
Behandling af drikkevand i Danmark 1978-2014

I artiklen fortælles om erfaringer med behandling af drikkevand på forskellige vandværker i landet. Det gælder fra 1978 til nu, og det gælder for grundvand af normal god kvalitet men også forurenede grundvand. Om mulighederne for at udvikle nye og bedre metoder tidligere og som de er nu, hvor opmærksomheden rettes mod Aarhus Vand, der i 2014 fik sit nye innovative vandværk.

ELIN DICHMANN JENSEN

Nerven i funktionen på et vandværk er vandbehandlingen. Den skal fungere optimalt for at kunne levere et drikkevand med kvaliteten i orden. De til enhver tid gældende krav til vandets kvalitet skal være overholdt.

Den normale behandling omfatter en iltning og en filtrering af råvandet, som er grundvand pumpet op fra vandværkets boringer. Langt de fleste af landets vandværker kan nøjes med den behandling. Nogle steder har grundvandet dog et betydeligt indhold af opløst gas – metan, som skal afblæses inden filtreringen. Andre steder er grundvandet surt, og det må neutraliseres ved tilsætning af kalk eller natronlud. Alligevel tilstræbes den simplest mulige vandbehandling.

I starten blev der sat fokus på problemer med den ordinære behandling af vandet, men mere giftige problemer med uønskede stoffer i grundvandet dukker med tiden op.

Hvad skete op til og i 80'erne?

Erkendelsen af, at der var problemer med vandets behandling på en del vandværker, skete sidst i 70'erne.

Forsøgsfiltre med forskellige filtermaterialer blev i 1978 opstillet på vandværket i Hellebæk, i Helsingør kommune. Der var problemer med filtreringen af jern.

Et filter i serien havde samme kvartsmateriale, som vandværkets filtre, en sammenligning var derfor mulig. Et andet af forsøgsfilterne havde en særlig og helt ny materialeopbygning. Det filter gav så gode

resultater, at det blev grundlaget for fremtidens nye filter – to-medie filtret.

Det øverste lag i to-mediefiltret var det nye materiale, antracit og under det lag var det ordinære kvarts. Derfor betegnelsen to-mediefilter. Antracit er stenkul, dvs. ubehandlet kul og altså ikke aktivt kul, som allerede var kendt ved behandling af overfladevand – og siden hen ved filtrering af grundvand forurenede med organiske stoffer (se under 90'erne).

Man indså de fordele, der var ved to-mediefiltret og det blev hurtigt testet i fuldskala – det blev en gevinst for alle parter i branchen.

To-mediefiltre er gennem årene opført på et stort antal nye vandværker og på adskillige gamle i forbindelse med renovering. Et slag på tasken er, at to-mediefiltre i dag findes på 25 % af landets kommunale vandværker.

Samtidig var en manglende erfaring med behandling af det sure vand i Vestjylland et problem, og der skulle bygges nyt vandværk i Esbjerg. Det gav anledning til at rette kontakt til DTH, da Mogens Henze havde skrevet en artikel om det sure vand i Vandteknik /1/. Vandværket blev bygget i 1985 med to-mediefiltre og en ny form for kalktilsætning, og det fungerede godt.

I den forbindelse blev Miljøstyrelsen interesseret i at få undersøgt behandlingen af det bløde aggressive vand. Der var tegn på at kvaliteten på nogle værker var svingende, ikke mindst når der blev anvendt kalkafgivende filtermateriale. Ligeledes var der tegn på at vandets kvalitet blev forringet, det blev aggressivt under transporten i ledningsnettet frem til forbrugeren. Det blev bekræftet, og løsningsforslag kom på bordet /2/.

På Bornholm har man også et blødt aggres-

sivt grundvand. Det grundvand har samtidig et højt jernindhold, hvilket gav anledning til en problematisk filtrering. Et projekt med brug af samme type forsøgsfiltre som i Hellebæk blev udført på Robbedale vandværk, se figur 1a og 1b. I projektet indgik en to-delt kalktilsætning – før og efter råvandets iltning, som gav en brugbar løsningsmodel /3/.

Hvad skete i 90'erne?

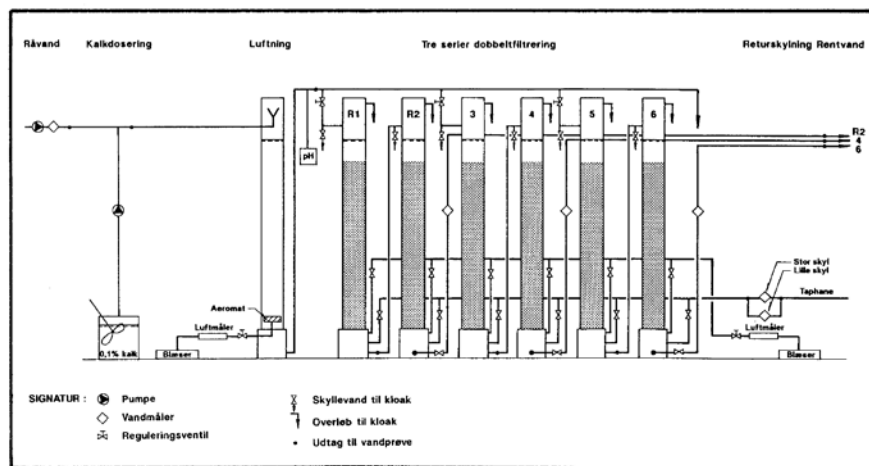
Påvirkningen af grundvandet fra pyrit forskellige steder i landet blev erkendt midt i 80'erne.

Kraftig oppumpning fra grundvandsmagasin og derved iltning af pyritten, gav anledning til problemer med vandets kvalitet, indholdet af både jern og sulfat blev øget og hårdheden kunne blive ekstrem høj. Problemet var og er markant på Københavns vestegn.

Der gik dog nogen tid før man satte fokus på en eventuel behandling, ved en blødgøring af vandet. Forskellige undersøgelser og forsøg på pilotanlæg blev sat i værk. Det var med membranfiltrering, og det var med tilsætning af natronlud i en fluid bed, en såkaldt pelletreaktor /4/. Samtidig blev den mere miljøvenlige CARIX-metode, der anvendes i Tyskland, præsenteret.

Der er gennem årene udvist ihærdige anstrengelser og skabt et godt grundlag for at det skulle kunne ske. Men så vidt vides er der til dato ikke etableret, hvad der kaldes en central blødgøring på noget dansk vandværk /5/.

I kølvandet af påvirkningen fra pyrit til de grundvandsdannende magasiner, blev også nikkel målt i for højt indhold i vandet. Nikkel er bundet til pyrit i visse geologiske lag, og den leveres således fra naturens egen hånd, ikke fra mennesket som sådan.



Figur 1a. Forsøgsopstillingen på Robbedale Vandværk i Rønne vandforsyning.



Figur 1b. En serie forsøgsfiltre på Robbedale Vandværk.

Alligevel er situationen med både nikkel og den høje hårdhed i vandet på en måde menneskeskabt – det handler om en overpumpning af grundvandsmagasinet. Hvem der utvivlsomt er en synder i det nævnte område, Københavns vestegn, lades være usagt her.

Pilotforsøg for fjernelse af nikkel ved kemikalietilsætning i en fluid bed blev foretaget, og et anlæg blev etableret på Brøndbyøster vandværk i 2001 /6/.

Disse metoder til fjernelse af uønskede stoffer, som er kommet i grundvandet fra naturens egen hånd, er at betegne som videregående behandling – der indgår tilsætning af et kemikalie. Man ville i disse år ikke se i øjnene, at den type videregående behandling kunne komme på tale i dansk vandforsyning. Men det kom alligevel tættere og tættere på og blev altså en realitet.

På samme tid dukker der eksempler op med forekomst af miljøfremmede organiske stoffer – fra menneskeskabt forurening, i vandforsyningsboringer. Det er stoffer fra opløsningsmidler, og det er pesticider. BAM ser dagens lys – i laboratoriernes kontrolmålinger, i den skrevne presse, i radio og TV. Der tales om lukning af flere hundrede boringer. Det er en situation, myndighederne ikke kan sidde overhørig.

Derfor udvikles via projekter under Miljøstyrelsen en behandling med aktiv kulfilter /7/. Stofferne adsorberes til aktivt kullet, der ved en særlig varmebehandling har fået en speciel stor overflade, de enkelte kulparkler er blevet gennemhullet som en si af fine porer. Driftsforhold ved denne særlige filtrering belyses. Der er reelt tale om en adsorption af de organiske stoffer, og efter mætning må aktivt kullet regenereres eller kasseres. Vandets indhold af naturligt organisk stof, målt som NVOC, indgår også /8/.

Anvendelse af aktiv kulfiltrering til drikke-

vandsbehandling accepteres ikke umiddelbart af myndighederne – endelig Miljøstyrelsen selv. Begrebet 'en glidebane' står skrevet i pressen, og indgår hyppigt ved diskussioner i forskellige fora om forurening af jord og grundvand.

Men det sker så alligevel. Det første vandværk med behandlingsanlæg med aktiv kulfilter opføres i 1996, med en midlertidig tilladelse på 5 år. For dette og et par andre værker er det filtre til fjernelse af BAM, og for et enkelt er det til fjernelse af stoffer fra opløsningsmidler.

Det bliver til en årelang kamp om hvorvidt boringer med disse forureninger fortsat skal lukkes, eller der skal gives en tilladelse til rensning – den kamp fortsætter og er 'still going strong' /9/.

Hvad skete i 00'erne?

En grim opdagelse finder sted i starten af 00'erne. Giftstoffet arsen er at finde i grundvand forskellige steder i landet. Ligesom nikkel frigives arsen fra geologiske lag til grundvandet. Det kan være i forbindelse med pyrit, men arsen lokaliseres også til andre geologiske lag.

I første omgang følger en glædelig opdagelse, som er, at arsen fjernes sammen med udfældningen af jern i vandværkets filtre. Det løser problemet for en del vandværker. Men naturen er alligevel ikke helt så gavmild. De steder grundvandet har det højeste indhold af arsen, der er jernindholdet ikke højt og slet ikke tilstrækkeligt til at kunne fjerne det arsen, der er til stede i vandet /10/.

På flere vandværker måles for høje koncentrationer af arsen i vandet, der skal leveres til forbrug – drikkevandet. Derfor sættes fokus på at udvikle en behandling, for at fjerne arsen i tilstrækkelig grad – og det betyder stort set en total fjernelse iht. kvalitetskravet. Kravet til indhold af arsen blev betydeligt skærpet i

bekendtgørelsen om drikkevandskvalitet fra 2001.

Det er blevet til en vandbehandling med dosering af ekstra jern før filtrering, som den simpleste metode. En anden metode er at anvende et særligt filtermateriale med en jerncoatet overflade. Konsekvensen heraf er, at materialet skal udskiftes (kasseres), når overfladen er mættet /11/.

Drikkevandet kan så leve op til kvalitetskravet – det var formålet, og naturligvis det vigtigste.

Fokus er nu rettet mod de produkter på vandværket, som arsen er flyttet til. Det gælder det okkerholdige skyllevand fra filtrene og det kasserede filtermateriale, hvis det bruges. Der arbejdes fortsat på løsninger af disse problemer /12/.

Problemer med den ordinære vandbehandling forstummede ikke, selv om der var kommet mere alvorlige problemer for vandets kvalitet at tage vare på. En lang række vandværker havde problemer med at overholde kravene til de ordinære parametre – jern, mangan og ikke mindst ammonium. Kravet til både mangan og ammonium var tilmed blevet skærpet i bekendtgørelsen fra 2001. Samtidig viste undersøgelser på DTU, at der kan være andre bakterier end de hidtil antaget, som deltager ved omsætning af ammonium i vandværkets filtre /13/.

Problemerne fremgik ved en større undersøgelse, som Miljøstyrelsen satte i værk, og resultatet forelå i 2002 /14/. Det var ikke opløftende. Modelværker blev udpeget for at vise, hvordan de aktuelle problemer kunne løses. Men det sker kun langsomt.

Problemer med de ordinære parametre på en lang række vandværker rundt i landet er en



Figur 2. Truelsbjergværket. Rentvandstanken ses til højre som en del af vandværket.

løbende proces i branchen. Min spådom er, at den vil være der langt ud i fremtiden.

Udvikling tidligere og nu

Problemer med vandbehandling dukkede op i midten af 70'erne, og nogle måtte krybe til korset og erkende, at sådan var det. Der blev skrevet om det i brancheforeningens blad Vandteknik, og det kom op på foreningens årlige kurser afholdt på Århus Universitet. Nogle stillede sig op og fortalte om erfaring fra eget vandværk i håb om at høre, om andre havde samme problem. Men det store tavse flertal gav indtrykket af, at det gik udmærket. Man vidste, det var fra egen kasse at midler til undersøgelser, endsiges forsøg på at lave noget nyt og bedre skulle komme, hvis man tog det skridt. F.eks. var udgiften til vandanalyser uoverskuelig høj for en driftsleder i vandforsyningen.

Firmaerne i branchen begyndte at røre på sig – man måtte på banen, inden problemerne voksede sig alt for store. Det var jo hos kundene det foregik, og endda på vandværker man havde lagt navn til.

De firmaer, der havde en størrelse og position som kunne være med, var Krüger og Kemp & Lauritzen. Man havde stort set delt landets kommunale vandforsyninger imellem sig, og fungerede som en form for husrådgiver. For de mindre firmaer var den slags uladssigeligt, selv om de stod for opførelse og service af et utal af vandværker, hovedsageligt de små private værker.

Den erkendelse gav bl.a. anledning til, at filterforsøget på vandværket i Hellebæk kom i gang. Det var en deal mellem Helsingør Kommune og Kemp & Lauritzen og de særlige vilkår, jeg som mikrobiolog var ansat under. Der var ikke forskningspenge at søge noget sted på

det tidspunkt.

Ved projektet med det bløde aggressive vand midt i 80'erne, blev en del af udgifterne bevilget af Miljøstyrelsen, det kom til at indgå i den nystartede serie af Miljøprojekter.

Projektet på Bornholm med filtrering af jern i blødt aggressivt vand blev delvist støttet af midler fra Teknologirådet, som noget nyt i branchen. Ved begge projekter lå der ligeledes udgifter hos de aktuelle kommunale vandforsyninger.

Da de alvorlige forurenende stoffer dukkede op i drikkevandet – BAM, opløsningsmidler og senest arsen, kom midler fra Miljøstyrelsen og siden hen By- og Landskabsstyrelsen på bordet i betydelig højere grad end set tidligere.

Det er også nævnt, at Miljøstyrelsen iværksatte og betalte for undersøgelser på en række udvalgte vandværker for at dokumentere og belyse problemer med den ordinære vandbehandling. Beskrivelse af løsningsmodeller indgik, hvorimod selve udførelsen blev de aktuelle værkers egen sag. Men der skete alligevel et skred i retning af, at udvikling indenfor dansk vandforsyning ikke mere skulle være at betragte som en 'by i Rusland'.

Går vi så frem til i dag, hvor branchen har fået et nationalt fyrtårn, står det klart, at udvikling og innovation i dansk vandforsyning går lysere tider i møde. Det vidner "Fremtidens vandværk" om.

"Fremtidens vandværk"

I august 2014 blev Truelsbjergværket i Aarhus Vand indviet af miljøministeren – som "Fremtidens vandværk" /15/. Der er flere ting ved det nye vandværk, der har givet anledning til den betegnelse.

Som noget helt nyt er rentvandstanken på værket rent faktisk en tank – i rustfrit stål og

placeret som en del af værket, se figur 2. En eventuel lækage vil straks give sig til kende så inspektion og udbedring kan ske på kort tid, og en forurening undgås. Helt modsat situationen med de velkendte rentvandsbeholdere støbt i beton og nedgravet i jorden.

Hele behandlingsanlægget på værket består af tanke, hvor iltning med ren ilt og filtre er i et lukket system under konstant tryk. Det betyder den højeste grad af hygiejne.

Truelsbjergværket som helhed er så godt som totalt sikret mod udefra kommende forurening, og det lever derfor op til betegnelsen som "Fremtidens vandværk".

På filtrene er der monteret en række anordninger med haner, så prøver kan udtages i forskellige niveauer, og vandkvaliteten kan analyseres og vurderes, se figur 3.

Der er tre sektioner af filtre – hver med et for- og efterfilter, så det er muligt at tage en sektion ud til en særlig testkørsel. Der er tilmed et moderne laboratorium på værket.

Vandværket fungerer som et demonstrations- og udviklingsvandværk. Truelsbjergværket kan derfor betegnes som et innovativt vandværk.

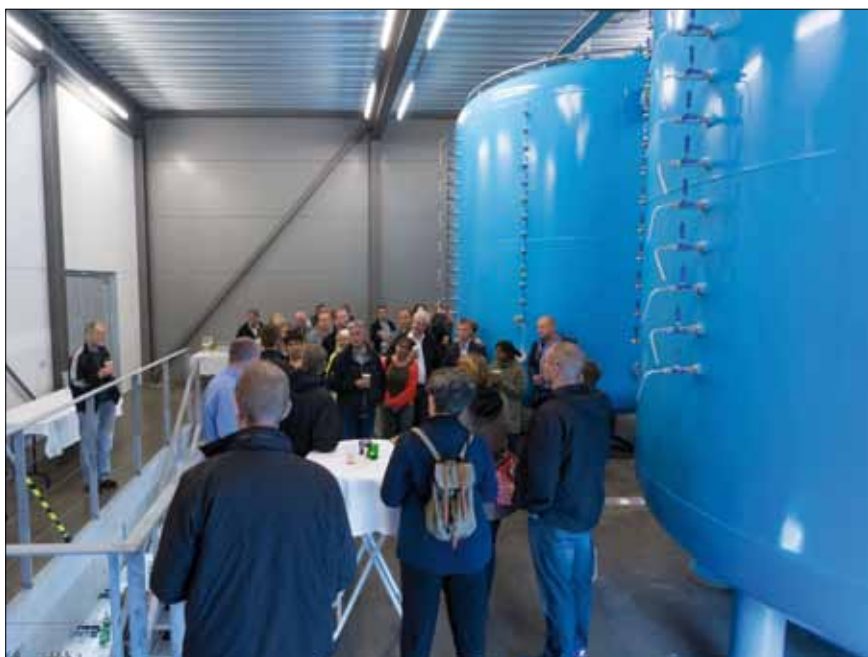
Truelsbjergværket er en del af det nationale fyrtårnsprojekt "Fremtidens Drikkevandsforsyning", som er Danmarkshistoriens største udviklingsprojekt for vandforsyning. Aarhus Vand indgår sammen med andre af landets større vandforsyninger. Det er finansieret af fonds- og statslige midler via Naturstyrelsen. Samlet set skal projektet give bud på løsninger af fremtidens udfordringer på drikkevandsområdet. Det skal være med til at promovere dansk vandteknologi.

Efterskrift

Tillykke til ikke kun Aarhus Vand men hele vandbranchen med det store fremskridt, der er sket til gavn for branchens dygtige unge folk, vi gamle ser med glæde til.

Referencer

- /1/ Henze, M. og Glensvig, L. 1978: Afsyring, recarbonisering og mineralisering af blødt aggressivt grundvand. Vandteknik nr. 46.
- /2/ Jensen, E.D. og Henze, M. 1985: Undersøgelser af blødt aggressivt grundvand. Miljøprojekt nr. 66. Miljøstyrelsen.
- /3/ Jensen, E.D., Bjerg, P. og Henze, M. 1989: Filtrering af jern i kalkbehandlet grundvand. Undersøgelser i pilot-anlæg. Kemp & Lauritzen A/S.
- /4/ Jensen, E.D., Nielsen, G. og Lorenzen, H. 1995: Vandbehandlingsforsøg i Odense. Blødgøring ved pelletmetoden. Vandteknik nr. 2.
- /5/ Naturstyrelsen 2011: Central blødgøring i drikkevand. Rapport. Cowi.
- /6/ Nielsen, P.B. 2002: Nikkelfjernelse i Brøndby. DANVA Vandforsyningsteknik 51



Figur 3. Filtrere på Truelsbjergværket. Se de mange prøvehaner ned gennem filtret.

- /7/ Miljøstyrelsen 1998: Vandrensning ved hjælp af aktive kulfilter. Miljøprojekt nr. 391.
/8/ Arvin, E., Albrechtsen, H.J. og Hansen, R.B. 1998: Aktiv

- kulfiltrering. DANVA Vandforsyningsteknik 47.
/9/ Naturstyrelsen 2012: Videregående vandbehandling. Kortlægning af kommunernes tilladelser. Cowi.

- /10/ Jacobsen, P. og Jensen, E.D. 2004: Forsøg med fjernelse af arsen på vandværk. DANVA Vandforsyningsteknik 53.
/11/ Nielsen, P.B. 2007: Arsenfjernelse fra drikkevand med jernhydroxydgranulat. ATV møde, okt. 2007.
/12/ Larsen, F., Kjoller, C. og Ramsay, L. 2009: Manual om arsen i drikkevand – med forslag til løsning. By- og Landskabsstyrelsen.
/13/ Boe-Hansen, R. 2002: Bakterievækst i drikkevand – undersøgelser i et modelledningsnet. DANVA Vandforsyningsteknik 51.
/14/ Miljøstyrelsen 2002: Undersøgelse af vandbehandlingen på en række danske vandværker. Miljøprojekt nr. 715.
/15/ Aarhus Vand 2014: Miljøminister Kirsten Brosbøl indvier "Fremtidens vandværk" i Aarhus. Pressemødelelse.

ELIN DICHMANN JENSEN har arbejdet med vandbehandling i mere end 30 år. Startede i Kemp & Lauritzen A/S 1978, videreført i HOH Vand & Miljø. I Rambøll 2000 og derfra til Watertech a/s 2005, videreført i Alectia. Er forfatter til kapitler om vandbehandling i lærebogen Vandforsyning, med en ny udgave i 2014. Herefter på det nærmeste pensioneret. (edj@post10.tele.dk)



God interesse for klimatilpasningskonferencen ECCA 2015

Omkring 800 deltagere fra 46 lande over hele verden deltog i konferencen om klimatilpasning, ECCA 2015, som Aarhus Universitet var hovedarrangør af. Konferencen, der var den anden af sin slags, blev holdt i Bella Center, København 12.-14. maj. Med mulighed for at vælge blandt omkring 575 forskellige indlæg, var dagene tæt pakket med den seneste viden inden for forskning og innovation vedrørende klimatilpasning i relation til byer, økonomi, offentlig sundhed, landbrug og det åbne land, infrastruktur, kystsikring, politik, kommunikation og meget mere.



Arrangør af ECCA 2015, Hans Sanderson, Aarhus Universitet. Foto: Janne Hansen, Aarhus Universitet

Deltagere ved ECCA konferencen i maj i Bella Center. Foto: Janne Hansen, Aarhus Universitet