

Mermis

**Miljø og Energieffektiv
Rensing af Miljøfremmende
Stoffer i Særligt belastet
industripildevand**

Christina Sund Krüger A/S

"Mermis Projekt 1" Partners



*Projektet finansieret af Miljøministeriets
program for Miljøteknologisk Udviklings og
demonstrationsprogram*

KRÜGER  **VEOLIA**

**TEKNOLOGISK
INSTITUT**

 *Aarhus Universitetshospital*
Teknisk Afdeling

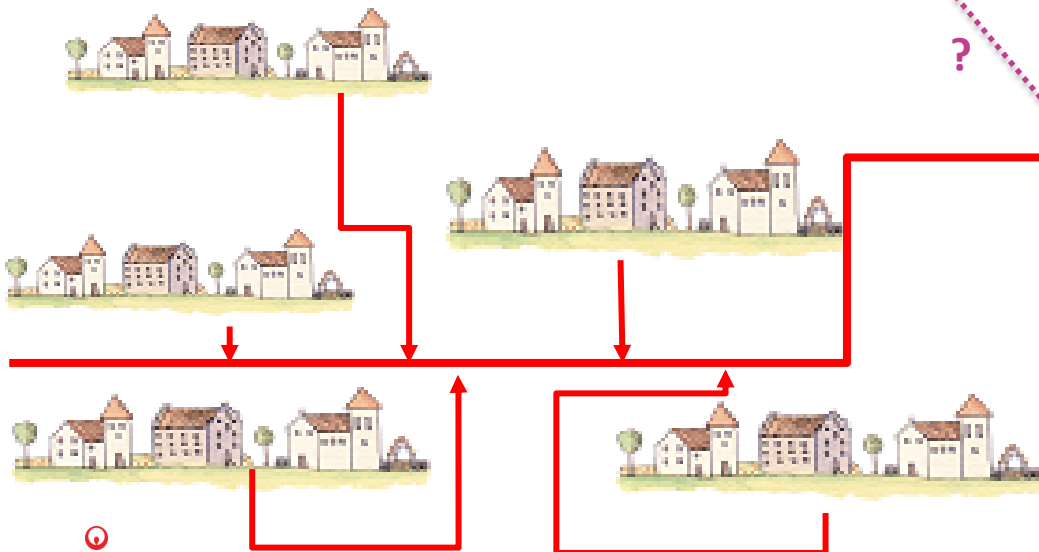
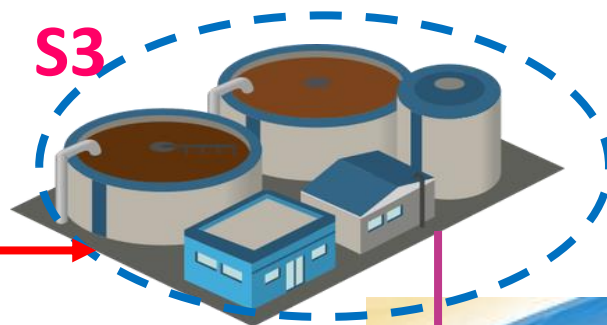
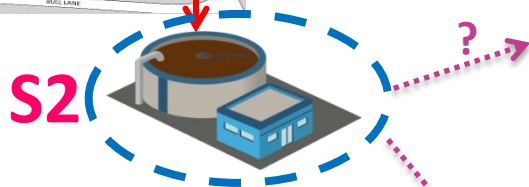
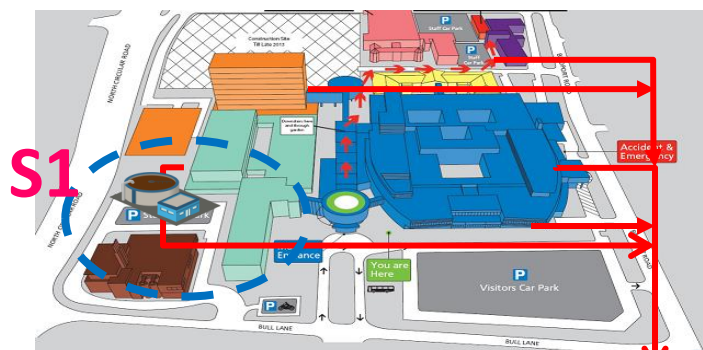
DTU


Samlet budget Fase 1: 4,6 millioner
Projekt periode: 1 jan 2013 – Juli 2014

Problemstilling: Hvor vil det være mest hensigtsmæssig at rense?

Placering af spildevandsrensning for lægemiddelstoffer på hospitalet

- S1 Delstrøms rensning- onkologisk afdeling
- S2 Total rensning af alt spildevand fra hospitalet
- S3 Efterpolering af udløbsvand fra renselanlæg



Hvorfra kommer belastningen?

Udsagn: 95% af konsumtion af lægemidler sker udenfor sygehusene

Hvordan ser spildevandsbelastningen ud fra nogle af vore sygehuse (estimat):

		Aalborg Sygehus	Skejby Sygehus	Rigs- hospitalet	Glostrup Hospital
Medarbejdere	Antal	3.000	3.000	8.000	2.500
	estimat Antal/skift	1.000	1.000	2.600	900
Sengepladser	Antal	750	350	1.100	350
Ambulente behandlinger	Antal/år	600.000	260.000	770.000	250.000
Estimeret spildevandsbelastning	pe	2.000	1.500	3.700	1.300
Noter: Ambulente patienters belastning beregnet: 2 h/besøg; 5 d/uge ; 10 h/d;					

Vi valgte at fokusere på strømme fra hospitalet hvor de mest "aggressive" behandlinger foregår

- Spildevand fra hospitaler er overvejende alm. sanitær spildevand
- De mest problematiske lægemidler kommer fra enkelte afdelinger
 - *Kræft afdeling (cytostatika, smertestillende medicin, antibiotika)*
 - *Infektionsmedicinsk afdeling (antibiotika, smertestillende)*
 - *Billeddiagnostisk afdeling (kontrastmidler)*
 - *Intern medicin (hjertemedicin, smertestillende)*
 - *Psykiatriske afdelinger (antipsykotika, etc.)*
- Projekt "Miljø og energieffektiv rensning af miljøfremmede stoffer fra særlig belastet spildevand": ***Effektiv fjernelse af lægemidler fra hospitalsspildevand med minimale omkostninger- delstrømsrensning***
- Udvikling af renskoncept med både biologisk og kemisk oxidation
- Med denne filosofi skal ca. 25% af spildevandet fra DNU behandles

Projekt kom derfor at fokusere på:

- Delstrømsrensning på onkologisk afdeling - det mest vanskelige spildevand

Valg af teknologi

Hvad vi fokuserede på:

- Effektiv biologiske behandling med et lavt energiforbrug
- Maksimal COD omsætning (min rest af DOC)
- Maksimal fjernelse af miljøfremmede stoffer i den biologiske proces
Og derved
- Optimeret kemiske efterpolering med ozon (30 % mindre oxidationsmiddel).
- Stabil drift
- Et omkostningsbevist procesvalg (drifts og etableringsomkostninger)

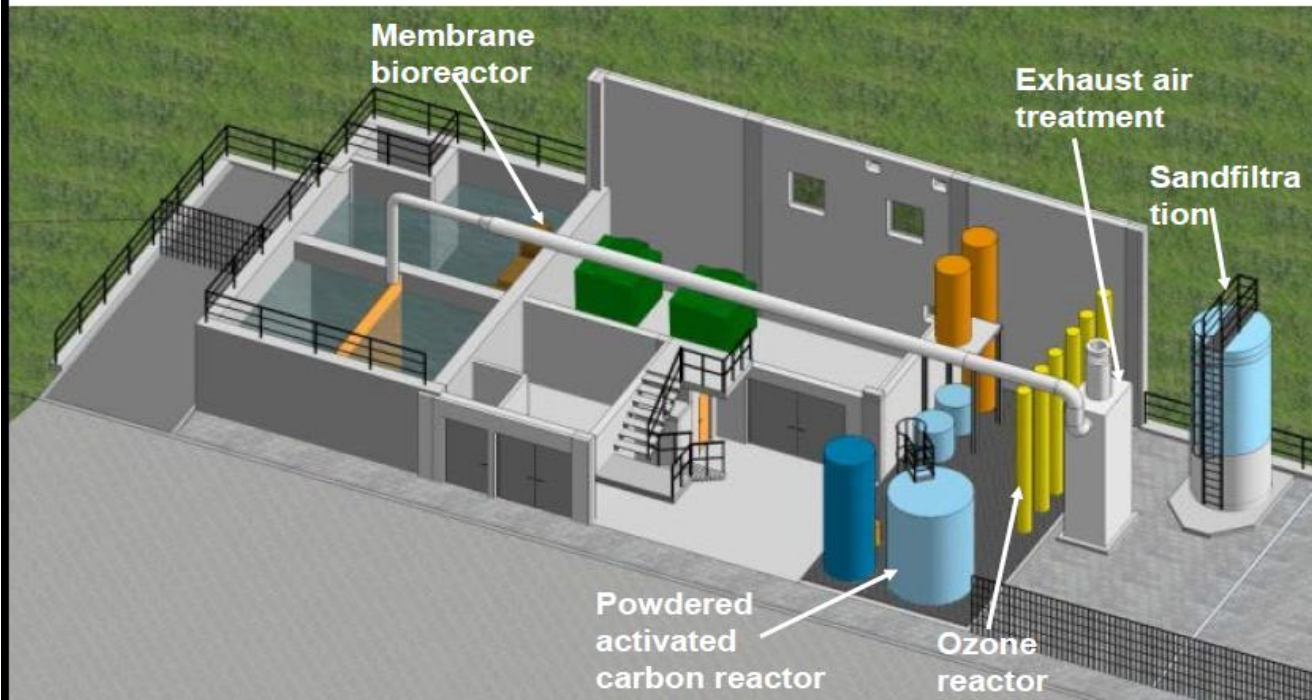
Valget stod mellem:

- ❖ Aktiv slam processer , Traditionel eller MBR
- ❖ Biofilm processer

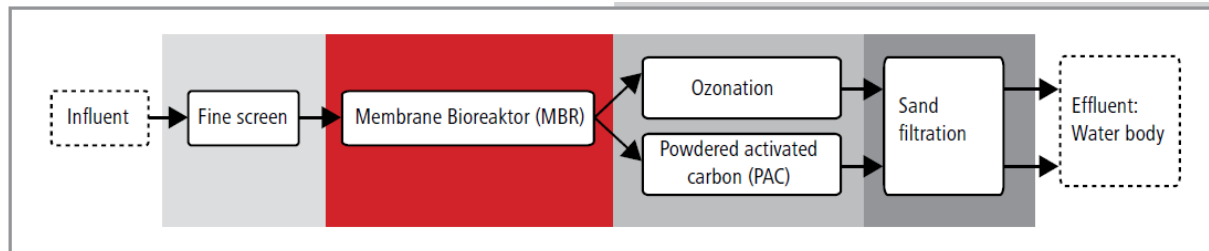
Aktiv slam / MBR

Decentralized hospital waste water treatment plant at Marienhospital Gelsenkirchen

EMSCHER-LIPPE
GENOSSENSCHAFT EGLV.de VERBAND



- Etableret April 2011
- Flow 200 m³/d
- COD 1900 mg/l
- Flat sheet membraner



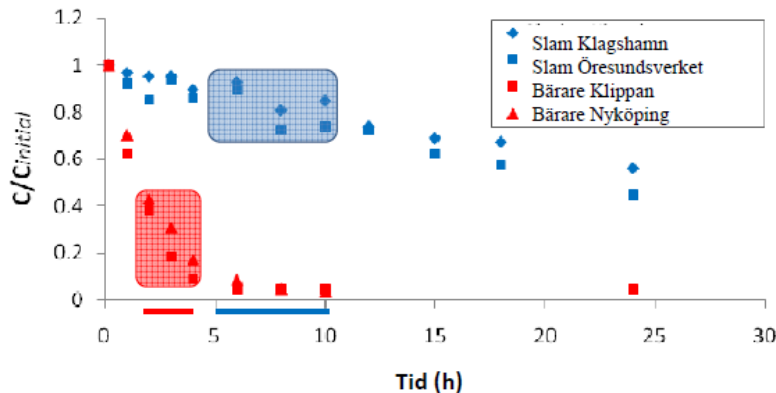
Läkemedelsrening med biofilmsbärare och aktivt slam

Per Falås, Aude Baillon-Dhumez, Henrik R. Andersen, Anna Ledin, Jes la Cour Jansen

- Forsøg udført af Per Falås Lunds Uni. 2012-2013
- Effekt af Biofilm i det biologiske anlæg

Observerad reduktion

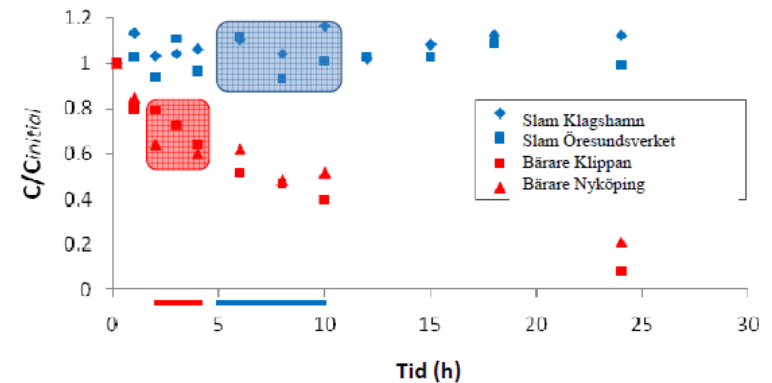
Gemfibrozil



	Slam Klagshamn	Slam Öresundsverket	Bärare Klippan	Bärare Nyköping 2
Biomassa (g/L)	2.4	4.7	7.1	10.2
Aerob slamålder (d)	7	12-15	---	---
Skyddad ytarea (m ² /L)	---	---	0.6	0.35-0.40

Observerad reduktion

Diklofenak

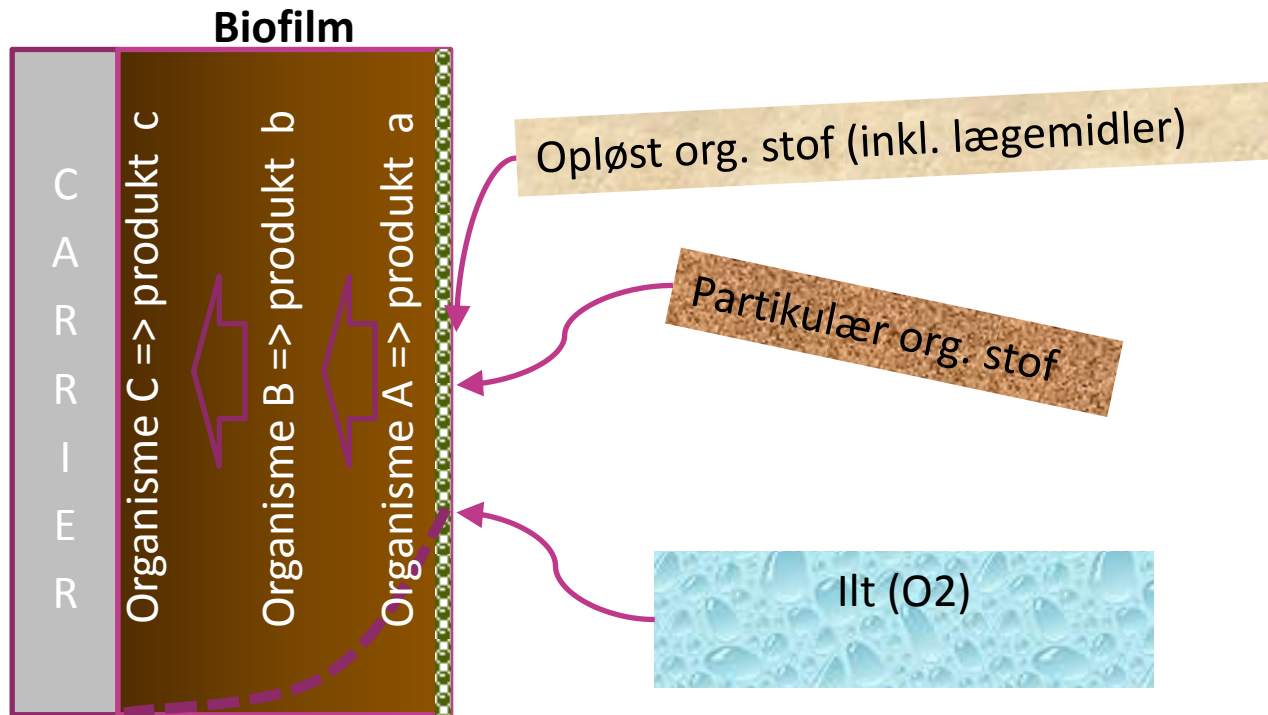


	Slam Klagshamn	Slam Öresundsverket	Bärare Klippan	Bärare Nyköping 2
Biomassa (g/L)	2.4	4.7	7.1	10.2
Aerob slamålder (d)	7	12-15	---	---
Skyddad ytarea (m ² /L)	---	---	0.6	0.35-0.40



Vort valg: Biofilm ved Biologisk rensprincip MBBR

(Moving Bed Bio Reactor)



- Højspecialiseret biomasse
- Graduering afhængig af "dybde" i biofilmen
- Stor overflade

MBBR har vist sig være i stand til at behandle vanskeligt spildevand i lægemiddelsindustrien

- Med MBBR teknikken får man mulighed for at etablere specialiserede mikroorganismer i processen og også skabe en robust procesløsning som kan klare store variationer i flow og indhold.

Eksempel: AstraZeneca Södertälje, Sverige

3-trins MBBR med svamp



Dissolved
air flotation

2-trins MBBR med bakterier



Aktiv kol
og flotation

Meget omfattende laboratorieforsøg resulterede i en specialdesignet proces som var i stand til at omsætte de toksiske forbindelser i spildevandet!
Direktudledning til Mälaren. Krav 95% COD reduktion og ikke nogen rest toksistet



Staged MBBR anlæg

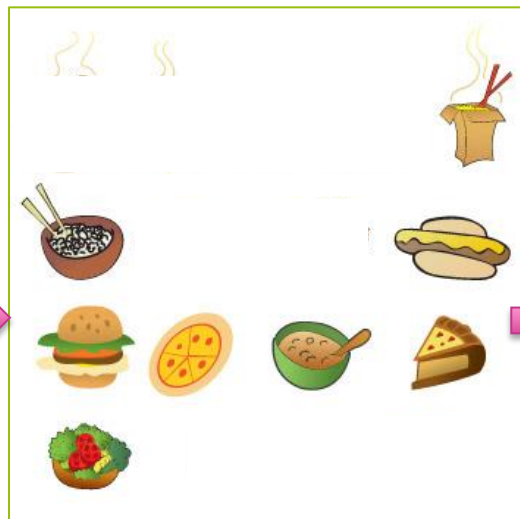


MBBR princippet: Hvad kan jeg få at spise? Hvad bliver jeg nødt til at spise?

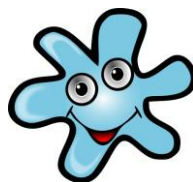
MBBR 1



MBBR 2



MBBR 3



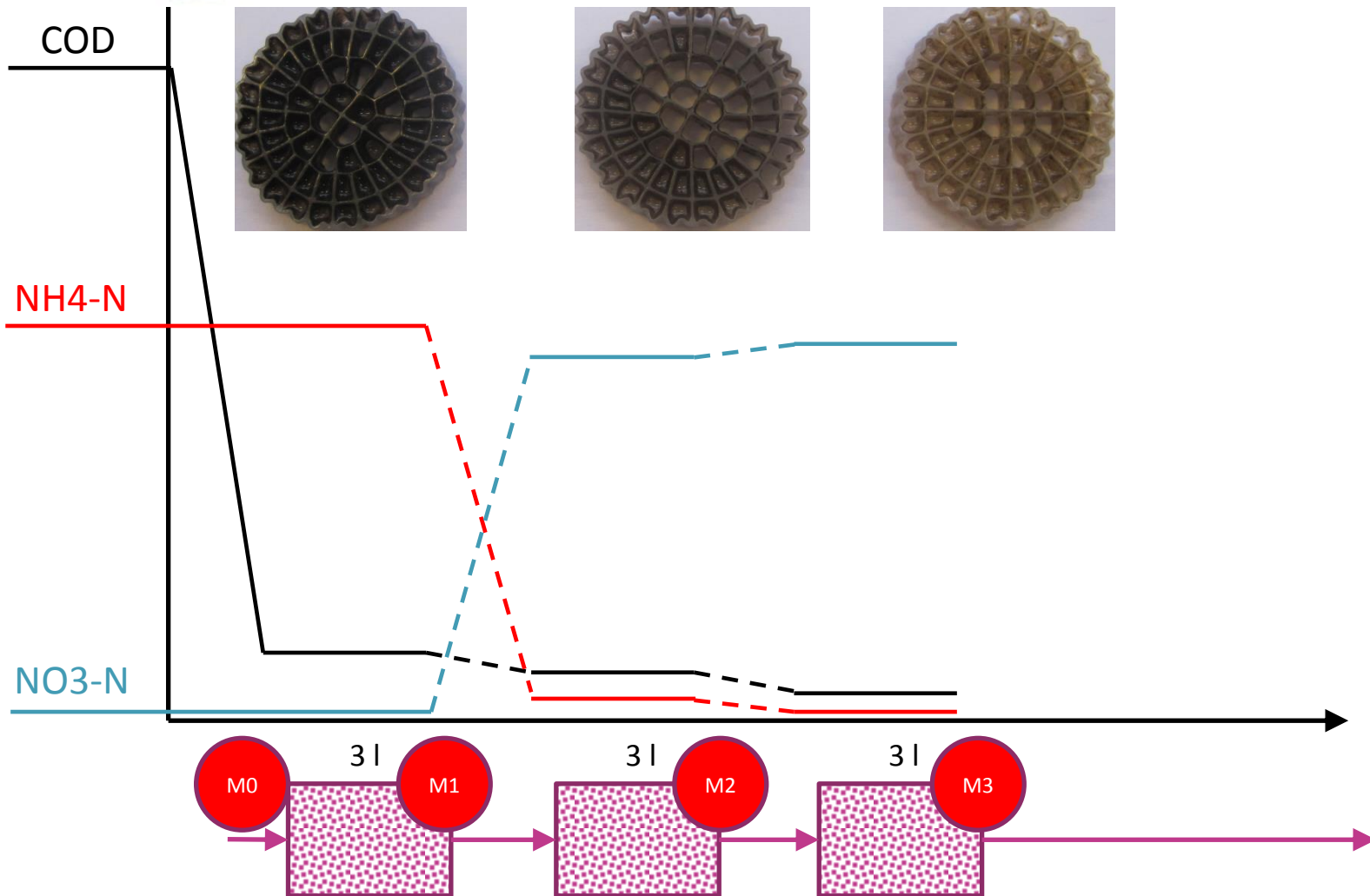


Delprocesser og Processtyring

- Delprocesser
 - *Let nedbrydelig COD skal omsættes i første reaktortrin*
 - *Omsætning af ammonium (NH_4) til nitrat via nitrit skal være fuldstændig afsluttet efter andet reaktortrin*
 - *Svær nedbrydelig COD – blandt andet lægemidler – omsættes i de sidste reaktortrin, efter let nedbrydelig organisk materiale er omsat*
- Processtyring
 - *Der sikres tilstrækkelig pH, ilt-koncentration, samt konstant temperatur*
 - *Indstilling for COD-nedbrydning og nitrifikation gennem belastning med organisk stof pr. dag (\Rightarrow tilløbsflow)*

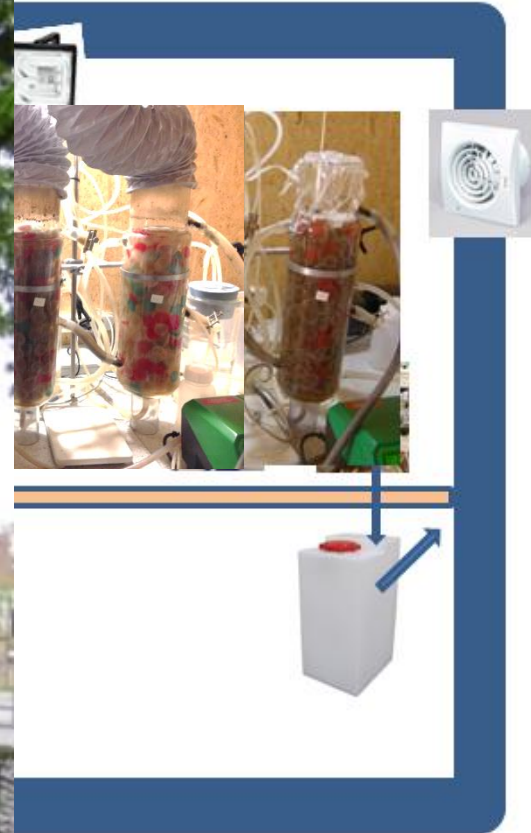


Biologisk nedbrydning i MBBR





Container opstilling i labskala



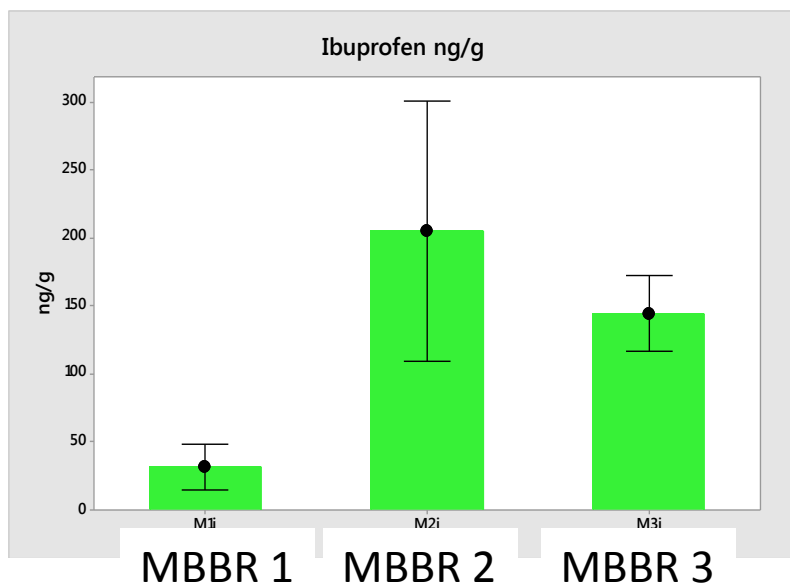


Ozonering i Labskala

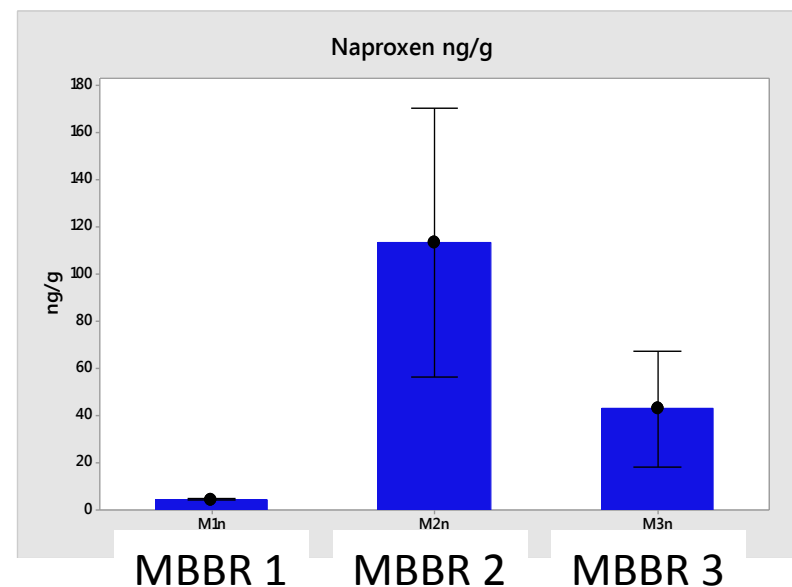


Nogle resultater. Mikroorganismernes evne til specialisering i MBBR

Figureerne er fra slutrapporten for projektet



FIGUR 23 OMDANNELSE AF IBUPROFEN RELATERET TIL TØRSTOFMÆNGDEN I REAKTORENE SAMT TUKEY PAIRWISE COMPARISON



FIGUR 25 OMDANNELSE AF NAPROXEN RELATERET TIL TØRSTOFMÆNGDEN I REAKTORENE SAMT TUKEY PAIRWISE COMPARISON

Nogle konklusioner

- Af de beregnede fjernelser kan det ses at MBBR systemet har en god evne til at nedbryde lægemidler og generelt er nedbrydningen højere end de værdier fundet i litteraturen.
- Røntgenkontrastmidler siges at være svært bionedbrydelige men MBBR systemet har evnen til at nedbryde 3 af de 5 testede kontrastmidler. MBBR systemet kan forventes at fjerne mellem 62 % og 76 % af hver af de 3 kontrastmidler.

+ mangle flere interessante konklusioner som findes i slutrapporten

	$k_{M1} (h^{-1})$	$k_{M2} (h^{-1})$	$k_{M3} (h^{-1})$	Samlet estimeret fjernelse (%)
Acetyl-sulfadiazin	1.1	$4.1 \cdot 10^{-2}$	$2.0 \cdot 10^{-2}$	91
Atenolol	0.25	0.12	$6.8 \cdot 10^{-2}$	84
Azitromycin	$3.2 \cdot 10^{-2}$	$2.7 \cdot 10^{-2}$	$1.6 \cdot 10^{-2}$	35
Carbamazepin	0.14	$7.7 \cdot 10^{-2}$	$6.9 \cdot 10^{-2}$	75
Ciprofloxacin	$1.1 \cdot 10^{-2}$	$2.0 \cdot 10^{-2}$	$1.1 \cdot 10^{-2}$	22
Citalopram	3.3	0.26	0.11	99
Clarithromycin	$8.4 \cdot 10^{-2}$	$5.6 \cdot 10^{-2}$	$4.4 \cdot 10^{-2}$	62
Clindamycin	0.10	$3.5 \cdot 10^{-2}$	$2.1 \cdot 10^{-2}$	56
Diatrizoic acid	$5.8 \cdot 10^{-3}$	$9.6 \cdot 10^{-3}$	$9.6 \cdot 10^{-3}$	14
Erythromycin	$3.3 \cdot 10^{-2}$	$2.6 \cdot 10^{-2}$	$2.0 \cdot 10^{-2}$	36
Ibuprofen	4.8	1.1	0.27	100
Iohexol	$9.4 \cdot 10^{-2}$	0.11	$4.6 \cdot 10^{-2}$	70
Iomeprol	$7.8 \cdot 10^{-2}$	$7.6 \cdot 10^{-2}$	$3.4 \cdot 10^{-2}$	62
Iopamidol	0.12	0.12	$5.6 \cdot 10^{-2}$	76
Iopromid	$9.3 \cdot 10^{-3}$	$1.0 \cdot 10^{-2}$	$9.8 \cdot 10^{-3}$	16
Metoprolol	$8.6 \cdot 10^{-2}$	$3.0 \cdot 10^{-2}$	$1.6 \cdot 10^{-2}$	50
Phenazon	$2.7 \cdot 10^{-2}$	$1.2 \cdot 10^{-2}$	$1.8 \cdot 10^{-2}$	28
Propranolol	3.0	0.37	0.22	99
Sotalol	$9.2 \cdot 10^{-2}$	$2.1 \cdot 10^{-2}$	$1.6 \cdot 10^{-2}$	49
Sulfadiazin	$1.2 \cdot 10^{-2}$	$1.4 \cdot 10^{-16}$	$1.8 \cdot 10^{-3}$	8
Sulfamethizol	$3.1 \cdot 10^{-2}$	$1.6 \cdot 10^{-2}$	$1.5 \cdot 10^{-2}$	30
Sulfamethoxazol	$2.4 \cdot 10^{-2}$	$1.0 \cdot 10^{-2}$	$5.4 \cdot 10^{-3}$	21
Thrimethoprim	2.6	$5.3 \cdot 10^{-2}$	$1.4 \cdot 10^{-2}$	96
Tramadol	$1.3 \cdot 10^{-2}$	$1.2 \cdot 10^{-2}$	$2.5 \cdot 10^{-3}$	15
Venlafaxin	$1.5 \cdot 10^{-2}$	$1.3 \cdot 10^{-2}$	$8.3 \cdot 10^{-3}$	19

Projekt: Miljø og energieffektiv rensning af miljøfremmede stoffer i særlig belastet spildevand

Projektdeltagere og bidragsydere:

- Teknologisk Institut ved Klaus Litty, Sabine Lindholst, Alice Thoft Langerhuus og Caroline Kragelund Rickers.
- Det Nye Universitetshospital ved Thomas Møller og Hans Ulrik Rasmussen.
- Krüger A/S ved Kim Sundmark og Christina Sund.
- Aarhus Universitet ved Monica Escolar og Kai Bester.
- Det Tekniske Universitet ved, Kamilla Maria Speht Hansen, Ravi Kumar Chhetri og Henrik Rasmus Andersen

Tak til alle for en professionel og engageret indsats!!

Vi fortsætter

- Det gennemførte projekt: "Proof of concept" i kontinuerlig lab skala
 - *Pilot anlægget på Kommunehospitalet i Aarhus for spildevand fra onkologisk afdeling var i kontinuerlig drift i cirka 15 måneder.*
- Vi konstaterede en effektiv fjernelse af problematiske lægemidler med MBBR teknologien

men

- Hvor er det mest hensigtsmæssig at rense for problematiske stoffer ?
- Hvad er optimalt hvor?

Derfor nyt projekt:

- Projekt "Miljøeffektiv rensning af højpotente lægemiddelstoffer i hospitalsspildevand- MERMISS"

- Fra 1 april 2014-30 september 2016

Mermis 2 partners



*Projektet er finansieret af Miljøministeriets
program for grøn teknologi*

KRÜGER  VEOLIA

TEKNOLOGISK
INSTITUT

 AARHUS
UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE

 Aarhus Universitetshospital
Teknisk Afdeling

DTU


 AIR LIQUIDE
Creative Oxygen

aarhusvand

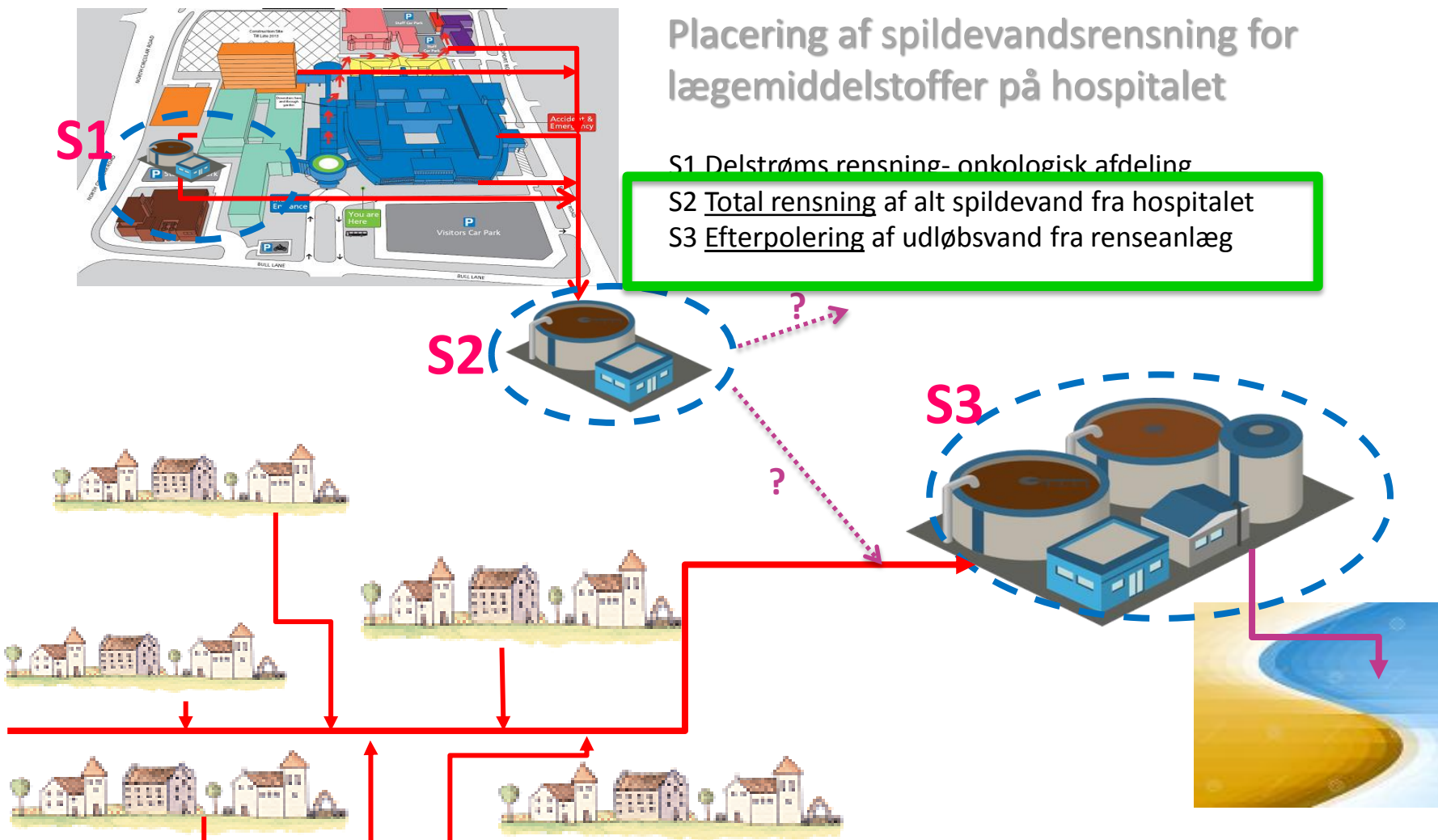

herningvand

Samlet budget Fase 2: 10, 4 millioner
Projekt periode: 1 april 2014 – Sept 2016

Problemstilling: Hvor vil det være mest hensigtsmæssig at rense?

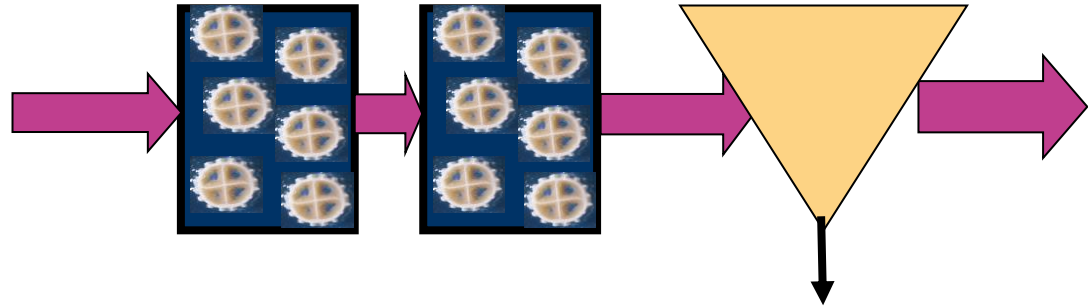
Placering af spildevandsrensning for lægemiddelstoffer på hospitalet

- S1 Delstrøms rensning- onkologisk afdeling
- S2 Total rensning af alt spildevand fra hospitalet
- S3 Efterpolering af udløbsvand fra renseanlæg

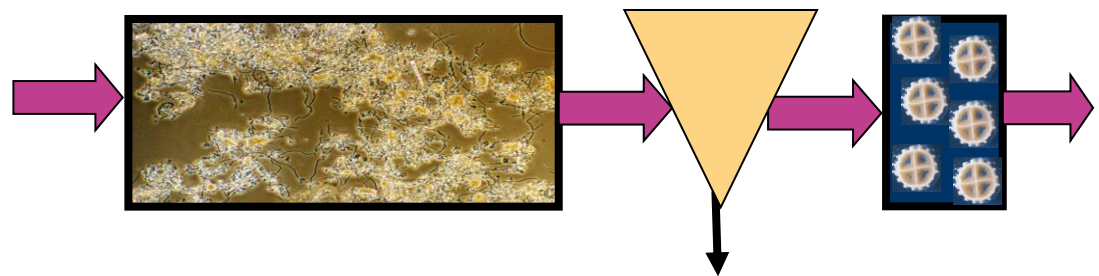


Vi kommer at teste nogle forskellige konfigurationer

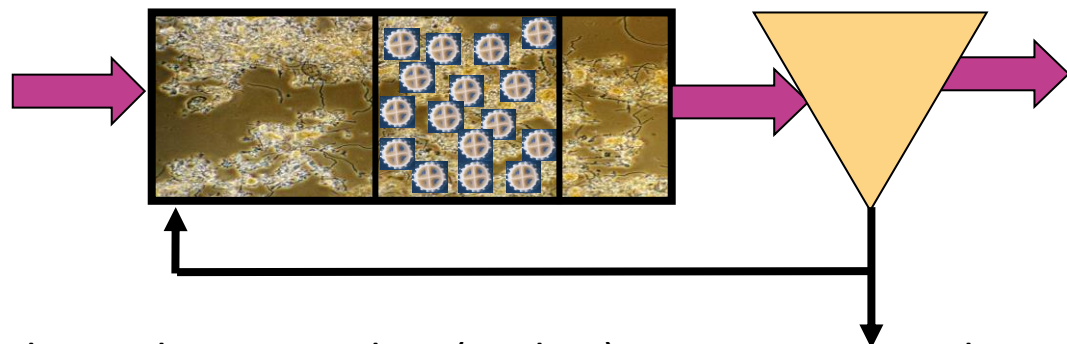
MBBR som hovedprocess
(koncept på
Kommunehospital forsøg)



MBBR som efterbehandling
efter nog DN
(for yderligere reduction af
DOC og PP)



MBBR I Aktiv
slam(HYBAS™)



Testlokaliteter: Skejby sygehus, Viby renseanlæg (Aarhus), Herning renseanlæg

Tak for opmærksomheden!

christina.sund@veoliawater.com

Tel: 39572030; Mobil: 30614051