenin de BOT bevindt zich een RVS plaat met gaatjes t.b.v. d water verdeling.
- Verschillende afsluiters en andere randapparatuur.

De BOT heeft geen roterende delen.

De ventilator die de lucht aanvoert bevat roterende delen. De aangezogen lucht wordt behandeld. De ontluchting bevindt zich op het dak.

**Monitoring, conditiebepaling en trending**Productielocatie PS Roosteren*Bewaking waterkwaliteit:*

- De werking van de BOT's wordt niet actief gecontroleerd. Indirect kan de werking via de waterkwaliteit van BOT influent en effluent of de reinwater kwaliteit achterhaald worden.

Het meetprogramma op het BOT effluent bestaat uit: ijzer, mangaan, pH, waterstofcarbonaat, koolstofdioxide.

- Elke BOT heeft op het effluent een pH meting met weergave op SCADA. Deze meting wordt niet bewaakt en er zit geen alarmering op deze meting.
- Er is een troebelheidsmeting aanwezig.
- De BOT's worden niet periodiek gespoeld.

*Bewaking / alarmering algemeen:*

- In het algemeen: geen alarmering op BOT.

*Monitoring conditie Pall ringen:*

- Op basis van visuele inspectie. Bekijken of de ringen zwart zijn (mangaan aanslag) als men er toevallig langs loopt, maar geen periodiek inspectie programma op dit punt.

*Monitoring conditie hardware (BOT, ventilator):*

- Er vindt periodieke inspectie plaats waarbij een deel van hardware geïnspecteerd wordt (zie hierna bijzonderhoud).

Productielocatie PS Pey-Echt:

*Bewaking waterkwaliteit:*

- De werking van de BOT's wordt niet actief gecontroleerd. Indirect kan de werking via de waterkwaliteit van BOT influent en effluent of de reinwater kwaliteit achterhaald worden. Het meetprogramma op het BOT effluent bestaat uit: EGV, calcium, ijzer, mangaan, pH, waterstofcarbonaat, koolstofdioxide, TACC10, zuurstof, troebeling.
- De BOT's hebben pH meters.
- De BOT's hebben een troebelheidsmeting op het gezamenlijk effluent van de BOT's. Deze meting is zichtbaar op SCADA, en er bestaat de mogelijkheid om een alarmwaarde in te stellen. Van deze mogelijkheden wordt geen gebruik gemaakt.
- De BOT's worden periodiek gespoeld om mangaan afzettingen te verwijderen.

*Monitoring conditie Pall ringen:*

- Er vindt doorslag plaats van mangaan vanuit de snelfiltratie naar de BOT's. De BOT's vangen nog een aanzienlijk deel van het mangaan af. Daardoor groeien de pall ringen aan met mangaan aanslag. Om doorslag van mangaan naar het reinwater te voorkomen en de mangaan aangroei te beheersen worden de BOT's periodiek gespoeld.

*Monitoring conditie hardware (BOT, ventilator):*

- PS Pey-Echt heeft een vergelijkbaar inspectie programma als Roosteren (zie hierna bij onderhoud).

## Onderhoud

*BOT-toren: Toestandsafhankelijk onderhoud en storingsafhankelijk onderhoud*

Wanneer de toren leeg is wanneer de pall ringen verwijderd zijn, vindt ook inspectie en onderhoud aan de toren plaats. Toen de BOT's leeg waren is de coating geïnspecteerd en gereinigd: er bleek niet heel veel aanslag te zijn.

Wanneer er een defect aan de toren zou optreden vindt onderhoud plaats, dit is echter nog niet voorgekomen.

*Water verdeelplaten: toestandsafhankelijk onderhoud*

Productielocatie PS Roosteren

De RVS water verdeelplaten raken niet verstopt in Roosteren.

Productielocatie PS Pey-Echt:

De RVS water verdeelplaten in de BOT's van Pey-Echt raken af en toe verstopt. In dat geval worden deze door een operator schoon gespoten.

*Pall ringen: Toestandsafhankelijk onderhoud*Productielocatie PS Roosteren

Op de pakking zet zich mangaan af. Na installatie van de AKF is die afzetting afgenomen; t.a.v. de vervuilingsgraad geeft men aan het verschil tussen BOT's mét en zónder voorgeschakelde AKF niet in beeld te hebben. Tijdens visuele inspectie wordt gecontroleerd of de ringen zwart zijn. Dat gebeurt als men er toevallig langs loopt. Ook wordt geacteerd op basis van aantreffen van stukjes pall ring in de monsterkraan: op basis daarvan werd vastgesteld dat de pall ringen onderhevig waren aan slijtage. Er is geen periodiek inspectie programma.

In 2007 - 2009 zijn de pall ringen sinds 1996 voor het eerst extern gereinigd bij Aquador (toren leegzuigen, reinigen en terugbrengen). De kapotte ringen zijn vervangen. In 1 BOT is een nieuwe lading ringen ingebracht, daarna is de rest van de BOT's in fase extern gereinigd. Nu heeft men 1 lading ringen op voorraad. De reiniging is geïnitieerd op basis van:

- aantoonbare vervuiling met mangaan en andere aanslag, middels visuele inspectie is aangetoond;
- slijtage van de pall ringen, aangetoond door aantreffen van stukjes plastic in de monsterkraan.

De pakking wordt via de bovenkant verwijderd (leegzuigen) totdat het mangat bereikbaar is, daarna wordt de rest van de pakking via de onderkant verwijderd. Reiniging vindt extern plaats.

Productielocatie Pey-Echt:

Vervanging en/of reiniging van de pall ringen op Pey-Echt: de pakkingen op Pey-Echt zijn nog nooit gereinigd of vervangen.

*Randapparatuur: storingsafhankelijk en periodiek onderhoud*Productielocatie PS Roosteren

Aan de ventilator, de regelaar van de ventilator, de motor, de V-snaren of een afsluiter vindt storingsafhankelijk onderhoud plaats.

Dit type WTB-onderhoud wordt uitgevoerd door de afdeling Onderhoud & Inspectie van WML (O&I). Ook voert deze afdeling bepaalde mate van WTB-gerelateerd periodiek onderhoud (bv 1 x per jaar) uit aan deze onderdelen, echter geen proces-gerelateerd onderhoud. De proces operators (met wie interview is uitgevoerd) hebben geen zicht op de frequentie en invulling van dit onderhoud.

Storingen aan de ventilator of afsluiters treedt niet of nauwelijks op.

De ontluchting bevindt zich op het dak. Er vindt geen inspectie plaats. Er vindt geen periodiek onderhoud plaats. Onderhoud is nog niet of nauwelijks plaatsgevonden omdat er geen storingen zijn.

*Randapparatuur: toestandsafhankelijk onderhoud*

Vervangen van de luchtfilters en vliegengaas vindt plaats op basis van een drukverschil meting. Nu nog is de meting visueel weergegeven in de fabriek, er is geen signaal afleesbaar op Scada, in de nabije toekomst wordt deze in de PA opgenomen.

*Randapparatuur: periodiek inspectie programma*

Het periodiek inspectie programma dat uitgevoerd wordt door de procesoperators bevat onder andere de volgende taken (details zie schema hieronder)

## DETAILS PERIODIEK ONDERHOUDS- EN INSPECTIEPROGRAMMA BOT'S ROOSTEREN

Procesonderdeel	Frequentie	Onderhoudstaken
BOT	1 Jaarlijks	Vervangen filters (3 stuks)
BOT	1 Jaarlijks	Controle palringen op werking en afzettingen
BOT	1 Wekelijks	Visuele controle op lekkages ed.
Analoge niveaumeting (LIT)	1 Jaarlijks	10 verschillende testen en controles
Drainafsluiter handbediend	1 Jaarlijks	Bedienen afsluiter, controle werking, controle afdichtingen.
Driewegklep handbediend	1 Jaarlijks	Bedienen afsluiter, controle werking, controle afdichtingen.
Drukschakelaar (PS)	1 Jaarlijks	8 verschillende testen en controles
Kogelkraan handbediend	1 Jaarlijks	Bedienen afsluiter, controle werking, controle afdichtingen.
Luchtfilter	4 Wekelijks	Visuele controle vervuiling, eventueel schoonmaken/vervangen
Niveauschakelaar (LS)	1 Jaarlijks	8 verschillende testen en controles
Ontluchtingskelder 1	1 Wekelijks	Visuele controle toegangsluik/deur, uitwendige controle lekkage
Ontluchtingskelder 1	4 Wekelijks	Controleren waterslot, indien nodig aanvullen
Ontluchtingskelder 1	5 Jaarlijks	Voorbereiden, inspecteren, reinigen en desinfecteren, testen, in bedrijfname
pH-meting	3 Maandelijks	Controle werking en kalibreren pH-meting
pH-meting	1 Jaarlijks	9 verschillende testen en controles
Troebelheidsmeting	1 Jaarlijks	9 verschillende testen en controles
Troebelheidsmeting	4 Wekelijks	Sensor reinigen, kalibreren en controle werking
Ventilator (ruimte/dak)	1 Jaarlijks	17 verschillende testen en controles
Vlinderklep handbediend	1 Jaarlijks	Bedienen afsluiter, controle werking, controle afdichtingen.

Controle afsluiters, controle drain afsluiters, pH -meters. De water verdeel plaat dient ook geïnspecteerd te worden maar op het inspectie venster is bevindt zich kalkaanslag.

*BOT toren spoelen: gebruiksduurafhankelijk onderhoud*Productielocatie Pey-Echt:

De BOT's worden regelmatig gespoeld om de aanslag van mangaan op de pakking te verwijderen en doorslag van mangaan naar het reinwater te voorkomen.

De BOT's worden 1 maal per 3 maanden gespoeld;

- De BOT torens worden gevuld met water;
- Er wordt geblowerd met lucht, via de reguliere spoellucht voorziening (met 1 blower, niet met ventilator). Duur bloweren: 15 minuten.
- Het water wordt afgelaten naar de spoelwaterijver.

- De BOT wordt nagespoeld met lozing op de spoelwatervijver totdat het water helder is, dan wordt de BOT weer in bedrijf genomen.
- Deze spoelprocedure is een handmatige actie.

Het is onbekend in welke mate de pakkingen slijtage ondervinden van het spoelen.

#### DETAILS PERIODIEK ONDERHOUDS- EN INSPECTIEPROGRAMMA BOT'S PEY-ECHT

Procesonderdeel	Frequentie	Onderhoudstaken
BOT	1 Jaarlijks	Vervangen filters (3 stuks)
BOT	1 Jaarlijks	Controle palringen op werking en afzettingen
BOT	1 Wekelijks	Visuele controle op lekkages ed.
Kogelkraan handbediend	1 Jaarlijks	Bedienen afsluiter, controle werking, controle afdichtingen.
Luchtfilter	4 Wekelijks	Visuele controle vervuiling, eventueel schoonmaken/vervangen
pH-meting	3 Maandelijks	Controle werking en kalibreren pH-meting
pH-meting	1 Jaarlijks	9 verschillende testen en controles
Troebelheidsmeting	1 Jaarlijks	9 verschillende testen en controles
Troebelheidsmeting	4 Wekelijks	Sensor reinigen, kalibreren en controle werking
Ventilator (ruimte/dak)	1 Jaarlijks	17 verschillende testen en controles
Vlinderklep handbediend	1 Jaarlijks	Bedienen afsluiter, controle werking, controle afdichtingen.
Klepafsluiter handbediend	1 Jaarlijks	Bedienen afsluiter, controle werking, controle afdichtingen.

### Grondslag onderhoud

Aan de toren en randapparatuur gaat weinig tot niets stuk en er zijn niet of nauwelijks storingen. Op basis daarvan is proefondervindelijk vastgesteld dat SAO voldoet.

De pallringen worden periodiek geïnspecteerd. De onderhouds- of vervangingsfrequentie is zeer laag en het onderhoudsmoment wordt proefondervindelijk vastgesteld.

De waterkwaliteit (effluent BOT, reinwater) voldoet aan de eisen.

#### Productielocatie Pey-Echt:

De spoelprocedure van de BOT's van Pey-Echt is opgesteld omwille van de reinwaterkwaliteit.

### Specifieke kennis

Het onderhoudsprogramma is proefondervindelijk vastgesteld.

#### Productielocatie Pey-Echt:

Het spoelprogramma van de BOT's van Pey-Echt is proefondervindelijk vastgesteld.

De spoelfrequentie is vastgesteld op basis van waterkwaliteitseisen voor het reinwater (mangaan norm).

### Criteria

- Onderhoud aan BOT toren op basis van onderhoudsprogramma pall ringen. Criterium: zie bij pall ringen.
- Onderhoud aan / vervanging van pallringen op basis van visuele inspectie. Criteria zijn: veel (zwarte) aanslag en observatie dat pall ringen stuk zijn.

- Onderhoud aan / vervanging van randapparatuur voornamelijk op basis van storingen. Criterium is falen van apparaat.

#### Productielocatie Pey-Echt:

- Spoelen BOT's op basis van aangroei mangaan in de BOT's. Criterium: wettelijke norm mangaan.

### **Uitvoering onderhoud**

#### *Downtime*

- De BOT toren is circa 2 weken uit bedrijf voor het verwijderen, reinigen en terugbrengen van de pakking en het reinigen en hygiënisch opleveren van de BOT toren.

#### *Kosten*

- De kosten voor het vullen en desinfecteren van de BOT toren zijn ca 1 k€.
- Kosten voor externe reiniging: onbekend.
- Overige kosten: onbekend.

#### *ARBO*

- Standaard werkvoorschriften voor werk in besloten ruimte.