

Upgrading sewage works at Skanderborg and Aarhus for low phosphorus discharge:

Addressing stormwaters and synergy with phosphorus recycling

Thomas Vistisen Bugge, Ph.D.

SUEZ Denmark

thomas.bugge@suez.com

European workshop:

Waste water phosphorus removal tomorrow: ambitions and reality

Liege, 9th October 2019

Agenda

- **Background**
- **P-consent challenge in Skanderborg**
 - The challenge: protecting the sensitive lakes of “Søhøjlandet”
 - Solution: Tertiary and CSO treatment with Densadeg XRC™
- **EBPR and P-recovery at Aarhus Water**
 - Drivers for EBPR and P-recovery (Phosphogreen™)
 - Åby case
 - Marselisborg case
- **Summary**

Background

Key challenges of wastewater treatment in Denmark

- Urbanization leading to capacity problems of existing WWTPs
- Improving energy efficiency of WWTPs
- Centralization of treatment
- Increasing number of stormwater overflow events
- Capacity and condition of sewer networks
- Protecting sensitive recipients
- Resource recovery



Agenda

- **Background**
- **P-consent challenge in Skanderborg**
 - The challenge: protecting the sensitive lakes of “Søhøjlandet”
 - Solution: Tertiary and CSO treatment with Densadeg XRC™
- **EBPR and P-recovery at Aarhus Water**
 - Drivers for EBPR and P-recovery (Phosphogreen™)
 - Åby case
 - Marselisborg case
- **Summary**

CASE: Skanderborg WWTP, Denmark

Facts on existing WWTP:

- Plant design: 42,000 PE
- Av. Flow: 10,000 m³/d
- Max. Capacity: 24,000 m³/d
- CSO events per year: 10-15



CASE: Skanderborg WWTP, Denmark

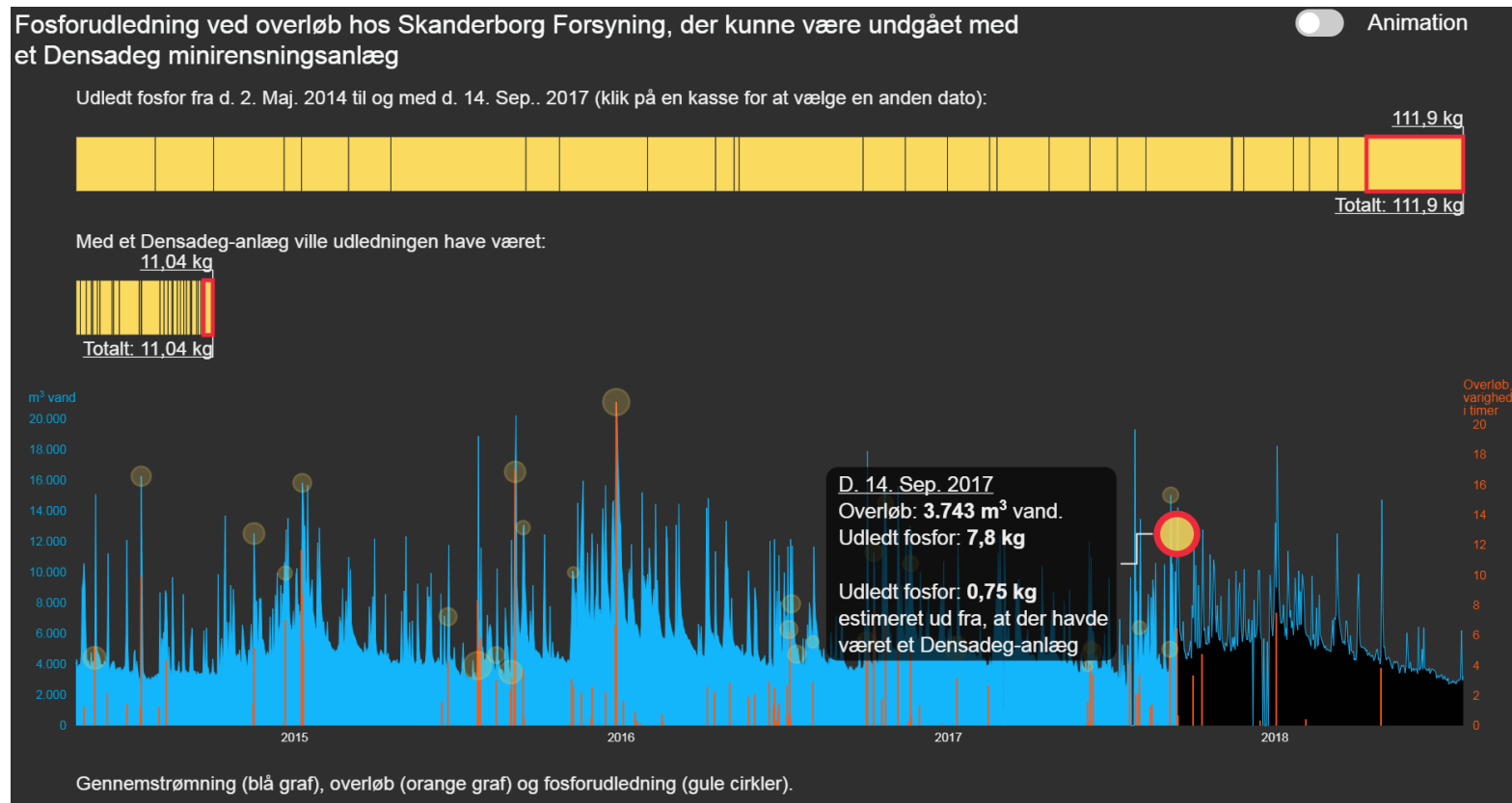
The challenges:

- **Centralization of wastewater treatment and urbanization**
 - Small, old plants being closed and wastewater sent to main WWTP
 - Urbanization in Skanderborg area leads to increased load of main WWTP
 - Lacking capacity – especially of sand filters (existing tertiary treatment)
 - **Fixed daily load of P for the main recipient – TP max. 1,38 kg/d**
- **Overflows**
 - Increasing number heavy rain events with overflow of untreated wastewater



Skanderborg WWTP

CSO events 2014-2017



<https://skanderborg.datavis.dk/>

AQUAGLOBE

Partnership to address the water challenges



AQUAGLOBE

TOGETHER FOR WATER



Founder:



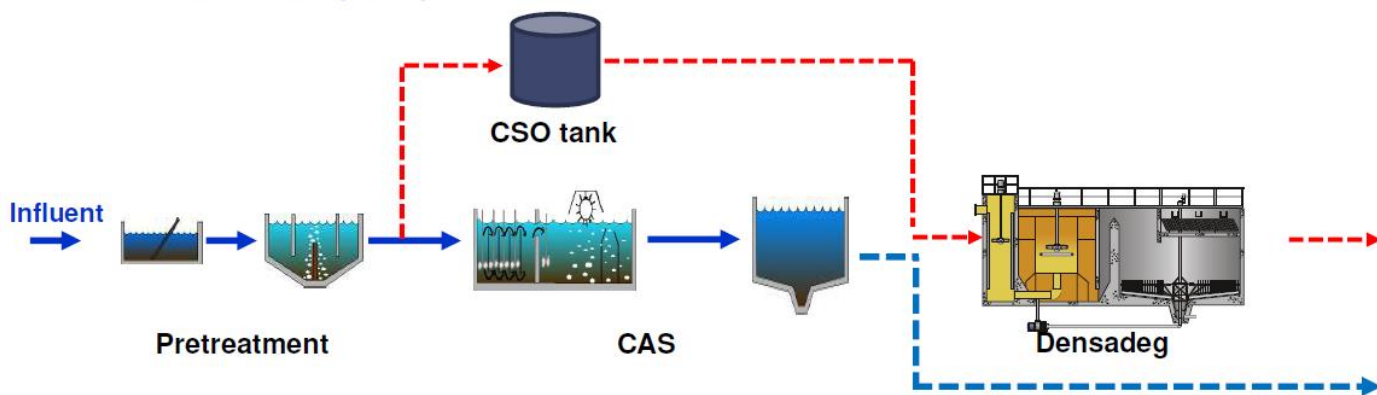
Partners:



Combined CSO and tertiary treatment with Densadeg clarifier

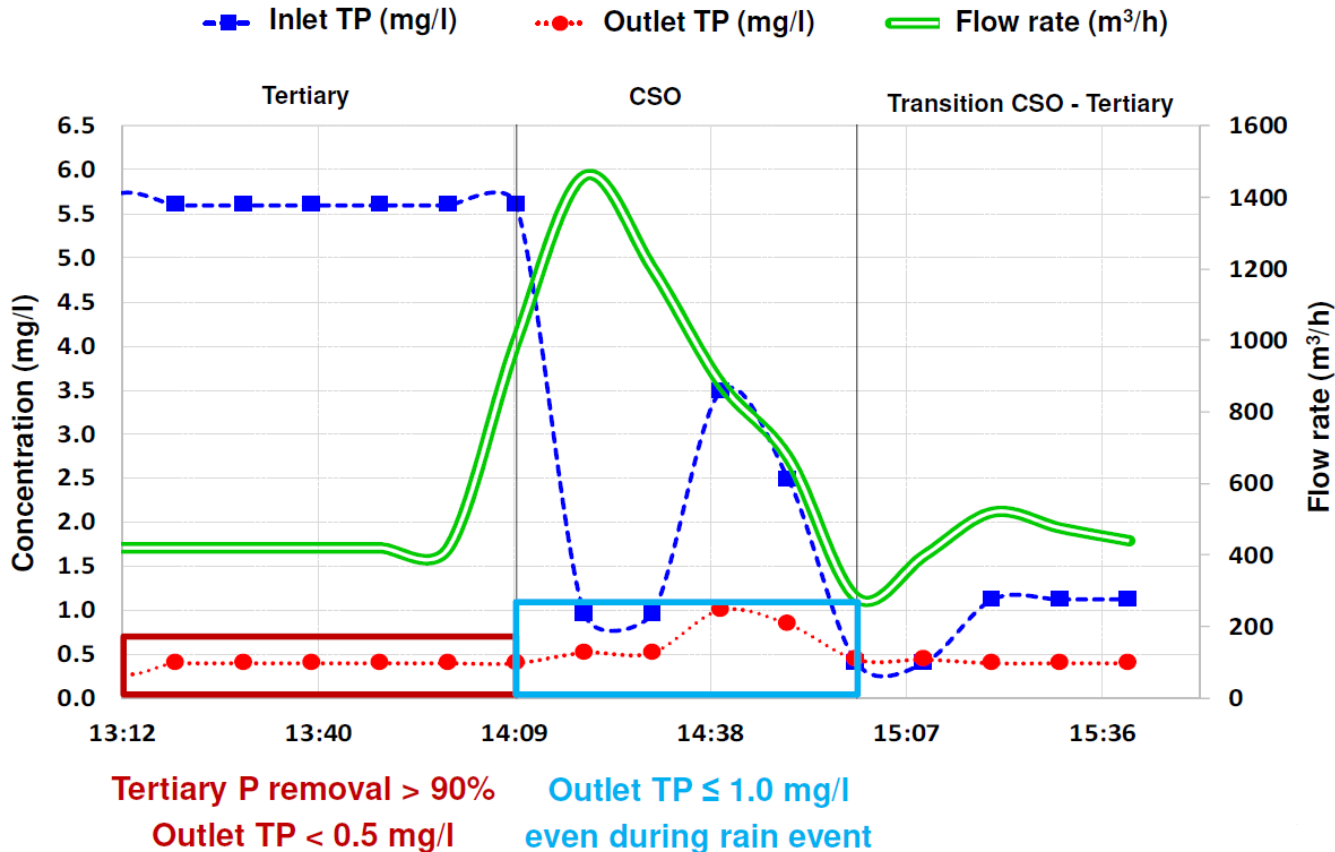
Example: Meru, France

- In service since 1999, 1 DensaDeg® treats a peak flow of 500 m³/h (DW), 2 000 m³/h (WW)



Combined CSO and tertiary treatment with Densadeg clarifier

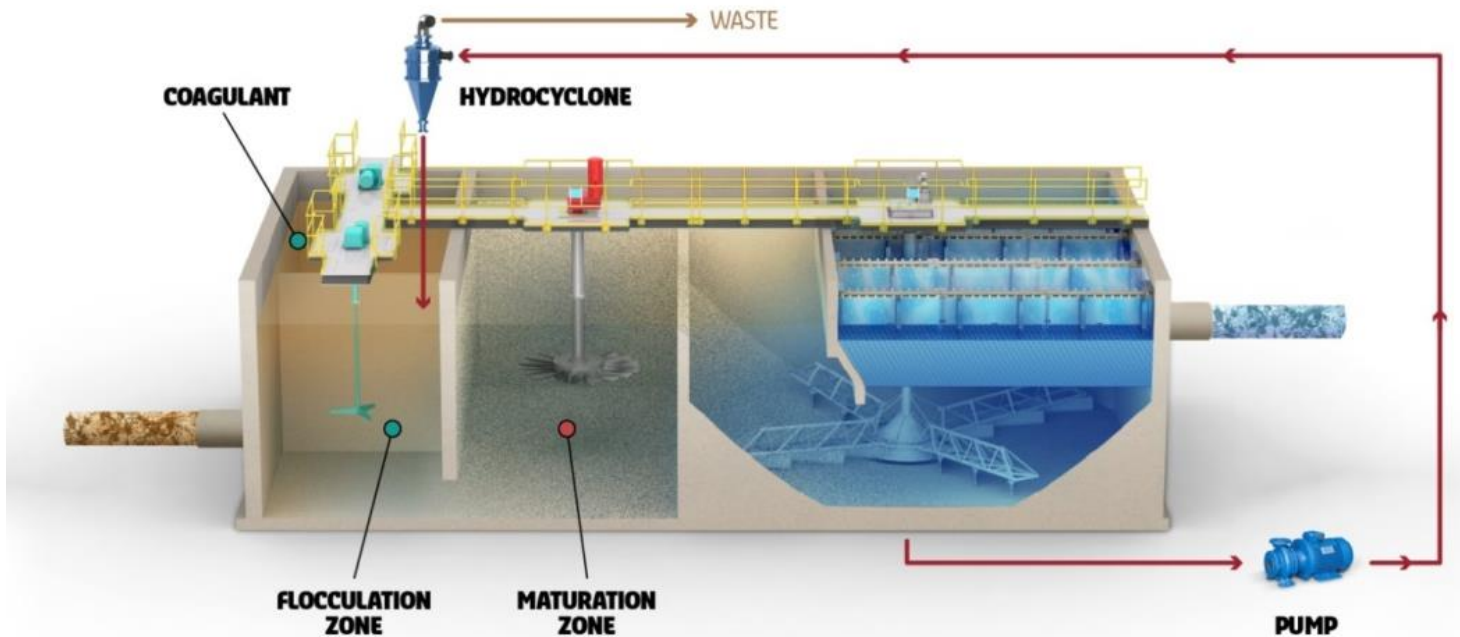
Example: Meru, France



New version:

Densadeg XRC – Extreme Rate Clarifier

- Use of garnet with very high density (4 g/cm³) – heaviest on the market!
- Extreme rise rates: up to 140 m/h (most compact ballasted clarifier)
- Lower loss of ballast material compared



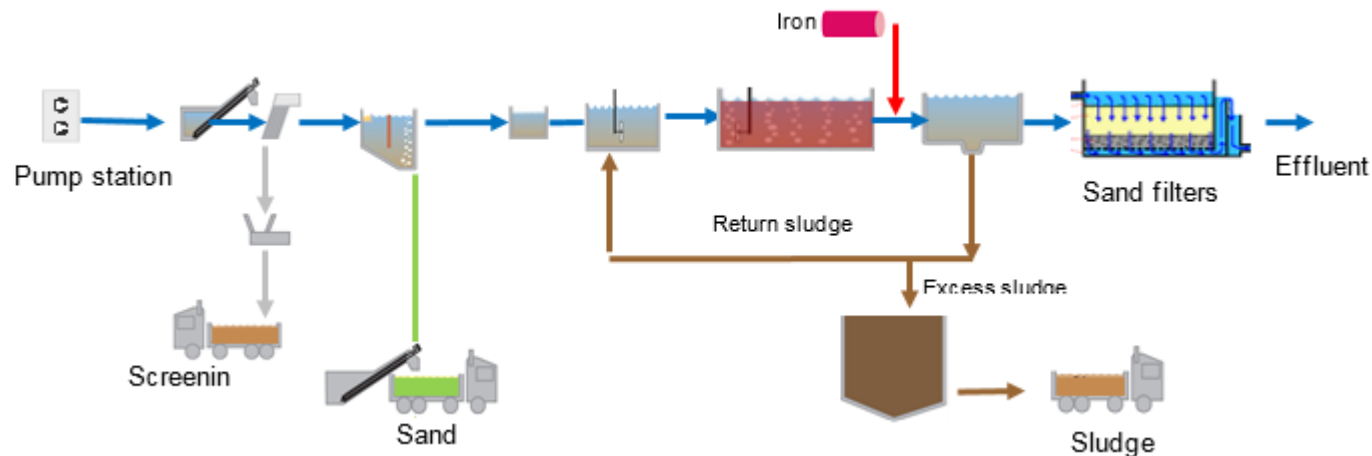
Skanderborg WWTP



AQUAGLOBE
TOGETHER FOR WATER

Existing treatment line

- Hydraulic capacity: 1000 m³/hr
- Bottleneck: Old sand filters



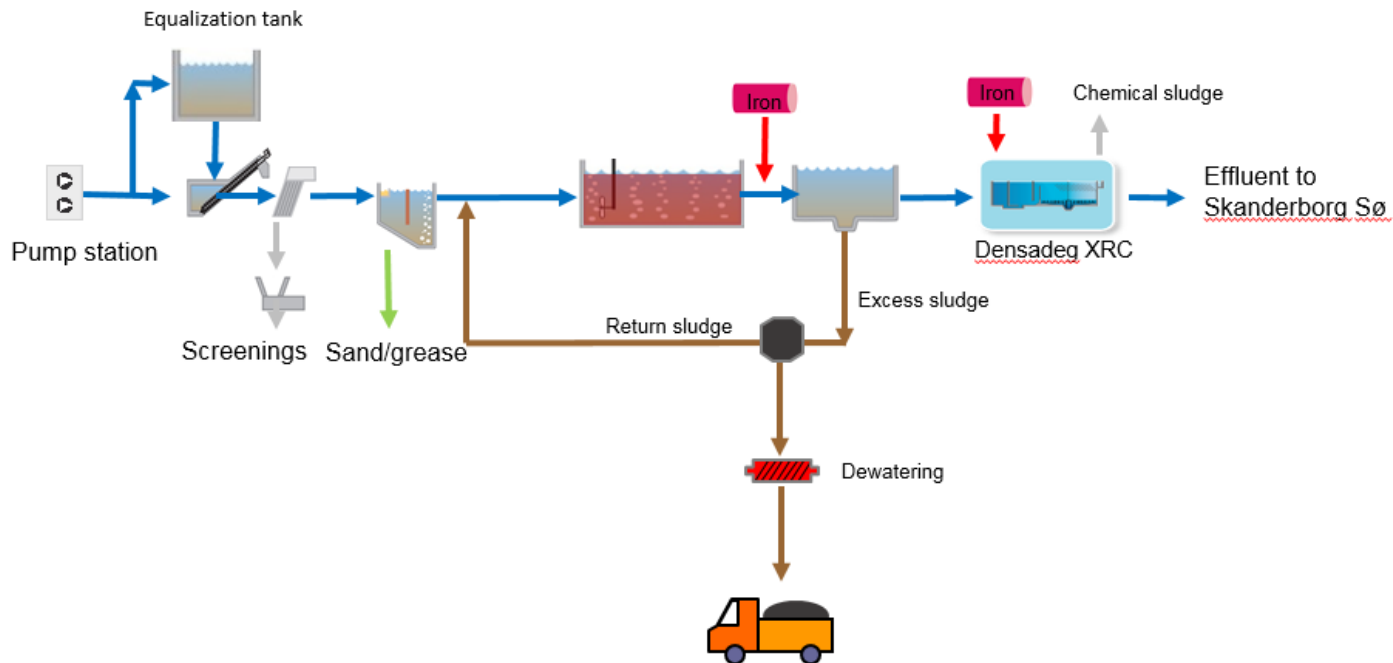
Skanderborg WWTP

Combined tertiary and CSO treatment



AQUAGLOBE
TOGETHER FOR WATER

- Hydraulic capacity: 1250 m³/hr



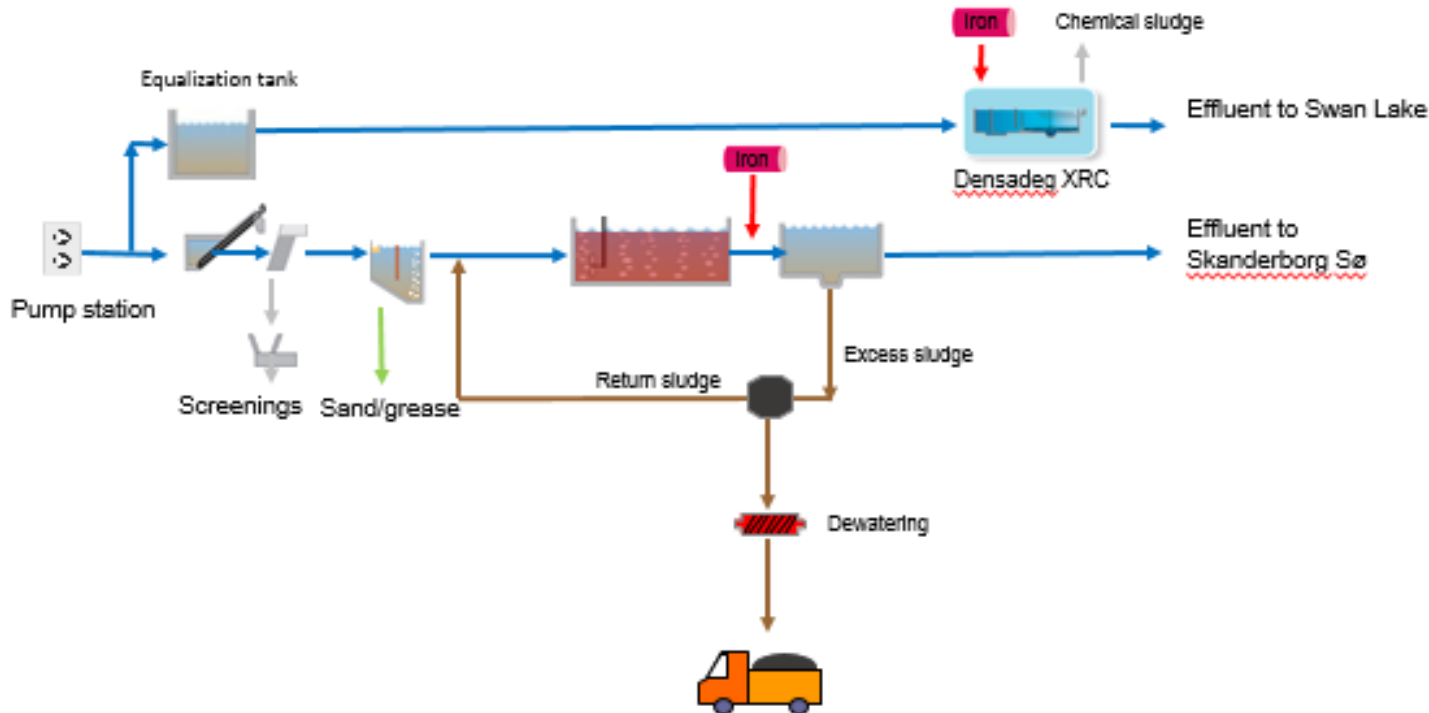
Skanderborg WWTP



AQUAGLOBE
TOGETHER FOR WATER

Combined tertiary and CSO treatment

- Hydraulic capacity main line: 1250 m³/hr
- Hydraulic capacity for CSO treatment: 1500 m³/hr



Densadeg XRC at Skanderborg WWTP



AQUAGLOBE
TOGETHER FOR WATER

Status: Construction phase

- Two lines allowing for large hydraulic variations
- Online P-analyzer on inlet and outlet for advanced control
- Performance tests in Q1 2020



Skanderborg WWTP



AQUAGLOBE
TOGETHER FOR WATER

- **Challenges addressed:**
 - **Increased hydraulic capacity of main treatment line**
 - **Optimization of tertiary P-removal by Densadeg XRC and advanced control**
 - **Treatment of CSO – reducing P-load of Swan lake by 90%**
 - **Improving overall energy efficiency by replacing old and overloaded sand filters**

- **Operational challenges to be handled:**
 - **Iron dosing required to maintain SVI of sludge (?)**
 - **Control of partial EBPR**
 - **Change between tertiary and CSO mode**

Agenda

- **Background**
- **P-consent challenge in Skanderborg**
 - The challenge: protecting the sensitive lakes of “Søhøjlandet”
 - Solution: Tertiary and CSO treatment with Densadeg XRC™
- **EBPR and P-recovery at Aarhus Water**
 - Drivers for EBPR and P-recovery (Phosphogreen™)
 - Åby case
 - Marselisborg case
- **Summary**

Phosphorus recovery at Aarhus Vand

Why?

Implementation of EBPR:

- **Reduced use of chemicals (less operational cost and CO₂-footprint)**
- **Increased the biogas production**

Challenges:

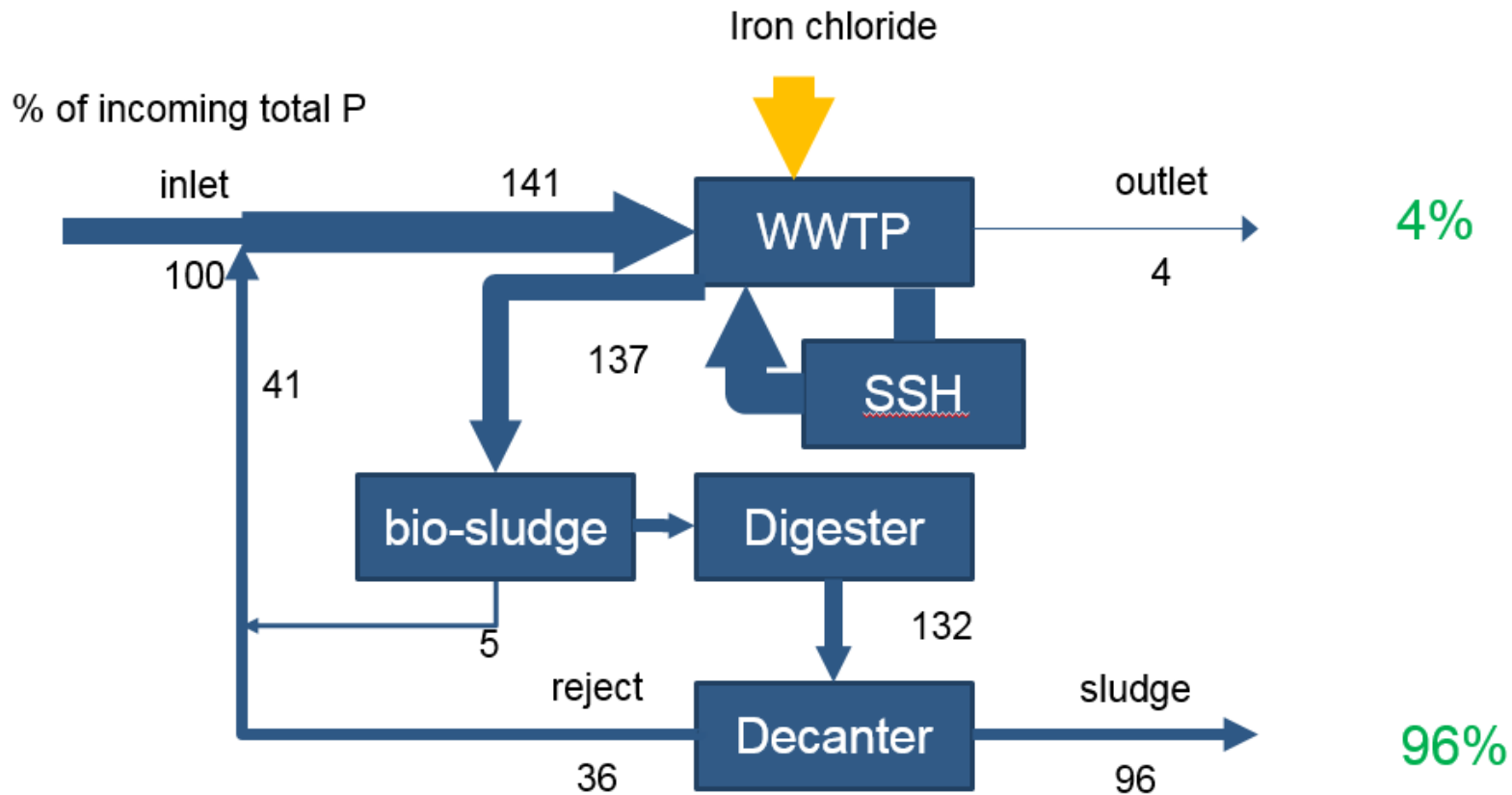
- **Actual problems with struvite scaling**
 - Ineffective pumps, pipes and heat exchangers
 - Internal loads from dewaterings liquid – reject water
- **Promote a sustainable solution for resource recovery**
- **Safe way to reuse P for fertilizer**
- **Until (if ever) there is a viable and economical solution for ash recovery of P you should use struvite to recover 30~50% of the potential**

Case 1: Åby WWTP (70,000 PE)

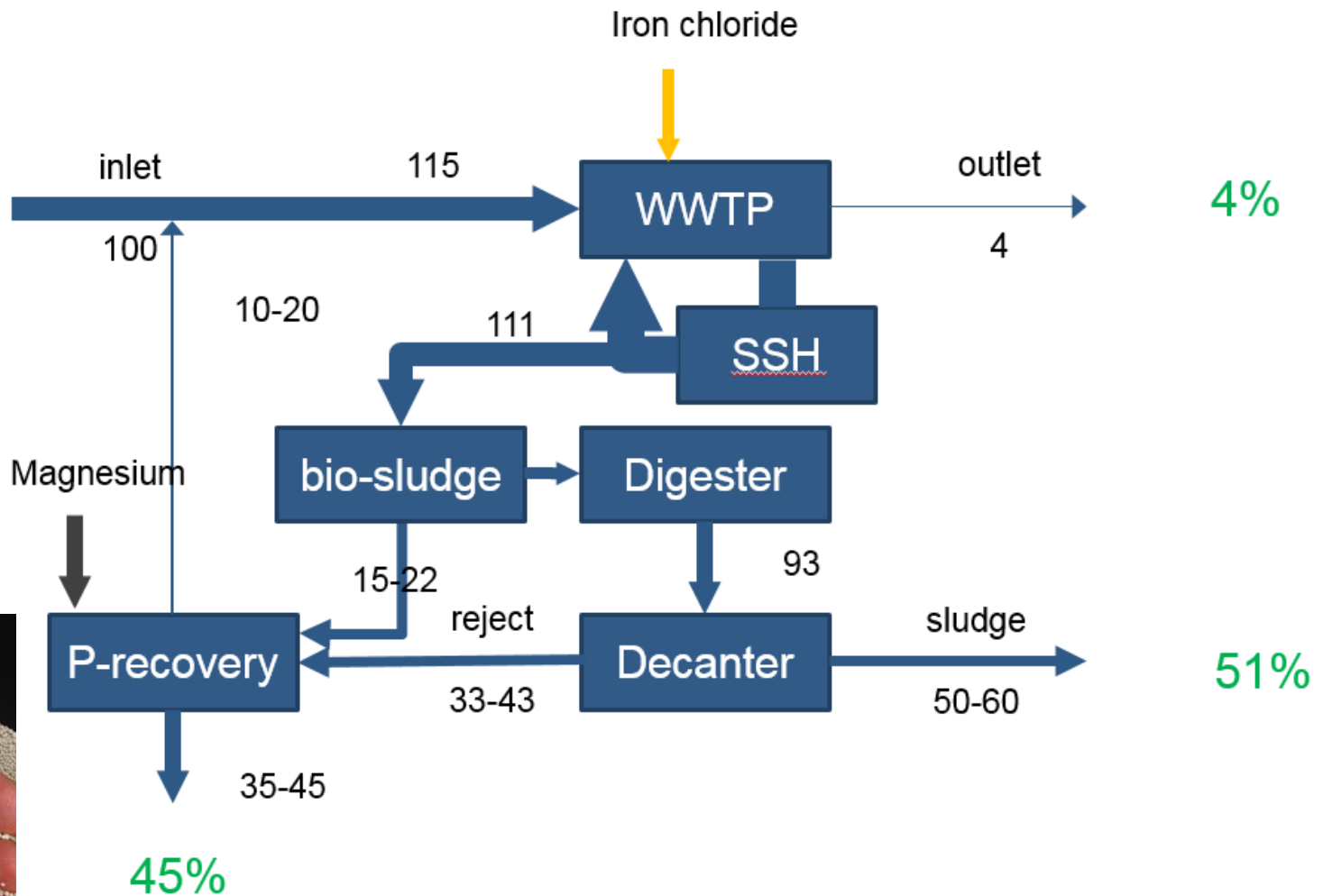
- P-recovery implemented in 2013



Åby WWTP before P-recovery



Åby WWTP with P-recovery implemented



Åby WWTP with P-recovery implemented

○ Savings obtained:

- Iron chloride – due to less internal load
- Reduced sludge production (chemical sludge)
- Reduced use of polymer for dewatering
- Electricity power for nitrification (less NH₄-N)
- More biogas (Less denitrification =>more COD to digester)
- Less taxes on P-outlet (in DK taxes on actual outlet to recipient)
- Less maintenance and repair caused by scaling
- Increased capacity of activated process tanks (not included)

Case 2: Marselisborg WWTP (220,000 PE)

Largest P-recovery plant in Nordics (Phosphogreen™)

VIDEN SPILDEVAND TEKST: INGE HALD, DANVA / FOTO: OLE HARTMANN SCHMIDT

Nordens største STRUVITANLÆG indviet på Marselisborg Renseanlæg

Aarhus Vand indviede 18. januar sit nye struvitanlæg på Marselisborg Renseanlæg. Anlægget, der forvandler spildevand til miljørigtig gødning, er en videreudvikling af det forsøgsanlæg, som blev etableret på Åby Renseanlæg i 2013.

Aarhus Vand har gennem en årrække arbejdet med at udvinde fosfor fra spildevand og var det første vandselskab i Norden, som både producerer og sælger fosfor udvundet af spildevand. På Marselisborg Renseanlæg er der nu etableret Nordens største fosfor genvindingsanlæg, som skal udvinde og omdanne fosfor fra spildevand til miljørigtig gødning. Til gavn for såvel miljø, vandselskabets økonomi og for at imødekomme den kæmpe udfordring, som dansk og europæisk fødevarerproduktion står overfor. At det er nødvendigt at genbruge den fosfor, der allerede er i kredsløb, da verden ifølge eksperter løber tør for det livsvigtige næringstof fosfor om 30 til 100 år.

OM FOSFOR OG STRUVIT

Fosfor er et grundstof og helt essentielt for opbygningen af alle levende celler.

Fosfor er en knap ressource, der udgraves fra miner i bl.a. Marokko, Kina og USA. I Sverige ses australske forsøgs mæner, at amerikanerne løber tør om 25 år, og allerede i 2008 etablerede Kina eksportrestriktioner. Fosforressourcen på verdensplan ventes at være udtømt om 30 til 100 år.

Struvit indeholder fosfor (12,6 %), magnesium (10 %) og kvælstof (6,4 %).

Struvit er godkendt som gødning til kommercielt landbrug i Danmark.

stor kapacitet som Åby-anlægget, og det bygger videre på erfaringerne herfra, fortæller Peter Balslev, der er projektleder for struvitanlægget hos Aarhus Vand.

"I det nye anlæg har vi lavet en lang række forbedringer i forhold til vores forsøgsanlæg. Vi har bl.a. automatiseret forskellige ting vedr. recirkulering og ændret systemet til at lagre struvit for at få en bedre oppejlet. I forsøgsanlægget i Åby har vi haft en lang række situationer med tilstopning af rørene," fortæller Peter Balslev.

Marselisborg anlægget har kapacitet til dagligt at producere op til 800 kg struvit indeholdende 100 kg fosfor, hvilket er dobbelt op på kapaciteten i forhold til at udnytte op til 30 % af den fosfor, der kommer ind på renseanlægget. Dette kræver dog en finjustering af de biologiske processer, som forhåbentlig kan opnås i løbet af det næste års tid.

Den maksimale årlige kapacitet på Marselisborg anlægget ligger på omkring 250 tons gødningsprodukt, men Peter Balslev forventer, at den årlige produktion i de første år vil ligge på cirka 40 tons.



Maksimal årlig kapacitet ca. 250 TONS gødningsprodukt



Struvitanlægget har potentiale til at udnytte op til 30 % af den fosfor, der kommer ind på renseanlægget.

Åbenter nye EU-regler

"Vi er endnu ikke helt sikre på det økonomiske potentiale i projektet. I løbet af det næste års tid forventer vi at optimere processerne, så vi opnår det fulde udbytte af anlægget i samspil med det almindelige renselanlæg. Der til kommer, at det europæiske marked for struvit som gødning ikke er opdykket endnu, eftersom produktet endnu ikke er godkendt som gødningsprodukt i hele EU. Vi håber, at det sker inden for det næste år," siger Peter Balslev.

Struvit er i dag godkendt som gødning i konventionel landbrug i bl.a. Danmark og Tyskland.

Mens selv om PhosphoCare produktet både er bæredygtigt og med meget mindre tungmetaller end kunstgødning og husdyrgødning, er det svært at konkurrere med de traditionelle gødningsprodukter – både hvad angår pris og efterspørgsel. Håbet er, at struvit på sigt bliver godkendt som gødning i økologisk landbrugsdrift. På det økologiske marked er interessen for det rene og recirkulerede affaldsprodukt større, og her vil der kunne opnås markant bedre priser for gødningen end i det konventionelle landbrug.

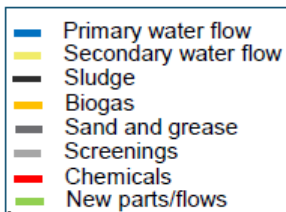
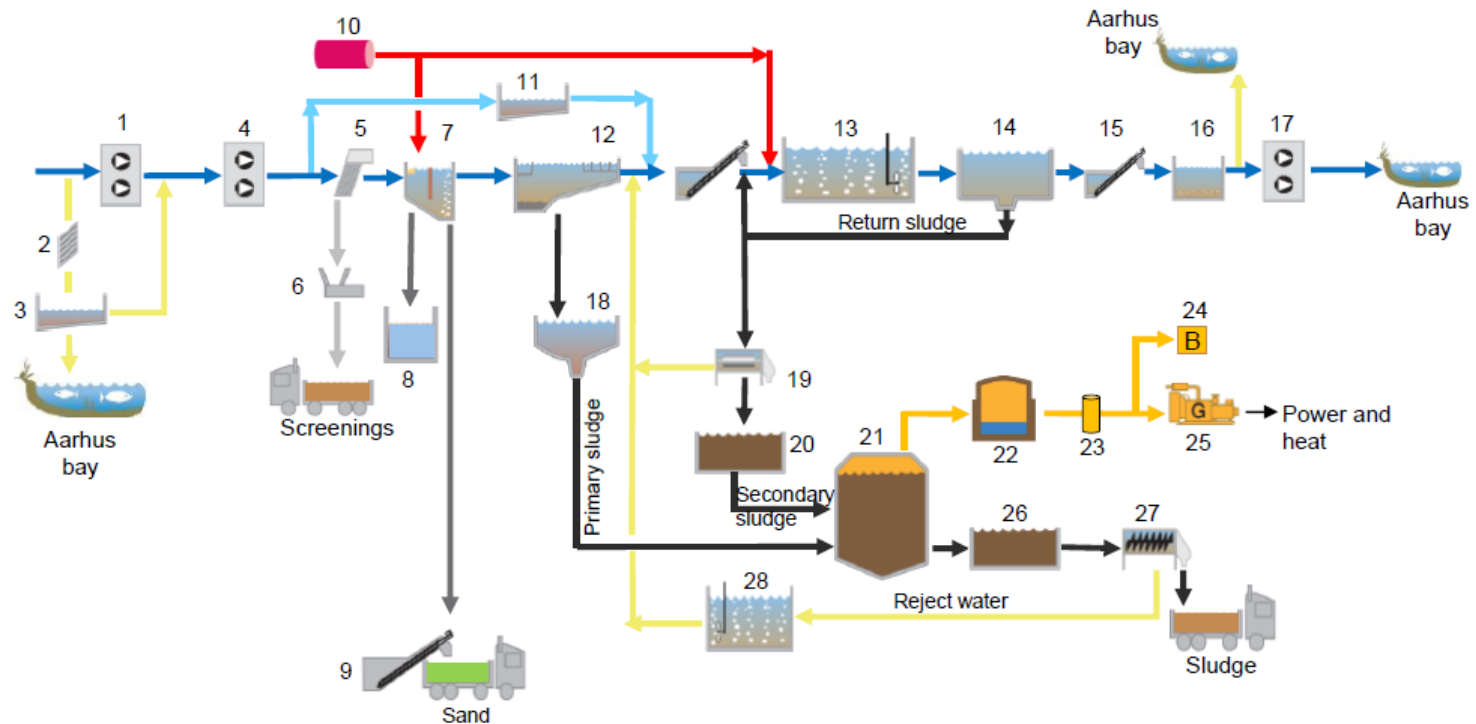
Stadig en ny teknologi

Peter Balslev har tidligere vurderet, at op mod 40 renselanlæg i Danmark har grundlag for en struvitproduktion og dermed potentiale for at opnå en miljømæssig og økonomisk gevinst.

"Vi har mærket en interesse fra andre danske renselanlæg, men det er stadig en ny teknologi, som folk er lidt afventende overfor og gerne vil se driftserfaringer på over længere tid, før de aktivt går i gang. At lave et gødningsprodukt kræver også, at man har en stabil produktion, hvilket stiller andre krav til vedligehold og drift end sædvanlig spildevandsbehandling. Men man kan eksisterende bygninger og tanke, som man kan udnytte, vil man kunne opnå en tilbagebetalingstid på seks til otte år på et struvitanlæg," siger han.

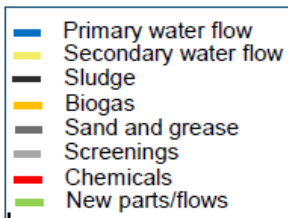
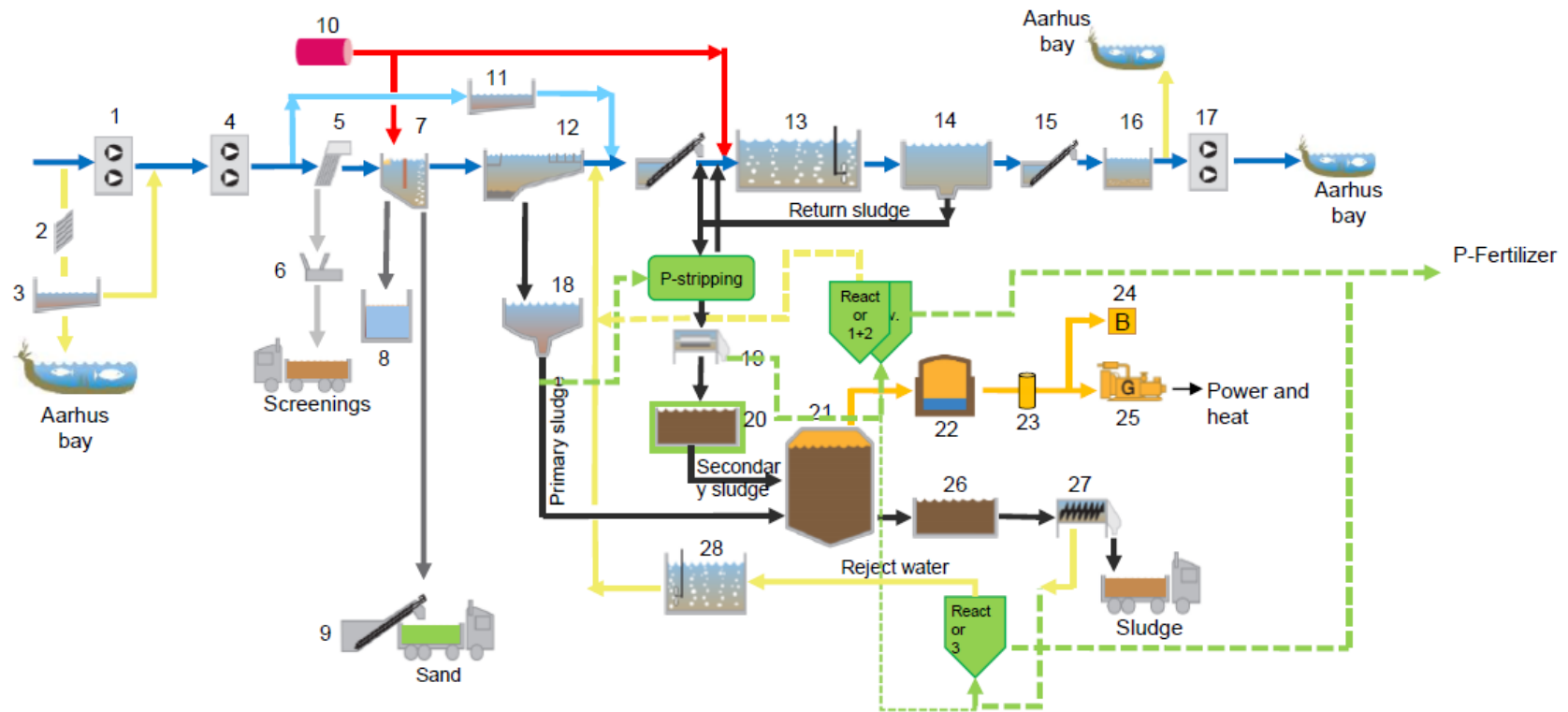
Anlægget på Marselisborg Renseanlæg, der er udviklet i et samarbejde mellem Aarhus Vand, SUEZ og Sjernholm, har kostet omkring 13 mio. kroner. SUEZ har i samarbejde med Aarhus Vand videreudviklet konceptet, der nu markedsføres under varemærket PhosphoGreen. ■

Marselisborg WWTP before P-recovery



- | | | |
|-------------------------------|--|--------------------------------------|
| 1: Catchment area pumps | 10: Chemical tank (PIX dosing) | 19: Sludge pre-dewatering |
| 2: Coarse screen | 11: Overflow tank | 20: Sludge buffer/thickeners tanks |
| 3: Overflow basin | 12: Primary clarifiers | 21: Anaerobic digesters |
| 4: Inlet pumping station | 13: Biological tanks (Nitrification/denitrification) | 22: Gas storage tank |
| 5: Inlet screen | 14: Secondary clarifiers | 23: Gas treatment (activated carbon) |
| 6: Screening press | 15: Intermediate pumping station | 24: Gas boiler (standby) |
| 7: Grit chamber & grease trap | 16: Sand filters | 25: Gas motors |
| 8: Grease tank | 17: Outlet pumping station | 26: Homogenizing/storage tanks |
| 9: Sand washer plant | 18: Sludge thickeners | 27: Final sludge dewatering |
| | | 28: DEMON® Anammox side-stream |

Marselisborg WWTP with P-recovery implemented



- | | | |
|-------------------------------|--|--------------------------------------|
| 1: Catchment area pumps | 10: Chemical tank (PIX dosing) | 19: Sludge pre-dewatering |
| 2: Coarse screen | 11: Overflow tank | 20: Sludge buffer/thickeners tanks |
| 3: Overflow basin | 12: Primary clarifiers | 21: Anaerobic digesters |
| 4: Inlet pumping station | 13: Biological tanks (Nitrification/denitrification) | 22: Gas storage tank |
| 5: Inlet screen | 14: Secondary clarifiers | 23: Gas treatment (activated carbon) |
| 6: Screening press | 15: Intermediate pumping station | 24: Gas boiler (standby) |
| 7: Grit chamber & grease trap | 16: Sand filters | 25: Gas motors |
| 8: Grease tank | 17: Outlet pumping station | 26: Homogenizing/storage tanks |
| 9: Sand washer plant | 18: Sludge thickeners | 27: Final sludge dewatering |
| | | 28: DEMON® Anammox side-stream |

aarhusvand

Agenda

- **Background**
- **P-consent challenge in Skanderborg**
 - The challenge: protecting the sensitive lakes of “Søhøjlandet”
 - Solution: Tertiary and CSO treatment with Densadeg XRC™
- **EBPR and P-recovery at Aarhus Water**
 - Drivers for EBPR and P-recovery (Phosphogreen™)
 - Åby case
 - Marselisborg case
- **Summary**

Summary

- **Addressing stormwaters and urbanization in Skanderborg**
 - **Densadeg XRC™** being installed for combined tertiary and CSO treatment
 - **Solution will increase plant capacity and reduce P-discharge from CSOs by 90%**
 - **Overall plant energy efficiency to be improved by replacing sand filters**
 - **Challenge: balance between tertiary and upstream iron dosing (SVI)**

- **Addressing urbanization and P-recovery in Aarhus**
 - **P-recovery (Phosphogreen™) implemented to lower OPEX**
 - **Significant savings obtained at Åby WWTP**
 - **Challenges with limits for EBPR and need of iron dosing at Marselisborg WWTP**

Thomas Vistisen Bugge, Ph.D.,

**SUEZ Denmark
thomas.bugge@suez.com**

