

BILAGA 1

**Analysparametrarnas innebörd och bedömningsgrunder
för vattenkemi samt metall i vattenmossa**

Olika variablers innebörd

Från och med undersökningsåret 1999 tillämpas Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet (Rapport 4913 – Sjöar och vattendrag). Nedanstående klassgränser har hämtats från rapporten. Vissa tillägg och avvikelser från Naturvårdsverkets bedömningsgrunder har gjorts (Tillämpningsförslag gällande bedömningsgrunder kemi, ALcontrol 2000). Skillnaderna kommenteras i efterföljande text.

Då inget annat anges avser bedömningen årsmedelvärden i ytvatten (0,5 m). För pH och alkalinitet avses medianvärden och för syre i sjöar årlägstahalter i bottenvatten (en meter över botten).

Vattenkemi

Vattentemperatur (°C)

Temperatur mäts alltid i fält. Den påverkar bl.a. den biologiska omsättningshastigheten och syrets löslighet i vatten.

Eftersom densitetsskillnaden per grad ökar med ökad temperatur, kan ett språngskikt bildas i sjöar under sommaren. Detta innebär att vattenmassan skiktas i två vattenvolymer med olika fysikaliska och kemiska egenskaper. Förekomst av temperatursprångskikt försvårar ämnesutbytet mellan yt- och bottenvatten, vilket medför att syrebrist kan uppstå i bottenvattnet där syreförbrukande processer dominerar.

Under vintern medför isläggningen att syresättningen av vattnet i stort sett upphör. Under senvintern kan därför också syrebrist uppstå i bottenvattnet.

pH-värde

Vattnets surhetsgrad anges som pH-värde. Skalan är logaritmisk, vilket innebär att pH 6 är 10 gånger surare och pH 5 är 100 gånger surare än pH 7. Normala pH-värden i sjöar och vattendrag är oftast 6-8. Regnvatten har ett pH-värde på 4,0-4,5.

Låga värden uppmäts som regel i sjöar och vattendrag i samband med snösmältning eller kraftiga regn. Höga pH-värden kan under sommaren uppträda i sjöar vid kraftig alg tillväxt, vilket är en konsekvens av koldioxidupptaget vid fotosyntesen.

Vid pH-värden under ca 5,5 uppstår biologiska störningar, t.ex. nedsatt fortplantningsförmåga hos vissa fiskarter, utslagning av känsliga bottenfaunaarter m.m. Vid värden under ca 5,0 sker drastiska förändringar och utarmning av organismsamhällen. Låga pH-värden ökar många metallers löslighet och därmed giftighet i vatten.

Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913) kan vattnets tillstånd med avseende på pH (medianvärde) indelas enligt följande effektrelaterade skala:

> 6,8	Nära neutralt
6,5 – 6,8	Svagt surt
6,2 – 6,5	Måttligt surt
5,6 – 6,2	Surt
≤ 5,6	Mycket surt
Tillägg (ALcontrol)	
8 – 9	Högt pH-värde
> 9	Mycket högt pH-värde

Alkalinitet (mekv/l)

Alkalinitet är ett mått på vattnets innehåll av syraneutraliserande ämnen, vilka främst utgörs av karbonat- och vätekarbonat. Alkaliniteten ger information om vattnets buffertkapacitet, d.v.s. förmågan att motstå försurning.

Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913) kan vattnets tillstånd med avseende på alkalinitet (medianvärde) indelas enligt följande effektrelaterade skala:

>0,20	Mycket god buffertkapacitet
0,10–0,20	God buffertkapacitet
0,05–0,10	Svag buffertkapacitet
0,02–0,05	Mycket svag buffertkap.
≤ 0,02	Ingen/obetydlig buffertkap.

Konduktivitet (mS/m, 25°C)

Konduktivitet (elektrisk ledningsförmåga) är ett mått på den totala halten lösta salter i vattnet. De ämnen som vanligen bidrar mest till konduktiviteten i sötvatten är kalcium, magnesium, natrium, kalium, klorid, sulfat och vätekarbonat.

Konduktiviteten ger information om mark- och berggrundsförhållanden i tillrinningsområdet. Konduktiviteten kan i en del fall också användas som indikation på utsläpp. Utsläppsvatten från reningsverk har ofta höga salthalter.

Vatten med hög salthalt är tyngre (har högre densitet) än saltfattigt vatten. Om inte vattnet omblandas kommer därför det saltrika utsläppsvattnet att inlagras på botten av sjöar och vattendrag.

Färgtal (mg Pt/l)

Vattnets färg är främst ett mått på mängden humus (löst organiskt material) och järn i vattnet och är ofta en återspeglning av halten av organiska ämnen (TOC). Humus består av svårnedbrytbara organiska ämnen som kommer från omgivande skogs- och myrmarker. Vid stor nederbörd sker stor utlakning av humusämnen från omgivande skogs- och myrmarker till vattnet. Även t.ex. ändrade grundvattennivåer, vattenföring, skogsavverkning och försurning kan påverka urlakningen till vattendragen.

Färgtal mäts genom att vattnets färg jämförs med en brungul färgskala (platinaklorid). Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913) kan en klassindelning med avseende på vattnets färgtal göras enligt följande:

≤ 10	Ej eller obetydligt färgat
10 – 25	Svagt färgat
25 – 60	Måttligt färgat
60 – 100	Betydligt färgat
> 100	Starkt färgat

Fotometermätningar av vattnets absorbans på filtrerat vatten vid 420 nm våglängd ger högre precision än mätningar av vattenfärg med färgkomparator, speciellt vid låg vattenfärg. Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913) kan en klassindelning med avseende på vattnets absorbans göras enligt följande:

≤ 0,02	Ej eller obetydligt färgat
0,02 – 0,05	Svagt färgat
0,05 – 0,12	Måttligt färgat
0,12 – 0,20	Betydligt färgat
> 0,20	Starkt färgat

Siktdjup (m)

Siktdjupet visar hur ljusets nedträngning sammantaget påverkas av vattenfärg och grumlighet, och ger ett mått på hur djupt ned de gröna växterna kan växa i sjön. Siktdjupet i sjöar beror delvis på deras näringsrikedom genom att en riklig planktonproduktion gör vattnet grumligt. Även halten av humusämnen, vilka tillförs från marken i avrinningsområdet, har stor betydelse för siktdjupet.

Siktdjupet mäts genom att man sänker ned en vit skiva i vattnet och med vattenkikare noterar djupet när den inte längre kan urskiljas. Därefter drar man upp siktskivan tills man åter kan se den och noterar djupet. Medelvärde av dessa djup utgör siktdjupet.

Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913) kan en klassindelning med avseende på sjöars siktdjup göras enligt följande:

≥ 8	Mycket stort siktdjup
5 – 8	Stort siktdjup
2,5 – 5	Måttligt siktdjup
1 – 2,5	Litet siktdjup
< 1	Mycket litet siktdjup

Enligt Naturvårdsverket, Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Kust och Hav, Rapport 4914, kan klassindelning med avseende på siktdjup i kustvatten göras enligt följande:

≥ 5,4	Mycket stort siktdjup
4,0 – 5,4	Stort siktdjup
3,4 – 4,0	Medelstort siktdjup
2,5 – 3,4	Litet siktdjup
< 2,5	Mycket litet siktdjup

Klorofyll a

Klorofyll a ($\mu\text{g/l}$) är ett av nyckelämnena i växternas fotosyntes. Halten klorofyll kan därför användas som mått på mängden alger i vattnet. Algernas klorofyllinnehåll är dock olika för olika arter och olika tillväxtfaser. Klorofyllhalten är i regel högre ju näringsrikare ett vatten är.

Enligt Naturvårdsverket, Rapport 4913, görs en klassindelning i sjöar med avseende på klorofyllhalt i maj till oktober, $\mu\text{g/l}$, med beteckningar från låg ($<2,0 \mu\text{g/l}$) till extremt hög ($>25 \mu\text{g/l}$). Naturvårdsverkets bedömning harmoniserar ej med indelningen av biovolymen (växtplankton) där klass 1 motsvarar mycket liten biovolym. Därför har vi gjort en modifiering av indelningen enligt följande:

≤ 2,0	Mycket låga halter
2,0-5,0	Låga halter
5,0-12,0	Måttligt höga halter
12,0-25,0	Höga halter
>25,0	Mycket höga halter

Enligt Naturvårdsverket, Rapport 4913, kan sjöars halt av klorofyll a ($\mu\text{g/l}$), i ytvattnet under augusti, indelas enligt följande:

≤ 2,5	Låga halter
2,5-10,0	Måttligt höga halter
10,0-20,0	Höga halter
20,0-40,0	Mycket höga halter
>40,0	Extremt höga halter

Enligt Naturvårdsverket, Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Kust och Hav, Rapport 4914, kan kustvattens halt av klorofyll a ($\mu\text{g/l}$), i ytvattnet under augusti, indelas enligt följande:

≤1,5	Mycket låg halt
1,5 – 2,2	Låg halt
2,2 – 3,2	Medelhög halt
3,2 – 5,0	Hög halt
> 5,0	Mycket hög halt

Grumlighet (FNU)

Grumligheten (eller turbiditeten) är ett mått på vattnets innehåll av partiklar, såväl lerpartiklar som organiskt material, vilket påverkar ljusförhållandet. Partiklarna kan bestå av lermineral och organiskt material (humusflockar, plankton). Sjöar fungerar som naturliga renings- och klarningsbäsanger genom att organiska ämnen och partiklar sedimenterar till botten. Detta innebär att vattnets färg och grumlighet minskar betydligt efter större sjöar. På samma sätt minskar även halterna av fosfor och kväve.

Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913) kan en klassning med avseende på grumligheten göras enligt följande:

≤ 0,5	Ej eller obetydligt grumligt
0,5 – 1,0	Svagt grumligt
1,0 – 2,5	Måttligt grumligt
2,5 – 7	Betydligt grumligt
> 7	Starkt grumligt

TOC (mg/l)

TOC (totalt organiskt kol) ger information om halten av organiska ämnen. TOC-halten ligger i intervallen 2-5 mg/l för näringsfattiga klarvattensjöar, 5-15 mg/l för humösa sjöar och 5-15 mg/l för näringsrika sjöar. Vatten som är kraftigt förorenade med organiskt material kan ha värden överstigande 15 mg/l. Nedbrytningen av det organiska materialet förbrukar syre. TOC-halten ger därför även information om risken för låga syrgashalter.

Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913) kan en klassindelning med avseende på TOC-halt göras enligt följande:

≤ 4	Mycket låg halt
4 – 8	Låg halt
8 – 12	Måttligt hög halt
12 – 16	Hög halt
> 16	Mycket hög halt

Syrehalt (mg/l)

Syrehalten anger mängden syre som är löst i vattnet. Vattnets förmåga att lösa syre minskar med ökad temperatur och ökad salthalt.

Syre tillförs vattnet främst genom omrörning (vindpåverkan, forsar) samt genom växternas fotosyntes. Syre förbrukas vid nedbrytning av organiska ämnen.

Syrebrist kan uppstå i bottenvattnet i sjöar med hög humushalt, efter kraftig algblomning eller efter tillförsel av syreförbrukande utsläpp (organiska ämnen, ammonium). Risken är störst under sensommaren, särskilt vid förekomst av skiktning (se rubriken Vattentemperatur), och i slutet av isvintrar. Om djupområdet i en sjö är litet kan syrebrist uppträda även vid låg eller måttlig belastning av organiska ämnen (humus, plankton). I långsamt rinnande vattendrag kan syrebrist uppstå sommartid vid hög belastning av organiska ämnen och ammonium. Lägre syrehalter än 4-5 mg/l

kan ge skador på syrekrävande vattenorganismer. Risken för syrebrist minskar dock om luftningen (d.v.s. omrörningen av vattnet) är god.

Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913) kan tillståndet i sjöar med avseende på syrehalt (årslägsta värde) indelas enligt:

≥ 7	Syrerikt
5 – 7	Måttligt syrerikt
3 – 5	Svagt syretillstånd
1 – 3	Syrefattigt tillstånd
≤ 1	Syrefritt/nästan syrefritt

Enligt Naturvårdsverket, Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Kust och Hav, Rapport 4914, kan tillståndet i kustvatten med avseende på syrehalt (årslägsta värde) indelas enligt:

≥ 8,6	Hög halt
8,6 – 5,7	Mindre hög halt
5,7 – 2,9	Låg halt
2,9 – 0	Mycket låg halt
H ₂ S	Svavelväte

Syremättnad (%)

Syremättnad är den andel som den uppmätta syrehalten utgör av den teoretiskt möjliga halten vid aktuell temperatur och salthalt.

Vid 0°C kan sötvatten t.ex. hålla en halt av 14 mg/l, men vid 20°C endast 9 mg/l. Mättnadsgraden kan vid kraftig alg tillväxt betydligt överskrida 100 %.

Vattnets tillstånd med avseende på syre bedöms utifrån syrehalten (se rubriken Syrehalt).

Salthalt (PSU)

Tidigare angavs salthalt i promille, men numera används enheten PSU (Promille Salinity Unit (salthalt i promille)).

Kväve ($\mu\text{g/l}$)

Totalkväve (tot-N) anger det totala kväveinnehållet i ett vatten. Kvävet kan föreligga dels organiskt bundet, dels som lösta salter. De senare utgörs av nitrat, nitrit och ammonium.

Kväve är ett viktigt näringsämne för levande organismer. Tillförsel av kväve anses utgöra den främsta orsaken till övergödningen (eutrofieringen) av våra kustvatten. Kväve tillförs sjöar, vattendrag och havet genom nedfall av luftföroreningar, läckage från jord- och skogsbruksmarker samt genom utsläpp av avloppsvatten.

Nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$) är en viktig närsaltkomponent som direkt kan tas upp av växtplankton och högre växter. Nitrat är lätttröligt i marken och tillförs sjöar och vattendrag genom s.k. markläckage. Under vegetationsperioden sjunker halterna i vattnet eftersom ämnena tas upp och binds upp i planktonbiomassa. Under vintern ökar halterna av löst kväve eftersom produktionen är låg i vattnet.

Ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$) är den oorganiska fraktion av kväve som bildas vid nedbrytning av organiska kväveföreningar. Ammonium omvandlas via nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$) till nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) med hjälp av syre. Denna process tar ganska lång tid och förbrukar stora mängder syre. Oxidation av 1 kg ammoniumkväve förbrukar 4,6 kg syre.

Många fiskarter och andra vattenlevande organismer är känsliga för höga halter av ammonium beroende på att gifteffekter kan förekomma. Giftigheten är beroende av pH-värdet (vattnets surhet), temperaturen och koncentrationen av ammonium. En del ammonium övergår till ammoniak som är giftigt. Ju högre pH-värde och temperatur desto större andel ammoniak i förhållande till ammonium (Alabaster & Lloyd, 1982).

Enligt Naturvårdsverket (1969:1) är gränsvärdet för laxfisk (t.ex. öring och lax) 0,2 mg/l och för fisk i allmänhet (t.ex. abborre,

gädda och gös) 1,5 mg/l. Det finns dock en del tåliga arter inom gruppen vitfiskar (t.ex. ruda, mört och braxen) som klarar högre halter.

Sjöar och vattendrag

Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913) kan tillståndet med avseende på totalkvävehalt (maj–oktober) i sjöar bedömas enligt:

≤ 300	Låga halter
300–625	Måttligt höga halter
625–1250	Höga halter
1250–5000	Mycket höga halter
> 5000	Extremt höga halter

Dessa gränser har tillämpats för medelhalter av värden uppmätta även under övriga delar av året. Tillståndsbedömningen i rinnande vatten har gjorts enligt samma normer.

I Naturvårdsverkets nya bedömningsgrunder saknas klassgränser för ammoniumkväve. Följande indelning har därför föreslagits av KM Lab (numera ALcontrol) med utgångspunkt från Bedömningsgrunder för svenska ytvatten (SNV 1969:1):

< 50	Mycket låga halter
50–200	Låga halter
200–500	Måttligt höga halter
500–1500	Höga halter
> 1500	Mycket höga halter

Kustvatten

Enligt Naturvårdsverket, Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Kust och Hav, Rapport 4914, kan kustvattens halt av kväve ($\mu\text{g/l}$), i ytvattnet under vintern, indelas enligt följande:

≤ 266	Mycket låg halt
266 – 350	Låg halt
350 – 490	Medelhög halt
490 – 756	Hög halt
> 756	Mycket hög halt

Under sommaren gäller följande indelning:

≤252	Mycket låg halt
252 – 308	Låg halt
308 – 364	Medelhög halt
364 – 448	Hög halt
> 448	Mycket hög halt

Kustvattnets halt av nitrit/nitratkväve ($\mu\text{g/l}$) i ytvattnet under vintern kan indelas enligt följande:

≤77	Mycket låg halt
77 – 102	Låg halt
102 – 140	Medelhög halt
140 – 364	Hög halt
> 364	Mycket hög halt

Kustvattnets halt av ammoniumkväve ($\mu\text{g/l}$) i ytvattnet under vintern kan indelas enligt följande:

≤9,9	Mycket låg halt
9,9 – 17	Låg halt
17 – 29	Medelhög halt
29 – 60	Hög halt
> 60	Mycket hög halt

Fosfor ($\mu\text{g/l}$)

Totalfosfor (tot-P) anger den totala mängden fosfor som finns i vattnet. Fosfor föreligger i vatten antingen organiskt bundet eller som fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$). Fosfor är i allmänhet det tillväxtbegränsande näringsämnet i sötvatten och alltför stor tillförsel kan medföra att vattendrag växer igen och syrebrist uppstår. Under vegetationsperioden sjunker halterna av fosfatfosfor i vattnet eftersom det tas upp och binds upp i planktonbiomassa. Under vintern ökar halterna av löst fosfor eftersom produktionen är låg i vattnet.

Sjöar och vattendrag

Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913) kan tillståndet med avseende på totalfosforhalt (maj-oktober) i sjöar bedömas enligt nedanstående skala. Skalan är kopplad till olika produktionsni-

våer, från näringsfattiga till näringsrika vatten:

≤ 12,5	Låga halter
12,5 – 25	Måttligt höga halter
25 – 50	Höga halter
50 – 100	Mycket höga halter
> 100	Extremt höga halter

Dessa gränser har tillämpats för medelhalter av värden uppmätta även under övriga delar av året. Tillståndsbedömningen i rinnande vatten har gjorts enligt samma normer.

Kustvatten

Enligt Naturvårdsverket, Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Kust och Hav, Rapport 4914, kan kustvattnets halt av fosfor ($\mu\text{g/l}$), i ytvattnet under vintern, indelas enligt följande:

≤23	Mycket låg halt
23 – 28	Låg halt
28 – 34	Medelhög halt
34 – 40	Hög halt
>40	Mycket hög halt

Under sommaren gäller följande indelning:

≤15	Mycket låg halt
15 – 19	Låg halt
19 – 24	Medelhög halt
24 – 31	Hög halt
> 31	Mycket hög halt

Kustvattnets halt av fosfatfosfor ($\mu\text{g/l}$) i ytvattnet under vintern kan indelas enligt följande:

≤9,6	Mycket låg halt
9,6 – 17	Låg halt
17 – 24	Medelhög halt
24 – 31	Hög halt
> 31	Mycket hög halt

Kväve/fosfor-kvot

Kvoten mellan halterna av kväve och fosfor (N/P-kvoten) beskriver den relativa

betydelsen av dessa ämnen och visar potentialen för massutveckling av blågrönalger.

Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913) kan tillståndet med avseende på kväve/fosfor-kvot (juni-september) i sjöar bedömas enligt följande:

≥ 30	Kväveöverskott
15 – 30	Kväve-fosforbalans
10 – 15	Måttligt kväveunderskott
5 – 10	Stort kväveunderskott
< 5	Extremt kväveunderskott

Vid kväveöverskott (N/P-kvot ≥30) är risken för blomning av blågrönalger liten, men risken ökar med ökande kväveunderskott (N/P-kvot < 30).

Arealspecifik förlust av kväve och fosfor (kg/ha, år)

Den arealspecifika förlusten i rinnande vatten, d.v.s. årstransporten dividerad med

avrinningsområdets areal, beskriver tillförseln av fosfor och kväve från avrinningsområden till sjöar och hav. Den utgör också ett indirekt mått på produktionsförutsättningarna för vattendragens växt- och djursamhällen.

Förlusterna av fosfor och kväve inkluderar tillförsel från alla källor uppströms mät-punkten. Den arealspecifika förlusten används för bedömning av förluster från olika marktyper i relation till normala förluster vid olika markanvändning. Eventuella punktkällors bidrag till arealförlusterna måste därför beaktas.

Tillstånd

Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913) kan tillståndet med avseende på arealspecifik förlust av kväve och fosfor (12 haltmätningar per år under 3 år samt dygnsvattenföring) bedömas enligt följande klassindelningar:

≤ 1,0	Mycket låga kväveförluster	Fjällhed och fattiga skogsmarker
1,0 – 2,0	Låga kväveförluster	Icke kvävemättad skogsmark i norra och södra Sverige
2,0 – 4,0	Måttligt höga kväveförluster	Opåverkad myrmark, påverkad skogsmark (t.ex. hyggesläckage), ogödslad vall
4,0 – 16,0	Höga kväveförluster	Åker i slättbygd
> 16,0	Mycket höga kväveförluster	Odlade sandjordar, ofta i kombination med djurhållning

≤ 0,04	Mycket låga fosforförluster	Opåverkad skogsmark
0,04 – 0,08	Låga fosforförluster	Vanlig skogsmark
0,08 – 0,16	Måttligt höga fosforförluster	Hyggen, myr- och torvmark, mindre erosionsbenägen åkermark, ofta med vallodling
0,16 – 0,32	Höga fosforförluster	Åker i öppet bruk
> 0,32	Mycket höga fosforförluster	Erosionsbenägen åkermark

Avvikelse

Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913) kan avvikelser från jämförvärdet med avseende på areal-specifik förlust av kväve och fosfor bedömas enligt följande klassindelning:

Kväve

≤ 2,5	Ingen eller obetydlig avvikelse
2,5 – 5	Tydlig avvikelse
5 – 20	Stor avvikelse
20 – 60	Mycket stor avvikelse
> 60	Extrem avvikelse

Fosfor

≤ 1,5	Ingen eller obetydlig avvikelse
1,5 – 3	Tydlig avvikelse
3 – 6	Stor avvikelse
6 – 12	Mycket stor avvikelse
> 12	Extrem avvikelse

Allmänt om metaller

Metaller förekommer naturligt i låga halter i sjöar och vattendrag. Halterna varierar med avrinningsområdets berggrund och jordart. Vattnets surhet och innehåll av organiska ämnen påverkar också metallhalterna. Om vattnet innehåller höga halter av metaller påverkas vattnets organismer negativt.

Metaller med en densitet som är större än 5 gram per kubikcentimeter betecknas som tungmetaller. Exempel på tungmetaller är bly, krom, kadmium, koppar, arsenik, zink, nickel och kvicksilver. I dagligt tal kallas dessa tungmetaller också för ”skadliga” tungmetaller till skillnad från exempelvis järn, som per definition också är en tungmetall.

Tungmetaller är grundämnen, som finns naturligt i miljön i förhållandevis låga halter.

Till skillnad från flertalet naturligt förekommande ämnen tycks vissa tungmetaller - främst bly, kadmium och kvicksilver inte ha någon biologisk funktion i levande organismer. I stället orsakar dessa metaller redan i små mängder skador då de tillförs både djur och växter.

En del tungmetaller, t.ex. zink, krom och koppar är nödvändiga och ingår i enzymer, proteiner, vitaminer och andra livsviktiga byggstenar - men tillförseln till organismen får inte bli för stor.

Tungmetallerna är oförstörbara, bryts inte ner eller utsöndras mycket långsamt. De är således exempel på stabila ämnen, som blir miljögifter för att de dyker upp i alltför stora mängder i fel sammanhang.

Tungmetallernas giftverkan beror till stor del på att de binds hårt till organiska ämnen/strukturer i levande celler, vilket dels försvårar utsöndring (ger ackumulering) och dels bidrar till att olika cellfunktioner störs (gifteffekt).

Metallerna förekommer i olika kemiska former och är därigenom olika biotillgängliga för levande organismer. Metallerna kan vara lösta i vattnet i jonform, eller förekomma som oorganiska och organiska komplex. De binds även till partiklar och följer dessa. Också tungmetallernas egen rörlighet i miljön skiftar beroende på deras fysikaliska och kemiska egenskaper. Kadmium, arsenik, nickel och zink transporteras och sprids mycket lätt, medan kvicksilver, bly, krom och koppar behöver speciella förhållanden för att kunna frigöras och ”vandra”.

Tillståndsklasser

Enligt Naturvårdsverket (1999) kan metallhalter i vatten ($\mu\text{g/l}$) indelas i tillståndsklasser enligt följande tabell:

Bedömningsgrunder för miljökvalitet					
(klassificering saknas för aluminium, järn, mangan och kobolt)					
	Mycket låga halter	Låga halter	Måttligt höga halter	Höga halter	Mycket höga halter
Arsenik	≤0,4	0,4-5	5-15	15-75	>75
Bly	≤0,2	0,2-1	1-3	3-15	>15
Kadmium	≤0,01	0,01-0,1	0,1-0,3	0,3-1,5	>1,5
Koppar	<0,5	0,5-3	3-9	9-45	>45
Krom	≤0,3	0,3-5	5-15	15-75	>75
Nickel	<0,7	0,7-15	15-45	45-225	>225
Zink	<5	5-20	20-60	60-300	>300

Aluminium

Aluminium är en metall som förekommer i höga halter i de flesta jord- och bergarter. Vid låga pH-värden löses metallen ut och går i vattenlösning. Höga halter (mg-nivå) av löst aluminium är giftigt för vattenorganismer. När pH-värdet stiger till 5-5,5 faller aluminium ut. När denna process sker bildas aluminiumfällningar på fiskars och bottendjurs gälar, vilket kan ha en direkt dödande effekt. När aluminium väl har fallit ut minskar giftigheten kraftigt. När pH-värdet stiger till 8-9 kan aluminium åter gå i lösning, varvid giftigheten ökar igen. Om pH-värdet sedan sjunker faller åter aluminium ut och kan då också bilda skadliga beläggningar på vattenorganismernas gälar.

Aluminium, främst i form av s.k. labilt aluminium, verkar i höga koncentrationer som ett gift för vattenlevande organismer, däribland fisk. Den toxiska (giftiga) halten för fisk ligger i intervallet 50-150 µg/l.

För aluminium saknas bedömningsgrunder men en bedömning kan göras utifrån normalvärden i ytvatten (Skoglund & Torstensson).

Järn och mangan

För recipientvatten saknas bedömningsgrunder för järn och mangan. Dessa parametrar kan däremot bedömas utifrån normalvärden i ytvatten (Skoglund & Torstensson).

Normalvärden i ytvatten

Nedan redovisas normalvärden för svenska ytvatten (Skoglund och Torstensson, opubl.):

Parameter	median	medelvärde
pH		6-8
Konduktivitet (mS/m)		2-20
Färgtal (mg/l)		
BOD7 (mg/l)		
COD-Cr (mg/l)		1-30
COD-Mn (mg/l)		1-25
Totalfosfor (mg/l)		
Nitritkväve (mg/l)		
Nitratkväve (mg/l)		
Totalkväve (mg/l)		
Klorid (mg/l)		1-20
Sulfat (mg/l)		
Aluminium (mg/l)	150	40-300
Arsenik (mg/l)	0,02	0,1-0,4
Kalcium (mg/l)		1,9-24,7
Kalium (K, mg/l)		0,3-2,0
Magnesium (mg/l)		0,5-2,7
Natrium (mg/l)		<1-10
Bly (mg/l)	0,4	<1,1
Järn (mg/l)	400	50-2200
Mangan (mg/l)	40	10-550
Kadmium (mg/l)		0,005-0,12
Nickel (mg/l)		0,1-1,2
Koppar (mg/l)		0,3-1,0
Kobolt (mg/l)		0,05-0,5
Totalkrom (mg/l)	0,2	0,1-0,4
Zink (mg/l)	7	0,3-25
Kviksilver (ng/l)		1-3
AOX (µg/l)		1-50
Fenol (mg/l)		0-0,010

Metaller i vattenmossa

Många av de ur miljösynpunkt intressanta metallerna förekommer i naturvatten i koncentrationsintervall mellan 0,01-10 µg/l, (1 µg/l = 0,001 mg/l). Vissa av dem kan påverka miljön redan vid så låga halter som 0,1 µg/l. Detta ställer stora krav på provtagning och analys. I många fall kan det därför vara lämpligare att studera metallhalterna i organismer där de anrikas, t.ex. vattenmossa (*Fontinalis*). De senaste åren har analysmetoderna för metaller i vatten förfinats vilket har sänkt detektionsgränserna vid vattenanalyser. I föreliggande rapport har metallhalter analyserats både med hjälp av vattenmossa och med analys av vatten.

Vattenmossa svarar påfallande snabbt på metaller i vattnet. En "jämviktshalt" som ligger 1000-10 000 gånger högre än i vattnet nås redan inom några dagar. Samtidigt har vattenmossan dock en viss förmåga att kvarhålla haltpåslag från t.ex. tidigare belastningstoppar. Vid pH-värden omkring 7 föreligger inom koncentrationsintervallet 0,05-100 µg/l i stort sett direkt proportionalitet mellan halter i mossa och vatten. Upptaget sjunker snabbt med minskande pH.

Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Rapport 4913) kan tillståndet med avseende på metaller i vattenmossa (mg/kg TS) indelas enligt följande:

	Mycket låga halter	Låga halter	Måttligt höga halter	Höga halter	Mycket höga halter
Koppar	≤ 7	7 - 15	15 - 50	50 - 250	>250
Zink	≤ 60	60 - 160	160 - 500	500 - 2500	>2500
Kadmium	≤ 0,3	0,3 - 1,0	1,0 - 2,5	2,5 - 15	>15
Bly	≤ 3	3 - 10	10 - 30	30 - 150	>150
Kvicksilver	≤ 0,04	0,04 - 0,1	0,1 - 0,3	0,3 - 1,5	>1,5
Krom	≤ 1,5	1,5 - 3,5	3,5 - 10	10 - 50	>50
Nickel	≤ 4	4 - 10	10 - 30	30 - 150	>150
Arsenik	≤ 0,5	0,5 - 3	3 - 8	8 - 40	>40

