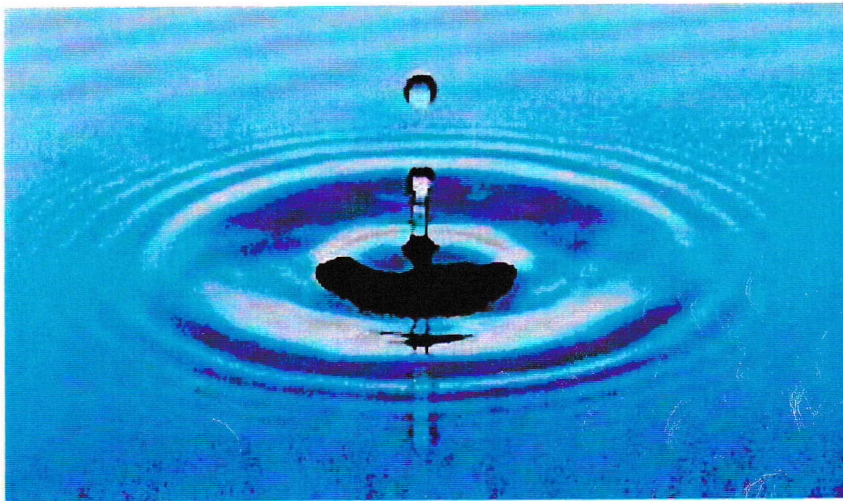


Kalk & Vand



Udredning om fysisk vandbehandling
for løsning af kalkproblemer i
vandinstallationer



Teknologisk Institut
Energi
Februar 1999

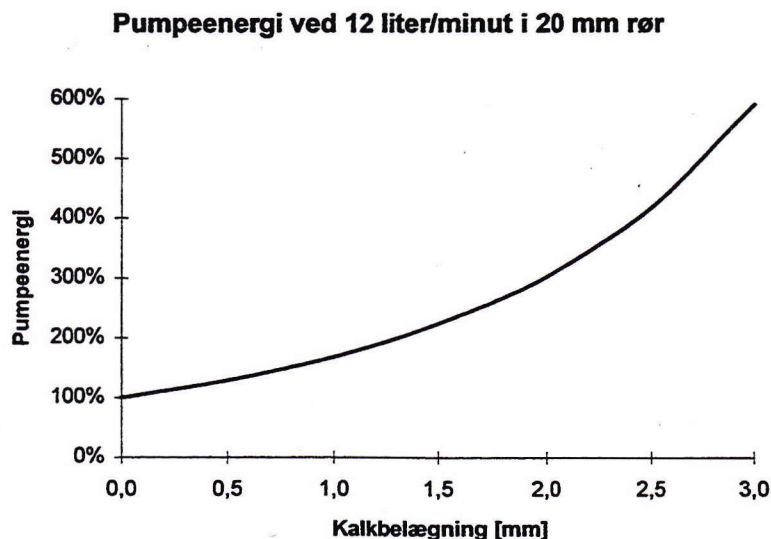


5. Problemområder forårsaget af kalk

Udfældning af kalk, som sætter sig som hårde krystalformer, er et fænomen, som gennem tiderne har voldt mange vanskeligheder. De steder, hvor problemet giver sig særligt til kende, er:

- belægninger i rør førende til lavere vandføringskapacitet og større pumpeydelse.
- belægninger på hedeblader førende til energitab og ødelæggelse af installationer.
- belægninger på haner, ventiler, brusehoveder og dyser førende til ødelæggelse af disse.
- belægninger på fliser og brugsgenstande førende til lavere brugsværdi.
- belægning på tekstilfibre førende til lav brugsværdi.
- belægninger, som danner base for bakterier førende til bakterievækst (biofouling).

I mejeribranchen mener man, at alene afsyring af beholdere, rør og varmevekslere koster branchen 10 mio. kr. årligt. I en anden virksomhed, som har installeret 5 køletårne, bruges der ca. 200.000 kr. årligt alene til kemikalier til afsyring af kalk. Hertil kommer, at for hver 1 °C temperaturen kan forbedres, er der en elbesparelse på 3 %.

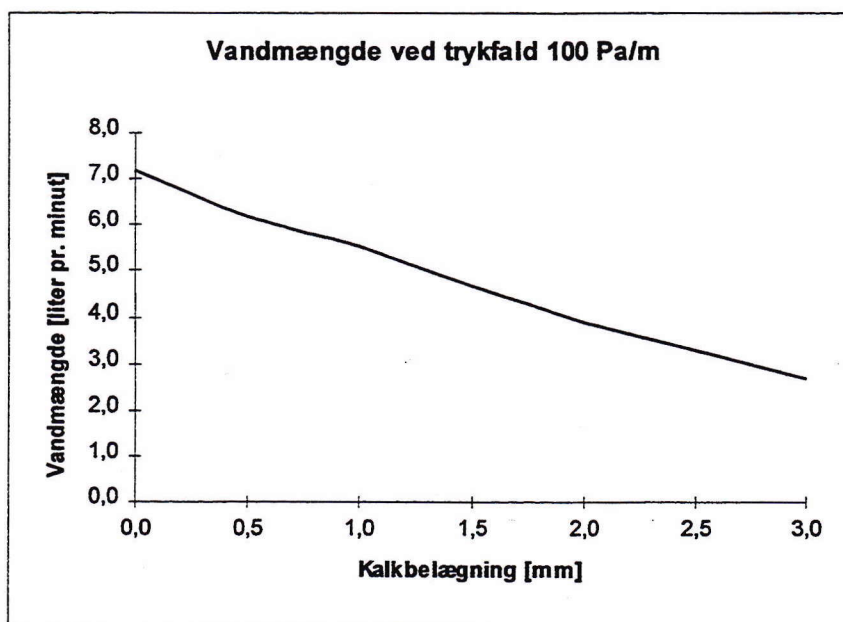


figur 1: Sammenhæng mellem pumpeenergi og tykkelse af kalkbelægning.

I boliger drejer det sig om de apparater, der er tilsluttet brugsvandsforsyningen, hvor kalk har en problematisk indflydelse. Kalk forkorter levetiden af udstyr til opvarmning af varmt brugsvand, vaske- og opvaskemaskiner, rør og fittings samtidig med, at virkningsgraden af udstyret forringes, så energiforbruget stiger, se figur 1 og bilag 2. Til rengøring af sanitetsgenstande og fliser samt afkalkning af udstyr bruges kemikalier, som ofte ikke er særlig miljøvenlige. Disse forhold giver brugeren øgede økonomiske udgifter og ikke mindst irriterende gener i hverdagen.



Det koster 6 gange så meget energi at pumpe 12 liter vand pr. minut gennem et $\varnothing 20$ mm rør med 3 mm kalkbelægninger fremfor et rør uden belægning, figur 1. Ofte er der ikke tilstrækkelig tryk til rådighed, og resultatet bliver en mindre vandmængde, som det fremgår af figur 2 og bilag 2.



figur 2: *Reduktion i vandmængden som følge af kalkbelægninger i et $\varnothing 20$ mm rør ved konstant tryktab 100 Pa/m*

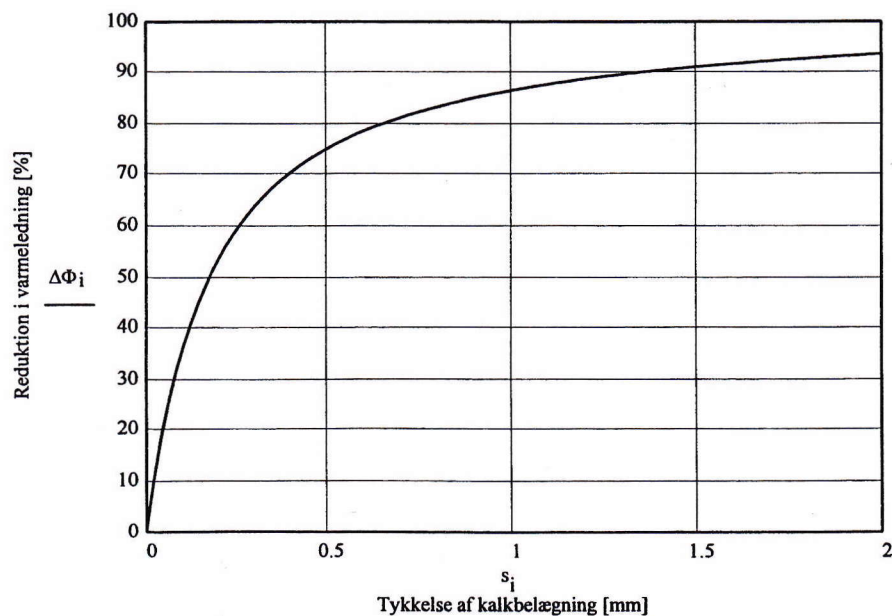
I varmevekslere reduceres varmeledningsevnen, hvis der sidder kalkbelægninger på rør eller vekslerpladerne. I tabel 1 er der en sammenligning af varmeledningsevnen for kalkbelægning og biofilm og en række forskellige materialer og væsker. Som det ses, er en kalkbelægnings evne til at lede varmen ca. 20 gange mindre end for jern, 100 gange mindre end for aluminium og 125 gange mindre for kobber.



Stof	Varmeledningsevne λ [W/(m·K)]
Aluminium	229
Smedejern	59
Støbejern	58
Kobber, ren	395
Beton	1,28
Is, 0 °C	2,2
Vand, 20°C	0,6
Kedelsten	0,8-2,0
Cement	0,3
Mineraluld	0,04
Kalkbelægninger	2,3-3,0
Biofilm	0,6

tabel 1 *Varmeledningsevne for en række metaller og materialer samt kalkbelægninger og biofilm.*

I bilag 1 er der en overslagsberegning over, hvilken indflydelse en kalkbelægning har for varmeovergangen i et kobberrør placeret i en varmeveksler. Resultatet fremgår af figur 3.



figur 3: *Varmeledningsevnen som en funktion af tykkelsen af kalkbelægningen på et ø12 mm kobberrør med 1mm godtykkelse.*

Det ses af figur 3, at selv et tyndt lag kalk giver en betydelig forringelse af varmeledningsevnen. Det er derfor nødvendigt, at plader og rør i en varmeveksler til stadighed holdes rene, hvilket typisk sker ved afsyring.