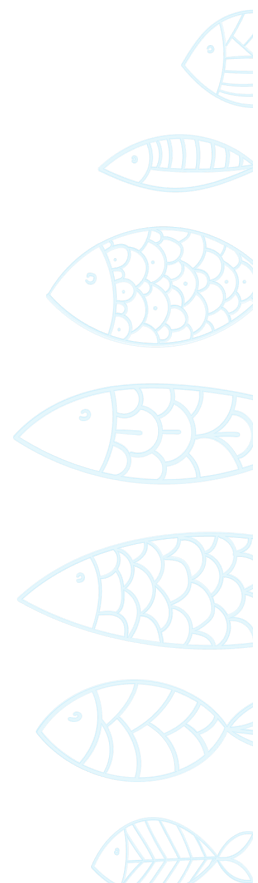


SportFiskarna

EN NÖDVÄNDIG MILJÖÅTGÄRD

FÖRSURNING OCH KALKNING – IGÅR, IDAG OCH IMORGON





Sportfiskarna

Huvudförfattare: Erik Degerman
Medförfattare: Benny Lindgren, Markus Lundgren
och Joel Norlin
Omslagsbild: Rolf Johansson
Hemsida: www.sportfiskarna.se

Publiceringsdatum: 2025-02-19



Denna rapport är framtagen i ett projekt finansierat av Svenska Postkodlotteriets Stiftelse. Projektet drivs av Sportfiskarna och syftar till att utveckla åtgärdsarbetet i svenska vatten.

INNEHÅLL

| | |
|---|----|
| 1. Försurningsfrågan i korthet | 4 |
| 2. Kalkningsanslaget i kris | 5 |
| Tusentals sjöar och vattendrag berörs | 5 |
| Sänkta anslag | 5 |
| Varför kan inte kalkningen avslutas? | 7 |
| Vad händer när kalkningen upphör? | 8 |
| 3. Kalkning mot försurning – en nödvändig miljöåtgärd | 11 |
| Industrins framväxt | 11 |
| Vad är det som försurar? | 12 |
| pH och alkalinitet | 12 |
| Försurningen upptäcks | 13 |
| Surstötar | 13 |
| Vad dör fisken av? | 14 |
| Inte bara våra utsläpp | 16 |
| Vad händer med utsläppen? | 16 |
| Kalkningen börjar | 16 |
| Kalkningsstrategi | 17 |
| Goda resultat | 17 |
| Kvicksilver | 18 |
| Kompletterande åtgärder | 19 |
| Källor | 20 |

1. FÖRSURNINGSFRÅGAN I KORTHET

Här sammanfattar vi i punktform det viktigaste i försurningsfrågan. Genom att läsa hela rapporten får du även bakgrunden och bakomliggande resonemang.

- ✓ Två tredjedelar av Sveriges mark är försurningskänslig.
- ✓ Lax, öring, elritsa, flodkräfta, flodpärlmussla och mört är känsligast. Hela 50–75 procent av laxproduktionen på västkusten (Atlantlax) skulle ha försvunnit utan kalkning.
- ✓ År 1977 påbörjades en försöksverksamhet med kalkning. Cirka 200 000 ton kalk spreds årligen i början av 2000-talet. Idag bedöms behovet till cirka 100 000 ton årligen.
- ✓ Länsstyrelserna har idag pekat ut cirka 2 500 sjöar och 1 400 vattendrag som det primära målet att åtgärda. Kalkningsanslaget har på senare år inte räckt till för att täcka behoven. Länsstyrelserna bedömde för år 2024 behovet till 207,5 miljoner kronor för att upprätthålla kalkningen i de sjöar och vattendrag som pekats ut som mål för verksamheten: anslaget blev bara 170 miljoner kronor.
- ✓ Sänkningar av anslagen och utebliven kompensation för kostnadsökningar riskerar på några års sikt att innebära att kalkningen upphör i ungefär hälften av de vatten som kalkas idag. En av våra främsta miljöåtgärder och en oerhörd samhällsinvestering riskerar att slösas bort bara för att årligen spara några kronor per svensk.
- ✓ Vid minskad kalkning finns, förutom utslagning av fiskarter, också en förhöjd risk för ökad spridning av kvicksilver i fisk som gör fisken otjänlig som föda, exempelvis stor (gammal) gädda och abborre.
- ✓ En levande landsbygd med frisk fisk i friska vatten och entreprenörer som satsar på att utveckla olika former av turistisk verksamhet riskerar också att hämmas allvarligt om kalkningen minskar och fisken försvinner eller blir giftig att äta.
- ✓ Att plötsligt avbryta kalkningen av sjöar och vattendrag är förenat med stora risker och tills vidare behöver kalkningen ligga på den nivå som länens kalkningsplaner föreskriver. Det innebär att anslagen måste höjas och att nivån behöver garanteras för långsiktighet i verksamheten.
- ✓ Först efter grundliga konsekvensanalyser baserade på biologiska, ekologiska, kemiska, ekonomiska och sociala faktorer kan minskningar av kalkningsverksamheten övervägas. Dessa analyser måste få ta tid och involvera de intressenter som berörs, exempelvis lokala markägare, fiskevårdsområdesföreningar, fiskeklubbar, turismentreprenörer, kommuner och andra.

2. KALKNINGSANSLAGET I KRIS

TUSENTALS SJÖAR OCH VATTENDRAG BERÖRS

År 1977 påbörjades en bidragsfinansierad försöksverksamhet med kalkning för att motverka försurningens effekter. Till dags dato har strax över sex miljarder kronor satsats av statliga medel på kalkningen, men därtill ska läggas kommunalt arbete samt vad intresseföreningar som Sportfiskarna och Fiskevattenägarna satsat. Man kan säkert sätta en siffra på tio miljarder för vad samhället totalt investerat.

Cirka 200 000 ton kalk spreds årligen i början av 2000-talet. Försurningen har lyckligtvis minskat genom minskat surt nedfall och idag bedöms behovet vara ungefär hälften. Länsstyrelserna har idag pekat ut cirka 2 500 sjöar och 1 400 vattendrag som det primära målet att åtgärda. Utan kalkningen kommer biologisk skada att uppstå i dessa vatten – det vill säga arter kommer att slås ut. För oss människor blir det framför allt uppenbart efter en tid när arter som öring, mört och flodkräfta försvinner.

SÄNKTA ANSLAG

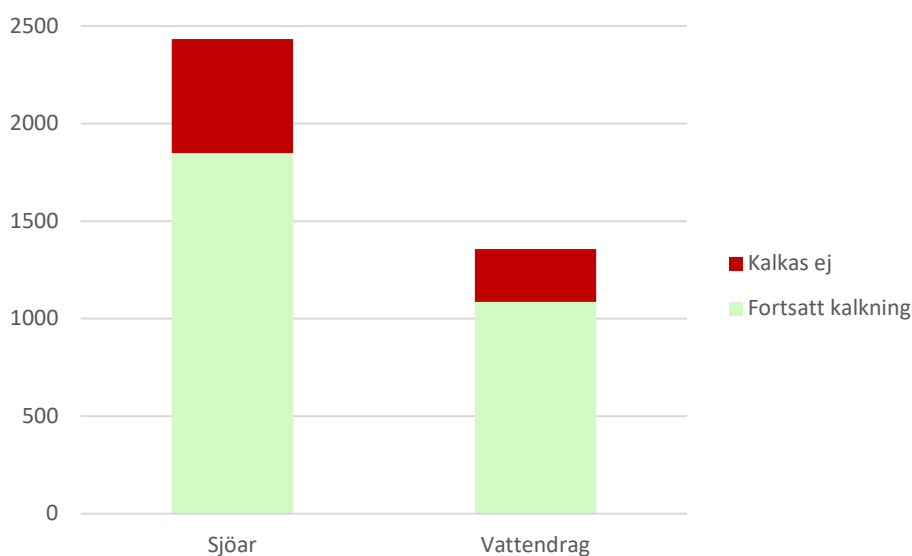
Sedan tidigt 2000-tal har kalkningsanslaget legat på cirka 200 miljoner kronor om året, men för år 2023 var nivån nere på 172 miljoner kronor och för 2024 på 160 miljoner (i juni 2024 sköt Havs- och vattenmyndigheten till ytterligare 10 miljoner kronor för att täcka kostnadsökningar). Länsstyrelserna beräknade inför 2024 behovet till 207,5 miljoner kronor för att upprätthålla kalkningen i de sjöar och vattendrag som pekats ut som mål för verksamheten. Kort innan publicering av denna rapport meddelade Havs- och vattenmyndigheten att nivån på 2025 års kalkningsanslag är 162 miljoner kronor.

Vad innebär neddragningarna konkret? Länsstyrelserna har sammanställt vilka effekter neddragningarna kommer att få. 2023 sparades pengar framför allt genom generella neddragningar, men 2024 har man i högre utsträckning fått avsluta eller sätta kalkningen av vissa sjöar och vattendrag på paus. Inför 2024 uppskattades att cirka 24 procent av sjöarna och 20 procent av de utpekade vattendragen inte kan kalkas på grund av resursbrist. Det kanske inte låter så dramatiskt. Men säger vi i stället att fiskbestånden på sikt riskerar att slås ut i 800 svenska sjöar och vattendrag blir det tydligt att effekterna kan bli dramatiska (figur 1).

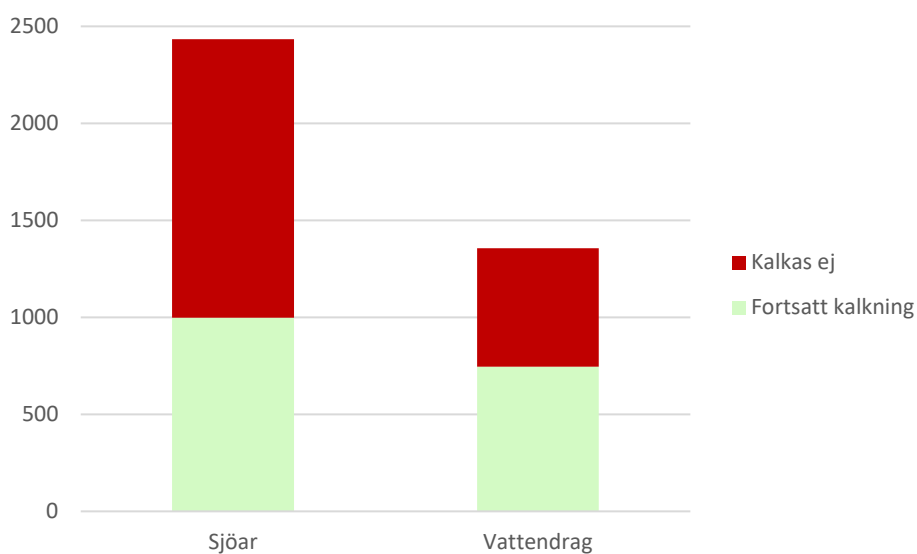
Effekterna blir naturligtvis än större om ytterligare neddragningar görs. I budgetpropositionen för 2025 beräknas Havs- och vattenmiljöanslaget (där kalkningen ingår) att sjunka med 22 procent till 2026 och 37 procent till 2027 i förhållande till 2024 års nivå. Länsstyrelserna har också sammanställt vilka effekter en neddragning av anslaget med i storleksordningen drygt 30 procent i förhållande till 2024 års nivå skulle innebära. Det står inte klart vad sänkningar av Havs- och vattenmiljöanslaget skulle få för direkta konsekvenser för kalkningen, som ingår i det större anslaget, men nivåerna på aviserade besparingar indikerar att en sänkning av anslaget med mer än 30 procent är en reell risk på några års sikt.

Länsstyrelsernas sammanställning visar att kalkningen vid en så kraftig neddragning skulle upphöra i mer än hälften av dagens målsjöar och närmare

hälften av vattendragen (figur 2). Enligt länsstyrelsernas uppgifter kommer kalkning att behöva avslutas även där det finns hotade arter som omfattas av EU:s art- och habitatdirektiv, det vill säga lax, flodpärlmussla och flodkräfta.



Figur 1. Inför 2024 uppskattade länsstyrelserna att cirka 24 procent av sjöarna och 20 procent av de utpekade vattendragen i behov av kalkning inte skulle kunna kalkas under året på grund av resursbrist. Det motsvarar mer än 800 sjöar och vattendrag.



Figur 2. Enlig länsstyrelsernas bedömning skulle en sänkning av kalkningsanslaget med drygt 30 procent innebära att kalkningen sannolikt kommer att avslutas/pausas i drygt hälften av sjöarna och närmare hälften av vattendragen som är i fokus för insatserna, så kallade målvatten.

Det är stora skillnader i vilka effekter neddragningarna förväntas få i olika delar av landet, där försurningskänsliga områden med större kalkningsbehov drabbas hårdare. I Värmland saknades det exempelvis redan inför 2024 över tio miljoner kronor.

Länsstyrelserna lyfter i sin analys fram vilka konsekvenser det kommer att få när kalkning upphör i många vatten:

- ✓ Livsmiljön för vattenlevande djur och växter kommer att försämrats.
- ✓ Möjligheten att nyttja vatten för friluftsliv, främst fiske, kommer att försämrats. Nyttjandet av våra vatten har stor betydelse för folkhälsan och för turismen. Levande sjöar och vattendrag bidrar till en levande landsbygd.
- ✓ Det kommer inte att vara meningsfullt att fortsätta att bedriva övrigt vattenvårdsarbete i områden som tillåts återförsuras till följd av avslutad kalkning då detta inte kommer att få avsedd effekt. Exempel på åtgärder vars nytta kommer att begränsas är återställande av för vattenlivet värdefulla miljöer (restaurering av fysiskt påverkade vattenmiljöer), åtgärder mot fel lagda vägtrummor och åtgärder mot övergödning.
- ✓ Möjligheten att nå våra nationella vattenanknutna miljömål och målen inom EU:s Art- och habitatdirektiv och EU:s ramvattendirektiv försämrats.



Kalkningen kan vara avgörande för att upprätthålla livskraftiga fiskbestånd. Fiskbestånd som i sin tur är betydelsefulla för friluftsliv, rekreation och besöksnäring. Foto: Nils Ola Norlin.

VARFÖR KAN INTE KALKNINGEN AVSLUTAS?

Med minskade försurande nedfall har kalkningsverksamheten kunnat minska. Idag bedöms att det finns ett behov att sprida cirka 100 000 ton kalk årligen. Många vatten som är försurade, uppskattningsvis mer än hälften av alla försurade sjöar, har dock aldrig åtgärdats. Man har i stället fokuserat på vatten med känsliga arter eller där det finns ett stort samhällsintresse.

Man kan ju tycka att om vi kalkat sedan 1970-talet så borde vi vara klara nu. Så enkelt är det inte. Försurning av markerna har skett under mycket längre tid än så och den naturliga återhämtningen genom vittring är oerhört långsam. Markens buffringsförmåga är fortsatt dålig i många områden och kvicksilver lurar under

yttan (vi förklarar längre fram i rapporten varför kvicksilverhalterna kan öka i fisk från försurade vatten).

Det framförs ibland synpunkter att kalkningen skulle kunna avslutas i många vatten. En synpunkt som baseras på utgångspunkten att en del av de sjöar som kalkas skulle vara naturligt sura. Man vill därför ändra pH-målen i riktlinjerna för kalkning. Här är forskningen oense: det finns helt enkelt delade meningar om vilka naturliga pH-nivåer som bör vara utgångspunkten och om det är möjligt att sluta kalka. Ett argument som framförs är att kalkningen kan återstartas om det visar sig att det var en felbedömning att avbryta. Tyvärr baseras detta på enbart vattenkemiska egenskaper, utan hänsyn till att arter som dukar under kan vara borta för alltid, till exempel flodkräfta, flodpärlmussla och laxfiskar. Om man låtit en sjö återförsuras försvinner de känsliga arterna och återuppstår inte bara för att kalkningen börjar igen. I vattendrag kan utslagning av arter ske på ett enda år utan kalkning.

Länsstyrelserna har idag pekat ut cirka 2 500 sjöar och 1 400 vattendrag som det primära målet att åtgärda. Att avsluta kalkningen i många vatten utan en grundlig konsekvensanalys skulle vara oansvarigt och riskera att leda till omfattande återförsurning, med ökad kvicksilverproblematik och artutslagning som följd.

Tills vidare behöver kalkningen ligga på den nivå som länens kalkningsplaner föreskriver. Det innebär att anslagen måste höjas i takt med den allmänna kostnadsnivån i samhället och att nivån behöver garanteras långsiktigt i verksamheten.

Att utveckla metoder för att ytterligare effektivisera kalkningen och att analysera om, när och hur kalkningen kan fasas ut i fler vatten kan på lång sikt leda till minskade kostnader på ett ansvarsfullt sätt. Analyserna måste baseras brett på biologiska, ekologiska, kemiska, ekonomiska och sociala faktorer. De sistnämnda glöms ofta bort, men många av de vatten som idag kalkas har stor betydelse för friluftslivet, besöksnäringen och som fiskevatten – både för rekreation och för att fånga sin egen middag. Konsekvensanalyserna måste få ta tid och involvera de intressenter som berörs, exempelvis lokala markägare, fiskevårdsområdesföreningar, fiskeklubbar, turismentreprenörer, kommuner och andra som berörs.

VAD HÄNDER NÄR KALKNINGEN UPPHÖR?

Vi kan stå inför neddragningar av kalkningsanslagen som kommer att få allvarliga följder för den biologiska mångfalden och livet i våra sjöar och vattendrag. Höga naturvärden står på spel.

Om kalkningen upphör i storleksordningen hälften av de vatten som idag kalkas, kommer fisken då att försvinna i dessa sjöar och vattendrag?

Ja, i vattendrag kan man räkna med utslagning av känsliga arter inom något år, i sjöar beror det lite på vilka arter som finns naturligt och hur påverkad sjön är av försurning. Eftersom försurningstrycket har minskat är det främst känsliga arter som kommer att försvinna snabbt: olika laxfiskar, elritsa, mört, kräftor och en mängd smådjur. Det tragiska är att många av dessa vatten långsamt återhämtat sig tack vare kalkning. Nu ska de alltså återigen utsättas för stålbadet att ett surt vatten med giftiga metaller förekommer. Den genetiska anpassning som faunan i

dessa vatten byggt upp försvinner och bara försurningståliga arter och individer blir kvar.

Hur lång tid efter att kalkning har upphört dröjer det innan vi ser en påverkan?

Allt beror på vattnets omsättningstid, det vill säga hur snabbt vattnet byts ut i en sjö. Många sjöar som kalkas har en kort omsättningstid, typiskt 1–2 år. Det innebär att kalkningen bara ger effekt ett år innan nytt surt vatten kommer till sjön. Genom de minskade utsläppen av sura ämnen till luften är det ”nya” vattnet som kommer inte lika surt som förr, men kalkningens skyddande effekt är borta.

Hur lång tid tar det innan minskat pH slår ut de känsligaste arterna i sjöar och vattendrag?

Än mer uttalad blir situationen vid upphörd kalkning i vattendrag högt upp i vattensystemen där sjöar saknas. Där kommer allt vatten direkt via markavrinning och ytligt grundvatten. Kalkningen har där ofta inriktats på tillrinnande våtmarker eller genom användning av så kallade kalkdoserare direkt utmed vattendragen. Även om det tillrinnande vattnet inte är lika surt längre innebär ändå dagens surhet i vattnen att känsliga arter påverkas redan inom ett år.



Laxfiskar som öring riskerar att slås ut av återförsurning när kalkning upphör. Majoriteten av de vattendrag som kalkas idag innehåller öring. Foto: Jörgen Wiklund.

Vid vilken försurningsnivå försvinner arter som mört, lax, öring, harr, abborre, gädda, elritsa, havsnejonöga, flodnejonöga, flodpärlmussla, flodkräfta och andra viktiga arter?

Försurningsnivå kan uttryckas på tre sätt: som lågt pH, som låg alkalinitet samt som förhöjd halt av aluminium i vattnet. Om vi ser till lågt pH så är den nedre tolererbara gränsen för många känsliga arter runt 6,0. I vetenskapliga studier har ibland negativa effekter påvisats till och med vid lite högre pH, typiskt upp till pH 6,3. Så känsliga är ekonomiskt intressanta arter som lax och flodkräfta, men även mört.

Många arter flyr undan surt vatten, till exempel den lilla elritsan. De arter som klarar lägst pH, ned till cirka 5,0 under en kort tid, är abborre och gädda, men då bara om halten av aluminium samtidigt är låg. Intermediär känslighet, typiskt pH runt 5,4–5,5 har flera arter som öring och harr. Även om man kan ge sådana generella gränser i form av pH-värden så beror förstås mycket på hur lång episoden med lågt pH är och hur hög halten av aluminium blir.

Ålen är också försurningspåverkad. Arten är internationellt rödlistad som akut hotad. Här handlar det inte bara om biologisk mångfald utan om en stor kulturskatt som varit självklar för svenskars liv i hundratals år.



*Försurningen slår mot många av våra vanligaste fiskarter. Mört är en försurningskänslig art.
Foto: Jörgen Wiklund.*

Om vi antar att kalkningsanslagen minskar med tio procent om året de följande fem åren, vad händer då med våra vatten?

Tyvärr har vi inte bara det idag nedfallande sura nedfallet att ta hänsyn till, utan även den förlust av motståndskraft mot försurning som skett när markerna utarmats. I de svårast drabbade områdena i sydvästra Sverige får en neddragning direkt negativ effekt. Kalkningen sker inte utan orsak och är genom länsstyrelsernas arbete anpassad till dagens behov. Det är inte möjligt att dra ner tio procent i alla vatten rakt av utan man måste bibehålla verksamheten i så många vatten som möjligt. Detta innebär att med tio procents neddragning varje år kommer allt fler vatten att helt undantas från kalkning, samtidigt som kalkning fortsätter i samma utsträckning i de mest värdefulla vattnen. I dagens läge med minskade statsbidrag sker redan successivt en urvalsprocess. Några vatten skyddas fortsatt medan andra får återförsuras. Hur känns det om ditt vatten inte får vara med i kalkningen längre?

Problematiken är motsvarande i övriga delar av Sverige med försurade marker. En neddragning via statskassan är dåligt förvaltade naturresurser och statliga medel. Allt fler vatten måste överges, medan de "värdefullaste" räddas. Då kan man ifrågasätta hur "värdefull" beräknas. Vem kan göra den bedömningen och stå för den? Varför inte bevara allt som går när kostnaden är så liten och samhälls- och ekosystemnyttan så stor?

3. KALKNING MOT FÖRSURNING – EN NÖDVÄNDIG MILJÖÅTGÄRD

INDUSTRINS FRAMVÄXT

Det började kanske i Falun. Försurning av mark och vatten har en lång historia i Sverige, lika lång som industrins framväxt. Bäst kanske det hela kan illustreras med Falu koppargruva, som var mycket viktig för det framväxande Sveriges välstånd. När kopparmalmen brändes (rostades) för att rena fram koppar avgick oerhörda mängder svavel till luften eftersom malmen var rik på svavel. Svavlet omvandlas vid kontakt med syre och vatten successivt till svavelsyra, något som gjorde mark och vatten surare. Det viktiga pH-värdet sjönk från neutralt till surt i sjöarna. När produktionen i Falun var som störst på 1600-talet släppte man ut 35 000 ton svaveldioxid (SO₂) per år (motsvarande halva den utsläppsmängd som hela Sverige hade som högst på 1990-talet).

På den tiden hade man inte höga skorstenar för att skicka utsläppen långt bort, det mesta hamnade i stället i Faluns närhet. Carl von Linné berättade på 1700-talet att gräs och blommor saknades nära gruvan i Falun. Skogen var död de närmaste kilometrarna. Runt om i den industrialiserade världen gjorde man samma upptäckt – utsläppen påverkade närområdet. Som så ofta glömdes dessa exempel på miljöförstöring bort. Med allt högre skorstenar spreds ju det sura svavlet längre bort och över en större yta. Det blev svårt att se sambandet mellan utsläpp och miljöproblem. När laxen försvann i några mindre älvar i Norge i slutet av 1800-talet visste ingen varför.



*Den lilla fisken elritsa är en av de arter som försvinner först när ett vatten drabbas av försurning.
Foto: Jörgen Wiklund.*

VAD ÄR DET SOM FÖRSURAR?

Vid förbränning av fossila bränslen frigörs den mängd svavel som finns i kol, gas och olja och förenas med luftens syre till svaveldioxid. Vid förbränningen bildas också kväveoxider, främst genom att kväve och syre som redan finns i lufthavet förenas vid hög temperatur. Medan svaveldioxid kan omvandlas till svavelsyra kan kväveoxiden bilda salpetersyra. Dessa sura ämnen virvlar upp i lufthavet och kommer sedan ner bundna till torra partiklar eller som nederbörd – sur nederbörd. Nederbörden sköljer förstås med de torra partiklarna som landat i trädridåer, på husfasader, bergssidor eller annat som sticker upp och samlat på sig det så kallade torra nedfallet (torrdeposition).

När sedan det sura regnet når marken har marken en förmåga att neutralisera det. Det är främst basiska ämnen som kalkmineral som svarar för denna buffringsförmåga. I områden med kalkrika marker är motståndskraften stor och försurningen slår inte igenom. Typiska sådana områden är södra Skåne, slätterna i Väster- och Östergötland, delar av Uppland, området runt Storsjön i Jämtland samt förstås Öland och Gotland.

I marker med mindre inslag av basiska ämnen och med tunna jordar kan det sura nedfallet snart ha förbrukat markens motståndskraft. Den typen av mager jord (så kallad podsol) och berggrund (typiskt granit och gnejs) dominerar i Sverige och täcker över 70 procent av ytan. Över två tredjedelar av vår landyta är således försurningskänslig!

Ny motståndskraft i marken kan återskapas genom vittring, men det är en mycket långsam process. Detta innebär att magra marker som av surt regn utarmats på sitt lilla förråd av basiska ämnen inte längre buffrar regn- och smältvattnet till normala pH-värden. Ur markerna strömmar då ett surt vatten, ned till grundvattenmagasin och ut till sjöar och vattendrag.

PH OCH ALKALINITET

Vad är då surt vatten? pH-skalan är konstruerad så att ju lägre pH-värde, desto surare vatten. Riktigt låga pH kännetecknar syror. Ett pH-värde på 7 anses neutralt och lägre pH anger surare vatten. Våra sjöar även i de magraste markerna hade ett pH kring 6 före industrialiseringen. I kalkområden kan pH i sjöar vara till och med över 8. Ett pH-värde på 6 kan sägas vara den nedre gränsen som känsliga djur klarar.

I vattnet finns också naturligt basmineralet kalciumkarbonat (CaCO_3) som vid behov kan buffra mot sura tillskott, det vill säga höja pH-värdet. Denna buffringsförmåga, alkaliniteten, används tillsammans med pH för att bedöma sjöarnas motståndskraft mot ytterligare surt nedfall. Minskar alkaliniteten är sjön i fara. Man brukar säga att en nedre gräns är 0,05 millimol per liter (eller milliekvivalenter, mekv, per liter).

FÖRSURNINGEN UPPTÄCKS

Länge var det ingen som såg kopplingen mellan de försurande utsläppen och att det skedde förändringar i sjöar i magra marker, det vill säga sådana med naturligt liten motståndskraft mot surt nedfall. Den svenske kemisten Svante Odén började i slutet på 1960-talet dock fundera på om inte långväga luftföroreningar kunde vara orsak till att nederbördens pH sjunkit. I stället för normala pH-värden på runt 5,4 var pH i nederbörden nere mot 4,7. Ett regn av svag syra sköljde över Sverige.

Samtidigt uppmärksammade sportfiskare att mörten försvunnit från ett antal små skogssjöar. De kontaktade fiskerikonsulent Ulf Lundin på fiskenämnden i Bohuslän som mätte pH i ett antal vatten och såg att de var rejält sura. pH i vattnen var ned till 5 och rent av ännu lägre. Inte bara mört utan även lax och öring drabbades. Lundin kontaktade Odén som åter kikade på sina data och blev säker på att det var nederbördens försurning som låg bakom. Försurningens mekanismer började framträda, men vidden av problemet var inte känd. Nu började en intensiv period med vattenkemiska undersökningar i framför allt sydvästra Sverige.

Fiskeristyrelsens Sötvattenslaboratorium genomförde samtidigt, i regi av Brodde Almer, i början av 1970-talet omfattande undersökningar av sjöar på västkusten och såg en förfärande utslagning av känsliga arter som mört, elritsa och öring. I de värst drabbade sjöarna fanns bara gamla abborrar kvar, andra arter hade dött ut och abborrarnas egen reproduktion var utslagen. Med tiden blev sjön tom på fisk.



Abborre tål lägre pH än flera andra arter, men även abborrens reproduktion slås ut vid allt för låga pH-värden. Foto: Jörgen Wiklund.

SURSTÖTAR

I en sjö kan det anas en naturlig, årlig periodicitet i pH-värdet. Det brukar stiga något på sommaren genom växters och växtplanktons produktion, då de tar upp koldioxid, för att sedan minska på vintern när koldioxid frigörs från ruttnande växter och inte kan avgå till luften på grund av istäcket. Koldioxid är en svag syra och kan sänka pH något, speciellt i sjöar som är bruna. Sådana sjöar har gott om humusämnen som vid sin nedbrytning avger koldioxid.

Med den av människan orsakade försurningen tillkom en stressig period vid snösmältning. Vid denna smälte den sura snön utan att hinna neutraliseras i markerna. En snabb avrinning och vattenfyllda marker gjorde att den sura nederbörden kunde nå ytvatten snabbt utan att "behandlas" i marken. Det kalla smältvattnet la sig dock som ett lock på sjön och de flesta djur höll sig undan. Men när sjöns vatten rann vidare i vattensystemet utgjorde detta sura smältvatten allt avrinnande vatten som strömmade igenom bäckar och åar – en surstöt som rensade utsatta vattendrag på alla känsliga arter.

Dessa surstötar påverkade vattenkvaliteten långt upp i svenska fjällvärlden och länsstyrelsernas övervakning har visat att stora områden av södra fjällkedjan drabbades av utslagning av fisk och smådjur i mindre vattendrag.

VAD DÖR FISKEN AV?

Enligt vissa beräkningar var 17 procent av Sveriges sjöar påvisbart påverkade när försurningen kulminerade runt 1990, men siffran är nog i underkant eftersom mindre vatten inte kommit med i beräkningen. För vattendrag finns inga motsvarande siffror. Vattendrag är emellertid känsligare för försurning än sjöar, vilket beror på att avrinningen vid höga flöden domineras av nederbördsvatten som haft en kort uppehållstid i marken (surstötar). Särskilt uttalat är detta i fjällområdet där det kan finnas ett tydligt samband mellan pH-värdet i snötäcket och det avrinnande vattnet under vårfloden.

Låga pH-värden påverkar fiskens reproduktion. I romkornet finns ett enzym som har till uppgift att bryta ner romskalet när det är dags för ynglet att krypa ut. Vid låga pH-värden inaktiveras enzymet, vilket leder till att rommen inte kläcks.

Yngel och vuxen fisk påverkas av en kombination av lågt pH och aluminium. Aluminium lakas nämligen ur markerna med det sura vattnet och vid låga pH kan det bilda så kallade flockar i vattnet. Dessa kan fälla ut på fiskens gälar och skada cellmembranen. Fisken skyddar sig genom att utsöndra slem så att aluminium på gälarna "sköljs bort". Detta försämrar dock syreupptagningen. Konsekvensen blir att fisken drabbas av syrebrist, men gälens försämrade funktion leder också till problem med saltbalansen eftersom fisken sköter den via gälarna. Fiskens kroppsvätskor har högre salthalt än sötvatten och måste fixa så att "salterna" inte läcker ut. Detta regleras via gälarna så att fisken kan bibehålla sin rätta nivå av viktiga salter.

Om fisken inte avlider direkt av försurning, det vill säga av aluminium eller saltförlust via gälarna, blir konsekvensen ändå successivt ett försämrat allmäntillstånd. Detta kan i sin tur leda till en ökad risk att falla offer för rovdjur (predation), försämrad motståndskraft mot sjukdomar och så dålig tillväxt att ingen energi finns för reproduktion. Känsligheten för såväl låga pH-värden som för aluminium, som läcker ut ur försurade marker, skiljer avsevärt mellan olika fiskarter. Lax och mört är känsligast, medan abborre och gädda är tåligare.

I Norge som påverkades tidigare av försurningen än Sverige bedömdes 18 laxbestånd vara utslagna och åtta bestånd hotade för 25 år sedan. I Sverige har man bedömt att hela 50–75 procent av laxproduktionen på västkusten (Atlantlax) skulle ha försvunnit utan kalkning.



*Atlantlax, här juveniler från Örekilsälven, har i många vattendrag räddats tack vare kalkningen.
Foto: Markus Lundgren.*



*I kraftigt försurade marker börjar aluminium läcka ut och kommer ut i vattnen, med stora problem
för djur som andas med gälar. Foto: Erik Degerman*

INTE BARA VÅRA UTSLÄPP

Allt kommer inte från samhällets alla skorstenar, inklusive bilarnas avgasrör, utan också vår markanvändning spelar in. Det är sedan länge känt inom jordbruket att man måste upprätthålla mängden basmineral, framför allt kalk, och näring i jordarna om man vill få bra skörd. När grödorna tillväxer tar de upp dessa ämnen ur marken som samtidigt försuras något. Varje år lyfts en stor mängd av dessa ämnen bort med skörden. Precis samma sak sker i skogsbruket, det vill säga att man vid skörd tar bort stora mängder basmineral med kalium, kalcium och magnesium. Än värre blir det om man också tar till vara GRenar Och Toppar, så kallad GROT. Då blir det en stor förlust av basmineral och näringsämnen.

VAD HÄNDER MED UTSLÄPPEN?

- ✓ Jämfört med år 1980 har det skett en radikal minskning av utsläppen i Europa – svavelutsläppen med 70 procent och kväveutsläppen med cirka 40 procent. Det samlade försurningstrycket har minskat nästan 90 procent. Man har infört olika metoder för att rena fabriksröken från svavel och partiklar, bland annat genom att behandla rökgaserna med en blandning av kalk och vatten i så kallade "skrubbers" (rökgastvättar).
- ✓ Katalytisk avgasrening har minskat utsläppen av kväveoxid från fordon.
- ✓ Vid oljeraffinaderier kan man ytterligare reducera svavelinnehållet i olja.
- ✓ Man reducerar med start 2020 (allt genomfört 2025) svavelinnehållet i bunkerolja, det vill säga tjock olja som används som bränsle i fartyg.
- ✓ Dock ser det ut som minskningstakten nu sjunkit i takt med att allt fler koleldade kraftverk återstartas i Europa.

KALKNINGEN BÖRJAR

För att motverka effekterna av försurning i sjöar och vattendrag inleddes 1977 en bidragsfinansierad försöksverksamhet med kalkning. Den leddes av dåvarande Fiskeristyrelsen. Utvärderingar visade positiva resultat och från 1982 permanentades verksamheten med Naturvårdsverket som ansvarig myndighet. Successivt ökade kunskapen och kalkmängderna som spreds. I början av 2000-talet spreds cirka 200 000 ton årligen. Från år 2011 övertog den då nybildade Havs- och vattenmyndigheten (tidigare Fiskeristyrelsen och Fiskeriverket) ansvaret.

KALKNINGSTRATEGI

Kalkning av vattendrag görs via uppströms sjöar, på våtmarker eller med kalkdoserare. Det är vanligt att metoderna kombineras för bästa möjliga effekt. Kalken sprids från båt, helikopter eller via kalkdoserare som står utmed vattendragen.

Kunskapen att kalka har utvecklats successivt och förbättras fortfarande. Utvecklingen har inneburit att de vattenkemiska resultaten förbättrats samtidigt som kalkförbrukningen minskat.

Orsakerna till den successiva förbättringen är komplex och beror på:

- ✓ En med tiden alltmer anpassad och effektiv kalkning.
- ✓ En alltmer strategisk och anpassad övervakning.
- ✓ Ett successivt minskat försurat nedfall.
- ✓ En alltmer sofistikerad styrning och placering av kalkdoserare.



Elfiskeprovfiske används för att följa upp effekterna av kalkning. Foto: Mathias Arnham.

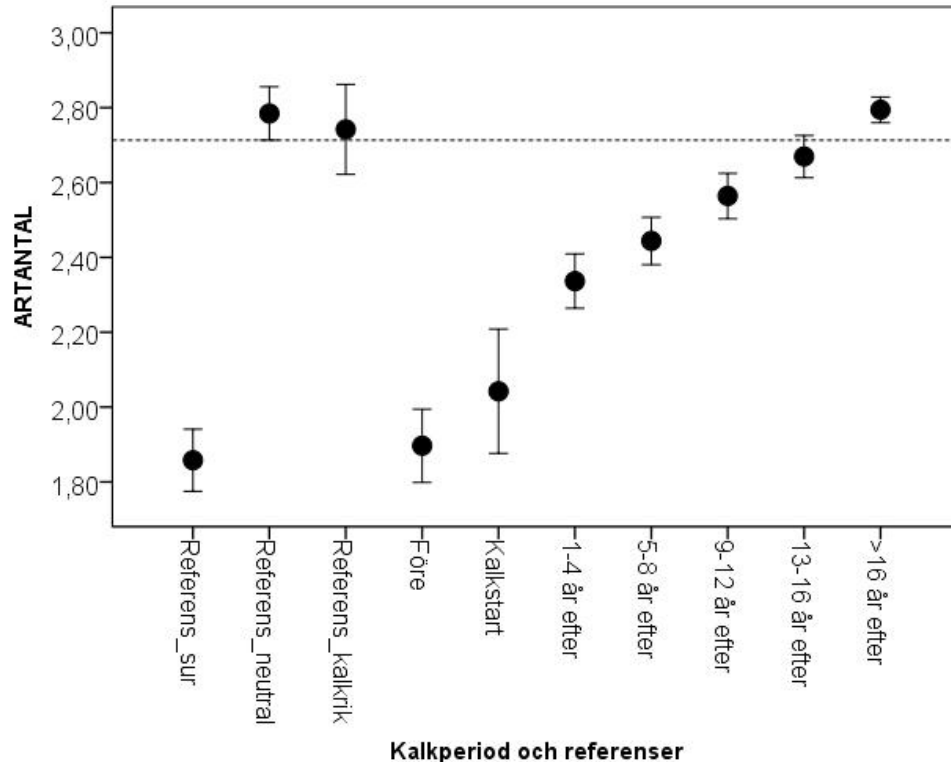
GODA RESULTAT

Kalkningens effekter följs av länsstyrelserna via mätprogram som omfattar vattenkemi och olika biologiska undersökningar. Inom ramen för uppföljningen insamlas och analyseras årligen tusentals vattenprover. Dessutom genomförs provfisken samt mussel- och bottenfaunainventeringar. Alla data redovisas i offentliga databaser så att den intresserade kan följa utvecklingen i sina hemmavatten.

Vattendrag är de svåraste objekten att åtgärda med kalkning, främst på grund av surstötter. Resultaten från 30 års provfisken visar dock att kalkningsverksamheten successivt har nått förväntade resultat. Antalet fångade fiskarter i vattendrag ökar signifikant efter kalkningens start och har efter 13–16 år nått nivån i neutrala referenser (figur 3). Andel tillfällen med konstaterad reproduktion, det vill säga förekomst av årsungar, ökar signifikant efter kalkning och nådde samma nivåer som i neutrala referenser för öring, lax, stensimpa, elritsa, gädda, lake och mört.

För öring tog det över 12 år efter kalkstart innan reproduktionen motsvarade den i neutrala referenser.

Sammantaget visade resultaten på en normalisering av fiskfaunan i kalkade vatten. Det var tydligt att återkolonisationen av arter tar lång tid, vilket innebär att kalkningsverksamheten måste vara långsiktig.



Figur 3. Medelvärde (svart punkt) och så kallat 95-procentigt konfidensintervall för antalet fångade arter per tillfälle (vid undersökning med så kallat elfiske) för referenslokaler och kalkade lokaler i mindre vattendrag. De är indelade i relation till första året kalkning skett (kalkstart). Streckad horisontell linje markerar medelvärdet för neutrala referenser, det vill säga målet för försurade vatten som kalkas. En successiv återhämtning är signifikant och tydlig (Källa: Degerman med flera 2015).

KVICKSILVER

Kvicksilver är ett giftigt ämne som kan inverka på flera sätt i naturen. Användningen är förbjuden i Sverige sedan 2009. Liksom svavel sprids dock kvicksilver vid förbränning, främst av kol. Trots minskade utsläpp är nedfallet av kvicksilver från lufthavet ännu stort. Eftersom kvicksilver är ett grundämne bryts det inte ner i ofarligare beståndsdelar utan anrikas i mark och vatten. Därmed kan kvicksilver förena sig med andra ämnen och dessa olika kvicksilverföreningar är alla giftiga.

När kvicksilver kommer ut i sjöar kan det bilda föreningen metylkvicksilver som är mycket giftig och dessutom anrikas i näringskedjorna. Gammelgäddan som står högst upp i näringspyramiden kan därför ha riktigt höga halter av detta miljögift. Många sjöar i Sverige har så höga halter av kvicksilver i rovfiskar som gädda och äldre abborre att vi inte bör äta dem.

Kvicksilverproblematiken blir mest kritisk i sura sjöar, därför att mängden fisk (biomassan) där är lägre. Det blir alltså en mindre mängd fisk som tvingas "dela" på sjöns tillgängliga metylkvicksilver. Kalkas sjön ökar fiskbiomassan och kvicksilvret späds ut. Om man dessutom undviker markskador vid skogsavverkning och lägger igen skogsdiken med brunt vatten, det vill säga humusrikt vatten, så minskar också tillförseln av kvicksilver till sjöarna.



*En toppredator som gädda kan anrika höga halter av miljögifter i takt med att de blir större.
Foto: Jörgen Wiklund.*

KOMPLETTERANDE ÅTGÄRDER

Som framgår av exemplet med kvicksilver krävs ofta flera kompletterande åtgärder för att en kalkningsinsats ska vara framgångsrik på alla plan. Det är viktigt att se till att:

- ✓ Öppna vandringsvägar, så att fauna och flora kan återkolonisera naturligt.
- ✓ Återintroducera utslagna arter om de inte kan återkolonisera naturligt.
- ✓ Minska påverkan från skogs- och jordbruk genom igenläggning av onödiga diken och breda kantzoner med träd och buskar längs vattendrag.
- ✓ Öka inslaget av lövträd i markerna då dessa minskar försurningspåverkan.
- ✓ Återföra basmineral till kalhuggna skogsmarker, det vill säga låt grenar och toppar vara kvar efter avverkning och kalka ibland.

KÄLLOR

Ahlström, J. 2019. Åtgärdsplan för kalkning av sjöar och vattendrag i Västerbottens län 2019–2023. Länsstyrelsen i Västerbottens län, 41 s.

Bernes, C., 1991, Försurning och kalkning av svenska vatten. Monitor 12, Naturvårdsverket, 144 s.

Degerman, E., Bergquist, B. & E. Petersson, 2015. Effekter av kalkning på fisk i rinnande vatten. Resultat från 30 år av elfisken i kalkade vattendrag. Havs- och vattenmyndigheten rapport 2015:23, 75 s.

Havs- och Vattenmyndigheten. Försurning av sjöar och vattendrag.
<https://www.havochvatten.se/miljopaverkan-och-atgarder/miljopaverkan/forsurning/forsurning-och-kalkning/forsurning-av-sjoar-och-vattendrag.html>

Holmgren, K., E. Degerman, E. Petersson & B. Bergquist. 2016. Long term trends of fish after liming of Swedish streams and lakes. Atmospheric Environment 146: 245-251

Lindeström, L., 2003. Falu gruvas miljöhistoria. Stiftelsen Stora Kopparberget, 109 s.

Uppgifter om kalkningsanslagets utveckling är hämtade från uppgifter publicerade på Havs- och vattenmyndighetens hemsida, www.havochvatten.se

Uppgifter om konsekvenser av sänkningar av anslagen är hämtade ur arbetsmaterial från länsstyrelsernas planeringsarbete inför 2023 och 2024

