



Alternative metoder til at undgå kalkudfældning i vandvarmere – fup eller fakta?

I Odense har man undersøgt, hvor stor effekt central blødgøring har i forhold til alternative behandlingsmetoder for at undgå kalkaflejringer i gennemløbs-vandvarmere. Fuldskalatesten er en del af forundersøgelserne for etablering af et pellet-blødgøringsanlæg til Odenses nye universitetshospital (nyt OUH).

Tekst: Henrik Aktor, Aktor Innovation / Henrik Juul, VandCenter Syd / Ole Døllerup Nielsen, VandCenter Syd
Richard Jensen, Odense Kommune / Hans Peter Birk Hansen, Odense Kommune

Baggrund

Grundvandet i Odense er forholdsvis hårdt. Hårdt vand giver øgede udgifter til varmtvands-systemer i form af tab af varmeenergi, forkortet levetid for el-varmelegemer og varmevekslere. Hårdt vand medfører stort sæbeforbrug, der sætter større krav til fosforfjernelse på rensesanlæg og giver væsentlige gener og øger kemikalieforbrug pga. tilkalkning på flader og i husholdningsmaskiner. Det betyder endvidere øget afgivelse af metaller (korrosion) fra husinstallationer – metaller, der kan reducere spildevandsslammets kvalitet i forhold til udbringning på landbrugsjord.

Det er af særlig interesse i forbindelse med opførelsen af det nye universitetshospital i Odense (nyt OUH), som skal stå færdigt i 2022. Nyt OUH bliver med 212.000 m² det største nye sygehus i Danmark, som er bygget fra grunden på bar mark. Nyt OUH får udelukkende enkeltstuer med eget bad. I planlægningen har man derfor som et led i et "nyt hygiejneparadigme" besluttet at undgå en varmecentral med distribution af varmt brugsvand pga. legionella-risiko samt et energitab på anslået 60 %. I stedet ønsker man at anvende 3-4.000 decentrale el-vandvarmere, der bl.a. kan udnytte el-produktion fra et stort planlagt solcelleanlæg på nyt OUH.

Imidlertid vil det hårde vand kunne give store omkostninger for driften af disse decentrale el-vandvarmere, og det vil være nødvendigt at fælde kalken i vandet til hospitalet. Et sådant blødgøringsanlæg er derfor planlagt placeret på Dalumværket under VandCenter Syd med en forsyningsledning direkte til hospitalet.

VandCenter Syd har i samarbejde med Odense Kommune, Aktor Innovation og Medic OUH gennemført forsøg for at belyse effekten af blødgjort vand på el-gennemløbsvandvarmere. Samtidigt er effekten af to alternative metoder til at undgå kalkafældning i vandvarmere blevet undersøgt.

I Danmark markedsføres produkter, som hævdes at kunne ændre krystalstrukturen i kalken (CaCO₃), så denne ikke aflejres i installationerne. Produkterne er baseret på vidt forskellige principper som f. eks. magneter, krystaller, inerte gasser, ultralyd og elektriske felter. Vi har i forsøget udvalgt to almindeligt solgte produkter, baseret på hhv. ultralyd og elektrisk felt.

Produkterne er VA godkendte og er installeret i en lang række private hjem, på virksomheder og i en række vandforsyninger. De fysiske-kemiske mekanismer ved de alternative metoder er dårligt belyst. Imidlertid er forbrugernes oplevelse ofte, at der udfældes mindre kalk. Videnskabelige undersøgelser har været gennemført gennem tiden, og de har ført til forskellige og ofte uklare konklusioner. Producenterne angiver, at dette skyldes, at metoderne ikke virker på alle vandkvaliteter, men da man ikke har fuldt kendskab til de fysiske-kemiske mekanismer, er det ikke muligt på forhånd at vurdere, om princippet vil virke på det vand, der skal forsyne nyt OUH. Hvis disse alternative metoder fungerer effektivt på det nye universitetshospital, vil der være betydelige penge at spare i forhold til central blødgøring.

Blødgøring med pelletmetoden er vores referencemetode til central blødgøring af drikkevand. Pelletmetoden blev udviklet i 1937 og



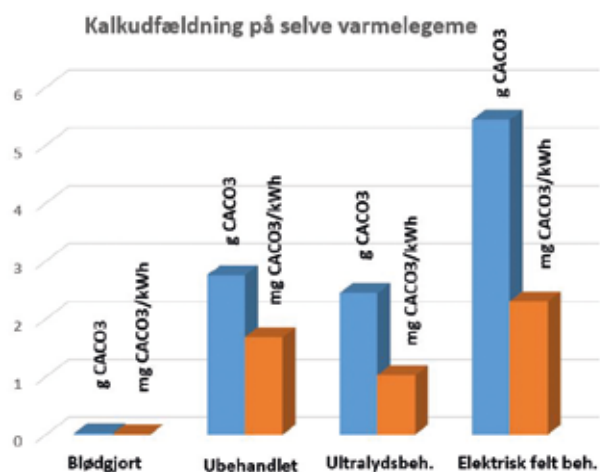
Figur 1 Forsøgsopstilling på Dalumværket med de 4 behandlingslinjer

anvendes i en lang række lande i dag. Det aktuelle anlæg reducerer hårdheden fra ca. 19°dH til ca. 6° dH. Pelletmetoden har endvidere den fordel, at Mg ikke udfældes i processen og derfor bliver i vandet. For lidt Mg i drikkevandet øger med stor sandsynlighed antallet af hjerte/karsygdomme.

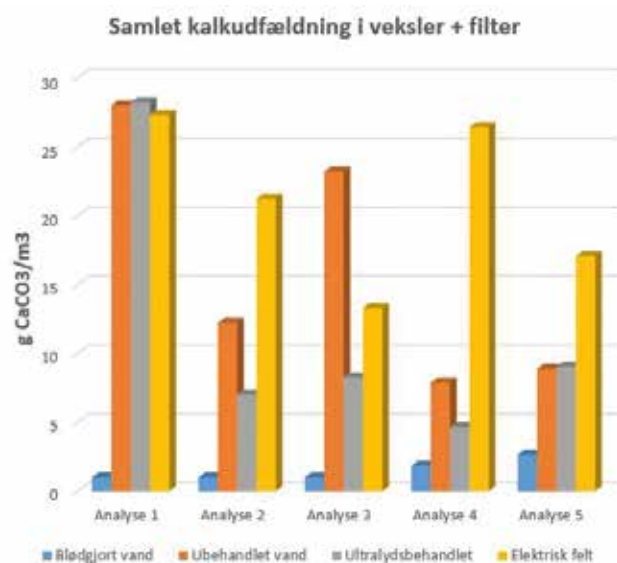
Pelletkolonnen er fremstillet i forbindelse med fyrtårnsprojektet "Fremtidens Drikkevandsforsyning", der er finansieret af VTU-Fonden og Miljøministeriets pulje for grøn teknologi. Pelletkolonnen har yderligere været anvendt til en lang række forsøg på vandværker hos HOFOR og VandCenter Syd.

For at kunne sammenligne effekten af de forskellige metoder, blev der på Dalumværket opstillet en testfacilitet med følgende fire behandlingslinjer (se figur 1):

1. Vand blødgjort med pelletmetoden
2. Almindeligt vandværksvand
3. Vand behandlet med ultralyd
4. Vand behandlet med elektrisk felt



Figur 2. Måling af udfældet kalk i vandvarmere ved afslutning af forsøgsserie 2 (udsyring med eddikesyre)



Figur 3. Målt kalkudfældning i hver forsøgslinje ved et flow på 0,18 - 0,24 m³/time og temperatur på 60° C.

Hver behandlingslinje består af en el-gennemløbsvandvarmer med en udløbstemperatur på 60° C og et granulært filter. Filteret illuderer den efterfølgende varmtvandsinstallation, hvori kalk kan udfældes. Der blev anvendt Nevtraco® filtermateriale (> 98 % Calcit - CaCO₃), da dette har gode vedhæftningsegenskaber for kalk. Hver af de fire linjer blev overvåget gennem Dalumværkets SCADA anlæg i forhold til optaget effekt, vandtemperatur og flow.

Erfaringer og resultater

1. forsøgsrække:

I dette forsøg benyttedes et fabrikat 11 kW el-gennemløbsvandvarmer, som på forhånd var overvejet anvendt af nyt OUH. Det viste sig imidlertid, at vandvarmerens ene varmelegeme knækkede - formodentlig som følge af kalkaflejring. Dette ville næppe være opdaget uden SCADA overvågning. Desuden opstod der på enkelte af vandvarmerne problemer med utætheder. Følgelig blev vandvarmerne udskiftet en efter en, i takt med at de gik i stykker. I alt 9 ud af 10 vandvarmere gik således i stykker, før første forsøgsrække blev opgivet. Kun den ene, der blev forsynet med blødgjort vand fra pelletkolonnen, gennemførte forsøget uden defekter.

2. forsøgsrække

Efter det mislykkede forsøg blev fire større (21 kW) gennemstrømningsvandvarmere indkøbt i Tyskland og installeret. Det viste sig, at de fire vandvarmere fungerede tilfredsstillende.

I 2. forsøgsrække blev på foranledning af ønske fra Medic-OUH yderligere introduceret

start/stop styring af vandvarmerne, således at driftsformen i højere grad kom til at ligne det, de ville blive udsat for ved almindelig drift på sygehuset. Efter endt forsøg blev vandvarmerne gennemskyllet med en svag syre, der efterfølgende blev analyseret for calciumindhold, således at mængden af kalk aflejret inde i selve vandvarmerne kunne kvantificeres (se figur 2).

Det ses af tabel 1, at der stort set ikke aflejres kalk i den vandvarmer, der anvender blødgjort vand fra pelletreaktoren. Dette var overraskende, da ikke alt kalken fjernes (restindhold ca. 20 mg Ca/l), og man således kunne



Figur 4. Udfældning af kalk har kittet de enkelte filterkorn sammen i filtermaterialet (Nevtraco®, CaCO₃) og reduceret dets porevolumen væsentligt.

forvente en smule fældning. Samtidig ses det, at der aflejres væsentlige mængder kalk i de øvrige tre vandvarmere. Der er ikke nogen signifikant forskel på, om vandet er behandlet med alternative metoder, eller om der anvendes almindeligt vandværksvand.

Der er også tydelig forskel i den totale kalkudfældning (vandvarmer + filter), når vi sammenligner blødgjort vand fra pelletreaktoren med ubehandlet vand eller de fysiske metoder (figur 3). De målte kalkudfældninger i linje 2-4, svarer samlet til mellem 350 - 700 g CaCO₃ pr. forsøgslinje - altså en betydelig kalkudfældning, der formindsker porevolumen og opholdstid og samtidig forøger tryktabet i filtermaterialerne (se figur 4).

Konklusion

Med forsøget kan det klart konkluderes, at de undersøgte alternative behandlingsmetoder ikke vil være egnet til den vandkvalitet og den vandvarmerbestykning, som tænkes anvendt på nyt OUH.

Resultaterne viser en reduktion på mere end 99 % af kalkudfældningen i forsøgslinje 1 (pelletreaktor forbehandling) i forhold til de øvrige forsøgslinjer.

Ultralydsbehandlet vand og vand behandlet med elektrisk felt udviser i denne konfiguration ikke nogen teknisk eller økonomisk signifikant forskel i kalkudfældning sammenlignet med ubehandlet vand. Det må således konkluderes, at drikkevand blødgjort med pelletmetoden vil være det rigtige valg, hvis man på hospitalet vil anvende decentrale el-vandvarmere i stedet for en central varmecentral. ♦