

Ny miljøvenlig teknologi til polering af vand

Polering af vand udføres traditionelt i et mixed-bed-anlæg med brug af regenerationskemikalier. Ny teknologi giver nu mulighed for at totalafsalte vand med elektrisk strøm. Her beskrives processen, der betegnes som elektrodeionisering (EDI)

Af salgschef, projektingeniør Thomas Dalsgaard, Silhorko-Eurowater A/S

I Danmark har vi noget af verdens bedste drikkevand, men dets kemiske sammensætning varierer meget geografisk. Det skyldes bl.a. vandets strømning gennem jordlagene og disses geokemiske sammensætning. Derudover influerer bakterier og biologiske processer på grundvandets kvalitet. Grundvandets bestanddele omfatter partikler, luftarter og opløste salte, der hver især er med til at give vandet dets karakteristika. Eksempelvis kan saltindholdet variere fra 250 til 800 gram salte pr. kubikmeter vand, mens vands totale hårdhed normalt ligger i intervallet 5 til 30°dH. Vandet indeholder derfor mere eller mindre uønskede mængder af bl.a. kalk, salte og luftarter, hvilket nødvendiggør en behandling for at højne vandets kvalitet. Forædlingsgraden afhænger dels af vandets anvendelse, og dels af kravene fra de enkelte leverandører af procesudstyr.

demineraliseringsanlæg, der er kendetegnet ved, at de skal regenereres med saltsyre (HCl) og natriumhydroxid (NaOH), når kapaciteten er brugt. Regenerationen nødvendiggør derfor håndtering og opbevaring af disse kemikalier, ligesom eluatet fra anlægget skal neutraliseres, før det kan ledes til afløb.

I bestræbelserne på bl.a. at reducere kemikalieforbruget er der udviklet modstrømsregenererede demineraliseringsanlæg, og effektiviteten af ionbytterne er forbedret. I dag kan man som et alternativ til kemikalieregenererede demineraliseringsanlæg afsalte vandet i et omvendt osmoseanlæg (RO-anlæg).

I et RO-anlæg afsaltes vandet ved, at det under tryk presses igennem en semipermeabel membran. Membranen tilbageholder 98-99% af vandets saltindhold og 70-99% af de naturlige organiske komponenter. For at undgå kalkudfældninger på anlæggets membraner skal fødevandet til RO-anlægget blødgøres ved ionbytning, hvor dets indhold af calcium og magnesium ombyttes med natrium. Vand afsaltet i et RO-anlæg betegnes som permeat.

Uanset hvilken metode, der bruges, har det behandlede demineraliserede vand typisk en ledningsevne på under 20 µS/cm. Skal ledningsevnen ned på et minimum, er det nødvendigt at polere vandet i et totalafsaltningsanlæg.

Totalafsaltning ved konventionel ionbytning

For at opnå kvaliteten af totalafsaltet vand skal det demineraliserede vand poleres i et mixed-bed-anlæg. Et konventionelt mixed-bed-anlæg er i princippet opbygget som en beholder, hvor kation- og anionbyttere er blandet i samme beholder. Ved vandets passage af ionbytterne vil det skiftevis møde en kation- og en anionbytter, hvorved det bliver muligt at opnå ekstremt lavt saltindhold. Er anlægget stationært, skal det regenereres med hhv. saltsyre og natriumhydroxid på installationsstedet. Såfremt der er behov for kontinuerlig produktion af totalafsaltet vand, er det nødvendigt at installere et duplexanlæg, dvs. et anlæg, hvor to anlæg er installeret parallelt. Er mixed-bed-anlægget serviceregenereret, udføres den nødvendige regeneration på en ekstern regenerationscentral, og man undgår håndteringen af kemikalier og neutraliseringen af regenerationsvandet.

Totalafsaltning ved elektrodeionisering

Et interessant alternativ til det traditionelle mixed-bed-anlæg er et elektrodeioniseringsanlæg. Overordnet kan det beskrives som en mixed-bed, der kontinuerligt regenereres elektrisk uden brug af saltsyre (HCl) og natriumhydroxid (NaOH). Metoden har flere forskellige navne, men betegnes ofte som EDI, CDI eller CEDI. Alt efter anlæggets opbygning kan vand, der er behandlet i EDI-anlæg, opnå en renhedsgrad, hvor vandets ledningsevne reduceres ned til 0,055 µS/cm, hvilket svarer til ultrarent vand. Derudover reduceres vandets indhold af TOC (indholdet af totalorganisk kulstof), ligesom kimtallet reduceres. Der er to principper til elektrodeionisering af vand.

RO- og EDI-anlæg til produktion af farmaceutisk procesvand. Anlægget er dimensioneret til en ydelse på 1,5 m³/h ultrarent vand med et TOC-indhold mindre end 5 ppb. Det er leveret af Silhorko.

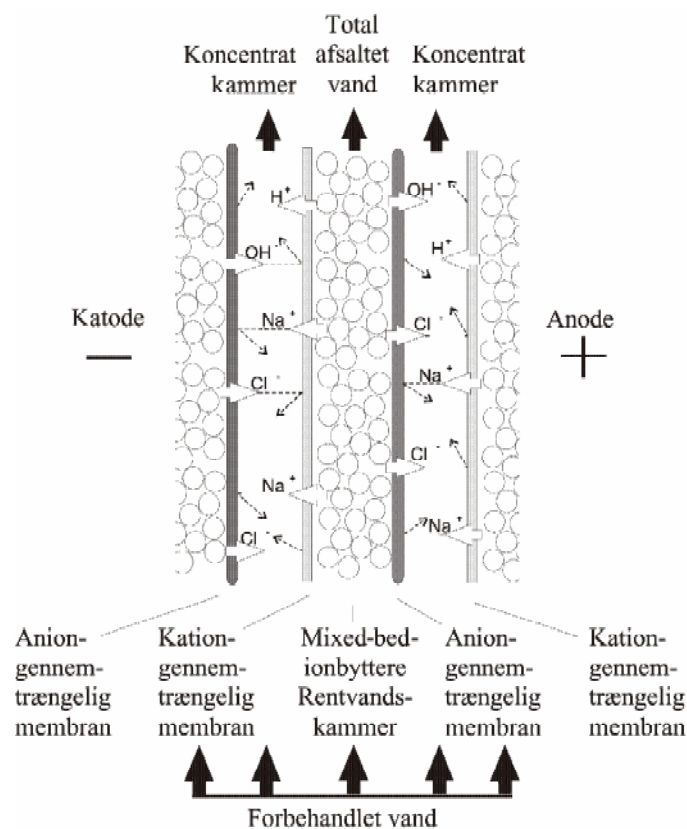
Vand til højteknologiske processer skal forædles

Vand, der bruges på kraftværker, universiteter, sygehuse, i den farmaceutiske industri og i elektronikindustrien, skal have et lavt indhold af salte, partikler og organisk stof. Det stiller store krav til vandbehandlingen, hvor alle de uønskede stoffer skal fjernes. Til visse processer skal vandet have en ekstremt lav ledningsevne, der i realiteten gør det elektrisk isolerende.

Demineralisering af vandværksvand

I mange årtier var det nødvendigt at anvende kemikalieregenererede demineraliseringsanlæg til fremstilling af afsaltet vand. Oprindeligt bestod anlæggene af modstrømsregenererede

Elektrodeionisering – princip 1



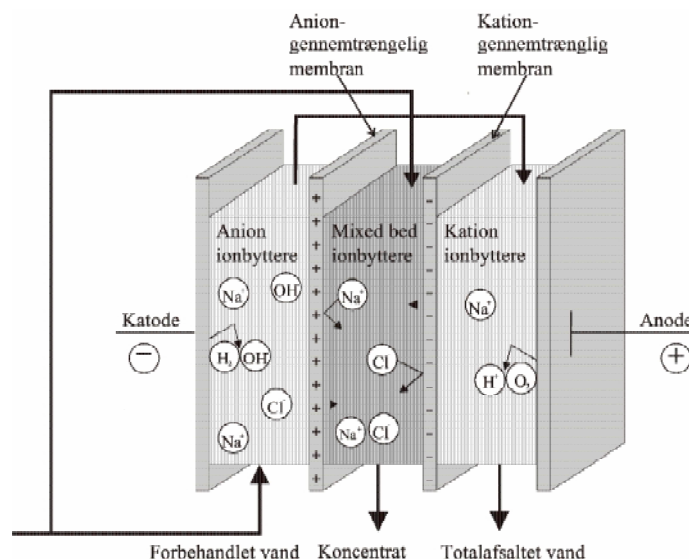
Princip 1.

Et EDI-anlæg kan bestå af en række rektangulære kamre, der er afgrænset af kation- og anionmembraner. Kationmembranen er gennemtrængelig for kationer, men tilbageholder anioner, og anionmembranen er gennemtrængelig for anioner, men tilbageholder kationer. Fødevandet til EDI-anlægget skal som et minimum være blødgjort og demineraliseret, som beskrevet i foregående afsnit. Det demineraliserede vand totalafsaltet i rentvandskammeret, der er fyldt med mixed-bed-ionbyttere. Alle kamrene omsluttes af en katodeelektrode og en anodeelektrode.

Processen forløber ved, at det forbehandlede vand ledes parallelt ind i rentvandskamrene og koncentratkamrene. Rentvandskammeret er fyldt med mixed-bed-ionbyttere, hvor de uønskede kationer og anioner i vandet, der skal totalafsattes, ionbyttes. Som følge af feltkraften mellem katoden og anoden transporteres de ionbyttede ioner mod hver sin elektrode. Inden ionerne når elektroderne, passerer de gennem kation- eller anionmembranen og ind i koncentratkammeret, hvor de reagerer med ioner, der har den modsatte ladning. Dernæst føres ionerne bort med koncentratet. Kvaliteten af koncentratet er god, hvorfor en delstrøm kan samles og ledes tilbage til tilgangen til RO-anlægget. Ved passagen af mixed-bed-ionbytterne bliver vandet totalafsaltet, og sidst i processen er der ikke nok ioner til at lede den elektriske strøm. Mixed-bed-ionbytterne holdes kontinuerligt opregereret, idet jævnstrømsenergien mellem katode og anode spalter det rene vand (H₂O) i H⁺-ioner og OH⁻-ioner, der regenererer ionbytterne. Ud over at fjerne vandets indhold af uorganiske salte reduceres også vandets indhold af organisk stof.

Elektrodeionisering – princip 2

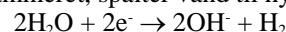
En anden type EDI-anlæg er EL-ION-anlægget, der består af tre kamre: et kationkammer, et anionkammer og et koncentratkammer. Anionkammeret afgrænnes af en katode og en anionmembran, mens kationkammeret afgrænnes af en anode og en



Princip 2.

kationmembran. I midten findes koncentratkammeret, der derved afgrænnes af en kation- og en anionmembran.

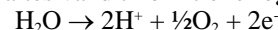
Anlægget virker ved, at permeat fra et RO-anlæg ledes til anlæggets anionkammer. Her ionbyttes vandets indhold af anioner på kammerets anionbyttere. Katoden, der omslutter den ene side af anionkammeret, spalter vand til hydroxid og brint:



Hydroxidionerne tiltrækkes af anoden og føres mod koncentratkammeret, hvor de undervejs regenererer anion-

bytteren. Ved regeneration frigøres de opsamlede anioner, der passerer gennem anionmembranen ind i koncentratkammeret.

Efterfølgende ledes vandet til kationkammeret, hvor kationerne opsamles op kationbytteren. Ved anoden, der omslutter kationkammeret, spaltes vand til brintioner og ilt og elektroner:



Brintionerne føres i spændingsfeltet mod koncentratkammeret, hvorved kationbytterne regenereres. Kationerne, der frigøres under regenerationen, ledes til koncentratkammeret.

Anionerne og kationerne, der opsamles i koncentratkammeret, tilbageholdes dels pga. spændingsfeltet, dels pga. tilbageholdelsen af anion- og kationmembranen. I koncentratkammeret føres ionerne ud med permeat fra RO-anlægget. Også her er kvaliteten af koncentratet så god, at en delstrøm kan føres tilbage til RO-anlæggets tilgang.

Fordele ved elektrodeionisering

Der er en række fordele ved elektrodeionisering:

- ingen behov for regenerationskemikalier
- mindre pladsbehov til EDI-anlæg sammenlignet med konventionelle mixed-beds
- kan være i drift kontinuerligt, dvs. ikke behov for duplexanlæg
- minimal vedligeholdelse
- optimal vandkvalitet med ledningsevne ned til 0,055 µS/cm (ultrarent vand)
- TOC-indhold typisk 3-5 ppb ved et maks. indhold på 100 ppb i fødevandet
- bakteriereduktion > 99 %
- de løbende driftsudgifter begrænses til drænvand og strøm

E-mail-adresse:
Thomas Dalsgaard: td@silhorko.dk