

miljö

TREN DER

från SLU

Innehåll

EU-direktiv kräver
nystart i vattenvården 2

Miljötilståndet i svenska sjöar

- Regnigt år gav surare vatten 3
- Långsam återhämtning från försurning 4
- Kalkade sjöar – en ny sjötyp? 6
- Tynande tillvaro för hotade arter 8
 - Dyster utveckling för ål 10
- De stora sjöarna – en unik resurs 12
- Övergödning fortfarande aktuellt problem 16
 - Gamla metallsynder märks mest 18

Notiser / Konferenser / Seminarier 20



Foto: Joakim Ahlgren

Tema: **Miljötilståndet i svenska sjöar**

Miljötilståndet har blivit bättre, men många sjöar är fortfarande försurade eller övergödda. Vi har långt kvar till friska sjöar.

EU-direktiv kräver nystart i vattenvården



TIDTABELLEN FÖR EU:S ramdirektiv för vatten innebär att vi om två och ett halvt år ska kunna redovisa en första översiktlig analys till EU-kommissionen av miljösituationen i Sveriges sjöar och vattendrag. Uppgifter ska lämnas om föroreningspåverkan och risk för att direktivets miljökvalitetsmål inte nås. Målet innebär att endast små avvikelser från opåverkade förhållanden får förekomma. Om drygt 13 år – 2015 – ska målet vara nått eller en hållbar förklaring kunna ges till varför så ej är fallet.

DET ÄR TUFFA KRAV SOM DIREKTIVET STÄLLER och tar vi dem på allvar har vi ett drygt arbete framför oss. Det gäller att få ordning på informationsförsörjningen, minska föroreningsutsläpp och annan påverkan och inte minst att hitta styrmedel och en rollfördelning mellan olika aktörer som ger fart åt arbetet.

INFORMATIONSFÖRSÖRJNINGEN handlar bland annat om tillgång till en aktuell bild av tillståndet i våra vatten. Här finns stora brister, vilket inte minst flera artiklar i det här numret av Miljötrender visar. En i viss mån Sverigetäckande bild av tillståndet i våra sjöar kan ges med data från den nationella miljöövervakningen. Dessvärre saknas dock många av våra mest påverkade vatten. Dessa övervakas i den samordnade recipientkontrollen (SRK), och dessa resultat är inte tillgängliga i någon samlad databas. Detta är naturligtvis i längden ohållbart och för att möta vattendirektivets krav på redovisningar måste såväl nationella som regionala data finnas tillgängliga. De borde kunna rymmas inom ramen för det datavårdskap som SLU driver på Naturvårdsverkets uppdrag.

NÄR DET GÄLLER ÅTGÄRDSARBETET så har det som hittills uppnåtts främst åstadkommit med hjälp av ny process- och reningsteknik hos större punktkällor, det vill säga lokala utsläpp till vatten eller luft. Nu behövs motsvarande insatser inom de areella näringarna. Trots insikten om behovet av minskade utsläpp av främst kväve och fosfor från jordbruket har inga större förändringar kunnat noteras i våra sjöar och vattendrag utöver vad som åstadkommit genom framförallt utbyggnaden av de kommunala avloppsreningsverken. I någon mån kan detta kanske förklaras av att

återhämtningen är långsam, men det är knappast hela förklaringen. Vi har nog helt enkelt gjort för lite för att ändra bruksformer och därmed påverkan på våra vatten.

FÖR SNART 12 ÅR SEDAN publicerade Naturvårdsverkets sitt aktionsprogram Sötvatten '90 (1). Där angavs miljömål, miljösituationen och utnyttjandet av vatten beskrevs och behovet av åtgärder för att minska miljöpåverkan redovisades. Visst har det hänt en del, men i många avseenden är läget detsamma nu som då. Den tid som förflutit sedan Sötvatten '90 publicerades är ungefär densamma som vi har för att uppfylla EU:s miljökvalitetsmål. Det är hög tid att öka tempot och intensiteten i vattenvårdsarbetet!

Torgny Wiederholm

TORGNY WIEDERHOLM

1. Sötvatten '90. *Strategi för god vattenkvalitet i sjöar, vattendrag och grundvatten.* Naturvårdsverket 1990.

Miljötrender – tidningen som speglar den
fortlöpande miljöanalysen vid SLU.
Miljötrender utkommer med 3-4 nr/år.

ANSVARIG UTGIVARE: Torgny Wiederholm,
Torgny.Wiederholm@md.slu.se, TEL: 018-67 31 13
REDAKTÖR: Ulla Sandqvist, Ulla.Sandqvist@md.slu.se,
TEL: 018-67 31 07

REDAKTIONENS ADRESS: SLU Miljödata
Box 7062
750 07 Uppsala

FAX: 018-67 35 94

FORTLÖPANDE MILJÖANALYS PÅ SLU: www.md.slu.se

GRAFISK FORM & ORIGINAL: Grön idé AB
UPPLAGA OCH TRYCK: 1000 ex., Adebe Miljötryck.
ISSN: 1403-4743. © SLU Miljödata

PRENUMERATIONER (kostnadsfritt):
SLU Publikationstjänst
Box 7075
750 07 Uppsala
FAX: 018-67 35 00
E-POST: publikationstjanst@slu.se



Regnigt år gav surare vatten

Den regniga hösten år 2000 sänkte pH-värdet i många svenska sjöar. Det visar resultat från den senaste Riksinventeringen av sjöar och vattendrag.

Under hösten 2000 genomfördes den landsomfattande Riksinventeringen av sjöar och vattendrag¹. Det var den sjunde i ordningen och omfattade denna gång 3464 sjöar och 727 vattendrag spridda över hela landet². Nu kan en översikt av pH-värden i svenska sjöar presenteras.

Regnig höst påverkade pH i sjön

Under år 2000 sänktes pH-värdet i många sjöar på grund av höstens häftiga regn. Sänkningen förklaras bland annat av att regnvattnet fortfarande kan vara surt och att kraftigt regn gör att naturligt sura humusämnen i högre utsträckning än vanligt spolats ut från marken och ner till sjön.

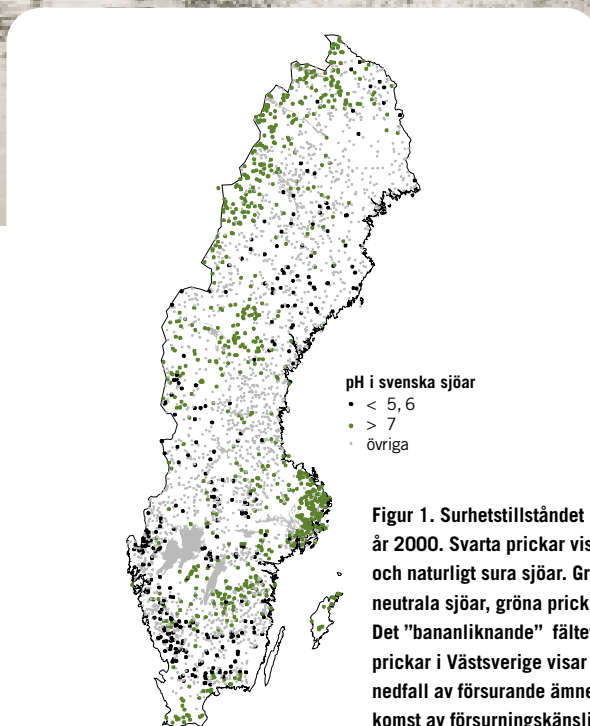
Resultaten visar också att många sjöar i västra Sverige fortfarande är försurade (Figur 1). De sura sjöarna i östra och norra Sverige är däremot ofta naturligt sura. Det beror just på de ovan nämnda humussyror som sänker pH-värdet i sjövattnet.

För att dämpa effekten av försurningen kalkas många sjöar. I de hårdast drabbade områdena skulle betydligt fler sjöar vara sura om de inte kalkades.

Bottendjur övervakar miljön

Förutom provtagning av vattenkemi samlade man även in bottenlevande djur eftersom dessa ger bra information om miljöförhållandena i sjön. När ett vatten förorenas slås känsliga arter ut medan tåliga arter överlever och ibland även ökar i antal. Arternas förekomst eller avsaknad visar alltså på sjöns hälsotillstånd.

I sydvästra Sverige orsakade det höga vattenflödet i många bäckar stora problem för provtagarna. Extremt höga vattenflöden ger stora mängder slam i vattnet. När djuren utsätts för detta vatten med högre densitet spolats säkerligen en del arter bort. Man kan



Provtagning i fjällsjö i norra Lappland.

Figur 1. Surhetstillståndet i svenska sjöar år 2000. Svarta prickar visar försurade och naturligt sura sjöar. Grå prickar visar neutrala sjöar, gröna prickar basiska sjöar. Det "bananliknande" fältet med svarta prickar i Västsverige visar effekterna av nedfall av försurande ämnen och förekomst av försurningskänsliga miljöer.

jämföra det med människor i översvämningsdrabbade områden som har svårt att hålla sig på benen i en lerig vattenström, säger Willem Goedkoop, forskare på Institutionen för miljöanalys vid SLU.

Arbetet med att kvalitetssäkra datamaterialet från bottendjurprovtagningen är nu klart och resultaten har precis börjat analyseras. Mot slutet av året beräknas rapporten från Riksinventeringen vara klar och då kommer data även att göras tillgängliga på webben (www.ma.slu.se).☀

KONTAKTPERSON: Anders Wilander, Institutionen för miljöanalys, SLU. Tel. 018-67 31 11. E-POST: Anders.Wilander@ma.slu.se. (kemi)
Willem Goedkoop, Institutionen för miljöanalys, SLU. Tel. 018-673112. E-POST: Willem.Goedkoop@ma.slu.se. (biologi)

NOTER OCH KÄLLHÄNVISNINGAR:

1. Riksinventeringen av sjöar och vattendrag genomförs på uppdrag av Naturvårdsverket. Undersökningarna ger en rikstäckande bild av tillståndet i våra sjöar och vattendrag med avseende på påverkan av försurning, övergödning och förekomst av metaller. Resultaten används bland annat för att följa upp miljö kvalitetsmålen. Läs mer om Riksinventeringen och ta del av tidigare års resultat på www.ma.slu.se.
2. Sötvatten 2001 – Årsskrift från miljöövervakningen, ISBN 91-620-5149.



Långsam återhämtning från försurning

Rotehogstjärnen är en långsam kemisk och biologisk återhämtning.

Foto: Torgny Wiederholm, SLU

Det försurande nedfallet var som allra störst vid mitten av 1970-talet och många sjöar drabbades då svårt. Därefter minskade nedfallet, men vad har hänt med sjöarna efter det? Återhämtar de sig kemiskt och biologiskt?

I Sverige finns cirka etthundratusen sjöar. De gömmer sig i skogarna eller blänker i jordbrukslandskapet. Ingen är den andra lik och det försurande nedfallet drabbade dem också på olika sätt. Ibland nådde nedfallet inte ens fram. De norrländska sjöarna belastades inte alls lika tungt som sjöarna i sydvästra Sverige.

Olika sjötyper kan urskiljas

När man diskuterar sjöar och försurning kan man grovt dela in dem i fyra olika grupper:

- I den första gruppen finns de sjöar i norra Sverige som aldrig har varit försurade. Hit hör också de sjöar som hade bättre förutsättningar från början vad gällde att kunna stå emot det försurande nedfallet (till exempel sjöar som ligger i kalkrika områden). De här sjöarnas pH-värden är desamma som för femtio eller hundra år sen.
- I den andra gruppen finns sjöar som är försurade och där man inte ser någon egentlig förbättring i surhetsgrad, men heller ingen försämring. Sjöarna har ganska konstant samma pH-värden.
- I den tredje gruppen finns de bruna, humösa skogssjöar som har ett naturligt lågt pH.

- I den fjärde gruppen finns sjöar där en återhämtning har börjat ske. Här ser man en kemisk och ibland även en biologisk återhämtning.

Men den naturliga återhämtningen har bara hunnit en liten bit på väg¹. I många fall har man på konstgjord väg, genom kalkning, försökt återställa sjöns vattenkemi som den var före försurningen.

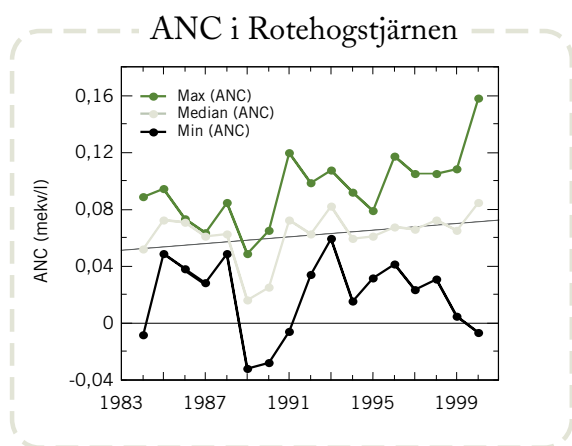
Långsam kemisk återhämtning

Rotehogstjärnen på Västkusten är ett exempel på en sjö som har börjat återhämta sig.

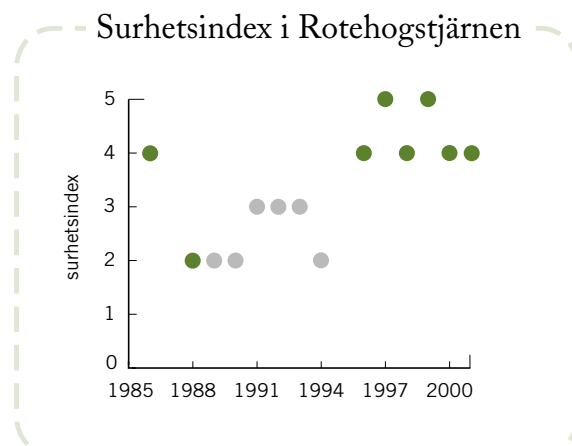
Den ligger i Västra Götalands län och omges huvudsakligen av skogs- och myrmarker. Här har man mätt vattenkemi flera gånger per år och provtagit bottenfauna en gång per år sen mitten av 1980-talet.

I Rotehogstjärnen ligger pH-värdet nästan konstant under sex och det är först under andra halvan av 1990-talet som några värden över pH sex har noterats (fakta). Sett över hela tjugoårsperioden har dock en svag återhämtning skett (Figur 1). Riktigt låga pH-värden förekommer inte längre, något som är positivt för växter och djur. Det är nämligen ofta dessa extremt låga värden som är allra farligast för organismerna.

En förklaring till att Rotehogstjärnen fortfarande är sur kan vara att även om depositionen av svavel har minskat så läcker tidigare deponerat svavel ut från marken. Dessutom har marken en svag förmåga att neutralisera regnvattnet. Det vatten som rinner av till sjön kan alltså fortfarande vara ganska surt.



Figur 1. ANC återspeglar vattnets motståndskraft mot försurning (fakta). Värdet på ANC har stigit i Rotehogstjärnen under de senaste femton-tjugo åren. Även om variationerna varit stora mellan olika år och även under samma år är trenden i Rotehogstjärnen positiv. Det betyder att det sker en kemisk återhämtning i sjön. "Min (ANC)" är årets lägsta notering, "Max (ANC)" årets högsta och "Median (ANC)" årets mitt-notering.



Figur 2. Surhetsindex i Rotehogstjärnen har under de undersökta åren stigit för att i dag ligga kring 4–5. Gränsen för påtaglig effekt på organismer anses gå vid 6 (fakta). Faunan i Rotehogstjärnen visar alltså att sjön fortfarande är sur, men man ser en tendens till återhämtning. Gröna prickar visar prover tagna under hösten, grå prickar vårprover. Höstproverna anses vara något stabilare än vårproverna.

Biologisk återhämtning tar ännu längre tid

Men även om en kemisk återhämtning sker är det inte säkert att det blir en biologisk återhämtning i sjön, det vill säga återkolonisering av de försurningskänsliga växter och djur som försvann eller minskade i antal under den sura perioden.

Förändringar i organismsamhällen kan mätas på olika sätt. I Rotehogstjärnen har man använt sig av det så kallade surhetsindexet². Det bygger på undersökningar av djurlivet i strandzonen och förekomsten av särskilt känsliga arter.

Resultaten visar att tillståndet i sjön har blivit bättre under åren även om man inte ser någon tydligt uttalad trend (Figur 2). Den biologiska återhämtningen som ändå noterats har skett tack vare att vattenkemin har förbättrats i sjön och trots att pH-värdet fortfarande är lågt.

– Förmodligen ser det ut så här i många svenska sjöar. Man ser inga tydliga och skarpa trender. Men det sker en långsam återhämtning i sjöarna, säger Anders Wilander som arbetar med försurningsrelaterad forskning vid SLU. ☀

KONTAKTPERSON: Anders Wilander,
Institutionen för miljöanalys, SLU. Tel. 018-67 31 11.
E-POST: Anders.Wilander@ma.slu.se

fakta

pH, ANC och surhetsindex

pH-värde: pH-värdet beskriver surhetstillståndet och är ett mått på koncentrationen av vätejoner (H^+). Ett lägre pH-värde innebär ett surare vatten. Teoretiskt är alla vatten med pH-värden lägre än 7 sura, men i försurnings-sammanhang anses vatten med pH lägre än 5,5–6,0 vara sura.

ANC: Ofta är man intresserad av att veta hur väl ett vatten klarar av att motstå tillförsel av syra (buffertförmåga). Ett sådant mått är ANC (acid neutralization capacity). ANC anges som milliekvivalenter/liter (mekv/l). Ett högre värde på ANC betyder att vattnet har större buffertförmåga, alltså är "tåligare" mot försurningspåverkan.

Surhetsindex: Biologiska index används för att ge ett samlat mått på de biologiska förhållandena i sjön. Vid undersökningen tittar man bland annat på förekomst av olika sländor (larver), märkräftar och andra försurningskänsliga grupper som snäckor och musslor. Index kan variera mellan 0 och 14. Ett lågt värde tyder på ett kraftigt surt vatten och ett högre på svagt alkalisk miljö².

NOTER OCH KÄLLHÄNVISNINGAR:

1. Naturvårdsverket 2000. *Naturens återhämtning från försurning*, Naturvårdsverket rapport 5028.
2. Naturvårdsverket 1999. *Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Sjöar och vattendrag*. Naturvårdsverket rapport 4913.

Kalkade sjöar – en ny sjötyp?

Ger kalkning tillbaka sjön som den var före försurningen? Eller får vi en helt ny sjötyp? Det är frågor som Gunnar Persson, forskare vid Institutionen för miljöanalys vid SLU, arbetar med.

I Sverige finns omkring 7500 sjöar som har kalkats någon gång från slutet av 1970-talet för att minska försurningens negativa effekter.

– Om kalkningarna lyckas ska de kalkade sjöarnas biologi vara jämförbar med vanliga svenska skogssjöar med neutralt eller obetydligt surt pH, säger Gunnar Persson.

Kalkningarna prickar inte alltid rätt

Syftet med att kalka är att sänka halten av skadliga vätejoner och halten av olika metaller, framförallt aluminium, i sjövattnet och på så vis återskapa en bra livsmiljö för växter och djur (fakta a). Ofta uppfyller kalkningarna detta mål, men ibland finns avvikelser. För att spåra dessa provtas kalkade sjöar inom olika regionala uppföljningsprogram, inom det nationella programmet IKEU (fakta b) och inom Riksinventeringen av sjöar och vattendrag (se även sid. 3).

I mitten av 1990-talet provtog Riksinventeringen av sjöar och vattendrag hela 800 kalkade eller kalk-



Sverige har 7 500 sjöar som har kalkats någon gång från 1978 och framåt.

ningspåverkade sjöar¹. Det visade sig då att tre fjärdedelar av dessa sjöar hade en vattenkemi som enligt målsättningen gör att växt- och djurliv ska trivas i sjön.

Sur mark kan binda fosfor

Undersökningar några år efter kalkning visade på stora förbättringar jämfört med försurade sjöar, till exempel snabb återkolonisering av surhets känsliga organismer.

– Först gynnas alger och djur med korta generationscykler och god spridningsförmåga. På längre sikt gynnas även organismer med längre generationscykler som fisk och vattenväxter, säger Gunnar Persson.

I dag ser dock forskarna tecken på att produktivitet och artrikedom är mindre i sjöar som kalkats under lång tid jämfört med neutrala referenssjöar². En förklaring kan vara att fosfor, som reglerar produktionen i sjöarna, fälls ut i tillrinningsområdet runt sjön som ofta är försurat³. Det kan ge en permanent lägre fosfortillförsel till sjön.

Mer metaller i sedimenten

Ett annat långsiktigt problem är att det ofta sker en upplagring av metaller i kalkade sjöars sediment. Bli ett område försurat kan metaller som är bundna i skogsmarken lösas upp och röra sig ner till sjön. Om

fakta

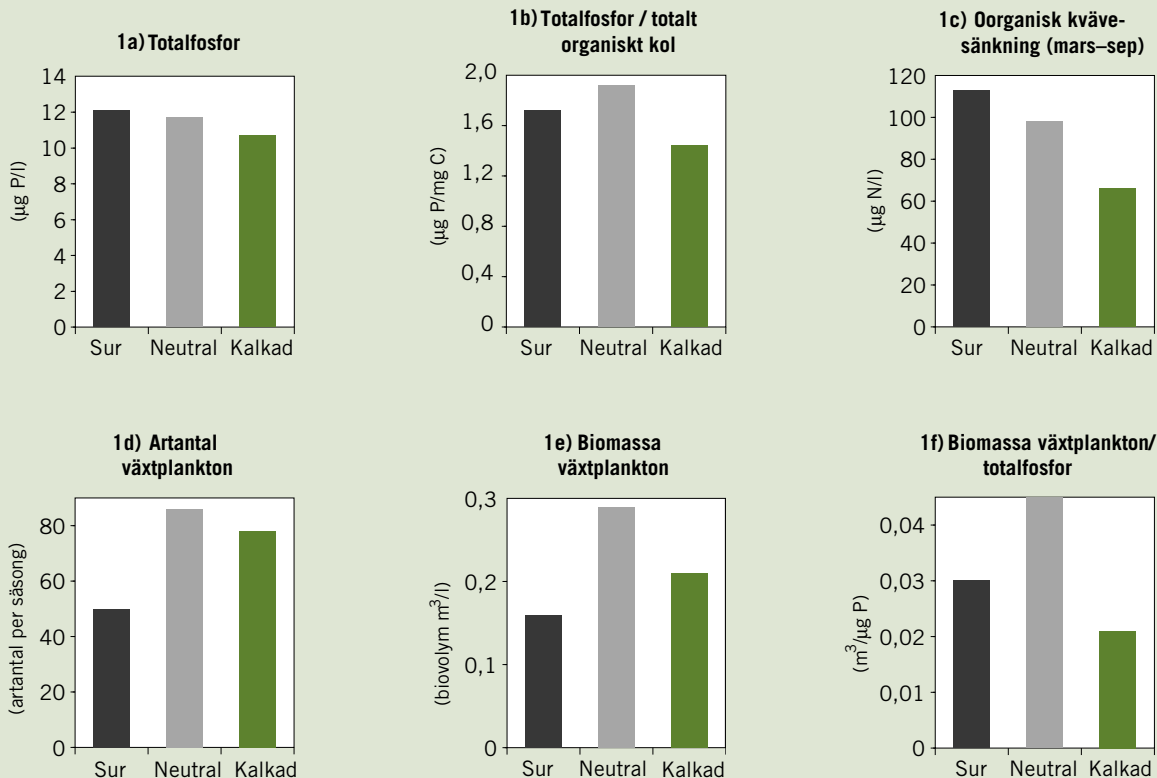
a) Sjöalkning

Målsättningen med sjöalkning är att återskapa den biologiska mångfalden som den var innan försurningen. Det sker genom:

- Att höja pH-värdet över 6,0 och alkaliniteten (syraneutraliseringsförmågan) till över 0,1 milliekvivalenter per liter (mekv/l). (*Vattenkemisk målsättning*)
- Att återställa vattnet så att den naturliga floran och faunan kan fortleva eller återkolonisera i vattnet. (*Biologisk målsättning*)

b) IKEU svarar på fler frågor

IKEU (Integrerad KalkningsEffektUppföljning) omfattar 14 sjöar som kalkats under lång tid samt 12 vattendrag. Provtagningen är tätare än inom de regionala kalkuppföljningsprogrammen. Resultaten jämförs kontinuerligt med ett lika stort antal okalkade neutrala referensobjekt. Läs mer om IKEU på www.ma.slu.se/IKEU.



Figur 1. En jämförelse mellan IKEU:s kalkade sjöar, neutrala referenssjöar och sura referenssjöar. Den kalkade sjögruppen har lägre fosforhalt (1a), även i relation till humushalt (1b), samt förlorar mindre nitrat under produktionssäsongen (1c) jämfört med övriga sjögrupper. Artantal (1d) och biomassa (1e) av växtplankton når inte upp till neutrala referenssjöars och är lågt även i relation till totalfosforhalten.

sjön därefter kalkas faller metallerna ut i sedimentet – en metalldepå byggs upp⁴. Man har diskuterat om denna depå utgör en ”bomb” där metallerna kan återgå i lösning och orsaka förgiftningar. Risken att metallerna löses ut till vattnet anses dock vara liten⁵.

Den kalkade sjön en egen sjötyp

Lägre fosforhalter och metaller i sediment är endast två exempel på skillnader mellan sjöar som kalkats lång tid och opåverkade skogssjöar. Andra exempel är:

- Högre halter av kväve mäts upp i de kalkade sjöarna under hösten. En orsak kan vara att den biologiska produktionen är lägre i kalkade sjöar.
- Bakterieantalet i bruna kalkade sjöar är lägre än i motsvarande bruna okalkade sjöar⁶.
- Antalet växtplanktonarter, växtplanktons biovolym samt biovolymen i relation till fosforhalten är lägre i de kalkade sjöarna (Figur 1). Detta kan förklara att även djurplanktonmängderna är lägre i de kalkade sjöarna⁷.
- Bottendjuren har lägre artantal, individtätethet och biomassa, speciellt i relativt grunda områden⁸.
- Provfisken visar också på lägre andel mörtfisk och lägre artantal i kalkade sjöar jämfört med referenssjöarna⁹.

Svaret på frågan om vi fått en speciell kalkad sjötyp är ”ja”. Det beror på att alla de nämnda avvikelserna intuitivt kommer att förknippas med kalkade sjöar snarare än sjöarnas stora överensstämmelse med ”vanliga skogssjöar”. ☀

KONTAKTPERSON: Gunnar Persson, SLU, Institutionen för miljöanalys. Tel. 018-67 31 15.
E-POST: Gunnar.Persson@ma.slu.se

NOTER OCH KÄLLHÄNVISNINGAR:

1. En kalkningspåverkad sjö ligger nedströms en kalkad sjö och får på så vis del av den tillförda kalken.
2. Persson, G. & Appelberg, M. 2001. Evidence of lower productivity in long term limed lakes as compared to unlimed lakes of similar pH. Water Air Soil Pollut.: 130:1769-1774.
3. Jansson, M., Persson, G. & Broberg, O. 1986. Phosphorus in acidified lakes: The example of Lake Gärdsjön, Sweden.
4. Andersen, D.O. & Pempkowiak, J. 1999. Sediment content of metals before and after lake water liming. Sci. Tot. Environ. 243/244:107-118.
5. Lydersen, E. & Löfgren, S. 2000. Vad händer när kalkade sjöar återförsuras? En kunskapsöversikt och riskanalys. Naturvårdsverket, Rapport 5074.
6. Bergström A.-K. 1999. En jämförelse av bakterieantal mellan kalkade och okalkade sjöar. Inst. f. miljöanalys, Rapport 1999:11.
7. Persson, G. 2001. Djurplankton efter kalkning av 14 sjöar inom IKEU-projektet. Vann 36:464-470.
8. Johnson. 1997. Bottenfauna i IKEU-sjöarnas profundal- och sublitoralzon. Naturvårdsverket, Rapport 4816
9. Appelberg, M. 1998. Restructuring of fish assemblages following amelioration of acid stress through liming. Restoration Ecol. 6:343.

Tynande tillvaro för hotade arter

Småsvalting är en hotad sjölevande växt som endast finns i Östersjöregionen. De två svenska växtplatserna är Mälaren och norra Bottenviken. I Mälaren minskar den på nästan alla kända lokaler.

Många arter för en tynande tillvaro i svenska sjöar och något enkelt svar på om sjöarnas växter och djur har fått det bättre under senare år finns inte.

– De kemiska förutsättningarna har kanske förbättrats, men artresponserna är en långsam process, säger Mora Aronsson, botanist vid ArtDatabanken i Uppsala.

Femton arter borta för alltid

I sötvatten finns 258 rödlistade arter¹. Bland dessa ingår sjöväxter, fiskar, skalbaggar, mossor, fåglar och vissa alger. Av dessa är 119 akut hotade, starkt hotade eller sårbara. Femton arter är helt försvunna, däribland stören, fyra kärlväxter, en kransalg, en mossa, tre flugor, två skalbaggar, två sländor och en snäcka.

Det totala antalet rödlistade arter i Sverige är 4120 stycken. Som en jämförelse till de 258 rödlistade arterna i sjön kan nämnas att i skogen finns 2100 stycken.

– Att antalet hotade arter är lägre i sötvatten beror förmodligen främst på att kunskapsunderlaget är sämre här. Det är inte lika lätt att inventera en sjö som en äng. Överhuvudtaget finns det få undersökningar av arter under vatten jämfört med arter på land, säger Mora Aronsson.

Småsvalting (*Alisma wahlenbergii*).



Teckning: Bengt Nilsson

Småsvalting är en ung växt i Sverige

En växt som har det besvärligt i dag är småsvaltingen (*Alisma wahlenbergii*). Den är en flerårig ört med blågröna blad och vita blommor som växer på leriga eller steniga bottenar i sött eller bräckt vatten (teckning). Småsvalting är unik för Östersjöområdet, det vill säga endemisk, och ska skyddas genom nätverket Natura 2000².

Småsvaltingen har förmodligen uppkommit efter den senaste istiden genom att den isolerats från den närliggande grässvaltingen (*Alisma gramineum*). Detta gör den till en ung växt och därför oerhört intressant ur vetenskaplig synvinkel.

– Normalt tar det mycket lång tid för en art att utvecklas, vilket gör det svårt att se hur det går till när en helt ny art uppstår. Att småsvaltingen är såpass ung gör det lättare att följa artutvecklingen, säger Anders Jacobson som forskar på småsvalting vid Lunds universitet.

Båttrafik skadar småsvalting

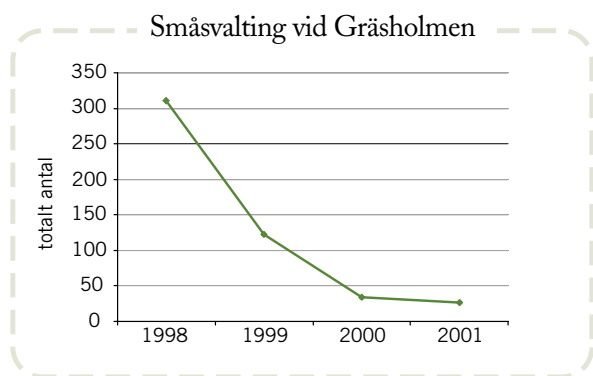
I dag finns småsvalting i Mälaren, norra Bottenviken och de inre delarna av Finska viken. Det främsta hotet mot dess överlevnad är övergödningen som leder till försämrade ljusförhållanden genom grumling av växtplankton, påväxt av alger och att strandzonen växer igen. Det minskade strandbetet kan också ha betydelse för artens tillbakagång.

Anders Jacobson har genom att räkna antalet småsvaltingbestånd följt utvecklingen i Mälaren under ett antal år (Figur 1)³. Här finns den på färre än tio platser och den minskar nästan överallt. Ett stort problem, förutom övergödningen, är båttrafik och exploatering av sjönära områden.

– NCC vill bygga villor i närheten av ett av Mälarens största småsvaltingbestånd. I samband med byggnationen kommer man att anlägga båtbygggor och badplatser, något som leder till ökat slitage på sandbottenarna, vilket på kort tid kan innebära ett hot mot hela populationen, säger Anders Jacobson.

Människan största hotet

Den bistra sanningen är att arten hotas av mänskliga



Figur 1: Totala antalet småsvalkingbestånd i några fasta provrutor vid Gräsholmen i Mälaren. Här hotas bestånden av passagerarbåttrafiken.

aktiviteter på nästan alla nu kända lokaler i Mälaren. Om ingenting görs är risken stor att småsvalkingen utrotas helt från Mälaren inom en inte alltför avlägsen framtid. Anders Jacobson har dock flera förslag till hur situationen kan förbättras.

– Genom att öka andelen naturreservat. Bestånden vid Gräsholmen hotas till exempel av passagerarbåttrafik och här kan förbud mot att köra båtar för fort vara en hjälp. Småsvalking klarar inte heller konkurrens från vass så att röja undan vass som breder ut sig i bestånden är en bra hjälp, säger Anders Jacobson.

Floraväktare håller uppsikt

Den svenska övervakningen av kärlväxter sker huvudsakligen av ideellt engagerade amatörbotanister inom "Projekt Floraväktare"⁴. Projektet koordineras av ArtDatabanken i Uppsala.

Vad gäller försurningen ser man tecken på att växt- och djurlivet börjar återhämta sig, även om det går mycket långsamt⁵.

– Problemen med övergödningen är mer komplexa. Vi har fortfarande ett stort kvävedefall och i delar av södra Sverige är kväveläckaget från jordbruksmark fortfarande stort. På sina ställen har säkert förutsättningarna för arterna blivit bättre, men än så länge har vi inga direkta artsvar vad jag vet, säger Mora Aronsson.

Syftet med "Projekt Floraväktare" är att övervaka lokaler för hotade växter och förhindra att de dör ut på grund av att deras livsmiljö förstörs. Floraväktarna besöker med jämna mellanrum lokaler med hotade arter och noterar förändringar och ger markägare råd och stöd. Men även om ett stort arbete redan görs finns fortfarande många frågor kvar att besvara om hur växterna och djuren mår i de svenska sjöarna. ☀



Foto: Anders Jacobson/Lunds universitet

Småsvalking finns bara i Östersjöområdet. Försvinner den härifrån försvinner den från jorden.

KONTAKTPERSONER: Anders Jacobson, Avdelningen för systematisk botanik, Lunds universitet. Tel. 046-222 89 68. E-POST: Anders.Jacobson@sysbot.lu.se

Mora Aronsson, ArtDatabanken, SLU. Tel. 018-67 34 14. E-POST: Mora.Aronsson@ArtData.slu.se

NOTER OCH KÄLLHÄNVISNINGAR:

1. Läs mer om rödlistan på www.artdata.slu.se.
2. Natura 2000 är ett nätverk av värdefulla naturområden som byggts upp inom EU för att bidra till bevarandet av den biologiska mångfalden. Sen den första juli 2001 klassas Natura 2000-områdena som riksintresse. Ingrepp som riskerar att på ett betydande sätt påverka bevarandestatusen negativt får inte genomföras i Natura 2000-områden utan regeringens tillstånd, ibland krävs även samråd med EU-kommissionen. Läs mer om Natura 2000 på www.naturvardsverket.se.
3. Dahlgren, S. & A. Jacobson., 2001. *Småsvalking i Mälaren*. Rapport 2001:07, Länsstyrelsen i Stockholms län.
4. *Hundratals håller ögonen på blommorna*, Miljötrender nr 4, 2000.
5. Bernes, C., 2001. *Läker tiden alla sår?* Monitor 17. Naturvårdsverkets förlag. ISBN 1100-231X.

Dyster utveckling för ål

Ålen har minskat kraftigt i Sverige. Det beror troligen rämst på det minskade tillskottet av ållarver från Sargassohavet.

Fiskeriverket har undersökt hur fiskförekomsten i svenska sjöar varierat de senaste hundra åren. Förändringar har skett, både genom utsättning av fisk och förändrade miljöförhållanden.

Fiskeritjänstemän genomförde i slutet av 1800-talet en stor intervjuundersökning för att studera fiskförekomsten i Sverige. Omkring 4500–5000 svenska vatten (framförallt sjöar) ingick i studien¹. Hundra år senare genomförde Fiskeriverket en motsvarande undersökning, den så kallade Riksfiskinventeringen-96, vilken omfattade drygt 3000 sjöar. Eftersom 355 sjöar ingick i båda undersökningarna blev det möjligt att göra jämförelser².

– Båda dessa studier genomfördes genom att man intervjuade lokalbefolkningen. Ett av syftena med Riksfiskinventeringen var just att studera skillnader mellan då och nu, säger Kerstin Holmgren som är fiskeribiolog vid Fiskeriverkets sötvattenslaboratorium.

Abborren vanligast i sydvästra Sverige

När man sammanställde materialet från undersökningarna delades Sverige in i tre regioner: norra, sydvästra och sydöstra Sverige.

1800-talsundersökningen visade att de vanligaste fiskarterna var abborre, gädda och mört. Skillnaderna

mellan regionerna var ganska stora, vilket förklaras både av hur fiskarterna vandrat in i landet efter istiden, men även av dagens klimat. I norra Sverige var fördelningen av de vanligaste arterna (abborre, gädda, lake, mört och öring) ganska jämn. I sydvästra Sverige dominerade förekomsten av abborre kraftigt. I sydöstra Sverige förekom ofta ett stort antal arter i sjöarna. Förutom abborre, gädda, mört och ål fanns i över hälften av sjöarna i sydöstra Sverige även lake, gers, sarv, braxen, benlöja och ruda.

När man jämförde de båda undersökningarna såg man att artförekomsten ändrats under perioden. Totalt noterades 41 fiskarter i 1800-talsundersökningen. Det är åtta arter färre än vad som rapporterades hundra år senare, vilket kanske är förvånande. Skillnaden förklaras både av att nya arter planterats in i sjöarna under 1900-talet och att vissa ovanliga arter inte omnämnts i den tidigare undersökningen. Sandkrypare, groplöja och grönling finns upptagna på dagens rödlista³, men det är möjligt att de var sällsynta redan för hundra år sen och att lokalbefolkningen inte kände till dem. Tre fiskarter är helt nya för landet⁴. Kanadaröding och spleik (korsning mellan bäckröding och kanadaröding) kommer från Nordamerika och sattes ut för att fungera som nya arter för sötvattensfisket. Gräskarpen introducerades för att minska rotfast vegetation i igenväxande sjöar och dammar.

TABELL 1 Nybildade fiskbestånd sedan 1800-talet

Arter som svarat för största andelen nybildade fiskbestånd under 1900-talet, beräknat från de 355 sjöar som undersökts med 100 års mellanrum. "Antal" är antalet nybildade bestånd under perioden. "Andel" anger den procentuella andelen nybildade bestånd i förhållande till det antal bestånd som rapporterats i 1800-talsundersökningen. Ur².

Norra Sverige			Sydvästra Sverige			Sydöstra Sverige		
Art	Antal	Andel (%)	Art	Antal	Andel (%)	Art	Antal	Andel (%)
Öring	12	33	Sutare	53	2650	Sutare	54	300
Siklöja	11	138	Gers	37	123	Gös	34	309
Sik	9	27	Siklöja	29	88	Björkna	22	76
Mört	6	15	Sarv	26	173	Ruda	21	78
Harr	5	25	Braxen	25	45	Signalkräfta	16	fanns ej

Gösen ökade och ålen minskade

De fiskar som ökade mest i utbredning i svenska insjöar under 1900-talet var sutare, gös, siklöja, björkna och ruda (Tabell 1).

– Ökningen av gös, sutare och siklöja beror förmodligen på att det gjorts utsättningar av dessa arter, säger Kerstin Holmgren.

Men förutom utsättning av fisk har förmodligen den ökade sjöeutrofieringen gynnat vissa fiskarter mer än andra. Man misstänker att sutaren, gösen, björknan och rudan gynnats av övergödningen.

Den sötvattensart som minskat mest under hundraårsperioden är ålen. Här är minskningen mycket kraftig i hela landet (Tabell 2). Orsaken tros främst vara att allt färre ållarver når Sverige från Sargassohavet. Även flodkräftan har minskat stort i antal i södra Sverige, något som framförallt beror på en omfattande spridning av kräftpest under 1900-talet.

Utsättningar ingen ny företeelse

Tre helt nya arter har alltså kommit till Sverige under 1900-talet, men utsättningar är ingen ny företeelse. De historiska uppgifterna berättar att det skett utsättningar av ett stort antal fiskarter redan före den första undersökningen¹. Husbehovsfisket vid slutet av 1800-talet var betydligt större än i dag och de fiskarter som då planterades ut var framförallt inhemska arter som användes till föda. I dag är husbehovsfisket mindre och till stor del ersatt av sportfiske. Detta påverkar valet av arter som numera planteras ut.

Miljöstörningarna påverkar fiskförekomsten

Jämförelsen mellan de båda undersökningarna visade inga entydiga samband mellan arternas förändrade förekomst och de miljöförändringar som har skett under 1900-talet. Vissa indirekta samband har dock forskarna sett:

- **VANDRINGSHINDER OCH KANALISERING**
Minskningen av antalet harr-, lax- och idbestånd i norra delen av landet, liksom delvis förlusten av öringbestånd i södra Sverige, kan förklaras av

utbyggnad av vandringshinder och uträtning/täckdikning av vattendrag.

- **SJUKDOMAR**
Antalet flodkräftor har minskat kraftigt till följd av kräftpesten.
- **EUTROFIERING**
Nya bestånd av bland annat björkna, braxen, mört och ruda i de två sydliga regionerna har förmodligen gynnats av ökade näringshalter i vattnet.
- **FÖRSURNING**
De mest försurningskänsliga arterna öring, elritsa och mört har försvunnit från många sjöar i de två sydliga regionerna.

Trots att fiskintroduktioner gjorts redan före den första undersökningen, anser forskarna att 1800-talsundersökningen ger en god bild av fiskfaunans sammansättning. I samband med den senare undersökningen gjordes en kvalitetsgranskning av inrapporterade uppgifter. Det framkom då att lokalbefolkningens inlämnade uppgifter hade hög trovärdighet. Naturligtvis har det inte varit möjligt att göra samma kvalitetsgranskning av 1800-talsmaterialet, men forskarna bedömer ändå dessa uppgifter som trovärdiga. Eftersom insjöfisket i högre grad då än i dag bidrog till befolkningens födointag var kunskaperna om vilken fisk som fanns i sjön förmodligen goda. ☀

KONTAKTPERSON: Kerstin Holmgren, Fiskeriverket, Sötvattenslaboratoriet. Tel. 08-620 04 38.

E-POST: Kerstin.Holmgren@fiskeriverket.se

NOTER OCH KÄLLHÄNVISNINGAR:

1. Materialet finns på Riksarkivet i Stockholm. Tel. 08-737 63 50 (växel).
2. Läs mer om fisksamhällets utveckling i rapporten: Schreiber, H., Filipsson, O. & Appelberg, M., *Fisksamhället i förindustriell tid – en jämförande studie av fiskförekomst nu och då*. Slutrapport till Naturvårdsverket, Fiskeriverket Sötvattenslaboratoriet.
3. Läs mer om rödlistan på www.artdata.slu.se.
4. Även signalkräftan introducerades till svenska vatten under 1900-talet.
5. Redan för hundra år sen var regnbåge och bäckröding introducerade.

TABELL 2 Utdöda fiskbestånd sedan 1800-talet

Arter som svarat för största andelen försvunna fiskbestånd under 1900-talet, beräknat från de 355 sjöar som undersöktes med 100 års mellanrum. "Antal" är antalet försvunna bestånd under perioden. "Andel" anger den procentuella andelen försvunna bestånd i förhållande till det antal bestånd som rapporterats i 1800-talsenkäten. Ur ².

Norra Sverige			Sydvästra Sverige			Sydöstra Sverige		
Art	Antal	Andel (%)	Art	Antal	Andel (%)	Art	Antal	Andel (%)
Ål	19	90	Ål	84	61	Flodkräfta	63	93
Harr	13	65	Flodkräfta	35	88	Ål	60	74
Elritsa	11	50	Öring	34	47	Benlöja	27	41
Gers	8	57	Elritsa	30	73	Lake	27	30
Id	7	70	Benlöja	20	37	Gers	21	32



De stora sjöarna – en unik resurs

Vänern, Vättern, Mälaren och Hjälmaran utgör nära en fjärdedel av Sveriges totala sjöareal. Genom sin storlek och sitt läge har sjöarna spelat en viktig roll i landets kulturella och ekonomiska utveckling. Dessvärre har utvecklingen också haft en negativ inverkan på vattenkvalitet och livsmiljö.

Överallt i det svenska landskapet finns sjöarna, varav de fyra största ligger i det folktäta Mellansverige. Sjöarna fungerar som dricksvattentäkter, man fiskar i dem och använder dem som transportleder. Men förutom denna typ av användning är de i stor utsträckning viktiga för våra naturupplevelser. Föroreningsstrycket på sjöarna har ofta varit hårt. De har fått ta emot utsläpp från bebyggelse, industrier och jordbruksmarker.

Miljömål för fosfor nås – men bör omprövas

Övergödningen är i dag det allvarligaste hotet mot sjöarnas hälsotillstånd. För att komma tillrätta med

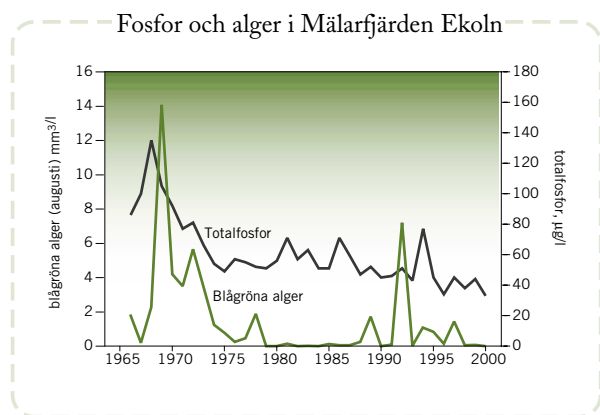
det måste tillförseln av framförallt fosfor till sjöarna begränsas. Utbyggnaden av de kommunala avloppsreningsverken under senare delen av 1900-talet förbättrade förhållandena betydligt¹. I dag ligger fosforhalterna i allmänhet i nivå med eller under de mål som ställts upp (Tabell 1). Hjälmaran är ett undantag. Här gör läckage av fosfor från sedimenten att fosforhalten överskrider målet.

Nu är de värden som angivits som mål inte invändningsfria eller någon absolut måttstock på vad som är god eller önskvärd vattenkvalitet. Målen har satts regionalt för respektive sjö med utgångspunkt från konsekvenser av olika halter, en bedömning av vad som är ursprungliga värden (referensvärden) med mera. Målet för Mälaren uttrycks till exempel som en förhöjning i förhållande till en antagen ursprungsnivå. Beroende på vilken metodik man använder för att beräkna referensvärden och vilken grad av överskridande man är beredd att acceptera så blir målet mer eller mindre ambitiöst.

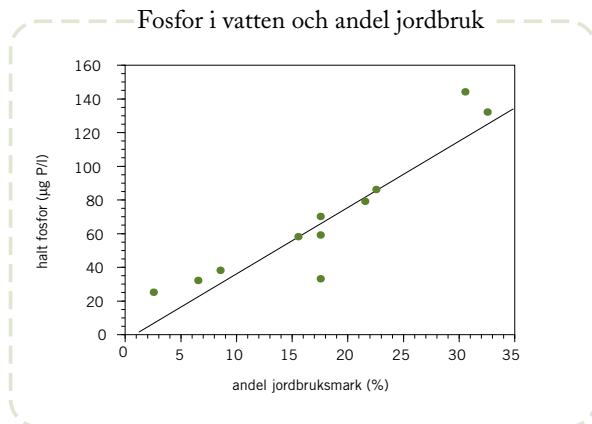
Miljömålen för fosfor har huvudsakligen nåtts

TABELL 1 Miljömål (fosfor och kväve) för Vänern, Vättern, Mälaren och Hjälmaran².

Sjö	Fosfor	Kväve
Vänern	< 8-10 µg tot-P/l	halvering av det antropogena bidraget
Vättern	< 6 µg tot-P/l	< 450 µg tot-N/l
Mälaren	< 2* "bakgrunds"-konc	< 2* utloppets "bakgrunds"-transport
Hjälmaran	< 25 µg tot-P/l	–



Figur 1. Effekter av minskad fosfortillförsel till Ekoln i Mälaren. Vid minskad fosforhalt minskar mängden blågröna alger i vattnet. Bearbetad från ³.



Figur 2. Samband mellan åkerareal i tillrinningsområdet och halten fosfor i vattendragen. Data från Mälarens tillflöden. Omkring hälften av den fosfor som finns som slam i vattendragen är tillgänglig för alger. Bearbetad från ⁴.

genom utbyggnaden av de kommunala avloppsreningsverken. Tidsserierna visar på minskade halter efter att ny reningsteknik införts (Figur 1). Därefter har endast smärre haltminskningar noterats. Man kan alltså lite tillspetsat säga att miljömålen återspeglar en ambitionsnivå som inte sträcker sig längre än till god rening av de stora tätorternas avloppsvatten.

Vill man nå längre är läckage från jordbruk och utsläpp från glesbygdsboende två källor att åtgärda. Sambandet mellan intensiteten i odling och fosforhalterna i odlingslandskapets vattendrag är väl känt (Figur 2). För Mälarens och Hjälmarens avrinningsområde har glesbygdsboende beräknats bidra med ungefär en fjärdedel av den mänskligt orsakade fosfortillförseln till vattendragen ⁵.

Om nya miljömål och ytterligare åtgärder är motiverade beror förstas ytterst på vilken vattenkvalitet vi önskar få. Bedömningen gäller då inte bara de stora sjöarna utan alla sjöar och vattendrag som är sammanlänkade med dessa. Den gäller även de havsområden till vilka överflödet av näring förr eller senare hamnar.

Kvävemål kräver internationella åtgärder

Miljömålen för kväve har inte nåtts i någon av de fyra stora sjöarna. Kväve har inte samma reglerande effekt på algproduktionen i sjöarna som fosfor, men för att hålla nere kvävetillförseln till Östersjön och Västerhavet är det ändå viktigt att minska kvävehalterna i sjöarna. I Vättern och Vänern har dessvärre långvariga och betydande haltökningar registrerats (Figur 3). Det är oroväckande, framförallt med tanke på den

långa tid som det tar att få balans mellan tillförsel och halt. För Vättern har jämviktstiden beräknats till 50–150 år.

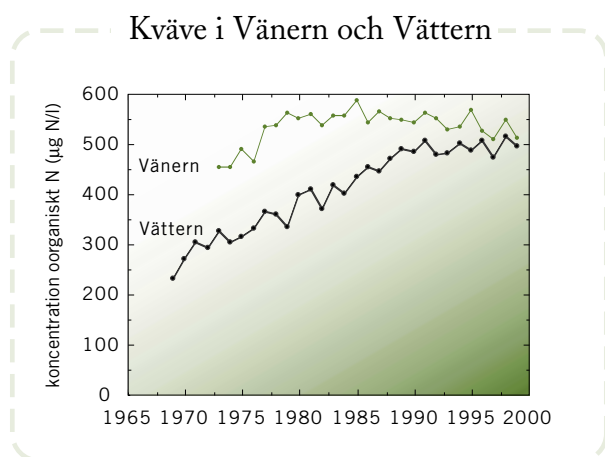
Även för kvävetillförseln spelar jordbruket en betydande roll. I exempelvis Vänern och Vättern kommer ungefär en fjärdedel från jordbruket och här tillförs också ungefär lika mycket med nederbörd och torrdeposition. Därför är internationella åtgärder mot luftföroreningar viktiga.

Metallförorening ett historiskt faktum

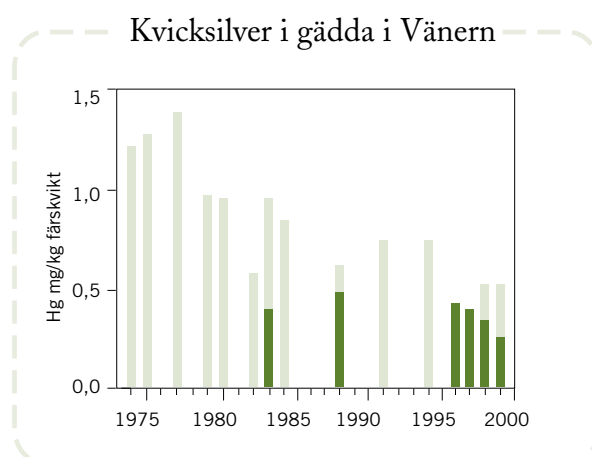
Metallhanteringen i Bergslagen har lämnat spår i Mälarens botten som kan dateras flera hundra år tillbaka i tiden. Vattendragens tillförsel av metaller var långa tider betydande. Nedläggning av gruvdriften resulterade därför i så kraftigt minskad tillförsel av till exempel bly, att den ökning av blyhalter som man brukar hitta i sediment från efterkrigstiden inte syns i Mälarens sediment. Metaller är idag knappast ett problem i Mälaren.

Också i Vänerns tillrinningsområde förekom metallhantering långt tillbaka i tiden, men här är metallföroreningen främst förknippad med sentida industriell verksamhet. Under mitten av 1960-talet släppte kloralkali-industrin i Skoghall, vid sjöns norra strand, ut omkring tre ton kvicksilver per år i sjön. Utöver detta tillfördes sannolikt ytterligare ett par ton via luftutsläpp. Utsläppen minskade till omkring 30 kg i slutet av 70-talet och till cirka 3 kg i slutet av 80-talet, då kvicksilverfria metoder infördes.

Resultaten av de väldiga utsläppen blev en storskalig kvicksilverförorening av Vänern med halter i fisk



Figur 3. Tidsserie av oorganiskt kväve i Vänern och Vättern. Bearbetad från ⁶.



Figur 4. Kvicksilverhalter i enkilosgädda från Kattfjorden i Vänern (ljusa staplar) och från referensområdet Millesvik (mörka staplar). Bearbetad från ⁷.

som ofta låg över den tidigare gränsen för svartlistning. I dag har värdena sjunkit till betydligt lägre nivåer och de är fortfarande på väg nedåt (Figur 4). Uppskattningsvis finns dock fortfarande 10–15 ton kvicksilver inom de biologiskt aktiva sedimentlagren i Vänern. Förekomsten i fisk utgör mindre än en procent av den totala mängden. Hur sjön och dess sediment utvecklas i kemiskt och biologiskt avseende är därför av stor betydelse för kvicksilverhalten i fisk. Inte minst är halten av fosfor och kväve och den därmed sammanhängande växtligheten av betydelse, eftersom alger och annat organiskt material bidrar till att motverka anrikningen av kvicksilver i gädda och andra rovfiskar.

Organiska miljögifter ett minskande problem

PCB, DDT och dioxiner är några av de organiska miljögifter, vars förekomst i vattenmiljön länge stått i fokus, också i de stora sjöarna. I Vänern och Vättern har dessutom klorerade organiska ämnen från pappersmassaindustrin varit en källa till oro.

Undersökningar av organiska miljögifter har endast genomförts i begränsad utsträckning. Glädjande nog visar mätningar i fisk på sjunkande halter. I Vättern har halterna PCB och DDT minskat med i storleksordningen 5–15 procent per år under en 30-årsperiod.

Men även om halterna i fisk sjunker så är föroreningarna allmänt spridda i bottensedimenten. Det är oklart om biologiska effekter förekommer, men hög andel av missbildade yngel av den bottenlevande märllkräftan *Monoporeia* i sediment från Vättern kan vara ett resultat av föroreningar. Missbildningarna kan också hänga samman med den låga födotillgången i denna näringsfattiga sjö.

Många främmande arter men hittills få störningar

Förutom naturfrämmande kemiska ämnen har introduktioner av främmande arter påverkat sjöarna. Sen år 1800 har ungefär 50 för landet nya arter tillförts svenska sjöar och vattendrag. Av dessa har 20 påträffats i de stora sjöarna. Mink, vandrarmussla, kräftpest, vattenpest och sjögull är några av nykomlingarna.

I många fall har introduktionerna inte lämnat några tydliga spår i sjöecosystemet, men i andra fall har de haft en negativ inverkan på inhemska arter. Det mest kända exemplet är kanske kräftpesten, som 1907–1908 slog ut kräftbeståndet i Hjälmaran, som vid den tiden gav upphov till ett lönsamt fiske. En mindre spektakulär, men ändå skadlig påverkan har minken utövat på fågellivet vid de stora sjöarna. Den flytande vattenväxten sjögull, *Nymphoides peltata*, är en art som ganska nyligen etablerat sig och börjat expandera i bland annat Mälarens västligaste fjärd Galten⁸.

Kanalbyggen och fördämningar påverkade fiskarnas levnadsförhållanden

Fiskbestånden i de stora sjöarna påverkades tidigt av människan. Förmodligen kunde man redan på 1300-talet se effekter då dammar byggdes i sjöarnas tillflöden för att ge vattenkraft till den begynnande gruvbrytningen. Därefter har den mänskliga påverkan fortsatt genom århundradena.

Unika stammar av lax har förlorats i Vänern genom att fiskens vandring till lekplatser i tillrinnande vattendrag hindrats av kraftverksdammar. Flera stammar av öring har av samma skäl gått förlorade i Vättern och Mälaren.

Ingrepp som starkt påverkat fiskfaunan är kanalbyggandet. Detta illustreras väl av ålens och kräftans utveckling i Vänern och Hjälmaran.



Ålen har sitt lekområde i Sargassohavet och driver sen med Golfströmmen norrut och når Sveriges västkust. När man byggde Trollhätte kanal på 1800-talet och förband Vänern med Västkusten kunde ålen för första gången på 9000 år åter vandra upp i sjön. Strax därefter såg man hur bestånden av flodkräfta minskade. I dag är ålfisket betydande i sjön medan kräftfisket är obefintligt.

Hjälmarens är egentligen en mer utpräglad ålsjö än Vänern och här fanns ål naturligt. Ålen måste dock vandra till Hjälmarens via Östersjön och Mälaren och har alltså en betydligt längre och besvärligare väg att simma. När man anlade dammar vid Hjälmarens utlopp och längre fram slussar i samband med kanalbygget mellan Hjälmarens och Mälaren försvårade man ytterligare för ålen att nå sjön. När man sen sänkte Hjälmarens vattenyta med 1,3 meter åren 1879–1886 stängdes ålen nästan helt ute. Kräftbeståndet i Hjälmarens var från början blygsamt, men i och med att ålbeståndet minskade ökade antalet kräftor explosionsartat. Den lönsamma exporten av kräftor från Hjälmarens till Europa fick dock ett abrupt slut när kräftpesten slog ut hela beståndet år 1908.

De stora sjöarna har genom hela vår historia varit viktiga och kommer så att förbli. Det handlar inte bara om ekonomiska frågor utan även om att bevara deras ömtåliga naturmiljöer och banden till vår egen historia. ☀

KONTAKTPERSON: Gunnar Persson, SLU,
Institutionen för miljöanalys. Tel. 018-67 31 15.
E-POST: Gunnar.Persson@ma.slu.se

NOTER OCH KÄLLHÄNVISNINGAR:

1. Institutionen för miljöanalys vid SLU har i samverkan med övrig expertis sammanfattat 35 års erfarenhet från miljöutvecklingen i de stora sjöarna i ett temanummer av den vetenskapliga tidskriften *Ambio*. Läs mer: *Ambio*, Vol. 30, No. 8, 2001.
2. Tabell 6, s. 483 ur *Recovery from Eutrophication: Experiences of Reduced Phosphorus Input to the Four Largest Lakes of Sweden* av Anders Wilander & Gunnar Persson, *Ambio*, Vol. 30, No.8, 2001.
3. Figur 11, s. 465 ur *Four Decades of Research on the Swedish Large Lakes Mälaren, Hjälmarens, Vättern and Vänern: The Significance of Monitoring and Remedial Measures for a Sustainable Society* av Eva Willén, *Ambio*, Vol. 30, No.8, 2001.
4. Figur 3, s. 488 ur *Phosphorus in Tributaries to Lake Mälaren, Sweden: Analytical Fractions, Anthropogenic Contribution and Bioavailability* av Gunnar Persson, *Ambio*, Vol. 30, No.8, 2001.
5. Siffran kommer från Naturvårdsverkets nyligen avslutade projekt Transport, Retention, Källfördelning (TRK). Medverkande i projektet har varit Naturvårdsverket, SLU och SMHI.
6. Figur 6, s. 481 ur *Recovery from Eutrophication: Experiences of Reduced Phosphorus Input to the Four Largest Lakes of Sweden* av Anders Wilander & Gunnar Persson, *Ambio*, Vol. 30, No.8, 2001.
7. Figur 6, s. 542 ur *Mercury in Sediment and Fish Communities of Lake Vänern, Sweden: Recovery from Contamination* av Lennart Lindeström, *Ambio*, Vol. 30, No.8, 2001.
8. *Sjögull fyller vikarna*, *Miljötrender* nr. 1, 2001.

**Studier av under-
vattensväxter
med hjälp av
vattenkikare.**

Övergödning aktuellt fortfarande problem

Övergödning av sjöar är fortfarande ett problem i vårt land. Den leder till igenväxning av sjöar och tillväxt av giftalger. För att komma tillrätta med detta problem har riksdagen angett i ett av miljökvälitetsmålen att övergödning inte ska förekomma.

Enligt miljömålet bör vattenkvaliteten i en frisk sjö klassas som ett näringsrikt eller måttligt näringsrikt tillstånd¹. Omvandlar man det till ett mätvärde betyder det att vattnet inte ska ha högre fosforhalter än 50 µg per liter som årsmedelvärde².

Övergödda sjöar vanligast i slättbygderna

Om man använder miljömålet som riktmärke kan drygt 200 svenska sjöar sägas vara övergödda (fakta). De flesta ligger i Stockholms län, men många finns även i Skåne-, Östergötlands- och Kronobergs län. Många ligger i jordbrukstäta slättbygder där de under lång tid fått ta emot läckande närsalter från omkringliggande marker. Även om läckaget är mindre i dag kan stora mängder näringsämnen ha lagrats upp i sjöarnas botten.


Av de 200 övergödda sjöarna är ett femtiotal kraftigt övergödda (hypertrofa) (Figur 1). Dessa har fosforhalter överstigande 100 µg per liter. Flera av sjöarna har också en påtaglig tillväxt av cyanobakterier (blågröna alger) under sommaren.

– I vårt land kan så höga fosforhalter inte förekomma naturligt. De är i högsta grad påverkade, säger Eva Willén som forskar på övergödda sjöar och massutvecklande giftproducerande alger vid SLU.

fakta

Övergödning av vatten

Övergödning beror på att vattnet får ta emot för mycket näringsämnen (fosfor och kväve). Dessa når vattnet genom utsläpp av avloppsvatten eller genom läckage från mark eller sjöbotten. Avloppsreningen är sen 1960- och 70-talet väl utbyggd i Sverige så detta läckage har i dag mindre betydelse för övergödningen. Problem finns dock fortfarande med enskilda avlopp som läcker näringsämnen till sjöarna. Man arbetar också för att minska läckage från de areella näringarna. Exempel på åtgärder är att gödsla med rätt mängd och vid rätt tidpunkt.



Återhämtning i en grund sjö

När man diskuterar effekter av åtgärder mot övergödning skiljer man ofta mellan den grunda och den djupa sjön. Detta eftersom det tar olika lång tid för vattnet att reducera sitt näringsinnehåll i de olika sjötyperna vid minskade näringsutsläpp. I den grunda sjön kan vinden röra om hela vattenmassan. På så vis tillförs löst bunden fosfor från det näringsrika botten-sedimentet till vattnet, som alltså fortsätter att vara näringsrikt.

En sjö där man ser detta är Hjälmaran, bland annat i den största bassängen Storhjälmaren. För 20 år sen halverades tillförseln av fosfor, men vattnet har ännu inte visat någon nämnvärd förändring i fosfor-koncentration⁴. Däremot har cyanobakteriernas biomassa minskat och särskilt toppen under vattenblomningsperioden⁵. Förmodligen beror detta på att andelen biologiskt tillgänglig fosfor har minskat.

Eftersom det kan ta årtal innan sediment som under lång tid förorenats av mänskliga aktiviteter utarmas på sitt näringsinnehåll är det viktigt att långsiktigt följa utvecklingen i sådana sjöar.

– Tyvärr ingår inte Hjälmaran i det nationella miljöövervakningsprogrammet. Här skulle kunskapen om dess långsamma återhämtningsförlopp och dess fosforomsättning behöva fördjupas och följas upp, säger Eva Willén.

Återhämtning i den djupa sjön

Den djupa sjön svarar snabbare på minskad fosfortillförsel. Det förklaras av att språngskiktet fungerar som en barriär mellan det varmare ytvattnet och det kalla bottenvattnet. Denna barriär förhindrar ett utbyte av näring mellan ytvattnet och bottenvattnet.

Ett exempel på återhämtning i en djup sjö är Mälarens nordöstra bassäng Ekoln. Den reagerade



Foto: Eva Willén, SLU

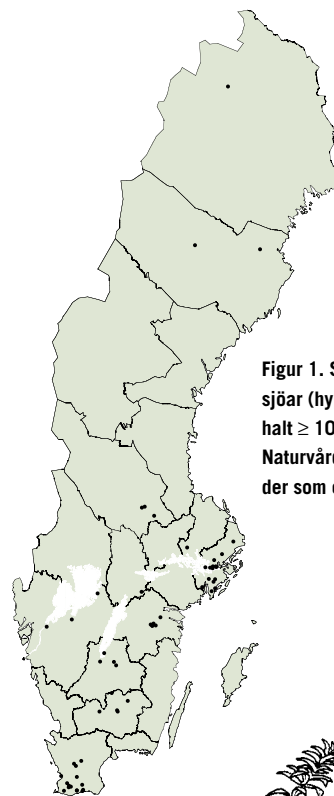
oväntat snabbt på minskad fosfortillförsel. Redan ett fåtal år efter utbyggnaden av avloppsreningen i Uppsala hade koncentrationen fosfor i Ekolns vatten halverats. Under 1990-talet konstaterades ytterligare minskningar. Även mängden vattenblommande cyanobakterier minskade, vilket är en tydlig effekt av förändrad näringstillgång.

Ekoln betraktas dock fortfarande som övergödd. Algmassor som driver in mot stränder ställer fortfarande till med problem och kan även vara giftiga. Men vattnet är i dag klarare och siktdjupet har ökat med i genomsnitt en meter. Detta har fått till följd att undervattensvegetation har kunnat återetablera sig, vilket i sin tur ökar den biologiska mångfalden i systemet.

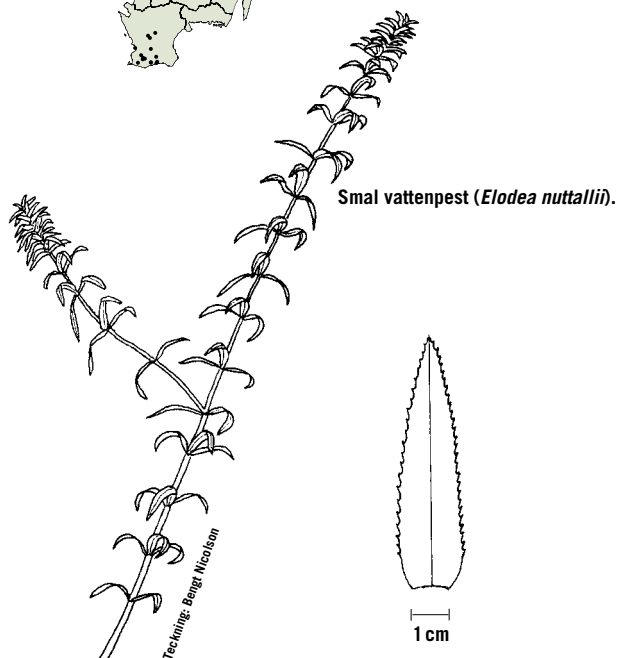
Men alla växter är inte lika välkomna i sjön. En växt som på senare år etablerat sig i Mälaren, bland annat i Ekoln, är den för Sverige främmande arten smal vattenpest, *Elodea nuttallii*⁶. Den konkurrerar ut andra växter och kan ställa till med lokala problem för den som nyttjar strandnära områden.

Positiv utveckling – om än långsam

Även om utsläppen av fosfor till sjöar påtagligt har minskat sen 1960-talet är alltför många svenska sjöar fortfarande övergödda, och när det gäller kväve har koncentrationerna i många fall ökat. Tillrinningsområden med stor andel åkermark har de största fosfor- och kväveförlusterna. När det gäller återhämtningsförlopp i våra mest övergödda sjöar är det kanske inte att vänta att månghundraåriga försyndelser ska repareras ens inom en mansålder. Det tar tid att ställa in en sjö på en annan jämviktsnivå med lägre näringshalter också med tanke på det som lagrats i bottensedimenten. ☀



Figur 1. Sveriges mest näringsrika sjöar (hypertrofa) med en totalfosforhalt $\geq 100 \mu\text{g/l}$. Detta betecknas i Naturvårdsverkets bedömningsgrunder som extremt höga halter².



KONTAKTPERSON: Eva Willén, Institutionen för miljöanalys, SLU. Tel. 018-67 31 14.
E-POST: Eva.Willen@ma.slu.se

NOTER OCH KÄLLHÄNVISNINGAR:

1. Läs mer om miljö kvalitetsmålet på www.naturvardsverket.se.
2. Naturvårdsverket 1999. *Bedömningsgrunder för miljö kvalitet. Sjöar och vattendrag*. Rapport 4913.
3. Johansson, H. & Persson, G. 2001. *Svenska sjöar med höga fosforhalter. 790 naturligt eutrofa eller eutrofierade sjöar?* SLU, Miljöanalys, Rapport 2001:8.
4. Wilander, A. & Persson, G. 2001. *Recovery from eutrophication: experiences of reduced phosphorus input to the four largest lakes of Sweden*. *Ambio* 8:475-485.
5. Willén, E. 2001. *Phytoplankton and water quality characterization: experiences from the Swedish large lakes Mälaren, Hjälmaren, Vättern and Vänern*. *Ambio* 8:529-537.
6. Smal vattenpest *Elodea nuttallii* hör ursprungligen hemma i USA och Kanada. Dess användning som akvarieväxt har troligen haft betydelse för spridningen i Europa.
Anderberg, A. 1992. *Smal vattenpest, Elodea nuttallii, en ny vattenväxt i den svenska floran*. *Svensk Botanisk Tidskrift* 86: 43-45.

Gamla metallsynder märks mest



Foto: Lars Sonesten/SLU

Kolbäcksan i Västmanland är ett av Sveriges mest metallförorenade vattensystem. Här syns spår efter såväl gruvbrytning som utsläpp från metall- och verkstadsindustrier.

Industriernas utsläpp av metaller till Sveriges sjöar och vattendrag har minskat markant under de senaste årtiondena¹. Men även om utsläppen minskat, finns stora mängder metaller upplagrade i marker och sjösediment från tidigare års föroreningar². Från dessa magasin läcker metaller ut till sjöarnas vatten.

– Är med kraftig avrinning kan stora mängder metaller tvättas ur från omgivande marker och sjösediment. Det har vi sett i Kolbäcksan, säger Lars Sonesten, forskare vid SLU.

Störst läckage från sulfidmineral

Naturvårdsverket gjorde för ett antal år sen en sammanställning över de svenska sjöar och vattendrag som har höga eller mycket höga metallhalter i vattnet eller sedimenten¹. Sammanställningen visade att omkring trettio sjöar och vattendrag är kraftigt förorenade av metaller. De mest belastade sötvattnen återfinns i allmänhet nära gruvområden³. I Sverige är Kolbäcksan och nedre Dalälven svårast drabbade¹.

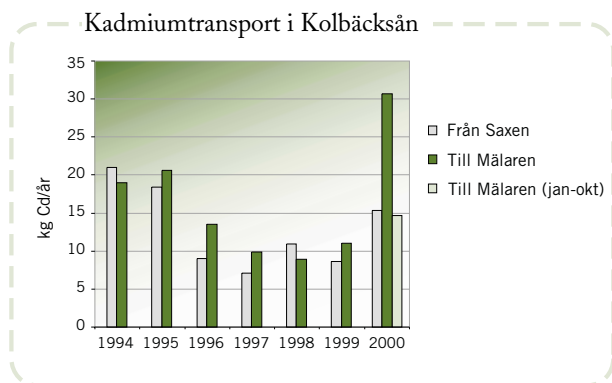
– I sammanställningen finns resultat från vatten- och sedimentanalyser. Resultaten visar att miljöförhållandena har blivit bättre, säger professor Kjell Johansson, som var med och skrev rapporten.

Sjöar som ligger i närheten av gruvor är ett undantag från trenden med minskande metallbelastning till vatten¹. Från gamla gruvrester, framförallt från sulfidmalm, frigörs fortfarande stora mängder metaller. När sulfidmineraler kommer i kontakt med luftens syre oxideras de³. Då bildas svavelsyra och lättlösliga metallsulfater, som lätt rinner av till sjöar eller vattendrag.

Gruvdriften lämnade svårläkta sår

Kolbäcksan börjar sitt flöde i Bergslagens kuperade granskogsterräng. Därefter ringlar den sig via flera sjöar ner till Mälardalens jordbruksbygder för att slutligen mynna i Mälaren. Ån och sjöarna används för fiske och bad och är på flera ställen reglerad för vattenkraft.

Man började tidigt utvinna malm i området kring Kolbäcksan. Här fanns allt det som behövdes för att bygga upp en metallindustri: brytvärd malm, skog och vattenkraft. Ända fram till 1970-talet var gruv- och metallindustrin dominerade i området. I dag har gruvorna och flera industrier lagts ner och de kvarvarande fått bättre rening av sina utsläpp. Men spåren från forna tiders gruv- och metallindustri finns kvar i området i form av metalläckande slagghögar.



Figur 1. En stor del av det kadmium som tillförs Mälaren kommer från sjön Saxen. Allt kadmium från Saxen når inte Mälaren, utan en viss fastläggning sker under vägen. Den kraftiga nederbörden under november–december år 2000 fördubblade mängden kadmium som tillfördes Mälaren, eftersom perioder med kraftig nederbörd ökar läckaget från gruvavfallsdeponier på land. Läckage sker även från Saxens förorenade sediment.

Kadmium kommer från Saxen

Saxen ligger i övre loppet av Kolbäcksån och i närheten av sjön finns en numera nedlagd sulfidmalmgruva ⁴.

– Vi har mätt upp höga halter av både kadmium och zink i sjövattnet och sedimentet. Saxen är faktiskt den största enskilda utsläppskällan av vissa metaller till Kolbäcksån. För att minska metallläckaget från resterna av gruvdriften har man täckt över dem med lerhaltig morän, berättar Lars Sonesten.

Trots övertäckningen mäter man fortfarande upp höga halter av metaller i Saxens vatten. Förmodligen kommer dessa både från gruvresterna på land och den förorenade sjöbotten. Hur stor del av metallerna som härstammar från landbacken respektive tvättas ur sedimenten i sjön vet man inte i dag. Stora mängder zink och kadmium transporteras i alla fall från Saxen, via Kolbäcksån vidare till Mälaren (Figur 1). Forskarna beräknar att 70 procent av det kadmium som nådde Mälaren via Kolbäcksån under 2001 kom från Saxen.

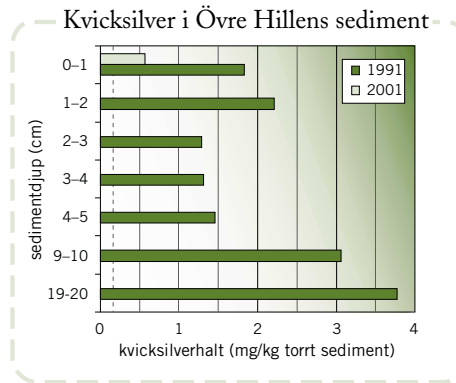
Skador på djur och natur

Förutom att vara Sveriges tredje största sjö och viktig för friluftslivet fungerar Mälaren som vattentäkt för Stockholm.

– Kolbäcksån är Mälarens näst största vattentillflöde. Men de metallmängder som den transporterar ut till Mälaren utgör knappast någon fara för Stockholms dricksvatten. Det mesta av metallerna hamnar i Mälarens sediment, men kan utgöra ett framtida miljöhot om miljön i Mälaren förändras, säger Lars Sonesten.

Dagens städer är "hot spots"

I dag, när många gruvor har lagts ner och industrierna förbättrat sin rening av metallutsläpp, sker den största upplagringen av metaller i våra storstäder.



Figur 2. Övre Hillen, strax öster om Ludvika, har tillförts stora mängder kvicksilver. I dag är utsläppen mindre, vilket illustreras av att halterna är högre i djupare liggande sedimentlager. Den stora kvicksilvermängden i sjön medförde att fisken i sjön "svartlistades" under 1960- och 70-talet.

– Studier i Stockholm visar att städer läcker mycket metaller främst från mer diffusa källor. Metallerna härstammar här från exempelvis trafiken, byggnader, vattenledningssystem, men också från gamla försyndelser som i en del fall är flera hundra år gamla, säger Kjell Johansson.

Hur upplagringen av metaller i våra storstadsområden kommer att påverka miljötillståndet i sjöar och vattendrag vet man inte i dagsläget. Inte heller hur upplagringen av metaller påverkar miljön i ett längre perspektiv. Redan i dag är det svårt att få en bild av miljötillståndet i sjöar med avseende på metaller. Mycket kunskaper finns hos länsstyrelserna där man arbetar med att lokalisera och identifiera gamla föroreningar i mark och sediment. I vissa fall kan det bli aktuellt med sanering av förorenade områden. ✨

KONTAKTPERSONER: Lars Sonesten, Institutionen för miljöanalys, SLU. Tel. 018-67 30 07.

E-POST: Lars.Sonesten@ma.slu.se.

Kjell Johansson, Institutionen för miljöanalys, SLU. Tel. 018-67 31 05.

E-POST: Kjell.Johansson@ma.slu.se.

NOTER OCH KÄLLHÄNVISNINGAR:

1. Naturvårdsverket. 1993. *Metallerna och miljön*. Naturvårdsverket, Rapport 4135.
2. Sediment är det växande skikt av naturligt avfall från mark och sjö som lagras på sjöarnas botten.
3. Bernes, C., 2001. *Läker tiden alla sår?*. Monitor 17. Naturvårdsverkets förlag. ISBN 1100-231X.
4. Boliden bröt bly, zink, koppar, silver och guld i Saxberget 1957–1988. På www.boliden.se finns en miljörapport som beskriver efterbehandlingen av området.

Notis

Nedspolade ämnen dyker upp på nytt

Mycket av det som spolas ner i vasken när förr eller senare våra vattendrag. Det visar en undersökning som U.S. Geological Survey har gjort när de mätte halter av 95 olika kemikalier i 140 amerikanska vattendrag¹. Bland annat fanns rester av insektsmedel, hormonpreparat, läkemedel, antibiotika och parfymer i vattnet.

– Inom den svenska nationella miljöövervakningen mäts sen ett par decennier ett tiotal organiska miljögifter bland annat PCB och DDT. Från och med i år mäter man även bekämpningsmedel i det nationella miljöövervakningsprogrammet, säger Peter Sundin som forskar på organiska miljögifter vid SLU.

Däremot är det sällsynt med mätningar av exempelvis läkemedelsrester i svenska vatten. Detta är en brist

som forskarna är väl medvetna om, och arbete pågår för att öka kunskaperna.

– Det finns förslag på ett antal kemiska ämnen som ska ingå i en nationell screening. Vissa har redan betats av och nyligen har prioriteringen för de närmaste åren setts över, säger Peter Sundin.

Med screening menas att man undersöker förekomsten av några ämnen varje år². På så vis hoppas man ringa in vilka ämnen som bör ingå i den nationella miljöövervakningen. Vissa läkemedel, t. ex. ibuprofen, kommer att ingå i denna screening.

1. Time, 25 mars 2002. Läs mer om studien på:
http://www.usgs.gov/public/press/public_affairs/press_releases/pr1569m.html
2. Önskas – förbättrad miljöövervakning av organiska miljögifter. Miljötrender nr. 2 2002.

Seminarium och workshop

Seminarium 13–15 augusti • Workshop 15–16 augusti 2002

Modeller för skogliga analyser och planeringssystem

Seminariet kommer att behandla modeller för skoglig planering mot bakgrund av de vidgade perspektiven i planeringen av skogens brukande. Såväl traditionella discipliner som t.ex. tillväxtmodeller, som ekologiska och miljörelaterade modeller kommer att presenteras. Efter seminariet presenteras några modeller i en workshop.

ARRANGÖR:

Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik, SLU

PLATS: SLU i Umeå

START: 13/8 kl. 12.00

ANMÄLAN: modfor@slu.se

Mer information finns på

www-conference.slu.se/modfor

Konferens

17–18 oktober 2002

Mångfaldskonferens 2002:

Kulturell mångfald

möter biologisk mångfald

Skiljer sig den "svenska" natursynen från invandrade gruppers syn på naturen? Årets mångfaldskonferens belyser kopplingen mellan naturvård och integration. Målet är att samla forskare, naturvårdare, de som arbetar med integrationsfrågor och invandrarorganisationer för diskussioner kring hur den kulturella mångfalden möter den biologiska mångfalden. Konferensens första dag består av föredrag och seminarier medan andra dagen ägnas åt exkursioner.

ARRANGÖR: Centrum för biologisk mångfald, Region Skåne

PLATS: Börshuset, Malmö

START: 17/10 kl 09.00

ANMÄLAN:

www-conference.slu.se/mangfald

INFORMATION:

Malin.Almstedt@cbm.slu.se,

Sonja.Jansson@nvb.slu.se,

eller mangfald@slu.se

Mer information finns även på

www-conference.slu.se/mangfald

Tips

Under adressen:

www.slu.se/aktuellt/

hittar du SLU:s seminarier,

konferenser och disputationer.

Vill du ha en kostnadsfri prenumeration på Miljötrender eller beställa äldre nummer av tidningen?

Kontakta:

SLU Publikationstjänst

Box 7075

750 07 Uppsala

FAX: 018-67 35 00

E-POST: publikationstjanst@slu.se

www.slu.se