

Sådan læser du en vandanalyse

Måleenheder

Analyseparametre i drikkevand og grundvand måles i forskellige enheder:

- mg/l – milligram pr. liter (ppm – parts per million)
- ug/l – mikrogram pr. liter (ppb – parts per billion)
- ng/l – nanogram pr. liter
- CFU – colony forming units (Kolonidannende enheder)
- MPN – Most probable number (Mest sandsynlige antal)
- FTU/NTU – Formazin Turbidity Unit / Nephelometric Turbidity Unit
- mS/m – milli-Siemens pr. meter

Drikkevandets hovedbestanddele

De parametre, som du kan se herunder, indgår i en udvidet kontrol, og måles primært i mg/L – hvilket svarer til milliontedele (ppm) eller 10^{-6} .

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) og vil derfor også blive konstateret senere i analysen ved en høj NVOC-værdi, men et højt farvetal kan også skyldes selve sammensætningen af NVOC-indholdet, uden at denne er for høj.

Farvetal måles mod en standardopløsning af Platin (Pt).

- Afgang værk: Max. 5 mg Pt/L, (dog kan op til 15 mg Pt/L tillades, hvis krav ved indgang ejendom er overholdt.)
- Ledningsnet: Max. 15 mg Pt/L.

Turbiditet

Ordet 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 jern- og/eller manganindhold, vil det også registreres som forhøjet turbiditet.

- Afgang værk: Max. 0,3 FTU
- Ledningsnet: Max. 1 FTU

Lugt og smag

Drikkevand skal være fri for lugt og være velsmagende, bortset fra lugt og smag af eventuel klor.

Lugt og smag angives på vandanalysen som en subjektiv bedømmelse.

Temperatur

For høj temperatur på drikkevandet påvirker smagsindtrykket og kan give risiko for bakterievækst.

Der er ikke vandkvalitetskrav til temperaturen, men har en bemærkning i bekendtgørelsen: "Det bør tilstræbes, at vandet højst er 12 grader C ved taphanen".

pH

pH er et udtryk for vandets surhedsgrad, således at pH = 7 svarer til neutral reaktion.

Over 7 er vandet basisk eller alkalisk og under 7 er det surt. Ved sur pH er der mulighed for afgivelse af metaller i vandet og ved for høj pH ses øget kalkfældning.

- Afgang værk: 7 – 8,5.
- Ledningsnet: 7 – 8,5.

Ledningsevne

Ledningsevne eller konduktivitet er som inddampningsresten et udtryk for vandets indhold af opløste salte og benyttes som en hurtigmetode til kontrol af saltindhold.

Bemærk at kravværdien er minimum.

- Afgang værk: Min. 30 mS/m.
- Ledningsnet: Min. 30 mS/m.

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 kulstof indgår som organisk kulstof.

Som oftest er NVOC udtryk for naturlig forekomst af bl.a. humusstoffer, men kan også være et tegn på forurening.

- Afgang værk: Max. 4 mg C/L.
- Ledningsnet: Max. 4 mg C/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 overskrides kravværdien, er vandet som regel ikke anvendeligt til drikkevand.

- Afgang værk: Max. 1500 mg/L.
- Ledningsnet: Max. 1500 mg/L.

Calcium, Ca²⁺

Calcium er en hårdhedsdanner sammen med magnesium, og der stilles ikke separate krav, men med en bemærkning i bekendtgørelsen at “Indholdet bør ikke overstige 200 mg/L”.

Ved lave indhold af fluorid (se denne), er calcium også forbyggende for caries.

Magnesium, Mg²⁺

Magnesium er en hårdhedsdanner sammen med calcium.

For højt indhold kan give smagsproblemer og kan virke svagt afførende.

- Afgang værk: Max. 50 mg Mg/L.
- Ledningsnet: Max. 50 mg Mg/L.

Hårdhed, total

Som omtalt bestemmer calcium og magnesium vandets totale hårdhed – et højt indhold give hårdt vand, et lille blødt vand.

Hårdheden opgives i tyske hårdhedsgrader, 0dH, og vandet kan karakteriseres efter følgende skala:

- 0-4 meget blødt
- 4-8 – blødt
- 8-12 – middelhårdt
- 12-18- temmelig hårdt
- 18-30- hårdt
- over 30- meget hårdt

Blødt vand kan give korrosionsproblemer, mens hårdt vand medfører større sæbeforbrug og kalkudfældninger.

Der stilles ikke separate vandkvalitetskrav til hårdheden, men en bemærkning i bekendtgørelsen "Vandets hårdhed bør ligge mellem 5 og 30 °dH".

Natrium, Na⁺

Natrium forekommer som regel sammen med klorid eller bikarbonat, afhængig af vandtypen.

Forhøjet natriumindhold giver saltsmag og har mulig indvirkning på blodtrykssygdomme.

- Afgang værk: Max. 175 mg Na/L.
- Ledningsnet: Max. 175 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.

- Afgang værk: Max. 10 mg K/L.
- Ledningsnet: Max. 10 mg K/L.

Ammonium, NH₄⁺

Forekomst af ammonium kan være tegn på forurening, men har ofte andre årsager.

Råvandets ammoniumindhold vil ved korrekt vandbehandling omsættes via nitrit til nitrat under ret højt iltforbrug og medvirken af mikroorganismer. I rentvand i kemisk balance bør der ikke forekomme ammonium, da en eventuel ufuldstændig omsætning vil fortsætte ukontrolleret på ledningsnettet med bl. a. nitritdannelse til følge.

Hvis vandet ikke filtreres på vandværket, kan ammoniumindhold op til 0,5 mg/L accepteres, men nitrit skal i så fald kontrolleres på ledningsnettet. Ved vandbehandling med filtrering er kravet:

- Afgang værk: Max. 0,05 mg NH₄/L.
- Ledningsnet: Max. 0,05 mg NH₄/L.

Jern, Fe

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

Forhøjet jernindhold er dog sjældent sundhedsskadeligt, selv om der under uheldige omstændigheder (iltfrie forhold) kan skabes mulighed for vækst af jernbakterier.

Visse steder i landet kan jernet være humint bundet (bundet til organiske humussyrer), og det kan da være vanskeligt ved en traditionelt luftning og filtrering at fjerne jernet 100 %.

- Afgang værk: Max. 0,1 mg Fe/L.
- Ledningsnet: Max. 0,2 mg Fe/L.

Mangan, Mn

Mangan forekommer ofte sammen med jern og forårsager lignende ulemper, men i mindre mængde.

Mangan på ledningsnettet kan vise sig som et sort, lidt olieagtigt fedtet stof, evt. som en hinde på vandoverflader f.eks. i kummer.

Det behandlede vand bør derfor være helt manganfrit.

- Afgang værk: Max. 0,02 mg Mn/L.

- Ledningsnet: Max. 0,05 mg Mn/L.

Bikarbonat, HCO₃

Bikarbonatindholdet er forbundet med begrebet "Forbigående hårdhed", idet den del af hårdhedsdannerne (se Calcium og Magnesium), der forekommer som især calcium-bikarbonat vil kunne fjernes fra brugsvandet ved kogning og udfældes som kedelsten.

Der er intet vandkvalitetskrav til bikarbonat, men da et vist indhold er af betydning for vandets pH, er der en bemærkning i bekendtgørelsen "Indholdet bør være over 100 mg/L".

Klorid, Cl⁻

For højt kloridindhold kan give smagsproblemer (vandet smager salt ved ca. 400 mg/L), risiko for korrosion med deraf følgende opløsning af tungmetaller, tæring i varmtvandssystemer, m.v.

Specielt i Danmark med mulighed for saltvandsindtrængning og saltholdige jordlag er det vigtigt at holde kloridindholdet i hver enkelt boring under kontrol.

- Afgang værk: Max. 250 mg Cl/L.
- Ledningsnet: Max. 250 mg Cl/L.

Sulfat, SO₄²⁻

Forhøjet sulfatindhold kan som klorid give smagsproblemer og risiko for korrosion samtidig med, at det i forbindelse med magnesium virker afførende.

Desuden kan sulfat under uheldige omstændigheder reduceres til den ildelugtende og giftige luftart svovlbrinte, f.eks. under iltfrie forhold i varmtvandssystemet.

- Afgang værk: Max. 250 mg SO₄/L.
- Ledningsnet: Max. 250 mg SO₄/L.

Nitrat, NO₃⁻

For højt indhold af nitrat i drikkevand kan være sundhedsskadeligt, navnlig for spædbørn, idet nitrat i børns fordøjelsessystem bevirker, at ilttilførslen via de røde blodlegemer nedsættes, og børnene bliver "cyanotiske" ("blå børn").

Der er desuden påvist en vis forøgelse i antal mavekræfttilfælde hos patienter fra områder med forhøjet nitratindhold i drikkevandet. Nitrat i rentvand, sædvanligvis i mængder mindre end 5-10 mg/L, er normalt og stammer som regel fra ammoniumomsætning (se under "Ammonium").

Nitrat i råvand kan – sammen med forekomst af nitrit – være tegn på forurening, og vandet må i så fald vurderes med omtanke. Visse steder i landet kan forekomst af nitrat dog være af geologisk oprindelse, bl.a. på grund af nedsivning gennem jordlag, der ikke reducerer eller tilbageholder nitrat, og det er da vigtigt at holde skærpet opsyn med vandets mikrobiologiske tilstand, lige som organiske mikroforureninger, specielt pesticider, vil kunne forekomme.

- Afgang værk: Max. 50 mg NO₃/L.
- Ledningsnet: Max. 50 mg NO₃/L.

Nitrit, NO₂-

Nitrit i vand er som regel en ustabil forbindelse, der stammer fra omdannelse af ammonium på den ene eller anden måde. Hvis nitrit påvises, selv som spor, i en frisk prøve af råvand, er det tegn på forurening og mikrobiologisk aktivitet.

Forekomst af nitrit i rentvand behøver derimod ikke at betyde forurening, men kan under visse driftsforhold forekomme, hvilket nævnes i bekendtgørelsen som en mulighed som følge af fornyelse af filtermaterialer med tilføjelsen "men bør indskrænkes mest muligt".

I øvrigt kan høje nitritindhold virke hæmmende på blodets iltoptagelse.

- Afgang værk: Max. 0,01 mg NO₂/L (dog tillades op til 0,1 mg NO₂/L, hvis kravet på ledningsnet er opfyldt).
- Ledningsnet: Max. 0,1 mg NO₂/L.

Totalt fosforindhold, P

Forekomst af fosfor i såvel råvand som rentvand kan være tegn på forurening (tilløb af overfladevand/spildevand), men kan også have en geologisk oprindelse.

I navnlig dybe borer med et vist jernindhold vil en del af jernet ofte være bundet som fosfat, som i så fald vil blive tilbageholdt i filtrene, hvis disse fungerer tilfredsstillende.

Der bør derfor ikke forekomme fosfor i rent vand, ej heller som spor.

- Afgang værk: Max. 0,15 mg P/L.
- Ledningsnet: Max. 0,15 mg P/L.

Fluorid, F-

Indhold af fluorid i drikkevand virker forebyggende over for caries (huller i tænderne), og tandlæger/WHO mener, at det gunstigste indhold til dette formål er 1 – 1,2 mg/L.

Til gengæld anses et kun lidt højere indhold for at være sundhedsskadeligt. Tandskader optræder ved indhold over 3 mg/L.

- Afgang værk: Max. 1,5 mg F/L.
- Ledningsnet: Max. 1,5 mg F/L.

Ilt, O₂

Som beskrevet under de foregående parametre, iltes vandet under vandbehandlingen for at kunne frafiltrere jern og mangan samt omdanne ammonium, og denne iltning skal være så kraftig, at der på ledningsnettet stadig er 5 mg/L ilt tilbage.

Iltten sikrer vandets velsmag og forhindrer vækst af bakterier, der kan vokse under iltfrie (anaerobe) forhold.

- Afgang værk: Ingen krav.
- Ledningsnet: Min. 5 mg O₂/L.

Aggressiv kuldioxid, CO₂

Aggressivt grundvand (med indhold af agg. CO₂) forekommer især i Jylland, hvor jorden er kalkfattig samt i overfladevand med lavt saltindhold.

Fælles for begge vandtyper er lav hårdhed og pH. Vandet skal behandles, så at det færdige vand ikke indeholder agg. CO₂, som 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 bikarbonat/karbonat og pH.

- Afgang værk: Max. 2 mg agg. CO₂/L (ikke målelig)
- Ledningsnet: Max. 2 mg agg. CO₂/L (ikke målelig).

Svovlbrinte, H₂S

Svovlbrinte er en ildelugtende (som rådne æg) og giftig luftart, der forekommer i visse råvandstyper, og som skal fjernes tidligt i vandbehandlingen ved iltning. Ved tilstedeværelse af svovlbrinte efter beluftning kan der opstå problematiske bakteriologiske vækster på overfladen af filtrene.

Som beskrevet under Sulfat, kan svovlbrinte opstå under uheldige forhold på ledningsnettet i navnlig varmt vand. Kontrolleres kun såfremt det forekommer i råvandet.

- Afgang værk: Max. 0,05 mg H₂S/L.
- Ledningsnet: Max. 0,05 mg H₂S/L.

Metan, CH₄

Metan er en lugtløs, eksplosiv luftart, der forekommer i råvandet visse steder i landet.

Den skal fjernes tidligt i vandbehandlingen ved luftning eller blæsning, da den navnlig kan give bakteriologiske problemer i vandværket.

Kontrolleres kun såfremt det forekommer i råvandet.

- Afgang værk: Max. 0,01 mg CH₄/L (ikke målelig)
- Ledningsnet: Max. 0,01 mg CH₄/L (ikke målelig).

Uorganiske sporstoffer

De parametre, som du kan se herunder indgår i kontrol af uorganiske sporstoffer. De måles i g/L, hvilket svarer til billiontedele eller 10⁻⁹.

Vandkvalitetskrav er ved indgang til ejendom, ikke afgang værk.

Arsen, As

Naturligt forekommende grundstof, som er meget giftigt (f.eks. Arsenik) og ophobes i kroppen. Kun Vest/Sønderjylland og Nordsjælland har lavere forekomst af arsen.

I resten af landet er ofte et højere indhold. Arsen udfælder med jern under vandbehandlingen.

Ledningsnet: Max. 5 µg As/L.

Bor, B

Naturligt forekommende grundstof, som i visse geologiske aflejringer er meget højt. Findes også i havvand.

Høje værdier kan desuden være tegn på forurening med spildevand, f.eks. fra metalindustri.

Note i bekendtgørelsen at "så lavt indhold som muligt og bedst under 300 µg/L" bør leveres.

Ledningsnet: Max. 1000 µg B/L.

Kobolt, Co

Kobolt er et metal og naturligt forekommende i små mængder. Indgår i f.eks. vitamin B-12.

Blev tilføjet i bekendtgørelsen i 2011, og viden om forekomst er stadig sparsom.

Ledningsnet: Max. 5 µg Co/L.

Nikkel, Ni

Naturligt forekommende, ofte i koncentrationer som giver kvalitetsmæssige problemer i drikkevandet.

Er bl.a. allergifremkaldende. Er let opløseligt og derfor også god indikator for andre forureninger med tungmetaller. Udfælder delvist med jern og mangan i vandbehandlingen.

Ledningsnet: Max. 20 µg Ni/L.

Strontium, Sr

Naturligt forekommende alkalimetal ligesom calcium og barium.

Skal kun analyseres for, hvis der indvindes fra skrivekridt, men forekommer også i høje koncentrationer i andre geologiske forekomster (eller boringen er måske ikke klassificeret korrekt).

Stoffet er tilføjet bekendtgørelsen i 2011.

Ledningsnet: Max 10.000 µg Sr/L

Øvrige sporstoffer

Øvrige sporstoffer er Aluminium, Antimon, Barium, Bly, Cadmium, Krom, Cyanid, Kobber, Kviksølv, Selen og Zink.

De analyseres også på ledningsnet af værker over 350.000 m³/år.

Organiske mikroforureninger

Omfatter Pesticider, Aromater, Klorholdige opløsningsmidler, PAH-forbindelser, Perfluorerede-forbindelser (PFAS), Olieprodukter og mange flere. Typisk er disse miljøfremmede stoffer, som menneskelig aktivitet har forurennet med.

De fleste parametre måles i g/L, hvilket svarer til billiontedele (ppb) eller 10⁻⁹.

Vandkvalitetskrav varierer fra stof til stof, men kan inddeles i tre grupper:

- Under 1 g/L: Stoffer som er kendt stærkt toksiske hhv. ikke er accepteret i drikkevandet (PFAS hhv. pesticider).
- 1 – 10 g/L: Stoffer med kendt toksicitet, men som er vurderet til ikke at udgøre en risici ved de angivne kvalitetskrav.
- Over 10 g/L: Stoffer med lavere toksicitet.

Pesticider

Listen omfatter 28 pesticider og nedbrydningsprodukter, som er obligatoriske. Hvis der er eller har været kartoffelavl inden for årtier i indvindingsoplandet, så udvides listen med syv pesticider.

Hertil kommer 1 pesticid, hvis der er eller har været frugtavl eller juletræsavl i indvindingsoplandet.

Listen over pesticider og nedbrydningsprodukter opdateres løbende og er for eksempel blevet udvidet både i 2011 og 2014.

Aromater og klorholdige opløsningsmidler

Hvis der er konstateret forurening, eller der er kendskab til forurening i indvindingsoplandet, bør disse analyseres for.

Tidligere var disse obligatoriske, men er i den nuværende bekendtgørelse er det obligatorisk ved særlige betingelser.

Øvrige forbindelser

Alt efter kendte forureninger i indvindingsoplandet tilpasses analysesprogrammet til at omfatte mulige stoffer. Dette både ud fra kendskabet til den enkelte forureningskilde og den potentielle forurening ud fra anvendelse på forureningsstedet.

Mikrobiologiske parametre

Coliforme bakterier

Denne gruppe bakterier er som regel ikke sygdomsfremkaldende i sig selv, men trives de samme steder som de sygdomsfremkaldende bakterier og kaldes derfor indikatorbakterier.

Påvisning af coliforme bakterier tages som et tegn på forurening, og ved forekomst skal der foretages yderligere undersøgelser. Der er dog stærke indikationer på at der i alle vandforsyningsanlæg forekommer coliforme bakterier, og at disse med nuværende metoder til stadighed kan påvises en gang i mellem.

- Afgang værk: i.m. pr. 100 ml (ikke målelig)
- Ledningsnet: i.m. pr. 100 ml (ikke målelig).

Escherichia coli (E. coli)

E. coli forekommer i varmblodede dyrs og menneskers tarmkanal, og forekomst i drikkevand indikerer en frisk forurening med tilløb fra kloak, septiktank, mødding, gylletanke o.lign. med deraf følgende risiko for tilstedeværelse af sygdomsfremkaldende bakterier.

Parameteren blev i tidligere bekendtgørelser kaldt "Termotolerante coliforme bakterier".

- Afgang værk: i.m. pr. 100 ml (ikke målelig)
- Ledningsnet: i.m. pr. 100 ml (ikke målelig).

Kimtal ved 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, når det forlader vandværket.

På ledningsnettet kan ses højere værdier, navnlig i store installationer.

- Afgang værk: Max. 5 pr. ml
- Ledningsnet: Max. 20 pr. ml.

Kimtal ved 22 °C

Dette kimal giver udtryk for antallet af "kuldeelskende" bakterier, der kan være naturligt forekommende i naturen (jord- og vandbakterier, forrådnelsesbakterier m.v.), 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. Kimtallet blev tidligere målt som Kimal ved 21 °C, men det er den samme gruppe bakterier, der vokser frem.

- Afgang værk: Max. 50 pr. ml
- Ledningsnet: Max. 200 pr. ml.

Enterokokker

Enterokokker er tarmbakterier (fækale streptokokker), og forekomst indikerer lige som E. coli fækal forurening med vand fra kloak, mødding o.lign.

Enterokokker måles kun ved forekomst af E.coli.

- Afgang værk: i.m. pr. 100 ml (ikke målelig)
- Ledningsnet: i.m. pr. 100 ml (ikke målelig)

Clostridium perfringens, herunder sporer

Clostridium perfringens er en sporedannende tarmbakterie, der ved forekomst indikerer en ældre fækal forurening. Parameteren skal kun bestemmes ved påvirkning af overfladevand.

- Afgang værk: i.m. pr. 50 ml (ikke målelig)
- Ledningsnet: i.m. pr. 50 ml (ikke målelig)

Bemærk: Der er forskellige krav til vandkvalitet på henholdsvis afgang fra vandværk og på ledningsnet ved indgang til ejendom.

Desuden er der krav til vandkvalitet ved forbrugernes taphane, men forbrugernes taphane er dog uden for vandværkets ansvarsområde og bliver ikke behandlet her.

Bemærk, at der ikke er nogle kvalitetskrav til råvand / boringer.

Forfatter: Civilingeniør Morten Due, R. Dons' Vandanalytisk Laboratorium A/S i 2015.

Publiceringsdato: 06/04 2018