



BILAGA 2

Vattenkemi: Metodik och analysparametrarnas innebörd

Metodik vattenkemi

Lufttemperatur och nederbörd

Data över lufttemperatur i form av månadsmedelvärden samt månadsnederbörd för år 2014 har inhämtats från SMHI:s meteorologiska stationer i Norrköping, Harstena, Linköping, Jönköping och Målilla. Tillsammans representerar stationer väl väderförhållandena i hela avrinningsområdet.

Vattenföring

Samtliga uppgifter om vattenföringen har inhämtats från SMHI:s vattenweb som beräknade S-HYPE-värden (S-HYPE 2012_version_1_2_1).

Vattenkemi

Vattenprover har tagits med Ruttnerhämtare (Figur 1) enligt gällande svensk standard. Samtlig provtagningspersonal är utbildad och godkänd enligt Naturvårdsverkets föreskrift (SNFS 1990:11 MS:29) och metoderna är ackrediterade. Proverna har transporterats och förvarats enligt gällande svensk standard för vattenundersökningar. Analyserna har utförts av ALcontrol AB, ackrediteringsnummer 1006.

Analysvärden "mindre än" (<) har beräknats som halva värdet i samtliga beräkningar av medelvärden och transporter. Analysparametrarnas innebörd och bedömningsgrunder för dessa redovisas nedan.

Viss bedömning av analysresultaten för inlandsvatten har gjorts utifrån Naturvårdsverkets "Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Sjöar och vattendrag" (Rapport 4913) och Naturvårdsverkets allmänna råd 90:4. Resultaten för kustvatten och metaller i fisk och blåmussla har bedömts utifrån "Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Kust och hav" (NV Rapport 4914). För recipientvatten saknas bedömningsgrunder för järn, kobolt, mangan och aluminium.

Ramdirektivet för vatten, som har införlivats i svensk lagstiftning, har målet att i princip alla vatten bl.a. ska ha en "god ekologisk status" år 2015. För att bedöma miljö kvaliteten i vattenförekomster ska vattenmyndigheten utgå från bedömningsskalor för s.k. kvalitetsfaktorer. Dessa skalor är uppdelade i fem statusklasser: hög, god, måttlig, otillfredsställande och dålig. I denna rapport har följande kvalitetsfaktorer bedömts för sjöar och kust: Näringsämnen, Klorofyll respektive Siktdjup i sjöar och kust samt Näringsämnen i vattendrag. Bedömningen, som avser medelvärden för tressperioden 2012-2014, har gjorts enligt Havs och vattenmyndighetens föreskrift (2013:19).



Figur 1. Provtagning med Ruttnerhämtare. Foto: ALcontrol AB.

Transporter och arealspecifika förluster

Års- och månadsvisa flöden och transporter av fosfor och kväve och metaller (där de analyseras) vid 40 provpunkter inom Motala ströms avrinningsområde finns redovisade i Bilaga 6.

Beräkningarna har gjorts genom att uppmätta halter multiplicerats med aktuella dygnsvattenflöden (m³/s, S-HYPE 2012_version_1_2_1). Ämneshalter mellan de olika provtagningstillfällena beräknades genom linjär interpolation till dygnsmedelvärden. Summering av dygnstransporterna gav årstransporter av respektive ämne.

Uppgifter om respektive delavrinningsområdes yta har tillhandahållits av Länsstyrelsen.

Analysparametrars innebörd

Vattentemperatur (°C)

Temperatur mäts alltid i fält. Den påverkas bl.a. av 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 skiftas 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. Höga pH-värden kan under sommaren uppträda 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 metaller löslighet, och därmed giftighet, i vatten.

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.

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.

Absorbans

Vattenfärg kan mätas på olika sätt. Inom ramen för detta undersökningsprogram analyseras absorbans vid 420 nm (abs/5cm) på filtrerat vatten. Absorbans är ett mått på vattnets färg, i första hand dess innehåll av humusämnen och järn. Mätning av absorbansen föredras framförallt vid låg vattenfärg eftersom precisionen är högre jämfört med mätningar med färgkomparator (färgtal).

I rinnande vatten är det främst humus som är styrande för färgvärdet, men vid grundvattenutflöde kan även järn- och manganhalterna ha betydelse. Absorbans vid 420 nm är bl.a. viktig för beräkning av referensvärden för fosfor vid statusklassning av näringsämnen i sjöar och vattendrag.

Siktdjup (m)

Siktdjup ger information om vattnets färg och grumlighet. Det 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. Medelvärdet av dessa djup utgör siktdjupet.

Grumlighet (FNU)

Grumligheten (eller turbiditeten) är ett mått på vattnets innehåll av suspenderade partiklar, vilket påverkar ljusförhållandet. Partiklarna kan bestå av lermineral eller organiskt material (humusflockar, plankton).

TOC (mg/l)

TOC (totalt organiskt kol) ger information om halten av organiskt material. TOC-halten ligger i intervallen 2-5 mg/l för näringsfattiga klarvattensjöar, 10-25 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.

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 organiskt material samt vid oxidation av ammoniumkväve.

Syrebrist kan uppstå i bottenvattnet i sjöar med hög humushalt, efter kraftig algblomning eller vid tillförsel av syreförbrukande utsläpp (organiskt material, ammonium). Risken för syrebrist är störst under sensommaren, särskilt vid förekomst av skiktning (se tidigare rubrik Vattentemperatur), samt 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 organiskt material och ammonium.

Lägre syrehalter än 4 mg/l är ogynnsamt för många fiskarter. Forslevande bottenfaunaarter kan dock påverkas redan vid syrehalter mellan 5 och 6 mg/l.

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 %.

Kväve (µg/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 och vattendrag genom nedfall av luftföroreningar, läckage från jord- och skogsbruksmarker samt utsläpp av avloppsvatten.

Nitratkväve ($\text{NO}_3\text{-N}$) är en viktig närsaltskomponent som direkt kan tas upp av växtplankton och högre växter. Nitrat är lättlösligt i marken och tillförs sjöar och vattendrag genom s.k. markläckage.

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.

Fosfor (µg/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.

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.

Vid kväveöverskott regleras produktionen av fosfortillgången i vattnet. Ju större kväveunderskottet blir, desto större risk för massförekomst av kvävefixerande cyanobakterier (blågrönalger).

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

Klorofyll a 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 en sjö är.

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

Tungmetaller är metaller med densitet $>5 \text{ g/cm}^3$. De 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 funktion i levande organismer. I stället orsakar dessa metaller redan i små mängder skador på både djur och växter. Några 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 och utsöndras mycket långsamt från levande organismer. De är således exempel på stabila ämnen, som blir miljögifter för att de dyker upp i alltför stora mängder i fel sammanhang. Metallerna förekommer i olika kemiska former och är därigenom i olika grad tillgängliga för levande organismer. Metallerna kan förekomma lösta i vattnet i jonform eller som oorganiska och organiska komplex. De binds även till partiklar. Även tungmetallernas rörlighet i miljön skiftar beroende på deras fysikaliska och kemiska egenskaper.

Bedömning av halterna av kadmium (Cd), kvicksilver (Hg) och bly (Pb) har gjorts utifrån Europaparlamentets och rådets direktiv 2013/39/EU och för zink (Zn), krom (Cr) och koppar (Cu) enligt Havs- och Vattenmyndighetens skrivelse (2013). Dessa värden gäller dock koncentrationer i den fas som erhålls efter filtrering genom ett $0,45 \mu\text{m}$ filter. Alla ytvattenanalyser inom denna undersökning, med undantag för Storåns utlopp (Sö04), Byngarens utlopp (Va07) och Håcklasjöns utlopp (Åt09), har utförts utan filtrering vilket generellt ger högre halter.

För kadmium och zink baseras det årmedelvärde som inte får överskridas på vattnets hårdhet. Gränserna för kadmium är följande: $\leq 0,08 \mu\text{g/l}$ vid $< 40 \text{ mg CaCO}_3/\text{l}$, $0,08 \mu\text{g/l}$ vid 40 till $< 50 \text{ mg CaCO}_3/\text{l}$, $0,09 \mu\text{g/l}$ vid 50 till $< 100 \text{ mg CaCO}_3/\text{l}$, $0,15 \mu\text{g/l}$ vid 100 till $< 200 \text{ mg CaCO}_3/\text{l}$ och $0,25 \mu\text{g/l}$ $200 \text{ mg CaCO}_3/\text{l}$ och för zink: 8 vid $> 24 \text{ mg CaCO}_3/\text{l}$ och 3 vid $24 \text{ mg CaCO}_3/\text{l}$.