

# 1. VATTENKVALITETSPARAMETRAR – EN ÖVERSIKT

## 1.1 Några viktiga begrepp

När vi pratar om vattenkvalitet så pratar vi ofta om **koncentrationen** av olika substanser i vatten. Koncentration är mängden av en viss substans per volym vatten. Ofta mäts koncentration i gram per liter vatten (g/L).

$$1 \text{ g/L} = 1000 \text{ mg/L} = 1 \text{ kg/m}^3$$

Koncentration kan också mätas i mol per liter. Mol är en måtenhet för antal. En mol är lika med  $6,022 \cdot 10^{23}$  stycken. Om man t.ex. säger att man har 1 mol per liter kloridjoner ( $\text{Cl}^-$ ) i vatten så betyder det att i varje liter vatten så finns  $6,022 \cdot 10^{23}$  stycken kloridjoner. Enheten mol per liter förkortas M. Millimol per liter förkortas således mM.

$$1 \text{ mol/L} = 1 \text{ M} = 1000 \text{ mmol/L} = 1000 \text{ mM}$$

**Molmassan** för ett ämne kan man hitta i periodiska systemet. Molmassan relaterar mol och massa. Till exempel har kolatomen molmassan 12,01 g/mol. Detta betyder att en mol kolatomer väger 12,01 g. Klor (Cl) har molmassan 35,45 g/mol vilket betyder att en mol kloridjoner väger 35,45 g. Om vi säger att vi har koncentrationen 1 M kloridjoner i vatten så är det alltså samma som att säga att vi har 35,45 g/L kloridjoner.

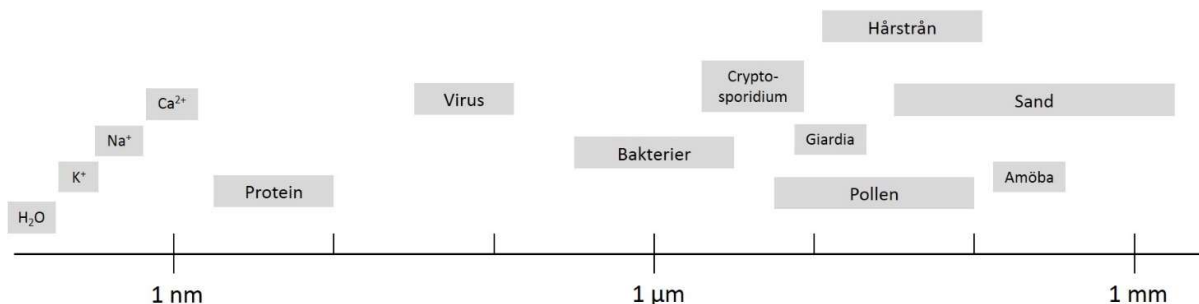
## 1.2 Rent vatten

Rent vatten består av  $\text{H}_2\text{O}$  och låga koncentrationer ( $\sim 10^{-7}$  M) av oxoniumjoner ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) och hydroxidjoner ( $\text{OH}^-$ ). För att beskriva rent vatten använder vi parametrarna temperatur, densitet och viskositet. Värden för densitet och viskositet varierar med temperatur och finns angivna in Bilaga A.

Helt rent vatten finner vi dock endast i vissa forskningslaboratorier och industriella processer. I naturen innehåller vatten alltid diverse substanser som påverkar dess kvalitet. Vi använder en mängd olika metoder för att mäta hur dessa substanser påverkar vattnet. Det vi mäter med dessa metoder kallas vattenkvalitetsparametrar.

## 1.3 Partiklar i vatten

Substanser i vatten kan ha olika storlekar. Joner är väldigt små, mindre än en nanometer (nm) i diameter. Sandkorn är förhållandevis stora och kan vara några millimeter i diameter. Figur 1-1 visar exempel på storlekar för olika substanser som kan finnas i vatten.



Figur 1-1. Ungefärliga storlekar på några olika substanser som kan finnas i vatten.

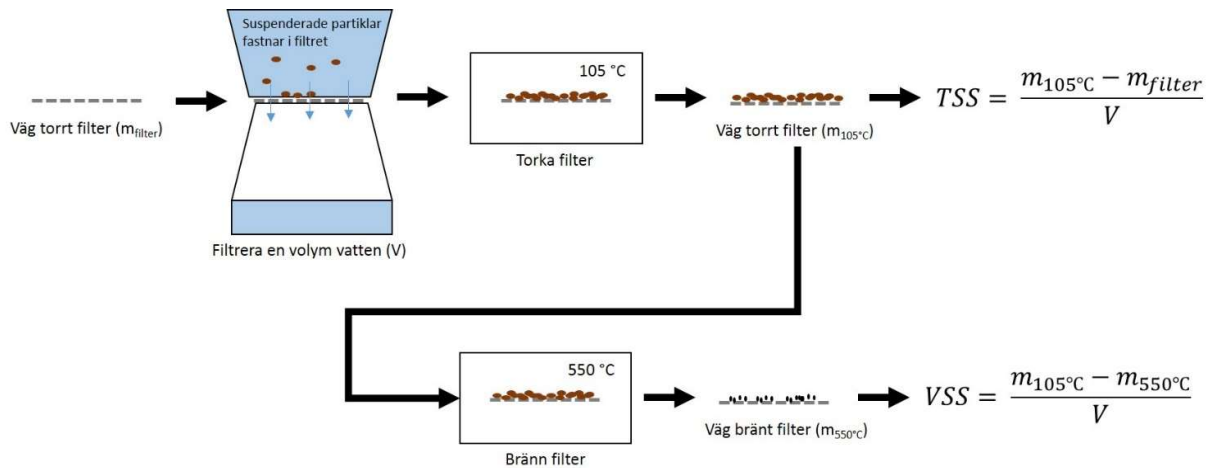
Ett sätt att klassificera substanser i vatten är att dela upp dem i partiklar och lösta ämnen. Partiklar är substanser som man kan se med blotta ögat medan lösta ämnen inte syns i vattnet. Partiklar gör att vattnet ser grumligt ut och inte släpper igenom ljus. Det finns flera sätt att mäta ett vattens grumlighet.

**Siktdjup:** En skiva som kallas Secchiskiva sänks ner i vattnet. Siktdjupet är det största djup på vilket Secchiskivan kan observeras av det mänskliga ögat.

**Turbiditet:** Turbiditet mäts med ett instrument som kallas nephelometer. En ljusstråle lyser på vattenprovet. En sensor placerad i en rät vinkel mot ljusstrålen detekterar hur mycket ljuset sprids av partiklar i vattnet. Om vitt ljus används (400-680 nm) så kallas måtenheten NTU (nephelometric turbidity unit). Om infrarött ljus används (780-900 nm) så kallas enheten FNU (formazin nephelometric unit). Andra enheter kan också förekomma beroende på i vilken vinkel som sensorn är placerad i förhållande till ljuskällan.

Ett mer precist sätt att definiera partiklar och lösta ämnen är att använda filter. Ofta använder man filter med porstorlekar i spannet 0,2-1,5 µm. De substanser som passerar filtret klassificeras som lösta och de som fastnar i filtret klassificeras som partiklar. Det material som fastnar i filtret kallas susp.

**Susp (TSS och VSS):** Detta är koncentrationen suspenderat material i vattnet. Vi kan differentiera mellan TSS (*eng. total suspended solids*) och VSS (*eng. volatile suspended solids*). TSS mäts genom att filtrera vattnet genom ett glasfiberfilter. Partiklar suspenderade i vattnet fastnar i filtret. Efter filtreringen torkar man filtret vid 105°C. Koncentrationen partiklar (TSS) i vattnet kan beräknas genom att mäta hur mycket det torra filtret har ökat i vikt efter filtreringen. För att mäta VSS bränner man filtret i en ugn på 550°C. Vid den här temperaturen antar man att allt organiskt material bränns bort. Genom att mäta filtrets vikt igen efter förbränningen kan man beräkna koncentrationen VSS. Mätmetoden för TSS och VSS beskrivs i Figur 1-2.



Figur 1-2. Mätmetod för susp (TSS och VSS).

Definitionen av substanser i vatten som partiklar eller lösta används ofta, men gränsdragningen mellan vad som är en partikel och vad som är löst är oklar. Substanser som är större än ungefär en mikrometer (µm) i diameter definieras som suspenderade partiklar. Om dessa partiklar har en högre densitet än vattnet brukar de så småningom att sedimentera till botten av den vattenmassa som de befinner sig i. Substanser som är mindre än ungefär en nanometer (nm) kallas för lösta. Dessa ämnen är så små att de kan passera cellmembran och direkt tas upp av organismer i vatten.

Sedan har vi substanser i spannet 1 nm till 1 µm. Den korrekta definitionen av dessa substanser är kolloidala partiklar. Dessa små partiklar har så låg sjunkhastighet att de konstant hålls suspenderade i vattenmassan. De har också en stor yta i förhållande till sin volym vilket betyder att deras ytegenskaper är viktiga för hur de beter sig i vatten. Kolloidala partiklar innefattar bland annat virus, organiska makromolekyler (t.ex. proteiner) och lerpartiklar.

Kolloidala partiklar och lösta ämnen kan ge vattnet färg. Naturliga vatten har ibland en röd- eller gulaktig färgtoning på grund av järnoxider och humusämnen. Färg är en vattenkvalitetsparameter som mäts på ett standardiserat sätt.

**Färg:** När man mäter ett vattens färg bör turbiditeten (dvs partiklar) först tas bort genom t.ex. filtrering. Vattnets färg jämförs sedan med den så kallade platinum-kobolt skalan. Skalan går från 0 vilket motsvarar destillerat vatten, till 500 vilket motsvarar 500 mg/L platinum löst i vatten. Platinum-koboltlösningen har en gulaktig färgton. Standardlösningen (dvs färg = 500 mgPt/L) innehåller 1,246 g/L  $K_2PtCl_6$ , 1 g/L  $CoCl_2 \cdot 2H_2O$  och 100 mL/L koncentrerad HCl.

#### 1.4 Lösta ämnen

Definition av lösta ämnen är inte helt tydlig. Joner och andra substanser som är mindre än ungefär 1 nm i diameter klassificeras definitivt som lösta. Ofta betraktas även en stor del av de kolloidala partiklarna som lösta ämnen. När man mäter vattenkvalitet används ofta filter med en porstorlek på 0,45  $\mu m$  för att skilja mellan partiklar och lösta ämnen. Det betyder att de kolloidala partiklar som passerar filtret betraktas som lösta. Lösta ämnen har stor påverkan på vattnet. Det finns flera vattenkvalitetsparametrar som mäter joners påverkan på vattnet. Joner är elektriskt laddade atomer eller molekyler som det finns gott om i vatten.

**pH:** Detta är aktiviteten oxoniumjoner ( $H_3O^+$ ) i vattnet. Oxoniumjonerna är alltid i balans med hydroxidjonerna ( $OH^-$ ) i vattnet. Om det finns fler oxoniumjoner så är vattnet surt. Om det finns fler hydroxidjoner så är vattnet basiskt. Om det finns lika många oxoniumjoner som hydroxidjoner så är vattnet neutral.

**Konduktivitet:** Detta är ett mått på den totala koncentrationen joner i vattnet. När man mäter konduktivitet mäter man vattnets förmåga att leda elektricitet. Om vattnet har hög koncentration joner (dvs hög jonstyrka eller salthalt) blir vattnet mer konduktivt. Konduktivitet mäts i mikroSiemens per centimeter ( $\mu S/cm$ ). Saltvatten har högre konduktivitet än sötvatten.

**Hårdhet:** Detta är koncentrationen kalcium och magnesium-joner i vattnet ( $Ca^{2+}$  och  $Mg^{2+}$ ). Hög koncentration av dessa joner kan leda till avlagringar i rör och annan utrustning som är i kontakt med vatten (t.ex. köksmaskiner). Därför är hårdhet en viktig vattenkvalitetsparameter som mäts i vattenverk.

**Alkalinitet:** Detta är ett mått på vattnets förmåga att motstå förändring i pH när syra tillsätts. I naturliga vatten påverkas alkaliniteten främst av koncentrationen bikarbonatjoner ( $HCO_3^-$ ).

Förutom joner finns det även oladdade små molekyler lösta i vatten. Den viktigaste av dessa är syre ( $O_2$ ). Luft innehåller cirka 21% syre och när vatten är i kontakt med luft löser sig en liten fraktion av syret i vattnet. Löst syre är viktigt för att fiskar och andra organismer som lever i vatten ska kunna andas. Vattenkvalitetsparametern kallas DO.

**DO (eng. dissolved oxygen):** Detta är koncentrationen syre ( $O_2$ ) löst i vatten och mäts vanligtvis i milligram per liter (mg/L).

#### 1.5 Organiska ämnen och näringsämnen

Organiska ämnen kan förekomma som partiklar, kolloider eller lösta ämnen. Det finns många olika organiska ämnen och det är svårt att mäta varje enskilt ämne. Däremot finns det flera vattenkvalitetsparametrar som används för att mäta den totala koncentrationen organiska ämnen i vatten.

**TOC** (eng. *total organic carbon*): Detta är den totala koncentrationen organiskt kol som finns löst eller suspenderat i vattnet. Om vattnet filtreras innan man mäter kallas resultatet **DOC** (eng. *dissolved organic carbon*).

**COD** (eng. *chemical oxygen demand*): Detta är ett mått på koncentration syre som krävs för att bryta ner den totala mängden organiska ämnen som finns i vattnet.

**BOD** (eng. *biochemical oxygen demand*): Detta är ett mått på koncentrationen syre som krävs för att bryta ner de biologiskt nedbrytbara organiska ämnen som finns i vattnet.

**UV<sub>254</sub>**: Detta är vattnets förmåga att absorbera UV-ljus med våglängden 254 nm. Humusämnen, vilka är svårnedbrytbara organiska ämnen som har aromatiska ringar i sin molekylära struktur, har hög UV-absorbans. **UV<sub>254</sub>** kan användas som ett mått på koncentrationen av sådana ämnen i vattnet. Om man tar kvoten mellan **UV<sub>254</sub>** och **DOC** så får vi parametern **SUVA<sub>254</sub>** (specific UV absorbance). **SUVA<sub>254</sub>** visar hur stor fraktion av de lösta organiska ämnena som utgörs av humusämnen.

Näringsämnen är alla de ämnen som krävs för att liv ska kunna existera. När det gäller vattenkvalitet så är det framförallt koncentrationerna av kväve (N) och fosfor (P) som vi menar när vi pratar om näringsämnen. Kväve och fosfor är de näringsämnen som ofta är begränsande för tillväxten av fotosyntetiska organismer i vattnet (t.ex. alger).

**Näringsämnen:** Detta är koncentrationerna kväve (N) och fosfor (P) som finns i vattnet. Kväve förekommer vanligen som organiskt bundet kväve, ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), ammoniak (NH<sub>3</sub>), nitrit (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>), eller nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Fosfor förekommer som fosfat (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) eller bundet till partiklar eller organiskt material.

## 1.6 Smittämnen och mikroföroreningar

I vatten kan det förekomma ämnen som orsakar sjukdom hos människor. Speciellt i vatten som förorenats med fekalier finns det risk för sjukdomsframkallande virus, bakterier och parasiter. Det är svårt att mäta varje enskilt smittämne. Istället mäter indikatororganismer som visar om vattnet är påverkat av fekalier. En vanlig parameter är koliforma bakterier.

**Koliforma bakterier:** Dessa bakterier är vanliga i tarmarna hos människor och varmblodiga djur. Om höga halter detekteras i vatten indikerar det fekala föroreningar, vilket betyder att det finns risk att sjukdomsframkallande virus, bakterier eller parasiter också finns i vattnet.

Det finns även många andra ämnen som kan vara hälsofarliga för människor och djur. Många av dessa ämnen klassificeras som mikroföroreningar.

**Mikroföroreningar:** Detta är ett samlingsnamn på föroreningar som förekommer i väldigt låga koncentrationer (~µg/L) men som ändå kan ha allvarliga konsekvenser. Dessa ämnen kan vara t.ex. läkemedelsrester, bekämpningsmedel, flamskyddsmedel, metaller och svårnedbrytbara kolväten från exempelvis förbränningsprocesser. Många av dessa ämnen kan bioackumuleras vilket betyder att de lagras i kroppen hos djur och därför ökar i koncentration ju högre upp i näringskedjan man kommer.