

OPI-projektet

Pilotspildevandsrensningsanlæg

Herlev Hospital

Netværksdage 2015.09.01/2015.09.02

Jess Krarup, Herlev Hospital

Pilotrenseanlæg Herlev Hospital

- Hospitalsspildevand indeholder en kompleks blanding af miljøfarlige lægemiddelstoffer og sundhedsskadelige patogener
- Offentlige renseanlæg kan ikke fjerne disse i tilstrækkelig grad. Myndighederne erkender sidst i 00'erne at det er et problem at disse stoffer i så stor mængde bliver ført ud i vandmiljøet med deraf følgende risiko for påvirkning af planter og dyr.



- **Hvorfor rense spildevandet på et hospital**
- Miljøminister Karen Ellemann opfordrer i brev til kommunerne 16. maj 2011 at kommuner med hospitaler skal have fokus på lægemiddelstofferne i hospitalsspildevandet for at undgå uønskede effekter i vandmiljøet.
- Herlev kommune varsler 30. juni 2011 i brev til Herlev Hospital, at man vil iværksætte en revision af hospitalets tilslutningstilladelse efter reglerne i Miljøbeskyttelseslovens §30. Revisionen er planlagt til perioden fra efteråret 2011 til efteråret 2012.
- Miljøbeskyttelseslovens § 30: Hvis et spildevandsanlæg ikke fungerer miljømæssigt forsvarligt, herunder ikke opfylder eller tilgodeser de krav, der er fastsat efter § 28 og § 29, samt forudsætninger fastsat efter § 32, stk. 5, kan tilsynsmyndigheden påbyde, at der foretages den nødvendige forbedring eller fornyelse af anlægget. Tilsynsmyndigheden kan endvidere ændre vilkår fastsat i en tilladelse efter § 28, hvis de tidligere fastsatte vilkår må anses for utilstrækkelige eller uhensigtsmæssige.

- **Krav til teknologi**
- Teknologien skal færdigudvikles og **BAT (Best Available Technology)** mangler at blive defineret, førend kommunerne kan definere kravene
- DHI og Grundfos BioBooster A/S har i 2010-11 korttidstestet innovative teknologier i pilot- og laboratorieskala i samarbejde med bl.a. Rigshospitalet, Hvidovre Hospital, Lynettefællesskabet og Naturstyrelsen. Projektet pegede på, at spildevandet kan renses kosteffektivt med en membran bioreaktor (MBR) som forrensning efterfulgt af ozon eller aktivt kul.

- **Hvorfor netop Herlev Hospital?**
- De tekniske forudsætninger er optimale, idet spildevandet er separeret fra regnvandet, og samtidigt udledes alt spildevand gennem den samme rørledning. Det vil sige at der kun i meget begrænset omfang skal gennemføres omlægning af rørsystemer. På det sted hvor spildevandet samlet ledes til det offentlige system forefindes en ideel mulighed for at placere selve bygværket.
- Hospitalet har en række specialer som er særligt belastende med hensyn til udledning af miljøkritisk spildevand:
 - Kræftbehandling
 - Stråleterapi
 - Kirurgi
 - Fertilitetsbehandling
 - mv.
- Vi bruger ca. 900 forskellige lægemiddelstoffer

Pilotrenseanlæg Herlev Hospital
Lægemidler – overskridelse af effektgrænser
Kilde: DHI

	Spildevandskonc. [ng/l]	Grænseværdi (AMK) [ng/l]	Mest følsomme art
Ciprofloxacin	23.800	340	
Clarithromycin	7.800	95	
Diclofenac	950	130	
Sulfamethoxazol	8.400	310	

Faktor 7-80 overskridelser af
grænseværdier

Resistente bakterier

Kilde: DHI

- Højt antibiotikaforbrug + forekomst af resistente bakterier blandt patienter, f. eks. MRSA
- Sygehus erhvervede infektioner
- I spildevandet er der fundet:
 - multiresistente *E. coli* og coliform
 - vancomycin-resistente enterokokker



Resistente overfor de kritiske fire:

Ciprofloxacin

Cefuroxim

Gentamicin

Meropenem



- **Herlev Hospitals målsætninger**
- Vi ønsker at etablere et rensningsanlæg for at kunne opfylde kommende krav fra Herlev kommune
- Vi ønsker at gå forrest med etablering af det første anlæg i Danmark, hvor teknologien kan færdigudvikles og dokumenteres, så vi efterfølgende kan overtage ejerskabet, og andre hospitaler og myndigheder kan drage nytte af udviklingen heraf. Vi ønsker anlægget udført i fuld skala.

- **Grundfos BioBoosters målsætninger**
- Grundfos BioBooster ønsker som teknologileverandør at etablere et pilotrenseanlæg, hvor test under fuld skala og med rigtigt hospitalsspildevand kan lukke udviklingsgab, så teknologien kan siges at være fuldt udviklet og kommercielt salg kan begynde.
- Grundfos BioBooster ønsker at udvikle et kompakt og modulær renseteknologi produkt, der kapacitetsmæssigt m.m. passer godt til sygehusene.
- Grundfos BioBooster ønsker endvidere en "site", hvor værdien af det rensede vand kan demonstreres, enten via udledning direkte til en recipient, som teknisk vand på stedet eller til rekreative formål.

Pilotrenseanlæg Herlev Hospital

- Overordnede mål for projektet
- Demonstration af sammenhæng imellem renseeffektivitet og økonomi, så myndighederne får mulighed for at definere BAT og dermed også stille udledningskrav til hospitalerne.
- Herlev Hospital har brug for et renseanlæg, der kan møde de af kommunen p.t. ukendte udledningskrav – så vi kan opnå en udledningstilladelse, og så vi kan drive hospitalet inden for lovens rammer.
- Demonstrere en komplet løsning, herunder at:
 - luftemissionerne er fri for lugtgener og sundhedsfare
 - bi-produkterne kan bortskaffes miljøforsvarligt
 - spildevandet er så rent, at det kan udledes direkte eller genbruges
 - decentral rensning er økonomisk bæredygtigt i sig selv

- **Dimensioneringsforudsætninger**
 - Nuværende spildevandsmængde 150.000 m³ pr år
 - Fremtidig spildevandsmængde 190.000 m³ pr år
 - Herlev hospital udleder gennemsnitligt 380 m³ spildevand pr. dag
 - Rensningsanlæggets kapacitet svarer til en provinsby på knap 3.500 indbyggere

Pilotrenseanlæg Herlev Hospital

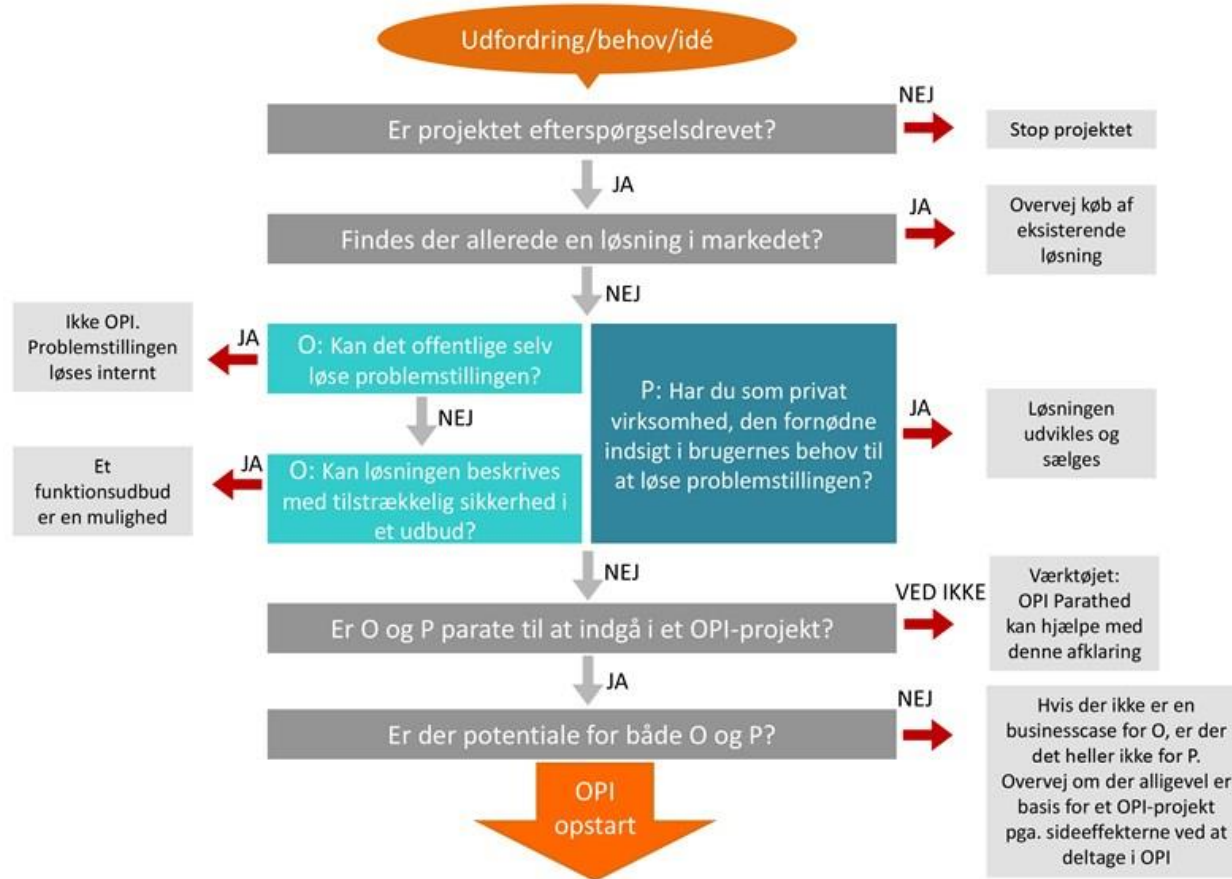
- OPI
- Hvad?
 - Offentlig privat innovationssamarbejde.
 - Offentlige parter kan tilbyde adgang til behov, evaluering og test
 - Private virksomheder kan tilbyde tekniske kompetencer og udvikling af nye produkter eller services.
- Hvorfor?
 - Behov for innovation og bedre teknologi

Pilotrenseanlæg Herlev Hospital

- 2 modeller for OPI
- 1. Udvikling
- Her vedrører OPI-samarbejdet alene idé- og udviklingsfasen, medens efterfølgende projekt/leverancefaser gennemføres uden om OPI-samarbejdet. Normalt muligt uden udbud
- 2. Udvikling og leverance
- Her omfatter OPI-samarbejdet både idé, udvikling og leverance. Kræver udbud når samarbejdet overstiger tærskelværdierne

Pilotrenseanlæg Herlev Hospital

Er OPI en mulighed?



OPI-projektet pilotrenseanlægget Herlev Hospital

Samarbejdspartnere og finansiering:

Herlev Hospital

Grundfos BioBooster A/S (MBR + projektholder)

DHI (dokumentation, test og analyser)

Ultraaqua (ozon, aktiv kul, UV)

Neutralox Umwelttechnik GmbH (luftrensning)

Medfinansierende:

Markedsmodningsfonden

Region Hovedstaden

Herlev kommune

Københavns kommune

Biofos I/S



Pilotrenseanlæg Herlev Hospital

Bilag 3 - BUDGETTET

	Fornyelsesfonden Støtteberettiget budget	Ekstra budget Ikke støtteberettiget	Totalbudget Grundfos	Totalbudget OPI projekt
	tkr	tkr	tkr	tkr
Finansieringsbudget				
Herlev Hospital - bygge og anlægsarbejder for pilotrenseanlæg	0	0	0	8.400
Herlev Hospital - Grundfos aftale	1800	14.800	16.600	16.600
DHI	2593	-2.093	500	500
Grundfos	4.949	1.286	6.235	6.235
Lesni	529	-259	270	270
Ultraaqua	1450	-931	519	519
Lynettefællesskabet		550	550	550
Region Hovedstaden-koncern økonomi - offentlig støtte	600		600	600
Herlev og Københavns kommuner - offentlig støtte	550		550	550
Fornyelsesfonden - offentlig støtte	8645		8.645	8.645
Finansiering i alt	21.116	13.353	34.469	42.869
Omkostningsbudget				
	tkr	tkr	tkr	tkr
Bygge og anlægsarbejder for pilotrenseanlæg	0	0	0	8.400
Pilotrenseanlæg	7.400	11.100	18.500	18.500
Driftsudgifter og drift af anlæg år 1	2.000		2.000	2.000
Driftsudgifter og drift af anlæg år 2	1.600		1.600	1.600
Forundersøgelser	840	369	1.209	1.209
Test og tilpasning på pilotrenseanlægget	4.829	533	5.361	5.361
Udvikling af koncept til kontrol og sikring af performance	2.107	328	2.435	2.435
Miljø og sundhedsvurderinger	762	410	1.172	1.172
Dokumentation og vidensdeling	1.114	410	1.524	1.524
Integration	463	205	668	668
Omkostninger i alt	21.116	13.353	34.469	42.869

Pilotrenseanlæg Herlev Hospital

- **Udbud / kontraktudformning for Herlev Hospital**
- Generelt krav om udbud
- Undtagelsesbestemmelse for forsknings- og udviklingsrelaterede jf. udbudsdirektivets artikel 16, litra f. , der tolkes indskrænkende.
- Væsentligt at der er tale om en tjenesteydelseskontrakt omkring forskning og udvikling og at resultaterne heraf ikke kun tilfalder Herlev Hospital (de immaterielle rettigheder tilfalder Grundfos BioBooster A/S med partnere)
- Aftalen omhandler kun de elementer, som juristerne har vurderet kan falde ind under undtagelsesreglerne (nødvendig sammenhæng)
- Husk profylaksebekendtgørelse – fjerner risiko for sanktioner.

• Rettigheder

- Grundfos BioBooster A/S med partnere får evt. immaterielle rettigheder, der måtte komme ud af projektet.
- Region Hovedstaden opnår brugsretten, og kan bruge disse i forbindelse med fremtidige udbud, så alle leverandører stilles lige. Herved er Region Hovedstaden ikke begrænset til én leverandør og Grundfos BioBooster A/S udelukkes ikke fra at byde p.g.a. fortrinsstilling.

Pilotrenseanlæg Herlev Hospital

Succes eller fiasko

Innovation og udvikling medfører altid en risiko for at det går galt, men også en chance for at det går godt.

Håndtering af risiko

- Region Hovedstaden stiller reel risikovillig kapital til rådighed for projektets gennemførelse – dvs. ikke en traditionel leveranceaftale.
- Finansiering fra andre kilder, her bl.a. Markedsmodningsfonden, reducerer risikoen i projektet for begge parter og er med til at gøre det attraktivt for Regionen at tage risikoen.

Håndtering af en succes

- Risikokapital og IP rettigheder har en pris. Region Hovedstaden kompenseres med et mindre beløb per solgt anlæg.
- Kompensationen er begrænset i tid og penge, så konsekvenserne kan overskues for den private part
- Bliver det en succes, får Region Hovedstaden løst problemet (billigere p.g.a. tilskud) og får også noget ind igen for sin risikokapital, som kan bruges andre steder.

• Erfaringer fra projektet

- Stor interesse fra politisk side i at indgå et OPI samarbejde – adresserer et erkendt problem/behov.
- Meget hurtig politisk reaktion og brugen af de nødvendige ressourcer (juridisk m.m.) for at komme i gang.
- Ønske og vilje fra begge sider i at udbrede kendskabet til projektet og løsningen til andre.
- Søg al den økonomisk støtte du kan. Fra f.eks. Markedsmodningsfonden – det er med til at reducere risikoen for alle i projektet og dermed gøre risikoen mere acceptabel.
- Udvælg dine partnere med omhu, og sæt det rigtige hold, det øger succesraten.
- Få nogle dygtige jurister med ind hurtigt, så aftalen bliver skruet rigtigt sammen, og det sikres, at den private partner ikke bliver forhindret i at deltage i fremtidige udbud.
- Sørg for at få håndteret Immaterielle rettigheder og få disse placeret rigtigt hos den der bedst kan kommercialisere disse (hos den private part) og erkend, at dette har en pris for den private part.
- **Vigtigst af alt, få skruet aftalen sammen, så projektets mulige succes gør det attraktivt for begge parter at løbe risikoen.**

- Nyttige OPI-links:
- <http://www.opiguide.dk>
- [http://www.regionh.dk/NR/rdonlyres/8EC6DB9E-12C0-4F17-BA9C-9E7960396590/0/OPI vejledning.pdf](http://www.regionh.dk/NR/rdonlyres/8EC6DB9E-12C0-4F17-BA9C-9E7960396590/0/OPI_vejledning.pdf)

Pilotrenseanlæg Herlev Hospital Vision



Pilotrenseanlæg Herlev Hospital Virkelighed



Pilotrenseanlæg Herlev Hospital Forrensning



Pilotrenseanlæg Herlev Hospital MBR-del

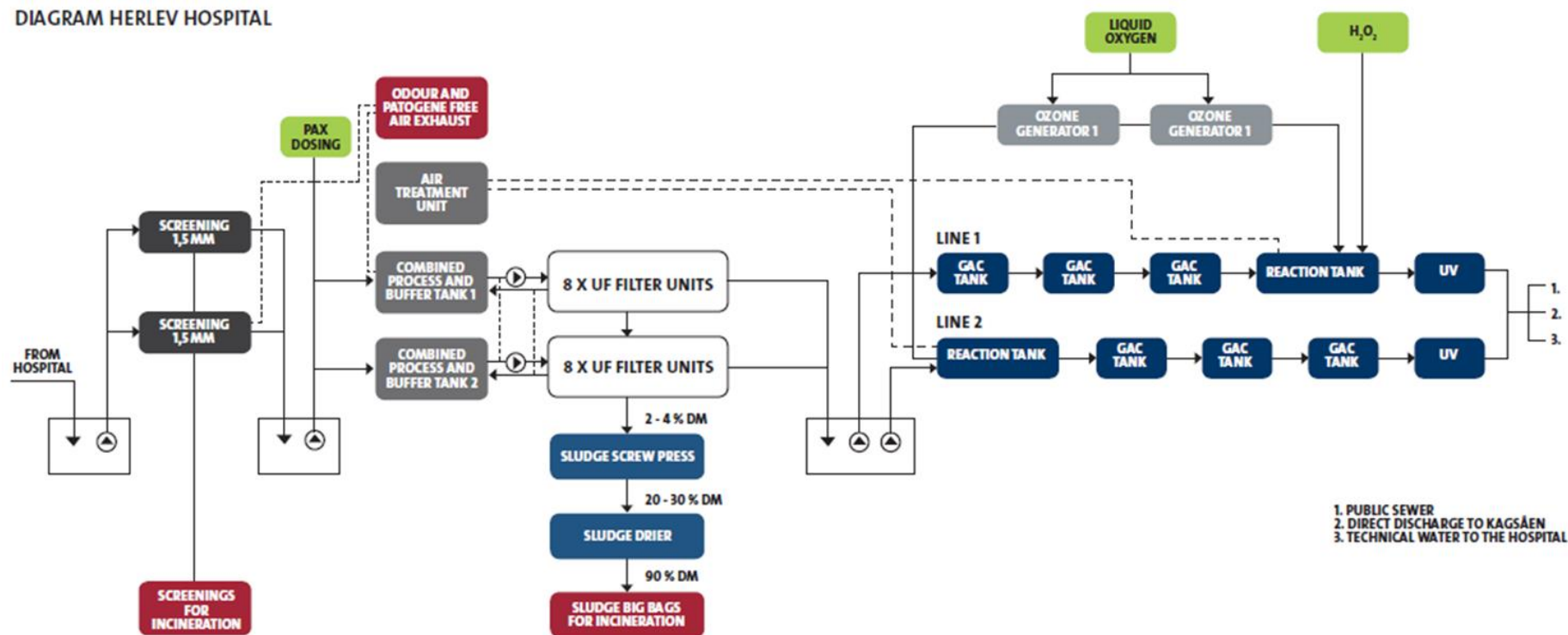


Pilotrenseanlæg Herlev Hospital Efterbehandling



Pilotrenseanlæg Herlev Hospital

DIAGRAM HERLEV HOSPITAL



Pilotrenseanlæg Herlev Hospital

- God adgang service
- Hurtig montage
- Online sensor for GAC break-through

Efterpoleringslinier

1. GAC + Ozon
2. GAC + Ozon

Keramisk membranfiltrering



Pose/bag for udskilt slam
Til forbrænding ca.
hver anden uge

Procestanke

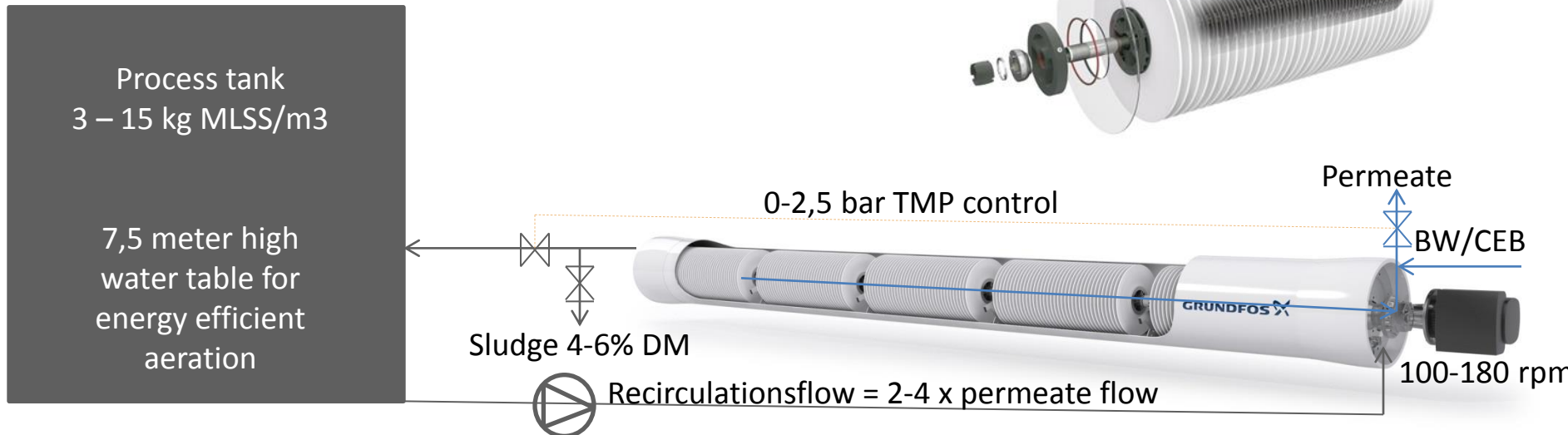
Slamtørring til
80% tørstof

Luftbehandling for
Fjernelse af lugte og patogener
ved hjælp af Photoionisering
(UV+GAC)

Grundfos Membrane Filtration Unit (MFU)

Rotating Ceramic membrane discs with high peak flow capacities up to 65 m³/day/MFU.

- 200 nm pore size for bacteria free effluent
- Ceramic membranes with up to 2,5 bar TMP working range, gives high flow flexibility up to 80 l/mh.
- AlO₂ Ceramic membranes with high chemical resistance – no need for membrane replacement
- Safe and reliable fouling elimination based on rotating membrane discs
 - Enables the MFU to pre-dewater excess sludge to 4-6% DM without using polymers.
 - Enables more biological processes in one tank (aerobic, anaerobic, anoxic) (as no air used)
- **O**perator **i**ndependent **i**ntelligent **o**peration **a**lgorithm ensures optimal operation with less operator involvement.



Konklusioner – ca. 4 måneder før afslutning af testperioden

- Renseanlægget kan effektivt fjerne lægemiddelstoffer, gifteffekter og bakterier
- Aktivt kul-filtre er det mest effektive rensetrin i forhold til fjernelse af lægemiddelstoffer
- Endnu ikke endeligt afklaret, hvor lang holdbarhed kul-filtrene har – har betydning i forhold til driftsøkonomien
- Projektet udvikler en online overvågning, som kan afsløre eventuelle driftsproblemer og tid til skift af filtre
- Indhold af faststof i spildevandet (klude, håndklæder m.v.) har givet driftsstop. Er siden blevet imødegået ved etablering af ny brønd med macerator.
- <http://youtu.be/A77VKQCBPrM>

Renseresultater

Almindelige spildevandsparametre

COD	13 mg/l
N-tot	2,5 mg/l
P-tot	<0,5 mg/l



Parametre	Råt urensset spildevand Herlev	Renset spildevand
Giftige og svært-bionedbrydelige antibiotika (ciprofloxacin, clarithromycin og sulfamethoxazol) og smertestillende midler (diclofenac)	Faktor 10-160 overskridelse af effektgrænser for organismer i vandmiljøet	Ingen overskridelser af effektgrænser for organismer i vandmiljøet
Kontrastmidler (fx iomeprol)	Høj koncentration (2,5-7 mg/l)	99 % fjernelse
Antibiotikaresistente bakterier	Høj forekomst af multiresistente bakterier	Ingen fækale eller multiresistente bakterier
Fiskeyngel (zebrafisk)	100 % mortalitet (død) indenfor 96 timer	0 % mortalitet (død) indenfor 96 timer
Krebsdyr (daphnier)	Ingen afkom (alle forsøgsdyr døde)	Afkom overlever som i rent-vands kontrollen
Hormonforstyrrende effekter	Østrogen effekt	Ingen østrogen effekt

- Næste skridt

- Færdiggøre testperiode (specielt GAC udskiftningsintervallerne) og dokumentere den optimale konfiguration samt omkostningsprofil
- Søge tilladelse til at igangsætte og demonstrere genbrug af det rensede spildevand på hospitalet
- Søge tilladelse til direkte udledning til Kagsåen

- Økonomioverslag

Drift (el, kemi, driftspersonale, bi-produkter)	8 kr./m ³ .
---	------------------------

Renseanlæg, afskrevet over 30 år, udgør	6 kr./m ³ .
---	------------------------

Anlæg af ledning til Kagsåen (regn+spildevand), afskrevet over 30 år, udgør	<u>2 kr./m³</u>
---	----------------------------

I alt	16 kr./m ³
-------	-----------------------

- Forventet besparelse ca. 40 % ift. udledning til kommunal kloak a 25,50 kr./m³