

KRÜGER VEOLIA

Udfordringer med koagulering og UF membranfiltrering af overfladevand fra Tissø

*Peter Borch Nielsen, Krüger Veolia
Pernille Ingildsen, Kalundborg Forsyning
Terese Skov Engelrud, Kalundborg Forsyning
Erling V. Fischer, Krüger Veolia*

DVK 2016

WATER TECHNOLOGIES

KALUNDBORG FORSYNING

Tissøværket I – Nuværende overfladevandværk



- Produktionskapacitet: 1,0 mio. m³ /år
- 2 * 60 m³ / time
- Idriftsat i 2002
- Levering af procesvand til NOVOZYMES



Tissøværket II – Krav og ønsker til nyt overfladevandværk

Produktionskapacitet:

- 1,6 million m³/år
- Mulighed for 50 % kapacitetsudvidelse

Vandkvalitet og sikkerhed:

- Skal overholde danske, europæiske og WHO drikkevandskrav
- 3 hygiejniske barrierer mod mikrobiologisk forurening
- Flere uafhængige driftslinjer

Samt:

- Innovativt design
- Lavest muligt energiforbrug, vandspild og kemikalieforbrug
- 'Ubemandet' drift
- Høj grad af nyskabende automatisering og on-line målinger

DVK 2016 / Tissøværket II / Nov. 2016

3

Tissøværket - Råvand

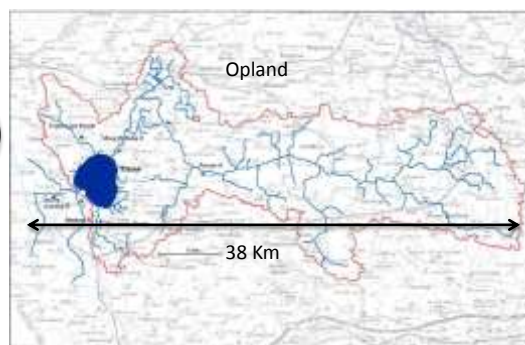
Kalundborg by



Tissø

Organisk 'forurening' fra:

- ✓ landbrug
- ✓ skovbrug
- ✓ frugtplantager
- ✓ Afløb fra spildevandsanlæg



DVK 2016 / Tissøværket II / Nov. 2016

4

Tissøværket II - råvand

Parameter	Enhed	Råvand	Design indløb	Krav
pH	-	7,3 – 8,6	7,2 – 8,6	7 – 8,5
Temperatur	°C	2 – 22	1,5 – 25	-
Suspenderet stof	mg/l	1 – 10	10	-
Turbiditet	FTU	-	5	0,3
Farvetal	mg/l Pt	3 – 40	40	5
NVOC	mg/l C	10 – 14	14	4
E.Coli	#/100 ml	1 – 10	100	0
Coliforme	#/100 ml	4 – 200	1,000	0
Kim 22°C	#/ml	230 – 1100	10,000	50
Kim 37°C	#/ml	1 – 950	1,000	5
Ammonium	mg/l	0,2	0,05	0,05
Nitrat	mg/l	1 – 10	10	50
Fosfor	mg/l	< 0,12	0,15	0,15
Klorid	mg/l	41 – 87	90	250
Natrium	mg/l	24 – 27	30	175
Kalium	mg/l	4 – 5	5	10
Sulfat	mg/l	62 – 130	130	250
Calcium	mg/l	80 – 120	100	-
Magnesium	mg/l	7 – 10	10	50
Hydrogenkarbonat	mg/l	199 – 223	200 – 250	-
Jern	mg/l	< 0,05	0,2	0,1
Mangan	mg/l	< 0,08	0,1	0,02
Pesticider (enkelt)	µg/l	< 0,1	0,1	0,1
Pesticider(total)	µg/l	< 0,5	0,5	0,5
Algetoxiner (microcystin m-LR)	µg/l	0 – 1	5	1
Trihalomethaner (total)	µg/l	0	0	25

Meget højt NVOC indhold.

Op til 70% fjernelse er nødvendig.

DVK 2016 / Tissøværket II / Nov. 2016

5

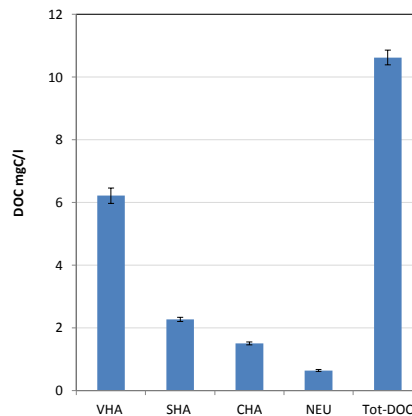
Karakterisering af NVOC i Tissø vand

Specifik UV absorptions

$$SUVA = \frac{UV \text{ absorptions v. } 254 \text{ nm (per m)}}{DOC \left(\frac{mg}{l}\right)}$$

SUVA	Type af NVOC	Koagulering: Teoretisk NVOC rensesgrad
> 4	Høj molekylvægt og hydrofobe molekyler	50 – 70%
2 – 4	Hydrofobe og -file (blanding)	25 – 50%
< 2	Hydrofile/neutrale, lav molekylvægt	< 25 – 30%

- SUVA = 3,1 L/mg m (lav)
- men, indholdet af neutral (NEU) og ladet (CHA) NVOC er lavt (normalt vanskeligt at koagulere).
- Indholdet af SHA (let hydrofobe syrer) og VHA (meget hydrofobe syrer) er højt (normalt let at koagulere).
- Konklusion: Koagulering er muligt, men forvent at en høj dosering af koagulant skal benyttes.
- BDOC indhold: 0,4 mg/l (højt, kan medføre uønsket biologisk vækst).

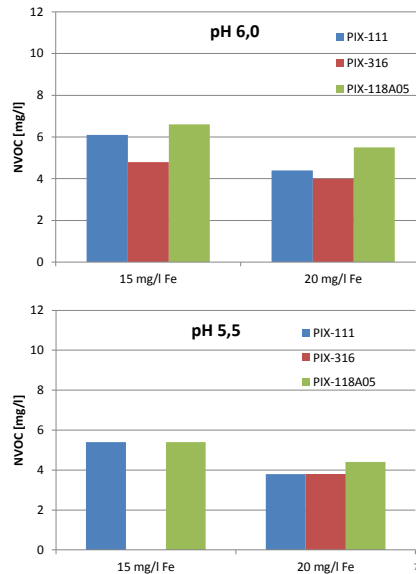


DVK 2016 / Tissøværket II / Nov. 2016

6

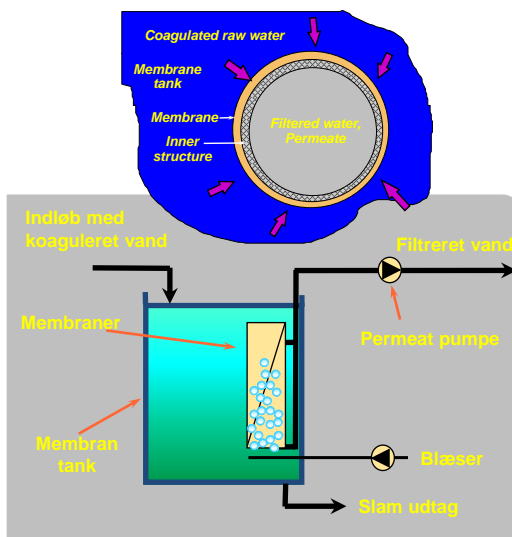
Jartest

- Dosering af ca. 20 mg/l Fe ved pH 5,5 – 6,0 giver et NVOC indhold under 4 mg/l C.
- Kemira PIX -111 og PIX- 316 (jernklorid produkter) viser den bedste effekt af de testede fældningskemikalier.



DVK 2016 / Tisssværet II / Nov. 2016

Dykket UF membranfiltrering - pilotanlæg



DVK 2016 / Tisssværet II / Nov. 2016

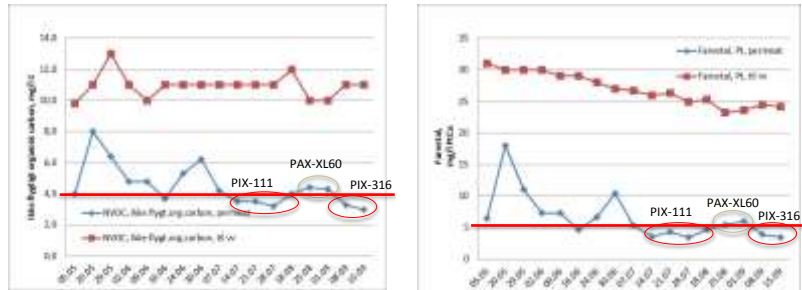
- Råvandet tilføres koagulant og omrøres/reagerer 5 - 10 minutter inden tilførsel til membrantanken.
- Vandet filtreres fra ydersiden til indersiden af membran fibre.
- Porestørrelse på 40 nm.
- Lavt vakuum: 0,1 – 0,5 bar.
- Kortvarig returskyllning med permeat og luft ca. 2 gange per time.
- Rengøring med kemikalier: AUTO vedligeholdelses-rensning nogle gange ugentligt og derudover udvidet rensning efter behov.
- Produceret slam udtages efter behov fra membrantanken.

8

Pilot anlæg – NVOC resultater

NVOC og farvefjernelse, konklusioner:

- ✓ Rentvandskrav kan overholdes med: 20 – 25 mg/l Fe ved pH 5,3 – 5,7
- ✓ Koagulering med PAX (15 mg/l Al) ved pH 6,0 – 6,2 viser lavere effektivitet.
- ✓ Hvis NVOC stiger til over 12 mg/l C kræves yderligere behandling.



DVK 2016 / Tilsøværket II / Nov. 2016

9

Pilot anlæg – Mikroorganismer

- Målt log 3,5 (99.97 %) reduktion af kim 22 grader

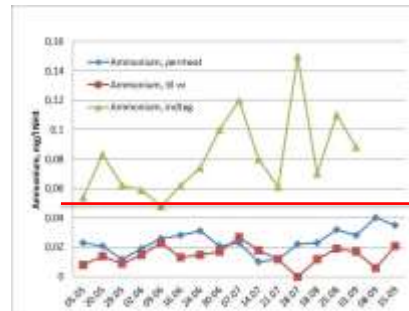
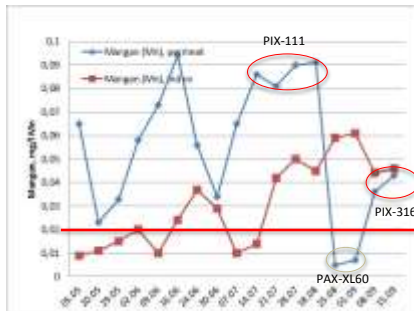
	Indløb	Permeat	Enhed
Clostridium perfringens	< 1 – 3	< 1	/100 ml
Coliforme 37°C	2 – 200	< 1 - 1	/100 ml
Escherichia coli	< 1 – 2	< 1	/100 ml
Kimtal 22 °C	520 - > 3000	< 1 - 9	/ ml
Kimtal 37°C	20 – 170	< 1 – 1	/ ml

DVK 2016 / Tilsøværket II / Nov. 2016

10

Pilot anlæg – Mangan og ammonium

- Ammonium nedbrydes biologisk i råvandsledningen
- Mangan tilføres også med kemikalier - primært PIX-111

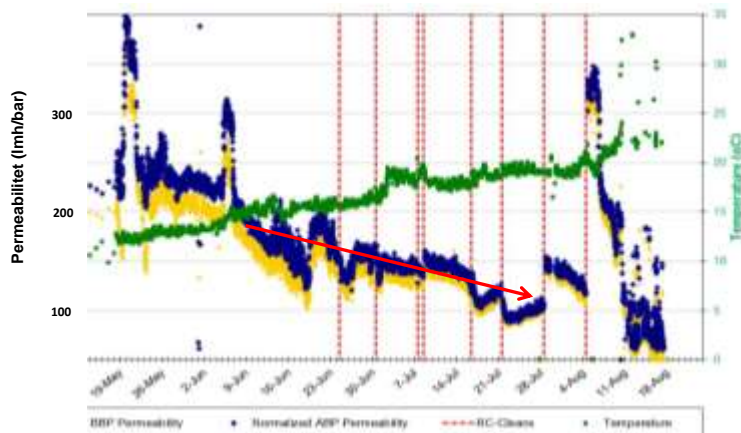


DVK 2016 / Tilsøværket II / Nov. 2016

11

Membran permeabilitet

Generelt uheldig nedadgående tendens



DVK 2016 / Tilsøværket II / Nov. 2016

12

Rengøringskemikalier og pilotanlæg konklusioner

- Testede kemikalier til membran rensning:
 - citronsyre, svovlsyre, saltsyre, natriumhypoklorit, eddikesyre, ascorbinsyre og bisulfit (incl. i varm væske).
- Kun ascorbinsyre gav en betydelig men desværre kortvarig positiv effekt på tryktabet over membranen.
- Membran autopsy viste rødbrune lag af sværtopløselige silikater og jern i membranen.

Konklusion: sUF viser samlet set ikke et tilfredsstillende driftsresultat pga. tryktabet.

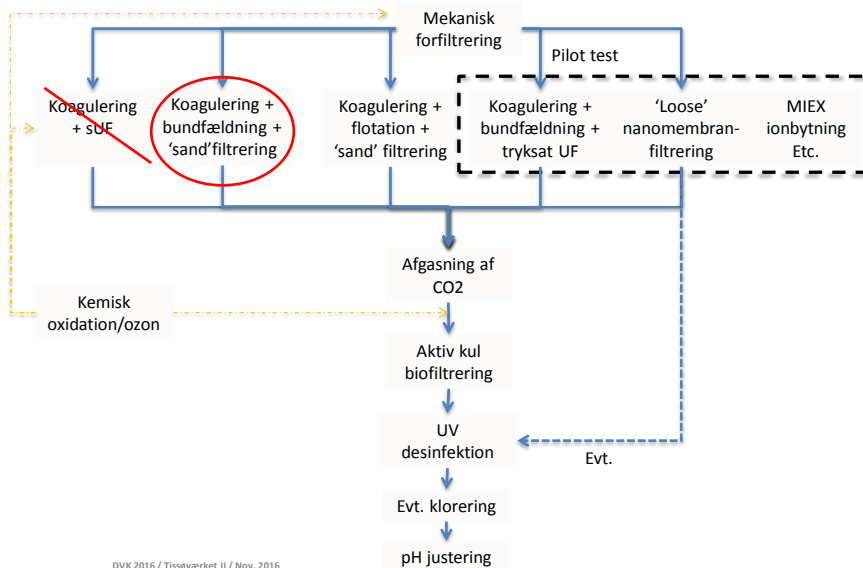
Tidsplanen gav desværre ikke mulighed for at teste andre membrantyper.

DVK 2016 / Tissøværket II / Nov. 2016



13

Andre tekniske muligheder



DVK 2016 / Tissøværket II / Nov. 2016

14

