

# miljö trender

EN TIDNING FRÅN SLU  
NR 1 • 2005

Tema:

## Livet i sötvatten

- Imponerande kunskap och kompetens inom SLU
- Flera lax och öring lekvandrar
- Ingen biologisk återhämtning i försurade sjöar

<b>Innehåll</b>	SLU okänd vattenaktör.....	2	Svårt sätta pris på främmande arter .....	10
	Miljöövervakning av lekvandrande fisk på gång .....	3	Bottendjur som mått på vattenkvalitet	
	Vattenkemi bestämmer arters utbredning .....	6	– dynamiskt tänkande behövs .....	13
	Godkända gifter skadliga för djur i bottensediment.....	8	Notiser/Konferenser/Seminarier .....	16



# SLU okänd vattenaktör

SLU HAR UNDER DET SENASTE ÅRET fört en intern dialog kring vattenfrågor. Genom enkät- och intervjuundersökningar samt seminarier har man samlat information om sina vattenrelaterade projekt samt externa förväntningar. Resultaten visar att mer än hälften av SLU:s institutioner arbetar direkt eller indirekt med vattenrelaterad verksamhet, som sammanlagt årligen omsätter cirka 150 miljoner kronor och engagerar omkring 120 forskare och lärare. Intressenterna upplever SLU:s vattenarbete som splittrat och fragmenterat och efterfrågar en bättre helhetssyn och samhällsvetenskapliga komponenter. SLU uppfattas inte som en auktoritet på vattenrelaterade frågor trots den omfattande verksamheten.

2

DET FINNS EN IMPONERANDE kunskapsbank och kompetens på SLU inom en lång rad vattenrelaterade frågor, som dock inte alltid är lättillgänglig eller ens känd för en utomstående. Kanske för att vattenkunskapen inte integreras och förpackas med annan kunskap som efterfrågas. Kanske för att vattenkomponenten inte lyfts fram och tydliggörs i de sammanhang den förekommer inom SLU. Frågor från praktiker, beslutsfattare och förhandlare i EU är ofta konkreta och gäller här och nu. Men många gånger är de problem som ska lösas så komplexa att det inte finns några enkla svar.

HUR KAN SLU MEDVERKA TILL att medvetandegöra och omsätta nyvunnen kunskap, integrerad med århundradens visdom från vattenrelaterade frågor, i beslut som påverkar framtida användning av vår vattenresurs? Vi kan göra en parallell till hur man tjänar pengar genom att investera i företag på börsen. Ganska snart infinner sig frågan för en ansvarsfull investerare hur man kan investera för att tjäna pengar i det korta perspektivet och samtidigt verka för en långsiktigt hållbar utveckling – ingen lätt ekvation.

ATT LÖSA REDAN UPPKOMNA miljöproblem kan ge ära och berömmelse – men hur belönar vi ett proaktivt tänkande och agerande som kanske hjälper oss att undvika att sådana situationer någonsin uppkommer? SLU kan bidra genom att



Foto: Åke Gummarsson, VUE AB

samutnyttja den kompetens som finns inom universitetet – med nödvändig samverkan utanför SLU. Frågorna som ska tacklas är komplexa och arenan är gränslös.

DEN ENGAGERADE DISKUSSIONEN internt om hur vattenfrågorna ska lyftas på agendan kanske har det enkla svaret att låta vattenfrågorna få sin berättigade roll – oavsett val av skärning och profilering.

DETTA NUMMER AV MILJÖTRENDER fokuserar på livet i vatten och visar ett axplock av SLU:s breda vattenarbete.

EVA THÖRNELÖF är kanslichef med ansvar för Mistras kapitalförvaltning. Hon är marinbiolog och har tidigare varit chef för miljöanalysavdelningen vid Naturvårdsverket.

**miljötrender**

**Miljötrender** är tidningen som presenterar nyheter och resultat från den fortlöpande miljöanalysen vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU). Miljötrender ges ut av SLU Miljödata och utkommer med 3–4 nummer per år. Tidningen är kostnadsfri. Den finns också som pdf på Internet: [www-miljotrender.slu.se](http://www-miljotrender.slu.se)

**Prenumeration (kostnadsfritt):**

SLU Publikationstjänst  
Box 7075  
750 07 Uppsala  
**Fax:** 018-67 35 00  
**E-post:** publikationstjanst@slu.se

**Ansvarig utgivare:** Torgny Wiederholm  
**Tel.** 018-673113  
**E-post:** Torgny.Wiederholm@md.slu.se  
**Redaktör:** Ann-Sofie Morén  
**Tel.** 018-67 31 07  
**E-post:** Ann-Sofie.Moren@md.slu.se

**Redaktionens adress:**  
SLU Miljödata  
Box 7062  
750 07 Uppsala  
**Fax:** 018-67 35 94  
**E-post:** miljotrender@slu.se

**Miljötrender:** ISSN 1403-4743

**Form och original:** Grön idé AB  
**Omslagsfoto:** Calle Bredberg/  
Norrlandia.  
**Tryck:** Gävle Offset  
**Upplaga:** 1500 ex

**Papper, omslag och inlaga:** MultiArt silk, 130 g  
**Typsnitt:** Bembo & Akzidenz Grotesk

**Allt material** i Miljötrender lagras och publiceras elektroniskt. För insänt ej beställt material ansvaras ej. Citera gärna Miljötrender men uppge alltid källan. Kontaktpersonerna ansvarar för sakinnehållet i artiklarna.







# Miljöövervakning av lekvandrande fisk på gång

Hona av östersjöfax.

Utbyggnad av vattenkraft, hårt havsfiske samt sjukdomen M74 är faktorer som bidragit till att den vilda östersjöfaxen nästan utrotats. Situationen verkar idag något förbättrad tack vare de begränsningar och fiskeregleringar som togs i bruk 1997. Nu arbetar SLU för att få igång miljöövervakning på lekvandrande fisk.

Under början och mitten av 1900-talet genomfördes en omfattande utbyggnad av vattenkraften. I många älvar och åar blev det omöjligt för de lekvandrande fiskarna lax (*Salmo salar* L.) och havsöring (*Salmo trutta* L.) att vandra upp till kvarvarande lekområden (Fakta). I takt med kraftutbyggnad och dämning av vattendrag lagstodades under 1950-talet att förlusten av naturligt producerade lax- och havsöringungar skulle ersättas med produktion av odlade fiskungar. Genom stödutsättningar skulle dessa kompensera förlusten av de vilda stammarna. Detta har lett till att vi har ett blandbestånd av vild och odlad laxfisk i Östersjöområdet. Om kompensationsodlad fisk som har sin yngeluppväxt i en fiskodling och senare sätts ut i älvarna som smolt<sup>1</sup> sprider sig till älvar med naturliga älvestammar riskerar vi att få en genetisk uppblandning av de vilda bestånden. På sikt kan det sannolikt leda till en minskad genetisk variation och risk för att vilda stammar dör ut.

## Blandfiske och miljögifter just nu stora hot

De stora uttagen av lax, som under de senaste årtiondena tillåtits i Bottniska viken och Östersjön, har varit ett hot mot de vilda stammarna. I Östersjön utgjorde under början av 2000-

talet den odlade fisken huvuddelen av det totala antalet lax i havet så situationen för de 10–15 procenten vild lax såg ganska mörk ut. För havsöringens del var problemen i Bottniska viken ännu värre, med få lekfishar som fick återvända för reproduktion. Fisket i havet är ett oselektivt så kallat blandfiske där man fångar både vild och utplanterad fisk. Det får till följd att en stor del av de vilda lekmogna hannarna och honorerna aldrig återvänder till älvarna för att leka.

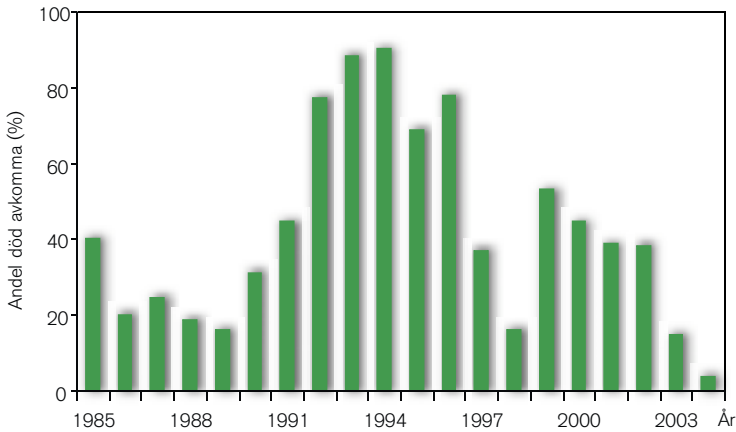
Fiskarna utsätts också för andra hot som till exempel den mystiska sjukdomen M74, som upptäcktes 1974. Under 1990-talets mitt dog som mest cirka 90% av avkomman medan vi under 2004 ser en minskning till knappt 4% (Figur 1). Detta är glädjande men då det fortfarande är oklart vad som orsakar sjukdomen kan man inte utesluta nya utbrott.

Som toppkonsument i näringskedjan lagrar lax och havsöring miljögifter i fettvävnaden. I dagsläget är därför dioxin ett stort hot. Här bygger hotet inte i första hand på att fisken dör på grund av giften utan att EU inte tillåter konsumtion av fisken. Sverige och Finland har dispens till 2006. Vad som händer därefter är osäkert. Oavsett beslut finns idag ett stort intresse för lax och havsöring både ur rekreations- och mångfalds-aspekter. För att kunna garantera livskraftiga vilda laxstammar i en tid när efterfrågan på resursen och viljan till exploatering ändå är hög krävs goda kunskaper om fiskbestånden. Dels om beståndens storlek men också om deras lekvandring, deras lekfrågning, avkommans storlek och överlevnad med mera.

## Trappdata visar positiv trend för hemvändande fisk

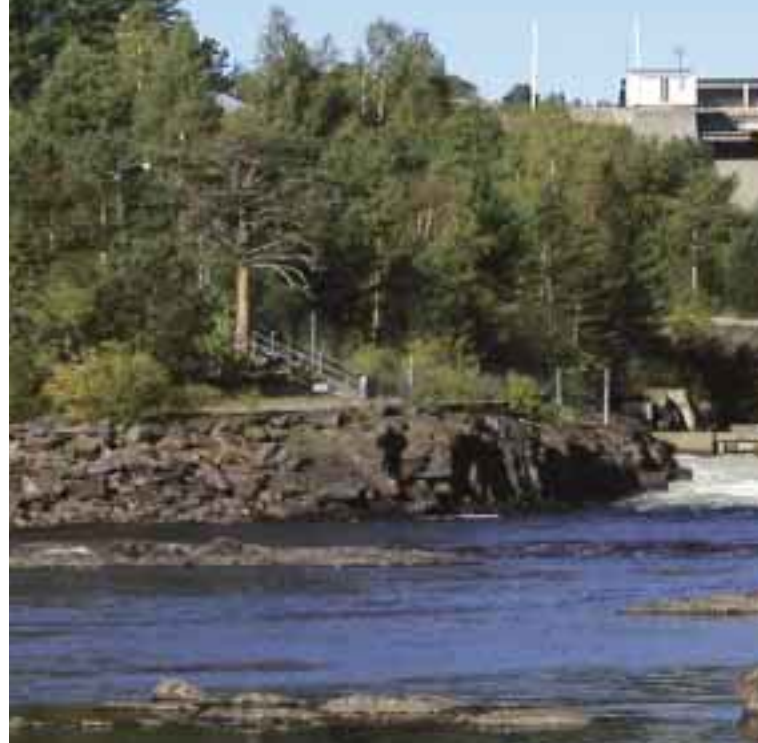
Väldigt få laxälvar i Sverige har registrering av vandringsfisk och den övervakning av vandringsfisken som sker görs uteslu-

#### M74: DÖDLIGHET HOS SMOLT<sup>1</sup> 1985–2004

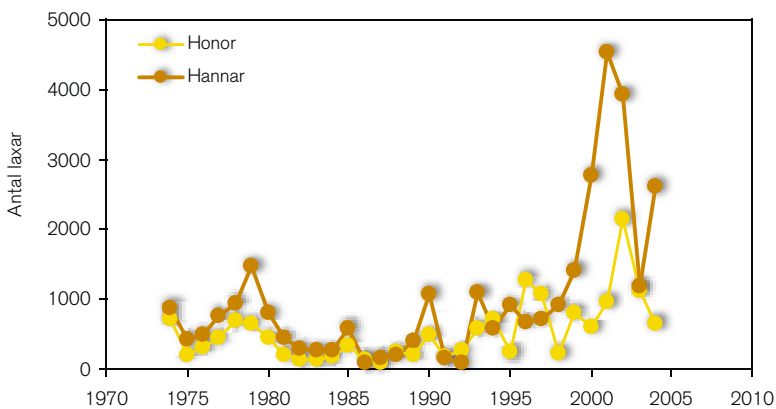


**Figur 1.** Lax som drabbas av sjukdomen M74 har låga halter av B-vitamin. Efter att nykläckta yngel från sjuka laxar förbrukat näringen från sin gulesäck har de inte förmåga att tillgodogöra sig föda och dör. Det är få yngel som dör idag, men då man inte känner till orsaken till sjukdomen kan man trots minskade problem fortfarande riskera nya utbrott.

4



#### LAX SOM PASSERAT LAXTRAPPAN I NORRFORS 1974–2004



**Figur 2.** All lax som vandrar upp för laxtrappan i Norrfors i Umeälven registreras. Genom ett ändrat havsfiske vandrar nu fler laxar upp mot Vindelälven för att leka. För havsöringen ser man en motsvarande positiv trend. År 2004 passerade 176 havsöringar laxtrappan i Norrfors.

tande i fisktrappan i Norrfors (Umeälven). Här registrerar Vattenfall sedan 1974 all lax och havsöring som passerar trappan. För varje fisk noteras art, kön, om den är vild (fettfenan<sup>2</sup> kvar) eller odlad (fettfenan saknas) samt dess längd och vikt<sup>3</sup>.

Den nu 30 år långa tidsserien från Norrfors visar sedan slutet av 90-talet en positiv trend: det är både fler vilda laxar och havsöringar som vandrar upp mot Vindelälvens lekområden (Figur 2). Genom krafttag från det Internationella havsforskningsrådet (ICES)<sup>4</sup> och Baltiska fiskerikommissionen (IBSFC)<sup>5</sup> har man inom Östersjöområdet enats om åtgärder för att rädda de vilda stammarna. Den så kallade Laxaktionsplanen<sup>6</sup> har lett till att skyddet för vild lekvandrande lax ökat under fortsatt relativt högt fisketryck. Fisket efter lax har omfördelats från att vara ett rent havsfiske till att omkring 50% av Sveriges andel av alla östersjöländers totala uttag om 460 000 laxar görs i Östersjön, resten fångas längs kust och i älva på svenska och finska sidan i Bottniska viken där de stora laxförande vattendragen finns.

#### Pejling ger kunskap om avkomman

SLU-forskare har samlat kunskaper om fiskarnas lekvandring genom att följa radiomärkta laxar och havsöringar. "Laxracet" 1997–1999 i Vindelälven liksom "Öringracet" 2002–2004 i Vindelälven och Piteälven<sup>7</sup> har gett mycket värdefull information. Forskarna vet nu ungefär i vilka områden som fiskarna leker. Studierna i Vindelälven visar att laxen vandrar cirka 25 mil uppströms där de på en sträcka av 3,5 mil har sitt huvudsakliga lekområde. Anmärkningsvärt är att kanske 15–20 mil av gynnsamma områden inte nyttjas för lek. Vad detta beror på vet man inte. I Piteälven ser man vilken betydelse sidovattendragen har för produktionen av havsvandrande öring (Figur 3).

I och med att man har identifierat fiskarnas lekområden är det möjligt att följa hur tätheten i bestånden av lax- och öringungar utvecklas per ytenhet. Så kallade "höstfisken" som Fiskeriverket och Länsstyrelserna idag bedriver för att bestämma antal ensamrig fisk per ytenhet över en följd av år visar på trender i produktionen av ungar. Det är viktig information som ger möjligheter att bedöma att allt står rätt till. Dessa data är också viktiga för att beräkna hur mycket lax och öring vattendragen naturligt kan producera.

#### Lax och havsöring i Sverige

Idag finns vild Östersjöläx i 14 svenska vattendrag, från Mörrumsån i söder till Torneälven i norr med en egen laxpopulation i Väneren i Gullspångsälven och Klarälven. I Västerhavet finns drygt 20 laxförande vattendrag. Havsöringens biologi och utbredning liknar laxens men den vandrar betydligt kortare sträckor än laxen. Havsöringen nyttjar oftast mindre vattendrag än laxen och förekommer därmed i fler älvar och åar. Havsöringbestånden i Bottniska viken är mycket hotade. Havsöringen är vanligare i södra Sveriges åar än i de norrländska älvarna. Både laxen och öringen tillhör familjen laxfiskar. Östersjöläxan är en egen population av Atlantlaxen (*Salmo salar*) som har sin födosöksvandring riktad till uppväxtområden i egentliga Östersjön. I Sverige förekommer arten öring (*Salmo trutta*) i olika vandringsformer beroende på vilken typ av födosöksvandring de genomför: havsöringen har sin födosöksvandring till havet, insjööringen till större insjöar medan bäcköringen är relativt stationär i mindre skogsvattendrag<sup>8</sup>.

fakta



Foto: Hans Lundqvist, SLU

### Omöjligt nå Laxaktionsplanens mål

Inga säkra uppgifter finns om beståndens storlek i olika norrlandsälvar innan de byggdes ut för vattenkraft. Historiska data visar dock på betydande mängder lax och havsvandrande öring som nyttjade Ume- och Vindelälvens lek- och uppväxtområden. Därför är Laxaktionsplanens mål att till 2010 uppnå minst 50% av ett vattendrags potentiella smoltproduktion utopiskt i och med att den aldrig uppmätts. Man saknar kunskap om kopplingen mellan hur många föräldrar som behöver leka i ett vattendrag för att producera optimalt vandringsdugliga ungar. Laxaktionsplanen tog fasta på denna osäkerhet och det bestämdes att östersjöländerna skulle införa så kallade indexvattendrag i viktiga regioner för att studera förhållandet mellan lekstammens storlek och mängd samt överlevnad för avkomman. Nu nästan tio år efter beslutet att få fältdata om en älvs maximala produktion har ännu inget land i östersjöregionen etablerat ett nationellt indexvattendrag som ger data på detta förhållande.

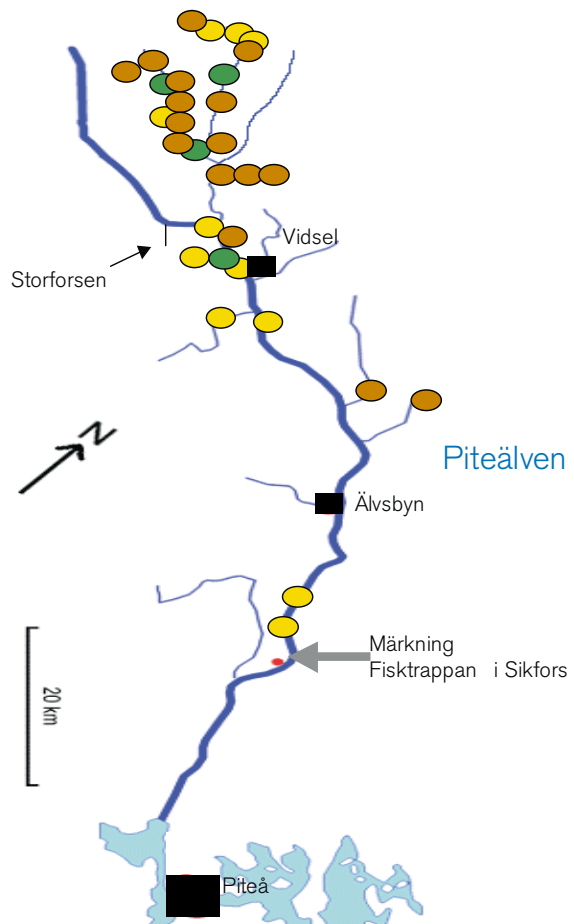
### På god väg mot bättre förvaltning av resursen

Vår viktigaste insats för vandringsfiskbestånden är idag att arbeta för att älvarna får tillräckligt med lekfisk så att vattendragen som naturresurs kan utvecklas. Detta skulle långsiktigt öka vattendragens värde både ekonomiskt och biologiskt men också ge möjligheter att skydda och bevara dessa akvatiska resurser.

Statistiken över återvändande lekmogen fisk är en viktig komponent i kartläggningen av hur bestånden utvecklas. Det är information som kan förbättra skötseln av viktiga fiskstammar. Om övervakning av smolt införs kan man följa upp hur stor mängd föräldrafiskar som behövs för att nå maximal produktion i olika vattendrag. Här måste långsiktig kontroll av stammens genetiska variation också ingå som en viktig del i beståndsvården. Sammantaget kan denna fiskövervakning vara en resurs i arbetet med flera av Sveriges miljömål, som till exempel "Levande sjöar och vattendrag".

SLU kan bland annat bidra med kunskaper och data för att förbättra underlag för skydds- och restaureringsåtgärder av de vilda laxstammarna. Samverkan med andra aktörer i avrinningsområden som till exempel Fiskeriverket, kraftproducenter, Länsstyrelser, fiskerättsägare, med flera är viktig för att förbättra miljöövervakning av lekvandrande naturliga fiskbestånd då detta utgör grunden för hur fiskbestånden ska skötas.

### PEJLING AV RADIOMÄRKT HAVSÖRING I PITEÄLVEN 2002–2004



**Figur 3.** Kartan sammanfattar resultat från pejling av radiomärkt havsöring under lekperioderna 2002–2004 i Piteälven, det så kallade öringracet. Av 36 radiomärkta individer gav 31 pålitliga data under hela lekvandringsperioden. Fem individer vandrade ut ur älven, blev uppfiskade, dog eller tappade radiomärket. Rödbruna cirklar: havsöringar märkta 2004 (16 stycken), gula cirklar: havsöringar märkta 2003 (11 stycken), gröna cirklar: havsöringar märkta 2002 (4 stycken).

**Kontaktpersoner:** Hans Lundqvist (projektledare), Kjell Leonardsson (övervakning) och Johan Östergren (Öringracet), Institutionen för vattenbruk, SLU.  
Tel. 090-786 83 15, 090-786 83 94 respektive 090-786 85 87.  
E-post: fornamn.efternamn@vabr.slu.se.

### Noter och källhänvisningar:

1. Man delar in laxens utveckling i olika stadier. Som smolt har laxen ändrat sin fysiologi så att den kan vandra från rinnande vatten och överleva i havens marina miljö.
2. Man känner igen en odlad lax på att den saknar fettfenan. Det är en liten fena mellan rygghänseln och stjärtfenan som skärs bort innan man planterar ut de unga laxarna och öringarna. Från och med 2005 fettfeneskärs alla utsatta odlade laxungar i Östersjön.
3. En del av statistiken från laxtrappan i Norrforen finns tillgänglig på: [www.umea.slu.se/fisk/sve/trappa/default.htm](http://www.umea.slu.se/fisk/sve/trappa/default.htm)
4. International Council for the Exploration of the Sea. Läs mer på: [www.ices.dk](http://www.ices.dk).
5. Gdanskkonventionen (IBSFC) innebär ett gemensamt ansvar att skydda de levande resurserna i Östersjön och Bälten och för att dessa resurser utnyttjas på ett rationellt sätt. Läs mer på: <http://www.ibsfc.org>.
6. Laxaktionsplanen 1997–2010 ingår som en resolution i Gdanskkonventionen<sup>5</sup>.
7. På [www.vabr.slu.se](http://www.vabr.slu.se) under länkar finns både Laxracet och Öringracet.
8. Läs mer om lax och öring på [www.ices.dk](http://www.ices.dk), [www.fiskeriverket.se](http://www.fiskeriverket.se), [www.umea.slu.se/fisk/default.htm](http://www.umea.slu.se/fisk/default.htm).



# Vattenkemi bestämmer arters utbredning

Vattnets pH-värde är tillsammans med mängden oorganisk aluminium två viktiga kemiska egenskaper som påverkar utbredningen av arter som lever i sötvatten. Forskare kan nu visa hur vattenkemin i små och medelstora vattendrag bestämmer var lax (*Salmo salar* L.) och öring (*Salmo trutta* L.) överlever.

Under snösmältningen sker en ofta drastisk minskning av pH-värdet i många norrländska vattendrag. Vid dessa så kallade surstötter kan pH-värdet tillfälligt sjunka med 1–2,5 pH-enheter. Det leder i sin tur till att högre halter av giftiga former av aluminium (oorganiskt aluminium) frigörs. Under den tid på våren som snösmältningen pågår befinner sig samtidigt många fiskarter i känsliga utvecklingsstadier. För några år sedan kunde SLU-forskare visa att det försurande nedfallet sällan svarar för pH-sänkningar större än 0,1–0,3 enheter<sup>1</sup>.

Forskarna har gått vidare och försöker nu beskriva vattenkemin i landskapet: hur den varierar under året och hur den styr biodiversiteten i de norrländska vattendragen. Forskargruppen som tidigare endast bestått av hydrologer och kemister har utökats med biologer.

## Vattenkemi och biologi i Krycklans avrinningsområde

Man arbetar i Krycklans avrinningsområde. Själva Krycklan mynnar i Vindelälven cirka 5 km sydost om Vindeln. Hela avrinningsområdet är 121 km<sup>2</sup>. För att få en samlad bild av vattenkemin mäter man pH, organiskt material löst i vattnet (DOC), mängden oorganiskt aluminium samt koncentrationen av kat- och anjoner<sup>2</sup> på 90 platser fördelade över hela avrinningsområdet. För att fånga den extrema variationen under snösmältningen gjordes provtagningar dagligen på 15 platser i avrinningsområdet under snösmältningsperioden våren 2003 och våren 2004 (Figur 1). Utöver vattenkvalitet har man undersökt överlevnaden hos ettårig lax och öring, tagit prover för att analysera kiselalger och bottenfauna (antal arter och artsammansättning) samt mätt mikroorganismernas nedbrytning av organiskt material.

## Lax känsligare för surstötter än öring

Resultaten visar att både laxens och öringens utbredning

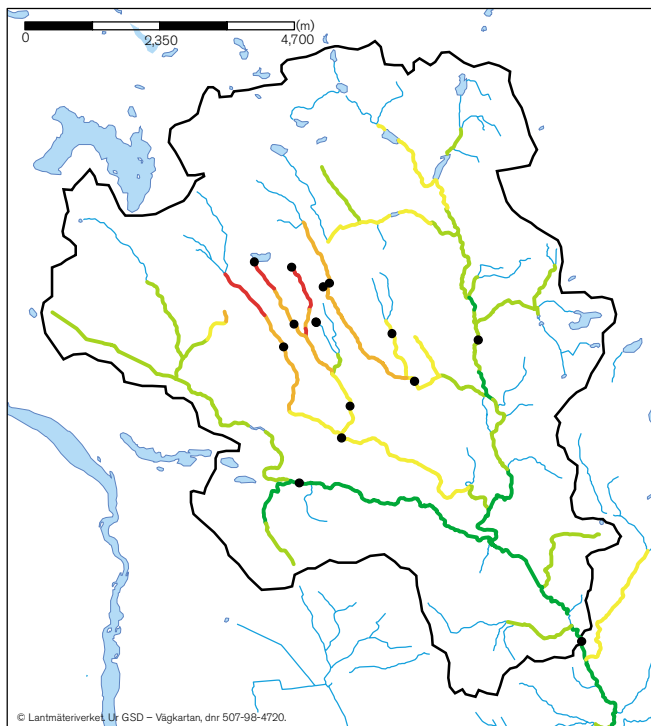
naturligt begränsas av vattnets pH. Redan vid pH-värden strax under 5,9 är dödligheten för ettårig lax 15%. Öringen är mindre känslig och dödligheten påverkas inte förrän man når ner till pH-värden under 5,3 (Figur 2). De kemiska analyserna visar att omkring 40% av vattendragen i avrinningsområdet vid höga flöden är olämpliga som livsmiljö för laxen och situationen förvärras under den allra högsta avrinningen. Motsvarande siffra för öringen är cirka 10% (Figur 1). Tillsammans med forskargrupper vid Umeå universitet försöker man få fram motsvarande uppgifter för bottenfauna och kiselalger.

Andra studier har visat att koncentrationen av oorganiskt aluminium också bidrar till att begränsa fiskars utbredning. I Krycklanstudien har man inte sett några tydliga samband. Det beror möjligen på svårigheterna att analysera aluminium i prover där koncentrationen av DOC är hög som är fallet med några av vattendragen. Därför vill man inte utesluta risken att aluminium påverkar fiskens överlevnad även i Krycklan. Resultaten tyder dock på att den höga koncentrationen av DOC i några av vattendragen har en skyddande effekt när pH sjunker<sup>3</sup>. Studien visar också att fiskar som överlevt en surstöt snabbt återhämtar sig när vattenkvaliteten återgår till den normala.



Foto: Ishi Buffan, SLU

Under snösmältningsperioden 2004 placerades burar med ettårig lax och öring ut i tio vattendrag i Krycklans avrinningsområde (Figur 1). Totalt ingick närmare 600 fiskar i studien.



**Figur 1.** Kartan visar Krycklans avrinningsområde. På de platser som markerats med svarta prickar gjordes dagliga mätningar under smösmålningsperioderna 2003 och 2004. Under smösmålningen 2004 genomfördes på samma platser överlevnadsförsök med lax och öring. Vattendragens olika färger visar pH-värdet vid höga vattenflöden. Lax har svårt att överleva i vattendrag med pH lägre än 5,9 (rött, orange, gult) och öring i vattendrag med pH lägre än 5,3 (orange, gult).

pH	Färg
4,3 – 4,8	Rött
4,8 – 5,3	Orange
5,3 – 5,9	Gult
5,9 – 6,3	Ljusgrön
6,3 – 6,8	Mörkgrön

### Vill ge heltäckande bild

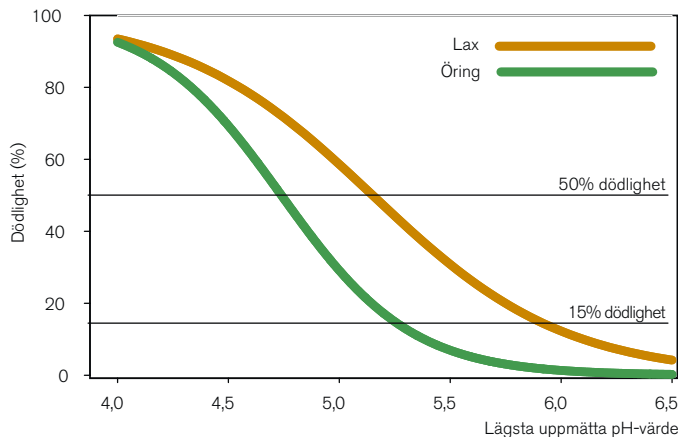
Med det omfattande datamaterialet har man en detaljerad beskrivning av vattenkemi och förhållandena för liv i Krycklans avrinningsområde<sup>4</sup>. Data används bland annat för att utveckla bedömningsgrunderna för försurning av sjöar och vattendrag<sup>5</sup>. På uppdrag av Naturvårdsverket tar man fram ett förslag på klassificering för surhet/försurning som baseras på samband mellan vattenkemi och variation i fiskpopulationer. Härnäst kommer man att modellera det man observerat i Krycklan och tillämpa de nya kunskaperna på andra avrinningsområden. Man har sedan tidigare data över fisk och vattenkemi från ett hundratal vattendrag, så förutsättningarna är



Drygt ett år gammal lax (*Salmo salar* L.).

Foto: Monica Schmitz, SLU

### DÖDLIGHET HOS LAX OCH ÖRING



**Figur 2.** När pH-värdet i ett vattendrag sjunker ökar risken för skador på fiskarnas andningsorgan, gälarna. Laxen kan skadas redan när pH går ned under 5,9 medan öringens dödlighet ökar drastiskt vid pH-värden under 5,3.

### Omgivande mark bestämmer vattenkvalitet

fakta

I myrdominerade avrinningsområden innehåller vattendragen en stor mängd löst organiskt material, vilket leder till låga pH-värden i vattnet. Eftersom myrarna inte innehåller något aluminium är aluminiumhalterna låga. I skogsdominerade områden är däremot mängden löst organiskt material normalt mindre, pH högre och vattnet innehåller aluminium. Aluminium kommer från mineraljorden. Under perioder med höga flöden, speciellt vid smösmältning, ökar ofta halten organiskt material (DOC) vilket leder till att pH sjunker snabbt.

7

goda. Visionen är att man utifrån vattenkemiska mätningar tillsammans med information om omgivande mark, till exempel från tillgängliga digitala kartmaterial<sup>6</sup>, ska kunna beskriva de biologiska förutsättningarna för liv i små- och medelstora vattendrag för hela Norrland (Fakta).

### Vad betyder skogsavverkning för vattenkemin?

Man vill också undersöka hur vattenkemin påverkas när skogsområden avverkas. Avverkas ett större skogsområde ökar normalt avrinningen. Dessutom följer större mängder organiskt material med ut i vattendragen, vilket påverkar både pH och livsmiljöerna för fisk och andra organismer. Forskarna vill se hur olika avverkningsnivåer i ett avrinningsområde påverkar vattenkvaliteten vid normalflöden och också hur situationen förändras under smösmålningsperioden. Genom att kunna göra riskanalyser vid olika markanvändning kommer vi att vara bättre rustade i framtiden för att visa särskild hänsyn i de vattendrag där detta behövs.

**Kontaktpersoner:** Hjalmar Laudon, Ishi Buffam och Ignacio Serrano vid Institutionen för skogsekologi, SLU. Tel. 090-786 85 09, 090-786 85 86 respektive 090-786 86 04. E-post: fornamn.efternamn@sek.slu.se

### Noter och källhänvisningar:

1. Läs mer om surstötarna i Miljötrender 2/04 och FaktaSkog Nr 1, 2001.
2. Anjoner:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ; kationer:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ .
3. Laudon H et al. 2005. *Survival of brown trout during spring flood in DOC-rich streams in northern Sweden: the effect of present acid deposition and modelled pre-industrial water quality*. Environmental Pollution 135: 121–130.
4. Läs mer om Krycklanprojektet på <http://ccrew.sek.slu.se/>.
5. Se Naturvårdsverkets rapport 4913.
6. Underlag som man skulle kunna använda är kNN-Sverige och GSD marktäckedata. Läs om kNN-Sverige i Miljötrender 3–4/04 och FaktaSkog Nr 12, 2004.

# Godkända gifter skadliga för djur i bottensediment

Ny forskning visar att djur som lever i bottensediment tar upp miljögifter från biofilm. SLU-forskare visar nu att bekämpningsmedlet Klorpyrifos tas upp av fjädermygg-larver och att standardtester kan ge missvisande resultat om ämnens giftighet i naturliga miljöer.

8

Viktiga delar i näringskedjan i sjöar och vattendrag är de mikroorganismer, bakterier, bottenlevande alger, svampar och encelliga organismer, som lever i sedimenten<sup>1</sup>. De är viktiga också därför att de bryter ner det organiska material som finns i sedimenten och därmed frigör energi och näring som blir tillgänglig för andra organismer. Insekts-, svamp- och ogräsmedel sprids oavsiktligt till akvatiska system genom vindtransport, avrinning och erosion. Många av de giftiga ämnena bryts ner relativt snabbt, men en del binds till kolföreningar och lagras i sedimenten. I och med att bindningen till visst organiskt material, till exempel humussubstanser, är mycket stark har man ansett att gifterna inte skadar organismerna och att de endast i liten omfattning förs vidare i näringskedjan.

## Gifterna sitter lösare än man trott

Mot slutet av 1990-talet började forskare rapportera att miljögifter bundna i sediment kan bli mer biologiskt tillgängliga genom den biofilm som finns överallt på bottenarna. Den består av en blandning av mikroorganismer och det slem, extracellulära polymera substanser (EPS) som dessa producerar för att skapa en stabil mikromiljö. Kolföreningarna i EPS



Fjädermyggans larv (*Chironomus riparius*) är en viktig föda för fisk. Bara i Sverige finns mer än 500 arter. Många lever på syrefattiga bottenar och har hemoglobin i blodet, vilket ger deras röda färg.

som framför allt består av sockerarter, polysackarider, är lättnedbrytbara. De har förmåga att binda till sig gifter men bindningarna är mycket svaga. För botten djuren musslor, maskar och insektslarver som lever i sedimenten är biofilmer en effektiv energikälla. När de äter av den får de också i sig de gifter som är bundna till dessa. Därmed blir de i större utsträckning utsatta för gifter än man tidigare trott, vilket kan påverka deras överlevnad. En annan allvarlig konsekvens är att miljögifter inte stannar i sedimenten. I och med att botten djuren utgör viktig föda för fiskar och sjöfågel förs gifterna uppåt i näringskedjan.

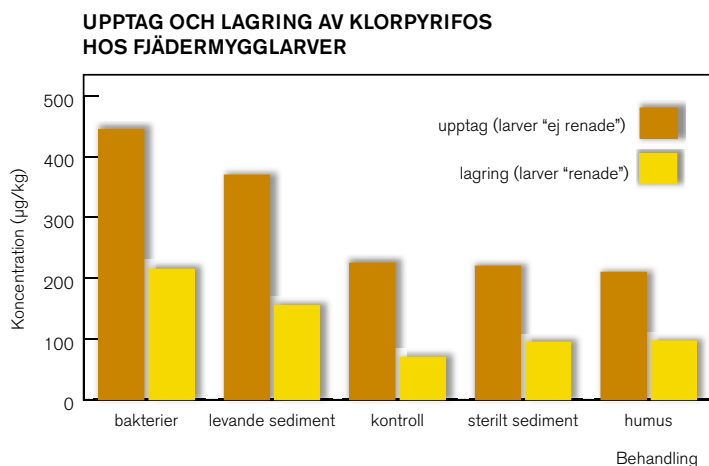


Foto: Anneli Widentalk, SLU

**Figur 1.** Resultat från ett försök med insektsmedlet klorpyrifos tyder på att gifter som fjädermygglarver äter lagras i deras fettvävnad. Efter att larverna hade vistats nära ett dygn i ren miljö fanns fortfarande närmare hälften av gifterna kvar (gula staplar). Behandlingar från vänster: bakterier, levande sediment, kontroll, sterilt sediment, humus. I alla burkar fanns ett tunt lager med kiselpartiklar och sjövattnet med klorpyrifos bundet till organiska ämnen.





Foto: Marnie Demandt, SLU

### Fjärdermygglarver lagrar gifter

SLU-forskare har undersökt hur det mycket fettlösliga ämnet klorpyrifos tas upp av de fjädermygglarver som lever i sedimenten och hur stor andel som lagras i deras kropp<sup>2</sup>. Klorpyrifos är ett av de vanligaste bekämpningsmedlen i världen. Det används bland annat för att bekämpa skadeinsekter inom jord- och skogsbruk. I Sverige används medlet endast för bekämpning av insekter inomhus och i uterum. Resultaten visar att nära hälften av den mängd klorpyrifos som tas upp under ett dygn lagras i larvernas fettvävnad. De larver som fick leva i sediment med biofilm respektive ett extrakt med levande mikroorganismer med förmåga att skapa biofilm hade tagit upp de största mängderna klorpyrifos (Figur 1).

– Våra resultat visar att upptaget av fettlösliga miljögifter i sedimentlevande organismer är beroende av vilken typ av organiskt material som finns i sedimentet. Med ett svårnedbrytbart material som binder gifterna hårt kan upptaget bli lägre än med ett mer lätt nedbrytbart, säger Anneli Widenfalk som forskar på interaktionen mellan bekämpningsmedel och mikroorganismer i sediment.

### Standardtester kan ge vilseledande resultat

Innan ett nytt bekämpningsmedel godkänns ska producenten kunna visa att det inte är skadligt för miljön. Internationella organisationer, till exempel OECD, har utformat speciella standardiserade giftighetstester att följa. Då man kan förvänta att bekämpningsmedel kan nå ut i sjöar och vattendrag utförs ofta tester på vattenlevande organismer som till exempel hinnkräftor (*Daphnia spp*) och fjädermygglarver (*Chironomus spp*). I dessa toxicitetstester används också så kallade standard-sediment där det organiska materialet består av svårnedbrytbar torv. Testerna görs på labb och ofta vid temperaturer på cirka 20°C.

– Vi hade en misstanke om att de standardiserade sedimenten skiljer sig mycket från naturliga sediment med avseende på mikroorganismssamhällen och därmed inte ger en rättvisande bild av ämnens giftighet. Därför jämförde vi olika mikrobiel-



Foto: Anneli Widenfalk, SLU

la förhållanden i ett standardsediment med naturliga sediment. Då mikroorganismerna även kan bryta ned vissa bekämpningsmedel helt eller delvis har de stor betydelse för hur substansen som testas beter sig i systemet, berättar Anneli Widenfalk.

Man fann att antalet organismer, deras totala biomassa och aktivitet är mycket lägre i standardsedimentet jämfört med naturliga. Dessutom fanns betydligt fler typer av mikroorganismer i de naturliga sedimenten. Med en lägre aktivitet och en annan sammansättning av mikroorganismssamhället kan testerna ge helt andra resultat jämfört med vad som sker i naturen<sup>2</sup>.

– Förhållandet att upptaget av fettlösliga bekämpningsmedel till stor del kan ske genom mikroorganismer och deras EPS visar att de mikrobfattiga standardsedimenten inte ger ett lika stort upptag som i naturliga sediment. Dessutom gör användningen av ett svårnedbrytbart organiskt material i standardsedimenten att ämnen kan bindas extra hårt. Slutsatsen är att standardsedimentens förmåga att förutspå den verkliga giftigheten för sedimentlevande djur skulle öka om man tillsätter ett extrakt av mikroorganismer från naturliga sediment och genom att använda ett mer lättnedbrytbart organiskt material, säger Anneli Widenfalk.

**☞ Kontaktpersoner:** Anneli Widenfalk och Willem Goedkoop vid Institutionen för miljöanalys, SLU. Tel. 018-67 31 12. E-post: [Anneli.Widenfalk@ma.slu.se](mailto:Anneli.Widenfalk@ma.slu.se) respektive [Willem.Goedkoop@ma.slu.se](mailto:Willem.Goedkoop@ma.slu.se).

### Noter och källhänvisningar:

1. Sedimenten består av en blandning av material som vittrat från den fasta berggrunden, kemiska utfällningar och organiskt material.
2. Widenfalk A. 2005. *Interactions between pesticides and microorganisms in freshwater sediments – Toxic effects and implications for bioavailability*. Doktorsavhandling. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae 2005:23. ISBN 91-576-7022-6.

# Svårt sätta pris på främmande arter



Signalkräfta (*Pacifastacus leniusculus*)

Människan flyttar i allt större utsträckning arter till nya miljöer. För individer och företag kan introduktionen av främmande arter kortsiktigt vara ekonomiskt lönsam men i ett längre och bredare samhällsperspektiv kan det bli kostsamt. I projektet AquAliens<sup>1</sup> beräknar SLU-forskare kostnader och intäkter för introduktion av främmande arter.

Djur- och växtarter ändrar helt naturligt utbredningsområden men människan hjälper ofta till. Genom tiderna har människan avsiktligt planterat in jaktbart vilt, fisk, nya grödor och vackra växter utan att överväga ekologiska eller genetiska konsekvenser. Med allt snabbare transporter blir det lättare för främmande arter att överleva och då blir det också vanligare att vi oavsiktligt får in nya arter. När en introducerad art lyckas etablera sig kan det innebära att inhemska arter och miljöer påverkas negativt.

Trots de ofta stora konsekvenserna har man inte i någon större utsträckning studerat problemet ur ett samhällsekonomiskt perspektiv. Introduktionen av signalkräftan i svenska vatten är ett exempel där SLU-forskare har analyserat de ekonomiska konsekvenserna<sup>2</sup>. Signalkräftan har i större skala sedan 1960-talet fått ersätta den inhemska flodkräftan när den drabbats av kräftpest (Fakta). Då det inte finns några nämnvärda skillnader i hur de två arterna påverkar ekosystemen, har forskarna som mått på kostnader valt att göra en jämförelse mellan nettointäkter för de två arterna. Nettointäkten beräknas som inkomst från försäljning av fångade kräftor minus kostnader för fångst.

## Exemplet Halmsjön

Data över kräftfångst finns för många vatten. Men eftersom kräftfiske är populärt kan man inte vara säker på att all fångst har registrerats officiellt. Data som forskarna bedömer som helt tillförlitliga finns endast för ett svenskt vatten, den 38 hektar stora Halmsjön vid Arlanda. Fram till dess Halmsjön 1950

drabbades av kräftpest fångades vid fritt fiske omkring 1500 flodkräftor per år. Då försöken att återetablera flodkräftan misslyckades introducerades signalkräftan 1971. Sjön förvaltades 1971–1993 av Fiskeriverket, som under hela perioden genomförde kontrollerade provfisken.

## Antalet fiskare påverkar fångstens storlek

Hur stort beståndet av signalkräfta i Halmsjön maximalt kan bli, den ekologiska bärkraften, och hur stor mängd kräftor som kan tas upp utan att återväxten äventyras, beståndets tillväxt, beräknades med statistiska modeller<sup>3</sup>. Baserat på fångstdata<sup>4</sup> för perioden 1972–1990 beräknades den ekologiska bärkraften för signalkräftorna till närmare 350 000 individer. Det stämmer väl överens med de uppskattningar som gjordes under de år Fiskeriverket förvaltade sjön<sup>5</sup>.




När man fiskar kommer beståndet alltid att vara mindre än det maximalt skulle kunna vara. Man talar om ett ekonomiskt jämviktsläge som bestäms av hur man fiskar. Forskarna har analyserat två fall. I det ena fallet en optimerad aktör. Med det avses att endast en fiskare fiskar kräfta i sjön och att denne agerar för att maximera sin vinst från fisket. I forskarnas beräkningar bestäms det ekonomiska jämviktsläget bland annat av

### Signalkräftan – ny art i svenska vatten

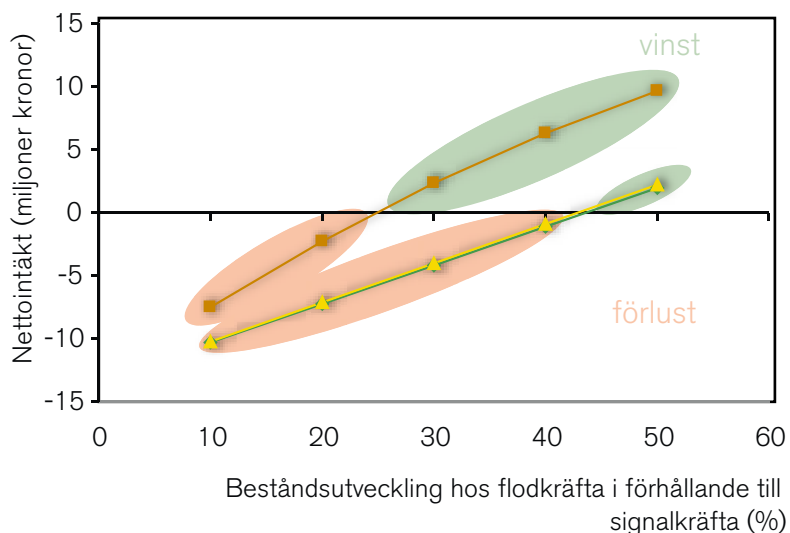
fakta

I början på 1900-talet fanns gott om flodkräfta i svenska vatten, men på grund av kräftpest har många stammar dött ut. Då försöken att återetablera flodkräftan misslyckades beslöt man 1960 att introducera signalkräftan i svenska vatten. Signalkräftan drabbas inte av kräftpest men den fungerar som värdjur för parasiten som orsakar sjukdomen. Därför blev den ytterligare ett hot mot flodkräftan. I början på 1990-talet fanns flodkräftan i cirka 1500 och signalkräftan i cirka 3000 svenska vatten. Jämfört med flodkräftan har signalkräftan många konkurrensfördelar: den växer snabbare, blir könsmogen tidigare, lägger flera ägg, är mer aggressiv och utnyttjar mat och gömställen effektivare än flodkräftan. På sikt skulle signalkräftan därför sannolikt konkurrera ut flodkräftan i ett vatten utan kräftpest.

## NETTOINTÄKT VID INTRODUKTION AV SIGNALKRÄFTAN I HALMSJÖN

-  Flodkräftans tillväxt i förhållande till signalkräftans tillväxt
-  Ekologisk bärkraft hos flodkräfta i förhållande till ekologisk bärkraft hos signalkräfta
-  Tillväxt och ekologisk bärkraft hos flodkräfta i förhållande till tillväxt och ekologisk bärkraft hos signalkräfta

**Figur 1.** Beräkningarna av nettointäkter för introduktionen av signalkräfta i Halmsjön visar att introduktionen gett en vinst om ekologisk bärkraft och tillväxt hos signalkräftan är betydligt högre än hos flodkräftan. De procentuella värdena på x-axeln representerar förhållandet mellan flod- och signalkräfta för tre fall: beståndens tillväxt, beståndens ekologiska bärkraft samt en kombination av de två. Vid 10 % är till exempel flodkräftans tillväxt 10 % lägre än signalkräftans, vid 20 %, 20 % lägre och så vidare. Värdena på y-axeln representerar framtida nettointäkter omräknat till dagens penningvärde.



nuvärdet av framtida inkomster och kostnaden för fisket. För att långsiktigt hålla beståndet vid denna optimala nivå skall fångsten motsvara beståndets tillväxt. Beräkningarna visar att beståndet vid ekonomisk jämvikt består av 150 000–175 000 individer och att det möjliga uttaget, beståndets tillväxt, är omkring 50 000 individer per år. I det andra fallet är fisket fritt. I och med att det både är populärt och relativt billigt att fiska kräfta ser situationen helt annorlunda ut. Motsvarande beräkningar som för den optimerade aktören visar att fisketrycket, utan regleringar, kan bli så hårt att beståndet vid ekonomisk jämvikt består av omkring 7500 individer och att beståndets tillväxt är drygt 4000 individer per år. Det kan till exempel motsvara fångsten för 25 fiskare som i snitt vardera lägger ut 10 mjärddar och i varje mjärde fångar 16 kräftor.

Flodkräftans beståndsutveckling beräknades, simulerades, utifrån antaganden om hur det kunde ha sett ut om den funnits kvar i Halmsjön. Simuleringarna bygger på kunskaper om biologiska skillnader mellan de två arterna (Fakta). Man simulerade tre olika fall. I det första fallet lät man flodkräftans tillväxt vara 10, 20, 30, 40 respektive 50% av signalkräftans tillväxt. I det andra fallet varierades den ekologiska bärkraften för flodkräftan på motsvarande sätt. I det tredje fallet kombinerades fall ett och fall två.

### Betydande vinst först vid stora biologiska skillnader

Nettointäkterna beräknades som intäkten från försäljning av fångsten för respektive art minskad med kostnaderna för att fånga dem. Man måste då känna till sambandet mellan tillgång på kräftor och deras pris. Det är mycket troligt att priset sjunker vid ökad tillgång, och dessutom att detta samband kan variera för flod- och signalkräfta. I det här fallet var det inte möjligt att skatta efterfrågan på vare sig flod- eller signalkräfta. Därför utnyttjades de konstanta försäljningspriser som gällde för år 1999. Då var försäljningspriset på flodkräfta 75% högre än priset på signalkräfta.

Resultaten visar att introduktionen av signalkräfta kan ge betydande inkomster om det är stora biologiska skillnader mellan de två kräftarterna. Brytpunkten mellan nettovinst och

nettoförlust ligger, när man tar hänsyn till skillnader i beståndets tillväxt eller ekologiska bärkraften var för sig, i båda fallen vid 40% (Figur 1). Det är först när tillväxt eller ekologisk bärkraft hos flodkräftan är 40% mindre än hos signalkräftan som introduktionen av signalkräftan ger en nettovinst. Tar man hänsyn till skillnader i både ekologisk bärkraft och beståndets tillväxt ligger brytpunkten vid 25%. De nettointäkter som beräknats motsvarar förutom den intäkt man kan få från signalkräftan också den inkomst man går miste om, om man väljer att försöka bevara flodkräftan.

### Ett steg på väg men det finns många osäkerheter

För en långsiktig och hållbar förvaltning av naturresurserna utgör ekonomiska skattningar ett väsentligt underlag i och med att de tydligt belyser kopplingen mellan ekonomiska och ekologiska förutsättningar i kronor och ören. Men så länge det pedagogiska verktyget bygger på ett bristande dataunderlag är det en första avbildning av verkligheten, där en fullständigare analys skulle göra större anspråk på tillgänglig data, och därmed får vänta. Som framgår av exemplet med signalkräftan finns inte de data och kunskaper som skulle behövas för att ge svar på alla frågorna – ett vanligt problem vid den här typen av tvärvetenskapliga studier. Därför måste vi inte bara i större utsträckning ställa relevanta frågor utan också agera för att generera det dataunderlag som krävs för ekonomiska bedömningar av aktuella miljöproblem.





**Tabell 1: Exempel på kostnader och intäkter i samband med främmande arter.**

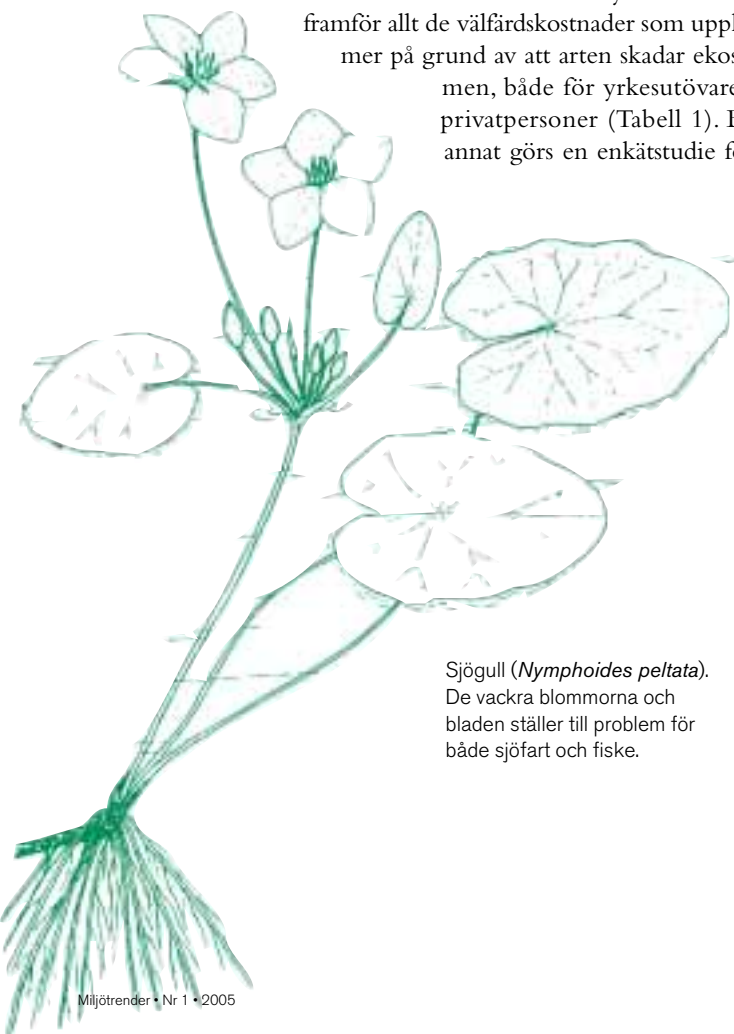
► Typer av kostnader	Åtgärd	Kostnad
kostnader för att förvärva intäkter	inköp av utrustning	..... kronor
	uppfödning	..... kronor
	slakt	..... kronor
kostnader för skador på ekosystem som till exempel leder till försämrat fiske, försämrade möjligheter till rekreation och förorenade områden	ersättning för förlorad inkomst	..... kronor
	sanering av förorenade områden	..... kronor
kostnader för att bekämpa främmande arter genom att minska aktiv och passiv införsel	minskad sjötransport	..... kronor
	ändrad hantering av fartygens barlastvatten	..... kronor
	information	..... kronor
	ekonomiska regleringar	..... kronor
	övervakning/kontroll av att åtgärder efterlevs	..... kronor
► Typer av intäkter		Intäkter
intäkter från försäljning	försäljning av kött och fisk	..... kronor
	försäljning av levande djur och växter	..... kronor
intäkter genom estetiska värden och upplevelsevärden	intäkter t.ex. från entréavgifter	..... kronor

**Tabell 1.** Främmande arter kan skapa kostnader av många olika slag. I en samhällsekonomisk bedömning av kostnader och intäkter för främmande arter måste man ta hänsyn till såväl ekologiska som ekonomiska och sociala aspekter. I bedömningen bör också ingå kostnader för eventuella åtgärder för att förhindra införsel eller minska spridning. I exemplet med signalkräftan (se text) bedömer man att de ekologiska effekterna är små och fokus ligger då på intäkter från försäljning och kostnader för att fånga kräftorna. Med vattenväxten sjögull är situationen annorlunda eftersom den förutom att störa ekosystem bland annat påverkar sjöfart och rekreation. Den genererar då helt andra typer av kostnader.

**Sjögull en pest i vattenmiljö**

SLU-forskarna arbetar nu med sjögull som är en vacker men besvärlig vattenväxt<sup>6</sup>. Sjögull planterades på 1930-talet in i sjön Väringen som prydnadsväxt. Den har spritt sig snabbt och finns idag i ett 40-tal sjöar i södra Sverige där den ställer till med stora problem för bland annat sjöfart och fiske.

I en kommande studie analyserar forskarna framför allt de välfärdskostnader som uppkommer på grund av att arten skadar ekosystemen, både för yrkesutövare och privatpersoner (Tabell 1). Bland annat görs en enkätstudie för att



Sjögull (*Nymphoides peltata*). De vackra blommorna och bladen ställer till problem för både sjöfart och fiske.

ta reda på hur badgäster agerar när deras badplatser invaderats av sjögull. Då den här typen av studier är mycket dyra att genomföra kommer man också att undersöka i vilken utsträckning resultat från en sjö kan tillämpas på andra sjöar.

🌿 **Kontaktpersoner:** Ing-Marie Gren och Mitesh Kataria vid Institutionen för ekonomi, SLU. Tel. 018-67 17 34 respektive 018-67 17 25. E-post: fornamn.efternamn@ekon.slu.se

**Noter och källhänvisningar:**

1. I AquAliens undersöker man risker i samband med införsel av vattenlevande organismer. Förutom forskare från SLU deltar också forskare från Fiskeriverket samt Lunds, Stockholms och Göteborgs universitet. Programmet finansieras av Naturvårdsverket.
2. Kataria M. 2004. *A cost-benefit analysis of introducing a non-native species: the case of signal crayfish in Sweden.*
3. Beräkningarna baseras på den logistiska funktionen.
4. De fångstdata som fanns tillgängliga var fångst per ansträngning, det vill säga antal kräftor per mjärde.
5. Fjalling A et al. 1991. *Population resilience of Pacifastacus leniusculus in Sweden.* Finnish Fisheries Research 12: 165-177.
6. Läs om sjögull i Milötrender 1/01.



# Bottendjur som mått på vattenkvalitet – dynamiskt tänkande behövs

Foto: Lars Eriksson, SLU

13

Dagsländelarven (*Heptagenia fuscogrisea*) är ett av de försurningstoleranta bottendjuren, som överlever i försurade sjöar och vattendrag.

Det försurande nedfallet minskar, surheten i sjöarna minskar men i strandnära områden ser man ännu ingen biologisk återhämtning. Resultaten är överraskande och tyder på att en ny syn på miljöövervakning behövs. Bland annat föreslår SLU-forskare mer dynamiska klassgränser och nya typer av referensobjekt.

Omkring år 1970–1980 var nedfallet av försurande ämnen som högst. Nedfallet hade då ökat i omfattning ända från slutet av 1800-talet. Vid slutet av 1980-talet inrättade Naturvårdsverket ett nationellt övervakningsprogram<sup>1</sup> där man bland annat följer hur vattenmiljöerna påverkas av det försurande nedfallet. Idag är trenden att surheten långsamt minskar i sjöar och vattendrag både i Sverige och i övriga Europa. Att det går långsamt beror på att omgivande mark fortfarande är försurad på många håll.

SLU-forskare har undersökt sammansättning och artrikedomen hos bottendjur i 14 av de sjöar som ingår i det nationella övervakningsprogrammet<sup>2</sup>. De sjöar man valt är alla små, näringsfattiga sjöar på skogsmark. Tre av de undersökta sjöarna klassificeras som försurade. Sju av sjöarna har klassificerats som försurade och har sedan 1990 kalkats varje år. Som referenser valdes fyra av de sjöar som ingår i det nationella nätet av mestadels opåverkade sjöar och vattendrag, de så kallade referensobjekten<sup>1</sup>.

## Liten eller ingen återhämtning

Proverna på vattenkemi och bottendjur kommer från strandnära bottenar, den så kallade sublitoralen<sup>3</sup>. Analyserna visar att sammansättningen av bottendjur i sublitoralen skiljer sig mellan de tre typerna av sjöar. Den lägsta artrikedomen hittar man i de försurade sjöarna. Även om förhållandena är bättre i de försurade sjöar som kalkats har man trots 14 års behandling inte nått motsvarande förhållanden som i referenssjöarna, som har den högsta artrikedomen.

Forskarna hade förväntat sig att se en långsam biologisk

återhämtning i de försurade sjöarna, en tydlig återhämtning i de kalkade sjöarna och att förhållandena i referenssjöarna skulle vara stabila (Figur 1). Resultaten är mycket förvånande och man kan idag bara spekulera om orsakerna. I referenssjöarna minskar artrikedomen i sublitoralen (Figur 2). I de försurade sjöarna sker ingen återhämtning och i de kalkade sjöarna ser man både positiva och negativa trender.

–Vi ser två möjliga förklaringar till resultaten. Båda är kopplade till variationer i vädret. Dels verkar det som att växelvis mycket torra respektive mycket regniga perioder har betydelse för bottendjurens livsmiljö. Under en regnig period som följer på en torr period transporteras mycket löst organiskt material och näringsämnen ut i sjöar och vattendrag. En annan möjlig förklaring är att temperaturskiktningen i sjön påverkar förhållandena i sjöarna. I båda fallen påverkas sammansättningen av bottendjur. Framför allt verkar det vara syrekrävande organismer som gynnas eller missgynnas, säger Richard Johnson professor vid SLU.

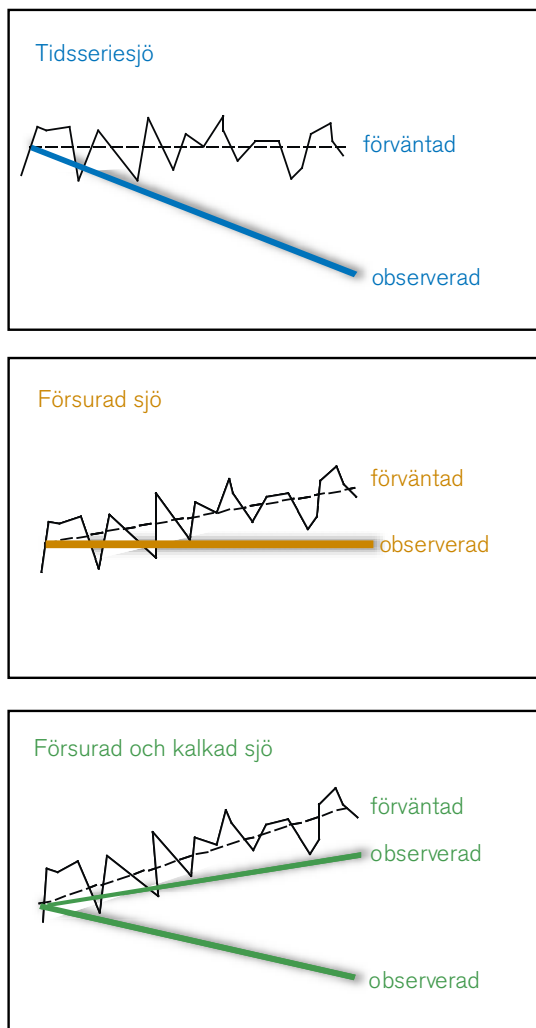
## Kanske helt naturlig variation

Analyserna tyder alltså på att klimatfaktorer spelar en avgörande roll. De perioder när tillgången på näring är god ökar algernas och vattenväxternas tillväxt och därmed ökar tillgången på föda för andra organismer. Vattnets brunhet har motsatt verkan. När vattnet blir mörkare ökar skuggeffekten. Växterna får mindre ljus och trots god tillgång på näring minskar tillgången på föda. Såväl kraftigt färgat vatten som hög primärproduktion kan leda till att tillgången på syre minskar och många syrekrävande organismer försvinner.

Temperaturförhållandena under våren spelar också en viktig roll. När vattnet värms upp under vår och försommar sker en omblandning i de övre vattenlagren. Man får ett gränsskikt, ett språngskikt, mellan uppvärmt ytvatten och kallare vatten på större djup. När det bildas, hur länge det varar och hur djupt det når påverkar livsmiljön för bottendjuren i sublitoralen. Om språngskiktet en sommar inte når ner under sublitoralen blir det kallt för de bottendjur som lever här och tillgången på syre kan vara dålig. När språngskiktet däremot ligger djupt blir

## FÖRVÄNTAD OCH OBSERVERAD BIOLOGISK ÅTERHÄMTNING

Biologisk återhämtning



Tid

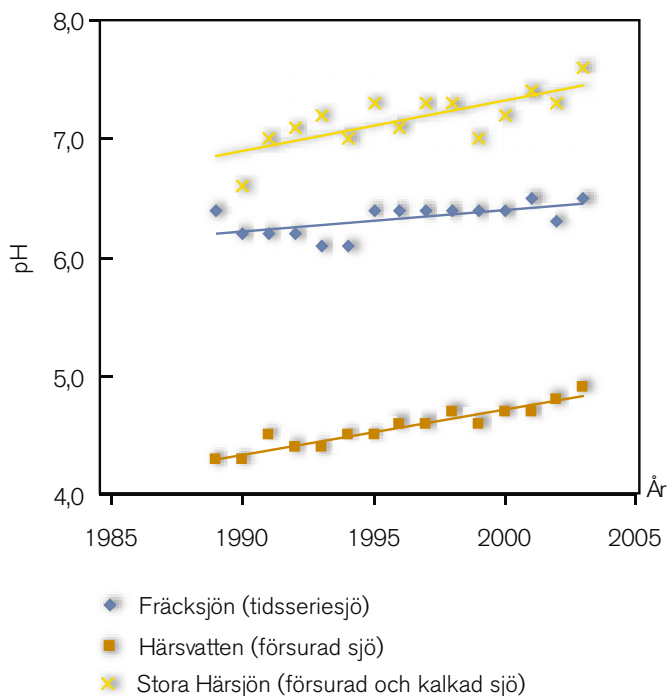
**Figur 1.** Som svar på det minskade nedfallet av försurande ämnen minskar försurningen långsamt i många svenska sjöar. SLU-forskare har undersökt hur bottenfauna påverkas av den mindre sura miljön. Diagrammen sammanfattar förväntningar och resultaten.



Dagsländelarven (*Ephemerella mucronata*) trivs inte när det blir låga syrehalter i vattnet.

Foto: Lars Eriksson, SLU

## UTVECKLING AV pH OCH ARTRIKEDOM I TRE



**Figur 2.** Utveckling av artrikedomen hos bottenjur och surhet i tre svenska sjöar under åren 1989–2003. Trots att surheten minskar syns ingen tydligt förbättring (Härsvatten) eller minskar artrikedomen (Fräcksjön och Stora Härsjön). Man kan också notera att artrikedomen varierar mycket år från år.

det behagligare temperatur och tillgången på syre är god. Möjligen kan dessa variationer leda till att bottenjur vissa år flyttar till grundare vatten där förhållandena är bättre.

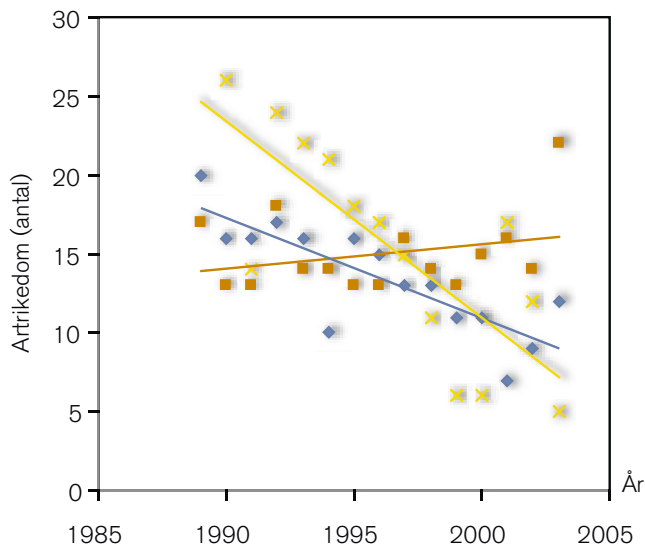
–Vi misstänker att det mönster vi ser med helt olika kemiska och biologiska trender kan vara en helt naturlig variation, men vi är överraskade över att den är så stor. Inom meteorologin arbetar man med 30-årsmedelvärden och kanske måste vi även vid bedömningen av miljö kvalitet ta hänsyn till dessa långtidsfluktuationer i klimat. En konsekvens av våra resultat är att vi menar att man måste ta hänsyn till de stora naturliga svängningarna när man bestämmer referensvärden som ligger till grund för vår bedömning av ”ekologisk status”, säger Willem Goedkoop forskningsledare vid SLU.

### Målet är god ekologisk status

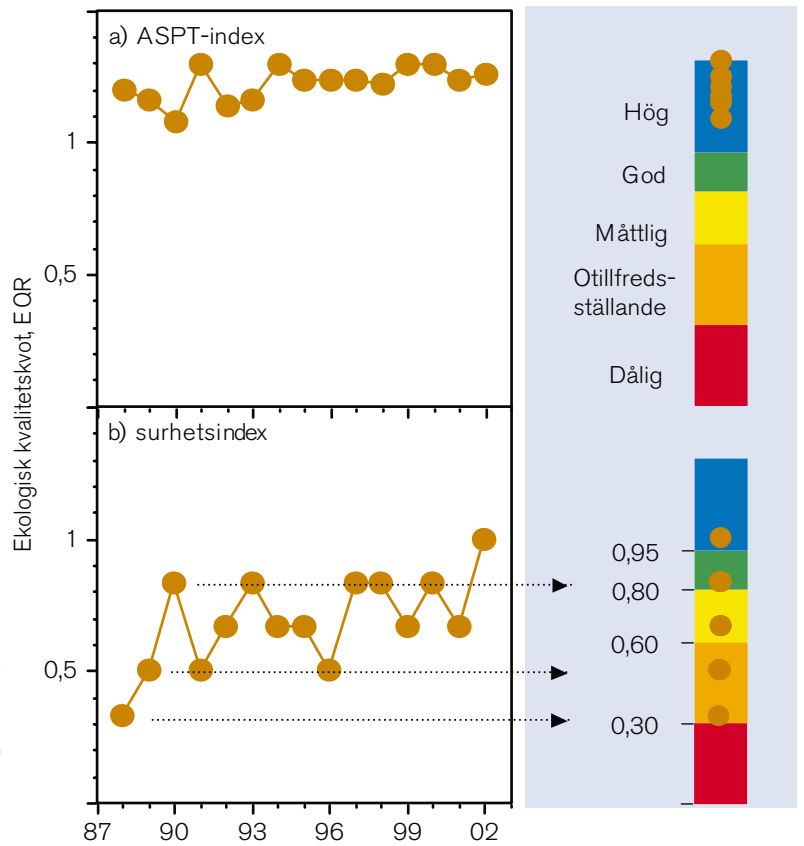
I december 2002 antogs EG:s ramdirektiv för vatten, eller vattendirektivet<sup>4</sup> som det ofta kallas. Syftet med det gemensamma regelverket är att förvalta och vårda våra ytvatten – sjöar, vattendrag, grundvatten och kustvatten – så att en långsiktigt hållbar vattenkvalitet och vattenanvändning tryggas. Målet är att redan till år 2015 uppnå en god vattenkvalitet i hela EU. Alla ytvatten ska då uppfylla kravet på ”god ekologisk status”, vilket innebär att de biologiska och fysikalisk-kemiska förhållandena inte får avvika mycket från opåverkade vatten.

Vattendirektivet delar in ekologisk status i fem klasser: hög, god, måttlig, otillfredsställande och dålig. För att uppnå en gemensam bedömning av ekologisk status i hela EU har alla länder ålagts att identifiera ett antal sjöar och vattendrag som biologiskt och fysikaliskt-kemiskt representerar gränsen mellan hög och god respektive mellan god och måttlig ekologisk status enligt vars och ett lands nationella bedömningssystem (Fakta).





**Figur 3.** Exemplet Brunnsjön illustrerar hur bedömningen av ekologisk status kan variera beroende på vilket år man genomfört provtagning. ASPT-index och surhetsindex sammanfattar båda tillståndet i livsmiljö för bottenjur<sup>5</sup>. ASPT-index är ett index som baseras på arter som är beroende av en ren vattenmiljö, medan surhetsindex baseras på arter som är känsliga för pH-situationen. EQR, Ecological Quality Ratio, är ett mått på hur det är i förhållande till om statusen var god. Enligt ASPT-index är vattnet i Brunnsjön mycket rent och har varit så sedan mätningarna inleddes. Surhetsindex varierar mycket mellan åren. Trots att man kan ana en återhämtning är ökningen inte statistiskt säker.



Med stora naturliga svängningar kan man riskera att ett vattnens ekologiska status pendlar mellan klasserna. Den försurade sjön Brunnsjön är ett exempel på en ovanligt hoppig sjö. Renhetsindex (ASPT)<sup>5</sup> ger en stabil signal om att sjön är mycket ren. Surhetsindex däremot, som visar pH-situationen, har under perioden 1988–2002 indikerat såväl otillfredsställande, måttlig, god som hög ekologisk status (Figur 3).

**Förändrad bedömning behövs**

Den ekologiska statusen mäts som en avvikelse från ett referenstillstånd. Referenstillståndet definieras med hjälp av sjöar och vattendrag där förhållandena bedöms avvika mycket litet från förhållanden i helt opåverkade vatten. SLU-forskarnas

undersökning visar på stora skillnader i trender mellan de tre typerna av sjöar (försurad, försurad kalkad, referenssjö). Därför bör kanske, förutom de sjöar som betraktas som opåverkade av människan, också finnas referenssjöar som varit påverkade av försurning och försurade sjöar som kalkats.

– Mot bakgrund av våra resultat från den här studien anser vi att man måste ha en mer dynamisk syn på hur man bedömer statusen i en sjö eller ett vattendrag. Insamlingen av biologiska data från sjöar och vattendrag började under 1990-talet. Med de allt längre tidsserierna får vi bättre och bättre kunskaper om livet i sjöar och vattendrag och hur det reagerar på olika yttre faktorer. Det innebär att utvecklingen av biologiska indikatorer måste fortsätta och att vi måste acceptera att en klassgräns inte är statisk, säger Richard Johnson.

**Nationellt utvecklingsarbete**

Parallellt med vattendirektivet, arbetar vi i Sverige mot våra nationella miljömål, bland annat mot målen "Bara naturlig försurning" och "Ingen övergödning"<sup>6</sup>. För övervakning och uppföljning används Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljökvalitet där flera biologiska indikatorer ingår. Baserat på en bestämd provtagnings- och analys teknik får man en bedömning av tillståndet som sådant och ett mått på hur mycket tillståndet avviker i förhållande till ett jämförvärde. Redan i de bedömningsgrunder som publicerades 1999<sup>7</sup> togs hänsyn till den utveckling som pågår i andra länder och man försökte anpassa bedömningsgrunderna till motsvarande internationella system. Forskning och insamling av data genom miljöövervakning tillför kontinuerligt nya kunskaper. Därför pågår nu en ny revidering av bedömningsgrunderna. SLU-forskare är engagerade i arbetet, bland annat med indikatorer för planktonalger och bottenfauna. Till stor del handlar det om att justera klassgränser och att ytterligare anpassa bedömningar till de krav som ställs i vattendirektivet. Man undersöker också hur bra de gamla indikatorerna fungerar och rekommenderar nya om det är nödvändigt.

**Kontaktpersoner:** Richard K. Johnson och Willem Goedkoop, Institutionen för miljöanalys, SLU. Tel. 018-67 31 27 respektive 018-67 31 12. E-post: fornamn.efternamn@ma.slu.se

**Noter och källhänvisningar:**

1. Läs om programmet på: [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se), se Miljöövervakning, Sjöar.
2. Johnson R. K. 2005. *Assessing the recovery of sublittoral macroinvertebrate communities of boreal lakes from the effects of acidic deposition and liming*. Verhandlungen der Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie 29. (in press)
3. Botten i en sjö kan delas in i olika zoner. Litoralen är den del av botten som sträcker sig från nivån för högsta vattenståndet ned till det djup där fotosyntes inte är möjligt. Sublitoralen är den del av litoralen där man finner övervattens- respektive flytbladsvegetation.
4. Läs om vattendirektivet på: [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se), se Lag & rätt.
5. Läs om de olika indexen i Naturvårdsverkets rapport 4913.
6. Läs om miljömålen på: [www.miljomal.nu](http://www.miljomal.nu).
7. Naturvårdsverkets rapport 4913.

## Posttidning B

Returadress: Miljötrender, SLU Publikationstjänst,  
Box 7075, 750 07 Uppsala. Fax: 018-67 35 00.  
e-post: publikationstjanst@slu.se

## Notiser

### Databaser snart på nätet:

#### Våtmarksinventeringen

Naturvårdsverket har med projektet regionala våtmarksinventeringar (VMI) verkat för länsvisa inventeringar i hela landet. Under 2004 slutfördes inventeringen av Norrbottens län. Därmed är hela landet utom fjällområdet inventerat. VMI innefattar nu grunduppgifter från omkring 34 000 våtmarksobjekt.

SLU Miljödata är på uppdrag av Naturvårdsverket datavärd för VMI:s attributdata sedan 2002. Databasen där man kan hitta information om VMI samt söka och hämta hem data blir under april månad tillgänglig via internet. Se: [www.md.slu.se](http://www.md.slu.se) (länk: Datavärdskap VMI).

**Mer information:** Leif Hallbäcken,  
[Leif.Hallbacken@md.slu.se](mailto:Leif.Hallbacken@md.slu.se).

#### Svenska kulturväxtdatabasen

Den världsunika kulturväxtdatabasen SKUD blir tillgänglig via internet den 1 april. Den innehåller idag 35000 kultivarer med referenser, synonymer, svenska namn och taxonomisk information. Målet är att SKUD ska omfatta 100 000 kultivarer.

SKUD har utvecklats under POM (Programmet för Odlad Mångfald), som är ett av programmen vid Centrum för biologisk mångfald (CBM).

Se: [www.cbm.slu.se](http://www.cbm.slu.se).

**Mer information:** Jens Weibull, POM.  
Tel. 040-41 55 31 samt Björn Aldén,  
Göteborgs Botaniska Trädgård.  
Tel. 031-741 11 30.

#### Utrymme för fler lodjur i Götaland

SLU-forskare har på uppdrag av Naturvårdsverket och Svenska jägareförbundet sammanställt och utvärderat de inventeringar av lodjur som gjordes i Sverige åren 1994–2004. I uppdraget ingick också att bedöma de ekologiska förutsättningarna för lodjursstammen i olika delar av landet. I början av 1990-talet fanns endast större områden med ynglande lodjur i Norrland och norra Svealand. Lodjursstammen ökade under 1990-talet och spred sig söderut. År 1998 fanns totalt i Sverige cirka 338 familjegrupper, varav hälften i renskötselområdet. Under 2000-talet minskade lodjursstammen, både i renskötselområdet och i övriga landet. År 2003 fanns totalt 265 familjegrupper. I renskötselområdena i norra Sverige har myndigheterna avsiktligt velat minska trycket på rennäringen från den stora lodjursstammen. Den gynnsamma utvecklingen för lodjur i Mellansverige under 1990-talet berodde på att vi då hade en extremt stor rådjursstam. Här begränsas nu tillväxten av lodjur då tillgången på framför allt rådjur är sämre än under 1990-talet. I Götaland finns gott om bytesdjur och en liten, växande lodjursstam. Hela rapporten finns tillgänglig som pdf-fil på Naturvårdsverkets hemsida.

**Mer information:** Olof Liberg, Grimsö forskningsstation, SLU.  
Tel. 070-39 49 519  
E-post: [Olof.Liberg@nvb.slu.se](mailto:Olof.Liberg@nvb.slu.se)

## Konferenser / Seminarier

11 maj

### Flora och faunavård

Bland annat presenteras den nya rödlistan.

**Arrangör:** Artdatabanken

**Plats:** Uppsala

**Information:**

[www.artdata.slu.se/aktuellt.htm](http://www.artdata.slu.se/aktuellt.htm)

24 maj

### Heurekas vårexkursion

Tema för årets exkursion är de större skogsbolagens verksamhet och planering.

**Plats:** Sundsvall

**Arrangör:** Heureka

**Information:** <http://heureka.slu.se>

14–16 september

### ”Managing Soils for the Future”

Ett forum för presentationer av aktuella ämnen inom markvetenskap i de nordiska och baltiska länderna.

**Arrangör:** SLU:s forskarskola

”Focus on Soils”

**Plats:** Uppsala

**Information:** [www-conference.slu.se/focusonsoils/index.htm](http://www-conference.slu.se/focusonsoils/index.htm)

17–19 oktober

### Bridging the Gap

Politik och vetenskap som medel för att förverkliga ett hållbart skogsbruk.

**Plats:** Alnarp

**Arrangörer:** SUFOR, Heureka, ENFORS, EFI

**Information:** <http://heureka.slu.se>

## Prenumerera på Miljötrender – kostnadsfritt!

Fyll i talongen och skicka eller faxa den till:  
SLU Publikationstjänst, Box 7075, 750 07 Uppsala.  
Fax: 018-673500

Namn.....

Adress.....

Postadress.....

### Tipsa oss om en nyhet

– mejla eller ring:

E-post: [miljotrender@slu.se](mailto:miljotrender@slu.se)

Tel: 018-67 31 07

### På gång vid SLU

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