

Fra: Camilla Tang (CTA) <CTA@NIRAS.DK>

Sendt: 19. november 2021 12:49

Til: Flemming Frost <formand@brovstvand.dk>

Emne: Brovst Vand: Vurdering af potentiale for blødgøring

Hej Flemming,

Så er jeg blevet færdig med vurderingen af potentialet for blødgøring for Brovst Vand og har vedhæftet et notat med resultaterne.

Kort fortalt, så er jeres vand faktisk ikke specielt kalkfældende, så umiddelbart er blødgøring ikke relevant for jer. Som jeg også skriver i notatet, så synes jeg, at jeres penge er givet bedre ud i forhold til jeres udfordringer med nitrat.

Sig endelig til, hvis I har spørgsmål eller ønsker at få noget uddybet.

Vi kan også hjælpe jer i forhold til udfordringerne med nitrat. Det kan være svært at få tilladelse til at fjerne nitrat, så det er desværre en udfordring.

Hvis du er interesseret, kan jeg sætte dig i kontakt med en af mine jyske kollegaer og så kan I drøfte, om vi kan bidrage med noget i forhold til nitratudfordringen.

Med venlig hilsen

Camilla Tang

Specialist

NIRAS

Sortemosevej 19
3450 Allerød
Denmark
www.niras.dk

M: +45 2373 9679

T: +45 4810 4200

E: cta@niras.dk

Følg os på: **in f**



Denne e-mail kan indeholde fortrolige oplysninger. Hvis du fritageligt har modtaget denne, kontakt venligst afsenderen øjeblikkeligt og slet mailen samt eventuelle bilag. Kopier ikke denne mail, og undgå at dele dens indhold med tredje part. Tak. NIRAS' håndtering af personlig information står beskrevet i vores [privatlivspolitik](#).

Vandforsyningen Brovst og Omegn

Vurdering af potentiale for blødgøring

Dato: 19. november 2021

1 Formål

Vandforsyningen Brovst og Omegn har bedt NIRAS om at vurdere potentialet for blødgøring på baggrund af kalkudfældningspotentialet. Vandet ved afgang vandværk har en hårdhed på 15 °dH, svarende til "temmelig hårdt".

1.1 Kalkudfældningspotentialet

Kalkudfældningspotentialet (Calcium Carbonate Precipitation Potential, CCPP) beregnes fra indholdet i en almindelig drikkevandsanalyse og er et udtryk for hvor meget kalk, der teoretisk kan udfælde fra en vandprøve. Forskning og hollandske erfaringer viser, at CCPP er et bedre mål for de gener som forbrugere oplever med kalkaflejring i f.eks. brusebadet og elkedlen end vandets hårdhed.

1.2 Forudsætninger

Kalkudfældningspotentialet er beregnet for vandkvaliteten ved afgang vandværk. Den seneste vandanalyse med alle parametre nødvendige til beregningerne er fra d. 30. november 2018. Vandkvaliteten har ikke ændret sig betydeligt siden denne prøve og den vurderes derfor at være retvisende for kalkudfældningspotentialet i dag. Vandkvaliteten er vist i tabellen nedenfor:

Tabel 1: Vandkvalitet afgang vandværk, der er anvendt til beregning af kalkudfældningspotentialet.

Komponent	Enhed	Afgang vandværk
Dato for prøvetagning		30.11.2018
pH	-	7,3
Temperatur	°C	9,1
Hydrogencarbonat	mg/l	210
Calcium	mg/l	93
Magnesium	mg/l	10
Natrium	mg/l	63
Chlorid	mg/l	106
Nitrat	mg/l	37
Kalium	mg/l	3
Sulfat	mg/l	45
Fosfat	mg/l	0,03
Hårdhed	°dH	15

CCPP er beregnet i PHREEQC version 3.7.0-15749 med phreeqc.dat databasen baseret på metoden anbefalet i Tang et al. (2021)¹. Beregningerne er lavet for et lukket system uden udveksling med atmosfærisk CO₂.

2 Resultater

CCPP er beregnet ved henholdsvis 10 °C (svarende til ledningsnettet), 60 °C (svarende til varmtvandsbeholdere) og 90 °C (svarende til elkedlen). CCPP stiger med stigende temperatur og derfor svarer CCPP ved 90 °C til det maksimale kalkudfældningspotentiale. Tallet efter CCPP henviser til temperaturen, hvorved værdien er beregnet. Værdierne fremgår i tabellen nedenfor.

Tabel 2: Kalkudfældningspotentialet (CCPP) beregnet ved hhv. 10 °C, 60 °C og 90 °C for Vandforsyningen Brovst og Omegn.

CCPP	Enhed	Afgang vandværk
CCPP ₁₀		mmol/L -0,1
CCPP ₆₀		mmol/L 0,3
CCPP ₉₀		mmol/L 0,7

Beregningerne viser, at CCPP varierer fra -0,1 mmol/L ved 10 °C til 0,7 mmol/L ved 90 °C.

Hollandske erfaringstal viser, at når CCPP ved 90 °C overstiger 1,2 mmol/L, oplever forbrugerne markante gener fra kalkudfældninger og kun få gener, når værdien er under 0,6 mmol/L. Derfor har f.eks. HOFOR en målsætning om, at CCPP ved 90 °C maksimalt er 0,6 mmol/L efter blødgøring.

CCPP ved 90 °C er 0,7 mmol/L for Vandforsyningen Brovst og Omegn, hvilket er tæt på HOFOR's målsætning på 0,6 mmol/L efter blødgøring. Det vil sige, at vandet ikke umiddelbart er egnet til blødgøring, da forbrugerne ikke forventes at opleve markant færre gener fra kalkudfældninger i f.eks. elkedlen og i brusebadet efter blødgøring.

Det er vigtigt, at CCPP ved 10 °C er højere end 0,0 mmol/L, da negative værdier betyder, at vandet er kalkaggressivt og kan give problemer med korrosion i ledningsnettet. CCPP ved 10 °C er -0,1 mmol/L for Vandforsyningen Brovst og Omegn. I analysen fra d. 18. november 2018 blev der målt 5 mg/L aggressiv CO₂, hvilket stemmer overens med den negative CCPP værdi ved 10 °C. Dette, sammenholdt med den relativt lave CCPP₉₀ værdi, gør, at Vandforsyningen Brovst og Omegn frarådes at implementere blødgøring.

3 Råvandsscreening

Vandforsyningen Brovst og Omegn producerer ca. 300.000 m³ vand om året. For et vandværk af denne størrelse, er de mest relevante teknologier:

- Ionbytning (kation)
- Omvendt osmose

Vandforsyningen Brovst og Omegn har udfordringer med høje og stigende nitratkoncentrationer og en tidligere analyse fra NIRAS har vist, at koncentrationen af nitrat forventes at stige til over grænseværdien på 50 mg/L. Nitrat kan fjernes med omvendt osmose og ionbytning.

¹ Tang et al. (2021). Procedure for calculating the Calcium Carbonate Precipitation Potential (CCPP) in Drinking Water Supply: Importance of Temperature, Ionic Species and Open/Closed system. *Water* (13)42. <https://doi.org/10.3390/w13010042>

Et omvendt osmose anlæg er en membranlæg, hvor vandet drives igennem membranen med højt tryk og stort set alle ioner i vandet tilbageholdes. Dermed kan omvendt osmose anvendes både til blødgøring og nitratfjernelse. Da vandkvaliteten for Vandforsyningen Brovst og Omegn ikke er egnet til blødgøring, anbefales omvendt osmose ikke til nitratfjernelse, da der er en risiko for øgede problemer med aggressiv kuldioxid og dermed skader på ledningsnettet og forbrugernes vandinstallationer.

Det er ikke den samme type ionbytter, der anvendes til blødgøring og nitratfjernelse, da der ved blødgøring skal fjernes positive Ca^{2+} og Mg^{2+} ioner (kationer) og nitrat, NO_3^- , er en negativ ion (anion). Det er derfor muligt at fjerne nitrat med ionbytning (anion) uden at blødgøre vandet, hvilket derfor umiddelbart er den anbefalede løsning for Vandforsyningen Brovst og Omegn.

4 Konklusion

Beregningerne for Vandforsyningen Brovst og Omegn viser, at selvom vandet har en hårdhed på 15 °dH og kategoriseres som "temmelig hårdt", er vandet ikke så kalkfældende. Samtidig har denne analyse og flere analyser afgang vandværk vist, at vandet i nogle tilfælde er kalkaggressivt. Blødgøring frarådes derfor på vandværket.

Vandforsyningen Brovst og Omegn har udfordringer med stigende nitratkoncentrationer i drikkevandet. Det anbefales at vælge ionbytning (anion) til fjernelse af nitrat, da denne teknologi ikke påvirker vandets hårdhed. Dermed kan nitrat fjernes uden at risikere øgede problemer med aggressiv kuldioxid. De tekniske forhold på vandværket bør klarlægges for at undersøge de praktiske forhold for et ionbytteranlæg til nitratfjernelse.