

## Sådan læses en vandanalyse

<b>Den kemiske analyse</b>		<b>Den bakteriologiske vandanalyse</b>	
Farvetal	Side 2	Coliforme bakterier	Side 6
Turbiditet		Termotolerante (fækal) coliforme bakterier	
Lugt og smag		Kimtal, 37°C Kimtal, 21C°	
pH		Kimtal, 21C°	
Ledningsevne			
Permanganattal			
Inddampningsrest			
Calcium, Ca++			
Magnesium, Mg++			
Hårdhed, total	Side 3		
Natrium, Na+			
Kalium, K+			
Ammonium, NH <sub>4</sub>			
Jern, Fe			
Mangan, Mn			
Bicarbonat, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>			
Klorid, Cl <sup>-</sup>	Side 4		
Sulfat, SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>			
Nitrat, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>			
Nitrit, NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>			
Fosfor, total, P-			
Fluorid, F-			
Ilt, O <sub>2</sub>			
Aggressiv kuldioxid, CO <sub>2</sub>			
Nikkel, Ni	Side 5		
NVOC			

### **Farvetal**

Et højt farvetal er udtryk for, at vandet ikke er farveløst, men mere eller mindre gulligt. Denne gulfarvning skyldes som regel et højt indhold af organisk stof (humus). Farvetallet måles i mg Pt/l, hvilket betyder, at prøven i laboratoriet sammenlignes med en række farvede standardløsninger af et platin-salt i forskellige koncentrationer.

Højest tilladte værdi: 15 mg Pt/l  
Vejledende værdi: 5 mg Pt/l

### **Turbiditet**

Turbiditet kan på dansk kaldes uklarhed og måles i enheden FTU = Formazin Turbidity Units, der refererer til nogle standardopløsninger med formazin. Høj turbiditet betyder, at vandet er uklart, selv om det måske ikke umiddelbart kan registreres med det blotte øje, da det kan dreje sig om fine partikler (kolloider). Hvis det behandlede vand har for højt jernindhold, vil det også registreres som forhøjet turbiditet, ligesom kalkfældende vand giver høj turbiditet

Højest tilladte værdi: 0,5 FTU  
Vejledende værdi: 0,3 FTU

### **Lugt og smag**

Drikkevand skal være fri for lugt og være velsmagende, bortset fra lugt og smag af eventuel klor. For at få et mål for lugt og smag kan der foretages organoleptiske prøver, hvor vandet fortyndes med lugt- og smagsfrit vand. Resultatet opgives som den fortyndingsgrad, hvor forsøgspersoner finder prøven uden lugt og smag. Hvis fortyndingsgraden opgives som 1, betyder det, at vandet er uden lugt og smag i ufortyndet tilstand.

Højest tilladte værdi: Fortyndingsgrad 2 ved 120C  
Vejledende værdi: Fortyndingsgrad 3 ved 250C

### **pH**

pH er et udtryk for vandets surhedsgrad, og hænger sammen med vandets indhold af bicarbonat og  $\text{CO}_2$ .

Højest tilladte værdi: 8,5  
Vejledende værdi: 7,0 - 8,0

### **Ledningsevne**

Ledningsevne eller konduktivitet er et udtryk for vandets indhold af opløste salte og kan benyttes som en hurtig og bekvem metode til kontrol af vandets saltindhold.

Vejledende værdi: Større end 30 mS/m

### **Permanganattal**

Kaliumpermanganattallet er et udtryk for vandets indhold af ilteligt organisk stof. Højt permanganattal kan være indikation for, at vandet er forurenet, eller at det vil volde behandlingsmæssige problemer. Vandet kan være gulfarvet af humus, og der kan være smagsproblemer ved en høj værdi.

Højest tilladte værdi: 12 mg  $\text{KMnO}_4$ /l  
Vejledende værdi: 6 mg  $\text{KMnO}_4$ /l

### **Inddampningsrest**

Inddampningsresten er et samlet udtryk for vandets indhold af opløste salte. Det er karakteristisk, at grundvand har en højere værdi end overfladevand. Et vist indhold af salte medvirker til at gøre vandet velsmagende, men overskrider grænseværdien nedenfor, kaldes vandet mineralvand og er som regel ikke anvendeligt til drikkevand.

Højest tilladte værdi: 1500 mg/l

### **Calcium, $\text{Ca}^{++}$**

Calcium er en hårdhedsdanner sammen med magnesium, og der stilles ikke separate vandkvalitetskrav til calcium. (Se under Hårdhed.)

### **Magnesium, $\text{Mg}^{++}$**

Magnesium er en hårdhedsdanner sammen med calcium. For højt indhold kan give smagsproblemer. Se i øvrigt under Hårdhed.

Højest tilladte værdi: 50 mg mg/l  
Vejledende værdi: 30 mg mg/l

### **Hårdhed, total**

Som omtalt bestemmer calcium og magnesium vandets totale hårdhed - et stort indhold giver hårdt vand og et lille indhold blødt vand. Hårdheden opgives i tyske hårdhedsgrader, odH, og vandet kan karakteriseres efter følgende skala:

Total hårdhedsgrad betegnelse

- 0° - 4° Meget blødt
- 4° - 8° Blødt (Kristrup Vandværk)
- 8° - 12° Middelhårdt
- 12° - 18° Temmelig hårdt
- 18° - 30° Hårdt
- Over - 30° Meget hårdt

Den totale hårdhed er lig med den forbigående plus den blivende hårdhed. Den forbigående hårdhed kan bringes ud af vandet ved opvarmning, således at den del calcium og magnesium, der er bundet til bicarbonat, udfældes som calciumcarbonat (kedelsten). Den blivende hårdhed bestemmes som forskellen mellem den totale og den forbigående hårdhed og kan med tilnærmelse angives som den mængde calcium og magnesium, der svarer til sulfat og evt. klorid. I visse tilfælde findes mere bicarbonat end svarende til calcium og magnesium, og resten af bicarbonatindholdet er da bundet til natrium og evt. kalium. Der er ikke stillet vandkvalitetskrav til hårdhed.

#### **Natrium, Na+**

Natrium forekommer som regel som natriumklorid eller natriumbicarbonat, afhængigt af vandtypen. Nyere undersøgelser har vist, at et stort indhold af natrium i drikkevand, større end ca. 400 mg/l, kan være skadeligt for blodtrykket.

Højst tilladte værdi: 175 mg Na/l  
Vejledende værdi: 20 mg Na/l

#### **Kalium, K+**

Forekomst af kalium i drikkevand kan være tegn på forurening, men der er i øvrigt ingen smags- eller sundhedsmæssige ulemper ved forhøjet kaliumindhold.

Højst tilladte værdi: 10 mg K/l

#### **Ammonium, NH<sub>4</sub>**

Forekomst af ammonium kan være tegn på mulig forurening, men har ofte sammenhæng med den geologiske opbygning af jordlagene. I råvand findes oftest fra 0 til 2 mg/l. Råvandets indhold af ammonium kan under vandbehandling omsættes via nitrit til nitrat under et stort iltforbrug og medvirken af mikroorganismer. Ammonium er i sig selv ikke sundhedsskadeligt i de koncentrationer, der findes i dansk grundvand og WHO angiver en grænseværdi på 2 mg/l.

Når vi i Danmark ønsker et lavt ammoniumsindhold i drikkevandet, hænger det sammen med at i ikke clorer vandet og at vi ikke ønsker målige indhold af nitrit i vandet, idet ammonium langsomt vil kunne omdannes til nitrit i vore vandinstallationer

Højst tilladte værdi: 0,05 mg NH<sub>4</sub>/l

#### **Jern, Fe**

Jern er det stof, som man først og fremmest ønsker at fjerne ved vandbehandlingen, idet for højt indhold i det rene vand giver de mest iøjnefaldende gener: Aflejringer i ledningsnet og armaturer, gener for forbrugerne ved tøjvask og ved afsætninger i kummer og vaske, dårlig smag og uklarehed.

Højst tilladte værdi: 0,20 mg Fe/l  
Vejledende værdi: 0,05 mg Fe/l

#### **Mangan, Mn**

Mangan forekommer ofte sammen med jern og forårsager lignende ulemper, men i mindre mængde. Mangan i ledningsnettet kan vise sig som et sort, lidt olieagtigt fedtet stof. Det behandlede vand bør derfor være helt manganfrit, selv om kvalitetskravene tillader en vis mængde.

Højst tilladte værdi: 0,05 mg Mn/l  
Vejledende værdi: 0,02 mg Mn/l

#### **Bicarbonat, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>**

Bicarbonat- eller hydrogencarbonatindholdet er forbundet med begrebet 'forbigående hårdhed', idet den del af hårdhedsdannerne (se Calcium og Magnesium), der forekommer som især calciumbicarbonat, vil kunne fjernes fra brugsvandet ved kogning og udfældes som kedelsten. Bicarbonat hænger sammen med ph-værdien for at undgå aggressiv CO<sub>2</sub>, og den vejledende værdi svarer til en ph-værdi på 8,4

Vejledende værdi: Over 100 mg HCO<sub>3</sub>/l

**Klorid, Cl -**

For højt kloridindhold kan give smagsproblemer (vandet smager salt ved ca. 400 mg/l) og risiko for tæring i varmtvandsystemer m.v. Specielt i Danmark med mulighed for saltvandsindtrængning og saltholdige jordlag er det vigtigt at holde kloridindholdet i hver enkelt boring under kontrol.

Højst tilladte værdi: 300 mg Cl/l  
Vejledende værdi: 50 mg Cl/l

**Sulfat, SO4-**

Forhøjet sulfatindhold kan som klorid give smagsproblemer samtidig med, at det i forbindelse med magnesium virker lakserende (afførende) og giver en bitter smag. Desuden kan sulfat under uheldige omstændigheder reduceres til den ildelugtende og giftige luftart svovlbrinte; dette kan især forekomme under iltfrie forhold i varmtvandsystemer, hvor temperaturen af energimæssige årsager er nedsat.

Højst tilladte værdi: 250 mg SO4/l  
Vejledende værdi: 50 mg SO4/l

**Nitrat, NO3-**

For stort indhold af nitrat i drikkevand kan være sundhedsskadeligt, navnlig for spædbørn, idet nitrat i børns fordøjelsessystem kan bevirke, at ilttilførslen via de røde blodlegemer nedsættes, og børnene bliver cyanotiske ('blå børn'). Nitrat i rentvand, sædvanligvis i mængder mindre end 5 - 10 mg/l, er normalt og stammer som regel fra ammoniumomsætning (se Ammonium). Nitrat i råvand kan - sammen med forekomst af nitrit - være tegn på forurening.

Højst tilladte værdi: 50 mg NO3/l  
Vejledende værdi: 25 mg NO3/l

**Nitrit, NO2-**

Nitrit i vand er som regel en ustabil forbindelse, der stammer fra omdannelsen af ammonium på den ene eller den anden måde. Hvis nitrit påvises, selv som spor, i en frisk prøve af råvand, er det tegn på forurening og bakteriologisk aktivitet. Forekomst af nitrit i rentvand behøver derimod ikke at betyde forurening, men kan forekomme under visse driftsforhold og er tegn på, at omsætningen af ammonium er i gang, men ikke er løbet til ende endnu.

Højst tilladte værdi: 0,1 mg NO2/l  
Vejledende værdi: Ikke målelig

**Fosfor, total, P-**

Fosfor forekommer i uforurenede drikkevand som orto-fosfat (fosfat). Forekomst af fosfat i såvel råvand som rentvand kan være tegn på forurening (tilløb af overfladevand), men har oftest en geologisk oprindelse.

Højst tilladte værdi: 0,46 mg PO4/l og 0,15 mg P/l  
Vejledende værdi: Ikke målelig

**Fluorid, F-**

Indhold af fluorid i drikkevand er geologisk betingede og virker forebyggende over for caries (huller i tænderne), og tandlægerne mener, at det gunstige indhold til dette formål er ca. 1,2 mg/l. Til gengæld anses et kun lidt højere indhold at være sundhedsskadeligt.

Højst tilladte værdi: 1,5 mg F/l

**Ilt, O2**

Under vandbehandlingen iltes vandet normalt (ellers kan fx jern og mangan ikke frafiltreres), og denne iltning skal være så kraftig, at der i det færdige vand skal være mindst 5 mg/l ilt tilbage, efter at også ammonium er blevet tilfredsstillende omdannet. Ilten sikrer vandets velsmag og forhindrer vækst af bakterier, der kan vokse under iltfrie (aneorobe) forhold.

**Aggressiv kuldioxid, CO2**

Aggressiv kuldioxid udtrykker ubalance mellem ph, bicarbonat og calcium. Aggressiv grundvand (med indhold af aggressivt CO2) forekommer især i Jylland, hvor jorden er kalkfattig, samt i overfladevand med lavt saltindhold. Fælles for begge vandtyper er en lav hårdhed (meget blødt eller blødt vand). Ved passende vandbehandling 'afsyres' vandet, og det færdige vand må ikke indeholde aggressivt CO2, der kan virke tærende på jern og beton. Derimod kan vandet godt indeholde en vis mængde fri kuldioxid, der medvirker til at give vandet en frisk smag. Mængden er i øvrigt afhængig af ligevægten bicarbonat/carbonat og pH og calcium, således at jo hårdere vandet er jo større er CO2 indholdet.

Højst tilladte værdi: 0 mg agg. CO2/l

**Nikkel, Ni**

Som repræsentant for den store gruppe tungmetaller, der ikke er naturligt forekommende i

Dansk grundvand, er nikkel blevet valgt, fordi dette metal er let opløseligt og dermed hurtigt transporterbart til grundvandet. Hvis der forekommer nikkel i en boring, vil det derfor også være rimeligt at søge efter andre tungmetaller, mens på den anden side en manglende nikkelforekomst kan tages som tegn på, at der sandsynligvis ikke forekommer tungmetalfurening.

Nikkel er allergifremkaldende og kan give eksem.

Højst tilladte værdi: 20 µg Ni/l (= 0,020 mg/l)

**NVOC**

NVOC er en engelsk forkortelse for 'ikke flygtigt organisk kulstof' og er en såkaldt samleparameter, dvs. en størrelse, der angiver forekomst af flere forskellige stoffer eller stofgrupper, hvori indgår kulstof som organisk kulstof. Som eksempel på stofgrupper, der er omfattet af analysen, kan nævnes: Humuslignende stoffer, fenoler, organiske syrer, detergenter, vandopløselige opløsningsmidler, bekæmpelsesmidler. Bortset fra humus er ingen af disse stoffer naturligt forekommende, og en forhøjet NVOC-værdi kan være tegn på, at der skal søges efter forureningskilder. Man må imidlertid være opmærksom på, at højt permanganattal forårsaget af humus også giver forhøjet NVOC.

NVOC-værdien skal være så lav som muligt, helst under 3 mg C/l, men ændringer er vigtige at iagttage.

**Coliforme bakterier**

Denne gruppe bakterier er normale jordbakterier og er som regel ikke sygdomsfremkaldende i sig selv men trives de samme steder som de sygdomsfremkaldende bakterier. Påvisning af coliforme bakterier tages derfor som et tegn på forurening; bakterien er en såkaldt indikatorbakterie.

Højst tilladte værdi: Ikke målelig pr. 100 ml

**Termotolerante (fækal) coliforme bakterier**

Forstavelsen 'fækal' hentyder til, at bakterien tilhører den gruppe af coliforme bakterier, der lever i varmblodige dyrs og menneskers tarmkanal (fæces). Også denne bakterie er indikatorbakterie for forurening, mere specifikt fra kloak, septiktank, mødding, gylletanke og lignende.

Højst tilladte værdi: Ikke målelig pr. 100 ml

**Kimtal, 37°C**

Bakterier, der kan vokse ved legemstemperatur, kan være sygdomsfremkaldende eller ledsaget af sygdomsfremkaldende bakterier, og der har aldrig været tolereret mere end et par stykker i godt drikkevand.

Højst tilladte værdi ved afgang fra værk: 5 pr. ml

Højst tilladte værdi på ledningsnet: 20 pr. ml

Vejledende værdi på ledningsnet: 5 pr. ml

**Kimtal, 21C°**

Dette kimtal giver udtryk for antallet af 'kulde-elskende' bakterier, der kan være naturligt forekommende i naturen (jord- og vandbakterier, forrådnelsesbakterier mv.), og som lever af vandets indhold af organisk stof. De er sjældent sygdomsfremkaldende, men må dog ikke forekomme i for stor mængde, bl. a. af hensyn til svage personer. Det er vigtigt at iagttage pludselige ændringer i kimtallet.

Højst tilladte værdi på ledningsnet: 200 pr. ml

Vejledende værdi på ledningsnet: 50 pr. ml