



KRÜGER  VEOLIA

Strøby Ladeplads

Kulfilterforsøg

Boring 213.782

18. maj 2021

WATER TECHNOLOGIES



Udarbejdet af: Vibeke Dorf Nørgaard

Kontrolleret af: Peter Borch Nielsen

Udgave: 1

Projektnummer: 1300 84001

Krüger A/S – Veolia Water Technologies, Danmark

SØBORG
Gladsaxevej 363
DK-2860 Søborg
T +45 3969 0222
kruger@kruger.dk

AALBORG
Indkildevej 6C
DK-9210 Aalborg SØ
T +45 9818 9300
kruger@kruger.dk

AARHUS
Haslegårdsvænget 18
DK-8210 Aarhus V
T +45 8746 3300
kruger@kruger.dk

SERVICE
Langebjerg 29A
DK-4000 Roskilde
T +45 3969 0222
kruger@kruger.dk

AQUACARE
Fabriksparken 50
DK-2600 Glostrup
T +45 4345 1676
aquacare@kruger.dk



Indholdsfortegnelse:

1 Indledning	4
1.1 Resumé	4
2 Forsøg	5
2.1 Forundersøgelse	5
2.1.1 Tidligere kulfilterforsøg	5
2.2 Opstilling og udførelse	5
2.3 Resultater	6
3 Fuldskalaanlæg	7
3.1 Opbygning af anlægget	8
3.1.1 Anlægsspecifikationer	8
3.2 Placering af anlægget	9
4 Videre arbejde	9



1 Indledning

Strøby Ladeplads Vandværk a.m.b.a. er et lille forbrugerejet vandværk beliggende i Strøby Ladeplads, som forsyner godt 720 ejendomme, hvoraf 80-90% er sommerhuse.

Vandværket er bygget i 1960, ombygget i 1975 og er løbende vedligeholdt, hvorved det er i teknisk og hygiejnisk særdeles god stand. Vandværket har 2 borer, som ligger på Nederste Linievej, 4671 Strøby. Boring 1 (DGU nr.: 213.782) er fra 2012 og boring 3 (DGU nr. 213.811) er fra 2013. Herfra indvindes ca. 44.000 m³ pr. år.

Tabel 1 Råvandskvalitet

Parameter	Enhed	Boring 1, DGU 213.782	Boring 3, DGU 213.811
Jern	mg/l	2,2	0,34
Mangan	mg/l	0,05	0,005
Ammonium	mg/l	0,33	0,12
Total-P	mg/l	0,026	<0,01
Flourid	mg/l	0,6	1,4
Oxygen	mg/l	<0,1	<0,01
BAM	µg/l	0,6-0,77 (2020-målinger)	0,015-0,019 (2020-målinger)
DMS	µg/l	0,86-1,3 (2020-målinger)	<0,1 (2020-målinger)

Vandværket har nedlagt 3 borer på grund af højt indhold af fluorid og/eller indlejret saltvand i vandmagasinet.

I boring 1 er der konstateret et meget højt indhold af N,N-dimethylsulfamid (DMS) og 2,6-dichlorbenzamid (BAM). Stevns Kommune har meddelt midlertidig dispensation til overskridelse af kvalitetskravene for pesticider, samt et påbud om at sikre bedre drikkevandskvalitet senest den 12. februar 2022. Konsulentfirmaerne DANWATEC A/S og Krüger A/S har undersøgt mulighederne for at finde en ny kildeplads til en ny boring. Begge konkluderer, at det vil være usikkerhed om drikkevandskvaliteten i en ny boring. Ydermere er der i samarbejde med Krüger A/S udført forsøg med filtrering i kulfilter på råvand fra boring 1 i perioden februar 2021-april 2021. Forsøget og resultaterne herfor beskrives i afsnit 2.

1.1 Resumé

Der er i perioden februar 2021 til april 2021 udført vellykket pilotforsøg med kulfiltrering af råvand fra Strøby Ladeplads Vandværks boring 1. Forsøget viste at DMS og BAM kan adsorberes i kulfiltre.

Ud fra de gode forsøgsresultater er det Krügers vurdering, at der med fordel kan etableres kulfilteranlæg til behandling af råvandet i boring 1 for DMS og BAM.

Strøby Ladeplads Vandværk har undersøgt flere muligheder for at undgå DMS og BAM. Herunder bl.a. at etablere en ny boring. Det er af såvel DANWATEC A/S som Krüger A/S vurderet, at der vil være stor usikkerhed om vandkvaliteten af en evt. ny boring, hvorfor denne mulighed ikke umiddelbart kan anbefales.

Krüger anbefaler, at et kulfilteranlæg placeres i en container ved boring 1. Herved behandles kun det nødvendige vand og det giver mulighed for fortsat drift fra boring 3, hvis der skulle opstå problemer med kulfilteranlægget. Ved at placere anlægget ved



boringen vil dette også være til mindst mulig gene for beboere og gæster i Strøby Ladeplads. Ligeledes vil det være muligt at etablere ordentlige tilkørselsforhold ifm. udskiftning af kul i filtrene.

2 Forsøg

2.1 Forundersøgelse

I forbindelse med planlægningen af forsøget blev undersøgt, hvilke metoder, der allerede er testet til fjernelse af DMS. Metoder som aktiv kulfiltrering, membranfiltrering og avanceret oxidation er tidligere testet ift. fjernelse af DMS. Af disse metoder vurderes filtrering i aktiv kulfilter at være bedst egnet grundet følgende faktorer.

- Strøby Ladeplads Vandværk er et mindre forbrugerejet vandværk, som ikke har en stor driftsorganisation bag sig. Derfor er det vurderet vigtigt at anlægget er simpelt og let at drifte.
- Det ønskes, at behandle på råvandet fra den påvirkede boring og ikke på det blandede vand på værket. Dette ønskes, for kun at behandle det vand, hvor det er nødvendigt. Herved er det vigtigt at anlægget kan håndtere råvand.
- Fokus på at vælge en metode med mindst mulig ressourcospild og mindst mulig risiko for at danne andre uønskede stoffer.

2.1.1 Tidligere kulfilterforsøg

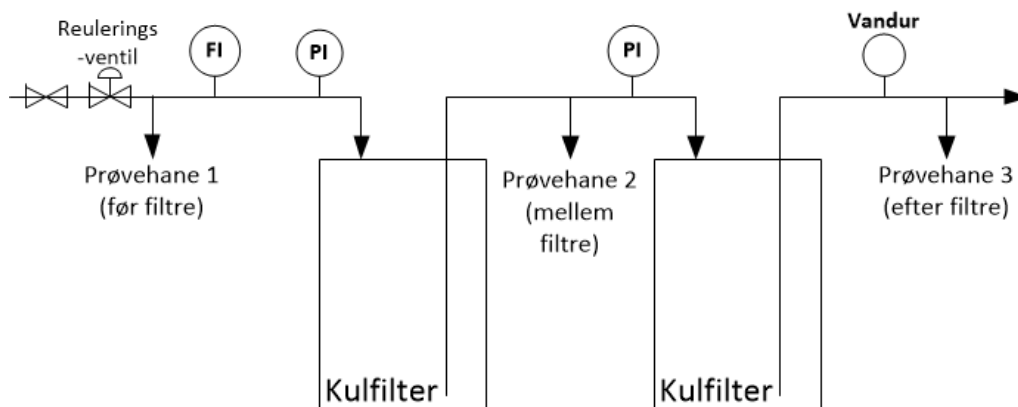
Tidligere forsøg med aktiv kulfilter til fjernelse af DMS har vist, at DMS kan tilbageholdes omend i mindre grad end andre miljøfremmede stoffer. Forsøgene har vist en adsorptionsevne på 0,9-1,8 mg DMS pr. kg aktivt kul målt ved en afgangskoncentration på 0,1 µg/l.

2.2 Opstilling og udførelse

Der er opstillet et pilotanlæg ved boring DGU 213.782, som behandler råvandet direkte fra boringen i en særskilt streng. Efter kulfiltrering ledes vandet til afløb, hvorved forsøget ikke vil påvirke vandet, der ledes til forbrugerne. Til forsøget anvendes så lidt vand som muligt for at minimere spildet.

Anlægget består af to kulfiltre i serie. Mellem kulfiltrene er der monteret prøveudtag, således reduktionen af BAM og DMS kan følges.

Forsøgsopstillingen er som vist på figur 1.



Figur 1 Skitse over forsøgsopstilling



Forsøget er opstillet, så det bedst muligt repræsenterer driften af et fuldskalaanlæg. Når der måles gennembrud af DMS eller BAM i det første filter, skiftes der kul i dette filter og det indkobles som det bagerste filter, hvorved det filter, der først stod bagerst vil blive primær filter og det "nye" filter blive sekundær filter. Herved undgås det, at der står gamle kul i det sekundære filter, som kun sjældent udskiftes og derved kan forringe vandkvaliteten.

Der er monteret flowmåler, trykmålere og vandur på anlægget, som aflæses løbende.

Kulfiltrene indeholder hver ca. 25 kg granuleret aktivt kul og har en gennemløbstid på ca. 30 minutter pr. filter. Dette giver et flow på ca. 100 l/time.

Der udtages løbende prøver til analyse for BAM og DMS, samt andre relevante parametre.

2.3 Resultater

Analyser for pH og iltindhold ligger alle indenfor det forventelige ift. råvandet.

- pH: 7,4-7,8
- Ilt: 0,1-0,3 mg/l

Der måles også UVT (UV Transnitans) på alle tre prøvehaner. UVT er lineært korreleret med NVOC, som ud fra UVT-målingen beregnes til 1,2 mg/l, hvilket passer med de seneste data i Jupiter for boring 1.

Tabel 2 Analyser for UVT og NVOC

Parameter	Enhed	Prøvehane 1 Før filtre	Prøvehane 2 Mellem filtre	Prøvehane 3 Efter filtre
UVT	%	94	100	100
NVOC (beregnet)	mg/l	1,2	-	-
NVOC (Jupiter)	mg/l	1,2	-	-

UVT måles til 100 % ved prøvehane 2 og 3 (efter kulfiltrene), hvilket viser at NVOC tilbageholdes i filtrene, som forventet.

Overordnet indikerer analyserne, at der ikke sker ændringer i vandkvaliteten ud over fjernelse af NVOC, DMS og BAM.

Resultaterne for DMS og BAM ses i nedenstående tabeller.

Tabel 3 Analyser for DMS

Dato	Enhed	Prøvehane 1 Før filtre	Prøvehane 2 Mellem filtre	Prøvehane 3 Efter filtre
10. februar 2021	µg/l	0,87	<0,01	<0,01
8. marts 2021	µg/l	1,0	0,012	<0,01
15. marts 2021	µg/l	1,2	0,019	<0,01
5. april 2021	µg/l	1,1	0,04	<0,01

**Tabel 4** Analyser for BAM

Dato	Enhed	Prøvehane 1 Før filtre	Prøvehane 2 Mellem filtre	Prøvehane 3 Efter filtre
10. februar 2021	µg/l	0,77	<0,01	<0,01
8. marts 2021	µg/l	0,83	<0,01	<0,01
15. marts	µg/l	1,0	<0,01	<0,01
5. april 2021	µg/l	0,78	<0,01	<0,01

Som det ses fjernes både DMS og BAM i det første filter ved forsøgets start. Efter tre uger i drift ses der gennembrud af DMS i det forreste filter. BAM tilbageholdes stadig fuldstændig. Grundet ventetid på analyseresultatet skiftes der først kul én uge efter gennembrud. Inden kul- og filterskifte udtages en ny prøve, som også viser gennembrud af DMS i det forreste filter. Efter kul- og filterskifte måles igen et gennembrud efter tre ugers drift.

Ud fra de to gennembrud kan kapaciteten beregnes til ca. 2,2 mg DMS pr. kg kul. Dette er lidt højere end forventet ud fra tidligere forsøg, men ikke mere end det kan forklares ved forskelle i forsøg og vandkvalitet.

Trykket ind i forsøgsanlægget ligger på ca. 0,7 bar. Da der er et lille tryktab i anlægget falder trykket til ca. 0,4 bar. Trykket er stabilt gennem forsøget, hvilket indikerer, at der ikke aflejres okker i kulfilteret, hvilket vil nedsætte dets evne til at fjerne DMS og BAM.

Der ses mindre okkerudfældninger på det aktive kul, der tages ud ved kulsifte. Dette vurderes ikke at have en betydning for kullets evne til at adsorbere DMS og BAM. I og med at der ofte skiftes kul vil dette ikke give anledning til forbehandling.

3 Fuldskalaanlæg

Ud fra resultaterne for ovenstående pilotforsøg er det Krügers vurdering, at et fuldskalaanlæg opbygget efter samme princip som pilotanlægget vil kunne fjerne DMS og BAM fra råvandet fra boring 1, inden dette ledes til behandling på Strøby Ladeplads Vandværk og videre til forbrugerne. Denne løsning vil klart være at anbefale frem for alternativerne til at behandle råvandet fra boring 1, som er

1. Finde en ny boring
2. Indvinde udelukkende fra boring 3
3. Lukke Strøby Ladeplads Vandværk.

Af disse muligheder vurderer Krüger, at behandling af råvandet overordnet set er den bedste løsning. Det er tidligere vurderet, at vandkvaliteten i en evt. ny boring vil være behæftet med usikkerhed, hvorved problemet ikke nødvendigvis løses.

Indvinding udelukkende fra boring 3 vil først og fremmest være problematisk ift. vandkvaliteten, idet boring 3 tidligere har indeholder fluorid over grænseværdien og det frygtes, at en øget indvinding herfra kan forværre dette igen, men også ift. sænkning og vil udgøre en stor usikkerhed ift. forsynings sikkerheden. At lukke Strøby Ladeplads Vandværk vurderes heller ikke som en god løsning, idet dette vil resultere i en større belastning af borer og kildefelter ved fx Strøby Egede Vandværk, hvis dette skulle overtage forsyningsområdet.



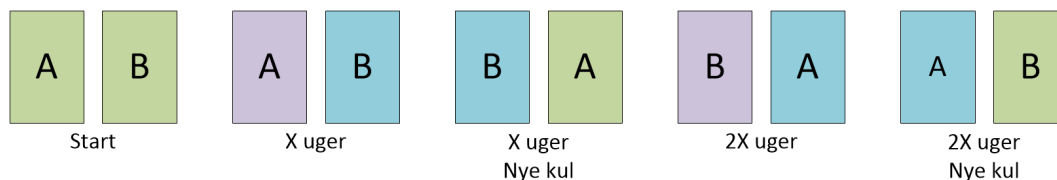
Ydermere taler følgende punkter for at bibeholde boring 1 og behandle råvandet.

1. Fortsat indvinding fra boring 1 vil bidrage til at beskytte boring 3 mod evt. kontaminering fra samme kilde
2. Behandling af råvandet fra boring 1 vil tage hånd om problemet frem for at lade forureningen ligge og risikere, at den spredes sig
3. Behandling af råvandet fra boring 1 vil sikre mere jævn indvindingsfordeling mellem borerne, da forholdet ikke behøver at baseres på fortynding af DMS, men i stedet kan baseres på hvordan borerne påvirkes af den indvundne mængde.

Ud fra forsøget beskrevet i forrige afsnit, tænkes et fuldskalaanlæg dimensioneret som beskrevet i det følgende. Dimensioneringen er præliminær, hvorfor der kan ske ændringer under detailprojekteringen.

3.1 Opbygning af anlægget

Fuldskalaanlægget opbygges efter samme princip som forsøgsanlægget, hvor der ved kulsifte også skiftes primær-/sekundærfilter.



Figur 2 Princip for drift af kulfilteranlæg. Grøn indikerer nye kul, blå indikerer kul fra sekundær filter og lilla indikerer kul, der har opbrugt kapaciteten. X angiver driftstid for gennembrud af det forreste filter.

Efter kulfiltrene installeres UV-anlæg som sikkerhed ift den bakteriologiske kvalitet af vandet inden vandet ledes til vandværket, hvor det blandes med råvand fra den boring 3.

Driften forventes at være kontinuert over døgnet med et stabilt flow for at sikre en så jævn indvinding og behandling som mulig.

3.1.1 Anlægsspecifikationer

Nedenstående tabeller indeholder præliminære specifikationer for anlægget. Det påregnes, at der anvendes standard kulfiltre, hvor hele kulfilteret skiftes ved kulsifte. Filtrene leveres med nyskyllede kul, som er klar til drift. Herved undgås, at kul skal håndteres i det fri ifm. kulsifte og der sikres derved en god hygiejnisk standard.

Tabel 5 Specifikationer for kulfilter

Beskrivelse	Enhed	Størrelse/type/antal/værdi
Enhed	-	Kulfilter
Antal	stk.	2
Kapacitet	m ³ /h pr. stk.	2
Volumen kul	m ³ /filter	2,0
Aktiv kul	-	Kokosbaseret fx. AquaSorb CS
Forventet interval mellem kulsifte	dage	ca. 30

**Tabel 6** Specifikationer for UV-anlæg

Beskrivelse	Enhed	Størrelse/type/antal/værdi
Enhed	-	UV-anlæg
Antal	stk.	1
Kapacitet	m ³ /h	2
UV-transmission	% (10 mm)	ca. 94
Lampetype	-	Lavtryks-UV

3.2 Placering af anlægget

Flere mulige placeringer af anlægget har været diskuteret. Dette inkluderer ved boringen, ved vandværket før filtrering og ved vandværket efter filtrering.

Det er vurderet, at den bedste placering af anlægget er ved boringen. I vurderingen er der bl.a. taget højde for hvilket/hvor meget vand, der skal behandles i anlægget, gener for naboer mv. samt kørselsforhold ift. kulsifte.

Begge mulige placeringer ved vandværket vil kræve at alt vandet ledes igennem anlægget enten som råvand eller som rentvand. Dette er ikke fordelagtigt, da et nedbrud på anlægget vil påvirke hele forsyningen og i værste fald føre til, at der ikke kan ledes vand til forbrugerne. Derudover er adgangsforholdene for en lastbil hverken gode eller sikre pga. små veje og mange sommerhusgæster i sommerhalvåret. Ydermere vil placeringen formentligt være til gene for såvel naboer som sommergæster.

Placeres anlægget derimod ved boringen, vil det ligge til mindst mulig gene for naboer og der er mulighed for at etablere gode tilkørselsforhold, der både gør det nemt for chaufføren at komme til og fra anlægget og som ikke udgør en sikkerhedsrisiko for beboerne i Strøby Ladeplads.

Anlægget kan opføres i en container, som placeres ved boringen.

4 Videre arbejde

Det videre arbejde vil bestå af dialog mellem Strøby Ladeplads Vandværk, Stevns Kommune og Krüger med fokus på tilladelse til etablering af videregående vandbehandling på boring 1. Herefter ansøgning iht. Vandforsyningslovens §21 samt detailprojektering af et fuldskala kulfilteranlæg til placering ved boringen inden etablering af anlæg.