

FAKTA

Skog

Sammanfattar aktuell forskning • Nr 1 2001

Hjalmar Laudon • Kevin Bishop

Kalkas norrländska vatten i onödan? – främst naturliga orsaker till sur vårflod

- Det är främst naturliga faktorer som gör att norrländska vattendrag försuras under vårfloden. Bara ett fåtal mycket känsliga vattendrag i Norrland skadas fortfarande avsevärt av luftburen försurning.
- Att skilja naturlig surhet från luftburen försurning under vårfloden har tidigare inte varit möjligt. Med episodmodellen kan det nu göras.
- Det är svårt att utifrån biologiska indikationer, exempelvis minskad fiskförekomst, fastställa försurningens utbredning. Andra faktorer, som skogsbruk, tidigare flottning och inplantering av rovfisk, kan ge liknande effekter på bestånden.
- Kalkningen av vattendrag i Norrland kostar runt 100 miljoner kronor per år. För att undvika förväxling av mänskligt försurade och naturligt sura vattendrag måste dagens beslutsunderlag för kalkning revideras.



Foto: Roger Wallin

*Under vårfloden upp-
kommer så kallade
surstötar, dvs. dramatiska
sänkningar i vattnets pH.
Förändringen i pH beror
till viss del på försurande
nedfall, men har främst
naturliga orsaker.*

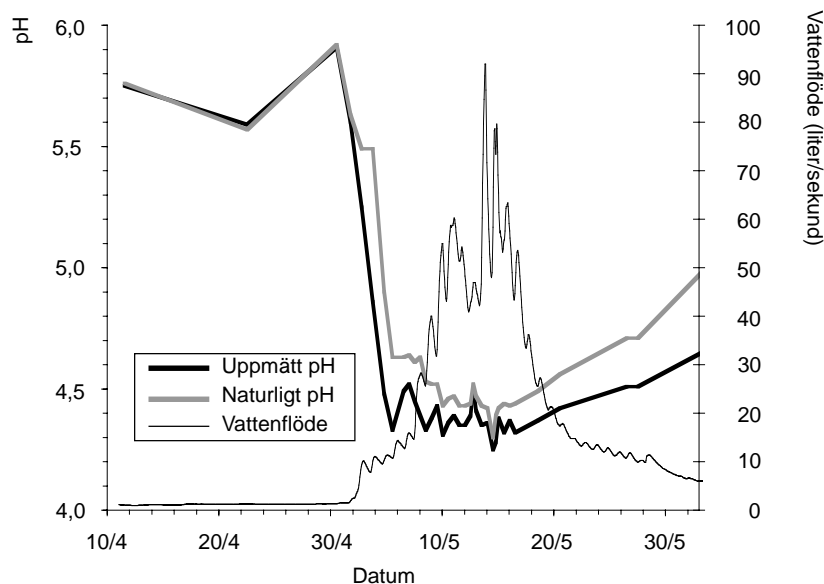
Vårfloden är den mest kritiska tidpunkten på året för många vattenlevande organismer i norrländska vattendrag. Snösmältningen tar endast tre till fyra veckor, men under den korta perioden passerar upp till hälften av årets avrinning i små och medelstora vattendrag.

Förutom denna volymförändring sker också dramatiska vattenkemiska förändringar. Vattnets pH-värde sänks, vilket naturligt leder till att högre halter av giftiga former av aluminium frisätts. På så sätt utgör vårens hydrologiska och vattenkemiska förändringar naturliga begränsningar för allt levande i ekosystemen.

Tyvärr är den norrländska vårfloden i dagsläget även utsatt för ett försurande nedfall som påverkar flora och fauna. I värsta fall kan denna påverkan leda till att vissa sårbara arter helt slås ut. Läget förvärras ytterligare av att många fiskarter under våren befinner sig i sitt yngelstadium, ett skede i utvecklingen som är särskilt känsligt.

Kostsam kalkning

År 1991 inleddes en omfattande kalkning av många av norra Sveriges vattendrag. Biologiska studier visade nämligen att öring försvunnit från



FIGUR 1. Exempel på surstöt under vårfloden i ett litet vattendrag i Västerbottens inland. Den svarta linjen är uppmätt pH under vårfloden. Grå linje visar vad pH skulle ha varit utan mänsklig försurning, enligt beräkningar med episodmodellen. Skillnaden mellan de två linjerna är således orsakad av surt nedfall.

ställen där arten tidigare kunnat infångas. Tillsammans med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för kalkning räckte dessa ekologiska indikationer för att sätta igång en storskalig verksamhet i flertalet län. Verkets bedömningsgrunder innebär att bidrag ges för att kalka alla vattendrag med pH surare än 6,0, eller med en buffringsförmåga i vatten motsvarande en alkalinitet un-

der 50 mikroekvivalenter/liter vid någon tidpunkt under året.

Idag har många norrländska vattendrag kalkats i tio års tid. Lika länge har frågan om huruvida verksamheten verkligen är nödvändig intensivt diskuterats. Varje år kostar satsningen runt 100 miljoner kronor och hittills har totalt närmare en miljard kronor spenderats på kalkning i Norrland. Av dessa pengar har en stor andel använts till att förhindra försurnings-skador på fisk och andra vattenlevande organismer just i samband med vårfloden.

Flera orsaker till surstötter

Kraftiga pH-sänkningar under vårfloden, så kallade surstötter, kan bero på många saker. Sur nederbörd är bara en tänkbar orsak, naturliga omständigheter kan ge upphov till minst lika intensiva surstötter (se faktaruta). För att bedöma hur påverkad vattenkemin är används under normala flöden en metod kallad F-faktorn eller SSWC (Steady State Water Chemistry). Denna metod klarar inte att under högflöden, inklusive vårfloder, särskilja naturlig surhet och försurning orsakad av människan (antropogen försurning). Risken att kalka naturligt sura vattendrag har därför varit påtaglig. För att komma tillrätta med detta problem har Naturvårdsverket finansierat det så kal-

Vad orsakar surstötter?

Förenklat uppstår surstötter, eller kraftiga pH-sänkningar i samband med högflöden, ofta på grund av en kombination av två processer, nämligen utspädning av buffertkapaciteten och tillförsel av syror (figur 3). Medan utspädning är en naturlig process, så kan vätejoner härstamma från både naturliga och onaturliga källor.

Buffertförmågan späds ut

Med uttrycket buffertkapacitet menas ett vattens förmåga att neutralisera sura vätejoner. Ju högre buffertkapacitet, desto bättre är denna förmåga. I samband med högflöden späds buffertkapaciteten ut genom att smält- eller regnvatten med låg buffertförmåga tillförs. Även

om utspädningen i sig inte leder till någon förändring i pH, medför det att vattnet blir mer känsligt för tillförsel av vätejoner.

Källor till vätejoner

Det finns många naturliga källor till vätejoner, såsom koldioxid i marken, naturliga förekomster av svartmossa (sulfider) samt organiska syror. Dessa syror är nedbrytningsrester från döda växter och djur. Beroende på klimatet är halterna av organiska syror höga i Sverige jämfört med andra europeiska länder. Detta gäller framför allt Norrlands inland och kust, även om höga halter också kan påträffas i t.ex. Småland.

Onaturliga källor av vätejoner är främst deposition (nedfall) av luftföreningar i form av svavel- och salpetersyror. Svavelsyror utgör det största försurningsproblemet i Sverige.

lade "episodprojektet", som nu resulterat i en ny beräkningsmodell.

Episodmodellen, även kallad "Boreal Dilution Model", är ett verktyg som beräknar hur stor del av förändringen i buffertkapacitet och pH som inte är naturlig. Med buffertkapacitet menas vattnets förmåga att stå emot pH-förändringar. Genom att mäta förekomsten av naturligt försurande ämnen från lågflöde till högflöde, kan modellen beräkna hur vattenkemin skulle ha sett ut under en naturlig vårflod eller kraftig regnperiod. Skillnaden mellan beräknat värde och det faktiska, uppmätta värdet i vattendraget beror på försurande luftföroreningar.

En mer användarvänlig beräkningsmodell, som baseras på episodmodellen, är redan i bruk inom olika miljöövervakningsprogram i landet. Modellen kan nu också nås via Internet. Tjänstemän och andra intresserade kan här använda ett avancerat utvärderingsverktyg utan att fastna i en komplex kemisk beräkning.

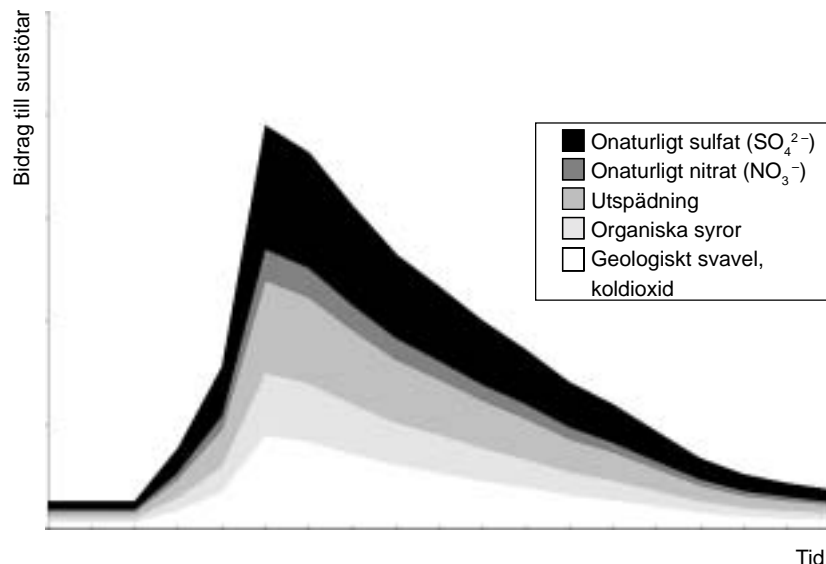
Ett tiotal forskare från Sverige och Norge har, tillsammans med representanter från länsstyrelserna i Norrland samt Naturvårdsverket, gemen-

samt bidragit till utvecklingen av modellen. För att så korrekt som möjligt kunna beskriva försurningen i samband med högflöden, och för att testa olika aspekter av surstötsdynamiken, så har även en fiskstudie ingått i projektet.

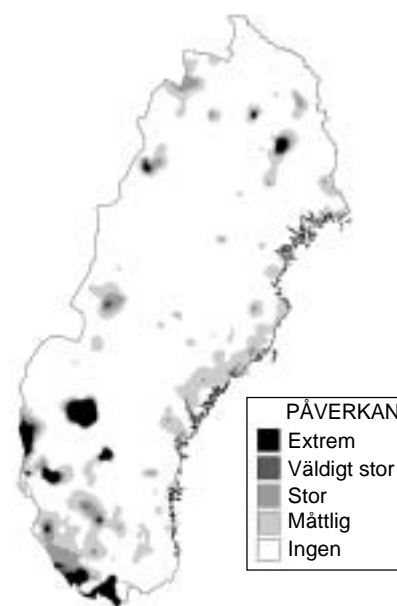
Stor naturlig försurning

Resultat från mer än hundra vårflods-episoder visar att det framförallt är naturliga källor, särskilt organiska syror och utspädning, som bidrar till surstöterna. I genomsnitt orsakades endast 0,1–0,3 pH-enheter av luftföroreningar, medan naturliga faktorer står för en sänkning av pH med 1–2,5 enheter (figur 1).

Denna till synes ringa påverkan bör dock inte underskattas. I försurningskänsliga vattendrag kan detta onaturliga bidrag "få bägaren att rinna över". Studierna av fysiologin hos fisk visade att även dagens mängder försurande luftföroreningar kan orsaka giftiga nivåer av aluminium i de allra mest försurningskänsliga vattendragen i Norrland. Oåterkalleliga skador på öring beroende på luftföroreningar uppkommer med dagens försurningsbelastning enbart i vattendrag med ett naturligt pH under 5,0 i samband med vårfloden.



FIGUR 3. Schematisk bild av faktorer som påverkar pH (surstötar) i samband med vårflods- och regnperioder. Starka syror i form av våt och torr deposition (SO₄²⁻ och NO₃⁻) som når vattendraget definieras som mänskliga bidrag till surstöten. Utspädning av buffertkapaciteten, organiska syror, geologiskt svavel och övertryck av koldioxid från nedbrytning av organiskt material är naturliga källor till surstöten. Utspädning har i sig själv ingen försurande effekt, men gör vattnet mindre motståndskraftigt mot påverkan från både naturliga och onaturliga syror.



FIGUR 2. Områden i Norrland som påverkades av sur nederbörd i samband med vårfloden 1998.

Enligt en regional studie är idag endast cirka sex procent av Norrlands yta försurningspåverkad under vårfloden. Vattendragen i dessa områden har en låg buffertförmåga under hela året, och de ekologiska systemen är därför extra känsliga för ytterligare försurning. De flesta av dessa vattendrag ligger i den sydvästra fjällregionen (figur 2).

Framtidens modell?

Episodmodellen är framförallt tänkt att användas i områden där försurningspåverkan är episodisk, dvs. uppstår under vissa övergående perioder, exempelvis under högflöden i Norrland. Försurningen i Sverige väntas fortsätta avta. I samband med att den kroniska försurningen får en mer episodisk karaktär, kan episodmodellen möjligtvis också användas i andra delar av landet.

Problemet i samband med vårfloden är starkt kopplat till koncentrationen av försurande ämnen i snön. Halten i snön kan bara minska genom ett minskat nedfall. Mindre utsläpp ger därför positiva effekter på vattendraget under snösmältningen redan samma år.

Sedan 1970 har det sura nedfallet i Sverige minskat med cirka 70–80



Foto: Umeå Flottningsförenings arkiv (FAV)

FIGUR 4. Flottningsperioden i Norrland ledde till att många vattendrag och lekbottnar förstördes. Här en traktorrensning någonstans efter Umeälven 1948. Denna verksamhet kan vara en alternativ orsak till att fiskbestånd utarmades, något som tidigare antagits bero på försurning.

procent (varav 50 procent efter 1990). Så småningom kan man därför förvänta sig en naturlig biologisk återhämtning i de vattendrag, som utarmats på sina fiskbestånd på grund av försurningen under 1970- och 1980-talen. Trots konkreta förbättringar i vattenkemin kan det dock ta flera årtionden innan ekologiska system återhämtar sig.

Andra faktorer

Om en återhämtning av den biologiska mångfalden i norrländska vattendrag uteblir trots det kraftigt minskade försurningstrycket så är det dags att fundera på vilka andra faktorer som påverkar den biologiska/fysiska miljön. Ett par hundra års skogsbruk och flottningsledsbyggande har exempelvis gett upphov till hundratals mil av förstörda och igenslammade lekbottnar i Norrland (figur 4). Vandringshinder, inplantering av rovfisk och överfiskning kan också utarma fiskbestånden på liknande sätt.

För de biologiska systemen tar det som tidigare nämnts avsevärt längre

tid att återhämta sig. Att bedöma dagens försurningspåverkan med hjälp av biologiska indikatorer är därför omöjligt. Vattenkemiska verktyg, som t.ex. episodmodellen, är således nödvändiga för att bedöma de naturliga respektive antropogena faktorernas betydelse för försurningsbelastningen. Det beslutsunderlag som används idag för att bestämma vilka vattendrag som ska kalkas i Norrland måste revideras, så att kalkningsinsatserna inte sker i vattendrag som enbart är naturligt sura. Insatserna ska istället koncentreras till de vattendrag där försurande nedfall kan leda till att ekosystemen allvarligt påverkas.

Ämnesord

Försurning, kalkning, episodmodell, vårflod, surstöt, Norrland, beslutsunderlag

Episodmodellen och mer information om försurningen i norra Sverige finns på:

www.sek.slu.se/personal/hlaud/hjalmar.htm

Litteratur

- Bishop, K., Laudon, H. & Köhler, S. 2000. Separating the natural and anthropogenic components of spring flood pH decline: A method for areas that are not chronically acidified. *Water Resources Research*, 31, 1873–1889.
- Laudon, H. 2000. Separating Natural Acidity from Anthropogenic Acidification in the Spring Flood of Northern Sweden. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvestria* 160. SLU.
- Laudon, H., Westling, O., Vøllestad, L. A. & Poléo, A.B.S. 2001. Naturligt sura och försurade vatten i Norrland. *Naturvårdsverket rapport 5144*. Stockholm.



Hjalmar Laudon är forskare vid institutionen för skogsekologi, SLU, 901 83 Umeå. Just nu är han vid Massachusetts Institute of Technology (MIT) i Boston på ett Wallenbergstipendium i miljö och hållbar utveckling. Tel: +1 617-258-6835. Fax: +1 617-253-7475.

E-post: hjlaudon@mit.edu



Kevin Bishop är professor vid institutionen för miljöanalys, SLU, Box 7050, 750 07 Uppsala. Tel: 018-67 31 31. Fax: 018-67 31 56.

E-post: Kevin.Bishop@ma.slu.se

Ansvarig utgivare:

Redaktör:

Internet:

Prenumeration, distribution och lösnummerförsäljning

Pris:

Tryck:

Göran Hallsby, institutionen för skogsskötsel, 901 83 UMEÅ

Camilla Nilsson, SLU Informationsavdelningen, Box 7077, 750 07 UPPSALA

Telefon: 018-67 21 34 • Telefax: 018-67 35 20 • E-post: Camilla.Nilsson@info.slu.se

www.slu.se/forskning/fakta.html

SLU Publikationstjänst, Box 7075, 750 07 UPPSALA

Telefon: 018-67 11 00 • Telefax: 018-67 35 00

E-post: Publikationstjanst@slu.se

320 kr + moms

SLU Reproenheten, Uppsala, 2001

ISSN 1400-7789 © SLU

