

# Försurade sjöars återhämtning

**Luftburet nedfall av svavel och kväve från förbränning av fossila bränslen har försurat många sjöar och vattendrag i Sverige. Men sedan början av 1980-talet har svavelnedfallet minskat med över 90 procent. Tack vare det kan försurade sjöar och vattendrag nu börja återhämta sig, såväl vattenkemiskt som biologiskt. Men trots att de vattenkemiska förändringarna är tydliga sker den biologiska återhämtningen långsamt.**

*Tobias Vrede, Institutionen för vatten och miljö, SLU*

**H**är presenteras resultat från provtagning av vattenkemi och biologi i okalkade referenssjöar inom den nationella kalkningseffektuppföljningen (IKEU) samt från utvalda referenssjöar i det nationella trendvattendragsprogrammet. Sjöarna är utvalda för att representera försurade eller neutrala referenssjöar till sjöar som kalkas. De är därför inte statistiskt representativa för sjöar i allmänhet. Däremot är undersökningarna viktiga för att kunna studera samband mellan miljöpåverkan, framför allt försurning, och vattenkemi och biologi eftersom provtagningarna har genomförts intensivt och under lång tid. De flesta tidsserier som presenteras här startade 1989, men några är kortare. Vatten-

kemiska prover har tagits åtta gånger per år, och provtagning av växt- och djurplankton har skett fyra till sju gånger per år. Provfisken med nät har genomförts en gång per år.

## Vattenkemin förändras

Sedan slutet av 1980-talet har pH ökat, dvs. vattnet har blivit mindre surt, i de flesta sura och neutrala referenssjöar (figur 1). Ökningen är signifikant i 8 av 13 sjöar och medianökningen är 0,01 pH-enheter per år. De kraftigaste ökningen av pH har skett i Härsvatten och Örvattnet, där pH ökat med cirka 0,03 enheter per år. Likaså ökade alkaliniteten (vattnets förmåga att buffra mot försurning) i flertalet sjöar. Ökningen är signifikant i 9 av de 13 sjöarna och

Fräcksjön i Västergötland är en neutral referenssjö.



medianökningen är 0,0004 milliekvivalenter per liter per år.

Trenderna i pH och alkalinitet skiljer sig åt mellan sjöarna. Det kan delvis förklaras av halten av totalt organiskt kol som till stor del består av sura humusämnen från uppströms liggande skogs- och myrmarker. Generellt sett ökar totalhalten av organiskt kol i sjöarna med 0,15 mg per liter per år, men ökningstakten varierar (figur 1). Detta innebär att återhämtningen från försurningen motverkas av ökad humushalt. I de sjöar där ökningen i totalhalten av organiskt kol är särskilt stor ökar inte pH och alkalinitet så mycket, utan minskar till och med signifikant i den neutrala, men mycket bruna Älgsjön.

Dessa mönster i pH, alkalinitet och totalhalt av organiskt kol stämmer väl överens med de analyser av trender från ett större antal sjöar, som är ett mera representativt urval av Sveriges sjöar. Andelen försurade sjöar i Sverige minskar också med tiden.

## Växtplankton återhämtar sig

Växtplankton är en artrik grupp organismer som finns i alla sjöar och som utgör basen i födoväven i den fria vattenmassan. Tack vare att de har en kort generationstid och sprider sig lätt mellan sjöar är de en bra och snabb indikator på förändringar i ekosystemet. I bedömningsgrunderna för sjöar och vattendrag används antalet växtplanktonarter som en indikator på surhetspåverkan.

I de neutrala referenssjöarna finns det i genomsnitt 47 arter i prover från juli och augusti, vilket visar på nära neutrala förhållanden. I de

sura referenssjöarna finns det endast 9-32 arter, genomsnittet är 20, något som visar på sura till extremt sura förhållanden (figur 2). Antalet växtplanktonarter ökar i de sura sjöarna och ökningen är signifikant i Härsvatten, Brunnsjön och Årsjön (figur 2 och 3). I de neutrala sjöarna saknas däremot signifikanta trender.

Ett annat mått på den biologiska mångfalden i växtplanktonsamhället är diversiteten. Denna är omkring hälften så hög i de sura sjöarna som i de neutrala, med undantag av den neutrala Älgsjön där flagellaten *Gonyostomum semen* utgör i genomsnitt 74 procent av biomassan. Därför blir också diversiteten där mycket låg. Liksom artantalet ökar diversiteten generellt i de sura sjöarna och ökningen är signifikant i Örvattnet (figur 3). Däremot finns det ingen signifikant ökning av diversiteten i någon enskild neutral sjö eller generellt i gruppen neutrala sjöar.

Det finns alltså tydliga tecken på att växtplanktonsamhällena är på väg att återhämta sig i de försurade sjöarna, särskilt i de sjöar där den vattenkemiska återhämtningen är tydligast. Men tillståndet är fortfarande långt från vad man skulle förvänta sig i opåverkade sjöar.

## Djurplankton och fisk

Den förbättrade vattenkvaliteten och den delvisa återhämtningen hos växtplankton skulle kunna innebära att även andra grupper organismer kan återhämta sig. Men här saknas det generella trender för flera indikatorer på djurplankton och fisk. Djurplanktonsamhällets diversitet förändras inte och fiskindikatorer såsom antal arter, diversitet och EQR8 (en generell indikator

### FAKTA

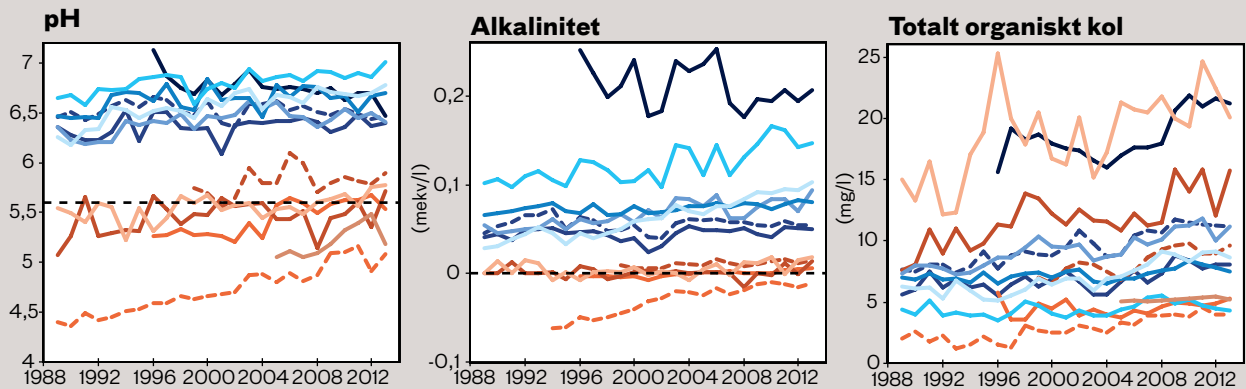
#### IKEU

Integrerad kalkningseffektuppföljning (IKEU) är ett nationellt miljöövervakningsprogram som genomförs av institutioner vid Sveriges lantbruksuniversitet och Stockholms universitet på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten. IKEU har i uppdrag att:

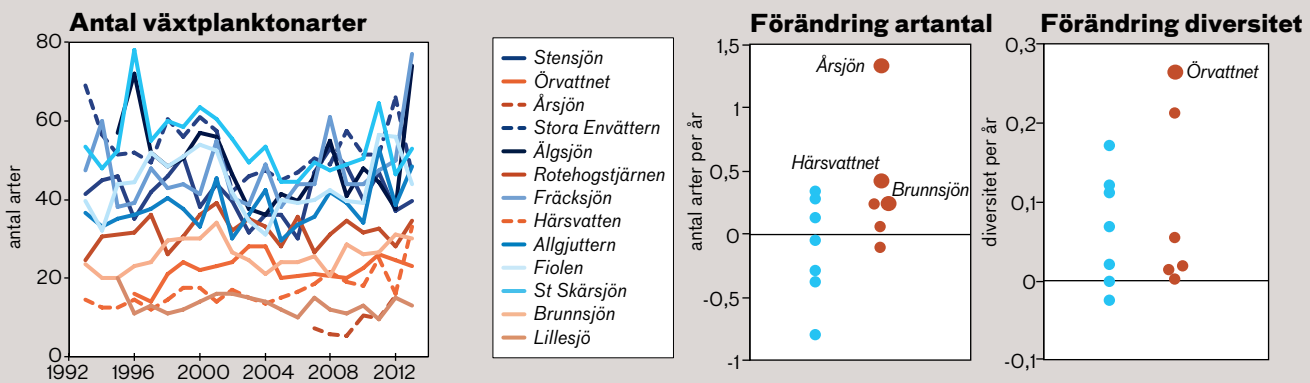
- Följa upp de långsiktiga effekterna i Sverige av kalkning av sjö- och vattendragsekosystem.
- Genomföra vetenskapliga analyser som ökar kunskapen om försurning och kalkning.
- Producera vetenskaplig kunskap så att Havs- och vattenmyndigheten, länsstyrelserna och Vattenmyndigheterna kan anpassa kalkningen av sjöar och vattendrag på ett effektivt sätt.
- Kommunicera resultat, kunskaper och slutsatser på ett sätt som är anpassat till användarnas behov och förutsättningar.

[www.slu.se/ikeu](http://www.slu.se/ikeu)

## PÅVERKAN I REFERENSSJÖAR



**Figur 1.** Årsmedian av pH, alkalinitet och totalt organiskt kol (TOC) i sura (röda linjer) och neutrala (blå linjer) referenssjöar under perioden 1989–2013. Referenslinjer för pH=5,6 (det vanligaste pH-målet för målobjekt inom kalkningen) och alkalinitet = 0 milliekvivalenter per liter visas med streckad svart linje.



**Figur 2.** Antal vätplantplanktonarter i juli och augusti i sura (röda linjer) och neutrala (blå linjer) referenssjöar under perioden 1993–2013.

**Figur 3.** Trender i antal vätplantplanktonarter och vätplantplanktondiversitet (förändring per år) i sura (röda symboler) och neutrala (blå symboler) referenssjöar. Sjöar med signifikanta trender är markerade med större prickar.

för ekologisk kvalitet) förändras inte heller med tiden.

Men det finns enstaka tecken på att även fisksamhällen i försurade sjöar kan vara på väg att återhämta sig. I Årsjön finns det en signifikant positiv trend i EQR8, vilket innebär att den ekologiska statusen ökar från otillfredsställande till måttlig under perioden 1998–2013. Ett annat positivt tecken är att det nu tycks finnas åtminstone enstaka fiskar i den kraftigt försurade Härsvatten, där fisksamhället tidigare slagits ut totalt.

### Framtiden?

Även om de sura referenssjöarna delvis återhämtat sig så går det långsamt. Processen be-

gränsas dels av att det fortfarande finns ett visst surt nedfall, dels av att vittringen av mineraler (som återställer buffringsförmågan) är mycket långsam. Den biologiska återhämtningen beror förutom på vattnets kemiska kvalitet också på att det måste finnas möjlighet för arter att återkolonisera, en process som tar tid. Därför kommer ekosystemen i försurningepåverkade sjöar fortsätta att vara påverkade av försurning- en under en lång tid framöver.

### TEXT & KONTAKT

Tobias Vrede är projektledare för IKEU vid SLU.

*e-post:* tobias.vrede@slu.se