



TEKNOLOGISK
INSTITUT



Sabine Lindholst
Seniorkonsulent
Center for Vandteknologi

SBL@teknologisk.dk

Behandling af vand fra to generationsforureninger ved udnyttelse af 'Treatment Train'- konceptet

N.S. Damgaard, S. Lindholst, C. Kragelund - DTI

T.C. Svendsen - ECT2

H.G. Andersen - FMC

K. Tang, R.K. Chhetri, H.R. Andersen - DTU Sustain

ATV Vintermødet 2025



TEKNOLOGISK
INSTITUT



Behandling af vand fra to generationsforureninger ved udnyttelse af 'Treatment Train'-konceptet

N.S. Damgaard, S. Lindholst, C. Kragelund - DTI

T.C. Svendsen - ECT2

H.G. Andersen - FMC

K. Tang, R.K. Chhetri, H.R. Andersen - DTU Sustain

ATV Vintermødet 2025

Treatment Train projektet



DIN forsyning: Slambede

- PFAS



FMC: Generationsforurening

- Pesticider og solventer



Grindsted: Generationsforurening

- Pesticiderne DMS og DPC



Ærø vand: Drikkevand

- Pesticiderne DMS og DPC



Generations- forureningerne

Defineret af prisen for at undersøge og
oprense forureningerne (>50 mio. DKK/sted)

Samlet er det mere end 1,4 mia. DKK i den
første fase

Ansvarer ligger hos de danske regioner

*Man har forsøgt at inddæmme forureningerne, men
grund- og overfladevand er allerede forurenede*



Cheminova's gamle fabrik

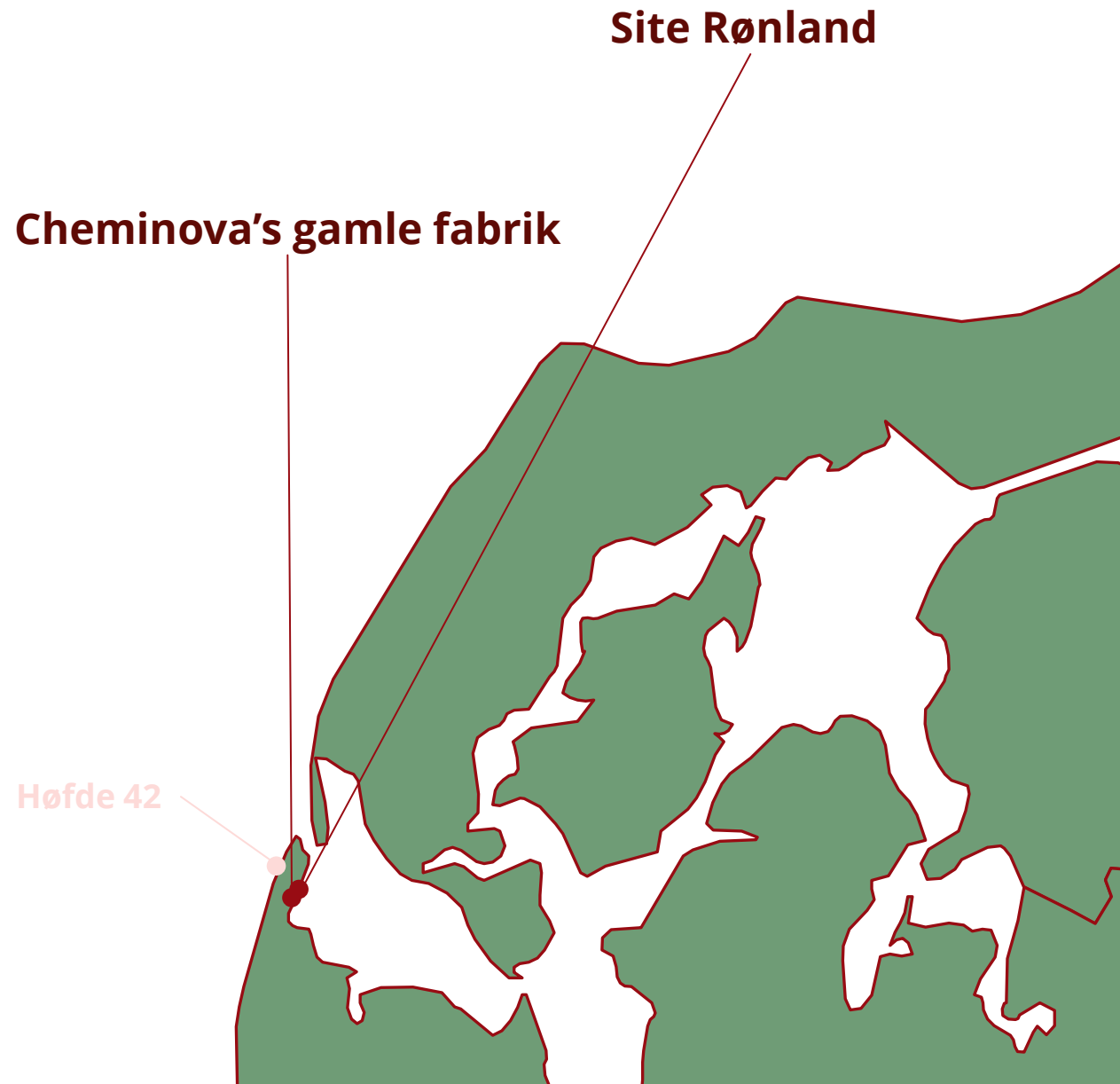
Pesticidproduktion fra 1953-1962

- 63.000 m³ forurennet grundvand bliver pumpet op og behandlet på Site Rønland hvert år

Site Rønland

Aktiv produktion af pesticider

- 320.000 m³ forurennet grundvand bliver pumpet op og behandlet hvert år (deraf 63.000 m³ fra gamle fabriksgrund)



FMC site



FMC lokation og case



FMC behandler årligt

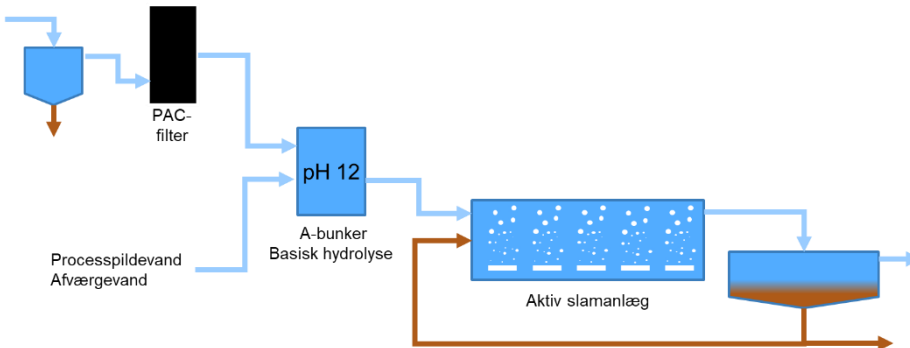
320.000 m³ forurennet grundvand

320.000 m³ proces spildevand, og

220.000 m³ overfladevand

Der er et ønske om at adskille disse strømme for at aflaste kapacitetsproblemer på FMCs renseanlæg

Afværgvand
- GI fabrik
- P3
- Specialdepot



**Formålet med FMC-casen i projektet:
Undersøge muligheden for at rense det forurenede grundvand separat med et specialiseret Treatment Train**

Miljøfarlige forurenende stoffer i grundvandet

Ophav

Pesticider (og nedbrydningsprodukter)

Produktionskemikalier

Man kan forvente biologisk hæmning fra flere af disse (hvis ikke alle)

Pesticider er lavet til netop dette

Kemikalie	Ophav
Sulfotep	Pesticid
Malathion	Pesticid
Parathion	Pesticid
Methyl parathion	Pesticid
Aminoparathion	Nedbrydningsprodukt af parathion
Methylaminoparathion	Nedbrydningsprodukt af parathion
4-nitrophenol	Pesticid eller nedbrydningsprodukt
4-chloro-2-methyl phenol	Produktionskemikalie
Isopropanol	Solvent
Isopropyl acetat	Solvent
Xylene	Solvent

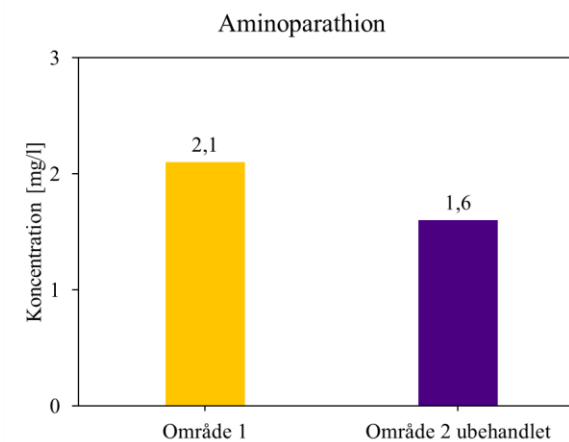
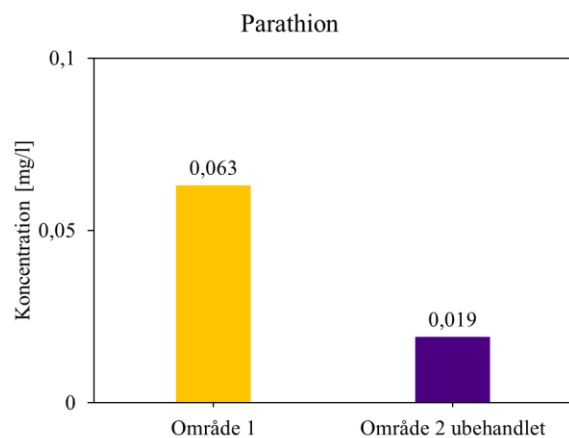
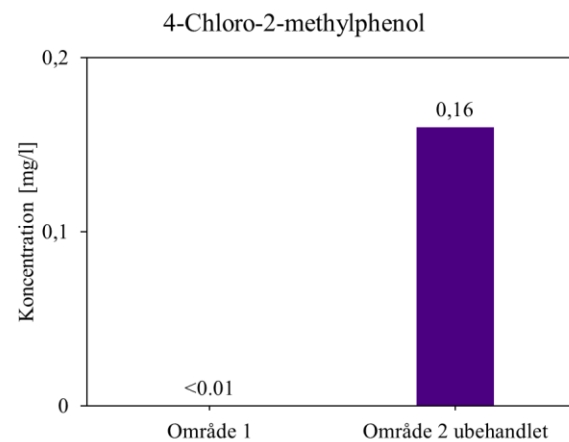
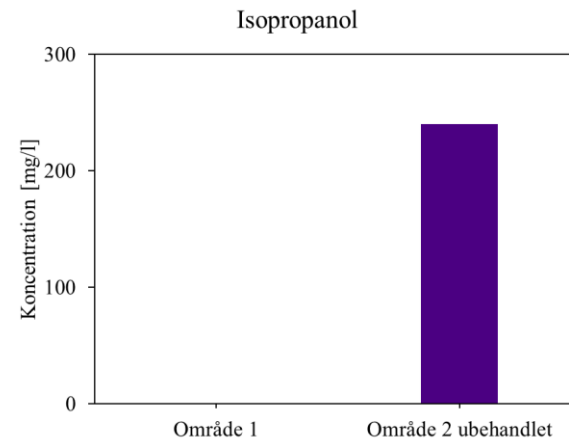
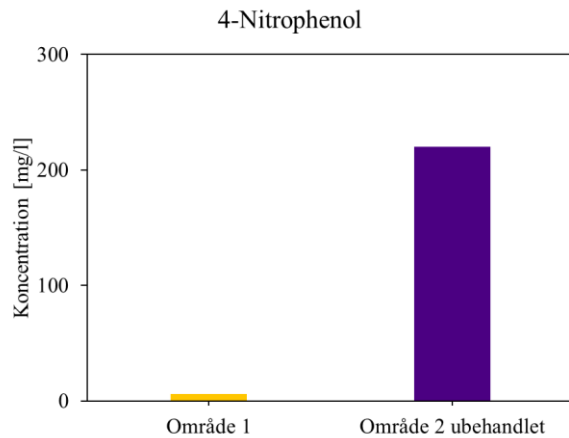
Forureninger på de to forsøgsområder

Område 1 (Cheminova's gamle fabrik)

- Højeste koncentration af parathion og nedbrydningsproduktet aminoparathion
- COD 120 mg/l

Område 2 (Site Rønland)

- Høj koncentration af 4-nitrophenol og isopropanol
- COD 1280 mg/l



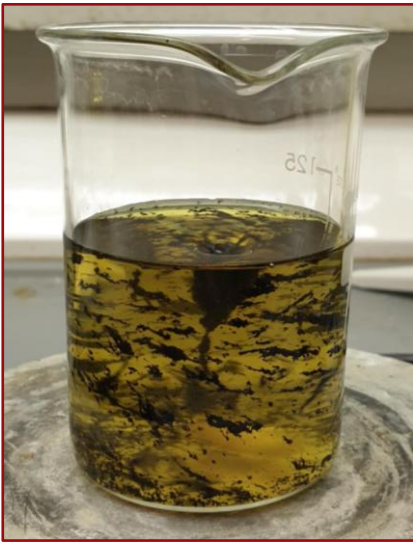
Løsningen kan være et Treatment Train

Problemstillinger:

1. Hæmning af biologi
2. Svært nedbrydelige stoffer
3. Produktion af forurennet slam



Forbehandling



Forbehandling med:

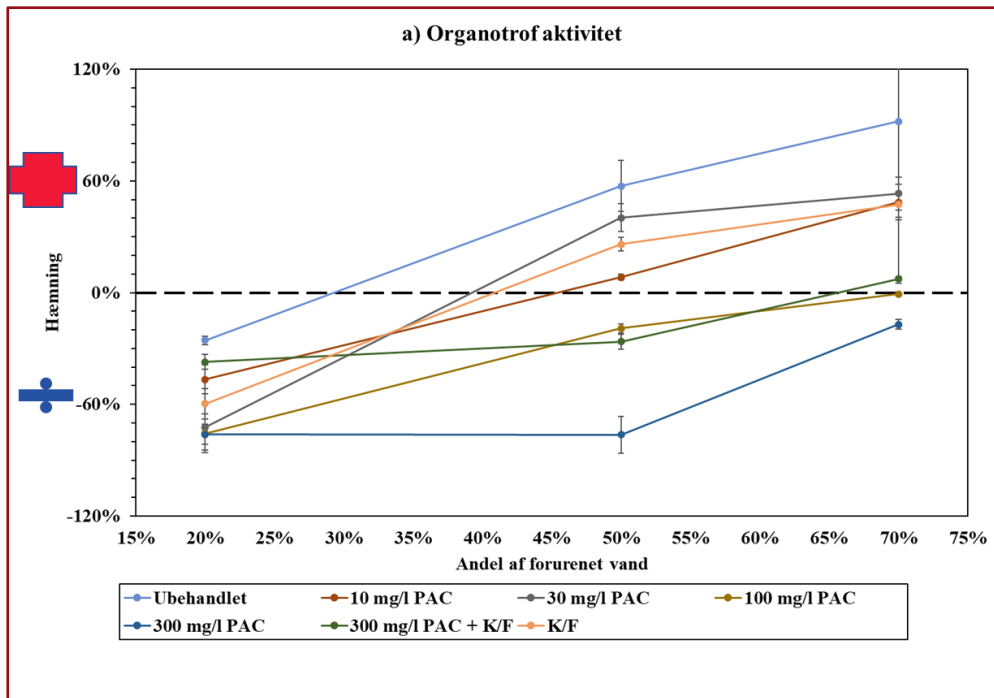
Flokkulering: Polyaluminiumklorid (PAX)

Koagulering: Polymer

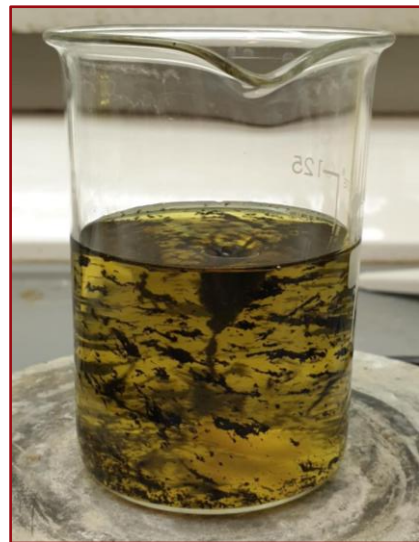
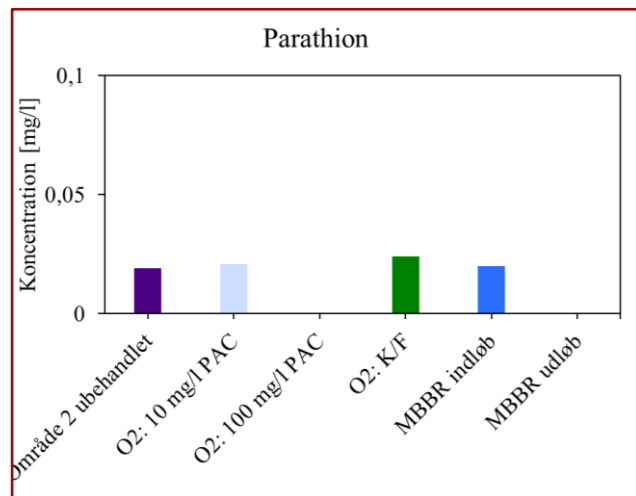
Adsorbant: Pulveriseret aktivt kul (PAC)

Resultater

Forbehandling mindsker mikrobiel
inhibering



Forbehandling



Forbehandling med:

Flokkulering: Polyaluminiumklorid (PAX)

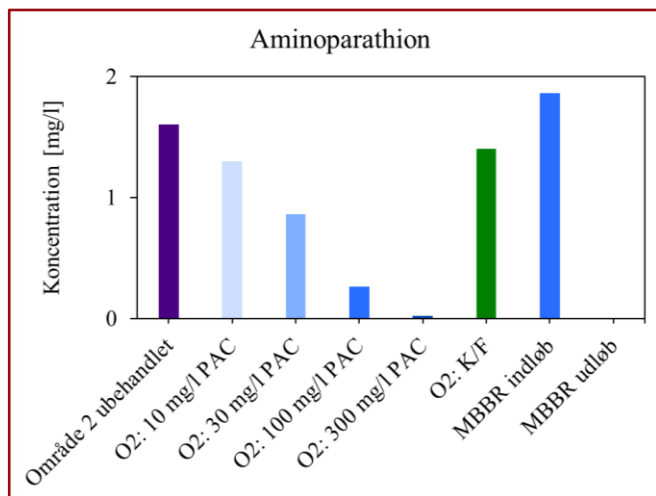
Koagulering: Polymer

Adsorbant: Pulveriseret aktivt kul (PAC)

Resultater

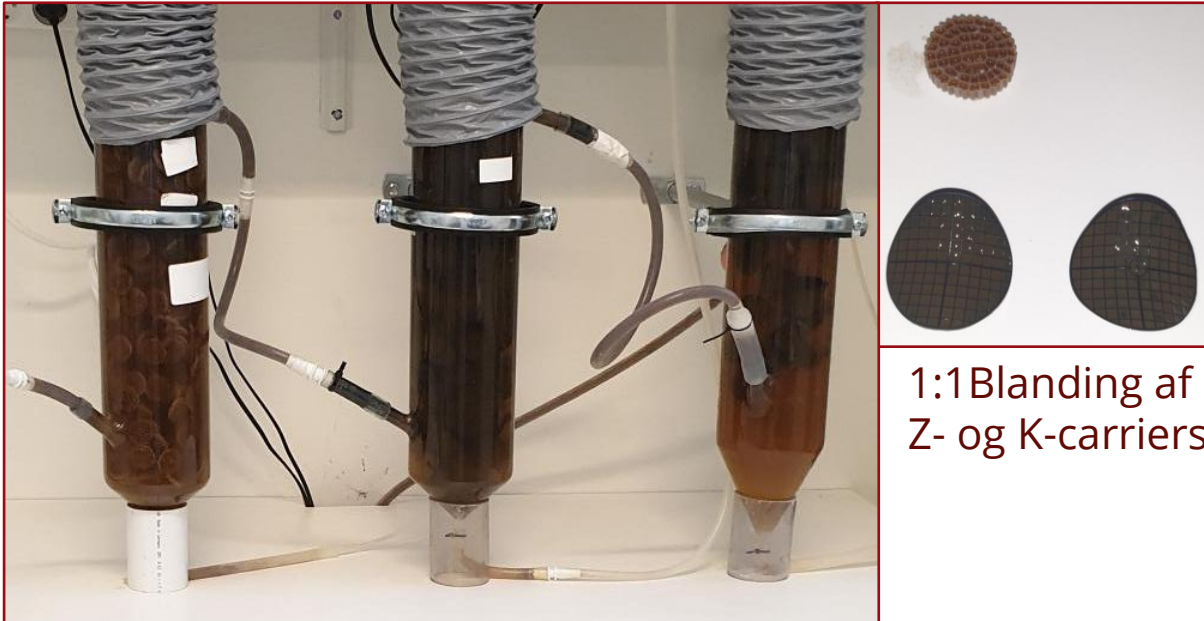
Forbehandling mindsker mikrobiel inhibering

Forbehandling mindsker pesticid-koncentration (dog ikke 4-nitrofenol)



MBBR-behandling (forforsøg)

Aerobe reaktorer i serie



Forskellige konfigurationer afprøvet

- Flere aerobe reaktorer i serie
- Aerob og anaerob i serie
- Aerob og anaerob i cirkulation

Ens for alle konfigurationer

Aerob reaktor (3 L)
~ 30 % fyldvolumen af carriers

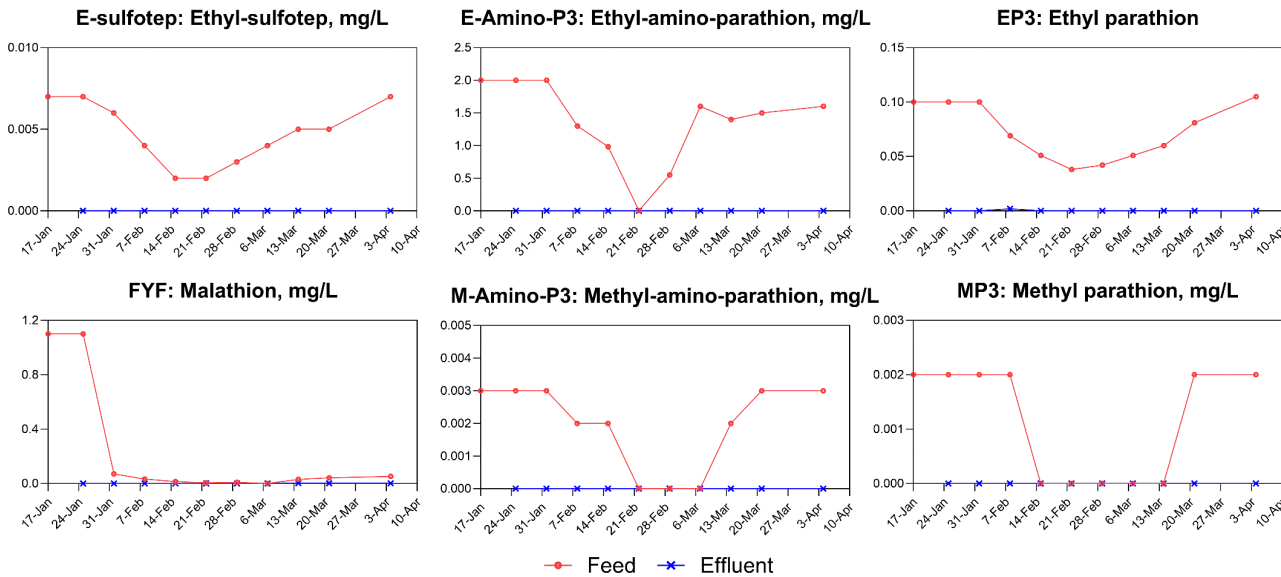
Pilotskala – Vand fra Cheminova's gamle fabrik

Forsøgsbeskrivelse

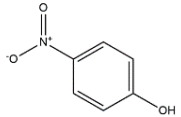
Aerobe reaktorer med flow ~1,5 L/h

Cheminova's gamle fabrik

Koncentration af organiske forurenende stoffer fjernes fuldstændigt



Pilotskala – Vand fra Site Rønland Område 2

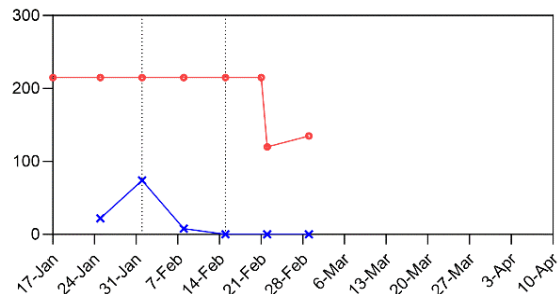
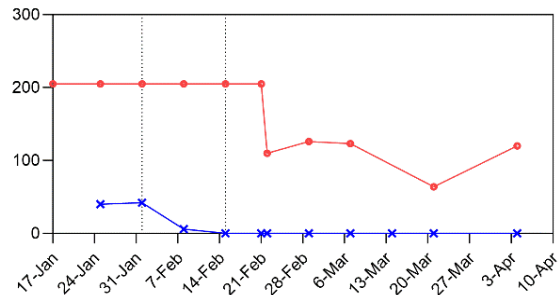
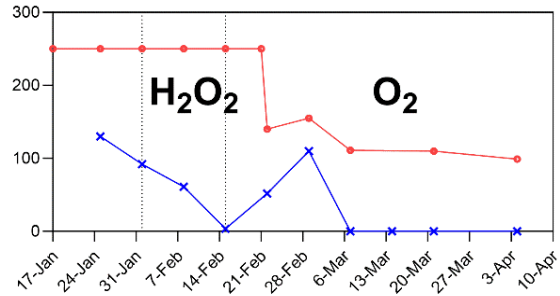


PNF: Para-nitrophenol, mg/L

Forsøgsbeskrivelse

Med/uden forbehandling (flokkulering og PAC)

Aerobe reaktorer med flow ~1,5 L/h



● Feed × Effluent

Site Rønland

Koncentration af organiske forurenende stoffer fjernes totalt med/uden forbehandling

(efter brintoverilte erstattes af beluftning med luft)



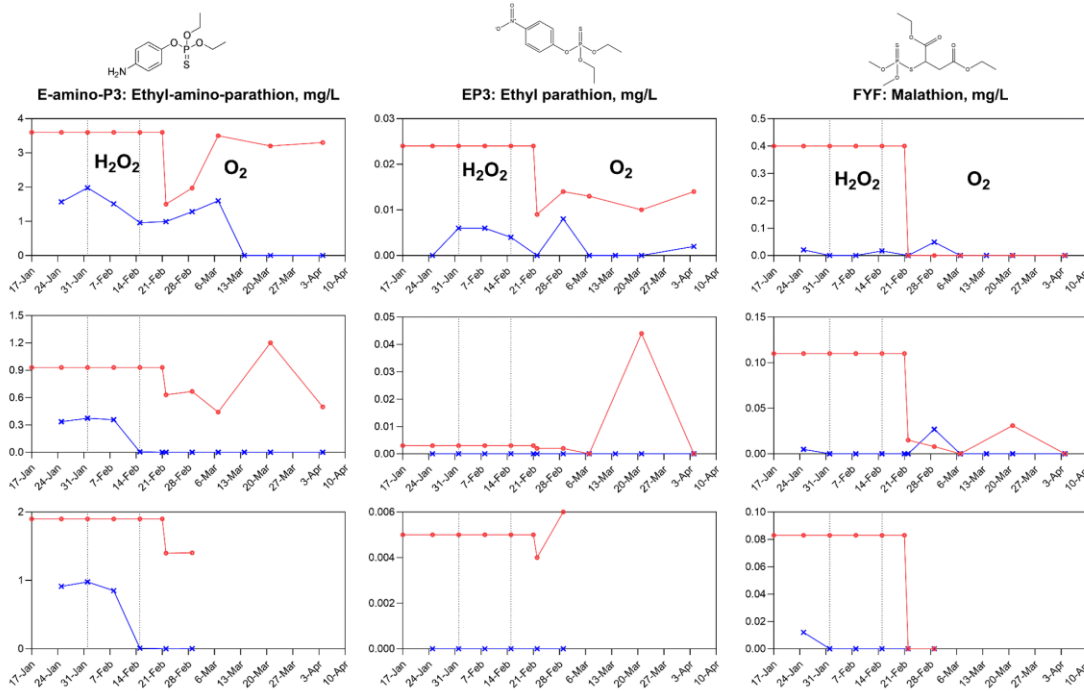
FMC An-Agricultural Sciences Company

ect₂ Montrose Environmental Group

DTU

Pilotskala - Vand fra Site Rønland Område 2

Untreated P3 water



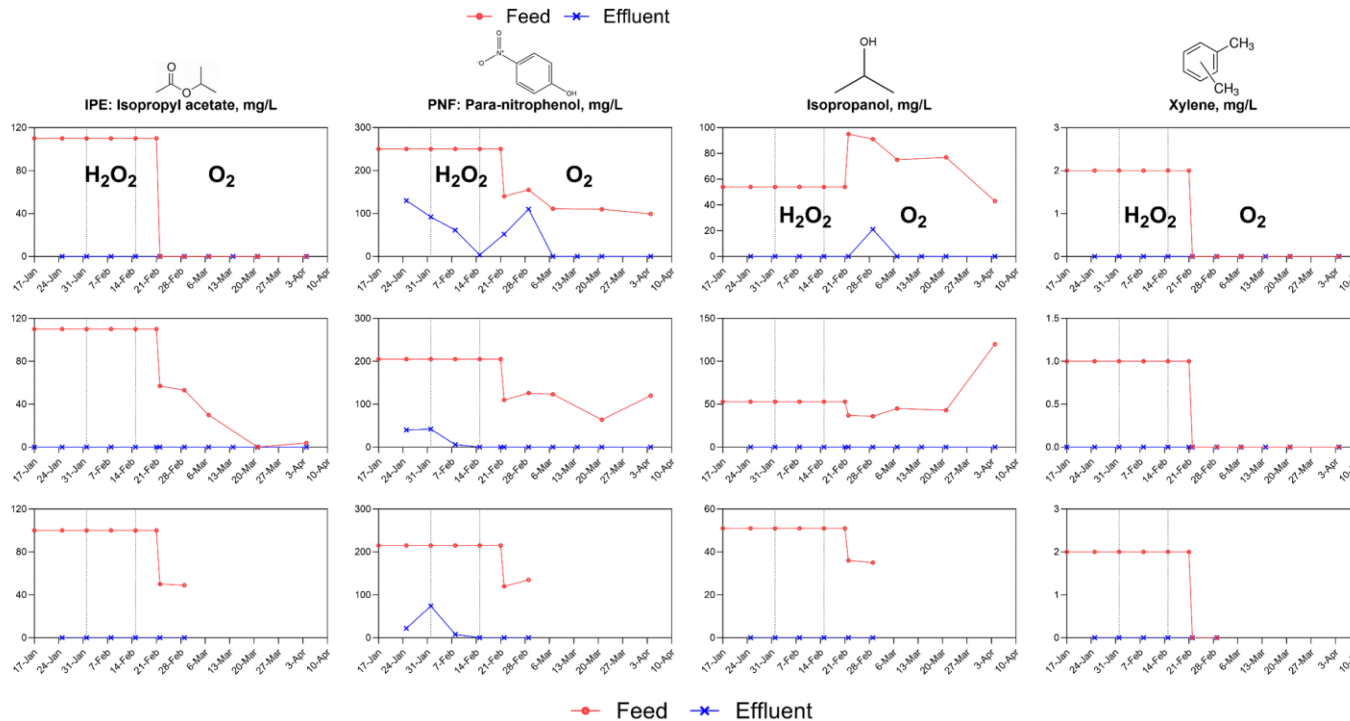
Flocculated P3 water

PAC-treated P3 water

Untreated P3 water

Flocculated P3 water

PAC-treated P3 water



Konklusioner og perspektiver

Specialiseret biologisk behandling

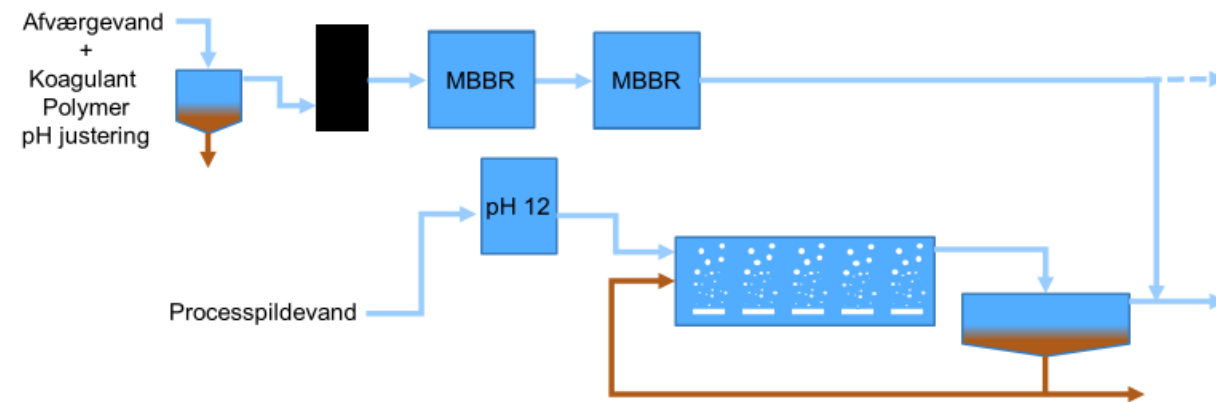
Biologi som er tilpasset til det forurenede afværgvand

Besparelse

Afværg udgør ~ 35 % af den totale mængde behandlede spildevand i renselanlægget hos FMC

Regnvand

Udgør ~ 25 % af den totale mængde behandlede spildevand i renselanlægget



Overvejelser til fuldskala

“Sikkerheds” trin

Et sidste filtreringstrin for at fjerne flok fra MBBR og andet tilbageværende forurening



Overvejelser til fuldskala

Treatment train skal testes i større skala

1,5 L/h versus 36.529 L/h

Er forbehandling 'nice-to-have' eller 'need-to-have'?

Hvordan håndteres slam –

både opbevaring og bortskaffelse/destruktion?

nitrophenol

Med forbehandling

Uden forbehandling



Før MBBR behandling

90 minutter MBBR

22 timer MBBR

48 timer MBBR

Treatment Train – SMV toget

Tak for jeres opmærksomhed!

Sabine Lindholst

SBL@teknologisk.dk

Caroline Kragelund

CAKR@teknologisk.dk

