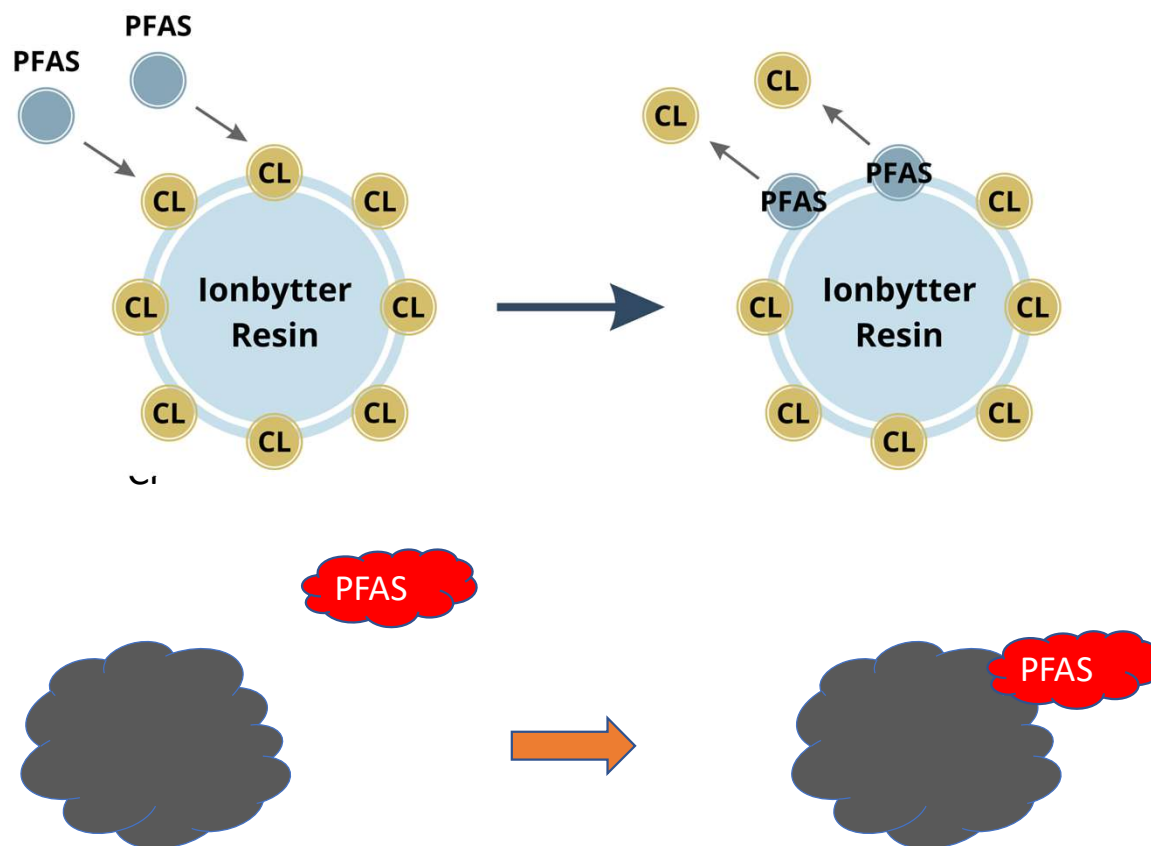


Rensning for PFAS





GAC vs Ionbytter





Roskilde lufthavn - overfladevand

60 m³/time = 4 mill kr for anlæg



Pris under 1 dkk/m³ for at holde PFOS under 0,65 ng/l

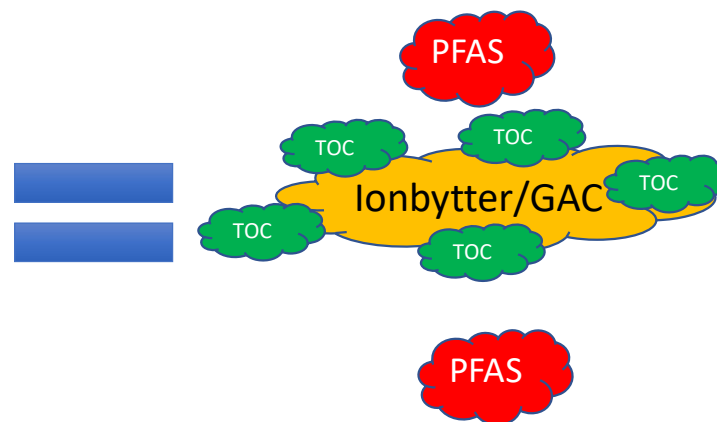


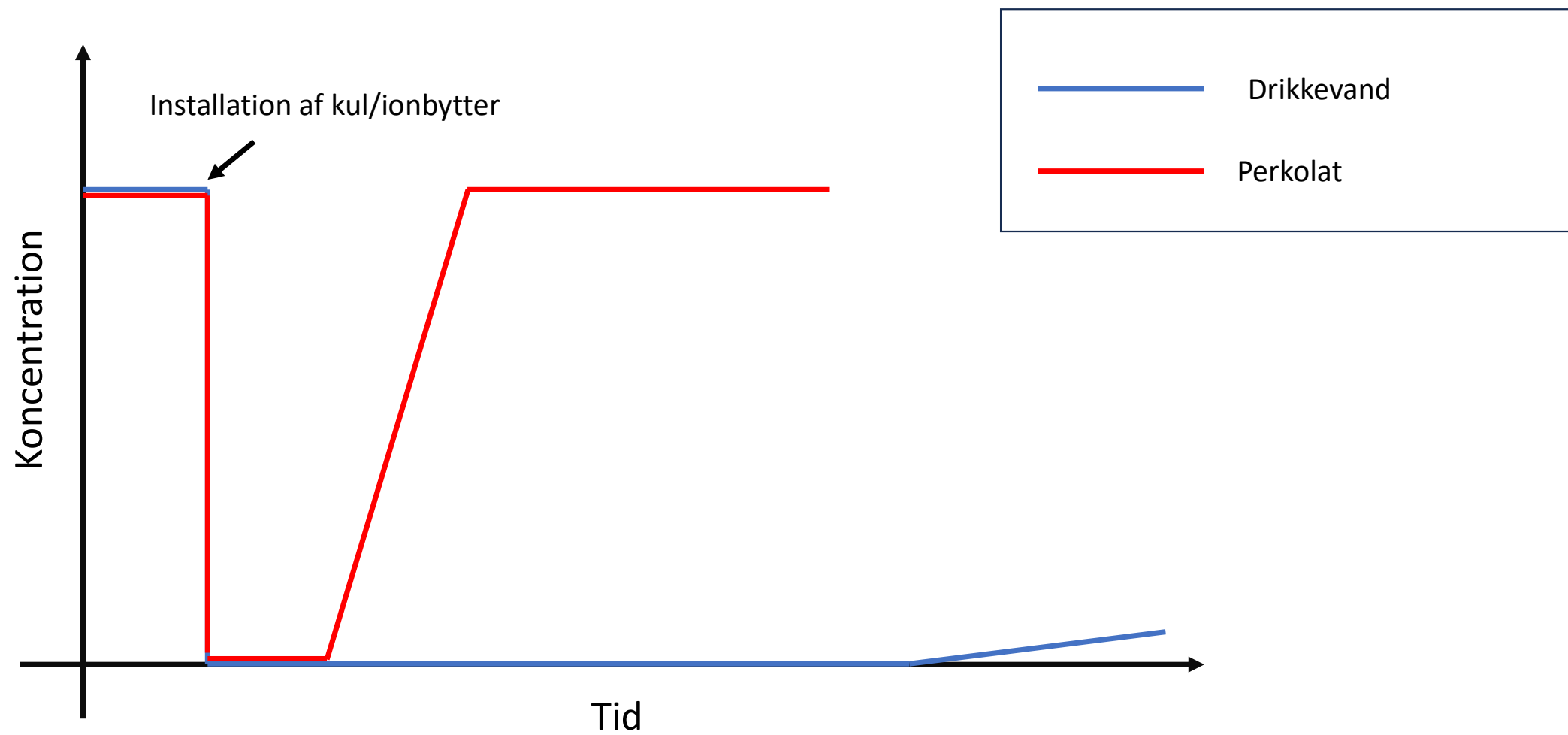
Perkolat

- En forfærdelig blanding af alt, høj TOC, tungmetaller, etc.
- Sammensætning helt afhængig af hvad som er på deponiet



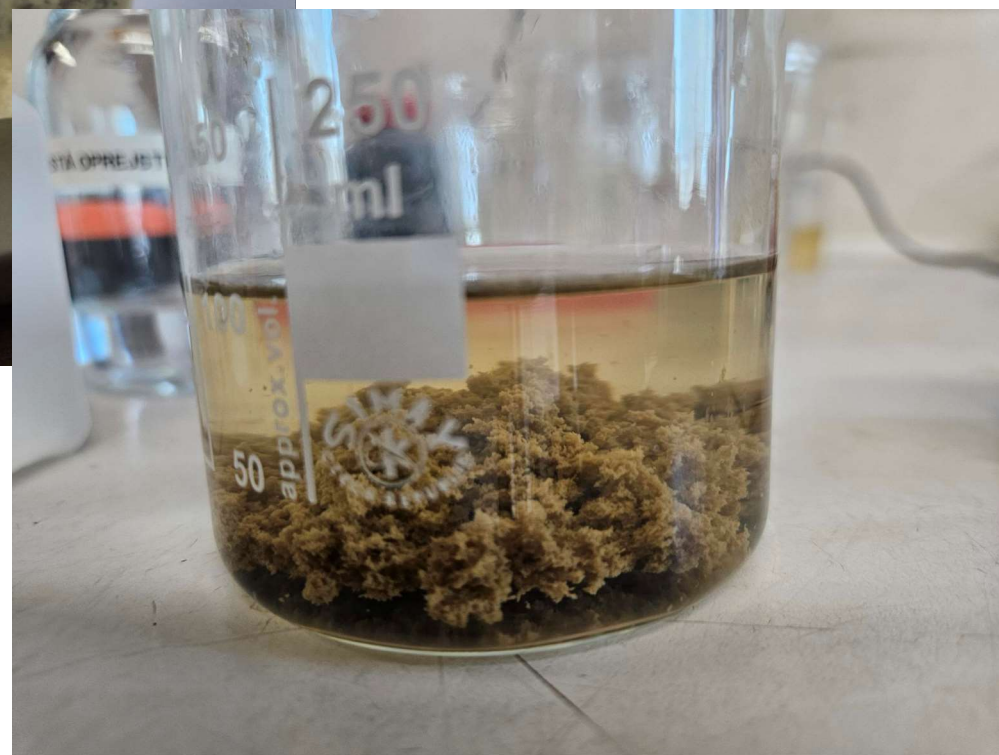
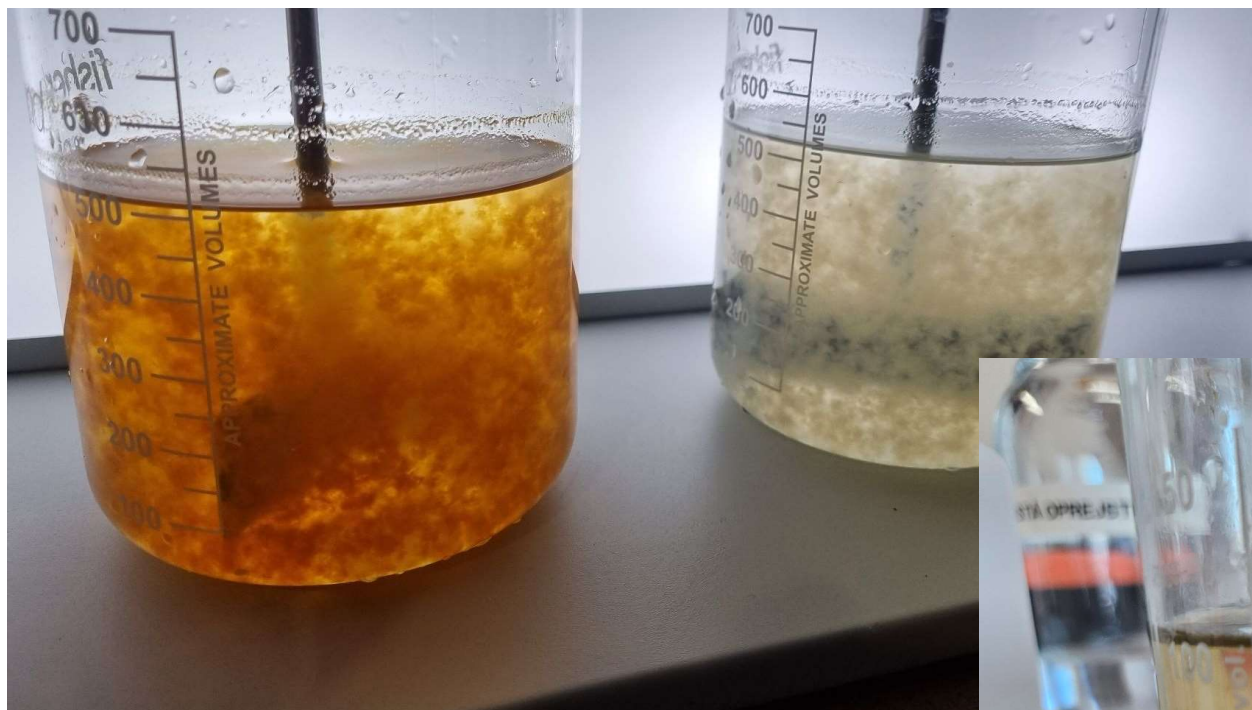
Perkolat





GAC och ionbytter fungerar inte på perkolat

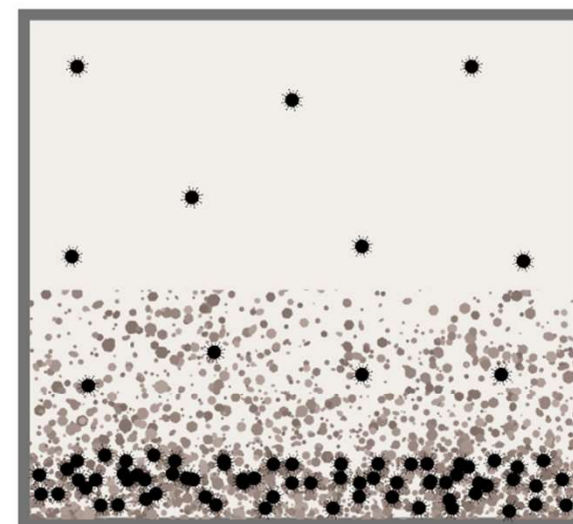
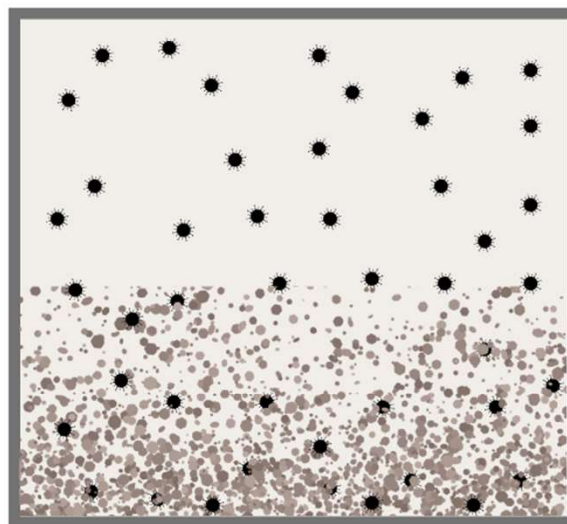
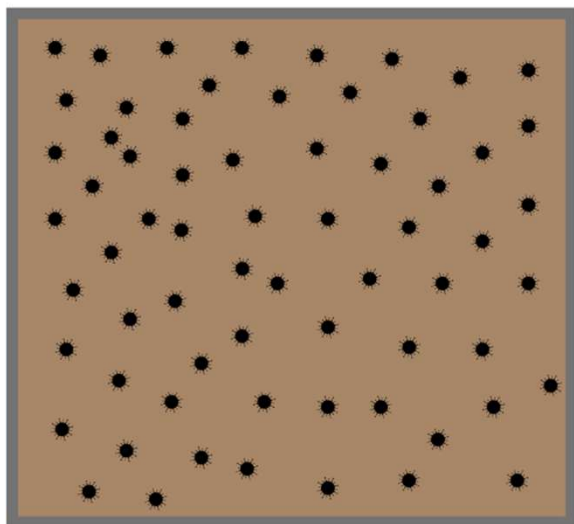




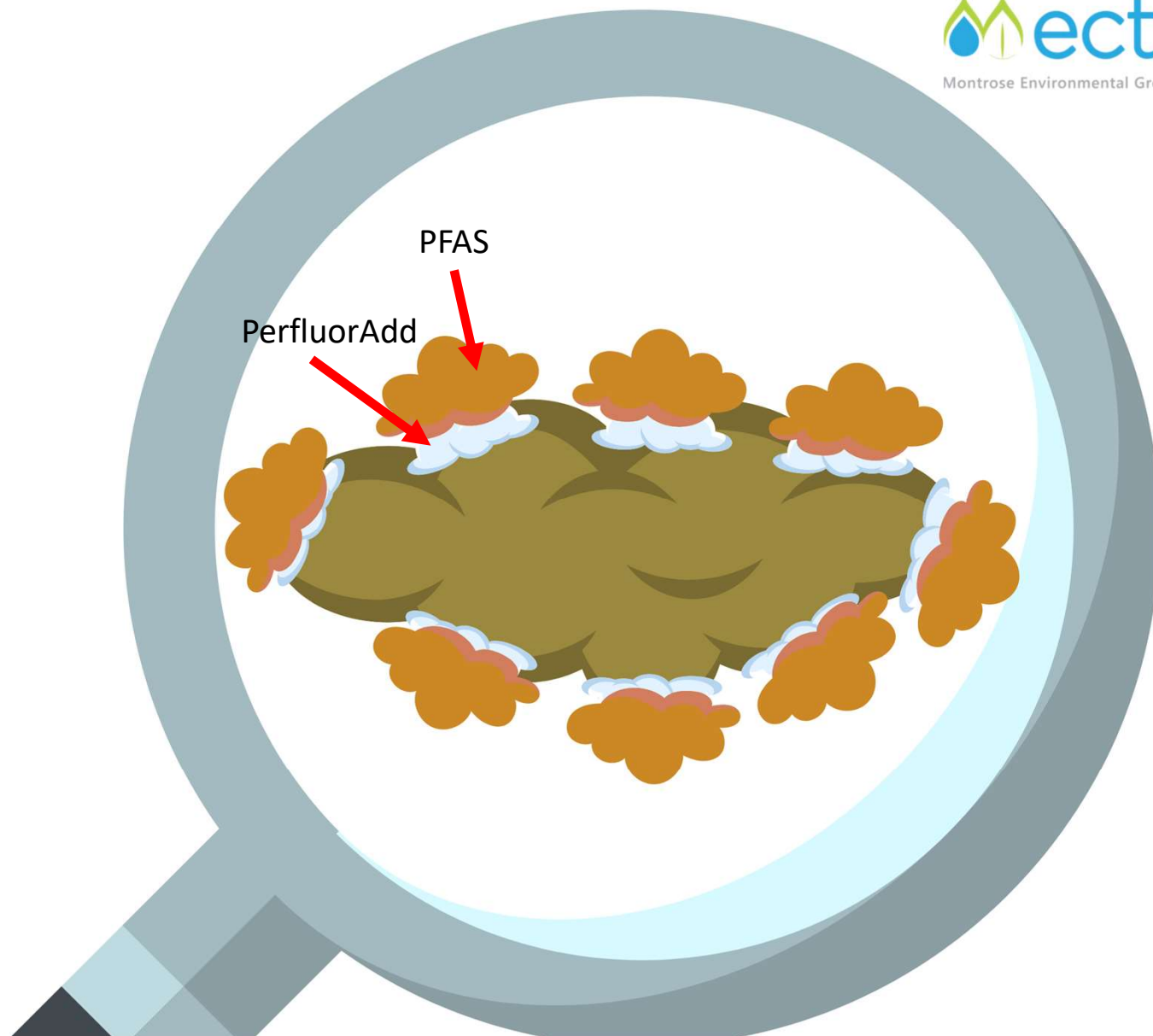
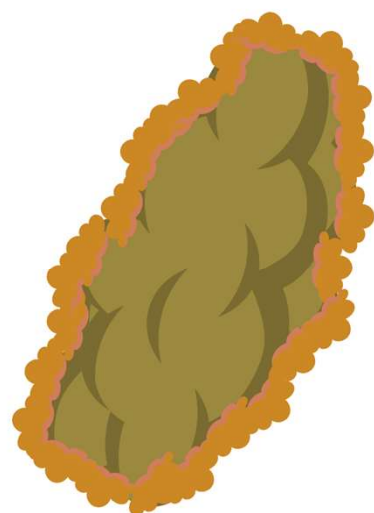
PFAS contaminated water

Ordinary flocculation

Flocculation with Fluorfloc



Symbol of PFAS in this case



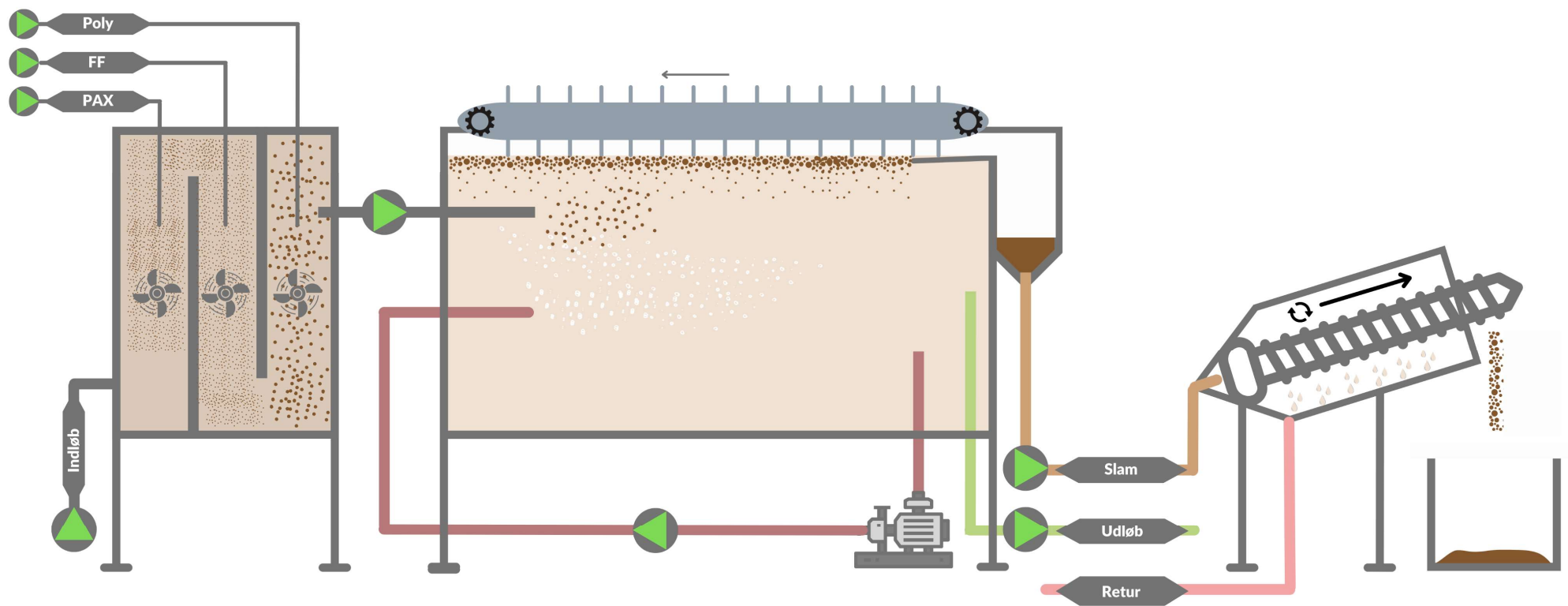
Korsør Brandskole

	Ubehandlet	Flokkuleret
	ng/l	ng/l
PFBA	120	60
PFPeA	280	60
PFHxA	770	40
PFHpA	130	<10
PFOA	280	<10
PFNoA	10	<10
PFDeA	10	<10
PFUnA	<10	<10
PFDoA	<10	<10
PFOSA	<10	<10
PFBS	320	10
PFPeS	350	<10
PFHxS	2600	<10
PFHpS	360	<10
PFOS	8900	<10
PFDeS	<10	<10
4:2 FTS	<10	<10
6:2 FTS	1200	10
8:2 FTS	130	<10
Total PFAS	15460	180



Reduktion = 98 % - bare med flokkulering!!!

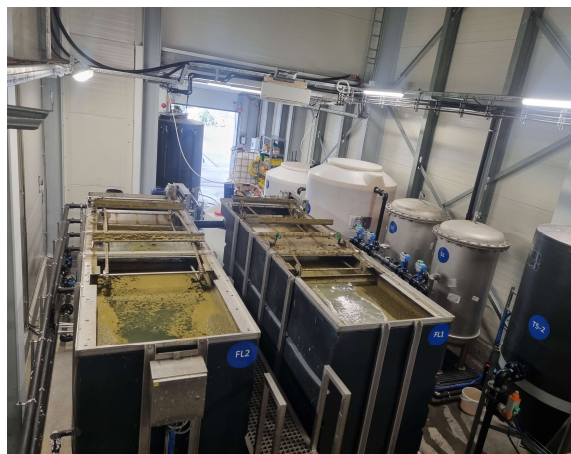




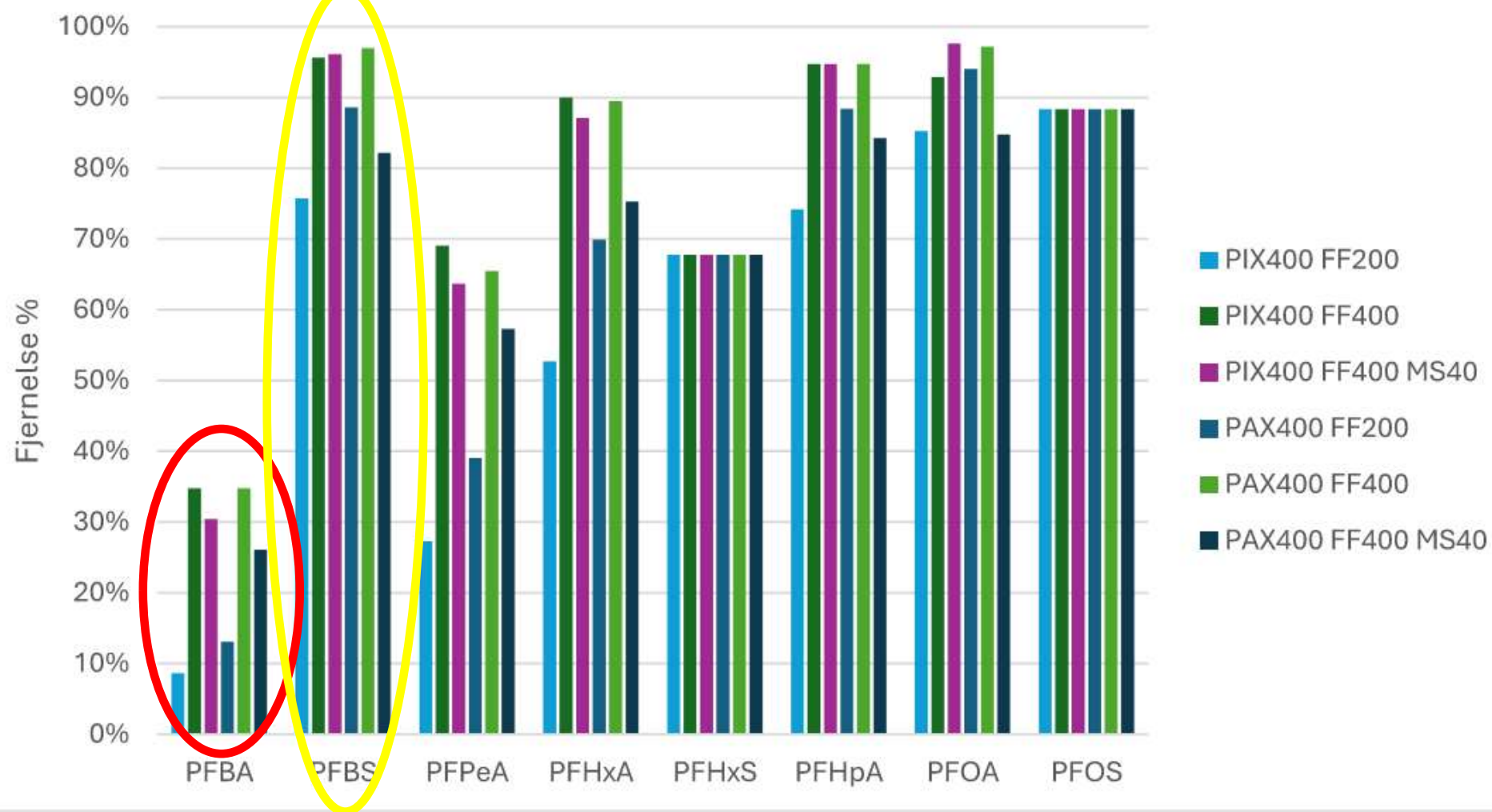
Fuldskala

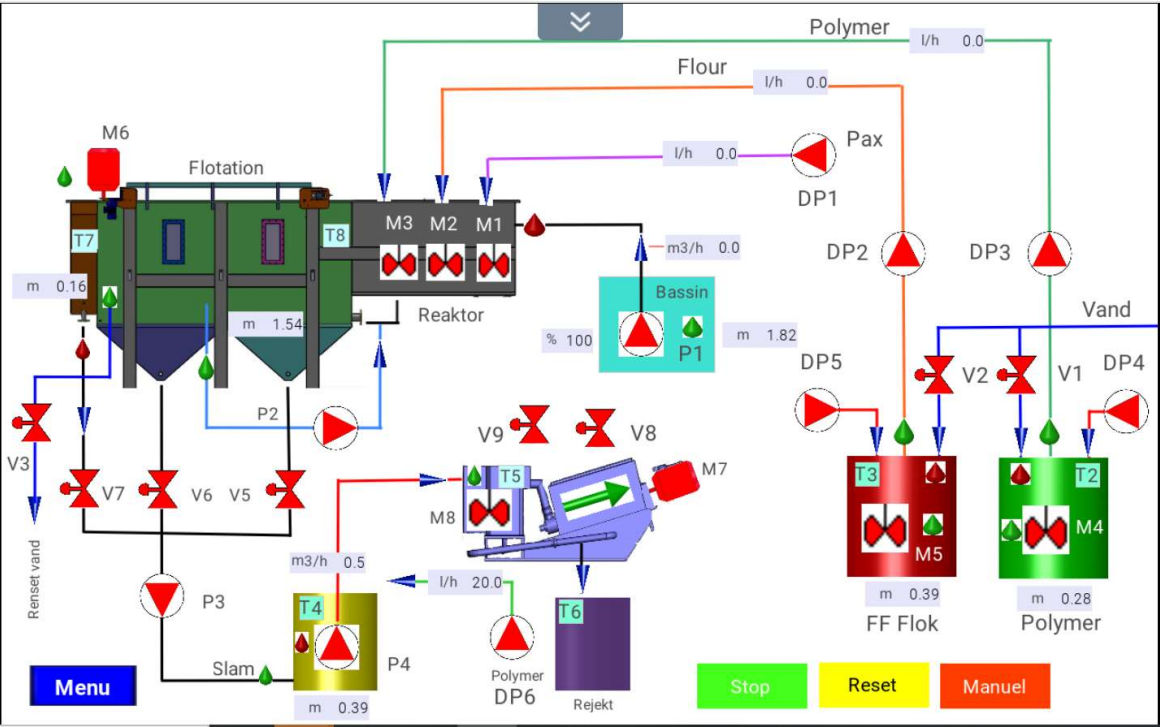
Sum 4 reduktion på over 90 %
Sum 22 reduktion på over 80 %

19 fuldskala i drift i Skandinavien
– kapacitet op til 36 m³/time



PFAS Fjernelse % med flokkulering





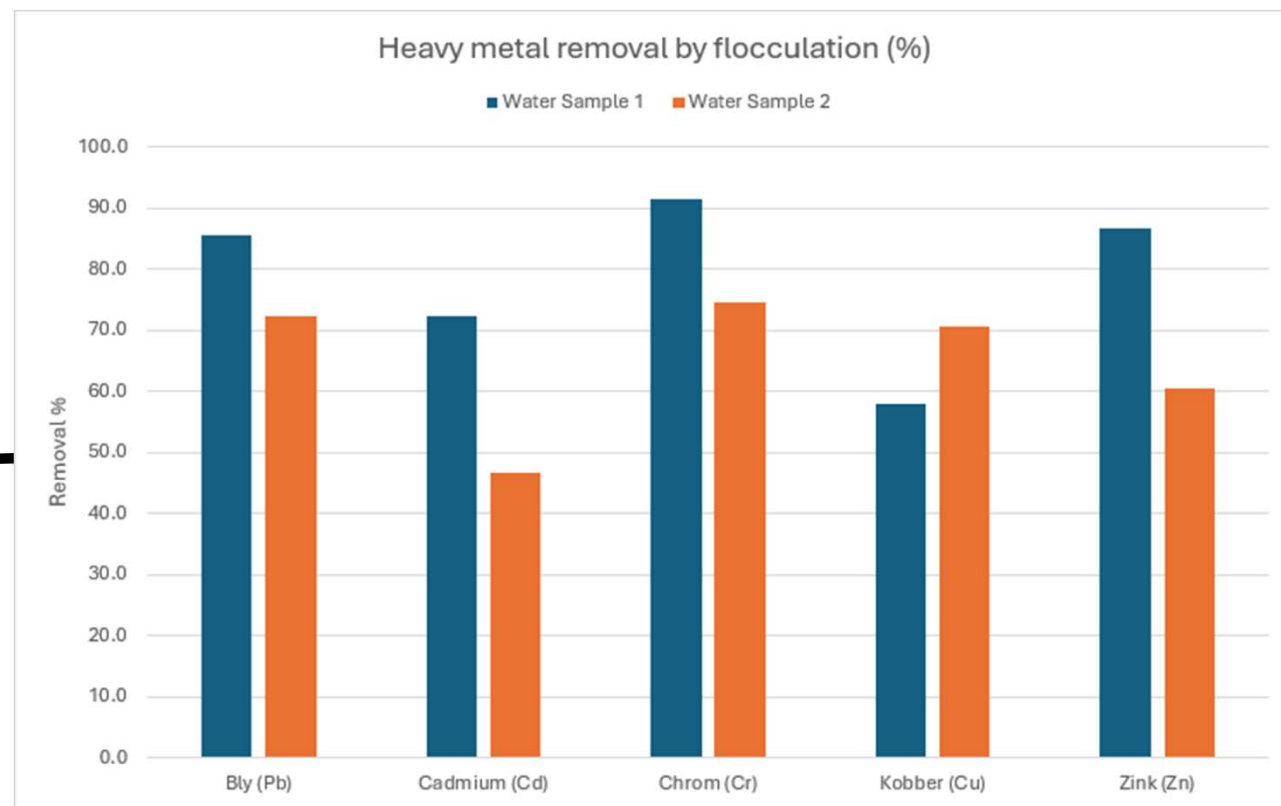


Slam – hvad skal man
gøre med det?

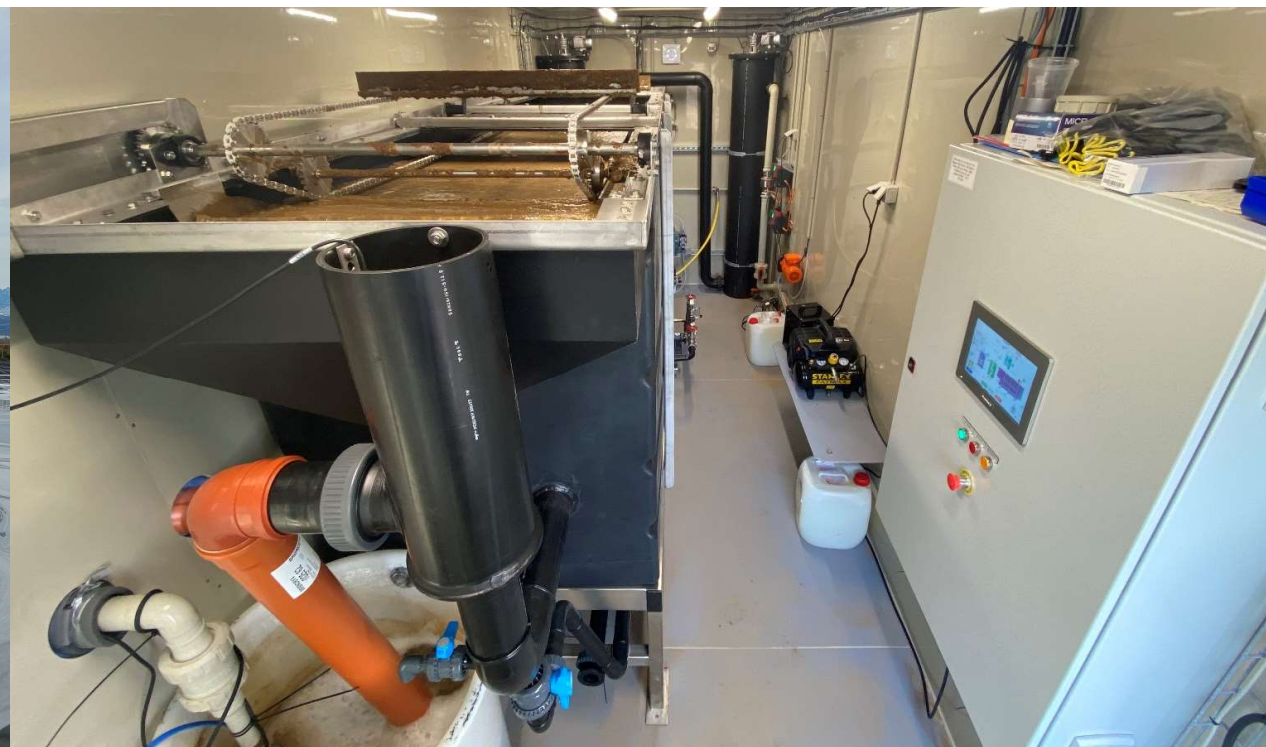
Hvad med alt det andet i perkolatet?



Tungmetaller



Flokkulering fungerer både på PFAS og tungmetaller



	Pb	Kadmium	Kobber	Krom	Kvikksølv	Nikkel	Sink
Ind	7,1	0,088	23	22	< 0,005	89	140
Ud	< 0,20	< 0,010	< 0,50	9,8	< 0,005	11	< 2,0

Anlæg for 5 m³/time i isoleret container med PLC-styring = 1,2 millioner kroner

Olievand



Samfund

Vandselskab har knækket koden og rensr nu PFAS ud af spildevandet

Der er langt mellem succeserne, når det handler om PFAS, men hos Hjørring Vandselskab er begejstringen lige nu ikke til at tage fejl af.

 Nord Udarbejdet af [TV2 Nord](#)



Fleere års sporingsarbejde har ført til, at vandselskabet nu har fundet tre kilder, der har afledt særligt store mængder PFAS. Operatør Henning Jensen viser spildevandet, før det er rensset for PFAS. Foto: Bruno Stagsted /TV2 Nord

Piloting



Arlanda
10 m³/time

	Arlanda Innlopp - Råvatten	Etter Fluorflok	Reduktion
PFBA	180	190	
PFBS	62	4,6	
PFPeA	930	630	
PFPeS	91	1,4	
PFHxA	1300	360	
PFHxS	1900	8,4	
PFHpA	510	42	
PFHpS	140	0,41	
PFOA	1800	39	
PFOS	19000	88	
6:2 FTS	2900	100	
PFOSA	230	1,9	
PFNA	79	0,75	
PFNS	<10	<0,30	
PFDA	16	<0,30	
PFDS	<10	<0,30	
Sum af PFOA, PFOS, PFNA og PFHxS	23000	140	99 %
Sum af PFAS	29000	1500	95 %





Opstilling og bufferkapacitet

It is observed that foam fractionation reduces PFOS to <10 ng/l and PFOA equivalents to 232 ng/l, while flocculation reduces PFOS to <1 ng/l and PFOA equivalents to 96 ng/l. Therefore, flocculation achieves better purification than foam fractionation. Additionally, flocculation also removes other environmental pollutants such as heavy metals. Both technologies indicate that they can reduce PFOS to below the expected new guideline value of 0.65 ng/l, but high detection limits "mask" the actual purification efficiency.

Teknisk rapport

Test af teknologier til rensning af PFAS
fra hotspots – Odense Nord Miljøcenter



<https://vudp.dk/afsluttede-projekter/odense-nord-miljoecenter.aspx>

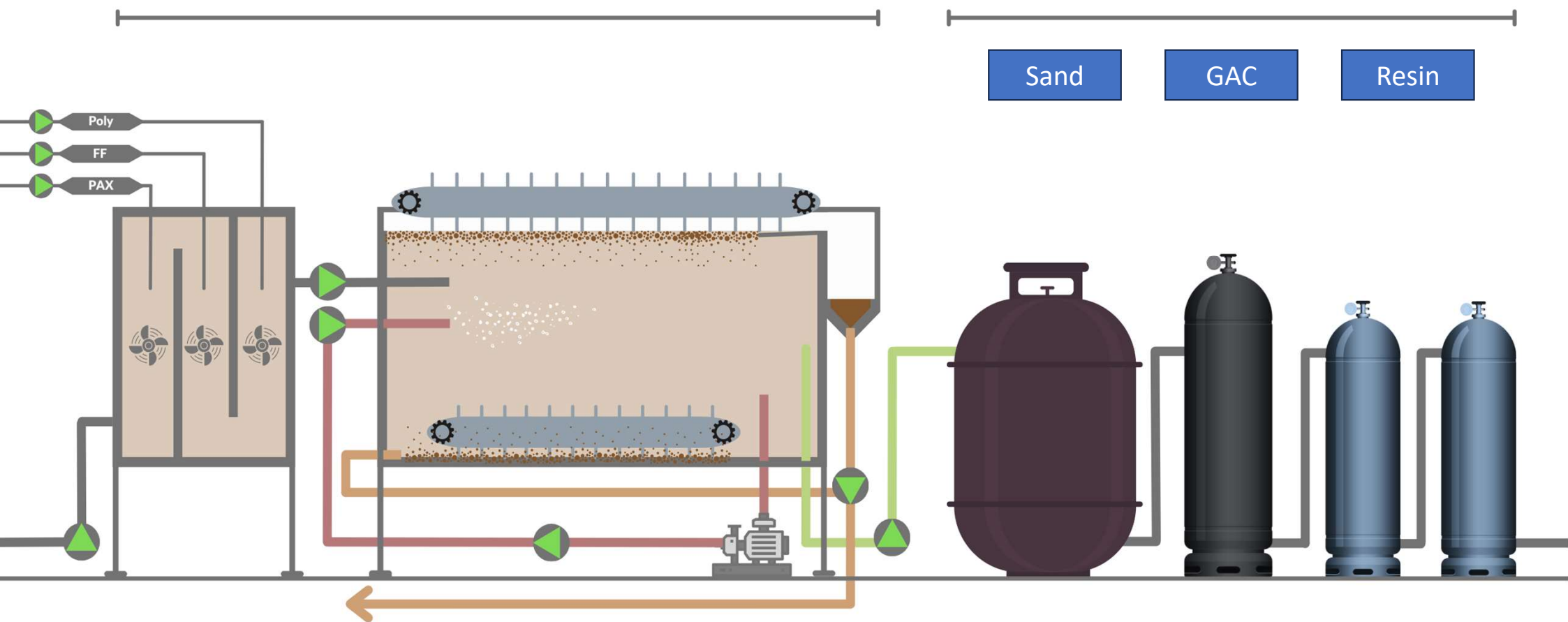


Vandsektorens forening til
forbedring af vandsektorens
effektivitet og kvalitet

RAMBØLL
FONDEN

Nu

Yderligere rensning





Hvad de skal ned på 4 ng/l?



	Indløb	Efter Fluorflok	Reduktion i %
Sum 4	1100	40	96 %
Sum 22	10000	940	87 %

Pris for at rense 96 % i 32.000 m³/år = 900.000 dkk

Pris for at fjerne det sidste 3,9 % = 4,8 mill dkk/år



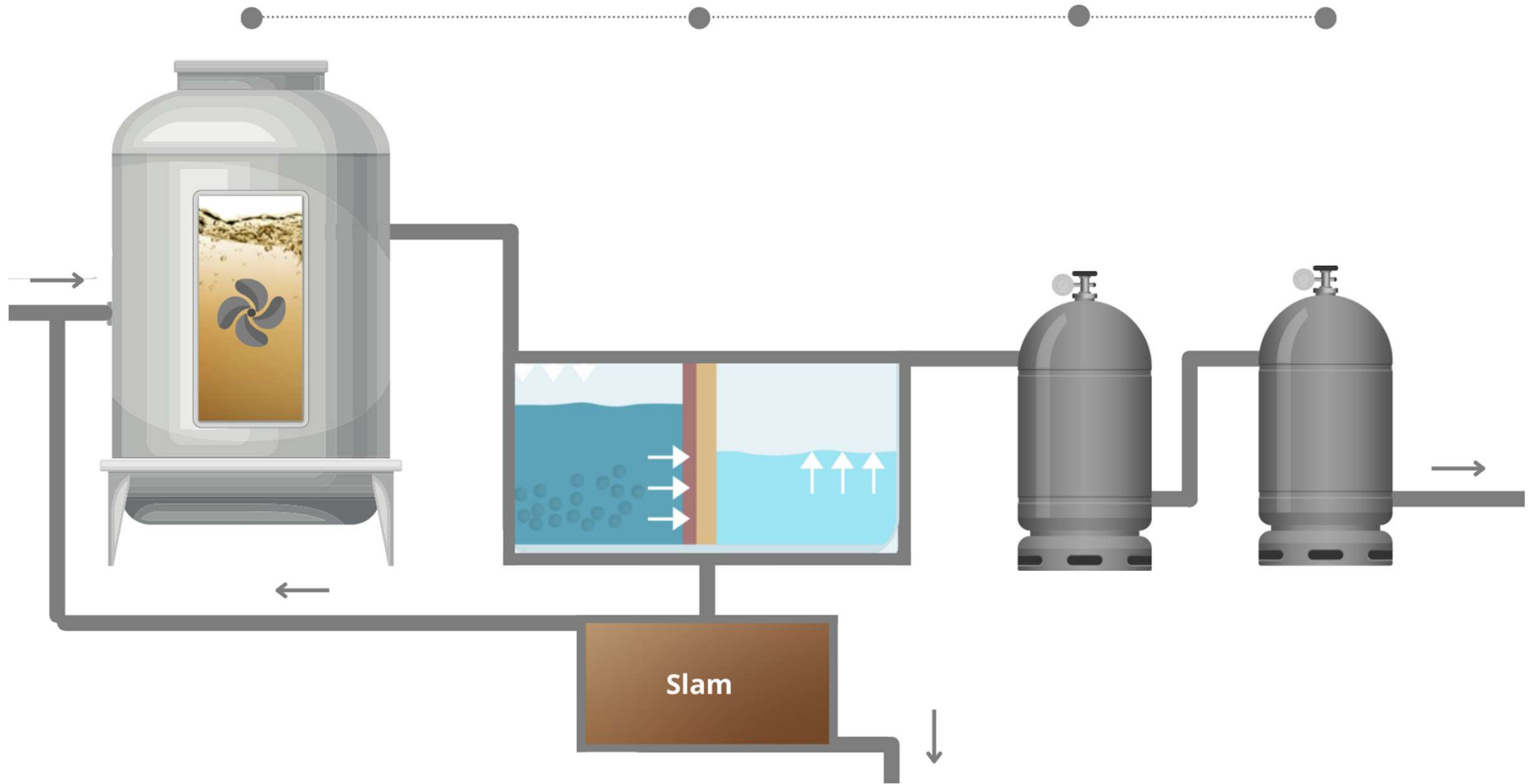
Perpetuum

Flokkulering

SiC-membran

Resin

Resin



Indløb

Efter membran

Forbehandling betyder ALT for PFAS-rensning

PFAS = 15000 ng/l

TOC = 150 mg/l

PFAS = 14800 ng/l

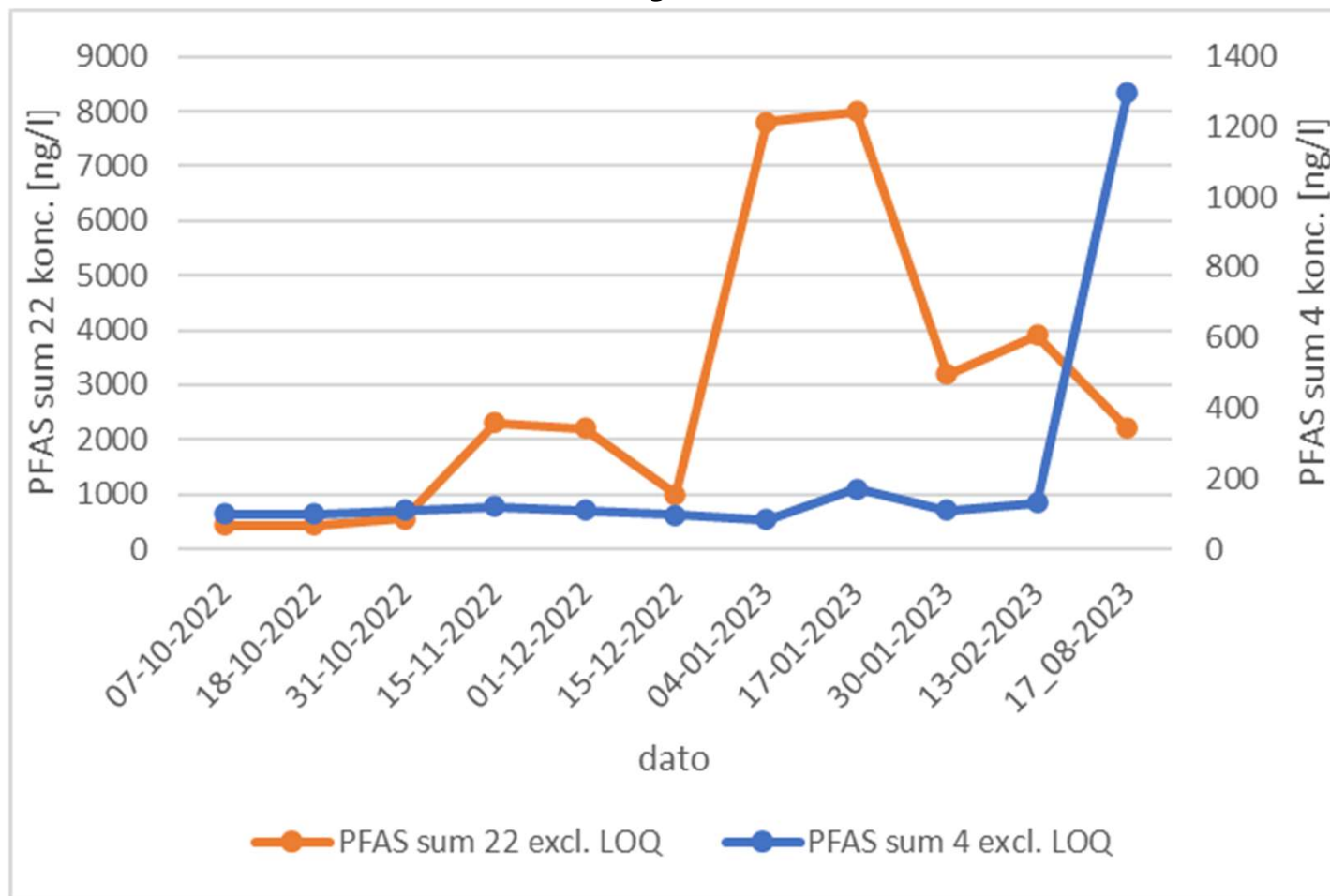
TOC 12-20 mg/l

Slammineraliseringsbede DIN Forsyning, Esbjerg



- Renseteknologi afprøves ved pilotskala forsøg

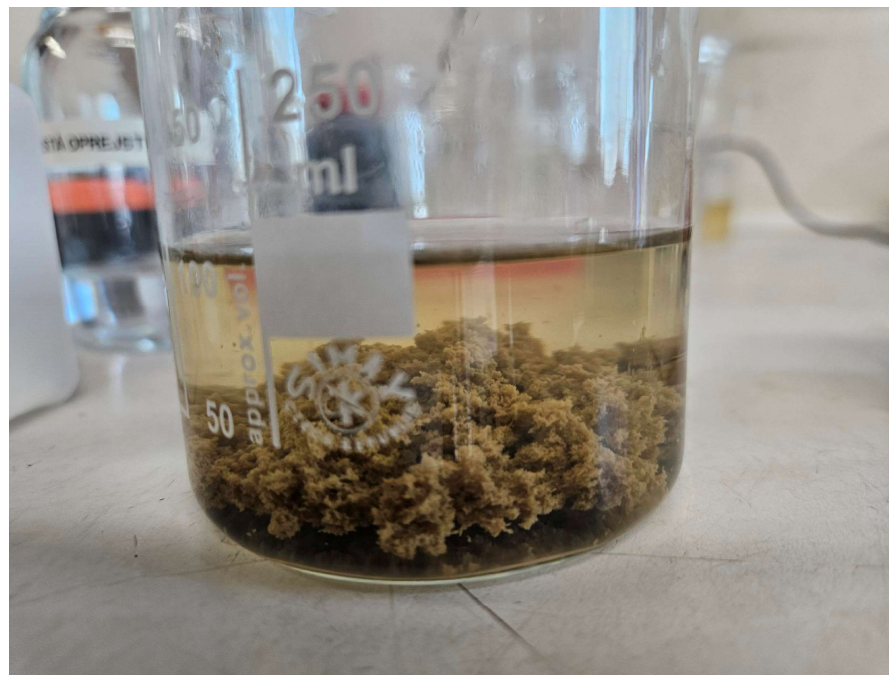
Variation af PFAS i rejektivand fra bedene



Vand fra slammineraliseringsbede



- Ubehandlet (PFAS 22: 14.000 ng/l) og behandlet med PAX, Fluorlok og Polymer
- Fjernelsesgrader:
 - 99 % PFAS sum 4



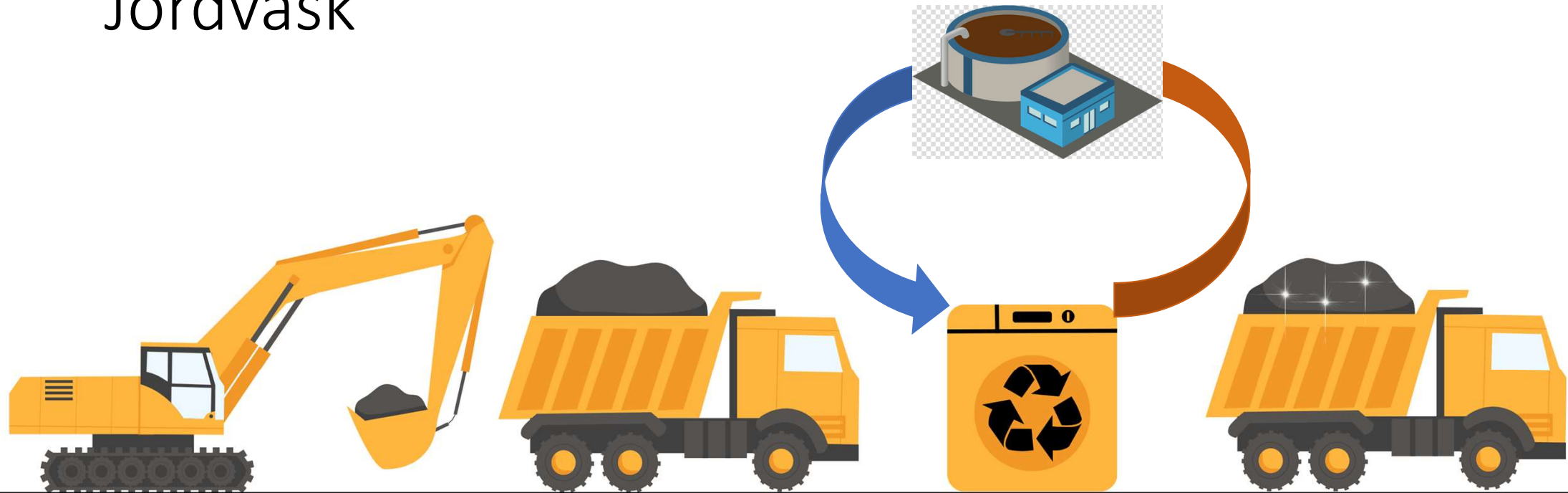
Take home message

- Vi kan rense PFAS ud af vandet – også i svært vand
- Relativt simple anlæg kan rense meget
- Det bliver mega dyrt hvis vi skal fjerne det sidste i svært vand
- Vi skal ikke kun have fokus på PFAS
- Det er ikke kun renseanlægget der koster





Jordvask





	CPH 1	HE 2	CPH 3	HE 1
Vandforbrug ved vask [l]	110	110	317	317
Slamandel efter flokkulering [%]	11	7	7	4
PFAS sum 22 i vaskevandet [ng/l]	440	110.000	290	39.000
PFAS sum 22 i vaskevandet etter Fluorflok [ng/l]	9,3	650	7	3.400
PFAS-fjernelse [%]	98	99	97	91

Pilottest – MBBR



- MBBR R1/R2: GI. Fabrik
- MBBR R3/R4: Ubehandlet P3
- MBBR R5/R6: Flokkuleret P3
- MBBR R7/R8: Kulbehandlet P3

Analyser af tilløb/udløb

- Pesticider og solventer
- $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, OP, TP og COD
- SS





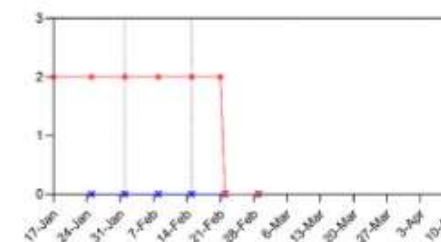
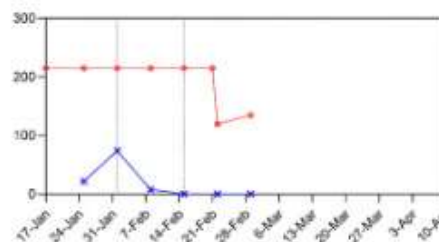
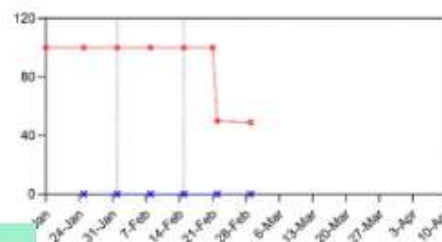
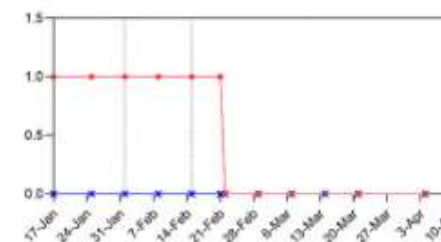
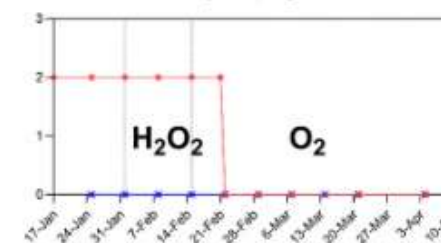
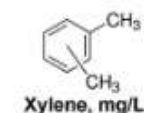
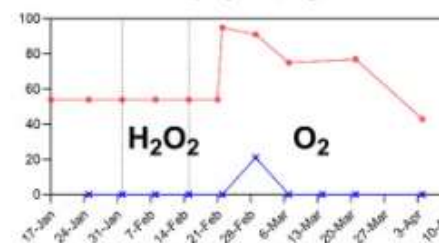
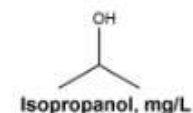
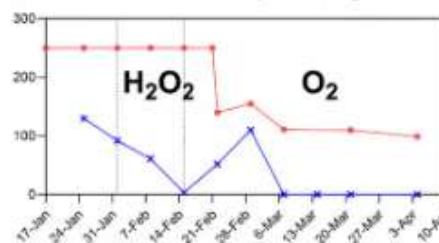
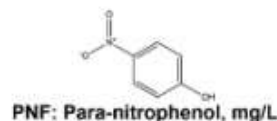
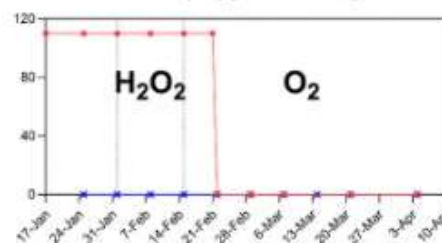
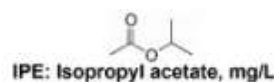
Profile of production chemicals

Untreated
P3 water

Flocculated
P3 water

PAC-treated
P3 water

Under quantification limit:
• 4-Cl-o-Cresol (<0.1 mg/L)



● Feed ✖ Effluent





Kontaktinformationer:

Tosvendsen@ect2.com

+45 22117226