

Blødgøring af drikkevand

Vandfællesskabet i Odsherred - VIO

Klaus Lund

Teknisk rådgiver, Danske vandværker

Agenda

- Lovgivning
- Guiden til beslutningstagning om anvendelse af blødgøring eller ej...
- Kalkfældnings-potentialet = CCPP (Calcium Carbonate Precipitation Potential)
- Sundhed og Økonomi
- Metoder
- Erfaringer med blødgøring
- De 6 faktorer
- Kommentar og spørgsmål

Lovgrundlag

Tilladelse til videregående vandbehandling på almene vandforsyningsanlæg meddeles med hjemmel i Vandforsyningslovens² § 21, stk. 1:

Vandindvindingsanlæg må ikke etableres eller på væsentlig måde udbedres eller ændres, før kommunalbestyrelsen har meddelt tilladelse hertil.

I bekendtgørelse om vandindvinding og vandforsyning³ (herefter "bekendtgørelsen") findes reglerne for meddelelse af tilladelser til vandindvinding og til etablering, væsentlige udbedringer eller væsentlige ændringer af vandindvindingsanlæg, herunder vandbehandlingsanlæg.

Det følger af bekendtgørelsens § 3, at tilladelser (herunder tilladelser til videregående vandbehandling) meddeles af kommunalbestyrelsen i den kommune, hvor indvindingsstedet ønskes placeret. Hvis en sag om en konkret tilladelse, der henhører under en kommunalbestyrelse, berører vandforsyningsforholdene i en anden kommune, skal der forhandles mellem kommunalbestyrelserne. Opnås der herefter ikke enighed mellem de to kommunalbestyrelser, afgøres sagen af miljø- og fødevareministeren⁴, jf. vandforsyningslovens § 4 og bekendtgørelsens § 2.

I henhold til bekendtgørelsens § 14, stk. 2, skal en ansøgning om etablering af vandindvindingsanlæg til almen vandforsyning eller væsentlige udbedringer eller væsentlige ændringer af bestående vandindvindingsanlæg til almen vandforsyning indeholde en teknisk, økonomisk og miljømæssig redegørelse for valget af indvindingssted og vandbehandling. Formålet med redegørelserne er at tilstræbe så lavt et rensbehov som muligt.

Proces for blødgøring

1. Forbrugerne ønsker blødt drikkevand

Tages op på generalforsamling

Bestyrelsen præsenterer fordele og ulemper

Der afsættes økonomi til forprojekt



2. Sender en forespørgsel til kommunen om holdning til blødgøring

Har kommunen holdning til blødgøring

Spørge ind til sagsbehandlingstid og proces



4. Bestyrelsen fremlægger mulighederne på generalforsamling

Præsenterer et til to scenarier, som kan godkendes såfremt flertallet stadig taler for blødgøring



3. Der hyres en rådgiver til at foretage forundersøgelser på:

Vandkemi

Økonomiske, miljø og tekniske aspekter

Ressourceforbrug

Den resulterende drikkevandskvalitet

Forslag til blødgøringsmetoder



5. Kommunen ansøges om tilladelse til blødgøring



6. Blødgøring etableres



Vejledning

I slutningen af 2021 eller i starten af 2022, udkommer ”Vejledning om blødgøring af drikkevand”

Vejledningen er udarbejdet af Miljøstyrelsen DANVA og Danske Vandværker samt DTU har været inddraget ved udarbejdelse af vejledningen. Derudover er Styrelsen for Patientsikkerhed (STPS) blevet hørt.



Hvorfor en vejledning?

En beslutning om blødgøring er en afvejning af meget forskellige og ikke sammenlignelige hensyn, og de enkelte hensyn kan normalt ikke opgøres konkret. Det er en stor beslutning at etablere central blødgøring, og når beslutningen er taget, opstår der en lang række spørgsmål som:

- Hvilken teknologi skal vi anvende? Det vil ikke være hensigtsmæssigt at vælge en teknologi, der kræver daglig drift, hvis blødgøring skal implementeres på et mindre vandværk
- Hvilken hårdhed skal vandet blødgøres til?
- Hvordan implementeres blødgøring bedst i den eksisterende vandbehandlingsproces?
- Hvor stort et bygningsareal er påkrævet?
- Er vandværket tilsluttet et kloaknet til afledning af den genererede mængde spildevand m.m.?

Hjælpekema

Til belysning af de essentielle spørgsmål, vandforsyninger bør overveje ved beslutning om at blødgøre og ved efterfølgende valg af metode er der indsat et hjælpekema – et belysningsværktøj. Hjælpekemaet kan desuden bidrage til at nuancere, hvor vigtige spørgsmålene er til beslutning om indførelse af blødgøring.

Spørgsmål der skal overvejes inden der træffes beslutning om blødgøring	Svar	Hvor vigtigt/afgørende er spørgsmålet			Er spørgsmålet relevant ift. den ønskede
		Lille betydning	Moderat	Stor betydning	
Indledning	Dette hjælpekema skal hjælpe med at belyse essentielle spørgsmål vandforsyninger bør overveje ved beslutning om at blødgøre og ved valg af metode. Skemaet bidrager til at nuancere betydningen af de enkelte spørgsmål, idet ikke alle må anses at være lige vigtige. Det er ikke alle spørgsmål det giver mening at nuancere:				
2	Hårdhedsniveau				
2.a	Råvandskvalitet - hvad er vandets hårdhedsgrad?				
2.b	Vandkvalitet igennem det nuværende anlæg - er vandets sammensætning en udfordring for et blødgøringsanlæg ?				
2.c	Hvem ønsker blødgøring? Er der enighed omkring ønsket om blødgøring hos forbrugere/virksomheder - herunder særligt vandforbrugende virksomheder?				
2.d	Hvilke fordele er forbundet med et blødgøringsanlæg?				
2.e	Hvilke ulemper er forbundet med et blødgøringsanlæg?				
2.f	Vil blødgøringsanlæg give risiko for forøget korrosion i ledningsnet?				
3	Valg af teknologi				
3.a	Er der tale om et blødgøringsanlæg med gennemprøvet teknologi?				
3.b	Størrelse på anlæg - kræver blødgøringsanlæg tilbygning i eksisterende bygningsmasse?				
3.c	Findes der fredningsbestemmelser, der kan give udfordringer med placering af blødgøringsanlæg?				
3.d	Er der planmæssige bestemmelser (kommunalt, statslig), der giver udfordringer ved placering af blødgøringsanlæg?				
3.e	Vil blødgøringsanlægget generere støj til gene for omgivelserne?				
3.f	Trafik - vil blødgøringsanlægget generere øget trafik ifm. transport af kemi/rest- og affaldsprodukter?				
3.h	Drift og vedligehold - har vandværket de rette kompetencer og personale til at drifte blødgøringsanlæg?				
3.i	Tilsyn og service - har vandværket de rette kompetencer og personale til forventet tilsyn og serviceintervaller?				
4	Drikkevands- og forsyningsikkerhed				
4.a	Kan blødgøringsanlæg generere skadelige stoffer og biprodukter ved kemiske reaktioner, således at det påvirker vandkvaliteten?				
4.b	Hvilke risici er der forbundet med anlægsfasen?				
4.c	Understøtter SRO-anlægget nedbrud af blødgøringsanlæg?				
4.d	Understøtter vandværkets DDS blødgøringsanlægget?				

Kalkfældningspotentiale - CCPP

Kalkfældnings-potentialet = CCPP (Calcium Carbonate Precipitation Potential)

CCPP er en beregning der viser, hvor meget kalk der kan fælde ud i vandet. Beregnes med special-programmer, som er tilgængelige på nettet.



Vandets indhold af bl.a. calcium, magnesium, bikarbonat, pH og temperaturen har betydning for CCPP. Stigende værdier giver stigende CCPP.

CCPP₉₀ ønskes typisk under 40 - 60 mg/l (= 0,4 – 0,6 mmol/l) kalk ved 90 grader C for at forbrugerne ikke oplever gener med kalkudfældninger (erfaringer fra Holland og Tyskland).

Kalkfældning og hårdhed

- Lavere hårdhed =
 - Mindre saltforbrug
 - Mindre sæbeforbrug



- Lavere kalkfældningspotentiale =
 - Mindre kalk i ledningsnet
 - Mindre kalk på varmelegemer og varmevekslere
 - Mindre kalk på fliser og overflader
 - Mindre forbrug af kemikalier (syre)
 - Øget levetid af varmevekslere og lign.



Eksempel på effekter

Positive effekter

- Reduktion af kalkbelægninger i installationer (CCPP reduceres)
 - *Energiforbrug reduceres*
- Mindre forbrug af sæbe (reduceret hårdhed)
 - *Vaskemaskine, personlig hygiejne*
- Mindre forbrug af kemikalier i husholdninger (lavere CCPP)
 - *Afkalkning af elkedler, perlatorer etc.*
- Øget levetid for husholdningsapparater, vandvarmere etc. (lavere CCPP)

Negative effekter

- Stigende vandpriser/driftsomkostninger
 - *Investeringer i nyt anlæg*
 - *Øgede driftsomkostninger til pasning/kemikalier/udstyr*
- Ændringer i vandkemi
 - *Sundhedseffekter*
 - Mindre: Ca, Mg, F
 - Mere: Na
 - *Korrosionsforhold ændres*
- Øget centralt energiforbrug
- Øget spildevandsproduktion
 - *Afhængig af blødgøringsmetode*

Sundhedsmæssige aspekter

De potentielle sundhedsmæssige aspekter relaterer sig til ændringerne i vandets indhold af calcium, magnesium og natrium. Både calcium og magnesium er essentielle for menneskers sundhed. Fødevarer (herunder vand) er den væsentligste kilde til indtag af både calcium og magnesium (typisk mere end 80 %, resten dækkes af kosttilskud). Det typiske bidrag af calcium og magnesium fra drikkevand ligger på 5 til 20 % af det samlede indtag, *WHO /11/*.

Man skal her være opmærksom på, at der er store forskelle på forskellige individers behov for og indtag af disse stoffer. Hårdt vand kan udgøre en væsentlig kilde til calcium og magnesium, hvorfor ændringer af vandets hårdhed i forbindelse med vandbehandlingen kan have betydning for især udsatte gruppers indtag af disse stoffer.

Sundhedsmæssige aspekter

	Kalkpille	Ionbytning	Membran	CARIX	Vandkvalitet s-krav (mg/l)	Eksempel på mulig sundhedsmæssig betydning
Calcium	↓	↓	↓	↓	-	Caries, knogleskørhed
Magnesium	↔	↓	↓	↓	-	Hjertekar sygdomme
Flourid	↓	↔	↓	↔	< 1,5	Caries
Natrium	↑ (↔)	↑	↓	↔	< 175	Blodtryk
Tungmetaller	↓, ↔	↔	↓	↔	-	Kræft, overfølsomhed
Pesticider	↔	↔	↓	↔	-	Kræft

Økonomi

Helt overordnet vil indførelse af central blødgøring øge vandprisen, idet der vil være udgifter forbundet med drift, vedligehold og kompetencer på vandværket. I dagligdagen uden blødgøring vil selv hårdt vand kunne håndteres på vandværkerne uden de store driftsmæssige problemer.

Det kan være en relativ kompleks proces at reducere hårdheden. For de fleste blødgøringsmetoder kræves der anvendelse af betydelige mængder kemikalier. Dette medfører forøgede omkostninger til produktion af drikkevand.

Ifølge undersøgelser vil husstande kunne nedbringe udgifterne til vaske- og rengøringsmidler, hvis anvisninger til korrekt sæbedoseringer følges. Herudover vil der være besparelser til el-udgifter til de større husholdningsapparater. Om disse besparelser står mål med den øgede vandpris vil være meget individuelt. Herudover peges på besparelser ved forlængede levetider på varmtvandsbeholder, husholdningsmaskiner mv. fordi de ikke kalker til.

Der peges på, at særligt vandforbrugende virksomheder kan have en ikke uvæsentlig nettoudgift forbundet med central blødgøring. For virksomheder og institutioner vil der være en tilsvarende besparelse til el-udgifter, rengøring og længere levetider på såvel husholdningsprodukter som kalkfølsomme komponenter i virksomhedens proceslinje. I nogle tilfælde har virksomheder og institutioner installeret decentral blødgøringsanlæg - for disse virksomheder kan der være tale om ekstra omkostninger forbundet med tilpasning, hvis hårdhedsgraden ændres mærkbart.

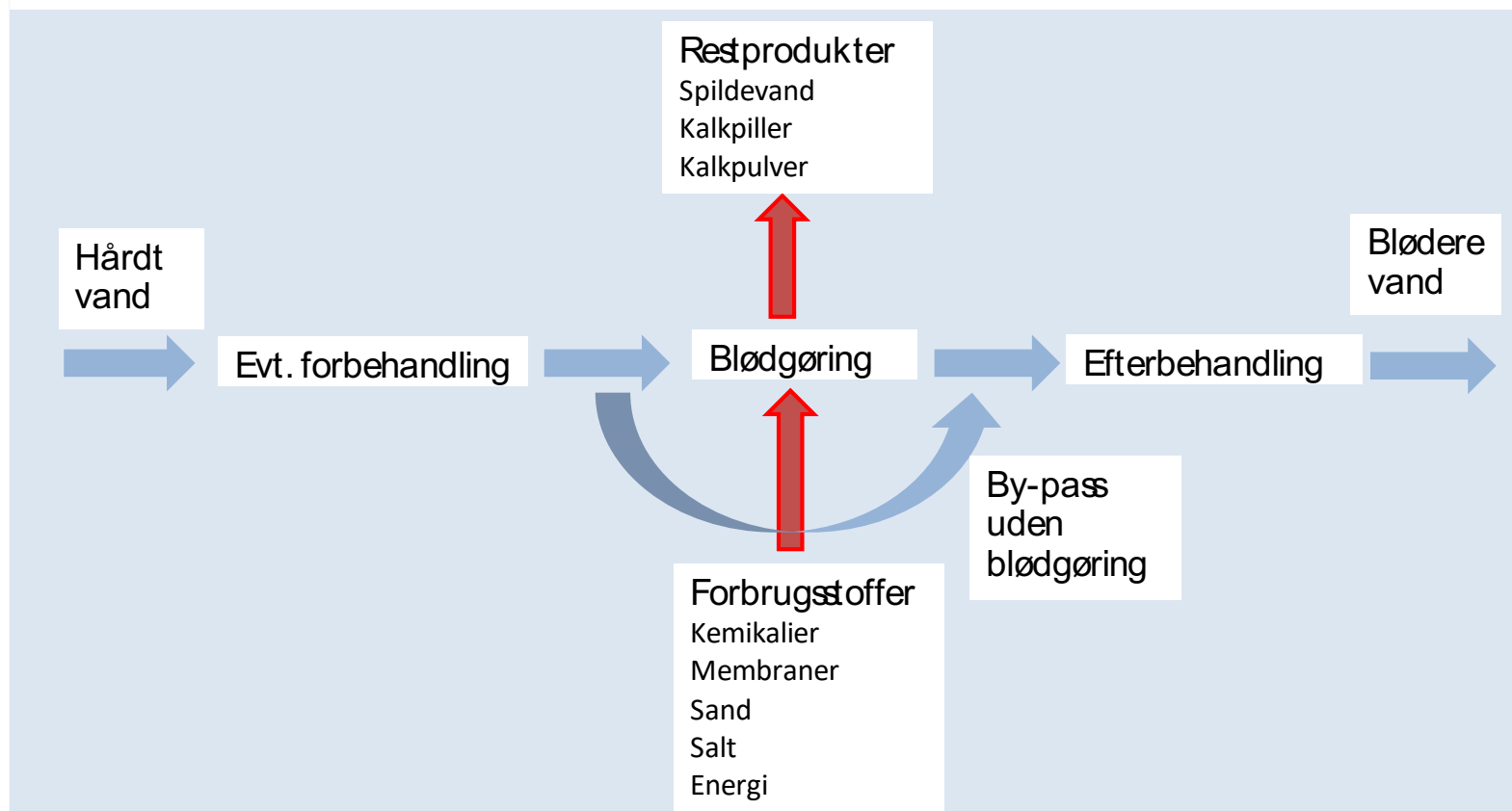
Metoder til blødgøring

- Pelletmetoden
- Ionbytning
- Membrananlæg
- CARIX
- Elektrolyse
- PAS

Princip for blødgøring

Typisk spildevandsmængde ved blødgøring - i forhold til produktionen:

- Membranfiltrering og CARIX: 3 - 12 %
- Kalkpilleanlæg, elektrolyse, PAS og ionbytning: 1 - 4 %



Typisk by-pass:

- Membranfiltrering og ionbytning: 40 - 60 %
- Kalkpilleanlæg, elektrolyse, PAS og CARIX: 0 - 25 %

Blødgøring udbredelse - eksempler

Kalkpilleanlæg:

Udviklet i Holland i 1970'erne

Meget benyttet i Holland. Desuden en del anlæg i f.eks. Tyskland, Frankrig og enkelte i Sverige, Danmark

Membrananlæg:

Anlæg i f.eks. Danmark, Tyskland, Frankrig, Sverige, Holland

Ionbytning:

Ikke tilladt i Tyskland. Få anlæg i andre lande: f.eks. Frankrig, Sverige, Holland og Danmark.

CARIX:

Kun fuldskala i Tyskland pt. – 2 stk anlæg under projektering i Danmark

Elektrolyse:

Kun i Frankrig pt. – forsøgsanlæg i Danmark

PAS:

Kun i Danmark pt. – forsøgsanlæg og enkelte (?) under projektering

Blødgøring er en kendt og velafprøvet proces i Europa til drikkevandsbehandling

- 1970'erne -: Ionbytning og kalkpille
- 1990'erne -: CARIX
- 00'erne - : Elektrolyse og membranfiltrering
- 2020 - : PAS



Vandets hårdhed i Danmark

Vandets hårdhed måles i tyske hårdhedsgrader (°dH)

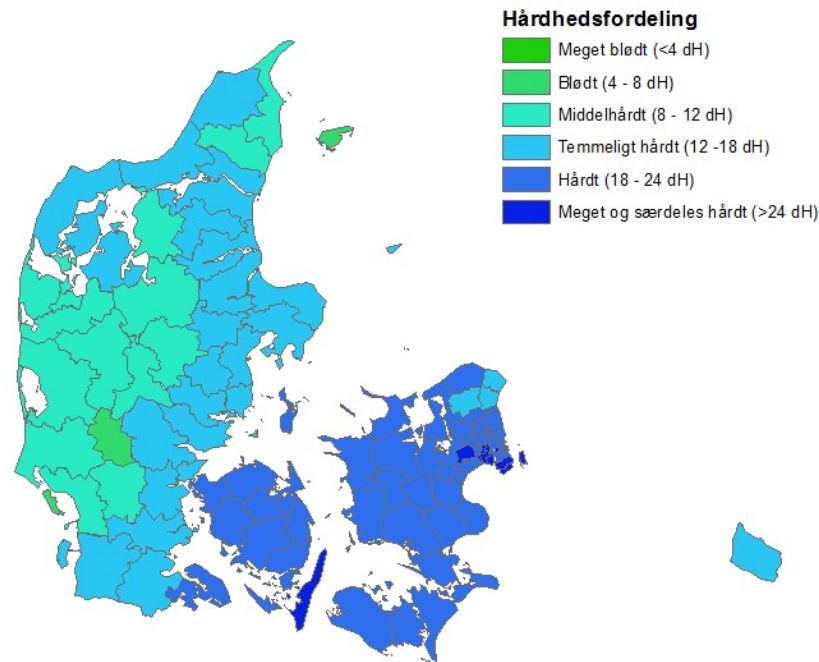
Den totale hårdhed bestemmes ud fra indholdet af calcium (Ca) og magnesium (Mg) i vandet:

Total hårdhed = $[Ca] / 7,13 + [Mg] / 4,35$
hvor koncentrationen angives i mg/l.

Ex: Ca = 120 mg/l, Mg = 20 mg/l Total hårdhed
= $120/7,13 + 20/4,35 = 21,4^\circ\text{dH}$

I Danmark og udlandet blødgøres vand typisk til
6 – 12 °dH.

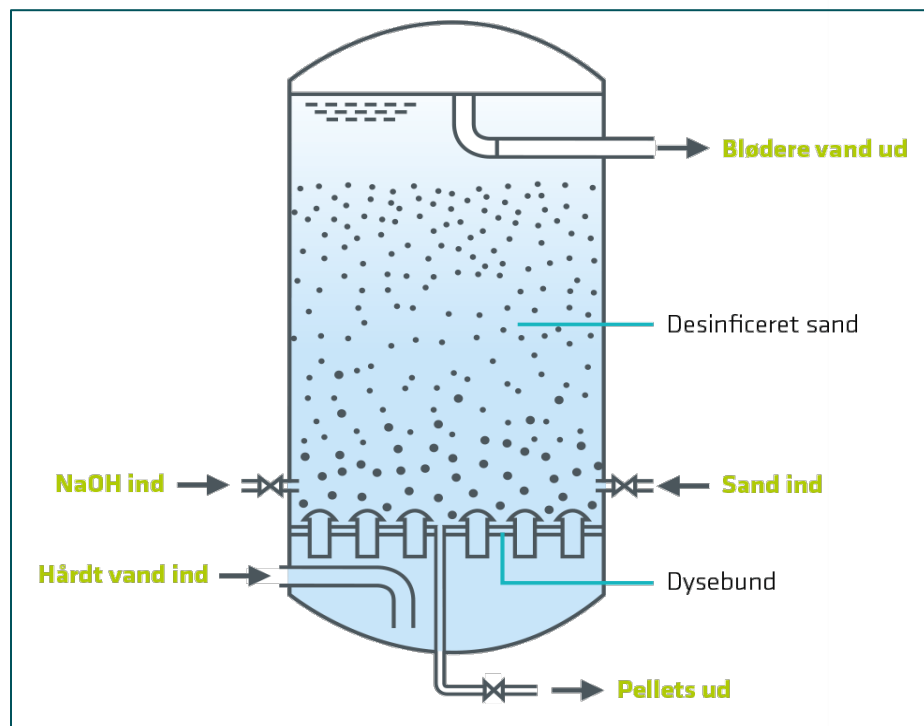
Ingen direkte krav til indholdet af calcium og
magnesium i drikkevands-bekendtgørelsen
(Bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med
vandforsyningsanlæg)



Pelletmetoden

Ved pelletmetoden øges råvandets ph-værdi ved at tilsætte NaOH (Natriumhydroxyd). Der tilsættes finkornet sand i en pelletreaktor, og kalken udfælder på sandkornene. Efter en tid i reaktoren bliver de enkelte korn så tunge pga. kalkudfældningen, at de synker til bunds.

De tunge sandkorn (pellets) fjernes løbende fra reaktoren, mens der tilsættes nye sandkorn. Efter behandlingen neutraliseres vandets ph-værdi vha. CO_2 , og råvandet ledes videre til den almindelige vandbehandling. Vær opmærksom på, at den færdigbehandlede blødere vandkvalitet har et højere indhold af natrium end det oprindelige vand.



Fakta om Pelletmetoden

Teknologi		Kalkpille
Typisk kapacitet	m ³ /t	50–2.000
Typisk tilsætningsstof	-	Basisk kemikalie, kvarts sand, syre
Restprodukter	-	Kalkpiller
Tilknyttede teknologier	Typisk	Kuldioxid dosering, sandvask, UV
Spildevand	Vejl. %	< 1
Placering i vandbehandling	Typisk	Før filtrering
Online overvågning	Eks.	Turbiditet, pH, ledningsevne, hårdhed
Kompleksitet	-	Høj
Pasningsbehov	-	Stort
Areal/højdekrav	-	Stort

Fordele	Ulemper
Lav spildevandsproduktion (1%)	Relativ stor kemikalietilsætning
Lavt energiforbrug	Tilfører natrium
	Fjerner/reducerer en lang række andre sporstoffer
	Pasningskrævende (Arbejds miljø)
	Bedst funktion ved stabil drift
	Flow i forhold til max 60-100 % driftsområde
	Højdekrævende
	Kræver opblanding med ikke blødgjort vand, grundet høj pH

Ionbytning

Ionbytning er en velkendt teknologi, som findes i flere variationer. Ved traditionel ionbytning udveksles kalk og magnesium-ioner med natrium-ioner i ionbytteren, som typisk består af coatede polystyrenkugler.

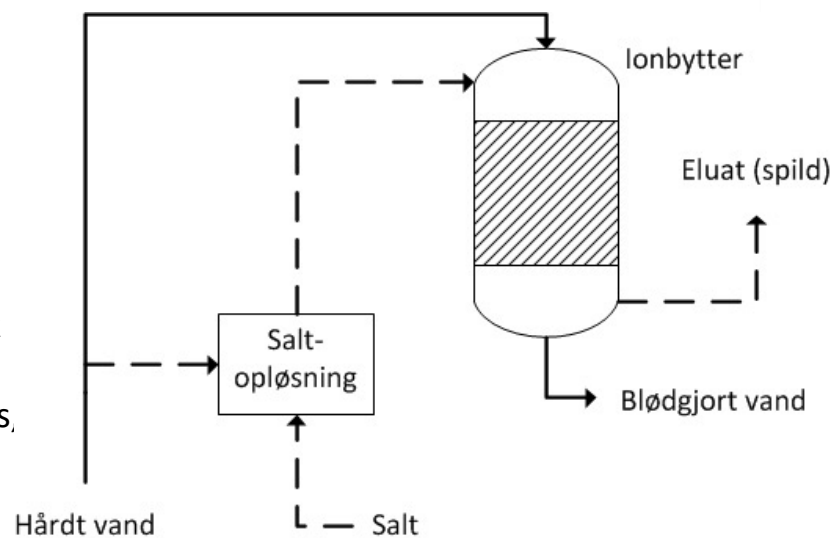
Herved tilbageholdes kalk og magnesium i ionbytteren, mens natrium (koge salt) afgives til drikkevandet. Det betyder, at vandets naturlige natriumindhold vil stige.

Der findes også ionbyttere, som udover calcium og magnesium kan tilbageholde sulfat, klorid og nitrat.

Når ionbytterens indhold af natrium er udskiftet med kalk og magnesium, gennemskylles ionbytteren med en natriumopløsning, hvorved kalk og magnesium bortskylles, og ionbytteren igen mættes med natrium.

Anlægget kræver dokumentation, overvågning og vedligeholdelse, idet anvendelse af urent natrium eller mikrobiologisk vækst kan medføre overskridelse af krav til drikkevand.

Servicering af anlægget må kun varetages af medarbejdere med de fornødne kompetencer. Vandet fra ionbytningen skal efterfølgende opblandes med ikke ionbyttet vand for at opnå den ønskede hårdhedsgrad.

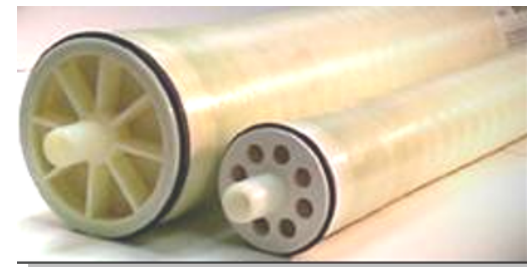


Fakta om Ionbytnings-metoden

Teknologi		Ionbytning
Typisk kapacitet	m ³ /t	< 200
Typisk tilsætningsstof	-	Salt (NaCl)
Restprodukter	-	Saltholdigt vand
Tilknyttede teknologier	Typisk	UV
Spildevand	Vejl. %	2–5
Placering i vandbehandling	Typisk	Efter filtrering
On-line overvågning	Eks.	Ledningsevne hårdhed
Kompleksitet	-	Lav
Pasningsbehov	-	Lille
Areal/højdekrav	-	Lille/mellem

Fordele	Ulemper
Lav spildevandsprod.(1–4 %)	Relativ stor kemikalietilsætning
Lavt energiforbrug	Tilfører natrium til vandet
Billig i drift og anlæg	Fjerner/reducerer en lang række andre sporstoffer
Let at passe	Risiko for aggressivt vand ved trykiltning uden gasafblæsning
Flow i forhold til max 25–100 % driftsområde	Afledning med over 1 g/l Cl

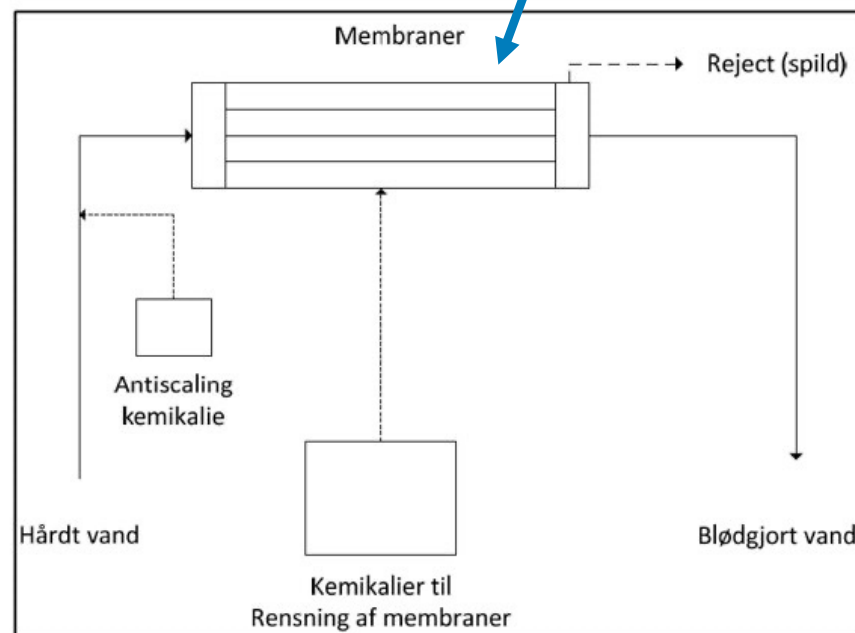
Membranfiltrering



Membranfiltrering er i princippet en simpel filtreringsproces med fysisk tilbageholdelse af stoffer på en filterflade med en lille porestørrelse. Membranfiltreringen er dermed en separationsproces, hvor der ikke sker en omdannelse, men en fysisk fjernelse af stoffer.

Vær opmærksom på metodens store spildevandsproduktion (10 til 20 pct.) og et højt energiforbrug.

Vandet fra membranfiltreringen skal efterfølgende opblandes med ikke membranfiltreret vand for at opnå den ønskede hårdhedsgrad.



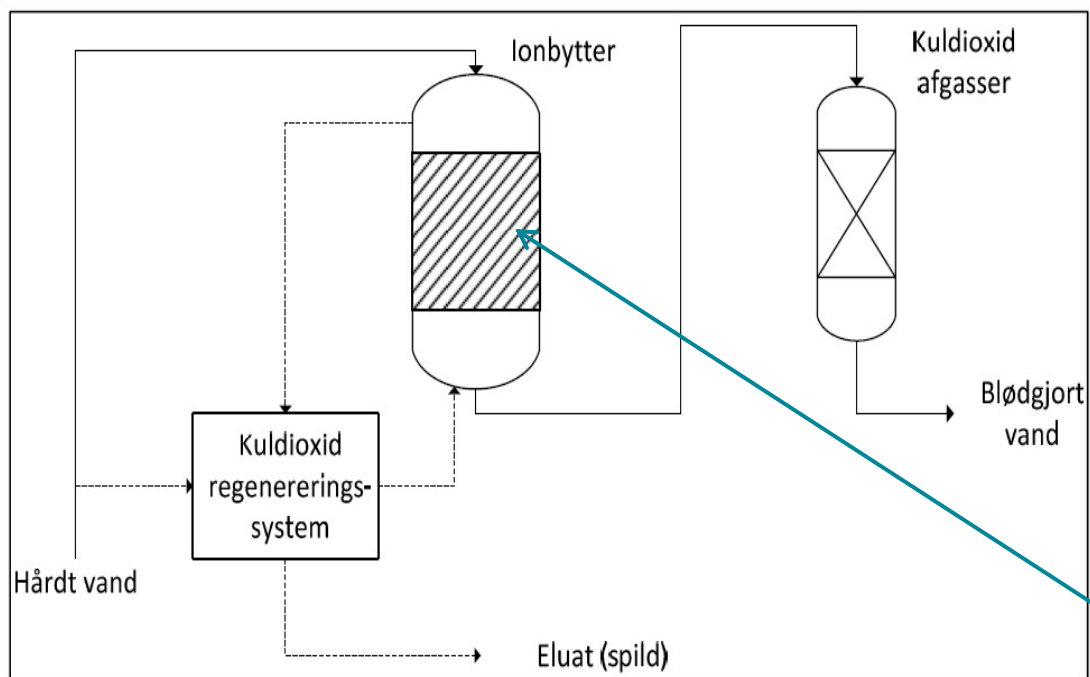
Fakta om Membran-metoden

Teknologi		Membran
Typisk kapacitet	m ³ /t	< 500
Typisk tilsætningsstof	-	Anti-scalant
Restprodukter	-	Saltholdigt vand
Tilknyttede teknologier	Typisk	Afgasser/ kalkfilter
Spildevand	Vejl. %	10–15
Placering i vandbehandling	Typisk	Efter filtrering
Online overvågning	Eks.	Lednings-evne, pH, hårdhed
Kompleksitet	-	Middel
Pasningsbehov	-	Lille
Areal/højdekrav	-	Lille

Fordele	Ulemper
Begrænset kemikalietilsætning	Stor spildevandsprod. (10-20%)
Barriere for mikrobiel forurening	Stort energiforbrug
Kompakt	Flow i forhold til max. 75–100 % driftsområde
	Afledning til recipient kan være problematisk (og "no go" hvis der skal betales spildevandsafgift)

CARIX

CARIX Teknologien er ionbytning med CO₂, men ellers bruges der ikke anden form for kemi. Fordelene ved CARIX er, at smagen ikke bliver påvirket, og skyllevandet fra anlægget kan udledes direkte til åer eller søer uden spildevandsafgift. Det CO₂, der bruges til at blødgøre vandet, er et restprodukt fra for eksempel ølproduktion.



Ionbytter materiale



Fakta om CARIX-metoden

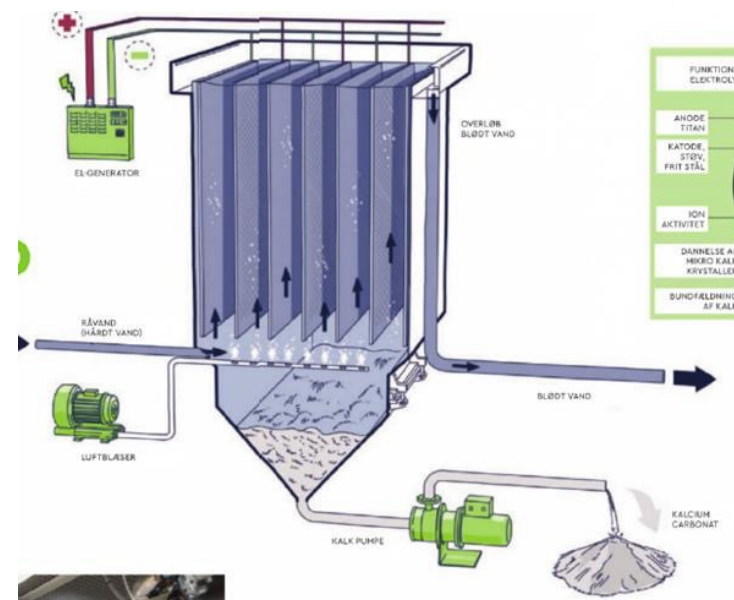
Teknologi		CARIX
Typisk kapacitet	m ³ /t	25–800
Typisk tilsætningsstof	-	Kuldioxid
Restprodukter	-	Kalkholdigt dansk vand
Tilknyttede teknologier	Typisk	Kuldioxid afgasser
Spildevand	Vejl. %	3–8
Placering i vandbehandling	Typisk	Efter filtrering
On-line overvågning	Eks.	Lednings-evne, pH, hårdhed
Kompleksitet	-	Middel
Pasningsbehov	-	Lille
Areal/højdekrav	-	Mellem

Fordele	Ulemper
Kun kuldioxid	Spildevandsproduktion (3-8%)
Afløbskvalitet	Energiforbrug (0,2–0,4 kWh/m ³)
Reducerer nitrat	Etablering af UV anlæg
Flow i forhold til max. 25 – 100 % driftsområde	

Elektrolyse

Anlæg til blødgøring med elektrolyse fungerer ved, at vandet passerer et elektrolysekammer med en katode og en anode, hvor kalk udfælder på katoden, og der dannes kuldioxid på anoden. Udover disse reaktioner vil der også dannes klorgas og brintgas. Derudover kan der dannes sundhedsskadelige trihalomethaner og bromat afhængigt af vandkvaliteten.

Dette bør undersøges nærmere ved forsøg inden installation af fuldskaalanlæg. Det dannede kalk frigøres ved f.eks. luftindblæsning, og det fjernes som kalkslam. Processen kræver en forholdsvis stor opholdstid og reduktionen af hårdheden ligger typisk nede på 30-40 %. En fordel ved metoden er bl.a., at der ikke produceres spildevand.



Fakta om Elektrolyse-metoden

Teknologi		Elektrolyse
Typisk kapacitet	m ³ /t	< 300
Typisk tilsætningsstof	-	'Strøm'
Restprodukter	-	Kalkslam
Tilknyttede teknologier	Typisk	Afgasser/Evt. UV
Spildevand	Vejl. %	< 1
Placering i vandbehandling	Typisk	Efter filtrering
On-line overvågning	Eks.	Turbiditet, hårdhed, pH, ledningsevne
Kompleksitet	-	Lav/middel
Pasningsbehov	-	Mellem
Areal/højdekrav	-	Mellem/stor

Fordele	Ulemper
Ingen kemikalietilsætning	Der kan dannes klor, bromat, brint og trihalomethaner.
'Ingen' spildevand	Opholdstid ca. 1½ time
Nem drift	Meget stort energiforbrug: 0,8–1,2 kWh/m ³
	Under 50% reduktion af hårdhed
	Afblæsning af CO ₂ efter afkalkning
	Ingen anlæg i Danmark

PAS

PAS står for Plastic Air Softening.

PAS-teknologien er en dansk patentanmeldt teknik, der er under udvikling.

Metoden fungerer ved, at der ved kraftig luftindblæsning i vandet udfældes kalk på små miljøvenlige plastikelementer.

Kalken fjernes løbende som kalkslam, der ved mekanisk kraft brækkes af overfladen af plastikelementerne. Der kan typisk fjernes op til ca. 50 pct. af vandets hårdhed ved processen. Kalkslammet transporteres med skyllevand til en klaringskammer, hvor kalken bundfælder. Hovedparten af skyllevandet returneres til processen, og kalken overføres til en lagertank, hvor det drænes for restvand.

Restproduktet er kalkpartikler (10-100 mikrometer), der kan anvendes som f.eks. landbrugskalk.

Metoden vurderes at være færdigudviklet til kommercialisering indenfor et år. Den vil typisk være egnet til mindre vandværker og har en fordel i, at der ikke produceres spildevand, og der ikke benyttes kemikalier. Der kræves en forholdsvis lang opholdstid af vandet i beluftningskammeret på ca. 1-1½ time, hvilket kræver noget bygningsvolumen.



Fakta om PAS-metoden

Teknologi		PAS
Typisk kapacitet	m ³ /t	< 100
Typisk tilsætningsstof	-	'Luft', plast
Restprodukter	-	Kalkslam
Tilknyttede teknologier	Typisk	-
Spildevand	<u>Vejl. %</u>	< 1
Placering i vandbehandling	Typisk	Efter filtrering
<u>On-line overvågning</u>	Eks.	pH, hårdhed <u>turbiditet</u>
Kompleksitet	-	Lav
Pasningsbehov	-	Lille
Areal/højdekrav	-	Mellem/stor

Fordele	Ulemper
Nul kemikalietilsætning	Opholdstid ca. 1-1 1/2 time
'Ingen' spildevand	Stort energiforbrug: ca. 0,5-1 kWh/m ³
Nul biprodukter i drikkevand (evt. risiko for plastmateriale)	Under 50% reduktion af hårdhed
	Ingen anlæg i fuldskaladrift (PAS-forsøgsanlæg på Dalum Vandværk)

Seks faktorer i valg af blødgøringsmetode

For vandforsyninger, der overvejer blødgøring af drikkevandet, er der en række forhold, der er vigtige at tænke over. Krüger har samlet seks parametre, som vi mener, man bør tage højde for, når man vælger blødgøringsanlæg.

1. Vandets hårdhed og kalkfældningspotentialer

Hårdheden har betydning for, hvor meget sæbe og salt der skal bruges i køkken og bad. Kalkfældningspotentialer siger noget om, hvor meget kalk der kan udfældes hos kunderne. Kalkfældningspotentialer afhænger af bl.a. vandets hårdhed, indhold af bikarbonat, pH og temperatur.

2. Den endelige drikkevandskvalitet

Blødgøring og reduktion af kalkfældningspotentialer er ikke et problem for drikkevandskvaliteten - hverken mht. smag eller sundhed. Derimod har natrium-indholdet betydning for drikkevandskvaliteten. Natrium-indholdet øges, når der anvendes ionbytning med salt og lud. Hvis råvandet indeholder klorid, bromid og NVOC, er der risiko for, at der dannes sundhedsskadelige stoffer som trihalomethaner og bromat ved blødgøring ved hjælp af elektrolyse. Endelig bør I sikre jer, at det blødgjorte vand ikke er korrosivt.

3. Vandforbrug til returskyl og spildevandsafgift

Ved blødgøring bruges vand til returskyl. Det bliver til spildevand. Der er stor forskel på vandforbrug og spildevandets kvalitet ved de forskellige blødgøringsmetoder. Spildevandsafgiften kan være en stor post for driftsøkonomien.

Seks faktorer i valg af blødgøringsmetode

4. Pladsforhold på vandværket

Der er forskel på, hvor meget de forskellige blødgøringsmetoder fylder. Traditionel ionbytning fylder ikke ret meget, fordi man kan nøjes med at blødgøre en delstrøm, mens blødgøring med fx pelletmetode fylder mere, fordi hele vandstrømmen blødgøres.

5. Krav til drift og vedligehold

Traditionel ionbytning er stort set fuldautomatisk og kræver et minimum til drift og vedligehold. Andre metoder, der anvender farlige kemikalier eller flere proces-trin, er mere krævende både mht. drift og vedligehold.

6. De samlede anlægs- og driftsomkostninger

I får den bedste idé om, hvilket anlæg der er billigst, ved at beregne nutidsværdien af anlægsprisen (inklusive ombygninger) samt årlige drifts- og vedligeholdelseskostninger i anlæggets forventede levetid.

HOFOR: Blødt vand 2025 (75 %) til København



**7 regionale vandværker
ny-/ombygges med blødgøring**

**Kapacitet:
500 – 2000 m³/time/vandværk**

**Produktion af ca. 50 million
m³ vand per år**

**Blødgøring til 10 °dH ved
kalkpillemetoden**

Forbrug/produktion		Per døgn	Per år
Natriumhydroxid (27%)	m ³	50	18.000
Kvartssand	ton	1,5	550
Kuldioxid	ton	2,5	900
Kalkpilleproduktion	ton	25	9.000

Tårnby Vandværk – 50 m³/time – 30 til 19 °dH



Kommentar og spørgsmål



Tak for i dag

