

OM VATTEN

ARTIKLAR OCH NOTISER

HVR arbetar med dricksvattenrening. Vi utvecklar vattenrenare med hjälp av en metod som effektivt avskiljer alla typer av föroreningar från vatten. Därför samlar vi också information om vatten- och hälsofrågor. Här kan Du ta del av några artiklar och faktasammanställningar vi har gjort under senare tid. Artiklarna är skrivna var för sig, därför kan en del upprepningar förekomma. Vi tar gärna emot synpunkter och ytterligare information.

HVR
Water Purification AB

HVR WATER PURIFICATION AB NYBROGATAN 12 114 39 STOCKHOLM
TEL 08-667 86 60 FAX 08-662 96 18 EPOST info@hvr.se INTERNET www.hvr.se

INNEHÅLL

ARTIKLAR:

OM VATTEN	3
VATTEN – EN KNAPP OCH KRYMPANDE RESURS	5
BASLIVSMEDEL, INNEDRYCK ELLER UNIVERSALMEDICIN	10
OM VATTEN UTAN MINERAL	14
LUKT OCH SMAK HOS DRICKSVATTEN	17
OM KLORERING OCH DESINFEKTIONSBIPRODUKTER	19
RADON	21
MJUKT, HÅRT, SURT ELLER ALKALISKT VATTEN	23
MIKROORGANISMER I VATTEN	28
CRYPTOSPORIDIUM	34
CYANOBAKTERIER, BLÅGRÖNA ALGER OCH MIKROCYSTINER	36
OM PYROGENER OCH BAKTERIELLT ENDOTOXIN	37
OM ARSENIK OCH KATASTROFEN I GANGESDELTA	39
FLUORFÖRGIFTNING I INDIEN	42
OGALLALA – NORDAMERIKAS STÖRSTA GRUNDVATTENMAGASIN	43

NOTISER:

MEDELHAVET OCH VÄXTHUSEFFEKTEN – ÖVERSVÄMNINGAR OCH TORKA	45
FLODVATTEN SPARAS I GRUNDVATTENMAGASIN	46
NITRAT I BRUNNSVATTEN GAV MISSFALL	46
RADIUM 226/228	47
MÅNGA SVENSKA KOMMUNER HAR PROBLEM MED DRICKSVATTNET	48
TRIHALOMETANER OCH MISSFALL	49
VATTENKAMPANJ -99	49

OM VATTEN

Tillgången på föda och vatten har alltid avgjort människans val av boplatser. När hon lärde sig bruka jorden blev hon mer beroende av vatten, nu både till dryck och bevattning. Vattenbrist har ödelagt städer och skinngat civilisationer. Sinande källor genom klimatförändringar eller överutnyttjande har följt människan genom historien.

Växelspelet mellan människans påverkan och biosfärens resurser är högaktuellt genom diskussionen om växthuseffekten, dvs dramatiska klimatförändringar eventuellt framkallade av människans aktiviteter. Växthusgaser, rubbade havsströmmar, polarisarnas nedsmältning, havsytans höjning, livsfarliga hål i ozonlagret, ökenspridning och förgiftning av luft, mark och vatten är vad människan har att tampas med idag.

Ett märkligt element

Vatten är jordens vanligaste ämne. Det har egenskaper som inget annat ämne har. De flesta ämnen krymper när de kyls ned, men vatten expanderar när det går under fyra grader. Det vet alla som har haft en läskflaska för länge i frysen. Andra egenheter är att vatten kräver hög energi för att värmas upp – tio gånger så mycket som järn – och att det har hög ytspänning. Dessutom har det förmågan att lösa och ta till sig en stor mängd andra ämnen.

Vatten fortsätter att förbrylla forskarna. De menar att nyckeln till många av vattnets egenskaper finns hos de kemiska bindningarna (vätebindningar) mellan vattnets molekyler, som är avsevärt svagare än hos andra ämnen. Det gör att vattenmolekylerna kan bilda en mängd olika konfigurationer. En av dessa liknar en bur, och man tror att den kan förklara vattnets förmåga att kapsla in hydrofoba (vattenavstötande) molekyler. ”Buren” skapar också en oregelbunden elektrostatisk laddning, vilket sliter sönder andra molekyler i deras beståndsdelar – joner. Hydrofila (”vattenälskande”) molekyler bildar vätebindningar med vattenmolekyler.

I en biologisk cell är så gott som allt utrymme som inte upptas av atomer fyllt med vatten. En enskild cell innehåller miljardvis med vattenmolekyler. Eftersom vattnet interagerar med alla andra molekyler, studerar molekylärbiologerna numera till exempel DNA- eller proteinmolekyler inte i vacuum utan i vatten, där de beter sig ”som i verkliga livet”.

Dessa egenheter hos molekylernas kemiska bindningar kan också förklara vattnets frys- och kokpunkter och vid vilken temperatur vatten kan förångas.

Det finns till yttermera visso olika sorters bindningar mellan vattenmolekylerna, svagare och starkare. En hypotes är att styrkan hos bindningarna är kopplad till temperatur som i sin tur styr mycken biologisk aktivitet och kanske kan förklara varför konstant kroppstemperatur är så viktig för levande varelser.

På den nivån söker forskningen idag - med neutronbombning och simuleringar i stordatorer - svar på vattnets gåtor, och därmed även på frågor om livets ursprung på jorden.

Källor: Robert Matthews, "Wacky water", *New Scientist* No 2087, 21 juni 1997;
Mark Gerstein & Michael Levitt: "Simulating water and the molecules of life",
Scientific American, november 1998.

VATTEN – EN KNAPP OCH KRYMPANDE RESURS

Varför krympande? Vi har ju fått lära oss att jordens vatten går runt i ett evigt kretslopp, att det vatten vi dricker idag är samma vatten som en *smilodon fatalis* (sabeltandad tiger) i Kalifornien lapade i sig för 20 000 år sedan.

Vatten är inte en krympande resurs, men *rent* vatten. Orsakerna är väl kända: överutnyttjande i kombination med föroreningar från industri, jordbruk, trafik och hushåll – ett stressat kretslopp.

Förr trodde man att grundvatten låg säkert skyddat av överliggande jordlager och i stort sett var opåverkligt. Nu vet man att bekämpningsmedel och andra kemikalier, som sprids eller dumpas av jordbruk och industri, förr eller senare tränger ned och sprider sig i grundvattnet. Listan på identifierade hälsofarliga substanser i grundvattnet ökar hela tiden.

Vad finns i vattnet?

Mikroorganismer: Virus, bakterier, parasiter. En tesked vanligt sjövattnet kan innehålla en miljard virus. En del av dessa organismer vill vi inte få i oss; vi blir sjuka av dem. I en kartläggning av vattenburen smitta i Norden konstaterades under perioden 1975-1991 cirka 100 sjukdomsutbrott i allmänna vattennät. ”Det verkliga antalet är troligen mycket högre”, säger Smittskyddsinstitutet i sin rapport. I en tredjedel av dessa fall blev mer än 60 % av de anslutna personerna sjuka. Orsaken var ofta någon form av baktryck eller inträngning av avloppsvatten med därtill hörande mikroorganismer.

Oorganiska ämnen: I den gruppen ingår nyttiga salter och mineral, men också sådana som ger beläggningar i kokkärl och kaffebryggare. Oorganiska ämnen som i små mängder kan vara ofarliga eller till och med nyttiga för oss kan i större koncentrationer eller i fel form vara giftiga. Järn, aluminium, koppar, zink, bly, nickel, krom, kadmium, asbest, arsenik, cyanid, fluor, fosfor, nitrat, är exempel på oorganiska ämnen.

Syntetiska organiska föreningar: Hit hör alla kemikalier som bekämpningsmedel, målarfärger, bildäck, flamskyddsmedel, plaster och lösningsmedel. Flera hundra tusen olika syntetiska organiska föreningar existerar idag i vår omgivning, och många av dem förekommer i nästan allt vatten, även i ”jungfruligt” källvatten.

Radioaktiva ämnen, speciellt radon, som kan ge lung- och magcancer.

Klorering

Virus och bakterier sprids lätt genom ett vattenledningssystem. För att undvika smittspridning desinficerar man vattnet på vattenverken, särskilt när de har sjövattnet som källa. Man använder oftast klor eller någon klorförening. Klor är ett mycket effektivt gift. I normala fall dödar det alla bakterier och virus i ditt kranvatten. Dessutom skickas en liten dos klor ut i vattennätet för att mikroorganismer inte ska tillåtas växa i ledningarna

I varje vattenledningsrör finns det miljarder bakterier och virus i avlagringar och slam. När de lossnar i litet antal, så dödas de omedelbart av kloreten i vattnet, men när bitar av avlagringarna slits loss av tryckförändringar i rören, räcker inte kloreten till och man kan få ”maginfluensa” eller någon allvarligare åkomma.

På 70-talet upptäckte man att när klor möter organiska ämnen som finns i ledningsrören uppstår biprodukter, bland annat trihalometaner som kloroform och bromoform. Vissa av dessa har visat sig vara cancerframkallande vid djurförsök.

Epidemier i en del länder på senare tid anses bero på att rapporter om sådana desinfektionsbiprodukter har fått vattenleverantörer att bli mer försiktiga med klorering. Teoretiskt beräknar livsmedelsverket möjliga cancerfall i Sverige på grund av desinfektionsbiprodukter till några enstaka per tio miljoner invånare, men man erkänner att kunskapen är ofullständig.

”Det är välkänt att vattenkvaliteten kan försämrans i systemet mellan behandlingsstället och konsumtionsstället. Till exempel finns det många mekanismer som kan föra in bakterier i dricksvattnet under distributionen. Till dessa hör öppna reservoarer, slutna reservoarer där man inte har tillsatt klor, nybyggnader som kan störa det befintliga distributionssystemet, brott på huvudledningarna (vilket kan bli ett ökande problem allt eftersom distributionssystemen åldras), baktryck, avstängda rörförgreningar med stillastående vatten och levande organismer som kan avge bakterier i dricksvattnet när huvudledningarna repareras eller störs på annat vis. Förutom av bakteriella föroreningar kan vattenkvaliteten också försämrans av korrosionsbiprodukter, och det är väl belagt att desinfektionsbiprodukter, som bildas under behandlingen, ökar med tiden i distributionssystemet.”

Från ”Effects of the distribution system on drinking water quality”, R M Clark, J A Goodrich, L J Wymer, Risk Reduction Engineering Laboratory, Office of Research and Development, U S Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio 45268, USA. *J. Water SRT, Aqua* Vol 42, No 1, pp 30-38, 1993 (HVR:s övers.).

Lite skit får man tåla

Hälso- och vattenvårdande myndigheter sätter upp gränsvärden för många ämnen, dvs. man anger hur många milligram per liter (miljondelar, PPM) eller mikrogram per liter (miljarddelar, PPB) som kan accepteras i dricksvatten. Rekommendationer och gränsvärden revideras alltefter forskningens framsteg.

Människokroppen kan omsätta en hel del, t.ex. arsenik i små mängder. Men det får inte bli för mycket och inte för ofta. Besvärligare är det med *kombinationer* av i och för sig ofarliga doser av gifter. Våra vattenverk kontrollerar idag kanske ett 40-tal ämnen, men det finns som sagt hundratusentals syntetiska föreningar i omlopp. Deras sammanlagda och långsiktiga effekt på vår hälsa och arvsmassa är och förblir okänd.

Behöver vi rena kranvattnet?

De flesta hushåll med egna brunnar är idag medvetna om vikten av att ta reda på vad deras vatten innehåller, innan de använder det till dryck och matlagning. Frågan är: Behöver konsumenter i de allmänna vattennäten också göra det?

Här bör sägas att Sverige är ett av de få länder på jorden där man litar på sitt kranvatten, och det förhoppningsvis av goda skäl. ”Ingen källa till oro”, som livsmedelsverket brukar säga.

Växande kommers

Den kommersiella dricksvattenmarknaden är i stark expansion världen över. Dess två huvuddelar är buteljerat dricksvatten och filter/reningsapparater. Det faktum att vatten är buteljerat är inte någon självklar garanti för dess renhet. För den konsument som funderar på att köpa en hemvattenrenare gäller det att vara både kritisk och kunnig.

Av det vatten som förbrukas i ett hushåll går bara cirka 1 % till dryck och matlagning, och det är oftast bara den mängden vatten som behöver renas. Det bör man tänka på när man beräknar en vattenrenares kapacitet, filtrens livslängd och det renade vattnets pris.

Att många vill ge sig in på hemvattenreningsmarknaden framgick på en mässa i Chicago i januari 1998. På International Housewares Show deltog mer än 40 utställare som sysslar med konsumentprodukter för behandling av dricksvatten. Fyra år tidigare var de bara några stycken.

Tillverkarna vänder sig alltmer till massmarknader, dels genom sitt produkt-sortiment – kranfilter, tillbringare med inbyggt filter, men även större vattenautomater – och dels genom valet av marknadsföringskanaler – lågpriskedjor, postorder, kabel-TV-försäljning, hälsokostkedjor. Många nya ger sig in på mark-

naden, och detaljisterna börjar inse att det finns tillväxtpotential för hemvattenreningsprodukter.

Att den amerikanska marknaden ligger långt före den svenska beror till stor del på att dricksvattenproblemen är så mycket större där än i Sverige. Man tillsätter större doser klor, och man fluoriderar fortfarande.

Metoder

Filter: Det finns en mängd filter av varierande material som separerar olika typer av föroreningar. Enkla filter att fästa direkt på kranen har ofta kort livslängd. Ett dåligt skött filter kan bli en bakteriehard och därigenom *försämra* vattenkvalitén.

Aktivt kol drar till sig många organiska föreningar, till exempel sådana som innehåller klor och brom, och flyktiga ämnen som ädelgasen radon.

Omvänd osmos separerar föroreningar genom att vattnet pressas genom ett mycket finporigt membran. Metoden tar bort många lösta föroreningar och mikroorganismer, men inte flyktiga ämnen (ämnen som lätt avgår från vatten till inandningsluften).

Destillering, en urgammal pålitlig metod som tar död på mikroorganismer, avlägsnar mineral som kalk och magnesium, men släpper igenom flyktiga ämnen. Det sägs ibland att destillerat vatten inte skulle vara bra att dricka, efter som det saknar salter och mineral. Sådana farhågor har knappast någon grund. Cirka 95 % av de salter och mineral vår kropp behöver får vi genom maten. Tillförseln via vattnet är alltså marginell, om man sköter sin kostcirkel.

Ultraviolettt ljus dödar mikroorganismer, men kräver för-filtrering så att vattnet inte är grumligt.

Luftning - genom vispning eller genom att låta vattnet stå någon dag - och **kokning** är enkla och billiga metoder att avlägsna flyktiga ämnen, t.ex. radon. Med tio minuters kokning avlivar man också virus och bakterier.

När man har tagit reda på vad vattnet innehåller - med laboratorieanalys - kan man kombinera sitt batteri av metoder. Avancerade vattenrenare fungerar just så: De rymmer en serie olika filter plus exempelvis omvänd osmos. Med rätt kombination och rätt skötsel kan man uppnå en mycket god rening.

Flera händelser på senare tid visar att både dricksvatten och sjövattnet kan överföra infektioner av serotyp O157:H7 [*E. coli*/EHEC].

Peter Feng, US Food and Drug Administration.

“De största problemen [med dricksvattnet] är ... vattenburen smitta, radon, cyanobakterier, desinfektionsbiprodukter, koppar och bekämpningsmedel.”

Miljö- och hälsoutredningens betänkande, enligt *Vår Föda* nr 5, 1997.

”... på många av de mest populära systemen måste man byta filter ofta, om inte så kommer dess ägare så småningom att köra sitt kranvatten genom en högteknologisk variant av en igengrodd wettextrasa.”

Nancy Culotta, NSF International, intervjuad om filter och hemvattenrenare i *Time Magazine*, 10 juni 1996 (övers. MK).

Goda råd

Drick inte vatten som har stått still länge i rören, utan spola först en halv minut! Ta aldrig vatten ur varmvattenkranen till dryck eller matlagning!

Var kritisk, kommunicera med din vattenleverantör. Rapportera konstig smak och lukt, maginfluensor etc.

Lär dig mer om ditt vatten! Här följer några lästips:

Colin Ingram, *The Drinking Water Book*, Ten Speed Press, Berkeley, California 1991.

John Cary Stewart, *Drinking Water Hazards*, Envirographics, Hiram, Ohio 1990.

Livsmedelsverkets tidning *Vår Föda* tar ofta upp aktuella vattenfrågor.

Vatten, Tidskrift för vattenvård förmedlar aktuell forskning på vetenskaplig nivå.

BASLIVSMEDEL, INNEDRYCK ELLER UNIVERSALMEDICIN

Vatten, mineral och hälsa

Det talas och skrivs om vatten nuförtiden. Det kan innehålla farligheter som e-colibakterier, legionella, koppar och radon. Är det nyttigt med klorering? Ska dricksvatten vara hårt eller mjukt? Är magnesium bra för hjärtat?

Det har blivit tjugigt att dricka vatten på flaska, med eller utan kolsyra. I livsmedelsbutikerna ser vi vattensortimentet växa månad för månad. Tidningarnas hälsobilagor skriver om vatten som universalkur. Vi har fått vattenfestivaler, vattensymposier och vattenpris.

Rent vatten

Vattnet tar upp molekyler från allt det kommer i kontakt med. "Rent vatten" är en teoretisk konstruktion. Vatten innehåller alltid andra molekyler än väte och syre, till exempel av sådana salter, mineral och humusämnen som gör att det ibland smakar som gott och friskt källvatten.

Den lösande egenskapen är viktig för vattnets funktion som transportör av näringsämnen i kroppen, men samma förmåga gör också att vatten ute i kretsloppet tar åt sig alla möjliga ämnen som vi inte vill få in i kroppen, till exempel ogräsmedel och andra gifter.

Hundratusentals av människan skapade syntetiska organiska föreningar är idag i omlopp i luft, mark och vatten. Vi kan analysera enstaka föreningar och deras effekter, men vi vet ganska lite om den långsiktiga och sammanlagda effekten av denna cocktail på människans arvs massa.

Nedsmutsningen är reell. Att ytvatten från sjöar måste analyseras och renas har länge varit en självklarhet, men idag söker man metoder för att rena grundvatten nere i underjorden. Grundvattnet är inte "jungfruligt" längre. Man har trott att de överliggande jordlagren var ett pålitligt skydd och filter mot gifter och kemikalier. Nu vet man att det mesta förr eller senare (det kan ta decennier) sipprar ned i grundvattnet. 1998 års stockholmska vattenpris gick till Gedeon Dagan just för hans rön om hur föroreningar transporteras genom marklagren.

1900-talets massiva spridning av konstgödsel och bekämpningsmedel, industrins, hushållens och trafikens föroreningar plus den snabbare spridningen av

sjukdomsalstrande mikroorganismer är den rationella grunden till människors ökade oro och intresse för vatten. Det har helt enkelt blivit svårare att hitta hälsosamt vatten.

De irrationella aspekterna – kropps- och hälsohysteri, bacillskräck och vattenandar – behöver vi inte fördjupa oss i. Det viktiga är att människan behöver vatten, ju renare desto bättre, och vi vill helst umgås med växter och djur som också har fått rent vatten. Cirka 2 miljoner barn, främst i utvecklingsländer, dör varje år till följd av mikrobiologiskt infekterat dricksvatten.

Rent vatten blir således i allt fler människors ögon en knapp resurs – även i industriländerna. Konkurrens om vatten orsakar internationella konflikter. Prissättning på vatten, och inte minst prissättning på nedsmutsning av vatten, blir allt viktigare styrmedel. Hushållning med vatten har blivit ett globalt problemkomplex, föremål för mängder av konferenser och forskarsymposier. Vattenrening är en växande storindustri, och dricksvatten har blivit en het kommersiell produkt.

Vatten och hälsa

Levande organismer består till största delen av vatten. Det borde vara onödigt att ytterligare försöka övertyga någon om att vatten är betydelsefullt för vår hälsa. Kroppen använder vatten till att smälta maten, till att absorbera och transportera näring, till cirkulationssystemet, till att bygga upp vävnad, till att forsla bort avfallsprodukter och till att upprätthålla kroppstemperaturen.

Det finns de som menar att en stor del av våra vanligaste folksjukdomar beror på en smygande uttorkning, orsakad av våra förändrade dryckesvanor. Det gäller tillstånd som magont och dyspepsi, ledgångsreumatism, rygg-, nack- och huvudvärk, stress och depression, högt blodtryck, högt kolesterol, fetma, astma och allergier, diabetes, angina och stroke. De skulle därmed också kunna förebyggas – om inte botas – med vatten. Ett sådant påstående är naturligtvis kontroversiellt inom stora delar av skolmedicinen – för att inte tala om inom läkemedelsindustrin.

Andra sjukdomar – bland annat många cancerformer – orsakas å andra sidan av gifter som vi delvis får i oss med dricksvattnet.

Är vatten nyttigt? Vi dör om vi inte får vatten, och vi får diverse krämpor om vi får i oss för lite vatten. Vatten smörjer våra leder och finns i alla våra kroppsvävnader.

Hur mycket vatten ska man dricka? En vanlig rekommendation är en och en halv till två liter per dag för en vuxen person, mera vid svett drivande kroppssträngning eller i varmt klimat.

Går det inte lika bra med läsk eller öl? Många av våra vanligaste ”sällskapsdrycker” – öl, sprit, vin, kaffe, te - har urindrivande egenskaper, dvs. de får oss att kissa mer än om vi hade druckit vatten. Om man tar en kopp kaffe när man är törstig lurar man kroppen. Många människor går omkring med vätskebrist utan att veta om det. Att vatten har blivit en populär dryck borde vara bra för folkhälsan.

Är det farligt att dricka för mycket vatten? *I princip* går det att ta livet av sig genom att dricka tiotals liter vatten på mycket kort tid. Kroppen hinner inte ta upp det och man får ödem.

Mineral

Mineral har stor betydelse för kroppens olika funktioner. De är inblandade i energiproduktion, nervsystemets och hjärnans funktioner, blodsockeromsättning, kolesterolomsättning och i produktionen av röda blodkroppar. Mineral som finns i marken suggs upp av växter och förs vidare till kroppsvävnaden hos de djur som äter växterna.

Vissa mineral kallas makromineral, därför att de behöver tillföras människokroppen i mängder om över hundra milligram per dag. De är kalcium, fosfor, magnesium, kalium, natrium, klorid och svavel.

Mineral som tillförs kroppen i mycket små mängder, mindre än hundra milligram, kallas spårmineral eller spårämnen. Det finns åtminstone tjugo spårämnen som man vet påverkar djurs och människors hälsa. Till dem hör kobolt, koppar, fluor, jod, järn, mangan, bor, selen, molybden, zink, vanadium, germanium, krom, aluminium, arsenik, kadmium, bly, kvicksilver, nickel, kisel och tenn. En del av dem är viktiga för vissa kroppsfunktioner, andra betraktas som rena gifter. Alla spårämnen får giftverkan i för stora mängder.

Sjukdomar framkallade av mineralunderskott kan bero på att man inte tål vissa typer av födoämnen eller av något annat skäl får en ensidig eller olämplig kost. Att okontrollerat äta tillskott av i och för sig nyttiga spårämnen kan vara farligt. Det normala sättet att fylla sitt behov av mineral är att äta varierad kost. Många anser emellertid idag att vi med konstgödsling, tillväxtbefrämjande medel och andra manipulationer av växter och djur håller på att utarma vår kostbas på nyttiga näringsämnen, och att dagens människor därför bör förse sig med något tillskott av vitaminer och mineral.

Mineralvatten

Cirka 95 % av vårt behov av mineral tillförs normalt via maten. Expertisen säger att mineralvatten med rätt beståndsdelar *kan* ge betydelsefulla tillskott av vissa ämnen, om man dricker någon liter per dag. De flesta tycks vara överens om att mineralvatten bör innehålla kalcium, magnesium, kalium och natrium.

Kalcium hjälper till att bygga upp och stärka benstomme och tänder och skyddar därigenom mot benskörhet. Det har också en roll i cellernas ämnesomsättning och hjälper till att reglera muskelsammandragningar. Rekommenderat dagsintag är 800-900 milligram. Kalcium i en form som kan absorberas av kroppen finns framförallt i mjölkprodukter och vatten, men även i vissa grönsaker som persilja och broccoli. Kalcium tillsätts numera i t.ex. apelsinjuice.

Magnesium spelar en roll i bentillväxt och i att reglera blodtryck och hjärtrytm. Det tros ge skydd mot hjärt-kärlsjukdomar. Rekommenderat dagsintag är 280-350 milligram. Nötter, bladgrönsaker, spannmålsprodukter och fisk har högt magnesiuminnehåll. Vissa fakta tyder på att man bättre tar till sig magnesium från vatten än från mat.

Kalium är av betydelse för musklers och nervers funktion och för reglering av vätskebalansen i kroppen. Rekommenderat dagsintag är 3100-3500 milligram. Kalium finns bland annat i katrinplommon, russin, mjölk, bananer och avocado

Natrium bidrar till att upprätthålla vätskebalansen som i sin tur kontrollerar blodtrycket.

Eftersom samband finns mellan högt saltintag och högt blodtryck anser man att dagsintaget av natrium bör ligga under 2000 milligram (motsvaras av cirka 5 gram bordssalt).

Andra för kroppen betydelsefulla mineral som ofta finns i vatten är *jod* (sköldkörteln, ämnesomsättning), *koppar* (muskler, skelett, adrenalinomsättning), *klor* (vätskebalansen), *fosfor* (celltillväxt), *svavel* (celluppbyggnad), *kisel* (skelettutveckling), *fluor* (tänder och skelett), *järn* (hemoglobin och syretransport), *krom* (glukostransport) och *zink* (uppbyggnad av arvsmassan).

I buteljerat käll- och mineralvatten som finns på marknaden varierar mineralinnehållet kraftigt. En kanadensisk undersökning från 1998 som jämförde det angivna mineralinnehållet hos ett femtiotal europeiska och nordamerikanska mineralvatten visar att natriumhalten varierade från noll till 1 200 milligram per liter, kalciumhalten från noll till 546 milligram per liter och magnesium från noll till 126 mg/l. Kaliuminnehållet brukar uppvisa liknande variationer.

I det nya EG-direktivet finns inga krav på minsta mängd mineral i så kallat naturligt mineralvatten. Det innebär i praktiken att vanligt grundvatten kan tappas på flaska och kallas naturligt mineralvatten (enligt Vår Föda nr 5, 97).

OM VATTEN UTAN MINERAL

Bör man dricka destillerat vatten?

Rubbas mineralbalansen?

Dräneras kroppen på nyttiga mineral?

Många människor tror att destillerat vatten är skadligt för kroppen på grund av bristen på salter och mineral. Vatten som har behandlats med destillation, omvänd osmos, avjonisering eller på annat sätt gjorts högre har ett mycket lågt innehåll av salter och mineral, uttryckt som TDS (total dissolved solids). Med "vanligt" dricksvatten brukar man mena vatten med en mineralhalt på cirka 300 milli-gram TDS per liter. Med låg halt menar man vatten med mindre än 100 mg TDS per liter.

Människokroppen behöver ständigt fyllas på med ett stort antal mineral. Alla mineral finns ursprungligen i marken. Växter tar åt sig mineral från marken till sin biologiska uppbyggnad, och människan får i sig alla nödvändiga mineral av att äta växter och djur. Cirka 95 % av vårt behov av mineral tillförs via maten, resten via vatten. Dricksvattnets betydelse – i det här avseendet – är alltså marginell.

Hårt vatten

Studier från senare tid har visat att människor som dricker hårt vatten med högt mineralinnehåll – huvudsakligen de "nyttiga" mineralen magnesium och kalcium – har mindre benägenhet att få hjärtattacker än människor som dricker mjukt vatten. Några tolkar detta som att hårt vatten är bra för kroppen.

Mjukt vatten som är mer korrosivt än hårt vatten tar upp flera oönskade kemiska ämnen från ledningsrören och från marken, medan hårt vatten avsätter mycket magnesium och kalcium i rören och därigenom skyddar vattnet från andra föroreningar. Slutsatsen att det är just det hårda vattnet som är nyttigt är alltså inte helt självklar.

Uttorkning

När kroppen utsätts för stark uttorkning – vid långvarig kroppsansträngning eller vid stark värme, om man har långvarig diarré eller helt enkelt lider av törst på grund av vattenbrist (vilket ju ofta hänger ihop med brist på mat) – då vet vi att kroppen bättre tillgodogör sig vatten som innehåller salter och mineral.

Vätskeersättningsmedel består av salt och socker. I sådana situationer gör alltså vattnets mineralinnehåll att kroppen återhämtar sig snabbare.

Kroppens reglersystem

För övrigt har kroppen ett reglersystem som upprätthåller en dynamisk jämvikt i fördelningen av salter och mineral i våra kroppsvätskor. Det osmotiska trycket driver vattnet in eller ut genom cellernas väggar och håller koncentrationen av salter och mineral på rätt nivå. Njurarna tolererar bara en avvikelse på 3 % och balansen återställs på någon minut.

Så fort avvikelsen tenderar att bli större så utlöses ett av kroppens tre kontrollsystem, som antingen ser till att blodet tar till sig mera vatten, ser till att plasman tar till sig mera natrium, eller helt enkelt signalerar törst. Njurarna står för den totala kontrollen av kroppsvätskornas koncentrationer. De filtrerar omkring 180 liter vatten om dygnet. Över 99 % går tillbaka till vävnaderna. 1 till 1,5 liter utsöndras som urin.

Oavsett vilket vatten man dricker så sköter kroppen fördelningen av mineral dels genom salivavsöndring som innehåller natriumklorid, kalium och bikarbonat, dels genom att magen och tarmarna utsöndrar kalium och natrium. Så ser kroppen till att det vatten som via blodbanan transporteras ut i cellerna alltid är försett med de mineral och salter som behövs. I tunntarmen absorberas det mesta (94 %) av det vatten som passerar mag-tarmkanalen.

Destillerat vatten dränerar i viss mån kroppen på mineral, men det gäller då mineral som cellerna har gjort sig av med, dvs. avfallsprodukter som av vattnet transporteras till lungorna och njurarna för att därifrån utsöndras ur systemet. Vatten kan inte föra bort mineral som redan har tagits upp i cellvävnaden.

Smak

Smaken är inte oviktig. Många menar att destillerat vatten är smaklöst eller smakar ”platt”. Vid jämförande smaktester har det dock visat sig att människor har väldigt svårt att tala om vilket vatten som är destillerat och vilket som inte är det. Ett rent vatten ska inte ha någon smak. Rent vatten tar mycket snabbt upp smak från det kärl det förvaras i, om kärlet inte är gjort av ett mycket opåverkligt material.

Exempel

Miljontals människor har under långa tider enbart druckit vatten utan mineral (regnvatten). På den amerikanska flottans fartyg har enbart destillerat vatten serverats i 50 år. Astronauter dricker avmineraliserat vatten under rymdfärder. Dessutom finns många platser runt om i världen där det tillgängliga dricksvattnet har låg mineralhalt.

Ingenstans har man hos friska personer konstaterat några negativa effekter på hälsan som skulle bero på mineral- eller saltbrist i dricksvattnet (det finns, som alltid, undantag, t.ex. vissa bergsmiljöer med extrem jodbrist i både mat och vatten, där människor har högre förekomst av struma). Vad man däremot med säkerhet kan hävda, är att det alltid är bra att dricka *rent* vatten, fritt från mikroorganismer och gifter.

LUKT OCH SMAK HOS DRICKSVATTEN

Smak, liksom lukt, är ett subjektivt test som mera vilar på beskrivning än på kvantitativa resultat. Smaker är nära relaterade till lukter, även om det finns vissa icke-flyktiga ämnen, som natriumklorid (salt), som ger smak utan att orsaka lukt. Definitioner på smak är något enklare än definitioner på lukt, eftersom det bara finns fyra egentliga smaker (sött, surt, salt, beskt). Huvudkravet på ett färdigbehandlat vatten är att smaken ska vara *invändningsfri*.

Dricksvatten ska normalt vara luktfritt. Tydlig lukt eller smak tyder på en påverkan, som ofta har naturliga orsaker, till exempel jord, mossa, lera eller sjövattnen. Problemen är vanligare när ytvatten är råvattenkälla och kommer då ofta från alger, multnande växtdelar, produkter av klorering eller biologisk aktivitet i stillastående vatten. Järn, svavel och olika kemiska ämnen bidrar också.

Faktorer som orsakar dålig lukt och smak:

Multnande alger och andra växter kan ge gräsliknande, fiskaktig eller unken lukt. Alger kan ge ifrån sig otrevlig lukt när de dör, men även vissa levande alger ger lukt- och smakproblem.

Metan benämns också gruvgas eller sumpgas och bildas när växter förmultnar. Det finns i fickor ibland annat stenkolslager och kan komma upp i borrhållningar och ge en unken lukt.

Mögel och aktinomycceter (trådformade bakterier) kan ge upphov till jordig, unken eller möglig smak och lukt, som man ibland felaktigt tillskriver alger. I stillastående vatten och särskilt vatten som får stå varmt i långa rörsträckor, till exempel i stora byggnaders rörsystem, har mögelsvamp och aktinomycceter gynnsamma växtbetingelser, och det första vattnet som tappas på morgonen kan lukta eller smaka illa.

Järn över en viss nivå ger en bitter smak.

Järn- och svavelbakterier ger avlagringar som när de bryts ned kan ge motbjudande lukt. Lukten från järnbakterier brukar liknas vid lukten från rotfrukter eller stall, och svavelbakterier kan ge kraftig svavelvätelukt (lukt av ruttna ägg). Höga halter av **natriumklorid** ger bräckvattensmak.

Industriutsläpp är en rikhaltig källa till alla möjliga slags lukt- och smakproblem, varav de vanligaste är de som skapas av fenoler. Fenoler finns i tjärprodukter, i avfallsprodukter vid gashantering och i vatten som har passerat asfalterade vägar, men de kan även skapas av multnande växter. Tillsammans med klorgas bildar fenolerna en tydlig medicin- eller klorfenolsmak. Så lite mängd som 0,001 mg/l fenol kan reagera med klor och ge en stötande smak.

Klor ger inte i sig självt en påtaglig smak annat än vid höga koncentrationer, men många smakproblem följer av att klor reagerar med ett antal ämnen. Sådana smaker beskrivs som "kloraktiga". De är flyktiga, kommer och går, och är mycket svåra att härleda till en specifik källa. De är mer märkbara i ett rent vatten och ger upphov till många klagomål från konsumenter när en rest av klorgas får följa med vattnet ut i ledningsnätet. Många av dessa klagomål är lokala och beror på att klorelet exempelvis reagerar med fett i en kran eller på ett dryckeskärl. Klorhalter på 0,05 mg/l ger ibland upphov till sådana klagomål. På annat håll kan 0,2 mg/l finnas i vattnet utan att någon märker det.

Olika teorier har lanserats för att förklara problemet med "**klorluk**t". Det är mindre sannolikt att det som kallas klorluk beror på till exempel biprodukter som trihalometaner, eftersom koncentrationen av sådana oftast ligger långt under lukigränsen. Däremot kan exempelvis nedbrytning av aminosyror till lågmolekylära aldehyder ge en klorliknande lukt. Det kan också tänkas att oorganiska och eventuellt organiska kloraminer kan ge klorluk.

Försök har visat att klorlukten försvinner om man tillsätter tiosulfat, vilket visar att luktföreningarna befinner sig på en förhöjd oxidationsnivå och lätt låter sig reducera. Detta stämmer med teorin om kloraminföreningar som orsak till klorluk. Man har föreslagit att kloraminföreningarna kan ha sitt upphov i mikrobiologisk aktivitet i ledningsnätet, i att biologisk nitrifikation fungerar dåligt under köldperioder och att bundet klor i form av t.ex. trikloraminer då kan bildas.

Några välkända, **luktpotenta ämnen** är geosmin, TCA (2, 4, 6-trikloranisol), MIB (2-metylisoborneol), IPMP (2-isopropyl-3-metoxypyrazin), isovaleraldehyd, isobutyraldehyd och fenylacetaldehyd. De är organiska ämnen som bland annat används inom kemisk produktion och kan komma ut i kretsloppet som industriavfall. De ger luktförnimmelser i så låga koncentrationer som enstaka nanogram (miljarddels gram) per liter.

Även desinfektionsbiprodukter som halogenerade alkaner, nitriler, acetoner och fenoler kan ge lukt, liksom raffineringssprodukter av kolväten som diesel, olja, bensin och lösningsmedel.

Källor: Twort, Law, Crowley: *Water Supply*, 1985; Ingun Skjevraak: "Lukt og smak av drikkevann - kan vi identifisere problemkomponentene?", *Vatten, tidskrift för vattenvård* nr 3, 1998; *EPA factsheets for toxic chemicals*.

OM KLORERING OCH DESINFEKTIONSBIPRODUKTER

Man uppskattar idag att flera miljoner barn i utvecklingsländerna dör varje år på grund av bakteriesmittat vatten. Klorering av dricksvatten introducerades i städer i den industrialiserade världen i början på 1900-talet. Detta anses ha räddat miljoner från att drabbas av vattenburen smitta som kolera och tyfoidfieber.

Kommunal vattenrening

Nuförtiden är desinfektion en integrerad och viktig del i behandlingen av vattenledningsvatten, särskilt när vattnet kommer från ytvattentäkter. Kemikalier som tillsätts har två ändamål: desinfektion och oxidering. Desinfektionen dödar mikroorganismer. Oxideringen förbättrar fällningen av till exempel järn, mangan och humus, och den tar bort oönskad färg, lukt och smak.

De desinfektionsmedel som används idag är klorgas, natriumhypoklorit, kloramin, klordioxid, ozon och ultraviolett (UV) ljus. Vanligen används två medel i kombination, ett för förbehandling och ett för slutbehandling. För att förhindra att mikroorganismer växer i ledningssystemet låter man en rest av desinfektionsmedlet följa med det färdigbehandlade vattnet.

Nya misstankar

På 1960-talet fann man i amerikanska grundvatten spår av trikloretylen som förknippades med klorering, och sedan dess har synen på klorering som enbart en välsignelse förändrats. I mitten av 1970-talet fann holländska forskare halogener i dricksvatten, ämnen som uppenbarligen hade bildats när klorer i ledningsvattnet reagerade med organiska ämnen i vattnet. De var *trihalometaner* (THM), med kloroform som dominerande ämne.

Sedan dess har hundratals desinfektionsbiprodukter upptäckts. Många har man ännu inte kunnat identifiera därför att man saknar adekvata analysmetoder. Vid sidan om trihalometanerna är de viktigaste grupperna *haloacetonitriler*, *halo- ketoner*, *halogenerade ättiksyror* och *aldehyder*.

Hälsorisker

Ett antal av dessa biprodukter har visat sig vara cancerframkallande på försöksdjur. Vad gäller människor så finns epidemiologiska studier som pekar på orsakssamband mellan klorerat dricksvatten och cancer i urinblåsa och tjocktarm.

Man menar att det än så länge inte finns tillräckliga bevis för att hävda att DBP är cancerframkallande hos människan, men hälsomyndigheter har i alla fall på många håll angivit gränser för tillåtna mängder biprodukter i dricksvatten, uttryckta i mikrogram per liter. Den teknik som alltså är viktig för att göra dricksvattnet mikrobiologiskt säkert kanske samtidigt gör det kemiskt riskabelt.

Hur bildas DBP?

Mängden och arten av biprodukter som uppstår beror på en mängd faktorer, såsom typ och mängd tillsatt desinfektionsmedel, hur mycket och vilken sorts organiskt material som finns i vattnet, vattnets pH och temperatur, osv. Exempelvis så bildas större mängder trihalometaner om man klorerar innan man har avskiljt organiskt material (s.k. förklorering).

Humus och andra organiska förmultningsprodukter kommer alltid att finnas i vattnet, mer i ytvatten och mindre i grundvatten. Även om man skulle lyckas ta bort alla organiska ämnen på vattenverket, finns det alltid mera i vattenledningarna, så att det desinfektionsmedel som finns kvar i vattnet kommer att skapa nya biprodukter.

I USA får man tillsätta 4 mg klor eller kloramin per liter och 0,8 mg klor-dioxid. I Sverige har man en hälsobaserad klorgräns på 1 mg per liter, räknat som fritt klor, och en lukt- och smakbaserad på 0,4 mg per liter.

Försök att reducera DBP-bildning

Med växande kunskap om biprodukterna och riskerna som förknippas med dem har man börjat leta efter andra sätt att desinficera. UV-ljus skapar mindre biprodukter, eftersom det inte är en kemikalie, men det lämnar inget desinfektionsmedel kvar i ledningarna som kan bromsa bakterieväxten där. Ozon har heller ingen kvardröjande effekt, men har ändå funnits ge upphov till bromerade biprodukter. Ett annat sätt att minska biprodukterna är att ersätta klor med kloramin.

Risken är att man gör ändringar utan att veta riktigt vad konsekvenserna blir. Man kanske tar bort vissa biprodukter men tillskapar andra. Många biprodukter är som sagt inte identifierade, inte heller deras effekter på konsumentens hälsa. Det finns också rapporter om ökande utbrott av vattenburna sjukdomar sedan man blivit mera försiktig med klorering.

RADON

Radon är en ädelgas och ett grundämne med symbolen Rn. Det är egentligen en grupp av radioaktiva substanser som avger alfa-, beta- och gammastrålning. Radon finns naturligt i många isotopformer. Här handlar det om radon 222 och radon 220 (toron), eftersom det är dessa former som förknippas med hälsorisker för människan. De bildas genom sönderfall av uran, radium och torium i berggrunden. Radon strömmar genom marken i gasform eller upplöst i vatten.

Radonet kommer in i människokroppen via munnen och lungorna. Samtidigt bryts det ned till så kallade radondöttrar, som bly-, polonium- och vismutisotoper. Det är dessa isotoper som anses vara den främsta källan till joniserad strålning till kroppsorganen.

Hur blir vi exponerade för radon?

Vi exponeras genom att bo i hus byggda av cement eller betong (t.ex. blågrå lättbetong) som innehåller radon; genom att bo ovanpå uranhaltig berggrund; genom att andas in radongas från duschen eller diskmaskinen; genom att dricka radonhaltigt vatten från brunnen eller kranen. Enskilda borrhållningar är den främsta källan.

Hur påverkas vi av radon?

Det mesta av det radon vi får i oss passerar ut med urinen och utandningsluften innan det hinner avge strålning, men den strålning som blir kvar är cancerframkallande: Den orsakar lungcancer (med förhöjd risk för rökare) och magcancer. Radon är dessutom fettlösligt, och man tror att några av dess nedbrytningsprodukter ansamlas i fettvävnaden.

Radonets hälsorisker uttrycks vetenskapligt som relationer mellan intagen dos, kroppsvikt, vilka organ som exponeras, hur länge och av vilken typ av strålning. EDE (effektiv dos-ekvivalent) är ett sådant sammansatt mått. Den viktiga innebörden av detta är att barn löper större risk än vuxna, eftersom de har lägre kroppsvikt. Radon har ingen lukt, smak eller färg, och dess verkan är uppskjuten. Ett barn som får i sig radon utvecklar inte cancer förrän i vuxen ålder.

Becquerel (Bq) är det mått som används för mängden radioaktivitet per volym luft eller vatten. I Sverige klassas en nivå på 1000 Bq eller däröver per liter

vatten som definitivt skadlig. Nivåer under 100 Bq per liter anses ofarliga. Olika länder har olika gränsvärden.

Hur undviker man radon?

Man kan konsultera en radonkarta för att se om man bor i ett riskområde. I så fall kan man låta testa sitt hus. Om man har egen brunn, kan man få vattnet analyserat. Ett hus med skadliga nivåer radongas måste ventileras för att bli beboeligt. Det kan bli en komplicerad och dyr affär. Man kan också bli förelagd att åtgärda sitt hus.

När det gäller att avskilja radon från vatten så finns två metoder i bruk idag: filtrering med aktivt kol och luftning. Flera företag har apparater ute på marknaden. Problemet med kolfilter är att det både kan utvecklas till en bakteriehärd och till en radioaktiv källa om man inte byter det i tid, och radonhalten i vattnet kan variera starkt över tiden.

Det enklaste sättet att lufta är helt enkelt att vispa eller koka sitt dricksvatten, en metod som småbarnsföräldrar rekommenderas när de gör välling. Sedan 1997 kan man i Sverige få bidrag för att åtgärda för höga radonhalter i luften eller vattnet. Bidraget söks via kommunen hos länsstyrelsen.

MJUKT, HÅRT, SURT ELLER ALKALISKT VATTEN

För att bereda dricksvatten måste man kunna mäta och kontrollera vilka joner och kemiska föreningar som finns i vattnet. Till de viktigaste parametrarna hör hårdhet, alkalinitet, pH, surhet och salinitet, begrepp som ibland är överlappande.

Det är förekomsten och kombinationerna av ett antal joner som bestämmer dessa egenskaper.

Kalcium- och magnesiumjon ger hårdhet. *Bikarbonat-, karbonat- och hydroxyljon* ger alkalinitet. *Kloridjon* och *sulfatjon* ger surhet och salinitet.

Således ger föreningen kalcium-karbonat både hårdhet och alkalinitet åt vattnet, medan kalcium-klorid ger hårdhet och salinitet osv, beroende på kombinationen av joner. Först några definitioner:

Salt: förening av positiva hydroxyljoner, oftast av metaller, och negativa syranjoner. Salter kan vara mer eller mindre vattenlösliga.

Klorid: salt av saltsyra, HCl.

Sulfat: salt av svavelsyra, H₂SO₄.

Nitrat: salt av salpetersyra, HNO₃.

Fosfat: salt av fosforsyra, PO₄.

Karbonat, CO₃: salt av kolsyra, H₂CO₃.

Bikarbonat (vätekarbonat), HCO₃: surt salt av kolsyra, en sur karbonat.

Salinitet: När klorid- och sulfatjoner förenar sig med magnesium-, kalcium- eller natriumjoner, uppstår salinitet (salthalt, sälta).

Hårdhet

Hårdhet känns igen på att hårt vatten kräver mera tvål för att bilda lödder. Mängden kalciumjon (Ca) och magnesiumjon (Mg) bestämmer vattnets hårdhet. Ett hårt vatten minskar tvåltvättmedels tvättförmåga genom att kalcium- och magnesiumjonerna faller ut fettsyror i tvålen. Underjordiskt vatten är ofta hårt, särskilt vatten från krit- och kalklager. Man skiljer på temporär hårdhet och permanent hårdhet.

Temporär hårdhet (karbonathårdhet) består av vätekarbonater (bikarbonater) och karbonater av kalcium- och magnesium. Kalcium och magnesium bildar salter med den kolsyra som i sin tur bildas i jordlager genom oxidering av organisk materia. Därvid uppstår kalciumbikarbonat Ca(HCO₃)₂ och magnesiumbikarbonat Mg(HCO₃)₂.

Temporär hårdhet faller ut av uppvärmning och kokning och bildar avlagringar, s.k. pannsten, i kokkärl, rörsystem, pannor, varmvattenberedare och andra maskiner.

Permanent hårdhet (mineralsyrårdhet) innefattar sulfater, klorider, nitrater och fosfater av kalcium och magnesium. Permanent hårdhet orsakas främst av kalciumsulfat CaSO_4 och magnesiumsulfat MgSO_4 (som även ger *mineralsurbet*, se avsnittet om pH) eller av kalciumklorid CaCl_2 och magnesiumklorid MgCl_2 (som även ger *salinitet*).

Permanent hårdhet faller inte ut av kokning. En viktig källa till permanent hårdhet hos ytvatten är den kalciumsulfat som finns i lera.

Summan av temporär och permanent hårdhet kallas **totalhårdhet**. Den definieras som summan av de alkaliska jordartsmetallernas salter med karbonat, bikarbonat, sulfat, klorid och fosfat. De alkaliska jordartsmetallerna är kalcium, magnesium, strontium och barium, de två sistnämnda förekommer dock i försumbara mängder. Totalhårdheten mäts i tyska hårdhetsgrader ($^\circ\text{dH}$):

0 - 2,1 $^\circ\text{dH}$	mycket mjukt
2,2 - 4,9 $^\circ\text{dH}$	mjukt
5,0 - 9,8 $^\circ\text{dH}$	medelhårt
9,9 - 21 $^\circ\text{dH}$	hårt
över 21 $^\circ\text{dH}$	mycket hårt

För att beräkna hårdhet räknar man om summan av de ingående salterna till motsvarande mängd kalciumkarbonat (CaCO_3) i milligram per liter. En tysk hårdhetsgrad (1 $^\circ\text{dH}$) motsvarar 20 mg CaCO_3 . En hårdhetsskala kan se ut så här:

<i>mg/l</i> CaCO_3	
0 - 50	mjukt
50 - 100	medelmjukt
100 - 150	något hårt
150 - 200	medelhårt
över 200	hårt
över 300	mycket hårt

De problem som orsakas av hårdhet över 15 $^\circ\text{dH}$ (300 mg CaCO_3/l) är huvudsakligen ekonomiska genom att de, särskilt vid uppvärmning, ger utfällningar på textilier och i kärl, pannor och varmvattensystem. Å andra sidan så blir vatten som är mjukare än 3 $^\circ\text{dH}$ (60 mg CaCO_3/l) korrosivt och kan därmed lösa ut bly och andra tungmetaller.

Avhårdning. Olika metoder används för att göra ett hårt vatten mjukt. I *kalksodametoden* tillsätts kalk (kalciumhydroxid, $\text{Ca}(\text{OH})_2$) och soda (natriumkarbonat, Na_2CO_3), vilket förändrar beståndsdelarna så att de blir olösliga och faller

ut. (För att fälla ut alkalinitet i form av natriumbikarbonat, $\text{Na}(\text{HCO}_3)$, används kalciumklorid, CaCl_2 .) För att förbättra utfällningen används ett koaguleringsmedel, aluminiumsulfat eller något järnsalt. Därefter sedimenteras och filtreras vattnet. Kalk-sodaprocessen reducerar vattnets hårdhet med ungefär en tredjedel. Metoden resulterar i stora mängder slam och har numera begränsad användning.

I *jonbytarmetoden* förändras beståndsdelarna genom att vattnet får passera genom en bädd av jonbytarhartser. I en variant byts kalcium- och magnesiumjoner mot natriumjoner så att de nya komponenterna inte reagerar med tvål. I en annan ersätts kalcium, magnesium, natrium och kalium med vätejoner, och därefter tar man bort klorid, sulfat och nitrat.

Även *omvänd osmos* används för att reducera hårdhet.

pH – vätepotential

pH är ett mått på surhet och basiskhet hos en vätska på en skala från 0 till 14, där 7 representerar neutralitet, tal lägre än 7 tilltagande surhet och tal högre än 7 tilltagande alkalinitet.

pH ("vätepotential"): mäter koncentrationen av vätejon i en vätska. Ju mera vätejon, desto lägre pH.

Syra är en protongivare, ex. $\text{H}^+ + \text{Cl}^-$ (saltsyra).

Bas är en protontagare, ex. $\text{Na}^+ + \text{OH}^-$ (natronlut, kaustiksoda).

Neutral lösning: $\text{H}^+ = \text{OH}^-$

Sur lösning: $\text{H}^+ > \text{OH}^-$

Basisk lösning: $\text{OH}^- > \text{H}^+$

Basisk lösning = alkalisk lösning

Många av de processer som ingår i vattenbehandling är pH-beroende. Rent vatten är svagt joniserat till positiva vätejoner (H^+) och negativa hydroxyljoner (OH^-). En lösning sägs vara neutral (pH 7,0) när antalet vätejoner och antalet hydroxyljoner är lika.

När det gäller att behandla vatten för att modifiera pH räcker det inte med att veta pH-värdet. Man måste också kvantifiera innehållet. Exempelvis kan ett naturligt vatten med pH 7,0 innehålla 50 ppm bikarbonat-alkalinitet, eller det kan innehålla 200 ppm.

Enligt dricksvattenkungörelsen ska pH-värdet i kommunalt dricksvatten ligga mellan 7,5 och 9. Vatten som lämnar vattenverket ska vara icke-korrosivt, med pH-värdet förhöjt för att korrigera för surhet när så behövs.

Vissa behandlingsprocesser, särskilt koagulation med aluminiumsulfat, reducerar vattnets pH-värde och gör det surare, och vatten som är förorenat av industriutsläpp kan innehålla fri mineralsurhet från starka syror och deras salter, med pH-värden under 3,7.

Om pH-korrigerings inte tillämpas och ett surt vatten (med pH under 7) släpps ut i distributionssystemet, så kan korrosionsproblem uppstå. Det kan resultera i angrepp på cementrör och i att tungmetaller som koppar, zink och bly löses ut.

Om pH-värdet är mycket lågt får vattnet en sur smak. Surheten härrör vanligtvis från löst koldioxid som bildar svag kolsyra. Humussyror och andra organiska syror, som bildas av multnade växter, kan också göra vattnet surt, som i fallet med vatten från torvhedar. När surheten har sådana naturliga orsaker är vattnets pH-värde vanligtvis över 3,7.

Hårda vatten som har silats genom kalksten har höga pH-värden. pH-värden på 10,5 och däröver gör vattnet otjänligt pga risken för skador på ögon och slemhinnor.

Koldioxid: en tung, färglös gas, CO_2 , som framförallt bildas genom förbränning och förmultning av organisk substans.

Kolsyra: en svag syra, H_2CO_3 , som bildas när koldioxid löses i vatten, och som reagerar med baser för att bilda karbonater.

Alkalinitet

Alkalinitet är ett mått på känslighet för försurning, alltså buffertkapacitet för syratillskott. Måttet anger vattnets förmåga att neutralisera syror, dvs. dess förmåga att tåla tillskott av vätejoner H^+ utan att reagera med pH-sänkning. Den egenskapen är viktig vid kemisk koagulation. Ju högre alkalinitet desto större är vattnets förmåga att stå emot försurning. Om alkaliniteten är noll, så sjunker pH vid varje tillskott av sura produkter. Är alkaliniteten större än noll, ändras inte pH proportionellt mot tillskottet av vätejon (H^+), men alkaliniteten minskar. Det är främst bikarbonat-, karbonat- och hydroxyljoner som påverkar alkaliniteten.

Hydroxid: kemisk förening som liknar ett salt och vars negativa jon är en hydroxyljon.

Hydroxyljon: anjonen OH^- hos basiska hydroxider – kallas även hydroxidjon.

Alkalinitet har tillsammans med pH och hårdhet betydelse för vattnets metallangripande egenskaper. Mängden alkali kan bestämmas utifrån pH-värdet. Alkaliniteten bör överstiga 60 mg HCO_3^- (bikarbonat) per liter för att korrosion på ledningar ska undvikas.

Bikarbonat-, karbonat- och hydroxyljoner ger vattnet olika typer av alkalinitet:

Bikarbonat-alkalinitet. När sådan existerar ensam, sker det bara vid pH under 8,3. Eftersom de flesta naturliga vatten har ett pH mellan 5 och 8, så består nästan all alkalinitet i naturliga vatten av bikarbonater.

Bikarbonat-alkalinitet + karbonat-alkalinitet. Sådana alkaliniteter kan endast förekomma tillsammans vid pH-värden mellan 8,3 och 9,4.

Karbonat-alkalinitet kan existera ensam vid pH över 8,3 eller i kombinerad alkalinitet vid pH-värden mellan 8,3 och 9,4 (se ovan). I kombination med **hydroxyl-alkalinitet** kan det förekomma vid pH över 9,4.

Kaustisk (frätande) alkalinitet (hydroxyl-alkalinitet från natriumhydroxid, NaOH) kan existera enbart vid pH över 9,4.

MIKROORGANISMER I VATTEN

I naturliga vatten, särskilt ytvatten, finns en stor mängd mikroorganismer, varav många är potentiellt patogena, sjukdomsframkallande. Några är vattenlevande, andra klarar sig en kort tid i vatten. Några finns bara i tropiskt klimat, andra klarar låga temperaturer. Vissa arter infekterar via dricksvatten, vissa genom inandning av vattenånga. Andra infekterar vid bad i sjöar och bassänger och ytterligare andra överförs av insekter.

Mikroorganismerna kan ge diarréer, feber, lunginflammation, hudbesvär, gulsot, etc. Människor med nedsatt immunförsvar är alltid mera sårbara än människor med fullgott immunförsvar. Spädbarn, gamla, kemoterapi- och aidspatienter hör till den sårbara gruppen. Diarrésjukdomar som kan härledas till förorenat vatten har uppskattats orsaka 900 miljoner sjukdomsfall och cirka två miljoner dödsfall bland barn per år i världen.

Flera relativt nyupptäckta patogener har visat sig ha stark motståndskraft mot etablerade desinfektionsmetoder. Andra orsaker till den ökade spridningen av vattenburna smitta kan vara naturkatastrofer orsakade av klimatförändringar och politisk oro, flyktingströmmar och dålig infrastruktur i utvecklingsländer. Statistik tyder på att den mikrobiologiska kvaliteten på dricksvatten gradvis försämras, såväl i utvecklingsländer som i industrialiserade länder.

Den överväldigande merparten av vattenburna sjukdomar orsakas av vatten som har förorenats av avföring från djur eller människor. Ett gram avföring innehåller tusentals miljoner bakterier. Vattnet är inte nödvändigtvis den omedelbara orsaken till sjukdomsutbrottet, men det kan vara den första länken i en kedja som leder till smitta från kött och mjölk som hanterats felaktigt eller från grönsaker och frukt som har tvättats i förorenat vatten.

En förteckning över vattenburna patogener lär aldrig bli komplett - nya dyker ständigt upp - men här följer en lista över organismer som nämns i vattenlitteraturen.

Mikroorganismer i vatten kan grovt indelas i följande grupper: bakterier, alger, virus, mikrosvampar, amöbor, parasiter, maskar och insekter.

Bakterier

Vibrio Cholerae. Kolerabakterien har sedan 1800-talet härjat i Europa och Nordamerika beroende på dåliga sanitära förhållanden och brist på rent vatten i snabbt växande befolkningar. Kolerainfektioner med svåra mag-tarmsymptom sprids numera i Afrika och Latinamerika.

Salmonellabakterier. Olika typer orsakar tyfoidfeber respektive paratyfus.

Shigellabakterier kan ge dysenteri.

Listeriabakterier kan ge svåra infektioner och härleds till opastöriserad mjölk och färdiglagad mat.

Campylobakter är en av de vanligaste orsakerna till tarminfektioner. Ett par tusen fall om året redovisas i Sverige, men det verkliga antalet är troligtvis mycket högre. Kunskapen om smittvägarna är ofullständiga, men kyckling, opastöriserad mjölk och brunnsvatten är konstaterade källor. Campylobacter smittar normalt inte från person till person.

“Var campylobactersmittan kommer ifrån vet vi inte. För samtidigt som antalet smittade kycklingar har minskat har antalet sjukdomsfall ökat. Men smittan måste finnas antingen i livsmedel eller i vatten för campylobacter smittar normalt inte från person till person.

Yvonne Andersson, Smittskyddsinstitutet, i *Vår Föda* nr 5, 1997.

Helocobacter pylori anses orsaka magkatarr och förknippas även med magsår och magcancer. Smittvägarna är otillräckligt kända. Småbarns kräkningar är en tänkbar smittväg, avföring i vatten en annan. Högre förekomst har konstaterats hos fattiga befolkningar i utvecklingsländer.

Koliforma bakterier

Sådana kan finnas både i jord och i avföring. Förekomsten av dem i vatten betraktas som en indikator på föroreningar som kan innebära hälsorisker. Tio bakterier är maximigräns för allmänna vatten och 500 för enskild täkt.

E.coli

Escherichia coli förekommer naturligt i tarmarna (flera miljoner per 100 ml avföring), och om den påträffas i dricksvatten så tyder det på förorening via avlopp eller gödsel.

Den serotyp av E.coli som kallas EHEC O157:H7 är mest fruktad, eftersom den kan ge blödande, livshotande diarréer. Den kan också leda till förlust av röda blodkroppar och till njursvikt. Två vattenburna epidemier med flera dödsfall finns dokumenterade, i Missouri och Skottland.

EHEC har blivit ett problem i västvärlden sedan slutet av 1980-talet och tycks ha etablerat sig i Sverige runt 1995. Sedan dess rapporteras ett hundratal fall med EHEC-smitta per år. Bakterien finns hos drygt en procent av de svenska nötkreaturen. Den kan smitta till exempel via badsjöar, otillräckligt upphettat kött eller opastöriserad mjölk, men även dricksvatten, grönsaker och joghurt

har överfört smitta. Man tror att ändrade slaktförhållanden, stress osv. har gjort att bakterien har blivit vanligare i livsmedel.

E.coli får inte förekomma alls i allmänna svenska dricksvatten. Om den påvisas förklaras vattnet otjänligt. Samma sak gäller för **fekala streptokocker**.

Heterotrofa bakterier

Dricksvatten innehåller normalt stora mängder långsamväxande heterotrofa bakterier. Även om de flesta heterotrofa bakterier inte är skadliga för friska individer, så är det möjligt att några av dem är opportunistiska patogener och kan vara farliga för människor med nedsatt immunförsvar.

Heterotrofa kallas sådana bakterier som inte kan leva på oorganiska föreningar utan som behöver komplexa organiska föreningar för sin ämnesomsättning. Kategorin rymmer ett brett spektrum av bakterier. Deras förekomst tyder på tillväxt av mikroorganismer i vattensystemet som bör åtgärdas, även om ingen maximigräns är satt.

Det har visat sig att de flesta typer av vattenreningsutrustning – avhårdare, RO-utrustningar, kolfilter och andra filter – är gynnsamma växtplatser för heterotrofa bakterier. I sådana utrustningar – liksom i vattenautomater och buteljerat vatten – kan halten av heterotrofa bakterier växa kraftigt och utgöra en hälsorisk.

Mycobacterium avium (MAC) är ett komplex av bakterier som har påvisats i dricksvatten och naturliga vatten och är extremt resistenta mot desinfektion. De har visats överleva upp till 10 milligram fritt klor per liter vatten. De anses vara opportunistiska patogener som har gett många AIDS-patienter livshotande infektioner.

Pseudomonas påträffas ofta i avlopp

Staphylococcus aureus som kan ge hud- och mag-tarminfektioner, påträffas ofta i badbassänger.

Legionella smittar via luften från dushar och luftkonditioneringsapparater och ger lunginflammation.

Leptospira sprids från djurs urin och kan finnas i dammar och åar. De kan ge feber eller diarré och i svåra fall en form av gulsot.

Yersinia och **aeromonas** är två exempel bland många s.k. opportunistiska bakterier som kan bli farliga för personer med försvagat immunsystem.

Pasteurella tularensis överförs normalt från gnagare via insektsbett, men den kan även smitta via vatten. Den ger blodförgiftning med febersymptom (tularemi).

Virus

Virus är mycket mindre än bakterier, och de kan bara förökas inuti lämpliga värdceller. De består av en nukleinsyra och ett protein, och man kan säga att de markerar gränsen mellan levande organism och död materia. Flera hundra typer av virus har identifierats i avföring. När en levande cell har angripits av ett virus, förvandlas cellen snabbt till en grymig massa av virus som är redo att infektera nya celler.

På grund av sin litenhet transporteras virus lätt genom jordlager och de kan överleva i månader i grundvatten. De är mera motståndskraftiga mot desinfektion än till exempel koliforma bakterier.

Tarmvirusinfektioner beror nästan alltid på att människor har ätit råa eller otillräckligt kokta mollusker (ostron, musslor), som har blivit förorenade av avföring, eller färdiglagad mat som hanterats av smittade individer. De virus som oftast kan kopplas till vattenburen smitta är hepatit-, Norwalk-, coxsackie-, rota- och echovirus. Enterovirus kallas sådana virus som förekommer i tarmarna.

Till patogena, vattenburna virus hör följande (vattnets funktion som smittkälla för en del virussjukdomar är omtvistat):

Poliovirus angriper nervcentra.

ECHO-virus kan orsaka diarré och en form av hjärnhinneinflammation.

Coxsackievirus kan också orsaka diarré och en form av hjärnhinneinflammation.

Rotavirus kan ge svår diarré med hög feber och anses ligga bakom en stor andel av diarréer hos barn. Den tros ligga bakom 4 – 5 miljoner dödsfall om året i världen. Flera vattenburna utbrott finns dokumenterade.

Calicivirus, inklusive **Norwalkvirus**, hör till gruppen SRSV. Den ligger bakom de flesta fallen av livsmedelsburna livsmedelssjukdomar. Smitta överförs med avföring direkt eller via mat eller vatten. Den kan ge explosiva kräkningar, diarré och feber. Råa ostron eller mat som inte har värmebehandlats är kända smittspridare.

Hepatit A-virus är inhemsk i Karibien och Latinamerika. Ger infektiös gulshot och kan överföras av vatten och livsmedel. Symptom är feber, illamående, apatitlöshet, diarré som varar i ett par veckor eller flera månader.

Hepatit E-virus har orsakat stora utbrott i exempelvis Indien.

Adenovirus angriper övre luftvägarna och ögonen.

Influenzavirus finns i mängd i näsan och kan smitta via badbassängvatten.

Reovirus. Kunskapen är fortfarande begränsad.

Papillomavirus ger hudvårtor och kan smitta via bassängvatten.

Alger

Alger i dricksvatten är främst en källa till grumlighet och unken lukt, men vissa arter kan vid blomning producera starka gifter.

Cyanobakterier eller blågrönalger bildar vid algblooming gifter och kan utgöra hälsorisker för människor och djur. **Microcystis** producerar microcystin och nodularin som i mycket små koncentrationer kan vara skadligt. Den kan skada levern och eventuellt också befrämja tumörväxt.

Dinoflagellater bildar gifter i musslor: PSP, paralytic shellfish poison, kan ge en dödlig förlamning av andningsorganen. DSP, diarrhetic shellfish poison, kan ge kraftig magsjuka.

Mikrosvamp och aktinomycceter

Mikrosvamp och aktinomycceter kan ge dålig lukt och smak åt vattnet. Mögelsvamp kan indikera risk för överkänslighetsreaktioner. Mikrosvampen **histoplasma capsulatum** kan växa i ledningsrör. Den ger histoplasmos som påverkar lymfkörtlarna.

Sporer, protozoer, cystor, amöbor, parasiter

Dessa kan vara svåra att oskadliggöra med vanlig desinfektion. Amöbor kan i vattenledningar dessutom fungera som trojanska hästar för bakterier som normalt skulle ha dödats av klorering. Noggrann mekanisk filtrering är den säkraste barriären.

Cyclospora cayetanensis, en encellig parasit som infekterar tunntarmen och ger långvariga vattniga diarréer, feber och kramper, särskilt hos människor med nedsatt immunförsvar. Den beskrevs för första gången 1977 och har sedan dess rapporterats med stigande frekvens över stora delar av världen. Sprids med mat eller vatten som förorenats av avföring, till exempel grönsaker som handlas internationellt.

Cryptosporidium parvum är en encellig protozo som parasiterar i tunntarmen och ger vattniga diarréer med magkramp och viktförlust. Motståndskraftig mot desinfektion men kan filtreras bort, genom att den är förhållandevis stor. Upptäcktes för första gången hos människa 1976. Det största dokumenterade utbrottet av vattenburen smitta orsakades av cryptosporidium och inträff-

fade 1993 i Milwaukee, Wisconsin, med över 400 000 sjukdomsfall och mer än 100 döda.

Giardia lamblia är en annan encellig parasit som ger magsjuka. Dess stora spridning kan bero på att de flesta smittbärare är symptomfria.

Mikrosporidier är små sporbildande protozoer som sprids med avföring och kan infektera både ryggradsdjur och ryggradslösa värddjur. De kan ge kronisk diarré, vätske- och viktförlust hos immunförsvagade. Vissa arter angriper också lever, njure och centrala nervsystemet. Anses vara svåra att desinficera och filtrera bort.

Toxoplasma gondii tros vara en vävnadsprotozo hos katter, gnagare eller fåglar, som vid smitta ger övergående influensaliknande symptom med svullna körtlar. Toxoplasmos anses farlig för immunnedsatta och för gravida kvinnor, där infektion kan leda till att fostret drabbas av ögonsjukdom eller dör. Två utbrott, i Panama och British Columbia, har kopplats till smittat ytvatten.

Entamoeba histolytica kan ge svår dysenteri.

Naegleria gruberi orsakar meningit och smittar bland annat via badbassänger.

Parasitiska maskar (nematoder). Många parasitiska maskar utvecklas i flera steg hos olika värddjur, ofta fiskar och vattenlevande mollusker. De kan därefter infektera människor via bad eller dricksvatten.

Insekter

Till vatteninsekter (tropiska) som utgör hälsorisker hör framförallt mygg, vars larver bara kan leva i vatten.

Anopheles-myggan överför malaria.

Aedes aegypti överför gula febern.

Culex kan överföra vissa sjukdomar som virus-encefalit.

CRYPTOSPORIDIUM

“... det behövs ganska få cryptosporidieparasiter (10 – 100 per liter) för att man ska bli sjuk, även i dricksvatten som motsvarar alla federala bestämmelser ...”

James A. Goodrich, Kim R. Fox: ”Small system control of cryptosporidium”,
Water Conditioning & Purification, febr. 1996.

Då och då blir en ”ny” mineral, kemikalie eller mikrob föremål för uppmärksamhet från media, forskare eller miljöorganisationer. *Cryptosporidium parvum* är en sådan.

Cryptosporidium parvum är en encellig protozo som parasiterar i tunntarmen hos människor och djur. Blir man smittad får man *cryptosporidiosis*, och många av oss har kanske haft det: några dagars vattnig diarré, magkramp och lite vikt förlust. Man kan också få illamående, huvudvärk, kräkningar och feber, symptom som lätt kan förväxlas med influensa.

För små barn och gamla kan sjukdomen bli längre och allvarligare, och för människor med nedsatt immunförsvar, som kemoterapi- eller aidspatienter, kan den bli kronisk och livshotande. Det var på grund av riskerna för aidspatienter som parasiten under 1980-talet på allvar började uppmärksammas. Ett gott immunförsvar tycks vara det enda som kan hjälpa kroppen att skölja ut denna parasit, som snabbt och massivt förökar sig i tunntarmen efter att man har fått i sig något dussintal.

Vid ett utbrott i Milwaukee, Wisconsin 1993 blev över 400 000 människor infekterade av smittat kommunalt dricksvatten. Ett hundratal människor dog. Sedan dess har ansträngningar gjorts för att hitta metoder att effektivt få bort *cryptosporidium* från dricksvatten. Hälsomyndigheter i USA rekommenderar att människor med nedsatt immunförsvar antingen kokar sitt dricksvatten, köper pålitligt flaskvatten eller renar vattnet med en kvalificerad vattenrenare.

I Australien rapporterades sommaren 1998 att stora delar av Sydneys distributionsnät var smittat av *cryptosporidium*, och befolkningen uppmanades under flera veckor att koka sitt dricksvatten. Sydney har en befolkning på 3,7 miljoner. Inga sjukdomsfall konstaterades.

Varifrån kommer den?

Cryptosporidium sprids genom kontakt med avföring från djur och människor eller genom att man dricker vatten som har förorenats av sådan avföring. Smittan sprids vidare genom kontakt med en smittads avföring eller med förorenade föremål, även maträtter.

Utmaning för vattenverken

Att få cryptosporidium i ett kommunalt vattenledningsnät måste självklart undvikas. Men klorering, som tar död på bakterier, har visat sig inte klara av cryptosporidium. Inte heller sandfiltrering räcker. Ytterligare åtgärder måste till.

Jämförd med bakterier och virus är cryptosporidieparasiten ganska stor, mellan 4 och 8 tusendels millimeter. Därför kan membranfiltrering fungera. Trots att parasiten kan vika ihop sig och bli mindre, så anser man att membran med en största porstorlek om en tusendels millimeter garanterar fullständig avskiljning.

Vattenkonsumenten

Att helt undvika risken för att bli smittad är nog omöjligt. God handhygien är som alltid viktig. Men om man vill försäkra sig om ett parasitfritt dricksvatten måste man koka det häftigt i en minut eller köra det genom en effektiv vattenrenare.

”American Microbiological Society publicerade 1995 rapporten “A Global Decline in the Microbiological Safety of Water”, som varnar för överhängande öknings i förekomsten av vattenburna sjukdomsutbrott och epidemier både i industriländer och utvecklingsländer. Rapporten menar att 80 % av infektionssjukdomarna i världen troligen är vattenrelaterade och att varje år diarrésjukdomar, inklusive cryptosporidios, dödar omkring två miljoner barn och orsakar mer än 900 miljoner infektioner.”

Nyhetsbrev från Texas WaterNet på <http://twri.tamu.edu/twripubs>

CYANOBAKTERIER, BLÅGRÖNA ALGER OCH MIKROCYSSTINER

Cyanobakterier hör till gruppen *fytoplankton* och är den korrekta benämningen på det som oftast omtalas som blågröna alger. Cyanobakterieväxt i vattentäcker kan ge otrevlig lukt och smak på dricksvatten och är därför ett välkänt problem för vattenverken.

När vissa arter av dessa bakterier, bland annat den med namnet *microcystis*, befinner sig i tillstånd av kraftig tillväxt och ”blomning”, producerar de giftiga ämnen, så kallade *mikrocystiner* och det närbesläktade ämnet *nodularin*. Vattenverken försöker kontrollera tillväxten av fytoplankton i vattentäckerna, och man brukar anse att normala reningsprocedurer spår ut eventuella gifter till ofarliga nivåer.

Ny forskning menar emellertid att mikrocystiner redan i mycket låga koncentrationer (miljarddelar) kan vara hälsovådliga för djur och människor. Många fall är kända där boskap har dött efter att ha druckit vatten som har varit slemmigt av ”algblooming”, och även människor har blivit sjuka. Man har också funnit mikrocystiner i odlad lax och i odlade räkor. Flera länder håller nu på att utarbeta gränsvärden för tillåtna koncentrationer i dricksvatten.

Mikrocystiner är *hepatotoxiska*, med vilket menas att de är skadliga för levern. Man tror också att de befrämjar tumörväxt, och man studerar samreaktioner mellan mikrocystiner, aflatoxin och kväveföreningar med avseende på cancerframkallande egenskaper.

För att få bort cyanobakterier ur vatten anses en kombination av aktivt kol i pulverform, kemisk koagulation, sedimentering och sandfiltrering vara effektivt. En annan metod är oxidering av sandfiltrerat vatten med ozon och kaliumpermanganat. Med effektiv förbehandling kan även nanofiltrering fungera. Klordioxid är effektivt när vattnet är sandfiltrerat. Däremot fungerar inte klor eller väteperoxid. Man kan inte koka bort alggifterna, eftersom de är värme-stabila.

Avskräckande exempel är de fall där vattenverk har behandlat det blågröna skummet med kopparsulfat i avsikt att förbättra vattnets lukt och smak och därigenom i själva verket löst ut giftet i dricksvattnet.

OM PYROGENER OCH BAKTERIELLT ENDOTOXIN

Pyrogen betyder feberframkallande. I medicinska sammanhang används begreppet endotoxin, och det gäller oftast *bakteriellt endotoxin*. Det är ett giftigt ämne som bärs av bakterien och som utsöndras när bakterien bryts ned.

Endotoxin kan alltså inte föröka sig, men där det finns bakterier finns det endotoxiner, därför att bakteriellt endotoxin består av avsöndringar från bakteriers cellväggar, som har giftverkan när de kommer in i blodomlopp eller ryggmärgsvätska. Skulle injektionsvatten som injiceras i ryggmärgsvätska innehålla pyrogener finns stor risk för att patienten drabbas av feber, chock eller till och med avlider.

Man kan också utsättas för endotoxiner när tarmbakterier kommer in i cirkulationssystemet på grund av en sårskada eller av att slemhinnorna är ur funktion. Genom inandning kan man få i sig luftburna endotoxiner. Man vet att känsligheten för endotoxiner ökar starkt om man utsätts för vissa miljögifter, t.ex bly. Ett par exempel på endotoxinframkallade sjukdomstillstånd är tyfoidfeber från *samonella typhosa* och magsår från *helicobacter pylori*.

I kemiska termer är ett endotoxin en *lipo-polysackarid*, vilket betyder att det är uppbyggt av fett och socker. Förekomsten av endotoxiner i en vätska mäts i IU per milliliter och fastställs med limulus-test. Utifrån förekomsten av endotoxiner kan man i viss mån härleda mängden bakterier i vätskan.

Vattenrening

Problemet ur vattenreningssynpunkt är att även om man dödar alla bakterier genom desinfektion med till exempel klor så har man därmed inte avlägsnat pyrogenerna. Att kunna avskilja pyrogener är av särskild betydelse när man framställer farmaceutiskt vatten för injektion.

Även för andra verksamheter som kräver högre vatten är det viktigt att effektivt kunna avskilja pyrogener. Ett exempel är halvledarindustrin som idag kanske har de högsta renhetskraven av alla när det gäller det sköljvatten som används vid tillverkningen av mikrochips.

Metoder

Alla förekommande vattenreningstekniker tar i viss mån bort endotoxiner, men ingen teknik – utom membrandestillation – klarar det ensam i ett steg, utan omfattande förbehandling av vattnet.

Destillering fungerar, men pyrogener kan följa med vattenångan genom processen. Omvänd osmos (RO) fungerar också, men risken för imperfektioner i membranen och för bakterieväxt i utrustningen gör att man rekommenderar tvåstegs RO.

Även med ett bra råvatten krävs rening i flera steg för att man ska uppnå ett helt endotoxinfritt vatten. Således kan man kombinera jonbyte, RO eller ultrafiltrering, och destillation. Eller man kan behandla avjoniserat vatten med UV-ljus i kombination med ozon och/eller väteperoxid.

Huvudsaklig källa: T.H. Meltzer: *High-Purity Water Preparation*, Tall Oaks Press. Inc., 1997.

OM ARSENIK OCH KATASTROFEN I GANGESDELTA

Arsenik är ett grundämne som är vanligt förekommande i hela jordskorpan, i berggrund och sediment. Det uppträder i olika former och föreningar, organiska och oorganiska. Arsenik har i långa tider använts som nyttighet på många områden – till impregnering av stolpar och syllar, som insekts- och ogräsmedel, i ull- och bomullsberedning, inom medicinen, i smältverk, glasframställning och andra industriella processer.

Förgiftning av människor, miljö och vatten har ofta skett på grund av utsläpp eller okunnig hantering. Järn- och guldmalm finns ofta i arsenikhaltiga mineral som sedan vaskas ur och rinner ut i vattendrag. Så sent som i början på 70-talet släppte Rönnskärsverken ut tusentals ton arsenik i Östersjön varje år. Oorganisk arsenit (As III) är den för människan giftigaste formen.

Arsenikkatastrofen i Indien och Bangladesh

I gränsområdet mellan indiska Västbengalen och Bangladesh pågår just nu en av historiens största förgiftningskatastrofer. Tusentals brunnar som borrades under 1970 och -80-talen, ofta med internationellt bistånd, har visat sig ge vatten med höga halter av arsenik, av vilket ungefär hälften utgörs av arsenit. Situationen är värst i Bangladesh.

Traditionellt tog man ytvatten – handgrävda brunnar eller naturliga vattensamlingar – både till sitt dricksvatten och till jordbruket. Ytvattnet var ofta förorenat, och kolerautbrott var vanliga. Under torrperioder rådde vattenbrist.

Med den ”gröna revolutionens” nya grödor ihop med den nya, pålitliga vattentillgången kunde man odla rakt igenom torrperioden och få flera skördar. Och med det djupborrade vattnet fick man obegränsad tillgång till ”rent” dricksvatten.

Arsenik upplöst i vatten har ingen färg, ingen smak, ingen lukt

Mer än femtio miljoner människor bor i det drabbade området. Tiotusentals byar är drabbade, och det finns byar där så mycket som 40 % av befolkningen bär synliga tecken på arsenikförgiftning: missfärgningar och hudförhårdnader som sprider sig över kroppen, bindhinnekatarer som ger blindhet. I senare stadier kommer förlamningar, kallbrand och cancer i hud eller inre organ. Det

finns även studier som tyder på samband mellan arsenikexponering och diabetes.

WHO har länge haft 50 mikrogram arsenik per liter som gräns för acceptabelt dricksvatten, men utifrån nya rön har man sänkt gränsen till 10 mikrogram. På det bengaliska slättlandet handlar det ofta om flera hundra gånger WHO:s gränsvärde.

Befolkningen är kroppsarbetande bönder som i det heta klimatet ofta dricker upp till fem liter vatten per dag. Vi är troligtvis bara i början av katastrofen: Hudförhårdnader, det första säkra tecknet på arsenikförgiftning, tar tio år att utveckla men kan idag iaktas hos människor överallt i området. Undernäring och selenbrist förvärrar effekterna av förgiftningen.

En social katastrof har också blivit följd, eftersom symptombarare ofta behandlas som spetälska och förskjuts från familjen eller förvägras arbete. Förutom medicinsk hjälp och hjälp med vattenrening eller alternativa källor behövs alltså information om att arsenikförgiftning inte är smittsam.

Den bengaliska katastrofen är unik på grund av sin storlek, men liknande fall i mindre skala har inträffat på flera håll, i Taiwan, Mexico, Argentina, Chile och Inre Mongoliet. I det aktuella fallet tror man att de många borrhålen och det stora vattenuttaget under några decennier har lett till att grundvattennivån fluktuerar och syre tränger ned i sedimenten. Därigenom oxiderar de arsenikförande pyritlagren och släpper ifrån sig arsenik i en form som lätt löser sig i grundvattnet. En konkurrerande teori hävdar att det är bakterier som bryter ner mineralsedimentet och därigenom frigör arseniken.

Vad görs och vad kan göras?

Det finns ingen riktigt effektiv bot mot arsenikförgiftning, och om den tillåts nå ett avancerat stadium, så kan den ge cancer och för tidig död.

Den bengaliska katastrofen har omsider satt igång en hel del verksamhet. En mängd forskare och tekniker – geologer, hydrologer, kemister, toxikologer och onkologer – från universitet, myndigheter, hjälporganisationer och företag, är idag sysselsatta med att ta prover och analysera och ge förslag.

En praktisk och viktig insats görs av kemister från lokala universitet som åker omkring i byarna och dels gör enkla analyser av vattenprover och visar vilka brunnar som är förhållandevis säkra att ta dricksvatten ur, dels lär ut enkla (men svårkontrollerade) reningsmetoder. Man rekommenderar också återgång till regnvatten eller ytvatten, som dock måste kokas, till mat och dryck. Därigenom får byborna kanske kunskap och förmåga att själva i någon liten mån ta kontroll över problemet.

Hur tar man bort arsenik ur vattnet?

Att i stor skala rena vatten från arsenik är inget oöverstigligt problem för ett modernt vattenverk. De tekniker som är i bruk idag är huvudsakligen (1) fällning med aluminiumsulfat, järnsulfat eller kalk, (2) sorption med bland annat aktiv aluminiumoxid, järnbelagd sand eller jonbytarhartser och (3) membran-tekniker som omvänd osmos och elektrodialys. I det senaste fallet måste man förbehandla med något av oxideringsmedlen klor, järnklorid eller kaliumpermanganat.

Det största problemet med att överföra dessa tekniker till liten skala är kontrollen av resultatet. Hur gör man med miljoner brunnar som var och en försörjer en eller några familjer? Det är nämligen inte mindre komplicerat att rena vatten från arsenik i liten skala. Ett amerikanskt recept för hushåll med arsenik i dricksvattnet är till exempel: oxidering med klor, sedan aktivt kol, därefter omvänd osmos och slutligen jonbytarmassa. Det är knappast någonting för fattiga bybor i Bangladesh.

Förekomsten av arsenik i brunnarna uppmärksammades för första gången för cirka 15 år sedan av lokala forskare och man har flera gånger bett myndigheterna att ingripa. Nu har Västbengalens regering fått centralregeringen att förklara arsenikkatastrofen som en nationell angelägenhet och centralregeringen har beslutat att bidra med 75 procent av kostnaderna för nödvändiga åtgärder.

Efter att ha presenterat sina goda testresultat ombads HVR av Västbengalens regering att genomföra ett demonstrationsprojekt i Västbengalen. Oberoende laborietester har visat att HVR:s utrustning avlägsnar samtliga former av arsenik utan för- eller efterbehandling och gör det effektivt. Testerna har gjorts på ett vatten som innehöll 10 milligram arsenik per liter vatten. Samtliga mätresultat har varit under detektionsgränsen för mätutrustningen, dvs under 0,003 milligram per liter.

WHO förespråkar en annan enkel metod som har prövats i USA: En ”tepåse” med oxiderande och koagulerande kemikalier placeras i en vattenbehållare över natten. Arseniken fälls ut i fast form tillsammans med kemikalierna och lägger sig på botten. Bottenslammet kan sedan avskiljas och deponeras i dynga, där bakterier omvandlar arseniken till en mindre giftig form.

Kunskapsbank

Arsenic Crisis Information Centre, ACIC, är en informationscentral som samlar och sprider kunskap om arsenikförgiftningen. I februari 1998 arrangerade ACIC en stor konferens i Dhaka, där hälsa, medicin, vattenrening, geologi och sociala frågor kring katastrofen behandlades. ACIC finns på Internet: <http://bicn.com/acic>

FLUORFÖRGIFTNING I INDIEN

Västbengalen, i nordöstra Indien, har inte bara drabbats av en svår arsenik-katastrof (starkt arsenikhaltigt dricksvatten i tusentals djupborrade brunnar). Man har också upptäckt flera byar som har borrade brunnar med så höga halter fluorid i vattnet att människor blir förlamade och dör i fluoros.

Fluorid är en fluorförening som misstänks vara giftig för cellerna i benvävnaden och därmed kunna ge benskörhet. Den är också en misstänkt cancerogen och mutagen. Rekommenderade maximivärden för fluorid i dricksvatten brukar vara 1 - 1,5 milligram per liter vatten (i Sverige 1,3). USA, där man fortfarande fluoriderar dricksvattnet i avsikt att förbättra befolkningens tandhälsa, är ett undantag med gränsvärdet 4 mg/l.

I byn Nasipur med cirka 2000 invånare i Västbengalen är halten 14 milligram per liter dricksvatten. Enligt officiella källor har hittills 300 människor av alla åldrar blivit förlamade, enligt bybor är det så många som 1.200. Många unga dör varje år.

En tragisk ironi är att när myndigheterna 1996 engagerade sig i problemet, så lät man analysera vattnet i Nasipur enbart med avseende på arsenik - som är ett känt problem i regionen - och förklarade därefter vattnet hälsosamt. Först hösten 1997 upptäckte man de hälsofarliga fluoridhalterna i vattnet. Då plomberades brunnarna i byn och man drog en ledning till en fluoridfri sjö två mil bort. Olyckligtvis finns ingen elektricitet att driva pumpen med. De bybor som fortfarande orkar gå hämtar vatten i en grannby.

Delstatsregeringen säger att den inte har råd att göra något radikalt åt problemet och har vänt sig till WHO, och de fattiga och sjuka byborna har till och med svårt att få akut hjälp med medicin och mat. Symptomen på fluoros började dyka upp för minst åtta år sedan. De börjar med värk och försvagning och leder så småningom till förlamning.

Orsaken till förgiftningen är troligen att man genom att borra djupa brunnar (en teknik som introducerades i Indien på 1970-talet) har frigjort mineral fluorid som löses i brunnsvattnet.

Källa: *The Statesman*, Calcutta, 19 april 1998.

OGALLALA – NORDAMERIKAS STÖRSTA GRUNDVATTENMAGASIN

En akvifär är ett naturligt underjordiskt grundvattenmagasin. Det är inte som man kan tro en underjordisk sjö eller flod, utan ett vattenfyllt skikt av porösa bergarter, sand eller grus ovanpå fastare bergarter. Ogallala-akvifären är ett sådant grundvattenskiikt i kolossalformat.

En stad i Syd-Dakota har fått ge akvifären dess namn. Från början är Ogallala namnet på en gren av ett Sioux-talande folk. Idag talar hydrogeologer snarare om The High Plains Aquifer, varav Ogallala utgör en stor del. Den breder ut sig under åtta amerikanska delstater i det västliga slättlandskapet och har en sammanlagd yta som motsvarar hela Sveriges. Den börjar i norr i Syd-Dakota och Wyoming och täcker nästan hela Nebraska, stora delar av Kansas och Colorado, de nordvästra delarna av Oklahoma och Texas samt den östligaste delen av New Mexico. Den delas upp i en nordlig, en central och en sydlig del.

Akvifären består av begravnade sedimentära lämningar av Klippiga bergen, avsatta under tertiär och kvartär tid. Den varierar i tjocklek från en halvmeter upp till 400 meter, med ett ungefärligt genomsnitt på 60 meter. Den har sin största tjocklek under Nebraska, där vattnet går upp i dagen på sina ställen, och är som tunnast i New Mexico. För övrigt ligger akvifärens övre nivå mellan 15 och 100 meter under markytan.

En akvifär är inget slutet system. Det mesta av dess vatten har visserligen legat där i flera tusen år, men den kommunicerar också mer eller mindre med sjöar och floder och den fylls långsamt på av nederbörd.

Området över akvifären är till största delen jordbruksmark, och merparten av det vatten som tas ut går till bevattning av fodergrödor. Den levererar hela 30 % av vattenbehovet för USA:s jordbruk.

På 1920- och 30-talen kom motordrivna pumpar, turbinpumpar och förbättrad borrhäls-teknik. Vattenuttaget blev så massivt att grundvattennivåerna sänktes. Mellan 1940 och 1980 sänktes akvifärens nivå med i genomsnitt tre meter, men på vissa håll i Texas med nästan 30 meter. Under 1980-talet har sänkningen minskat (men inte avstannat) tack vare effektivare bevattningsteknik.

Förr trodde man att grundvatten låg säkert skyddat av överliggande jordlager och i stort sett var opåverkligt. Idag har EPA, den amerikanska miljöförvaltningsmyndigheten, identifierat minst 30 kategorier av föroreningar som hotar grundvattnet. Listan på identifierade hälsofarliga ämnen ökar hela tiden. Vattenverk och enskilda brunnsägare kämpar en ojämn kamp för att hitta effektiva metoder att avskilja alltmer svårbehandlade föroreningar från dricksvattnet.

Bekämpningsmedel och andra kemikalier, som sprids eller dumpas av jordbruk och industri, tränger förr eller senare ned och sprider sig i grundvattnet. Vissa ämnen transporteras snabbt genom jord, andra transporteras av vattendrag som kommunicerar kapillärt med akvifären.

Dessutom hotas grundvattnets kvalitet av själva sänkningen. Ett exempel på detta är Arkansasfloden, som rinner genom Colorado och Kansas. Den har historiskt fyllts på av uppsträngande grundvatten från akvifären. Nu har vattennivån i akvifären sjunkit så mycket att floden inte längre fylls på utan istället levererar vatten till akvifären. Floden har blivit starkt salthaltig, och över långa sträckor har den inget kontinuerligt flöde längre. Den har alltså delvis försvunnit, och när den ibland fylls av regnvatten så förstärker detta transporten av salthaltigt vatten ned i grundvattnet.

NOTISER:

MEDELHAVET OCH VÄXTHUSEFFEKTEN – ÖVERSVÄMNINGAR OCH TORKA

Om inte radikala åtgärder vidtas för att hejda den globala uppvärmningen så kan framtida klimatförändringar underminera möjligheterna för en hållbar utveckling i Medelhavsområdet. Detta menar Jacqueline Karas i en rapport för Greenpeace, publicerad hösten -97.

Värst drabbade blir Nordafrika och östra Medelhavsområdet, men även de norra delarna kommer att påverkas. Aktuella mätningar kan tolkas så att klimatet redan kan ha börjat förändras. Rapporten prognosticerar situationen år 2100:

Temperaturen har stigit med över 4 grader i inlandsområden och 2 grader över själva havet.

Regnmängden har minskat med mellan 10 och 40 % över stora delar av Afrika och sydöstra Spanien, och regnandet blir mera koncentrerat till vintermånaderna, med torra som följd.

En havsnivåhöjning på en meter drabbar låglänta områden, och floder och kustnära vattenmagasin får ökad salthalt på grund av havsvatteninträngning. Det får svåra konsekvenser för Nildeltat, Venedig och Thessaloniki.

Vattenbrist drabbar i första hand Nordafrika, Syrien, Libanon och Malta, som redan idag har ont om dricksvatten.

Accelererande ökenspridning drabbar jordbruket i Egypten och Tunisien. Skördarna minskar på grund av vattenbrist. Detta kan även drabba Spaniens majsodlingar.

Temperaturhöjningen och ökad miljöförstöring medför en ökning av andnings- och infektionssjukdomar hos stadsbefolkningarna.

Redan idag finns dispyter mellan länder över vatten. Turkiet och Syrien konkurrerar om Eufrats vatten, och Egypten, Sudan och Etiopien konkurrerar om Nilens vatten. Sådana konflikter kommer att bli vanligare och medföra politiska spänningar i området

Detta alltså, enligt Greenpeace-rapporten, om vi inte gör något drastiskt åt de fossila bränslena, de som producerar växthusgaserna.

Källor: www.greenpeace.org; *World Water and Environmental Engineering*, december 1997

FLODVATTEN SPARAS I GRUNDVATTENMAGASIN

Delstaterna Arizona och Nevada i sydvästra USA har hittills inte utnyttjat sin fulla kvot av vatten från Coloradofloden. Bägge staterna har varit ganska glesbefolkade. Överskottet har istället utnyttjats av det folkrika och jordbruksintensiva Kalifornien.

Nu har emellertid Arizona beslutat behålla hela sin vattenkvot och spara den för framtida bruk genom att leda ner det årliga överskottet i akvifererna, de naturliga underjordiska grundvattenmagasinen. Nevada väntas vidta liknande åtgärder. För Kalifornien medför detta att man måste ta till sparåtgärder och försöka effektivisera användandet av sin tilldelade kvot av Coloradoflodens vatten.

Detta stod att läsa i decembernumret 1997 av *World Water and Environmental Engineering*. Om man läser samma månads nummer av *Water Technology* så kan man bli lite orolig för grundvattnet i Arizona. Där presenteras nämligen två ”nya” kemiska vattenföroreningar, varav den ena speciellt förekommer i Coloradofloden:

MTBE - metyl-tertiär-butyl-eter, en bensintillsats som ska ge renare förbränning, har på senare år dykt upp som en hotfull vattenförorening speciellt i Kaliforniska ytvattentäkter. Den sprids från läckande tankar och rörledningar och från tvåtakts utombordsmotorer och misstänks vara cancerogen.

Ammoniumperklorat används i tillverkningen av raketbränsle och tros störa sköldkörtelns funktioner hos människan. Utsläpp från raketbränslefabriker har konstaterats i flera sjöar och i Coloradofloden, som är vattentäkt för Utah, Nevada, Arizona och Kalifornien.

Bägge föreningarna är mycket vattenlösliga och kräver komplicerad och dyrbar reningsteknik.

NITRAT I BRUNNSVATTEN GAV MISSFALL

Tidigare har blue baby-syndrom hos spädbarn och missfall hos försöksdjur och boskap kunnat kopplas till nitrathaltigt vatten. Nu rapporteras för första gången missfall hos människor, där höga halter av nitrat i dricksvattnet tros vara orsaken.

Det gäller ett fall i delstaten Indiana, USA, där tre kvinnor i samma grannskap fick upprepade missfall. Vattnet i deras brunnar visade sig vid analys innehålla höga halter av nitrat. Källan tros vara en svinfarm i närheten, som kan ha förorenat grundvattnet. I ett fjärde fall i samma område härleddes föroreningen av en brunn till en läckande septiktank. Missfallen inträffade mellan åttonde och elfte graviditetsveckan.

Enligt amerikanska miljöförvaltningsmyndigheten är dricksvatten otjänligt vid nitrathalter överstigande 10 milligram per liter. Halterna i de aktuella brunnarna uppmättes till mellan 19 och 28 mg/l.

Efter undersökningen övergick kvinnorna till att dricka renat vatten, och samtliga födde senare fullgångna barn. Undersökningen refereras i *Centers for Disease Control, Morbidity and Mortality Weekly Report*, 5 juli 1996, volym 45, nummer 26.

RADIUM 226/228

USA har ett mycket lågt gränsvärde för högsta tillåtna halt av radium i dricksvatten. Gränsvärdet är 5 pikocurie per liter, vilket motsvarar 0,185 becquerel per liter.

Radium, en nedbrytningsprodukt av uran och thorium, är en intensivt radioaktiv metall som kan förekomma i mikroskopiska mängder i vissa bergarter, bland annat granit. Den kan uppträda löst i grundvatten och den är en av källorna till radongas. Radium som cancerframkallande ämne kopplas till maligna tumörer i ben, bihåla och mastoidceller.

När man beräknar cancerrisken av radioaktiva ämnen utgår man från begreppet ”effektiv livstidsdos” som beskrivs med måttet sievert (Sv). Utifrån det måttet kan man sedan härleda ett värde som kan uttryckas i en maximigräns för aktivitet per liter dricksvatten.

EPA, den amerikanska miljöförvaltningsmyndigheten, strävar efter en nollgräns för radium, därav det lågt satta gränsvärdet. I praktiken har det varit svårt att efterfölja för vattenleverantörer, och problemet har ”lösts” genom frikostigt beviljade undantag.

I samband med att EPA ska sätta nya gränsvärden för radon år 2000 har man också aviserat en revision av radiumbestämmelserna. Det har antagits att EPA planerat att höja gränsvärdet till 20 pCi/l (=0,74 Bq/l) men att därefter kräva ovillkorlig åttlydnad av det nya gränsvärdet.

Saken kompliceras av att kongressen 1996 gjorde ett tillägg till den lag som reglerar dricksvattenfrågor med innebörden att varje regelförändring måste bibehålla eller förstärka skyddet av människors hälsa. Tolkat bokstavligt skulle

tillägget betyda att EPA inte får höja gränsvärdet, ett faktum som skulle skapa betydande tekniska och ekonomiska svårigheter för vattenverken.

Vattenbranschen skulle föredra ett gränsvärde på 20 pCi/l och stöder sig på forskning som visar att ungefär på den nivån finns ett faktiskt tröskelvärde, under vilket cancerrisken är så gott som obefintlig. Att kräva rening ner till 5 pCi/l av vatten som används till tvätt, spolning eller brandbekämpning menar man vore oklokt. Bättre då för den som känner sig osäker att rena dricksvattnet vid intaget till fastigheten eller vid köskranen, enligt Water Quality Association.

MÅNGA SVENSKA KOMMUNER HAR PROBLEM MED DRICKSVATTNET

Boverket har gjort en genomgång av vattenförsörjningsläget i de svenska kommunerna. Man kan läsa om den i boverkets egen tidskrift *Planera bygga bo* nr 3/98 och *Svenska Dagbladet* gjorde saken till förstasidesstoff den 16 oktober.

Dels räcker vattnet inte längre till, dels har vattenkvaliteten blivit sämre. Problemen gäller alger, förmultningsprodukter och bakterier, som kan ge allt från dålig lukt och smak till maginfluensor. Vatten som förr dög duger inte längre till dricksvatten.

Det brister även i kommunernas framförhållning. Pengarna räcker inte till, och politikerna är inte alltid så intresserade. I Svenska Dagbladets artikel intervjuas Boverkets vattenexpert Yngve Malmqvist, som kritiserar lokala makthavare: "De kör på tills situationen är akut eftersom det oftast är pengarna som styr." Däremot menar Boverket att allmänheten alltmer aktivt börjar intressera sig för frågor om vattenkvalitet och pålitlig vattenförsörjning.

Problemen är störst i kommuner som tar sitt vatten från sjöar och vattendrag, så kallat ytvatten, och det är inte mindre än cirka åttio kommuner, dvs. en tredjedel av landets kommuner, som redan idag har problem. Det händer inte så sällan att vatten förklaras otjänligt och medborgarna får dricksvatten från tankbilar tills det akuta problemet är avhjälp. Boverket menar att det saknas ett entydigt huvudmannaskap för landets vattenförsörjning.

Kommunernas sparnit, ökad belastning av miljön från jord- och skogsbruk och bebyggelse, i kombination med att nya elakartade mikroorganismer som e.coli och cryptosporidium tycks ha kommit för att stanna, gör att perspektivet inte ser så ljus ut.

Boverket, livsmedelsverket och naturvårdsverket bedriver intensiv utbildningsverksamhet i vattenfrågor på både lokal och regional nivå.

TRIHALOMETANER OCH MISSFALL

När dricksvatten kloreras – för att döda mikroorganismer och för att ta bort dålig lukt och smak – reagerar klorret med organiska ämnen som alltid i varierande koncentrationer finns i vattnet och i våra vattenledningar. Då uppstår nya ämnen, så kallade desinfektions-biprodukter, där gruppen trihalometaner (THM) är den mest kända. Dessa ämnen anses öka risken för cancer i urinblåsan, grovtarmen och ändtarmen.

I USA tillsätter vattenverken ofta större doser klor än man gör i Sverige, och man har också högre gränsvärden för THM i dricksvatten.

Nu misstänker man att det kan finnas ett samband mellan höga halter av THM och missfall i början av graviditeten. I en studie som offentliggjordes i februari har man försökt kartlägga sambandet mellan antalet missfall hos drygt fem tusen kvinnor i Kalifornien och deras intag av THM via dricksvatten. Halten THM har man uppskattat utifrån provtagning hos vattenverken.

Vissa av resultaten är motsägelsefulla, men man tror sig ändå kunna se ett tillräckligt starkt samband för att EPA, den amerikanska miljöförvaltningsmyndigheten, ska vilja fortsätta studien.

Källor: <http://www.med.monash.edu.au> (*Health Stream Newsletter*, mars 1998); <http://ehpnet1.niehs.nih.gov> (*Environmental Health Perspectives* 104:1996); <http://www.epidemiology.com> (*Epidemiology*, mars 1998).

VATTENKAMPANJ -99

International Bottled Water Association (IBWA), intresseorganisation för producenter av buteljerat vatten, kommer under 1999 att driva en annonskampanj för att stimulera till ökat vattendrickande.

De huvudsakliga budskapen kommer att vara följande:

Endast vatten kan effektivt ersätta vatten. Drycker med koffein eller alkohol har en urindrivande effekt och kan ge vätskebrist.

Vatten behövs för koncentrationen. Eftersom hjärnan till 75 % består av vatten så kan vattenbrist påverka förmågan till koncentration.

Vatten är en nyckelfaktor för syreupptagningsförmåga och uthållighet. Små förluster av kroppsvätska kan sätta ned prestationsförmågan.

Under graviditeten producerar kvinnokroppen fostervätska, och blodvolymen kan öka med upp till 50 %. Därför är det viktigt att kvinnor dricker åtminstone den rekommenderade dagliga kvoten vatten under havandeskapet.

Till underlag för kampanjen har IBWA samlat vetenskapliga data. Några slutsatser av det vetenskapliga underlaget lyder:

Den bästa sättet att förebygga vätskeförlust är att dricka vatten.

Vätskeförlust kan innebära större risker för barn eftersom deras vätskebalans lättare rubbas, då de är fysiskt mer aktiva och inte så väl känner eller förstår kroppens signaler.

Många äldre människor blir mindre törstiga och dricker mindre än vad kroppen behöver.

Utifrån dessa fakta har organisationen låtit testa fram konsumentvänliga budskap. Dessutom har man med hjälp av en telefonenkät undersökt amerikaners dryckesvanor. Enkäten gav vid handen att medelamerikanen dagligen dricker nästan åtta "portioner" av drycker som ger vätsketillskott, såsom vatten mjölk, juice och läskedrycker utan kaffein. Men han/hon dricker även nästan fem "portioner" av drycker med kaffein eller alkohol varje dag. Utifrån detta drar man slutsatsen att de flesta amerikaner förmodligen bara får i sig en tredjedel av det viktiga vätsketillskott de behöver.

Många var okunniga om orsakerna till vätskebrist, även om de kände till smärre symptom som torr hud och huvudvärk. En av fem visste inte att kaffe driver ut vätska. Nästan hälften var omedvetna om att kroppen förlorar lika mycket vätska under sömn som i vaket tillstånd. Över tredjedelen var okunniga om att kroppen behöver lika mycket vatten vid kallt väder som vid varmt.

Källa: Adele L. Logan-Galen: "Taking IBWA to New Heights", *Water Conditioning & Purification*, oktober 1998.