

miljö trender

EN TIDNING FRÅN SLU • NR 2 • 2007

Tema:

Försurning

- Halverad försurning i skogs-
mark och sjöar
- Många sjöar kan sluta kalkas
- Fortsatta problem i sydvästra
Sverige

innehåll	Nya perspektiv på försurningen	2	Vattenlivet återställs med kalkning.....	8
	Minskad försurning		Kalkning lockar tillbaka växtplankton.....	10
	– men läget fortfarande kritiskt i sydvästra Sverige.....	3	Landskapet styr var öringen trivs.....	11
	Nya bedömningsgrunder med fokus på biologi	6	Notiser/Konferenser/Seminarier	12



Nya perspektiv på försurningen

DE STORA SATSNINGARNA FÖR ATT MINSKA försurande utsläpp av svavel i Europa är ett bra exempel på hur vetenskap kan hjälpa samhället med att identifiera ett miljöproblem och sedan bidra till en lösning. Med ett svavelnedfall tillbaka på de nivåer som rådde för nästan än sekel sedan kunde man tro att epoken med försurningsforskning nu är över. Men så är det inte. Sverige är nu inne på sin fjärde miljard kronor för kalkning. Dessutom har intresset för biobränsle från skogen lett till planer för kraftigt ökad tillväxt och uttag, vilket kan ge en ökad försurning av marken.

SKA STÖDPENGAR FÖR ATT BEVARA LIVET i vattnet flyttas från kalkning i Norrland till skogsmarkskalkning i södra Sverige? Eller ska pengarna stanna kvar i Norrland och satsas på att återställa vattenhabitat?

KAN SKOGSBRUKETS ASKÅTERFÖRING skydda marken i södra Sverige, som aldrig har hämtat sig från den sura nederbörden? Ska försurningsshotet sätta gränsen för hur mycket biobränsle som kan tas från skogen? Och var går den gränsen egentligen? Målkonflikten med förnyelsebara bränslen aktualiserar på frågor som har mognat, men aldrig besvarats; om de kemiska

processerna i mark och vatten, och om hur livet i naturen påverkas av försurning.

DECENNIER AV SKOGLIGA FÄLTFÖRSÖK, rikstäckande inventeringar av mark, jämte vetenskapliga framsteg i processförståelse, har rustat oss för att ta nya tag med försurningens gåtor. Med andra ord ett ypperligt läge för fortlöpande miljöanalys.

EN NYCKELFRÅGA FÖR ALLT ARBETE med försurning, när det gäller såväl kalkningsåtgärder som den växande målkonflikten inom skogsbruket, är att koppla kemi till biologi. I detta nummer av Miljötrender berättar vi om framsteg inom detta område, med startpunkt i en färsk översyn av försurningsläget i Sverige. Sedan följer artiklar om hur bedömningsgrunderna har vässats för att koppla kemiska indikatorer starkare till biologi, om hur försurade vatten återhämtar sig efter kalkning, och om att ett landskapsperspektiv kan ge en bättre grund för framtidens åtgärder.

KEVIN BISHOP,
Koordinator för program "Försurning".

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.slu.se/miljotrender

Prenumeration (kostnadsfritt):

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

Ansvarig utgivare: Torgny Wiederholm
Tel. 018-67 31 13
E-post: Torgny.Wiederholm@md.slu.se
Redaktör: Ylva Ericson
Tel. 018-67 31 07
E-post: ylva.ericson@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

Texter: Ylva Ericson, om inget annat anges.

Form och original: Grön idé AB

Omslagsfoto: Thore Johansson /Myra

Tryck: Intellecta Tryckindustri AB

Upplaga: 1650 ex

Papper, omslag och inlaga: Tom&Otto, 130 g

Typsniit: 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.





Minskad försurning – men läget fortfarande kritiskt i sydvästra Sverige

Utsläpp av ämnen som orsakar försurning har minskat, vilket ger mindre försurade skogsmarker och vatten i Sverige. Men förbättringen går långsamt och det kan ta lång tid för naturen att återhämta sig helt. Särskilt i sydvästra Sverige är återhämtningen dålig.

Nederbörden har blivit mindre sur de senaste årtiondena eftersom utsläppen av försurande ämnen, främst svavel, har minskat (Figur 1). Det har lett till att forskare inom SLU:s miljöövervakningsprogram sett en förbättring av surhetsgraden i skogsmarken i nästan hela landet^{1,2}.

– Det är förstås positivt att försurningen minskar, men vi kan inte vara nöjda än. Utsläppen av försurande ämnen måste minska ännu mer för att de mest känsliga områdena ska kunna återhämta sig, säger Johan Stendahl vid Institutionen för skoglig marklära på SLU, som arbetar inom Markinventeringen vid SLU.

Långsam återhämtning

Inom Markinventeringen undersöker forskare sedan år 1983 regelbundet marker i skogsområden över hela Sverige. Markerna bedöms efter olika kemiska egenskaper. Det vanligaste måttet på surhetsgrad är pH-värdet, som anger halten av vätejoner. Men det är svårt att få ett tillräckligt bra mått på hur försurad marken är bara genom att titta på pH-värdet.

– I många områden är markens återhämtning långsam trots att pH-värdet blivit bättre. Det beror på att markerna där har dålig vittringsförmåga, det vill säga inte bildar tillräckligt mycket så kallade baskatjoner som kan neutralisera och där-

med motverka effekten av surt regn, säger Johan Stendahl.

Genom att använda fler variabler än pH-värdet, som till exempel mängden baskatjoner, kan forskarna bättre bestämma hur starkt försurat ett område är. När alla kemiska värden bestämts och vägts samman, placeras områdena in i olika så kallade tillståndsklasser. Vilken klass ett område hamnar i beror på hur stor surhetsgrad området bedöms ha.

Fortsatt nedfall kan öka försurningen

Genom att jämföra hur stora områden som hamnar i de olika tillståndsklasserna år från år går det att se hur tillståndet i Sverige förändras över tiden. Andelen skogsområden som har hög eller mycket hög surhetsgrad har minskat från 23 procent under åren 1985–1987 till 12,5 procent under 1998–2003. Speciellt i sydvästra Sverige har återhämtningen varit stor. Men trots detta har man här en större surhetsgrad i marken än resten av landet (Figur 2). Det är främst för att de sydvästra och södra delarna av Sverige har fått mest av den sura nederbörd som kommer med vindar från Sydeuropa.

I sydvästra Sverige är nedfallet av försurande ämnen fortfarande fyra gånger större än vad den så kallade kritiska belastningen säger att marken klarar av. Dessa områden är extra känsliga för försurning eftersom markerna har dålig vittringsförmåga och därmed producerar lite baskatjoner. Dessutom är markerna redan väldigt försurade på grund av tidigare surt nedfall.

– Den kritiska belastningen är beräknad med modeller som ska ta hänsyn även till markens framtida förmåga att stå emot försurning. Bland annat ingår mängden baskatjoner i beräkningarna. Så länge svavelutsläppen, och därmed det sura nedfallet, inte stoppas helt så fortsätter markens förråd av bas-



Foto: Institutionen för miljöanalys, SLU.

I många sjöar i sydvästra Sverige är försurning ett stort problem. Där har man fått mycket surt regn, och marken är dålig på att neutralisera de försurnande ämnena. Ett intensivare skogsbruk riskerar att ge marken ännu sämre motståndskraft.

Om försurningen

fakta

- Den största orsaken till försurning i mark och vatten i Sverige är utsläpp av svaveldioxid. Sverige har minskat sina utsläpp med nästan 90 procent sedan år 1980. Men svavelnedfallet kommer också från andra delar av Europa. Totalt har de europeiska svaveldioxidutsläppen halverats sedan 1980, men där finns stora förbättringar kvar att göra.

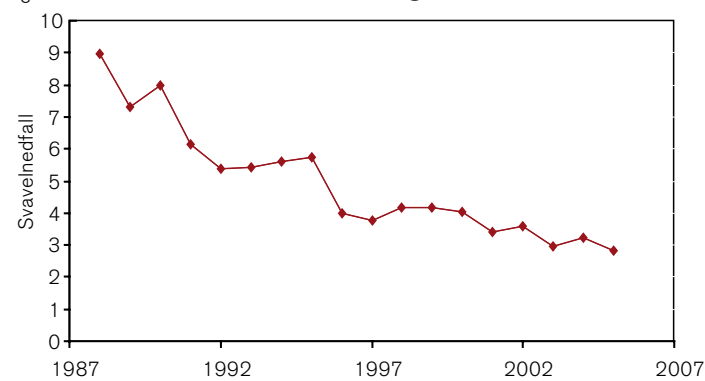
- Även kväveföreningar kan bidra till försurningen, om nedfallet är större än vad växterna klarar av att ta vara på. Försöken att minska kväveutsläppen har hittills inte lyckats så bra, varken i Sverige eller utomlands.

- Svaveldioxid och kväveoxid omvandlas i atmosfären till svavelsyra och salpetersyra, som när de faller ner försurar mark och vatten. Nederbördens surhet har ökat med minst tio gånger sedan början av 1800-talet.

- De flesta djur och växter klarar inte av alltför sura miljöer. Den främsta orsaken anses vara att försurning löser ut aluminium i vattnet och den farliga oorganiska formen av metallen bildas. Men redan vid svag försurning minskar känsliga arter, som till exempel musslor och kräftdjur, i antal.

- Hur stor skada surt regn ger i miljön beror mycket på vilken typ av mark som finns i området. Områden med kalkrik mark skadas mindre av sur nederbörd än annan mark, eftersom kalken kan neutralisera syrorna. Kalkrik mark bildar även basiska baskatjoner (till exempel kalcium- och magnesiumjoner), som genom att blanda sig med syrorna och därmed späda dem kan minska försurningen. Sverige är ett utsatt land när det gäller försurning, eftersom vi har mycket mark som inte kan neutralisera syror⁴.

kg/ha Svavelnedfallet över Sverige har minskat



Figur 1. I Sverige har det genomsnittliga svavelnedfallet, som försurar mark och vatten, nu minskat till ungefär en tredjedel av vad det var år 1988. Sydvästra Sverige klarar inte av att ta emot sett något surt nedfall om markerna och vattnen där ska kunna återhämta sig. Källa: IVL. Data från den nationella miljöövervakningen.

katjoner hela tiden att minska. När förrådet är slut kommer försurningen i marken att börja öka i stället för att minska, även om surheten i nederbörden blir mindre. Därför kan den trend mot minskad försurning som vi ser just nu mycket väl vända inom kanske 100 år, säger Jens Fölster vid Institutionen för miljöanalys på SLU, som arbetar inom SLU:s vattenövervakning.

Färre försurade vatten

En viktig anledning till att övervaka markkemin är att skydda de sjöar och vattendrag som ligger i området. Skogsmarkens kemi har stor påverkan på vattnen i närheten.

Inom SLU:s sötvattensövervakning har man gjort regelbundna mätningar ända sedan år 1972. I övervakningsprogrammet ingår flera tusen sjöar och vattendrag över hela Sverige. Vart femte år görs, i samband med miljömålsuppföljningen, en sammanställning av alla provtagningar³. För varje gång har man hittat färre och färre vatten som är försurade. År 2005 var drygt fyra procent av de inventerade sjöarna försurade, vilket kan jämföras med nästan tolv procent år 1990 (Figur 3). Liksom skogsmarken delas även sjöarna in i olika klasser. Men sjöarna bedöms inte bara efter sitt nuvarande surhetstillstånd, utan efter hur de har försurats sedan förindustriell tid (se sid. 6–7).

– På de flesta håll i landet har vi sett en minskad surhet i vattnet. Men försurning är fortfarande ett stort problem i sjöar i sydvästra Sverige. Eftersom markerna där är försurade kommer troligtvis också de sjöar och vattendrag som ligger där att fortsätta vara försurade länge till, säger Jens Fölster.

Intensivare skogsbruk kan hota återhämtningen

Även i övriga Sverige, där återhämtningen varit mycket bra på flera ställen, finns det anledning att fortsätta övervaka kemin i mark och vatten. I takt med att efterfrågan på biobränsle ökar så blir skogsbruket allt intensivare, vilket kan resultera i mer försurad mark.

– Ett intensivare skogsbruk innebär att även grenar och toppar tas bort, och med dem försvinner näringsämnen som

annars skulle ha återförts till marken när träden dött. Till exempel försvinner baskatjoner som kan motverka försurning av marken, säger Johan Stendahl.

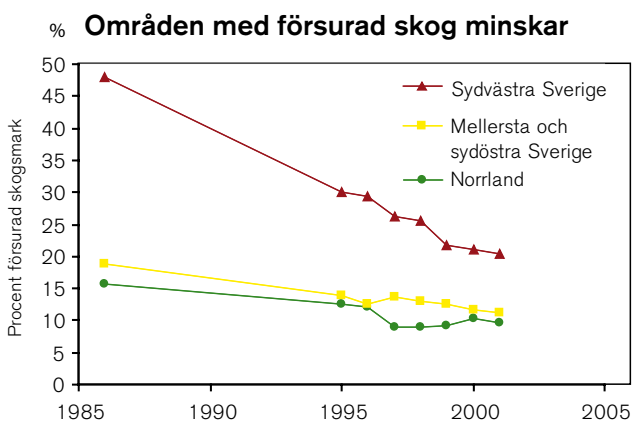
På 1990-talet började SLU i sin markinventering registrera hur mycket biomassa förutom stammarna (det vill säga grenar och toppar) som togs ut från undersökningsområdena. Men det kommer att dröja några år innan forskarna kan se några trender på hur detta påverkar surheten i marken. I ett försök att minska effekterna av skogsbruket har Skogsstyrelsen bestämt att det inte får tas ut mer baskatjoner och andra viktiga ämnen med virket än vad som produceras genom vittring i marken. Om det ändå tas ut mer ska det tillföras aska för att kompensera borttaget.

– Försurningsfrågan får inte glömmas bort, speciellt på västkusten är läget fortfarande kritiskt. Utsläppen måste fortsätta minska och vi måste hålla uppsikt över vad som händer när skogsbruket blir intensivare. Men samtidigt är det inte bra att överdriva problemen med försurning. Det är till exempel många sjöar i landet, framförallt i norra Sverige, som kanske inte skulle behöva kalkas längre, säger Jens Fölster.

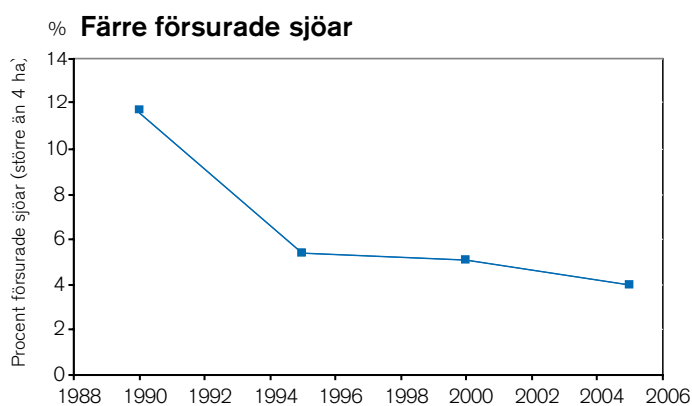
♦ **Kontakt:** Jens Fölster, Institutionen för miljöanalys, SLU. Tel. 018-67 31 26. E-post: Jens.Folster@ma.slu.se.
Johan Stendahl, Institutionen för skoglig marklära, SLU. Tel. 018-67 38 01. E-post: Johan.Stendahl@sml.slu.se.

Noter och källhänvisningar:

1. Läs om markinventeringen och ta del av resultat på www-markinfo.slu.se.
2. Naturvårdsverket 2003. *Bara naturlig försurning. Underlagsrapport till fördjupad utvärdering av miljömålsarbetet*. Rapport 5317.
3. Från och med i år sker vattenövervakningen enligt samma modell som markinventeringen, det vill säga med omdrev vart sjätte år. Det betyder att en sjättedel av vattnen provtas varje år, så att alla vatten är inventerade efter en sexårsperiod.
4. Läs mer om försurning och miljömålet Bara naturlig försurning på www.naturvardsverket.se och www.miljomal.nu.



Figur 2. Andelen försurad skogsmark har minskat i takt med att det försurande nedfallet har minskat. Speciellt tydligt är det i sydvästra Sverige, även om halterna där fortfarande är högre än i resten av landet. Mätningarna är från den översta delen av B-horisonten (även kallad rostjord eller anrikningsskikt), ett markskikt ungefär 10–30 centimeter ner. Källa: Institutionen för markvetenskap, SLU. Data från den nationella miljöövervakningen.



Figur 3. Antalet försurade sjöar minskade snabbast mellan åren 1990 och 1995. Under den perioden minskade nedfallet mycket. Skillnaden mellan åren beror även på att 1990 var väldigt blött, vilket resulterade i att mer försurande ämnen rann ut i sjöarna. År 1995 var däremot ovanligt torrt. På senare år har minskningen avtagit eftersom nedfallet av sura ämnen inte minskar lika snabbt. Källa: Institutionen för miljöanalys. Data från den nationella miljöövervakningen.



Caenis luctuosa

Dagsländelarven *Caenis luctuosa*, nattsländelarven *Tinodes waeneri* och mörten *Leuciscus rutilus* är några arter som inte trivs i försurade vatten.

Foto: Lars Eriksson, SLU

Nya bedömningsgrunder med

Naturvårdsverket tar fram nya bedömningsgrunder för försurning av vattenmiljön. Dessa lägger större vikt på försurningens effekter på livet i vattnet. De nya bedömningsgrunderna leder bland annat till att färre sjöar kommer att bedömas som försurade.

För att följa upp miljömålet Bara naturlig försurning används Naturvårdsverkets bedömningsgrunder, som ska ge en uppfattning om försurningsstatusen hos mark och vatten¹. Naturvårdsverket startade år 2003 ett samarbetsprojekt för att förbättra bedömningsgrunderna för sjöar och vattendrag². Förbättringen behövdes framför allt för att, jämfört med de gamla bedömningsgrunderna, ta större hänsyn till vilka konsekvenser försurning har på livet i vattnet. De nya bedömningsgrunderna ska också vara anpassade till EU:s ramdirektiv för vatten³.

Genomsnittligt pH visar bäst hur djuren mår

Ett av de första stegen för att ta fram de nya bedömningsgrunderna var att göra mer ingående studier för att se hur djuren och växterna i vattnet påverkas av försurning. I sjöarna studerades fisk och strandlevande djur, och i vattendragen fisk, alger och botten djur. Artsammansättningen och förekomsten av försurningskänsliga arter i de olika vattnen jämfördes sedan med kemiska värden från samma vatten.

Flera olika kemiska värden används för att avgöra hur försurad en sjö eller ett vattendrag är. Forskarna mäter till exempel pH-värdet, vattnets buffertkapacitet (förmåga att neutralisera syra) och halten giftigt oorganiskt aluminium. Det visade sig

att årsgenomsnittet av de uppmätta pH-värdena var det kemiska värdet som bäst förutsade tillståndet hos livet i vattnet.

– När vi nu sett att det är det genomsnittliga pH-värdet som ger den bästa indikationen på hur djuren mår, kan vi enklare avgöra när försurningen är så hög att arterna tar skada, säger Jens Fölster vid Institutionen för miljöanalys på SLU, som har varit med och tagit fram förslaget till de nya bedömningsgrunderna.

Noggrannare beräkningar behövs

En annan anledning till att förnya bedömningsgrunderna är att försurningen nu minskar i många vatten, som en följd av minskade utsläpp. Det krävs noggrannare beräkningsmodeller för att se om utsläppen behöver minskas ännu mer, och hur livet i vattnet skulle klara sig vid minskad kalkning.

– Tidigare var det uppenbart att försurningen orsakade stora skador, som när vi kunde se att hela bestånd av fisk dog ut i sura sjöar. Nu måste vi kunna göra analyser med större exakthet för att avgöra om en sjö kan sluta kalkas. De första åtgärderna som genomfördes för att motverka försurning var relativt billiga, men ytterligare åtgärder är dyra. Vi måste därför noggrannare kunna avgöra om ytterligare insatser verkligen behövs, säger Jens Fölster.

Bättre koll på naturlig surhet

Många sjöar var naturligt sura redan innan mänskliga aktiviteter orsakade försurad nederbörd. För att kunna bedöma hur försurad en sjö blivit, måste forskarna därför veta hur sjöns kemiska tillstånd såg ut i förindustriell tid. Detta tillstånd kallas för sjöns referenstillstånd, och kan uppskattas genom modellberäkning-



Foto: Institutionen för miljöanalys, SLU.

Leuciscus rutilus



Tinodes waeneri

Foto: Lars Eriksson, SLU.

fokus på biologi

ar. I de nya bedömningsgrunderna används en modell som ska beräkna referenstillståndet på ett bättre sätt än tidigare.

Modellen som används kallas MAGIC⁴ och ska beräkna hur surhetstillståndet i marken förändras när förutsättningarna ändras, till exempel genom att utsläppen ökar eller minskar. MAGIC är den internationellt mest använda så kallade dynamiska försurningsmodellen. I Sverige är det IVL som genomför beräkningarna med MAGIC.

Referenstillståndet för en sjö eller ett vattendrag har bestämts vara den beräknade surheten för år 1860. När detta referenstillstånd är framräknat kan förändringen till dagens tillstånd räknas ut. De olika vatten delas sedan in i klasser efter hur mycket de försurats sedan förindustriell tid. Om pH-värdet minskat med mer än 0,4 enheter bedöms vattnet som försurat.

Nya bedömningsgrunder ger färre försurade sjöar

Genom de nya bedömningsgrunderna kommer klassificeringen av en del sjöar att ändras även om surhetstillståndet av sjöarna inte har ändrats. Det beror bland annat på att forskarna nu, för att ta mer hänsyn till påverkan på djuren, bedömer försurningspåverkan utifrån ett genomsnittligt pH-värde. Tidigare bedömdes sjöarna efter förändringen av buffertkapaciteten i vattnet. En sjö klassades då som försurad när en fjärdedel av buffertkapaciteten var förbrukad.

– Eftersom buffertkapaciteten inte är lika bra kopplad till livet i vattnet som pH-värdet ledde detta till att man ibland underskattade den biologiska effekten av försurningen, men ännu oftare till att man överskattade den. Genom att i stället uttrycka resultaten från MAGIC-modellen som en förändring av pH-värdet, får vi ett mått som är bättre att använda när vi

vill avgöra om en sjö är så sur att livet i den kan påverkas, säger Jens Fölster.

Med de nya bedömningsgrunderna kommer ungefär hälften så många sjöar som tidigare att klassas som mänskligt försurade. En del av denna försurningsförändring beror även på att sjöarna faktiskt blivit mindre försurade.

– När de nya bedömningsgrunderna antas komma kommer de att kunna ge ett bättre underlag för att bedöma hur stora utsläppsminskningar som behöver göras och vilka vatten som ska kalkas. De nya bedömningsgrunderna tar både större hänsyn till hur vattenlivet påverkas och är mer exakta än de tidigare versionerna, säger Jens Fölster.

♦ **Kontakt:** Jens Fölster, Institutionen för miljöanalys, SLU. Tel. 018-67 31 26. E-post: Jens.Folster@ma.slu.se.

Noter och källhänvisningar:

1. Läs mer på www.naturvardsverket.se.
2. Bedömningsgrunderna omarbetas av SLU i samarbete med IVL Svenska Miljöinstitutet, Institutionen för tillämpad miljövetenskap (ITM) vid Stockholms universitet och Fiskeriverket. Underlaget finns på www.vattenportalen.se.
3. EU:s ramdirektiv för vatten innebär att alla vatten i Europa skall ha uppnått god ekologisk och kemisk status till 2015.
Direktivet: Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG av den 23 oktober 2000 om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på vattenpolitikens område. Europeiska gemenskapernas officiella tidning L 327/1. 22 december 2000.
4. MAGIC står för Model of Acidification of Groundwater in Catchments, eller Modell för försurning av grundvatten i avrinningsområden. Läs mer om MAGIC på www.ivl.se/magicbibliotek.



Snäckor tillhör de djur som tar längst tid på sig för att återvända när ett vatten kalkas.

Foto: Per Bergtsson/Grön idé

Vattenlivet återställs med kalkning

8

Varje år genomför Sverige kalkningsåtgärder för nästan 200 miljoner kronor i sjöar och vattendrag för att motverka effekterna av förorening. De första årens kalkningsinsatser gav på de flesta håll väldigt positiva resultat. Men när vattnet nu följts en längre tid verkar det inte vara säkert att den trenden håller i sig. Nya prognoser visar också att många vatten skulle klara sig lika bra utan kalkning.

De första statliga kalkningsåtgärderna i Sverige utfördes år 1976. Idag kalkas mer än 7 000 sjöar och 12 000 km vattendrag med sammanlagt nästan 200 000 ton kalk varje år¹.

– De flesta kalkningsprojekt verkar kortsiktigt ha lyckats. Om kalkningen sker i lagom dos så återgår vattenkemin snabbt till godkända nivåer i nästan alla sjöar och vattendrag², säger Gunnar Persson vid Institutionen för miljöanalys på SLU och projektledare för Naturvårdsverkets program Integrerad kalkningseffektuppföljning (IKEU)³.

Livet återhämtar sig gradvis

Det kan ta ett tag efter att de kemiska värdena blivit återställda innan livet i vattnet återgår till det normala. En förutsättning för att djuren ska kunna trivas igen är att det växtplankton och de större vattenväxter som fungerar som föda och skydd

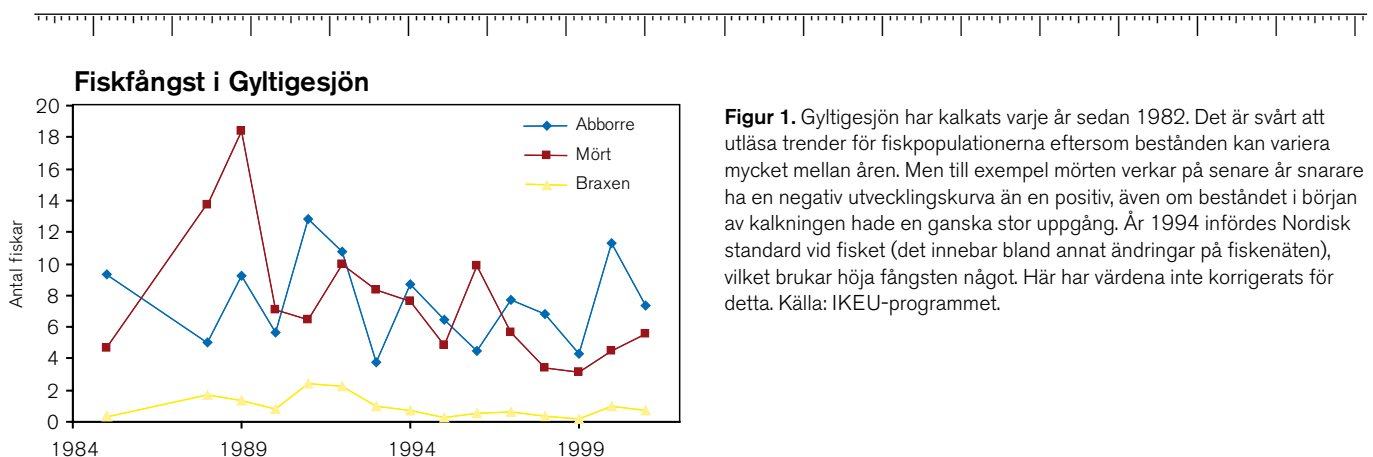
återhämtar sig. Växtplankton återhämtar sig oftast bra efter förorening när vattnet kalkas. De flesta arter kommer tillbaka snabbt, även om den totala massan i en kalkad sjö inte blir lika hög som i en sjö som aldrig varit förorenad (se sid. 10). Även de större vattenväxternas återhämtning är god, både sett till antal arter och totalmängd⁴.

Om en art som försvunnit helt från en förorenad sjö återkommer eller inte när sjön kalkas, beror på hur bra den sprids från områden där den överlevt. Lättspridda arter, som växter och insekter, återvänder snabbt. För andra djurarter, till exempel snäckor, kan det däremot ta väldigt lång tid. Om ett fiskbestånd dött ut måste arten troligen inplanteras med människans hjälp. Men ofta finns rester av bestånden kvar som kan återhämta sig när de kemiska förhållandena återställs.

Positiva trender vänds?

Efter flera års kalkning sågs i stort sett bara positiva effekter. De flesta arter av djur och växter kom tillbaka. Till exempel började många fiskarter som drabbats hårt av föroreningen att föröka sig igen⁵. Men enligt Gunnar Persson ser det nu ut som att de positiva trenderna avtar för flera arter av både växter och djur. Hos en del arter i vissa sjöar kan forskarna till och med se en minskning av bestånden.

Sådana nedåtgående trender kan vara en effekt av andra faktorer än förorening och kalkning, som till exempel klimatförändringar. Det kan även ta lång tid innan ekosystemet ställt in



Figur 1. Gyltigesjön har kalkats varje år sedan 1982. Det är svårt att utläsa trender för fiskpopulationerna eftersom bestånden kan variera mycket mellan åren. Men till exempel mörtens verkar på senare år snarare ha en negativ utvecklingskurva än en positiv, även om beståndet i början av kalkningen hade en ganska stor uppgång. År 1994 infördes Nordisk standard vid fisket (det innebar bland annat ändringar på fiskenäten), vilket brukar höja fångsten något. Här har värdena inte korrigerats för detta. Källa: IKEU-programmet.



Foto: Tobias Haag, Länsstyrelsen i Jönköpings län.

När en sjö kalkas återställs de kemiska förhållandena snabbt till vad de var innan sjön blev försurad. Därefter kan de växt- och djurarter som drabbats av försurningen komma tillbaka.

sig efter att ha varit försurad. När rovfiskar ökar snabbt i antal och nästan jagar slut på sina byten, eller när olika arter konkurrerar med varandra, kan det ske stora svängningar i bestånden (Figur 1). Forskarna behöver därför jämföra resultaten från kalkade sjöar med data från sjöar som är opåverkade av försurning, för att se om det finns liknande trender i sådana sjöar.

– Det är ofta svårt att se långsiktiga mönster hos till exempel fisk, eftersom många bestånd har stora variationer mellan åren. Tendenserna varierar också mycket från art till art, och mellan olika sjöar. Hos en del arter verkar bestånden vara relativt stabila eller ökande, medan trenden snarare är negativ för andra arter. Vi håller nu på att utvärdera de senaste årens data för att försöka få en bättre helhetsbild av läget och se i vilken grad kalkningen har påverkat livet i vattnet, säger Gunnar Persson.

Många sjöar kan sluta kalkas

När det sura nedfallet minskar så minskar även behovet av kalkning på flera håll i landet. Inom IKEU-programmet har forskare börjat undersöka vad som händer med en försurad sjö när den inte längre kalkas. Hösten 2007 ska en stor studie utreda behovet av kalkning.

– Våra modellberäkningar tyder på att mer än hälften av de svenska sjöar som kalkas skulle kunna sluta kalkas utan att de skulle bli återförsurade. Naturvårdsverket rekommenderar därför sedan några år en minskad kalkning. Men den har ännu inte

synts i statistiken, säger Gunnar Persson.

Det är svårt att avgöra om och när det är lämpligt att sluta kalka en sjö. Att sluta kalka sjöar i sydvästra Sverige är inget bra alternativ. Marken där är så försurad att sjöarna skulle återförsuras direkt. Det är också mycket man inte vet om de tillfälliga försurningarna, de så kallade surstötarna, som bildas vid till exempel vårfloder. En kalkad sjö eller ett kalkat vattendrag har en säkerhetsmarginal för att klara av sådana händelser, men om kalkningen avslutas kan vattnet bli känsligare. Det är nödvändigt att övervaka sjöar som slutar kalkas, så att en eventuell återförsurning upptäcks.

– Det är länsstyrelserna som har ansvar för kalkningen, och de vågar ofta inte sluta kalka eftersom de inte vill riskera att sjöarna återförsuras. Men bland annat många norrländska vatten, där nedfallet nu är litet och det även finns en naturlig försurning, skulle troligtvis inte skadas av en minskad kalkning, säger Gunnar Persson.

♦ **Kontakt:** Gunnar Persson, Institutionen för miljöanalys, SLU. Tel. 018-67 31 15. E-post: Gunnar.Persson@ma.slu.se.

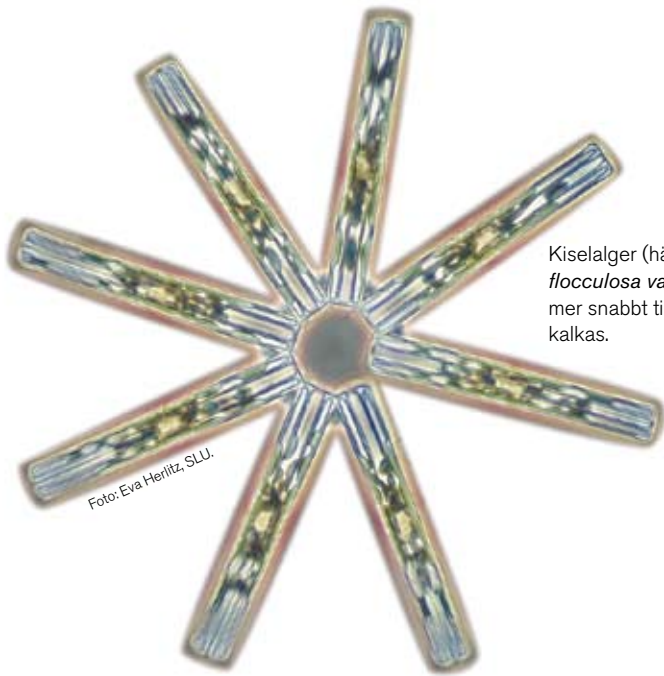
Noter och källhänvisningar:

1. Läs mer om Sveriges kalkningsåtgärder på www.naturvardsverket.se.
2. Kalkning ger en snabb kemisk återhämtning i vattnet genom att det basiska karbonatet i kalken neutraliserar syrorna. Då minskar även halten av det giftiga oorganiska aluminiumet i vattnet. Efter ett par år är det mesta av kalken förbrukad. Därför måste man regelbundet upprepa kalkningen om det fortsätter att tillföras sura ämnen till vattnet.
3. Information om IKEU-programmet och resultat från uppföljningarna finns på <http://info1.ma.slu.se/IKEU>.
4. Östlund, M. 2005. *Vattenvegetation i kalkade sjöar – tillstånd och utveckling i IKEU-sjöar*. Institutionen för miljöanalys, SLU, Rapport vol. 2005:25.
5. Henriksen, L., Brodin, Y.W. 1995. *Liming of Acidified Surface Waters*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

När en sjö försuras försvinner vattenväxten strandpryl (*Littorella uniflora*). Den och andra växter ersätts av försurningstålig vitmossa. När sjön kalkas återhämtar sig växterna igen och konkurrerar ut vitmossan.

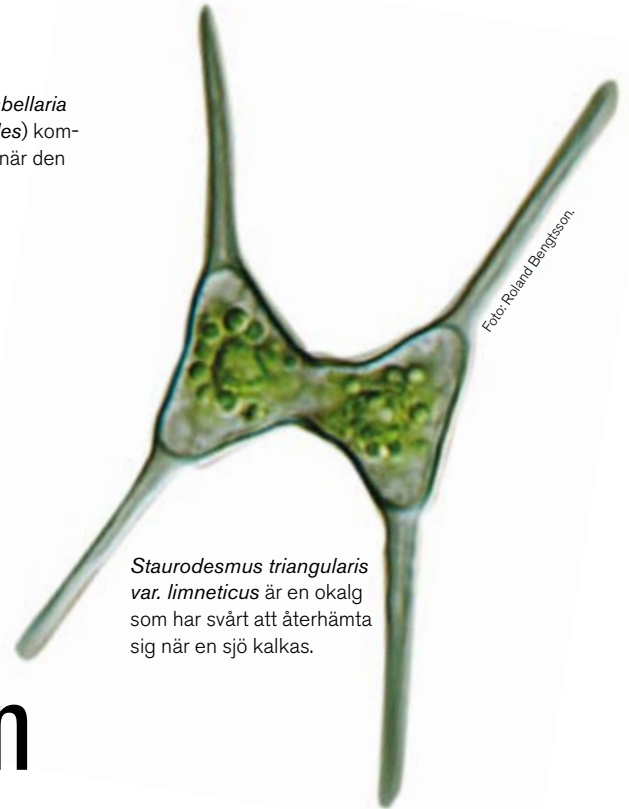


Foto: Mikael Östlund/SLU.



Kiselalger (här individer av *Tabellaria flocculosa* var. *asterionelloides*) kommer snabbt tillbaka till en sjö när den kalkas.

Foto: Eva Herlitz, SLU.



Staurodesmus triangularis var. *limneticus* är en okalg som har svårt att återhämta sig när en sjö kalkas.

Foto: Roland Bengtsson.

Kalkning lockar tillbaka växtplankton

När försurade sjöar kalkas kommer de flesta arter av växtplankton som försvunnit tillbaka. Den totala mängden växtplankton ökar också, men den blir inte lika stor som i en sjö som aldrig varit försurad.

Vid försurning frigörs oorganiskt aluminium som är giftigt för växtplankton. Dessutom binder aluminiumet upp löst fosfor, vilket innebär mindre näring åt plankton. Tillsammans gör detta att mängden växtplankton minskar drastiskt när en sjö blir försurad. Minskningen av växtplankton leder till att hela näringsväven påverkas. Djurplankton som lever av växtplankton minskar och därmed får även fiskar som lever av djurplankton mindre att äta.

Eva Willén vid Institutionen för miljöanalys på SLU har undersökt hur bra växtplankton återhämtar sig när en försurad sjö kalkas¹. Inom programmet Integrerad kalkningseffektuppföljning (IKEU) analyseras sedan år 1990 växtplankton i 13 kalkade sjöar över hela Sverige. Dessa sjöar har Eva Willén jämfört med tio referenssjöar, det vill säga sjöar som inte kalkas och inte heller är försurade.

Kalkade sjöar näringsfattiga

Undersökningen visar att de flesta växtplanktonarter som försvunnit under försurningen kommer tillbaka när sjöarna kalkas. Men det är andra arter som dominerar i de kalkade sjöarna jämfört med referenssjöarna. Dessutom är den totala massan växtplankton bara hälften så stor i de kalkade sjöarna som i referenssjöarna. Det är ändå en stor förbättring jämfört med försurade sjöar.

– Växtplankton sprider sig lätt mellan olika sjöar. De kan spridas i både luft och vatten, och även transporteras med djur. Det innebär att när förhållandena i en sjö blir bättre så kan växtplankton snabbt komma tillbaka till den. När en sjö kalkas minskar försurningen och det giftiga aluminiumet så

att växtplankton kan växa igen. Men den uppbundna fosfor frigörs inte trots att försurningen minskar, så de kalkade sjöarna är fortfarande mycket näringsfattiga. Därför kan mängden plankton där inte bli lika stor som i referenssjöarna, säger Eva Willén.

Växtplankton olika bra som föda

Ett av målen med kalkningen är att tillgången på växtplankton i en sjö ska bli tillräckligt stor för att fisken ska kunna återhämta sig. Olika planktonarter är olika näringsrika och därmed olika bra som föda åt de djurplankton som fisken är beroende av. Forskarna behöver ta reda på vad det betyder för djurplankton och fisk vilken sorts växtplankton som finns tillgänglig, eftersom mängdförhållandena mellan olika växtplanktonarter skiljer sig åt mellan kalkade sjöar och referenssjöar.

Kiselalger är exempel på en mycket bra födoresurs för djurplankton, och det är den växtplanktongrupp som återhämtar sig allra bäst efter försurning. Däremot har de så kallade okalgerna, som är en annan viktig grupp, väldigt svårt att återhämta sig när en sjö kalkas.

– Att okalgerna inte trivs kan bero på att kalkningen minskar vattnets halt av koldioxid, som dessa alger behöver för att tillgodogöra sig tillräckligt med kol. Det är viktigt att förstå vad som påverkar tillväxten och artsammansättningen hos växtplankton, eftersom de är grunden för hela näringsväven, säger Eva Willén.

♦ **Kontakt:** Eva Willén, Institutionen för miljöanalys, SLU. Tel. 018-67 31 14. E-post: Eva.Willen@ma.slu.se.

Noter och källhänvisningar:

1. Willén, E. 2006. *Växtplanktons rehabilitering i försurade sjöar efter kalkning; Resultat från IKEU-sjöar*. Institutionen för miljöanalys, SLU. Rapport 2006:11.

Elfiske i Krycklan. Här finns stockar och stenar som gör att öringarna trivs. Mark- och vegetationstypen i området gör att vattnet har ett relativt högt och stabilt pH.



Landskapet styr var öringen trivs

Det finns inga öringar alls i de delar av vattendraget Krycklan som drabbas av årliga surstötter i samband med vårfloden. Men det är inte bara vattnets surhet som påverkar var öringarna trivs.

Ishi Buffam vid Institutionen för skogens ekologi och skötsel på SLU har studerat hur surhet och andra faktorer påverkar öringar i Krycklan, ett biflöde till Vindelälven i Västerbotten¹. Där orsakar vårfloden varje år naturligt ett tillfälligt lågt pH, eftersom de stora mängderna smältvatten för med sig sura ämnen från markerna runtomkring. Dessa så kallade surstötter beror till största delen på att markerna i Krycklans avrinningsområde är naturligt sura.

På grund av de årliga surstöterna skulle fiskarna i älven kunna skadas även om vattnet under större delen av året inte har skadligt lågt pH². Ishi Buffam såg i sina undersökningar att det inte levde några öringar alls i de delar av Krycklan som blev mest sura under vårfloden.

Gömställen och bottenkvalitet viktiga för öringen

Lågt pH är inte det enda som påverkar öringarnas utbredning. Surheten kan mer ses som en begränsning av var de klarar av att överleva. En mer avgörande faktor för öringarna är hur ett område ser ut fysiskt. Till exempel föredrar öringarna botten med grus och småsten framför botten med finare sediment, speciellt när de ska lägga ägg. Om sanden är för fin kan äggen bli övertäckta och kvävda. När fiskarna sedan växer upp behöver de stenar, stockar eller växter att söka skydd bakom.

Ishi Buffam understryker att ett vattendrag måste ses som en del av den omkringliggande miljön. Vattendraget påverkas av markanvändningen och den naturliga geologin i hela avrinningsområdet, liksom av nederbörd som färdats långt.

– När man vill återställa vattendrag för att skydda bestånden av öringar är det viktigt att tänka på helheten. Det är ingen idé att förbättra vattenkemin i ett vattendrag med dåliga fysiska

förutsättningar, eller att återställa ett vattendrag fysiskt som ändå inte är tillräckligt bra kemiskt, säger Ishi Buffam.

Naturlig surhet inte lika farlig

Öringar är känsliga för lågt pH, och i södra och mellersta Sverige har bestånden minskat i flera vatten på grund av sur nederbörd. I norra Sverige har öringen inte drabbats lika hårt. Det beror delvis på att det är mindre försurad nederbörd där, men också på att områdena där redan är naturligt sura på grund av sura kolföreningar från barrskog och våtmarker³. Naturligt sura vatten är mindre farliga för fisk eftersom kolföreningar (i motsats till sura svavelföreningar från utsläpp) kan binda det giftiga oorganiska aluminiumet som frigörs vid försurning.

–Vi valde Krycklan som försöksområde för att den inte har påverkats så mycket av människan. Det är viktigt att kunna hålla isär naturligt och mänskligt orsakad surhet när man planerar till exempel kalkningsåtgärder. Eftersom det finns en naturlig surhet i många vatten så måste man försöka bedöma hur stor den ursprungliga surheten är för att inte kalka för mycket och i onödan, säger Ishi Buffam.

♦ **Kontakt:** Ishi Buffam, Institutionen för skogens ekologi och skötsel, SLU. Tel. 090-786 85 86.
E-post: Ishi.Buffam@sek.slu.se.

Noter och källhänvisningar:

1. Buffam, I. 2007. *Linking Landscape Characteristics, Streamwater Acidity and Brown Trout (Salmo trutta) Distribution in a Boreal Stream Network*. Acta Universitatis agriculturae Sueciae nr 2007:33. Ishi Buffams studie ingår i CCREW (Cold Climate Research in Boreal Watersheds). Läs mer på <http://ccrew.sek.slu.se>.
2. De största anledningarna till att fiskar skadas av försurning är att vätejoner stör jontransporten i gälarna, samt att oorganiskt aluminium fastnar på gälarna och bildar en geleaktig fällning som hindrar fiskarna från att ta upp syre ur vattnet. Det är främst det högsta surhetstillfället under året som påverkar hur bra en livsmiljö är för öringarna, inte hur stor medelsurheten är.
3. När barr de bryts ner bildas sura kolföreningar, som sedan följer med ut i vattendragen vid höga flöden. Sura kolföreningar kommer även under hela året ut i vattnet från våtmarker i avrinningsområdet.

Posttidning B

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

Konferenser

22 maj 2007

Vattendirektivets bedömningsgrunder för vattenkvalitet

Detta seminarium kommer att ta upp både naturvetenskapliga och juridiska aspekter angående de nya bedömningsgrunderna för vattenmiljön. Seminariet ingår i en serie där Kungliga skogs- och lantbruksakademiens (KSLA:s) vattenkommitté inbjuder en bredare publik till att diskutera Sveriges införande av EU:s ramdirektiv för vatten.

Arrangör: KSLA

Plats: KSLA, Drottninggatan 95 B, Stockholm

Tid: 11.30-16.00

Anmälan: Senast 15 maj

Mer information: www.ksla.se

Notiser

SLU firar Linné med exkursioner

Det stora Linné-jubileet har tagit sin början. Uppmaningen från Linné är att vi ska bli medvetna medan vi lever i världen. Inte, som oftast sker, "sofva med öppna ögon".

För SLU:s del handlar Linnéfirandet först och främst om exkursioner. På alla orter - från Alnarp via Skara och Ultuna till Umeå - kommer en rad exkursioner att genomföras, med forskare från olika ämnesområden som guider. Intresset är redan stort - alltifrån skolklasser till naturvårdsintresserade och LRF-avdelningar. Krusenberg, Hammarby och Funbo-Lövsta är målen för Ultunas utflykter, som alla startar i Kunskasträdgården. I Alnarp är parken i centrum, medan Kinnekulle är målet i Skara. I Umeå förbereder skogsfakulteten ett tiotal olika exkursioner, alltifrån Röbbäcksdalen till Vindelns försökspark.

Mer information: Under "Guidade exkursioner" på www.slu.se/linne2007

19-21 juni 2007

Ulvökonferensen i miljöekonomi

Det här är fjärde året i rad som "Ulvön Conference on Environmental Economics" arrangeras, med syfte att vara ett forum där miljöekonomiska forskare från hela världen kan dela med sig av sina resultat.

Huvudarrangör: Institutionen för skogs-ekonomi

Plats: Ulvön i Örnköldsviks kommun.

Anmälan: Senast 15:e maj ska anmälningsavgiften på 400 euro vara betald (mat och boende ingår)

Mer information:

www-sekon.slu.se/~bkr/ulvo7.htm

18 september 2007

Skogen, marken och vattnet i Linnés fotspår

Markdagsexkursionen 2007 är öppen för alla som är intresserade av naturresursen mark. Exkursionen består av en fem kilometer lång vandring på en stig där Carl von Linné och hans studenter tidigare gått. Stigen går genom gammelskog och hygge, sumpskog och hållmark, naturreservat och nyckelbiotop, bäck och källa, fornminne och kulturlämnning. Deltagarna får veta mer om aktuell forskning i markfrågor och hur man bäst brukar och vårdar marken.

Arrangör: Institutionen för skoglig marklära, i samarbete med Skogsstyrelsen och Föreningen Skogen

Plats: Uppsala

Tid: 8.30-17.00

Anmälan: Senast 5 september 2007

Mer information: www.skogsverige.se

25-26 september 2007

Miljöövervakningsdagarna

Årets miljöövervakningsdagar hålls under två dagar i Göteborg. Förmiddagarna består av gemensamma pass. Under första dagens eftermiddag finns ett antal parallella block; med temana Kust och hav, Luft, Sötvatten och miljögifter, samt Biologisk mångfald. Den andra dagen avslutas med exkursioner av olika slag.

Arrangör: Länsstyrelsen Västra Götaland

Plats: Novotel i Göteborg

Tipsa oss om en nyhet

- mejla eller ring:

E-post: miljotrender@slu.se

Tel: 018-67 31 07

Ny hemsida om havet

Havet.nu ska vara en startpunkt för alla som vill veta mer om havet, havsforskning eller havsmiljöarbete. Hemsidan är ett samarbete mellan Sveriges tre Marina Forskningscentrum; i Umeå, Stockholm och Göteborg. Havet.nu riktar sig till forskare, miljötjänstemän på länsstyrelser och myndigheter, media, skolor och intresserad allmänhet.

Mer information: www.havet.nu

Försurningsprogrammet

I det här numret av Miljötrender berättar vi om några projekt inom program "Försurning". Det är ett av tio program inom SLU:s fortlöpande miljöanalys.

Mer information:

www.slu.se/foma/forsurning

Trevlig sommar!

Prenumerera på Miljötrender - kostnadsfritt!

Fyll i talongen och skicka eller faxa den till:

SLU Publikationstjänst, Box 7075, 750 07 Uppsala.

Fax: 018-673500. Du kan även skicka en e-post till: publikationstjanst@slu.se.

Namn.....

Adress.....

Postadress.....