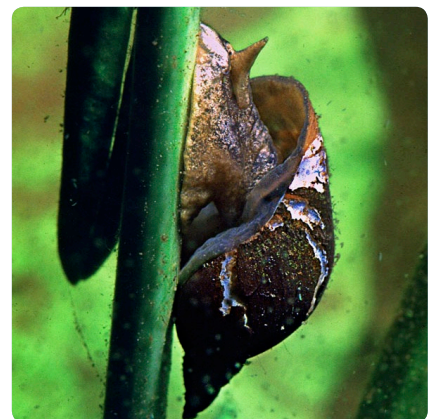


# Handbok för kalkning av sjöar och vattendrag

HANDBOK 2010:2 • UTGÅVA 1 • MARS 2010



# Kalkning av sjöar och vattendrag

HANDBOK 2010:2



# Kalkning av sjöar och vattendrag

Handbok 2010:2

Naturresursavdelningen

**Beställningar**

Ordertel: 08-505 933 40

Orderfax: 08-505 933 99

E-post: [natur@cm.se](mailto:natur@cm.se)

Postadress: CM Gruppen, Box 110 93, 161 11 Bromma

Internet: [www.naturvardsverket.se/bokhandeln](http://www.naturvardsverket.se/bokhandeln)

**Naturvårdsverket**

Tel 08-698 10 00, fax 08-20 29 25

E-post: [natur@naturvardsverket.se](mailto:natur@naturvardsverket.se)

Postadress: Naturvårdsverket, SE-106 48 Stockholm

Internet: [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)

ISBN 978-91-620-0165-0.pdf

ISSN 1650-2361

Handbok 2010:2, utgåva 1

© Naturvårdsverket 2010

Elektronisk publikation

Omslag: Naturvårdsverket

Inlaga: AB Typoform

Där inget annat anges är illustrationer, tabeller, foton och diagram framtagna av Naturvårdsverket.

# INNEHÅLL

<b>FÖRORD</b>	<b>7</b>
<b>1. LÄSANVISNING</b>	<b>8</b>
<b>2. BAKGRUND</b>	<b>9</b>
2.1 Försurning	9
2.2 Kalkning av sjöar och vattendrag	12
<b>3. AKTÖRER OCH STYRMEDEL</b>	<b>16</b>
3.3 Aktörer	16
3.2 Styrmedel och planer	17
<b>4. FÖRSURNINGSBEDÖMNING OCH ÅTGÄRDSBEHOV</b>	<b>19</b>
4.1 Inledning	19
4.2 Bedömningsgrunder för försurning	19
4.3 Avsluta kalkning	20
4.4 Nykalkning	22
4.5 Motiv och mål	23
4.6 Analys av kostnad–nytta	26
<b>5. GENOMFÖRANDE</b>	<b>29</b>
5.1 Inledning	29
5.2 Strategi	30
5.3 Kalkprodukter	31
5.4 Sjöalkning	33
5.5 Kalkning av våtmark	35
5.6 Kalkning med doserare	38
5.7 Kalkdoser	44
5.8 Optimering och korrigering av kalkdoser	50
5.9 Kalkspridningsplan	52
5.10 Spridningskontroll	54
<b>6. UPPFÖLJNING</b>	<b>57</b>
6.1 Inledning	57
6.2 Nationell effektuppföljning	58
6.3 Regional effektuppföljning	58
6.4 Utvärdering	67

<b>7.</b>	<b>ADMINISTRATION</b>	<b>69</b>
7.1	Bidragshantering	69
7.2	Redovisning	70
7.3	Upphandling	70
<b>8.</b>	<b>BILAGOR</b>	<b>76</b>

# FÖRORD

Det övergripande målet med kalkning är att upprätthålla vattenkvaliteten i av människan påverkade (antropogent) försurade sjöar och vattendrag i väntan på att de ska återhämta sig från försurningen.

Under perioden 1983–2008 har cirka fyra miljarder kronor i statliga medel använts för att genom kalkning motverka effekter av försurande nedfall i ett urval sjöar och vattendrag. Det gör kalkningsverksamheten till en av de stora svenska miljövårds-satsningarna genom tiderna. Kalkningens har haft och har fortsatt stor betydelse för den biologiska mångfalden och möjligheterna till hållbart nyttjande, till exempel fiske, i sjöar och vattendrag som varit eller är försurade.

Syftet med denna handbok är att effektivisera, samordna och kontinuerligt öka kvaliteten i kalkningsarbetet. Handboken är ett komplement till de föreskrifter och allmänna råd som Naturvårdsverket har gett ut med stöd av förordningen (1982:840) om statsbidrag till kalkning av sjöar och vattendrag. Handboken är tänkt att fungera som en praktisk handledning för dem som arbetar i olika led av kalkningsverksamheten. Det gäller främst länsstyrelser, huvudmän, konsulter och entreprenörer. Denna utgåva är en uppdatering av den handbok som kom ut år 2002.

Det försurande nedfallet över Sverige har minskat och det har inneburit en återhämtning i många tidigare försurade vatten. Därför är det nu möjligt att trappa ned eller avsluta kalkningsinsatserna i flera sjöar och vattendrag.

I regleringsbrevet för 2008 fick Naturvårdsverket regeringens uppdrag att utarbeta nya riktlinjer för den långsiktiga kalkningsverksamheten mot bakgrund av den förändrade belastningssituationen. Den här uppdaterade handboken utgör Naturvårdsverkets redovisning av uppdraget. De nya riktlinjerna för försurningsbedömning av kalkade vatten utgår från de bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag som kom ut under 2007.

Kalkning är en verksamhet som fortlöpande behöver anpassas till ändrade omständigheter, exempelvis minskat försurningstryck och klimatvariationer. Det är därför viktigt att också beakta kunskap som tillkommer efter handbokens utgivning. Ny information om försurning och kalkning kommer att finnas tillgänglig på vår hemsida ([www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)). Där finns också denna handbok.

Stockholm 2010-02-25

Naturvårdsverket  
Eva Thörnelöf



# 1. LÄSANVISNING

Handboken utgår från de föreskrifter och allmänna råd som Naturvårdsverket har utarbetat med stöd av förordningen (1982:840) om statsbidrag till kalkning av sjöar och vattendrag. Förordningen finns i bilaga 1 till handboken. Föreskrifter med tillhörande allmänna råd har lagts in som texttrutor i marginalen på de ställen där de knyter an till texten i handboken. Föreskrifter och allmänna råd finns i sin helhet i bilaga 2.

Texten i handboken vänder sig både till den som vill ha översiktlig information och till den som söker detaljerad kunskap. Information som inte finns tillgänglig på andra håll, till exempel beräkning av kalkdoser och tekniska krav på kalkdosere beskriver detaljerat, medan exempelvis metoder för effektuppföljning beskrivs översiktligt.

I handboken förekommer två olika typer av texttrutor som innehåller;

Författningstext

Information

Litteraturhänvisning ges i slutet av varje kapitel.

I föreskrifterna definieras några begrepp som används återkommande i handboken.

## NATURVÅRDSVERKETS FÖRESKRIFTER OCH ALLMÄNNA RÅD OM KALKNING AV SJÖAR OCH VATTENDRAG

2 §

Definitioner:

**Åtgärdsområde:** ett planeringsområde för kalkningsåtgärder som omfattar ett avrinningsområde med målområden och åtgärdsobjekt.

**Målområde:** en sjö eller en vattendragssträcka, där utförd kalkning syftar till att uppfylla de uppföljningsbara biologiska och vattenkemiska målen.

**Åtgärdsobjekt:** en sjö, ett vattendrag eller en våtmark, där kalk avses spridas.

**Uppföljningsbara mål:** mätbart biologiskt eller vattenkemiskt mål som avses att uppnås efter kalkning.

**Målpunkt:** provpunkt eller provsträcka med koppling till ett uppföljningsbart mål.

**Huvudman:** mottagare av statsbidrag för åtgärder enligt förordning (1982:840) om statsbidrag till kalkning av sjöar och vattendrag.

## 2. BAKGRUND

### 2.1 Försurning

Jordar med låg vittringshastighet och upplagring av organiskt material i marken har medfört en långsam naturlig försurning sedan senaste istiden. Merparten av landets skogsmark och vattensystem är därför naturligt sura. Efter andra världskriget ökade utsläppen av försurande svavel och kväve i snabb takt. Nedfallet av försurande ämnen medförde biologiska skador i tusentals sjöar och vattendrag. Utsläppen av svavel kulminerade i slutet på 1970-talet och har därefter reducerats med närmare 90 procent. Detta har inneburit att försurningen har minskat i sjöar och vattendrag.

#### Orsaker

Den främsta orsaken till försurningen är nedfallet av svavel. Svavel släpps ut till atmosfären främst i samband med förbränning av kol och olja. I atmosfären kan föroreningarna transporteras hundratals mil och huvuddelen av svavelnedfallet över Sverige härrör från utsläpp i utlandet. Kväve bidrar också till försurningen men syran neutraliseras till stor del när kväve tas upp av vegetationen.

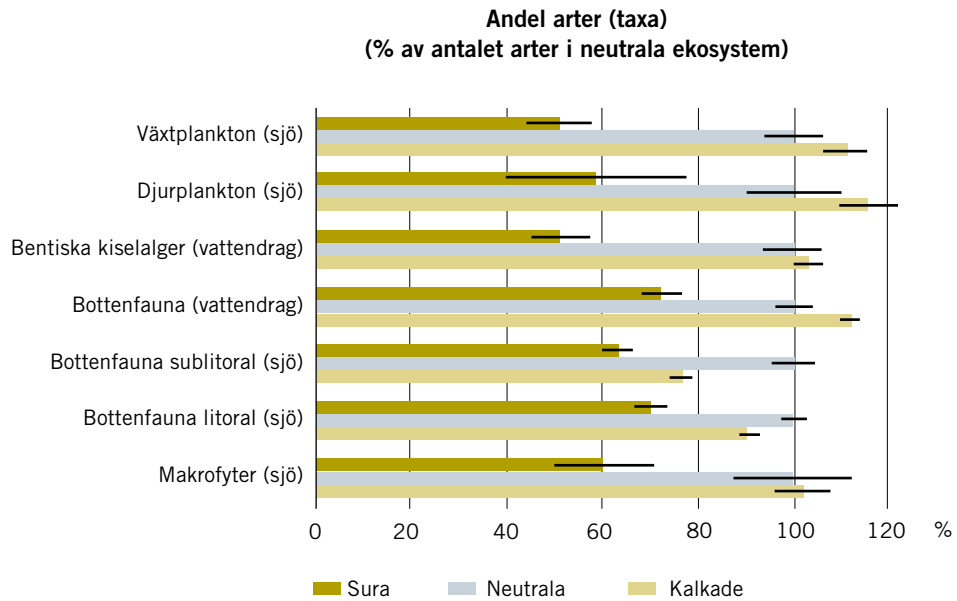
Skogsavverkning bidrar till ytterligare försurning av mark och vatten. När skogen växer tar rötterna upp basiska växtnäringsämnen och frigör samtidigt vätejoner. Efter avverkning förs de basiska ämnena bort, vilket leder till att marken försuras. Tillväxtgynnande åtgärder och nyttjande av hela träd, inklusive grenar, toppar och stubbar, innebär att skogsbrukets bidrag till försurningen ökar. För att skogsbruket inte ska bidra till försurningen behöver uttaget av biomassa anpassas eller kompenseras. Ett exempel på kompensationsåtgärd är askåterföring.

I områden med naturligt svavelrika marker (svartmocka) kan lokala försurningsproblem uppstå till följd av dikning eller grävningensarbeten.

#### Effekter

Förutom skador på livet i sjöar och vattendrag har försurningen medfört ökad rörlighet av metaller och förändrat innehåll av näringsämnen i marken. Försurningen har också orsakat korrosionsskador på kablar, rör och betongkonstruktioner, liksom på kulturföremål.

Många växt- och djurarter är försurningskänsliga, vilket gör att antalet arter minskar när ett vatten försuras (fig. 1). Lax, mört, flodkräfta och flodpärlmussla utgör exempel på försurningskänsliga arter som påverkas redan vid pH-värden runt 6,0.



**FIGUR 1.** Andel arter (taxa) i olika organismgrupper i sura (pH<5,0), icke kalkade nära neutrala (pH ca 6,0–6,5) samt kalkade (pH>6,0) sjöar och vattendrag. Data är normaliserade inom organismgrupperna så att artantalet i neutrala icke kalkade ekosystem är 100%. Felstaplarna anger standardfel. (Källa: IKEU)

FOTO: INGE LENNMARK



FOTO: HANS-CHRISTIAN TIEN



**Försurningskänsligheten** varierar mellan olika livsstadier hos samma art. Fiskrom är känslig för låga pH-värden, vilket leder till att rommen inte kläcks. Fiskyngel och vuxen fisk tål förhållandevis låga pH-värden, men är istället känslig mot oorganiskt aluminium. Bilden till höger visar fiskgäle efter högflöde, blått indikerar aluminiumutfällningar.

Markförsurning kan leda till en ökad uttransport av giftigt oorganiskt aluminium. Höga halter av oorganiskt aluminium är dock inte alltid kopplat till antropogen försurning. Aluminium fäster på fiskens gälar, vilket försämrar funktionen. Höga halter eller lång exponering leder till döden. Lax och mört är extremt känsliga, medan abborre och gädda tillhör de tåligaste arterna.

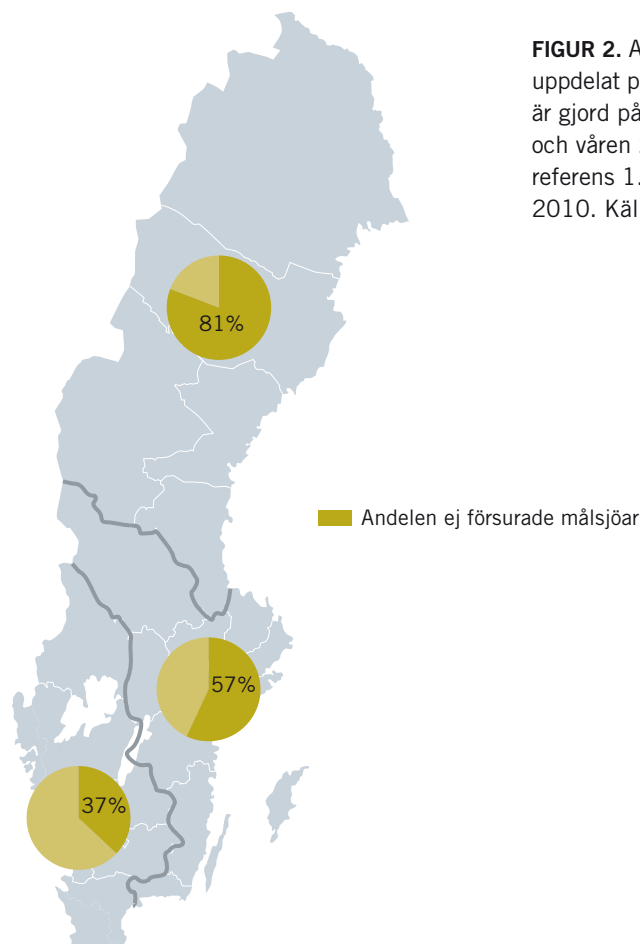
De biologiska effekterna beror inte bara på direkta gifteffekter till följd av en förändrad vattenkemi. Förändringarna i växt- och djursamhällen påverkar i sin tur konkurrens och tillgången på föda. Försurningen drabbar därför hela ekosystemets struktur och funktion.

### Utbredning

Nedfallet av svavel och kväve är störst i landets sydvästra del och avtar norrut. I norra Sverige är nedfallet störst längs kusten och avtar mot fjällen. Markens förmåga att neutralisera syratillskottet är avgörande för effekten i sjöar och vattendrag. Jordlagren i Sverige är ofta tunna och berggrunden består till stor del av svårvittrad gnejs och granit som har liten förmåga att neutralisera surt nedfall.

De allvarligaste försurningsproblemen finns i syd- och västsvenska urbergsområden, där också marken är påtagligt försurad. Försurningen av marken innebär att sjöar och vattendrag kan förbli påverkade trots att nedfallet av svavel och kväve har minskat.

Försurningsskador uppträder också där marken inte är märkbart påverkad. Främst gäller detta i vattendrag i inre Norrland, där stora mängder smältvatten kan ge upphov till markanta surstötter. I takt med att snön blivit mindre sur har depositions-



**FIGUR 2.** Andel ej försurade sjöar av målsjöarna uppdelat på landsdelar enligt kartan. Bedömningen är gjord på medelvärdet av kemin hösten 2007 och våren 2008 och korrigeringen är gjord med referens 1. Kört med MAGIC-biblioteket januari 2010. Källa: SLU/IVL.

relaterade surstötter minskat i omfattning. På hösten 2007 och våren 2008 provtogs samtliga målsjöar i Sverige. De preliminära resultaten indikerar att en stor andel av målsjöarna inte är försurade, med en ökande trend av icke försurade målsjöar från sydväst mot norr (fig. 2).

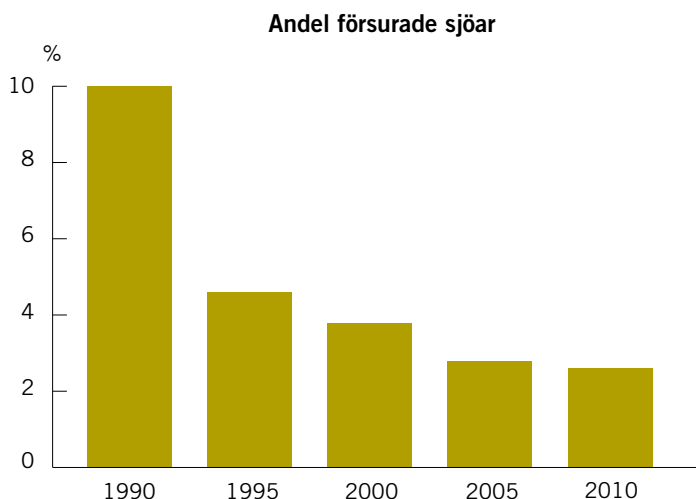
### Åtgärder har minskat försurningen

Nedfallet av försurande svavel har minskat med upp till 90 % sedan 1970-talet. Orsaken är framför allt förbättrad rökgasrening samt övergång till svavelfattig olja.

Kvävenedfallet har också avtagit, men inte i motsvarande omfattning. Försurningen via skogsbruket har däremot ökat till följd av större uttag av biobränsle. Det minskade nedfallet har inneburit att försurningen av mark och vatten avtagit.

Återhämtningen var snabbast under 1990-talet när nefallet minskade kraftigt. Efter år 2000 har återhämtningen klingat av. År 1990 bedömdes 10 procent av landets sjöar som försurningspåverkade, 2005 hade andelen minskat till 2,8 procent (fig. 3). De regionala skillnaderna är betydande. I landets sydvästra del är sjöförsurningen fortfarande omfattande. I andra delar av landet är andelen försurade sjöar betydligt lägre.

I regioner med betydande markförsurning är återhämtningen en långsam process där de basiska produkterna från vittringen successivt ska återuppbygga markens basmättnad. Flertalet sjöar och vattendrag som fortfarande är påverkade av försurning väntas därmed förbli påverkade inom överskådlig framtid.



**FIGUR 3. Andel försurade sjöar (> 4 ha) enligt sjöundersökningarna 1990, 1995, 2000 och 2005 samt en prognos för 2010. Bedömningen avser kemisk status enligt bedömningsgrunder och baseras på matchning mot MAGIC-biblioteket.**

## 2.2 Kalkning av sjöar och vattendrag

### Kalkningens historia

År 1977 inleddes på försök en kalkningsverksamhet med dåvarande Fiskeristyrelsen som ansvarig. Bidrag lämnades med 75 % av kostnaderna och kunde sökas av fiskeorganisationer, fiskeklubbar och kommuner. Under försöksperioden kalkades 1 200 sjöar, varav 600 som målobjekt. Resultaten var övervägande positiva och 1982 påbörjades den storskaliga kalkningsverksamheten med Naturvårdsverket som huvudansvarig och länsstyrelsen som regionalt ansvarig. I och med detta ändrades också tyngdpunkten från fiskevård till naturvård.

Kalkning av skogsmark sågs från början som en metod för att säkerställa skogens vitalitet inom områden med kraftig markförsurning. Efter hand flyttades fokus till att åtgärda avrinningsvattnet till sjöar och vattendrag. Enligt Skogsstyrelsen och Naturvårdsverket ger skogsmarkskalkning inte tillräcklig effekt på ytvatten inom överskådlig framtid med doser som minimerar riskerna för negativa effekter.

### **Effekter av kalkning**

Vid kalkning tillförs kalciumkarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). När kalken kommer i kontakt med vatten frigörs kalcium och vätekarbonat, vilket höjer pH och alkalinitet. Därmed sjunker halterna av pH-beroende metaller, till exempel oorganiskt aluminium. Kalkning leder därmed till att vattnet avgiftas och försurningskänsliga arter kan fortleva eller återkolonisera.

I kalkade sjöar och vattendrag ökar antalet arter i flera organismgrupper till nivåer som liknar de i icke försurade ekosystem (fig. 1). Samhällena av till exempel fisk, bottenfauna och plankton i kalkade ekosystem har blivit mera lika de i neutrala ekosystem, men artsammansättningen kan avvika. Detta kan bero på svårigheter med återetablering eller att kalkgynnade arter etablerar sig. Vissa arter med stor spridningsförmåga kan komma tillbaka snabbt, andra betydligt långsammare och vissa kan behöva återinföras. Om restpopulationer av arter finns kvar kan reproduktionen komma igång snabbt efter kalkning, men det kan ta många år innan åldersstrukturer och balansen mellan arter är återställda.

Såväl lokalt som regionalt har kalkningen stor betydelse för bevarande av hotade arter. Detta gäller exempelvis för västkustens laxpopulationer. För flodpärlmussla, flodkräfta och havsöring har kalkningen stor betydelse för bevarandet även i ett nationellt perspektiv. Kalkning ger även positiva effekter för arter som inte är direkt försurningskänsliga, exempelvis fåglar och utter som har försurningskänsliga arter som föda. Att bevara biologisk mångfald genom kalkning skapar dessutom förutsättningar för ett nyttjande i form av fritids- och yrkesfiske. Kalkning leder också till oönskade effekter. Vegetationsskador på kalkade våtmarker utgör det största problemet. Kalkdamm kan även skada växtligheten i anslutning till kalkade sjöar och våtmarker.

### **Biologisk återställning**

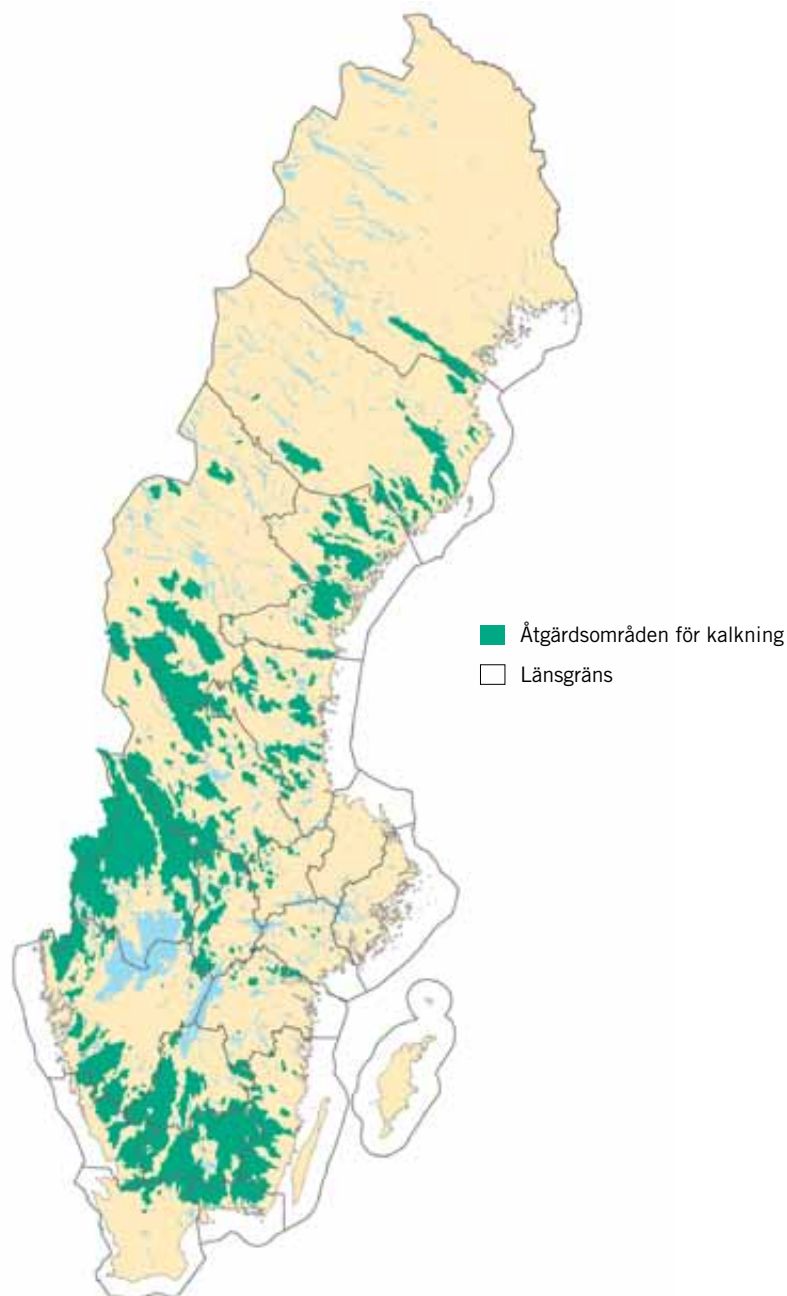
I många försurningsskadade vatten behöver kalkning kombineras med ytterligare åtgärder för att utslagna arter ska ges möjlighet att återkomma. Sedan 1991 finns därför statsbidrag till biologisk återställning i kalkade vatten. Bidraget kan användas till exempelvis rivning av vandringshinder, restaurering av skadade biotoper och återintroduktion av fisk och flodkräfta.

### **Kalkningsbehovet minskar**

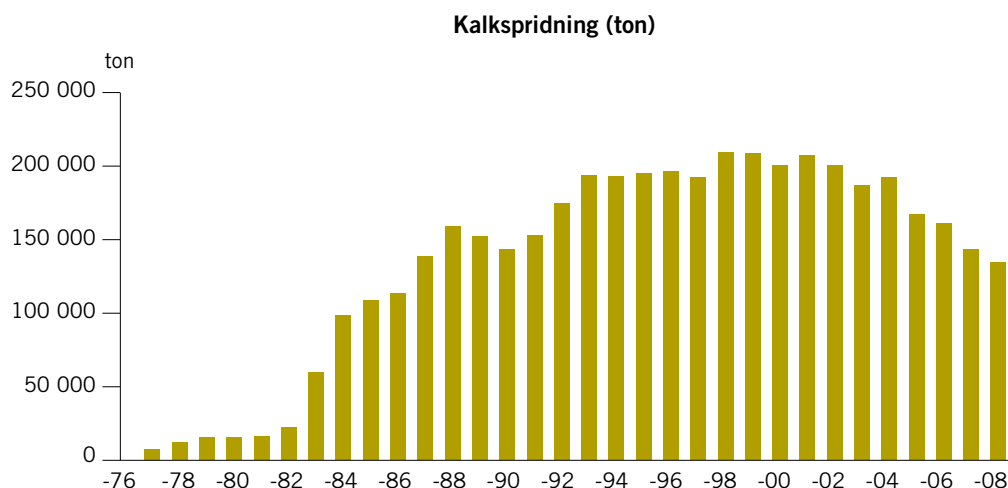
Trots minskat nedfall är kalkning fortfarande nödvändig i tusentals försurade sjöar och vattendrag. Behovet kommer att finnas kvar under lång tid. Avvecklingstakten beror på naturens förmåga till återhämtning och framtidens miljöpolitik. Beslut om fortsatta utsläppsreduktioner av svavel och kväve, liksom hur skogsnäringen förmår att hantera skogsbrukets bidrag till försurningen är viktiga faktorer för den framtida utvecklingen.

Kalkningen anpassas successivt till den minskande försurningen. Det innebär att kalkdosen minskas och att kalkningen upphör i vatten där försurningen inte längre utgör någon risk för skador på djur- och växtliv. I många vatten har kalkningen redan avslutats, och i ett betydande antal överväger man att avsluta kalkningen. Sedan 1976 har sammanlagt 4,5 miljoner ton kalk spridits (fig. 4). Kalkförbrukningen kulmine-

rade under perioden 1998–2001 med en årlig förbrukning på nästan 210 000 ton. Därefter har kalkbehovet minskat. Under 2008 spreds 133 000 ton och kalkmängderna förväntas minska ytterligare under de kommande åren. Minskningen beror både på anpassning till minskad försurning och på höjd kvalitet i kalkningsarbetet.



Kalkning av sjöar och vattendrag bedrivs inom s.k åtgärdsområden. Inom dessa finns målområden i både sjöar och vattendrag. För närvarande omfattar det svenska kalkningsprogrammet ungefär 3 100 målområden i sjöar och 11 000 km vattendrag.



**FIGUR 4.** Fram till 1993 skedde en kontinuerlig ökning av antalet kalkade sjöar och vattendrag. Därefter har nykalkningen varit mycket sparsam. Till följd av minskad försurning och förbättrad kvalitet har kalkförbrukningen minskat med drygt 30 % sedan 2002.

#### LÄS MER

Bara naturlig försurning – Underlagsrapport till fördjupad utvärdering av miljömålsarbetet. 2007. Naturvårdsverkets rapport 5766.

Sjöinventeringen 2005 – En synoptisk vattenkemisk studie av Sveriges sjöar. Anders Wilander och Jens Fölster. SLU Institutionen för miljöanalys, rapport 2007:16.

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

Biologisk återställning i kalkade vatten – kompletterande åtgärder till kalkning av sjöar och vattendrag. 1999. Naturvårdsverkets Allmänna råd 99:4.

Ekologisk restaurering av vattendrag. Degerman E. 2008. Naturvårdsverket och Fiskeriverket.

Skogsmarkskalkningen effekter på kemin i mark, grundvatten och ytvatten i SKOKAL-områdena 16 år efter behandling. Löfgren S., Zetterberg T., Larsson P.-E., Cory N., Klarqvist M., Kronnäs V., Lång L.-O. 2008. Skogsstyrelsen rapport 2008:16.

Naturligt sura och försurade vatten i Norrland. Laudon H. et al. 2001. Naturvårdsverket rapport 5144.

Utvärdering av IKEU 1990-2006 – syntes och förslag. 2009. Naturvårdsverkets rapport 6302.



## 3. AKTÖRER OCH STYRMEDEL

### 3.3 Aktörer

#### **Naturvårdsverket**

Naturvårdsverket har det nationella ansvaret för att kalkningsverksamheten bedrivs optimalt med avseende på biologiska effekter, ekonomisk effektivitet och anpassningen till försurningsutvecklingen. Naturvårdsverket beviljar statsbidrag till länsstyrelserna, ansvarar för den nationella kalkningsstrategin och effektuppföljningen.

#### **Vattenmyndigheten**

Vattenmyndigheternas uppgift är att samordna den svenska vattenförvaltningen, vars övergripande mål är att uppnå god ytvatten- och grundvattenstatus. Arbetet bedrivs i sexårscykler. För varje cykel fastställer vattenmyndigheterna miljökvalitetsnormer, åtgärdsprogram och förvaltningsplaner. I åtgärdsprogrammen ingår kalkning som en av många åtgärder.

#### **Länsstyrelsen**

Länsstyrelsen beviljar statsbidrag till huvudmännen, ansvarar för den regionala kalkningsstrategin och effektuppföljningen. Länsstyrelsen har det regionala ansvaret för att verksamheten bedrivs optimalt med avseende på biologiska effekter, ekonomisk effektivitet och anpassningen till försurningsutvecklingen. I bidragsbeslut meddelar länsstyrelsen nödvändiga villkor för att uppnå dessa syften.

#### **Huvudmannen**

Huvudmannen, som ofta är en kommun, erhåller statsbidrag för att genomföra kalkningsåtgärderna. Huvudmannen ansvarar för spridningsplanering och genomförande av kalkningsåtgärderna och rapporterar utförda åtgärder till länsstyrelsen. På uppdrag av länsstyrelsen kan huvudmannen sköta hela eller delar av effektuppföljningen. Huvudmannen har också ett ansvar för att motverka eller förebygga olägenheter och skador i samband med kalkningens genomförande (26 kap. 19 § miljöbalken).

#### **Entreprenörer och konsulter**

Entreprenören levererar och sprider kalk. Vanligtvis upphandlas kalkning som totalentreprenad, vilken omfattar leverans, transport och spridning av kalk.

En specialiserad kalkplaneringskonsult anlitas när en mer omfattande revidering av spridningsplanen behövs. För effektuppföljning används miljökonsulter och laboratorier. Tekniska konsulter anlitas för drift och underhåll av kalkdoserare.

## NATURVÅRDSVERKETS FÖRESKRIFTER OCH ALLMÄNNA RÅD OM KALKNING AV SJÖAR OCH VATTENDRAG

3 §

### **Ansvarsfördelning:**

Länsstyrelsen skall planera och följa upp den kalkningsverksamhet som bedrivs i länet.

Huvudmannen skall planera och genomföra kalkningsåtgärderna inom respektive åtgärdsområde.

Länsstyrelsen och huvudmannen skall leverera underlag för varandras planering.

## 3.2 Styrmedel och planer

### **Statsbidrag till kalkning**

Regeringen anslår årligen medel för statsbidrag till kalkning. I regleringsbrevet till Naturvårdsverket anges verksamhetens inriktning och mål.

Användningen av statsbidraget regleras i förordningen (1982:840) om statsbidrag till kalkning av sjöar och vattendrag. Till stöd har Naturvårdsverket utarbetat föreskrifter, allmänna råd och denna handbok. I protokoll över fördelningen av statsbidrag anger Naturvårdsverket hur länsstyrelsen får använda medlen.

### **Regionala åtgärdsplaner**

För varje län ska kalkningsverksamheten baseras på en länsomfattande åtgärdsplan. Planen upprättas av länsstyrelsen i samarbete med huvudmännen. Planen innefattar en övergripande beskrivning av försurningsläget i länet, liksom strategier för kalkning och uppföljning.

För varje åtgärdsområde redovisas motiv, spridda och planerade kalkmängder och effektuppföljning. För varje målområde anges försurningsstatus och mål. Dessutom redovisas resultat från effektuppföljningen samt genomförda och planerade åtgärder inom ramen för biologisk återställning.

## NATURVÅRDSVERKETS FÖRESKRIFTER OCH ALLMÄNNA RÅD OM KALKNING AV SJÖAR OCH VATTENDRAG

Del av 4 §

Länsstyrelsen skall upprätta en länsomfattande åtgärdsplan till grund för planeringen av kalkningsverksamheten i länet. Planen skall innehålla en redovisning av försurningsituationen, åtgärdsområden, åtgärdsobjekt, motiv till kalkning, målområden, uppföljningsbara mål samt kalkmängder.

### *Allmänna råd till 4 §*

Den länsomfattande åtgärdsplanen bör upprättas efter samråd med huvudmännen. Redovisningen bör ske i form av kartor med förklarande text.

### **Kalkspridningsplan**

Kalkspridningsplanen ska beskriva de planerade kalkningsåtgärderna i detalj och utgör underlag för spridningsentreprenören. Huvudmannen är ansvarig för att upprätta och revidera planen medan länsstyrelsen granskar och godkänner densamma. I avsnitt 5.9 beskrivs spridningsplanens innehåll i detalj.

### **Vattenmyndigheternas åtgärdsprogram**

Kalkning ingår som en av många åtgärder i vattenmyndigheternas åtgärdsprogram. Kalkning kan användas för att bibehålla förutsättningar för liv i sjöar och vattendrag. Det är dock inte en åtgärd som leder till god ekologisk status.

### **LÄS MER**

Europaparlamentets och Rådets direktiv 2000/60/EG av den 23 oktober 2000 om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på vattenpolitikens område.

## 4. FÖRSURNINGSBEDÖMNING OCH ÅTGÄRDSBEHOV

### 4.1 Inledning

För att bedöma försurning används Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag.

Pågående kalkningsprojekt optimeras kontinuerligt, se avsnitt 5.8. Optimeringen syftar till att öka måluppfyllelsen, minimera överkalkning och minska kostnaderna. Minst vart sjätte år görs en utvärdering som innefattar en förnyad försurningsbedömning och en bedömning av nytta i förhållande till kostnaderna. För sjöar kan det vara lämpligt att göra en ny försurningsbedömning minst vartannat år. Detta kan lämpligen göras genom att man i samband med provtagning i målpunkten analyserar de parametrar som behövs för matchning mot MAGIC-biblioteket. Om försurningen har minskat till en icke skadlig nivå eller om kostnaden överstiger nyttan ska kalkningen avslutas.

Inställningen till nykalkning bör vara restriktiv, men i vissa fall kan det vara motiverat att nykalka. Det gäller då värdefulla vatten som fortfarande är kraftigt försurade.

Vid planering av kalkning avgränsas målområden med utgångspunkt från försurningsstatus och motiv samt efter en analys av kostnad och nytta. Utifrån naturligt förekommande arter väljs vattenkemiskt mål. Biologiska mål definieras sedan med utgångspunkt att kunna bedöma om kalkningen uppnått förväntad nytta. Kalkspridningsplanen upprättas med fokus på att nå de uppställda målen till minsta möjliga kostnad. I det sammanhanget är det särskilt viktigt att beakta risken för negativ påverkan.

### 4.2 Bedömningsgrunder för försurning

Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag är ett verktyg för att tolka och värdera miljödata. Bedömningsgrunder för försurning bygger på skillnaden mellan nuvarande pH och förindustriellt pH ( $\text{pH}_{1860}$ ). Skillnaden benämns  $\Delta\text{pH}$  (delta-pH) och beräknas med modellverktyget MAGIC (Model of Acidification of Groundwater in Catchments).  $\Delta\text{pH}$  kan skattas direkt via MAGIC. Det förutsätter tillgång till programvara och kompetens för att köra och kalibrera modellen. Denna tjänst kan köpas via IVL.

$\Delta\text{pH}$  kan även skattas indirekt genom matchning mot ett bibliotek som innehåller sjöar och vattendrag som tidigare modellerats med MAGIC. Biblioteket nås via IVL:s hemsida ([www.ivl.se](http://www.ivl.se)). För matchningen behövs data i form av pH, kalcium, magnesium, sulfat, klorid, löst organiskt kol (DOC/TOC) och årsavrinning.

För att bedöma försurning i kalkpåverkade vatten måste de parametrar som påverkas av kalkningen korrigeras så att okalkade värden används vid matchningen. Detta gäller för kalcium, magnesium och pH. För korrigeringen används kvoten mellan icke-marin kalcium och magnesium ( $\text{Ca}^*/\text{Mg}^*$ ). Dessutom behövs magnesiumhalten i aktuellt kalkningsmedel.

$\text{Ca}^*/\text{Mg}^*$ -kvoten avser den kvot som det aktuella vattnet skulle ha haft om det inte varit kalkpåverkat. Precisionen i korrigeringen förutsätter att den använda  $\text{Ca}^*/\text{Mg}^*$ -kvoten stämmer överens med det aktuella vattnet. Bäst precision erhålls om kvoten är

känd från innan kalkning. Som alternativ kan kvoten hämtas från tillrinnande, okalkat, vatten. Är också tillrinnande vatten kalkade hämtas  $Ca^*/Mg^*$  från närliggande vatten inom områden med jämförbar geologi. Korrigeringen för kalkningspåverkan innebär alltid en osäkerhet. Lämpligen görs separata bedömningar utifrån olika referenser för att få en uppfattning om hur stor osäkerheten är.

Ytterligare beskrivning av beräkningen av  $\Delta pH$  för sjöar och vattendrag och osäkerheter vid bedömningarna finns i Naturvårdsverkets föreskrifter (NFS 2008:1) och handbok 2007:4 Bilaga A ”Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag”.

## 4.3 Avsluta kalkning

Definitioner och begrepp:

**Vilande kalkning** – kalkningen är vilande, men uppföljningen fortgår.

**Avslutad kalkning** – kalkningen och uppföljningen har avslutats.

Kalkning av sjöar och vattendrag är en temporär åtgärd för att minska försurningens skadeverkningar på djur- och växtliv. De vattenkemiska målen är satta för att undvika skadliga nivåer samtidigt som överkalkning minimeras (se avsnitt 4.5). Kalkningsinsatsen minskas successivt i takt med att försurningen minskar. När försurningen minskat till en nivå där inga skador förväntas läggs kalkningen vilande. Om inga skador därefter konstateras, avslutas kalkningen.

En förändring i artsammansättningen hos flera taxonomiska grupper kan förväntas när kalkningen trappas ned eller avslutas. Det behöver inte betyda skador på ekosystemet, utan är en följd av att en konstlat hög alkalinitet har uppehållits som gjort att kalkgynnade men inte naturligt förekommande arter etablerat sig.

Fortsatt kalkning förutsätter att det finns kvar en betydande försurningspåverkan samt att kalkavslut leder till skadliga nivåer avseende pH och oorganiskt aluminium för naturligt växt- och djurliv.

Beräkningen av försurningspåverkan görs med bedömningsgrunder enligt avsnitt 4.2. Behovet av fortsatt kalkning bedöms därefter genom en sammanvägning av  $\Delta pH$  och risken för skadliga nivåer på pH och aluminium enligt följande:

- Det vattenkemiska målet uppnås utan kalkning. Kalkningen ska avslutas oavsett  $\Delta pH$ . Till stöd för bedömningen kan  $pH_{okalk}$  skattas i vatten som fortfarande är påverkade av kalkning enligt faktaruta på sid. 22.
- $\Delta pH < 0,2$  innebär ingen försurningspåverkan. Kalkningen läggs vilande även om det vattenkemiska målet underskrids. Provtagning av kemi och biologi kan fortsätta under en period om max tre år efter att kalkningseffekten avklingat. Om halterna av oorganiskt aluminium stiger över de gränsvärden som anges nedan återupptas kalkningen.
- $\Delta pH 0,2-0,4$  innebär ingen försurningspåverkan (för vattendrag där pH under episoden befinner sig mellan pH 4,6 och 5,4 betraktas  $\Delta pH 0,2-0,4$  som måttlig försurningspåverkan). Kalkningen trappas ned successivt oavsett om det vattenkemiska målet underskrids. Detta förutsatt att halterna av oorganiskt aluminium inte stiger över de gränsvärden som anges nedan. Effekterna på växt- och djurlivet följs under nedtrappningsfasen. Om nedtrappningen i vattendrag leder till uppkomst av försurningsrelaterade skador på naturligt förekommande arter ökas eller återupptas kalkningsinsatsen.

- $\Delta\text{pH } 0,4\text{--}0,6$  innebär måttlig försurningspåverkan. Om underskridandet av det vattenkemiska målet förväntas bli ringa (mindre än 0,2 pH-enheter) eller om halterna av oorganiskt aluminium inte bedöms stiga till de gränsvärden som anges nedan, inleds en försiktig nedtrappning enligt ovan.
- $\Delta\text{pH } >0,6$  innebär kraftig försurningspåverkan. Om det vattenkemiska målet underskrids bör kalkningen fortsätta.

Oorganiskt aluminium innebär en påtaglig stress för många vattenlevande djurarter. I vatten där halten stiger högre än 50  $\mu\text{g/l}$  (30  $\mu\text{g/l}$  för naturliga laxvatten) bör kalkningen fortsätta.

Genom att bedriva kalkningen så att målet uppnås med minsta möjliga marginal är det i regel möjligt att bedöma om målet kan uppnås utan kalkning. Om pH-målet inte underskrids efter det att kalkningseffekten avklingat rekommenderas fortsatt uppföljning under maximalt tre år. Om resultaten är fortsatt betryggande avslutas kalkningen och uppföljningen upphör.

I ett doserarkalkat vattendrag eller i en sjö med kort omsättningstid försvinner effekten av tillförd kalk fortare än i sjösystem med lång uppehållstid. Vid våtmarkskalkning kan effekten kvarstå bortåt 10 år efter sista kalkspridningen. Det är också viktigt att beakta att surstötter kan uppträda med flera års mellanrum.

Kvoten mellan kalcium och magnesium ( $\text{Ca}^*/\text{Mg}^*$ ) kan användas som indikation på kalkpåverkan. Om kvoten är högre än i tillrinnande, okalkat, vatten är detta en indikation på kvarvarande kalkeffekt.  $\text{Ca}^*/\text{Mg}^*$ -kvoten kan också användas för att skatta  $\text{pH}_{\text{okalk}}$  i vatten som fortfarande påverkas av kalkning (se faktaruta, sid 22).

	<b>Det vattenkemiska målet uppnås utan kalkning</b> Kalkningen ska avslutas oavsett $\Delta\text{pH}$ .
$\Delta\text{pH } <0,2$	<b>Ingen försurningspåverkan</b> Kalkningen läggs vilande även om det vattenkemiska målet underskrids.
$\Delta\text{pH } 0,2\text{--}0,4$	<b>Ingen försurningspåverkan</b> Kalkningen trappas ned successivt även om det vattenkemiska målet underskrids. Om inte halterna av oorganiskt aluminium stiger över gränsvärdena.
$\Delta\text{pH } 0,4\text{--}0,6$	<b>Måttlig försurningspåverkan</b> Försiktig nedtrappning om underskridandet av det vattenkemiska målet förväntas bli ringa eller halterna av oorganiskt aluminium inte bedöms stiga över gränsvärdena.
$\Delta\text{pH } >0,6$	<b>Kraftig försurningspåverkan</b> Om det vattenkemiska målet underskrids bör kalkningen fortsätta.

#### NATURVÅRDSVERKETS FÖRESKRIFTER OCH ALLMÄNNA RÅD OM KALKNING AV SJÖAR OCH VATTENDRAG

##### 7 §

Länsstyrelsen skall ansvara för att kalkningen avslutas när satta mål uppnås utan kalktillförsel.

### BERÄKNING AV OKALKAT PH I KALKADE VATTEN

pH beräknas utifrån ANC.  $ANC = Ca + Mg + Na + K - SO_4 - Cl - NO_3$ , alla halter är i ekv/l, men kan också beräknas enligt:  $ANC = Ca^* + Mg^* + Na^* + K^* - SO_4^* - NO_3$ ,

\* refererar till icke-marina halter.

Icke-marina halter beräknas enligt:

$$Ca^* = Ca - 0,037 * Cl$$

$$Mg^* = Mg - 0,207 * Cl$$

$$Na^* = Na - 0,852 * Cl$$

$$K^* = K - 0,018 * Cl$$

$$SO_4^* = SO_4 - 0,103 * Cl$$

Kalcium och magnesium påverkas av kalkningen och korrigeras enligt:

$$Ca_{korr,prel}^* = Mg^{**} (Ca^* / Mg_{ref}^*)$$

$$Mg_{korr}^* = Mg^* - (0,01 * \%Mg_{kalk}) * (Ca^* - Ca_{korr,prel}^*)$$

Därefter beräknas en ny  $Ca_{korr}^*$  enligt:

$$Ca_{korr}^* = Mg_{korr}^* * (Ca^* / Mg_{ref}^*)$$

Magnesiuminnehållet i olika kalkprodukter redovisas i (Fölster & Wilander 2005). Generellt är magnesiuminnehållet så lågt (1,8 %) att det inte påverkar beräkningen. Kalk från Gåsgruvan har dock en magnesiumhalt på 12,5 %, vilket måste beaktas.  $Ca^* / Mg_{ref}^*$  avser de halter som skulle ha uppträtt om vattnet var opåverkat av kalkning. Bäst precision uppnås om halterna är kända från tiden före kalkning. Som alternativ kan halter från tillrinnande eller närliggande vatten användas.

$ANC_{okalk}$  beräknas enligt:  $Ca_{korr}^* + Mg_{korr}^* + Na^* + K^* - SO_4^* - NO_3$

$pH_{okalk}$  beräknas med en modell som finns tillgänglig på Naturvårdsverkets hemsida. Utöver  $ANC_{okalk}$  krävs också DOC eller TOC.

## 4.4 Nykalkning

Nykalkning definieras som tillkomst av nya målområden. Detta gäller oavsett om målområdena tillkommer inom befintliga åtgärdsområden eller i nya åtgärdsområden. Vid nykalkning lämnas lämpligen okalkade referenser inom åtgärdsområdet, vilket medger att försurningsutvecklingen kan följas. Vid nykalkning ska alltid en analys av kostnad–nytta göras. Kalkning för nya målområden bör inte göras annat än i fall där försurningen fortfarande är kraftig, dvs. där  $\Delta pH$  överstiger 0,6. Motivet är att försurningsstatusen i sådana vatten förväntas vara god inom en snar framtid. Vid nykalkning är det lämpligt att prioritera vatten som klassats som nationellt värdefulla eller har höga regionala värden. Statsbidrag till nykalkning förutsätter också att Naturvårdsverket bedömt att kostnaden ryms inom den befintliga medelsramen.

Kalkning av tidigare okalkade sjöar eller våtmarker räknas inte som nykalkning om syftet är att optimera effekten i ett befintligt målområde. Behovet att använda nya åtgärdsobjekt bedöms i samband med att kalkspridningsplanen revideras. Vid kalkning av nya åtgärdsobjekt ska en analys av kostnad–nytta genomföras. Kalkning av nya våtmarker innebär i regel att det behövs ett samråd enligt 12 kap. 6 § miljöbalken.

## 4.5 Motiv och mål

### Övergripande mål

Målet med kalkning är att motverka försurningens negativa inverkan på det naturliga djur- och växtlivet i väntan på att vattenkvaliteten återhämtar sig.

### Motiv

Motivet för kalkning är de natur- och nyttjandevärden som hotas av försurningen. Såväl arter som påverkas direkt som sådana som påverkas indirekt kan utgöra motiv. Indirekt påverkan kan till exempel vara förändrade konkurrensförhållanden eller födobrist som drabbar arter som utter eller vissa sjöfåglar. Rödlistade arter som påverkas av försurning kräver särskild uppmärksamhet.

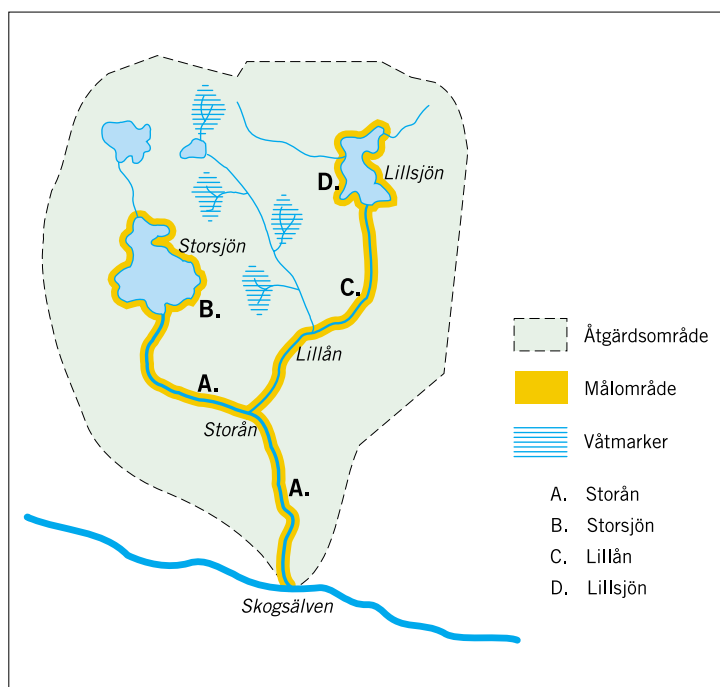


Ett av **kalkningens motiv** är nyttjandevärden som hotas av försurning. Kalkning och biologisk återställning har stor betydelse för möjligheterna för landets två miljoner fritidsfiskare att utöva fiske i många vatten.

### Målområden och åtgärdsområden

Ett målområde är en sjö eller en vattendragssträcka där kalkning syftar till att uppfylla de angivna målen. För samtliga målområden ska huvudmannen ange uppföljningsbara biologiska och vattenkemiska mål som fastställs av länsstyrelsen. Ett åtgärdsområde är ett planeringsområde för kalkningsåtgärder och omfattar ett avrinningsområde med målområden och åtgärdsobjekt (fig. 5).





**FIGUR 5. Åtgärdsområde med målområden.** Storån, Storsjön, Lillsjön och Lillån utgör målområden på grund av de starka motiven för kalkning. Biflödet till Lillån valdes inte som målområde, eftersom vattendraget inte gick att åtgärda utan att kalka de våtmarker med höga naturvärden som finns i anslutning till vattendraget.

Målområden avgränsas med utgångspunkt från försurningspåverkade sjöar och vattendrag. Målområdena omfattar lämpligen så stor del av det försurade vattensystemet som möjligt och utgör helst en sammanhängande enhet. De delar av vattensystemet där kostnaden bedöms överskrida nyttan undantas från målområdet. Sådana delar kan exempelvis utgöras av områden med lägre natur- och/eller nyttjandevärden eller svårkalkade områden där de negativa effekterna och/eller den ekonomiska insatsen blir betydande.

### Vattenkemiska mål

Vattenkemiska mål för pH är riktvärden som indikerar att kalkningen nått avsedd kemisk effekt. De vattenkemiska målen innebär att pH och oorganiskt aluminium inte någon gång under året påverkar det naturliga djur- och växtlivet på ett negativt sätt. Samtidigt är det viktigt att inte i onödan kalka till onaturligt höga pH-värden. pH-målen baseras i första hand på förekomst eller tidigare förekomst av känsliga arter med naturlig hemvist i vattenområdet.

pH-mål 6,2	Flodpärlmussla
pH-mål 6,0	Lax, mört (i sjöar) och flodkräfta
pH-mål 5,6	Övriga vatten

pH-målet kan också baseras på ett beräknat naturligt pH enligt MAGIC ( $\text{pH}_{1860}$ ). Därmed är det möjligt att sätta ett pH-mål som är lägre än 5,6. Kalkning till 5,6 eller därunder kan innebära en ineffektiv avgiftning av oorganiskt aluminium. Om halter över 50  $\mu\text{g/l}$  uppmäts efter kalkning kan ett högre pH-mål övervägas.

pH-målet bör inte underskridas vid något tillfälle under året. Vid högflöden bör de angivna målen inte överskridas med mer än 0,4 pH-enheter, vilket utgör riktvärde för överkalkning. Även vid låga flöden är det önskvärt att minimera överkalkning. Vid långvarig överkalkning kan artsammansättningen förändras. Arter som är vana vid ett högre pH än sjöns eller vattendragets naturliga pH kan etablera sig och detta kan leda till en onaturlig artsammansättning. Det är därför viktigt att, samtidigt som måluppfyllelsen kontrolleras, bedöma om det finns risk för överkalkning. För att uppnå hög måluppfyllelse och samtidigt undvika överkalkning optimeras kalkningen avseende åtgärdsobjekt, kalkdoser och spridningsintervall. Hur kalkningen kan optimeras beskrivs närmare i avsnitt 5.8 Optimering och korrigerings av kalkdoser.

De angivna pH-målen utesluter inte negativ påverkan. Vid en sänkning av målet är det därför motiverat att följa effekterna på djur- och växtarter som har en naturlig hemvist i vattenområdet. Om sänkningen av pH-målet medför en försämrad status bör ett högre mål övervägas.

### Biologiska mål

De biologiska målen kan formuleras som indikatorer på god vattenkvalitet eller vara kopplade till specifika arter som utgör motiv för kalkningen. Indikatorer kan till exempel vara försurningskänsliga arter av bottenfauna eller kiselalger. Specifika arter är vanligen fisk i form av lax, öring eller mört samt flodkräfta och flodpärlmussla. För dem kan målen lämpligen formuleras som fungerande rekrytering eller livskraftiga populationer.

#### NATURVÅRDSVERKETS FÖRESKRIFTER OCH ALLMÄNNA RÅD OM KALKNING AV SJÖAR OCH VATTENDRAG

Del av 4 §

Vid start av nya kalkningsprojekt skall en avvägning göras mellan åtgärdernas nytta och risken för skada eller olägenhet.

5 §

Huvudmannen skall för varje målområde ange biologiska och vattenkemiska mål. Målen skall fastställas av länsstyrelsen.

*Allmänna råd till 5 §*

Med biologiskt mål för ett målområde avses förekomst av arter som indikerar att kalkningen nått avsedd kemisk och biologisk effekt.

Med vattenkemiskt mål för ett målområde avses riktvärden för parametrar som indikerar att kalkningen har nått avsedd kemisk effekt.

Målen bör differentieras beroende av toleransgränser för försurningskänslig fauna som förekommer eller som naturligt har förekommit inom målområdet. Mål för pH bör i förekommande fall anges med oorganiskt aluminium som stödparameter. Dessutom bör riktvärde för högsta alkalinitet vid högflöde anges med syfte att undvika överkalkning.

## 4.6 Analys av kostnad–nytta

I ett allmänt perspektiv är kalkning av försurade sjöar och vattendrag en kostnads-effektiv åtgärd som skapar större samhällsekonomisk nytta än kostnaderna för verksamheten. Detta innebär inte att alla försurade vatten är lämpliga att kalka. Med utgångspunkt i förväntad eller uppnådd nytta görs en bedömning om kalkningen är motiverad i förhållande till beräknade kostnader. Kostnaderna utgörs av kalkningens negativa effekter och den ekonomiska insatsen.

All kalkning bör utföras så att nyttan maximeras samtidigt som kostnaderna minimeras. De viktigaste faktorerna som påverkar förväntad nytta är:

- Vattnets natur och nyttjande värdet.
- Förutsättningen för att uppnå de kemiska målen.

De viktigaste faktorerna som påverkar uppnådd nytta är:

- Om kalkningens biologiska mål har uppnåtts.
- Om kalkningen har gett upphov till ökat nyttjande i form av sport-, husbehovs- eller yrkesfiske.

De viktigaste faktorerna som påverkar kostnaderna är:

- Försurningsläget i åtgärdsområdet samt mängden kalk.
- Spridningsmetoden.
- Avståndet till åtgärdsområdet.
- Behovet av uppföljning och i vilken grad denna kan samordnas med annan uppföljning eller miljöövervakning.
- Möjligheten att undvika påverkan på angränsande miljöer som uppträder till följd av:
  - Kalkning av våtmarker, vilket påverkar vitmossor och levermossor som i regel försvinner från de kalkade ytorna.
  - Kalkmjöl som sprids från helikopter och driver med vinden, vilket kan skada vegetationen i kantzoner mot sjöar.
  - Tillväxtskador på träd orsakade av borbrist i våtmarker och kantzoner till följd av att kalk binder bor hårdare i marken.
- Möjligheten att undvika överkalkning. Överkalkning innebär onödigt höga pH-värden och kan leda till att onaturliga djur- och växtsamhällen etableras.
- Möjligheten att undvika överdosering vid kalkdosering. Detta leder till sedimentation och grumling som kan förstöra lekbottnar och missgynna exempelvis nätbyggande nattsländelarver.
- Möjligheten att minimera olägenhet och miljöpåverkan i samband med brytning, bearbetning, transport och spridning av kalk.



FOTO: JOHAN AHLSTRÖM



FOTO: MAGDALEN ANDERSSON



FOTO: MAGDALEN ANDERSSON

Exempel på skador av kalkning. Tall med symptom på **borbrist** och stenhäll i strandkanten utan lavar pga kalkdamm (ovan) respektive normal lavpåväxt utan påverkan från kalkdamm (nedan).

Vid nykalkning görs en bedömning om förväntad nytta överstiger beräknade kostnader. I pågående kalkningsprojekt analyseras kostnad/nytta i samband med den utvärdering (se avsnitt 6.4) som lämpligen genomförs minst vart sjätte år. I analysen beaktas såväl uppnådd som beräknad framtida kostnad och nytta av kalkningen. Om den förväntade nyttan har uteblivit klarläggs orsakerna inom ramen för utvärderingen. I sådana fall övervägs behov av en förändrad kalkningsstrategi liksom behov av åtgärder inom ramen för biologisk återställning. Långvarig kalkning som inte bedöms kunna uppnå den avsedda nyttan bör avslutas.

## LÄS MER

Övervakning av ytvatten – Handbok för tillämpningen av 7 kap. 1 § förordningen (2004:660) om förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön samt Naturvårdsverkets föreskrifter (NFS 2006:11) om övervakning av ytvatten enligt nämnda föreskrift. Naturvårdsverket handbok 2008:2.

Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag – Bilaga A till handbok 2007:4. Naturvårdsverket

Försurningsbedömning i kalkade vatten med kvoten  $Ca^*/Mg^*$ . Jens Fölster och Anders Wilander. Institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala. Rapport 2005:3.

Metodikk for å avgjøre om og nor kalking av innsjøer kan avsluttes i områder med redusert sur nedbør. Atle Hindar och Thorbjörn Larssen. NIVA rapport 5029-2005.

Överdoserings av kalk – Underlag till revision av Naturvårdsverkets handbok för kalkning av sjöar och vattendrag. Gunnar Persson, Anders Wilander, Eva Willén, Teresia Wällstedt. Institutionen för miljöanalys, SLU, Uppsala. Rapport 2007:3.

Oförbrukade kalkdepåer i sjösediment. Teresia Wällstedt. Institutionen för tillämpad miljövetenskap, ITM, Stockholms universitet. ITM-rapport 163:2006

Kalkning av våtmarker. Uppföljning av ekologiska effekter 1994 till 2005. Thomas Rafstedt. 2008. Naturvårdsverkets rapport 5758

Effekter av sjökalkning på omgivande landbiotoper. Naturcentrum 2009. Länsstyrelsen i Västra Götalands län, rapport 2009:18

Skogsskador till följd av våtmarkskalkning – omfattning och orsaker. Otilia Johansson, Länsstyrelsen i Västerbottens län. Meddelande 6:2004.

Inorganic aluminium in streams – Bioavailability and toxicity. Cecilia Andrén 2003. Evolutionsbiologiskt centrum, Uppsala Universitet. Scripta limnologica Upsaliensis 2003 B:6.

Vad händer när kalkade sjöar återförsuras? En kunskapsöversikt och riskanalys. Lydersen E, Löfgren S. 2000. Naturvårdsverkets rapport 5074.

Återförsurning – observerade och förväntade biologiska effekter. Andersson I, Borg H, Edberg F, Hultberg H. 2002. Naturvårdsverkets rapport 5249.

## 5. GENOMFÖRANDE

### 5.1 Inledning

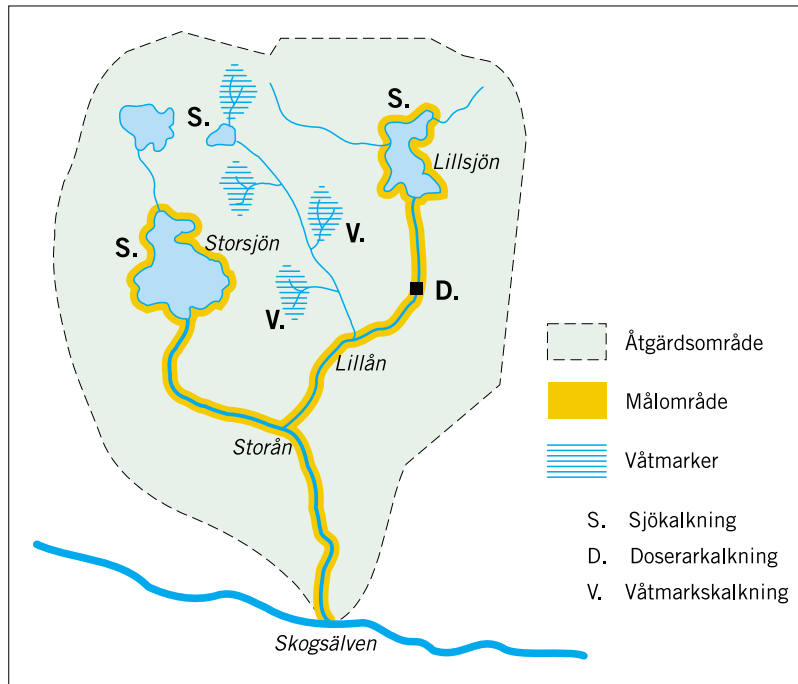
Kalkning av sjöar och vattendrag är en dynamisk verksamhet där kalkningsinsatserna kontinuerligt optimeras för att anpassas till naturliga variationer och förändrad försurningspåverkan. Därigenom erhålls en kostnadseffektiv verksamhet med hög måluppfyllelse.

**Kalkningsstrategin** ska utformas med utgångspunkt från hur målen kan nås med minsta negativa effekt för miljön. Vid transporter och kalkspridning eftersträvas mesta möjliga miljöhänsyn. Som kalkningsmetod bör i första hand sjökalkning eller kalkning av tidigare kalkade våtmarker väljas, i andra hand doserare och i sista hand kalkning av våtmarker som inte kalkats tidigare.

Vid **sjökalkning** är det viktigt att kalka med täta intervall för att undvika stora fluktuationer i pH. Det är också viktigt att vara uppmärksam på eventuella sura episoder som kan utvecklas under höga flöden eller i ett ytligt skikt under isen. Snabba fluktuationer och ytliga episoder innebär att sjökalkning kan vara en vanskelig metod när det gäller att få tillfredsställande effekter nedströms.

Vid **våtmarkskalkning** är det särskilt viktigt att minimera de negativa effekterna i form av vegetationsförändringar. Detta görs genom att inte kalka våtmarker med höga naturvärden, genom att optimalt använda de mest effektiva våtmarkstyperna och genom att inte välja dammande kalkprodukter.

Kalkning med **doserare** förutsätter att tillförseln av kalk kan upprätthållas även under svåra klimatförhållanden. Detta kräver en robust och väl utformad teknik, ett effektivt larmsystem och en organisation för tillsyn och felavhjälpning. För optimal effekt krävs att utdoseringen av kalk automatiskt följer variationerna i vattenflödet.



**Exempel på åtgärdsstrategi** för ett åtgärdsområde. Åtgärdsområdet innefattar målområden i både sjöar och vattendrag. Kalkade sjöar, våtmarker och vattendrag utgör åtgärdsobjekt. Kalkade sjöar benämns åtgärdsjöar.

## NATURVÅRDSVERKET'S FÖRESKRIFTER OCH ALLMÄNNA RÅD OM KALKNING AV SJÖAR OCH VATTENDRAG

### 8 §

Kalkprodukt och kalkningsmetod skall väljas med utgångspunkt från hur målen kan uppnås med minsta negativa effekt för miljön. Vid valet av produkt och metod skall en avvägning göras mellan åtgärdens nytta och risken för skada eller olägenhet.

#### *Delar ur allmänna råd till 8 §*

I första hand bör sjökalkning eller kalkning av tidigare kalkade våtmarker väljas.

I andra hand bör kalkning med doserare väljas.

I sista hand kan kalkning av tidigare ej kalkade våtmarker väljas.

## 5.2 Strategi

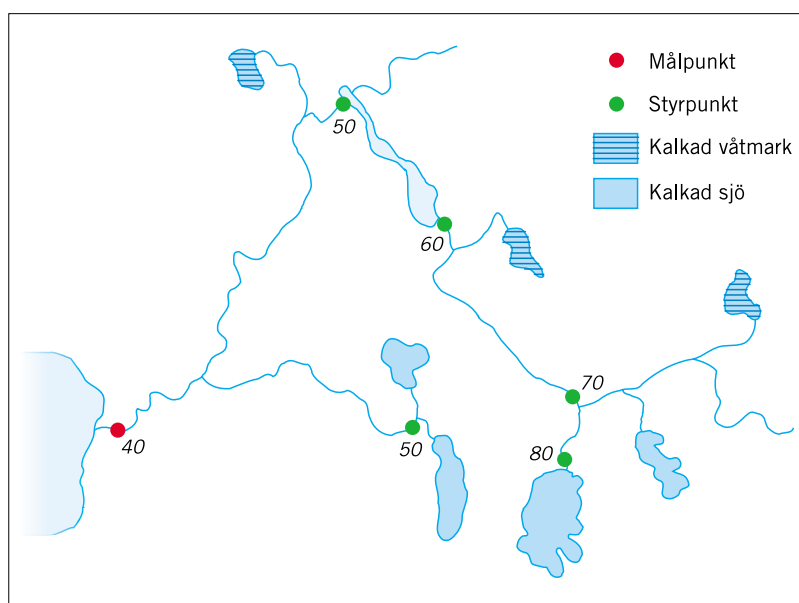
Kalkningsstrategin, det vill säga val av metoder, kalkningsobjekt, kalkmedel, dos och tidpunkt, utformas så att målen nås med minsta negativa effekt och till lägsta möjliga kostnad. Vid nykalkning väljs i första hand sjöar och i andra hand doserare. Våtmarkskalkning övervägs bara om de två första metoderna inte är tillräckliga. Vid omkalkning fortsätter våtmarkskalkning på lämpliga ytor. Nya ytor övervägs enbart när det är nödvändigt för att nå målen.

Vid val av strategi är det viktigt att beakta att det kan vara vanskligt att få lika bra effekt med att kalka sjöar eller använda doserare som med våtmarkskalkning. Detta gäller särskilt när det rör sig om målområden i mindre vattendrag.

En idealisk strategi innebär att kalkdoserna är anpassade till pH-mål och okalkat-pH i alla delar av vattensystemet. I regel är detta inte möjligt eftersom det inte finns tillräckligt med lämpliga åtgärdsobjekt. Genom att beräkna kalkdoser för olika delområden kan en kontroll av hur väl kalkningsinsatsen har fördelats i vattensystemet göras (fig. 6). Vid behov genomförs en omfördelning för att erhålla en jämnare effekt.

Vattensystem där det är brist på lämpliga åtgärdsobjekt kan inte kalkas optimalt. Ofta innebär detta höga kalkdoser samt att olämpliga åtgärdsobjekt, med snabb vattenomsättning, måste nyttjas. Genom att prioritera åtgärdsobjekt i de övre delarna av vattensystemet erhålls en utjämning av effekten.

Kalkdosere är mest kostnadseffektiva i stora vattendrag. En lämplig strategi är därför att kalka sjöar och våtmarker i de övre delarna i kombination med kalkdosere i de nedre delarna.



**FIGUR 6.** En beräkning av arealdoser i olika delområden inom ett åtgärdsområde kan användas både för att bedöma om kalkningsinsatsen är jämnt fördelad och var risken är störst att inte uppnå måluppfyllelse.

### 5.3 Kalkprodukter

Det vanligaste kalkmedlet är kalksten ( $\text{CaCO}_3$ ). Granulerad kalk tillverkas i första hand av kritkalk. Med kalkfällningsprodukter avses den kalk som är en restprodukt från avhärdning av råvatten som ska bli dricksvatten.

Kalkprodukten får inte innehålla andra ämnen i koncentrationer som är skadliga för naturen. P-märkning innebär att kalken uppfyller vissa kvalitetskrav för fraktion, CaO-värde och tungmetaller (se faktaruta, sid 32). CaO-värdet är ett mått på kalkningsmedlets syraneutraliserande förmåga och används för att jämföra olika kalkprodukter. CaO-värdet för kalkmjöl ligger normalt mellan 48 och 53 %.

Kalkprodukter är kemiska produkter enligt 14 kap. miljöbalken. De som beställer och genomför kalkspridning ska därför enligt balkens formulering ”vidta nödvändiga försiktighetsmått för att motverka skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön”. Exempel på försiktighetsmått är att undvika dammande kalkprodukter eller att inte kalka under fåglars häckningsperiod.



## KALKPRODUKTERNAS ANVÄNDNINGSMRÅDEN

Kalkprodukt	Användningsområde
Kalkmjöl (0–0,1 mm)	Doserare
Kalkmjöl (0–0,5 mm)	Sjö och doserare
Vattenblandat kalkmjöl – slurry (0–0,5 mm)	Sjö
Grovt kalkmjöl (0 – 2 mm)	Våtmark
Granulerad kritkalk	Våtmark och sjö
Kalkfällningsprodukter (0,5–2 mm)	Våtmark

## KRAVSPECIFIKATION FÖR KALKPRODUKTER

Vid upphandling av kalkprodukter bör nedanstående gränsvärden tillämpas. P-märkt kalk är kvalitetskontrollerad och produktmärkt av SP (Sveriges Tekniska Forskningsinstitut) och innebär förutom nedanstående högsta halter att sjökalk utgörs av fraktionerna 0–0,5 mm (varav minst 95 % <0,25 mm). Våtmarkskalk innebär att fraktionen är 0–2 mm (med högst 10 % <0,2 mm och minst 90 % <1 mm). Om kalken fuktas (3–4 % vattenhalt) kan en högre andel <0,2 mm tillåtas under förutsättning att damningen inte är högre än för torr grovkalk. Även vid användning av s.k. blandprodukter gäller att damningen inte får överstiga den för torr grovkalk.

### Högst tillåtna halter\* av metaller i kalkningsmedel

Al < 10 000 mg/kg	V < 20 mg/kg
Zn < 60 mg/kg	Pb < 25 mg/kg
Cr < 20 mg/kg	Co < 15 mg/kg
Ni < 20 mg/kg	Cd < 0,7 mg/kg
Cu < 20 mg/kg	Hg < 0,05 mg/kg

\* absoluta halter dvs uppmätt koncentration plus mätosäkerhet



FOTO: STEN ULLERUD

Granulerad kritkalk från Tyskland.

## 5.4 Sjöalkning

Sjöalkning är den vanligaste kalkningsmetoden. Kalkmjöl blandat med sjövattnet sprids från en båt över hela eller delar av sjöytan. Kalken transporteras till sjön med bulkbil och överförs till båten vid stranden. Små sjöar och sjöar som inte är tillgängliga via väg kalkas från helikopter. Kalken transporteras då till en depåplats med bulkbil eller i storsäck och sprids därefter från helikopter med hjälp av en specialutformad spridningsbehållare.

Sjöar kan kalkas som målområde, som åtgärdsobjekt eller som en kombination av dessa. I målområden bör onaturligt höga pH-värden undvikas. I målsjöar med nedströms liggande målobjekt kan ett visst mått av överkalkning vara befogat. Svårigheter vid sjöalkning är att uppnå en jämn effekt över året och att undvika surstötar vid grunda bottnar och i ytligt sjövattnet. Dessa problem får ofta genomslag i nedströms belägna vatten, vilket behöver beaktas när sjöalkning används för att åtgärda nedströms belägna målområden.



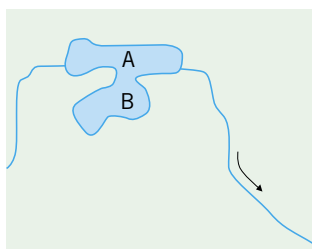
**Sjöalkning** är den vanligaste kalkningsmetoden. Under år 2008 spreds cirka 68 000 ton kalk (51 % av den totala mängden) direkt i sjöar, varav 41 500 ton med båt och 26 600 ton med helikopter. Källa: Naturvårdsverket 2009.

Varaktigheten av en sjöalkning påverkas i hög grad av sjöns omsättningstid. Generellt ger tätare spridningsintervall en jämnare effekt. I sjöar med kort omsättningstid kan fluktuationerna minskas och varaktigheten förlängas genom att kalken sprids på grunda strandnära områden. Strandnära kalkning rekommenderas dock endast vid spridning med båt eller med icke dammande kalk från helikopter. Med utgångspunkt från omsättningstid rekommenderas spridningsintervall och spridningsområden enligt tabell 1. I sjöar som är målområden rekommenderas inte direkalkning om omsättningstiden är kortare än 0,5 år. Kalkas sjöar enbart som åtgärdsobjekt kan nedströmseffekten bli tillfredsställande även vid något kortare omsättningstider. Men det förutsätter att det finns sjöar nedströms som fungerar som utjämningsmagasin.

TABELL 1. Lämpliga tidsintervall och spridningsområden vid kalkning i sjö.

Omsättningstid (år)	Spridningsintervall (år)	Spridningsområden
0,5-1	1	grunda
1-2	1	grunda + djupa
2-3	2	djupa + grunda
>3	3	djupa + grunda

Flikiga sjöar med avgränsade delbassänger kan ha olika hydrologiska förutsättningar i de olika delarna. Vid fördelning av kalk mellan olika delbassänger beaktas respektive delbassängs omsättningstid och volym (fig. 7).



FIGUR 7. Exempel på sjö med två **delbassänger** som kräver särskild fördelning av planerad kalkgiva.

Ytliga surstötter kan uppträda under isen när temperaturskillnader leder till att kallt, okalkat tillrinningsvatten inte blandas med det övriga vattnet i sjön. Beroende på tillrinning och den islagda periodens längd kan på så sätt ett ytligt skikt med surt vatten utvecklas över hela eller delar av sjön. Detta kan påverka såväl ytvatten som en stor del av sjöns strandzoner. I slutet av den isbelagda perioden, när tillrinningen av smältvatten är stor, kan vatten från det sura ytskiktet helt dominera i sjöns utlopp och därigenom också bidra till surstötter i nedströms belägna vattendrag. Ytliga surstötter under isen kan uppträda i hela landet, men problemet ökar mot norr.

Till följd av snabba fluktuationer i sjöar med snabb vattenomsättning och ytliga surstötter är det svårt att uppnå en stabil nedströmseffekt genom sjökalkning. Om nedströmseffekten inte är tillräcklig kan man överväga att kalka uppströms sjön med doserare eller på våtmarker. Det kan också fungera att kalka på uppströms belägna sjöar. Det är däremot sällan meningsfullt att höja kalkdosen i en sjö med snabb omsättning och ytliga surstötter för att förbättra effekten nedströms.

I undantagsfall kan sjökalkning medföra att undervattenvegetationen expanderar. Särskilt långskottsväxter kan gynnas, vilket kan minska möjligheterna till fritidsfiske och båtliv. En sådan effekt kan motverkas genom att enbart välja kalkobjekt uppströms sjön.

När torrt kalkmjöl sprids med helikopter kan vindavdrift leda till skador på strandnära vegetation. Känsliga arter av lavar och mossor kan påverkas uppemot 50 meter från stranden. Därför bör inte kalkning med dammande produkter ske i närheten av biotoper med känsliga arter, t ex nyckelbiotoper, våtmarker med VMI-klass I och II och naturreservat. Torrt kalkmjöl bör heller inte användas där vindavdriften kan medföra olägenheter för boende, fritidshus eller anläggningar för rörligt friluftsliv.

Genom att använda granulerad kalk eller vattenblandat kalkmjöl undviks skador på strandnära vegetation och olägenheter för omgivningen. Med dessa produkter är det även lämpligt att kalka grundzoner med helikopter.

Vid spridning av torrt kalkmjöl på sjöis finns risk för förluster genom att kalken blåser bort från sjön eller hopar sig vid strandkanten. Problemet är särskilt uttalat vid spridning på blankis eller is med tunt snötäcke. Kalk som sprids på is kan också medföra olägenheter för t ex fiske och annat rörligt friluftsliv. Kalkning rekommenderas därför inte på isbelagda sjöar.

## 5.5 Kalkning av våtmark

Våtmarkskalkning används huvudsakligen för att åtgärda rinnande vatten. Ofta används metoden i kombination med kalkning av sjöar. Kalken sprids med helikopter på samma sätt som vid sjökalkning.

### NATURVÅRDSVERKETS FÖRESKRIFTER OCH ALLMÄNNA RÅD OM KALKNING AV SJÖAR OCH VATTENDRAG

#### *Delar ur allmänna råd till 8 §*

Våtmarker som har höga eller mycket höga naturvärden bör dock inte kalkas. Med detta avses våtmarker som har bedömts som klass 1 eller 2 i Naturvårdsverkets våtmarksinventering, VMI (SNV PM 1680) eller andra våtmarker som länsstyrelsen bedömt ha höga eller mycket höga naturvärden.

Vid våtmarkskalkning bör dammande kalkprodukter inte användas.



FOTO: ÖRJAN CARLSTRÖM

**Spridning av kalk** på en våtmark. Under år 2008 spreds 35 000 ton kalk (26 % av den totala mängden) på våtmarker för kalkningseffekter huvudsakligen i rinnande vatten. Källa: Naturvårdsverket.

Den lämpligaste våtmarkstypen att kalka för att få höga och jämna vattenkemiska effekter är öppna kärr. Kärren är lätta att lokalisera med flygbildstolkning i kombination med fältbesiktning. För att nå tillräcklig effekt bör våtmarksarealer som motsvarar minst 1–2 % av avrinningsområdet behandlas. Den lägre arealandelen gäller för södra Sverige, medan den högre främst avser Norrland. I allmänhet omkalkas våtmarkerna årligen. I vissa fall kan kalkning med två års mellanrum ge en lika jämn effekt.

Våtmarker bör inte kalkas med dammande produkter. Lämpliga produkter är grovt kalkmjöl, granulerad kalk eller kalkfällningsprodukter.



FOTO: INGEMAR ABRAHAMSSON



FOTO: INGEMAR ABRAHAMSSON

**Mad.** Kalkning av mader ger ofta snabba men instabila effekter.

**Kärr och mosse.** De öppna kärren ger bra vattenkemiska effekter medan mossar inte bör kalkas.



### VATTENKEMISKA EFFEKTER AV VÅTMARKSKALKNING

De vattenkemiska effekterna av våtmarkskalkning varierar beroende på vilken våtmarkstyp som väljs. Våtmarkens vattengenomströmning är avgörande för kalkningens effektivitet.

#### **Kärr**

Kärret är en myr som helt eller delvis påverkas av fastmarksvatten. Kärr kan vara öppna eller bevuxna med buskar och träd. Öppna kärr (fast- och mjukmattekärr, även lösbottnkärr vid stagnanta förhållanden) har ofta en hög och jämn kalkningseffekt. Kraftigt dikade kärr ger dock ofta en låg kalkningseffekt.

#### **Mosse**

Mossen är en myr som får sitt vatten direkt från nederbörden. Den är alltså ett inströmningsområde. Mossar kan vara öppna eller skogbevuxna. Kalkning av mossar ger låg kalkningseffekt och är därför olämpliga att kalka.

#### **Blandmyr**

Blandmyren består av en blandning av mosse- och kärrelement. I vissa fall består blandningen av mossesträngar och mellanliggande kärr, så kallad strängblandmyr. Blandmyren utgörs av en blandning av inströmnings- och utströmningsområden vilket ger en lägre kalkningseffekt än öppna kärr.

#### **Mad**

Maden finns längs stranden av en sjö eller ett vattendrag. Olika typer är sjö-, bäck- och åmad. Kalkning av mader ger ofta snabba men instabila effekter.

#### **Sumpskog**

Sumpskogen utgörs av fuktig eller våt skogsmark. Kalkning av sumpskog ger ofta en låg kalkningseffekt.

#### **Bäckzon**

Bäckzoner utgörs bara delvis av våtmarker. Effekterna varierar beroende på hur stor andel våtmark samt vilka våtmarkstyper som kalkas. Bäckzoner är bara lämpliga till kalkning om de till mycket stor del består av lämpliga kärrmarker.

### Naturvårdshänsyn vid våtmarkskalkning

Oavsett vilken våtmarkstyp som väljs påverkar kalkning våtmarkens vegetation genom att vitmossor, levermossor och lavar försvinner, medan bladmossor och vissa kärllväxter som exempelvis vattenklöver kan öka i utbredning. Vid våtmarkskalkning är det därför viktigt att minimera skadorna på vegetationen.

- **Prioritera öppna kärr och kalka inte fler objekt än nödvändigt.** Genom att prioritera objekt med hög effekt och utnyttja varje objekt optimalt minimeras arealen påverkad våtmarksyta. Kalkning av kärr med mosseinslag, gungflyn, skogklädda kärr och strängflarkkärr samt mosseytor bör undvikas.
- **Kalka inte tidigare okalkade våtmarker** om det inte är absolut nödvändigt för att uppnå pH-målet. Kalkning av tidigare obehandlade våtmarker kan också omfattas av samrådsplikt med länsstyrelsen enligt 12 kap. 6§ miljöbalken.

- **Kalka inte våtmarker som har höga eller mycket höga naturvärden.** Naturvårdsverket genomförde under mitten av 1980-talet en landsomfattande våtmarksinventering, VMI. Den omfattade främst större sammanhängande våtmarksområden. Områden som i VMI fått klass 1 eller 2 har bedömts ha höga eller mycket höga naturvärden. Motsvarande naturvärden kan också finnas på våtmarker som inte inventerats och därför är VMI inte ett tillräckligt underlag för planering av våtmarkskalkning. En fältinventering med fotodokumentation ger underlag för att bedöma naturvärden i det område som avses kalkas. Vid spridningsplaneringen läggs lämpligen särskild vikt vid att undanta källkärr, intermediära kärr och rikkärr samt hydrologiskt intakta myrar.
- **Kalka inte nyckelbiotoper.** Vid spridningsplaneringen undantas nyckelbiotoper och lokaler med förekomst av sällsynta och hotade arter. Information om dessa områden kan hämtas bland annat från länsstyrelsen, artdatabanken och Skogsstyrelsen.
- **Minimera oönskad påverkan i kantzoner och närmiljö.** Använd endast icke dammande kalk vid våtmarkskalkning. Kalkning av bäckzoner med låg andel våtmarker bör undvikas.

## 5.6 Kalkning med doserare

Doserare används för kalkning av vattendrag eller nedströms belägen sjö. En doserare tillför kalk direkt till vattendraget från en silo som fylls från en bulkbil. Bäst precision och driftsäkerhet erhålls om kalken matas ut med skruvutmatare som drivs av en elmotor. Vibratorer eller olika mekaniska lösningar som drivs av vattenkraft har betydligt sämre precision och driftsäkerhet.

Kalkning med doserare förutsätter att tillförseln av kalk kan säkerställas även under svåra klimatförhållanden. Ur såväl biologisk som ekonomisk synvinkel erhålls den bästa effekten om utdoseringen av kalk automatiskt följer vattenföringen. För att minska tillsynsbehovet och risken för långa, skadliga, driftsavbrott bör doseraren vara försedd med driftslarm, som larmar om kalktillförseln upphör. Det är också nödvändigt med en organisation för att ta emot larm och avhjälpa fel, se avsnitt 5.10 Tillsyn av doserare.

Vid doserarkalkning eftersträvas en snabb upplösning av kalken eftersom sedimenterad kalk minskar kalkutnyttjandet och också ger en negativ påverkan i form av igensatta bottenar. Generellt ökar upplösningen med minskad kornstorlek, men samtidigt ökar priset för en mera finmald produkt. I första hand rekommenderas kalkmjöl med kornstorlek 0–0,1 mm. Kalkmjöl som nyttjas till sjökalkning består till stor del av denna fraktion och fungerar i allmänhet bra till doserare.

### NATURVÅRDSVERKET'S FÖRESKRIFTER OCH ALLMÄNNA RÅD OM KALKNING AV SJÖAR OCH VATTENDRAG

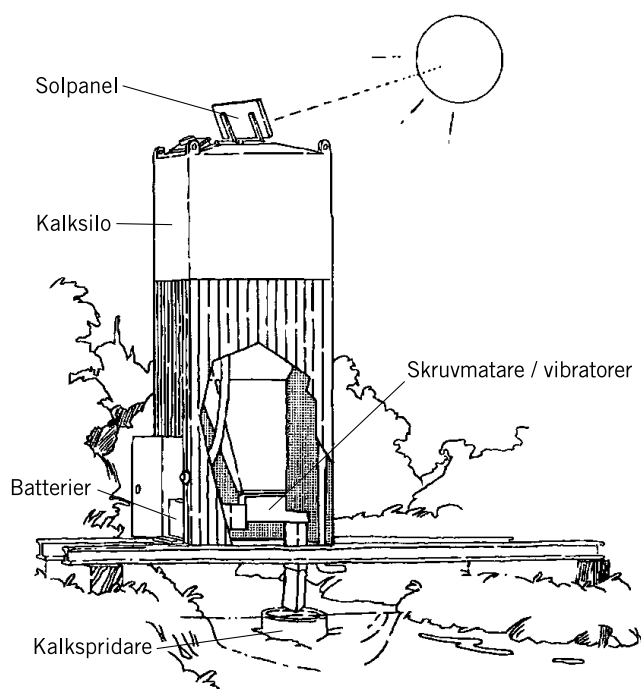
*Delar ur allmänna råd till 8 §*

Kalkdosere bör vara utrustade med teknik där vattenflödet automatiskt styr kalkdoseringen samt med i övrigt tillfredsställande teknik för att säkerställa utdosering av kalk.

Doseraren bör vara försedd med driftlarm, som larmar om kalktillförseln till vattendraget upphör.



**Kalkdoserare** används för kalkning direkt i rinnande vatten. Under år 2008 spreds cirka 30 000 ton kalk med doserare (23 % av den totala mängden). Källa: Naturvårdsverket. Fotot visar en batteri-driven torrdoserare med laddning via solpaneler.



**Principskiss över torrdoserare.**

Doseraren är placerad över eller i direkt anslutning till vattendraget. Kalken tillförs direkt till vattendraget från silon via skruvmatare eller vibratorer. Utdoseringen av kalk styrs av en vattennivåmätare som sitter i vattendraget (tryckkännare) eller ovanför vattendraget (ultraljudsgivare). Doseren drivs med batterier som laddas med solceller och eventuellt vindkraft.



## Placering

Placeringen av kalkdoseraren är avgörande för såväl kostnader som resultat. Genom att placera doseraren minst 200 m uppströms målområdet undviks påverkan av giftigt aluminium, kalksedimentation och grumling. Vid val av doserarplats beaktas lämpligen följande faktorer:

- **Strömningsförhållandena** vid doseraren är avgörande för mängden kalk som kan lösas. Den bästa effekten erhålls om doseraren placeras vid en forsacke. I lugnvatten minskar upplösningen vilket innebär ökad risk för sedimentation och därmed lägre kalkutnyttjande.
- **Vägförhållanden** är avgörande för tillsyn, reparationer och påfyllning av kalk. Kostnaderna för att underhålla en väg med dålig bärighet kan bli höga. I stora delar av landet sammanfaller dessutom tjällossningen med perioden då såväl tillsyn som kalkleveranser är som mest omfattande.
- **En nätansluten doserare** ger den bästa driftssäkerheten och är en förutsättning för att kunna tillföra kalk om vattendraget är isbelagt. När nätanslutning inte är ekonomiskt försvarbar kan batterier med automatisk laddning via solceller i kombination med vindgenerator användas. Kontinuerlig strömförsörjning via elverk väljs endast i undantagsfall eftersom det medför stora kostnader i såväl inköp som drift och även bidrar till en ökad klimatpåverkan.
- **Vattenföringen** vid doseraren jämfört med flödet i den vattenkemiska målpunkten är avgörande för effekten. Även okalkat pH ( $\text{pH}_{\text{okalk}}$ ), har betydelse för hur mycket tillkommande vatten som kan neutraliseras. En tumregel är att doseraren kan ge måluppfyllelse i en punkt där flödet är upp till 2–3 gånger större än flödet vid doseraren. Den lägre siffran avser okalkat  $\text{pH} < 5$  och den högre vid okalkat  $\text{pH} > 5$ .

## Silostorlek

En silo rymmer vanligen mellan 20 och 80 ton kalk. Silons kapacitet anpassas så att intervallen mellan påfyllningarna inte blir för korta. En alltför snabb omsättning av kalken innebär att marginalerna mot störningar i kalkleveranser blir oacceptabelt små. Det är lämpligt att silon rymmer minst fem dygns kalkförbrukning vid maximalt flöde. Vid doserarplatser med begränsad åtkomlighet kan det vara mest ekonomiskt om silon rymmer kalkbehovet för hela vårfloden.

## Flödesstyrd kalkutmatning

Flödesstyrd kalkutmatning innebär att mängden utdoserad kalk automatiskt anpassas efter variationerna i vattenflödet. När vattendrag utgör målområde är en flödesstyrd kalkutmatning en förutsättning för en effektiv kalkning. Flödesstyrningen bygger på kontinuerlig registrering av vattennivån i vattendraget. Vanligen sker detta med ett ekolod. Vattennivån översätts automatisk till vattenflöde. Till detta används en avbördningskurva som beskriver förhållandet mellan vattennivå och vattenflöde. Avbördningskurvan tas fram genom att flödet mäts vid ett antal tillfällen med olika flöden samtidigt som vattennivån registreras på en pegel.

I de flesta vattendragen varierar pH-värdet med vattenflödet. En optimal kalkning förutsätter därför att även kalkdosen ( $\text{g}/\text{m}^3$ ) varierar med flödet. Denna funktion brukar benämnas progressiv flödesstyrning. I praktiken innebär det att kalkdosen förändras automatiskt när vattenflödet ändras. Beroende på styrsystem kan ändringen vara

stegvis eller kontinuerlig. Med utgångspunkt från  $\text{pH}_{\text{okalk}}$  i målpunkten bestäms en nödvändig kalkdos vid olika flöden. Därefter anpassas de parametrar som respektive system använder för automatisk korrigering av kalkdosen.

Vid låga flöden kan  $\text{pH}_{\text{okalk}}$  vara så högt att ingen kalk behöver tillföras. Via styr-systemet anges vattennivån där utdoseringen av kalk ska upphöra automatiskt. När flödet åter stiger över denna nivå startar utdoseringen automatiskt.

Vid isläggning är det vanligt att registreringen av vattennivå blir otillförlitlig. Vid sådana tillfällen ger i regel en fast kalkdos (kg/dygn) det bästa resultatet. Genom en frekvent vattenkemisk uppföljning kan ofta ett acceptabelt resultat uppnås.

I vattendrag som inte isbeläggs finns i regel ingen anledning att slå av kalkdoseraren. Detta innebär att den alltid står stand-by, mäter vattennivån och startar automatiskt. I regioner med stabila vinterförhållanden stängs doseraren när vattendraget isbelagts och vattenflödet sjunkit under lågnivån för utdosering. I god tid innan vårfloden sker en uppstart genom att värmen slås på i anläggningen, rörledningar och i brunnen (våt-doserare) eller att is avlägsnas där kalken matas ut (torr-doserare).

Flödesstyrning kompletterat med kontinuerlig pH-mätning är ett idealiskt koncept som används i Norge. Tekniken är tillsynskrävande och förmodligen ekonomiskt försvarbar endast i stora vattendrag.

## Larm

Doserare bör vara försedda med driftslarm för att minska behovet av tillsyn och risken för skadligt långa driftsavbrott. Undantag kan göras där längre driftsstörningar inte påverkar måluppfyllelsen, det vill säga där sjöar är målområde.

Driftslarmet, så kallat A-larm, larmar om kalktillförseln till vattendraget upphör. Larmet är utformat så att det aktiveras oavsett vilken driftstörning som orsakat stoppet. Vanligen utgörs A-larmet av flera larpunkter som exempelvis indikerar om vatten flödar genom inblandningskärlet, om det finns kalk vid skruvutmataren eller om skruvutmataren roterar. Doserarna kan också förses med ett antal B-larm, som varnar om till exempel kalk behöver beställas eller om batterierna har för låg spänning.



FOTO: JOHAN AHLSTRÖM

**Överdoser**ing vid kalkdoserare kan leda till sedimentation och grumling. Detta kan förstöra lekbottnar och missgynna exempelvis nätbyggande nattsländelarver.

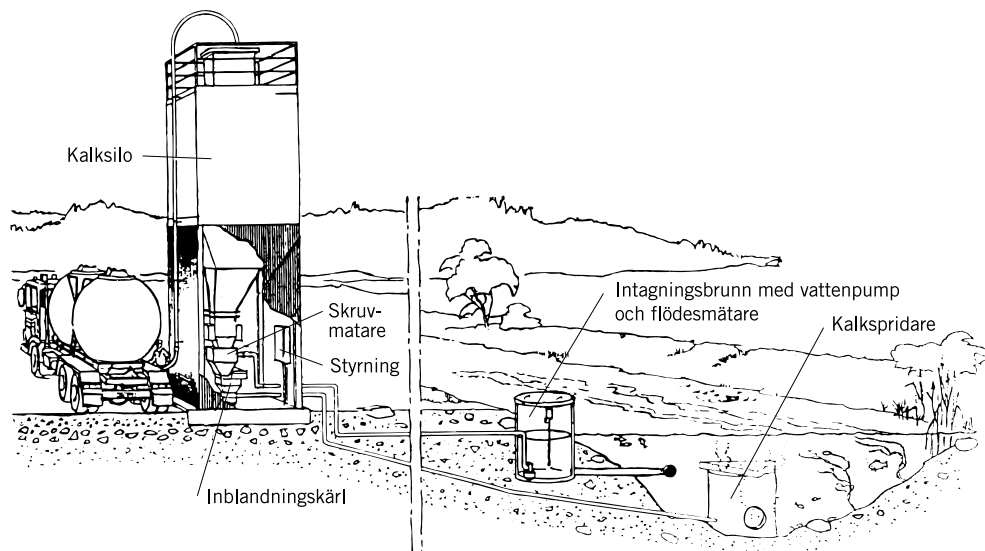
## Våtdoserare

En våtdoserare blandar ut kalken med vatten innan den doseras ut i vattendraget. Fördelen med en våtdoserare är att den, till skillnad från torrdozserare, kan tillföra kalk även när vattendraget är isbelagt.



FOTO: MATS NORBERG

**Våtdoserare** drivs med nätansluten el. Vattnet pumpas till ett inblandningskärl i doseraren.



**Principskiss över våtdoserare.** Doseraren är placerad vid sidan av vattendraget. Genom ett inloppsrör står vattendraget i förbindelse med en intagsbrunn. Från brunnen pumpas vattnet till ett inblandningskärl inne i doseraren. Till inblandningskärlet tillförs kalk med skruvmatare som sitter i botten på silon. Från inblandningskärlet återförs kalk/vattenblandningen, vanligen med självtryck, via en utloppsledning till vattendraget. I intagsbrunnen sitter en vattennivåmätare som styr mängden utdoserad kalk. Doseraren drivs av nätansluten el, och för att förhindra frysning är doseraren samt brunn och ledningar uppvärmda.

### ATT BEAKTA VID ANVÄNDNING AV VÅTDOSERARE

Genom att placera **vattenintaget** i den djupaste delen av vattendragets bottenprofil garanteras vattentillgången även vid låga flöden. Detta är särskilt viktigt i vattendrag där kalktillförsel behövs även under lågflöden. För att minska risken för intransport av sediment och löv riktas öppningen nedströms i vattendraget. Risken för igen-slamning i inloppsröret minskas genom att välja en stor diameter, minst 150 mm rekommenderas. För att undvika frysning kan inloppsröret förses med värmekabel.

Botten på **intagsbrunnen** bör vara minst 0,5 m lägre än botten på vattendraget. Pumpen kan på så vis hängas ovanför brunnsbotten där en sedimentationsfälla skapas. Om det finns risk att vattnet i intagsbrunnen fryser bör denna förses med värmekabel.

**Pumpen** bör klara både finmaterial och grövre partiklar och vara försedd med automatiskt torrkörningsskydd samt vara dimensionerad för kontinuerlig drift.

**Nivåmätning** med ultraljud är att föredra framför tryckgivare med hänsyn till drifts-säkerheten. Tryckgivaren placeras nere i vattnet och är därmed mera utsatt för exempelvis sönderfrysning.

**Inblandningskärlet** bör lämpligen vara konstruerat så att inte kalkavlagringar upp-står på botten, i hörnen eller i andra skrymslen. En cylindrisk form med utloppet i botten innebär att sådana risker minimeras.

**Skruvutmatarna** bör vara dimensionerade för att klara kalkklumpar och andra hårdare föremål som kan följa med kalken. I anslutning till skruvarna bör en valv-kännare finnas. Denna känner av om kalk inte ligger an mot skruvarna till följd av valvbildning i silon. Ovanför skruvarna bör ett spjäll finnas som kan skjutas in och hindra kalken i silon från att falla ner om skruvarna behöver demonteras. På så vis kan skruvarna lagas utan att silon måste tömmas på kalk.

**Silon** bör vara försedd med valvbrytare som aktiveras automatiskt vid indikation om valvbildning.

**Utloppsledningen** bör vara konstruerad så att kalksedimentation i ledningen mini-meras. Om det finns risk för frysning förses ledningen med värmekabel.

**Utloppet** bör konstrueras så att kalkvattenblandningen sprids över en så stor yta som möjligt. Detta är särskilt viktigt om doseraren står vid lugnt vatten. Enklast ordnas detta genom att utloppsvattnet fördelas på ett antal utsläppspunkter. Avancerade bottenmonterade utsläppsdon kan öka risken för driftsstörningar och är dessutom svåråtkomliga för rensning och underhåll.

## Torrdoserare

Torrdoseraren matar ut kalk utan vatteninblandning och väljs i regel bara när nätansluten el inte är tillgänglig. Torrdoseraren placeras över eller vid kanten av vattendraget. Kalken tillförs direkt från silon till vattendraget med skruvutmatare eller vibratorer.

Kalk kan bara tillföras när det är öppet vatten där kalken matas ut. I praktiken innebär detta att det är mycket svårt att uppnå ett bra resultat i vattendrag som tidvis behöver kalkas även när de är isbelagda. Om doseraren stängts av under vintern avlägsnas eventuell isbildning under doseraren i god tid före vårfloden. Tunnare is kan avlägsnas manuellt med hacka eller motorsåg. Vid kraftigare isbildning är det mest effektivt att anlita en spolbil med varmvatten.

### ATT BEAKTA VID ANVÄNDNINGEN AV TORRDOSE- RARE:

**Doseraren bör placeras så högt över vattendraget** att det är möjligt att hacka bort eventuell is som bildas under doseraren.

**Skruvutmatning** är mer tillförlitlig och har högre noggrannhet än utmatning med vibratorer. Även vid torrdosering bör silon vara försedd med avstängningsspjäll och valvbrytare. Vattennivån bör mätas med ultraljud eftersom en tryckgivare som är placerad direkt i ett vattendrag är känslig för sönderfrysning.

Torrdoserarna drivs med batterier som laddas via solceller och eventuellt mindre vindkraftverk. En doserare med skruvutmatning, avancerad flödesstyrning och larm kräver förhållandevis mycket energi. Om driftsperioden omfattar höst och vinter bör solcellerna kompletteras med ett motordrivet elverk som startar automatiskt vid låg spänning och laddar batterierna.

## Vattendrivna doserare

Vattendrivna doserare drivs av vattenkraft som påverkar olika typer av vattenhjul eller skopor. Förändring av flöde och vattenhastighet påverkar därmed mängden utdoserad kalk. Konstruktionen ger låg precision i kalkdoseringen. Doserarna har i allmänhet låg tillförlitlighet beroende på utsatt mekanik och problem med isbildning. Om doseraren saknar strömförsörjning kan larm inte installeras.

Vid nyinstallation väljs inte vattendrivna kalkdosere. Flertalet vattendrivna doserare har skrotats eller byggts om till skruvutmatning. Kvarvarande anläggningar byggs lämpligen om till skruvutmatning. Vattendrivna doserare kan behållas vid sådana doserarplaceringar där sjöar utgör målområde och där låg noggrannhet och längre driftstopp därför kan accepteras.

## 5.7 Kalkdoser

### Kalkbehov

Behovet av kalk påverkas i första hand av okalkat pH ( $\text{pH}_{\text{okalk}}$ ), spridningsmetod och avrinningens storlek. Normalt uppgår arealdosen till 10–80 kg kalk per hektar avrinningsområde och år.

I de sydöstra delarna av landet är avrinningen liten och kalkbehovet därför lägre. På västra sidan av sydsvenska höglandet, där såväl avrinningen som syradepositionen är hög, är behovet av kalk störst. Uppgifter om avrinningen i olika delar av Sverige finns på Naturvårdsverkets hemsida ([www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)).

Med  $pH_{okalk}$  menas de pH-värden som skulle ha uppträtt om vattnet varit okalkat.  $pH_{okalk}$  kan beräknas med hjälp av  $Ca^*/Mg^*$  (se faktaruta sid 22) eller skattas utifrån tillrinnande okalkat vatten eller genom provtagning före första kalkning (med beaktande uppskattad återhämtning). Samtliga metoderna innehåller osäkerheter och resultaten bör betraktas som riktvärden.

Andra faktorer som påverkar behovet av kalk är:

- Vattnets förmåga att motverka pH-höjning. Humussyror (hög vattenfärg) och oorganiskt aluminium motverkar kalkmedlets förmåga att höja pH.
- Vindavdrift vid helikopterkalkning. Används kalkmjöl vid spridning från helikopter av mindre sjöar under blåsiga förhållanden, kan betydande mängder driva iväg upp på land. Vindavdriften minimeras genom att använda granulerad kalk eller vattenblandad kalk.
- Doserarteknik. En undermålig flödesstyrning av kalkdoseringen ökar väsentligt kalkåtgången.
- Åtgärdsobjektens hydrologiska förutsättningar. Sjöar med kort omsättningstid, ytliga surstötter och våtmarker med hög vattengenomströmning ökar kalkbehovet.
- Reglering. Reglerade sjöar kan ge försämrade möjligheter till nedströmseffekter.

### Beräkning av kalkdoser

Doseringen beräknas på grundval av pH-mål och lägsta  $pH_{okalk}$  enligt tabell 2 och 3. Doserna utgör riktvärden och de faktiska behoven kan avvika åtskilligt och dessutom variera mellan åren på grund av fluktuationer i klimatet. I vattendrag där flera metoder kombineras beräknas volymdosen utifrån tabell 3 och en uppskattning av hur stor andel respektive metod står för.

**TABELL 2.** Riktvärden för dosering vid kalkning av målsjöar.

*Doserna avser avrinningsvatten och inte sjövolym och gäller vid uppströmskalkning samt vid direktkalkning i sjö. Beräknat efter kalkstensmjöl med 50 % CaO.*

pH-mål	Volymdos (g/m <sup>3</sup> ) vid lägsta pH <sub>okalk</sub>		
	4,4	4,9	5,4
≥5,6	8	5	2
≥6,0	12	9	6

**TABELL 3.** Riktvärden för dosering vid kalkning av vattendrag.

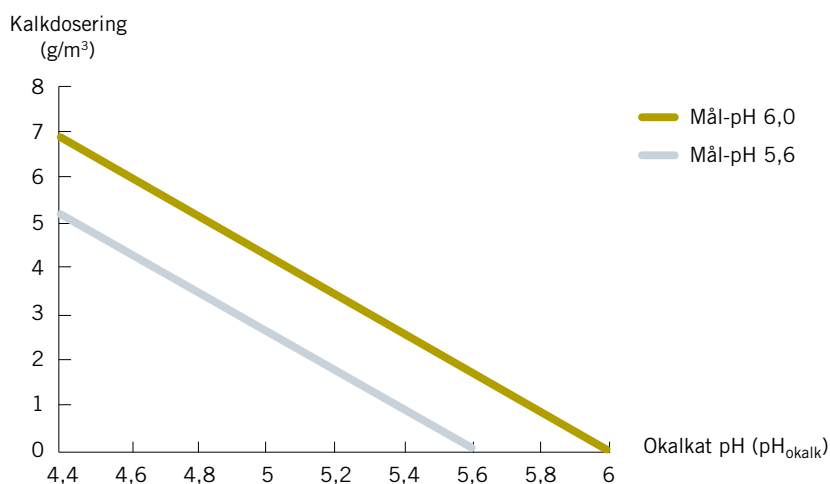
*Beräknat efter kalkstensmjöl med 50 % CaO.*

pH-mål	Volymdos (g/m <sup>3</sup> ) vid lägsta pH <sub>okalk</sub>		
	4,4	4,9	5,4
	Sjökalkning		
≥5,6	14	11	4
≥6,0	18	15	12
	Våtmarkskalkning		
≥5,6	11	8	3
≥6,0	15	12	9

Genom att multiplicera volymdosen med den årliga avrinningen erhålls arealdosen som vanligen uttrycks i kg per hektar och år.

Vid kalkning av nya sjöar tillkommer ett **grundkalkningsbehov** för den vattenvolym som finns i sjön. Kalkbehovet beräknas som volymdos enligt tabell 2 multiplicerat med sjövolymen. Även vid nykalkning av våtmarker behövs en grundkalkning för att neutralisera den upplagrade syran. Grundkalkningsbehovet baseras på arealen kalkad våtmark och uppgår till 20–30 ton/ha.

Vid kalkning med doserare anpassas dosen automatiskt till  $pH_{okalk}$  i målpunkten. Till detta används den progressiva flödesstyrningen som baseras på ett samband mellan  $pH_{okalk}$  och flödet (se avsnitt 5.6). Riktvärden för nödvändig kalkdos vid olika pH-mål och olika  $pH_{okalk}$  i målpunkten redovisas i figur 8.



FIGUR 8. Riktvärden för dosering med kalkdoserare.

### Att beakta vid sjökalkning

Vid kalkning av målsjöar där avsikten även är att ge effekter i ett nedströms beläget målområde behövs i regel en högre dos än vad som anges i tabell 2. Detta kan resultera i onaturligt höga värden avseende pH och alkalinitet i sjön. För att undvika extremt höga värden rekommenderas en maximal dos på 20 g/m<sup>3</sup> avrinningsvatten. I sjöar som enbart kalkas för att ge nedströms effekt kan kalkdoserna, vid behov vara högre se tabell 4.

TABELL 4. Riktvärden för maximala kalkdosering vid kalkning i åtgärdssjöar.

Omsättningstid (år)	Maximal kalkdos (g/m <sup>3</sup> avrinningsvatten)
0,25	15
0,5	20
1,0	25
1,5	30
≥2	40



Doserna baseras på hur mycket kalk som bedöms kunna upplösas i sjövolymen utan att sedimentationen av kalk blir ekonomiskt oförsvarbar. Vid kalkning av grunda bottenar eller strandzoner rekommenderas en kalkgiva på 1–4 ton/100 strandmeter. Vilka nedströmseffekter som kan uppnås beror bland annat på den kalkade sjöns omsättningstid och i vad mån ytliga episoder under isen uppträder. I normalfallet kan som mest målet nås i en nedströms punkt som avvattnar två gånger sjöns avrinningsområde.

### Att beakta vid våtmarkskalkning

Vid våtmarkskalkning beror doseringen på vattenströmningen genom den kalkade våtmarken, den så kallade *hydrauliska belastningen* (den vattenmängd som avvattnas genom den kalkade ytan per tids- och ytenhet). Kalkdoserna i öppna kärr, som vanligen har en långsam vattengenomströmning, bör uppgå som mest till 100 g/m<sup>3</sup> avrinningsvatten (från våtmarken).

I våtmarker med snabb vattengenomströmning (mader) bör dosen inte överstiga 50 g/m<sup>3</sup>. Vattengenomströmningen beräknas utifrån storleken på den kalkade våtmarkens avrinningsområde och medelavrinningen. Storleken på avrinningsområdet skattas med hjälp av kartor, flygbilder och fältbesök.

### Att beakta vid doserarkalkning

Doserna i figur 8 utgår från behovet i målpunkten. Kalkdosen vid doseraren beräknas därefter med hjälp av förhållandet mellan flödet i målpunkten och vid doseraren. Enklast görs detta med utgångspunkt i avrinningsområdets (Aro) storlek enligt:

$$\text{Kalkdos}_{\text{doserare}} = \text{Aro}_{\text{målpunkt}} / \text{Aro}_{\text{doserare}} * \text{kalkdos}_{\text{målpunkt}}$$

Doseraren kan som tumregel ge måluppfyllelse i en punkt där flödet är 2–3 gånger större än flödet vid doseraren. Den lägre siffran avser okalkat pH < 5 och den högre vid okalkat pH > 5.

Allmänt sett ökar mängden sedimenterad kalk med kalkdosen. Sedimentationen påverkas också av vattenhastigheten vid doserarläget. Sedimentation av kalk innebär lägre effekt och därmed behov av en högre kalkdos. Doserarkalk är relativt billigt, vilket innebär att en låg effekt kan vara ekonomiskt försvarbar. Ur naturvårdssynpunkt kan dock konsekvenserna bli oacceptabla i form av igensatta bottenar. Det är därför befogat att kontrollera förekomsten av kalkavlagringar med jämna mellanrum. Om kalkdosen överskrider 10 g/m<sup>3</sup> är det lämpligt att genomföra en kontroll redan efter en inledande testperiod.



## FORMLER FÖR BERÄKNINGAR MED EXEMPEL

### Avrinningen

Den specifika avrinningen i olika delar av landet anges vanligtvis som medelavrinning i l/s/km<sup>2</sup> och finns att ladda ner som karta från Naturvårdsverkets hemsida ([www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)). För att beräkna kalkbehov på årsbasis omvandlas l/s/km<sup>2</sup> omvandlas till m<sup>3</sup>/ha/år genom att multiplicera med 315.

### Sjöns omsättningstid

Omsättningstiden, det vill säga den tid det tar att i teorin förnya sjöns vatten via tillrinningen beräknas enligt:

teoretisk omsättningstid (år) = sjövolym (m<sup>3</sup>) / avrinning (m<sup>3</sup>/år).

EXEMPEL: medelavrinningen (13 l/s/km<sup>2</sup> • 315 = 4 095 m<sup>3</sup>/ha/år) och sjöns avrinningsområde (1 200 ha) ger en årlig avrinning på 4,9 milj m<sup>3</sup>.

Sjöns vattenvolym är 7,4 milj m<sup>3</sup>. Den teoretiska omsättningstiden är 7,4/4,9 = 1,5 år.

### Korrigerig för CaO-värde

Vid beräkningar av kalkmängder används CaO-halten 50 % som utgångspunkt. Korrigerig för ett CaO-värde (syranutraliserande verkan) som avviker från 50 % beräknas enligt:

$$\text{Korrigerad kalkmängd} = \text{kalkmängd (50 \% CaO)} \cdot \frac{50}{\text{aktuellt CaO-värde (\%)}}$$

### Omräkning av volymdos till arealdos

Arealdos (kg/ha avrinningsområde/år) = volymdos (g/m<sup>3</sup> avrinningsvatten)

• avrinningstal (l/s/km<sup>2</sup>) • 0,315.

### Årligt kalkbehov

Kalkbehov (kg/år) = arealdos (kg/ha/år) • avrinningsområde (ha).

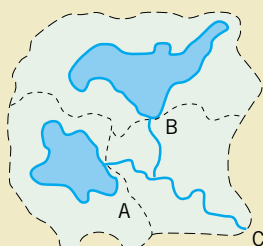
Om sjön utgörs av skilda delbassänger fördelas kalken i förhållande till deltillrinningsområdenas storlek. Kalken fördelas över grunda och djupa områden enligt tabell 1.

EXEMPEL VID SJÖKALKNING MED MÅLPUNKT I SJÖNS UTLOPP:

Lägsta okalkat pH (pH<sub>okalk</sub>) (4,9) och pH-mål 6,0 medför en volymdos på 9 g/m<sup>3</sup> avrinningsvatten (tabell 2). Medelavrinning 13 l/s/km<sup>2</sup> ger kalkdosen 37 kg/ha avrinningsområde/år.

Arealdosen multiplicerat med sjöns avrinningsområde (1 200 ha) ger en kalkåtgång på 44 ton/år. Sjöns omsättningstid (2,7 år) innebär att spridning bör ske vartannat år (tabell 1). Sjön kalkas vartannat år med 88 ton.

EXEMPEL VID SJÖKALKNING MED MÅLPUNKT I NEDSTRÖMS VATTENDRAG:



Lägsta okalkat pH ( $pH_{okalk}$ ) 4,9 och pH-mål 6,0 ger volymdosen 15 g/m<sup>3</sup> vatten (tabell 3). Medelavrinning 13 l/s/km<sup>2</sup> ger arealdosen 61 kg/ha avrinningsområde/år.

Arealdosen multiplicerat med målpunktens (C) avrinningsområde (1 200 ha) ger en kalkåtgång på 73 ton/år. Proportionerna mellan sjöarnas avrinningsområde (sjö A = 400 ha; sjö B = 500 ha) fördelar kalktillförseln (sjö A = 32 ton/år; sjö B = 41 ton/år).

Sjöarnas omsättningstider (A=2,7 år; B=2,0 år) medför att objekt A kalkas med 64 ton vartannat år medan objekt B kalkas årligen med 41 ton (se tabell 1).

#### EXEMPEL VID VÅTMARKSKALKNING MED MÅLPUNKT I VATTENDRAG:

Lägsta okalkat pH ( $pH_{okalk}$ ) (4,9) och pH-mål 6,0 medför volymdosen 12 g/m<sup>3</sup> vatten (tabell 3) Medelavrinning 13 l/s/km<sup>2</sup> ger arealdosen 50 kg/ha avrinningsområde/år.

Arealdosen multiplicerat med målpunktens avrinningsområde (1 200 ha) ger en kalkåtgång på 60 ton/år. I detta exempel bedöms ett spridningsintervall på två år vara kostnadseffektivt varför våtmarkerna kalkas med 120 ton vartannat år. Kalken fördelas på två utvalda ytor (A = 8 ha; B = 7 ha) med utgångspunkt ifrån den enskilda ytans avrinningsområde (A = 50 ha; B = 100 ha).

Objekt A kalkas med 40 ton och objekt B med 80 ton vartannat år. Vid primärkalkningen kalkas de enligt ett grundkalkningsbehov på 20 ton/ha markyta. År 1 kalkas objekt A med 160 ton och objekt B med 140 ton.

#### EXEMPEL VID DOSERARKALKNING MED MÅLPUNKT NEDSTRÖMS

Lägsta okalkat pH ( $pH_{okalk}$ ) i målpunkten är 4,9 och pH-målet 6,0. Kalkbehovet bedöms alltså vara maximalt 6 g/m<sup>3</sup> vatten. Målområdets och doserarens avrinningsområde är 600 ha respektive 300 ha. Doseringen i doseraren skall vara maximalt 12 g/m<sup>3</sup>. Via en avbördningskurva och kända okalkade pH vid olika flöden upprättas en doseringskurva för olika flöden.

#### Grundkalkningsbehov

Vid nykalkning tillkommer ett grundkalkningsbehov baserat på sjövolymen och tabell 2. Sjövolymen beräknas enligt:

$$\text{Sjövolym (m}^3\text{)} = \text{medeldjup (m)} \cdot \text{areal (ha)} \cdot 10\,000$$

Exempel: medeldjup 4 meter och areal 185 ha ger en volym på 7,4 milj m<sup>3</sup>. Dosen vid ett okalkat pH ( $pH_{okalk}$ ) på 4,4 och mål-pH på 5,6 är 8 g/m<sup>3</sup>, vilket ger ett grundkalkningsbehov på 59 ton.

#### Korrigerig av kalkdos (se även 5.8 Optimering)

Vid justering av kalkdoser i pågående kalkningsprojekt kan följande ungefärliga dos-effektsamband för minimivärden i alkalinitet användas:

1 g kalkmedel/m<sup>3</sup> ger 0,01 mekv/l i alkalinitet.

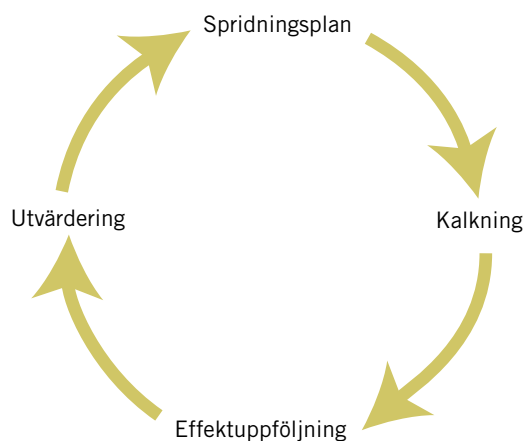
EXEMPEL: Alkaliniteten i målpunkten går att minska med 0,08 mekv/l utan att underskrida pH-målet. Avrinningsområdets storlek är 500 ha och medelavrinning 13 l/s/km<sup>2</sup>. Kalkgivan kan minskas med 16,4 ton/år (8 x 13 x 0,315 x 500).

## 5.8 Optimering och korrigering av kalkdoser

Optimeringen syftar till att öka måluppfyllelsen, minska överkalkning och minimera kostnaderna. Optimering innebär att kalkningsinsatserna vid behov justeras inför varje spridningstillfälle. En kontinuerlig optimering säkerställer att kalkningsinsatsen alltid baseras på aktuella resultat och att kalkningen därmed är anpassad efter naturliga variationer i hydrologi och rådande försurningssituation.

Optimeringen är en kontinuerlig process som kan beskrivas enligt följande:

1. **Kalkning**
2. **Uppföljning** av kalkningens effekter
3. **Utvärdering** av vattenkemisk måluppfyllelse, överkalkning, effektivitet (resultat i förhållande till kalkdos) och kostnader
4. Korrigeringar av kalkgivor och **spridningsplan**



**Arbetsgång vid optimering** av kalkningar.

Utebliven vattenkemisk måluppfyllelse orsakas av underdosering eller av ineffektiv kalkning. Även när målet uppfylls kan kalkningen vara ineffektiv och optimering motiverad för att minska kostnaderna. En överdosering leder till att målet uppfylls med alltför stor marginal och motiverar optimering av såväl biologiska som ekonomiska skäl.

Effektiviteten kan beräknas som arealdos per erhållen alkalinitetshöjning. Höjningen av alkalinitet beräknas som lägsta alkalinitet vid högflöde efter kalkning, minus lägsta alkalinitet vid högflöde före kalkning. Genom att jämföra många målpunkter inom en region kan ineffektiva kalkningar identifieras. Ineffektiva kalkningar kan också urskiljas genom att jämföra använd kalkdos med riktvärdena ur tabell 2 och 3 samt figur 8 (sid. 45–46).

Vid över- eller underdosering kan följande samband mellan kalkdos och effekt användas för att justera kalkdosen:

**1 g kalkmedel/m<sup>3</sup> ger 0,01 mekv/l i alkalinitet.**

Sambandet är empiriskt och anger hur en förändring av dosen påverkar den lägsta alkaliniteten i ett kalkningsstrategiskt välplanerat område.

## UNDERDOSERING

### Symtom

Utebliven vattenkemisk måluppfyllelse men jämn och hög effekt i förhållande till använd kalkdos.

### Åtgärder

1. Höj kalkdosen i åtgärdsobjekten som mest till 100 g/m<sup>3</sup> för öppna kärr, 50 g/m<sup>3</sup> för mader samt 15–40 g/m<sup>3</sup> för åtgärdssjöar. Undvik dock doser över 20 g/m<sup>3</sup> i åtgärdssjöar som utgör målområden. För kalkdoserare ökas utdoseringen om detta är möjligt utan omfattande sedimentation.
2. Kalka ytterligare sjöar.
3. Flytta doserare närmare målområdet eller till ett mera turbulent vattendragsavsnitt.
4. Utöka antalet doserare.
5. Kalka nya våtmarksytor.

## ÖVERDOSERING

### Symtom

pH i målområdet under högflöden överstiger pH-målet med mer än 0,4 pH-enheter.

### Åtgärder

Uppskatta hur mycket den lägsta uppmätta alkaliniteten kan minskas i målområdet utan att pH-målet underskrids. Använd det ungefärliga dos-effektsambandet (1 g kalkmedel/m<sup>3</sup> ger 0,01 mekv/l i alkalinitet) för att beräkna hur mycket kalkgivan kan minskas. Därefter korrigeras kalkgivan i aktuella åtgärdsobjekt enligt:

1. Minska eller avsluta ineffektiva objekt, till exempel sjöar med kort omsättningstid och bäckmader om dessa saknar nedströms belägna sjöar som kan fungera som utjämningsmagasin.
2. Minska kalkdoseringen i de mest överdoserade delarna av åtgärdsområdet. I kalkade sjöar är det bättre att minska den årliga dosen än att "hoppa över" spridning vissa år när alkaliniteten är för hög.

Bedöms målet kunna nås helt utan kalktillsats läggs kalkningen vilande.

EXEMPEL: alkaliniteten vid högflöde kan sänkas med 0,05 mekv/l utan att måluppfyllelsen äventyras. Detta innebär att kalkdosen kan sänkas med 5 g/m<sup>3</sup> avrinningsvatten (1 g • 5). Med en medelavrinningen på 13 l/s/km<sup>2</sup> motsvarar det en reducerad arealdos på 20 kg/ha avrinningsområde/år.

I målpunkten (avrinningsområde = 1 200 ha) ger det en kalkreduktion på 24 ton/år.

## Optimering av doserardrift

En optimal doserarfunktion innebär att en automatiskt tillförd kalkmängd ger ett önskat pH i målpunkten, oavsett flöde och pH på tillrinnande vatten.

I första hand behövs en väl anpassad och robust teknik. Dessutom behövs en organisation för att se till att tekniken fungerar. När doseraren sätts i drift görs en preliminär inställning av de parametrar som påverkar mängden utdoserad kalk. De parametrar som behövs är en avbördningskurva, en relation mellan flödet vid doseraren och flödet vid målpunkten, ett förhållande mellan flöde och  $\text{pH}_{\text{okalk}}$  samt en titreringskurva som anger den kalkdos som är nödvändig för att höja pH till pH-målet vid olika  $\text{pH}_{\text{okalk}}$ . Den sistnämnda parametern kan skattas utifrån figur 8.

I regel innefattar samliga skattningar en betydande osäkerhet. Det är exempelvis vanligt att avbördningskurvan inte baseras på fältmätningar utan istället har skattats utifrån storleken på avrinningsområdet och den specifika avrinningen.

Vid optimeringen nyttjas uppmätt vattenkemi i målpunkten och ovan doseraren samt driftsdata som loggas automatiskt av doseraren. Driftsdata loggas vanligen på dygnsbasis och innefattar bland annat vattennivå, vattenflöde och kalkdos.

En användbar utvärdering är att kontrollera om den uppmätta ökningen av kalcium står i relation till den som förväntas med hänsyn till använd kalkdos. Genom att plotta tillförseln av kalcium mot vattennivå erhålls en uppfattning om avbördningskurvan är felaktig inom hela eller delar av flödesintervallet. Om pH-målet underskrids kan utvärderingen ge svar på om det beror på en driftstörning eller om tillförseln av kalk har varit otillräcklig till följd av felaktig inställning.

För att utvärdera doserardriften behövs vattenkemisk provtagning såväl ovanför doseraren som i målpunkten. Om kalkningen bedrivs med en kombination av metoder kan det vara befogat att komplettera med en målpunkt nedströms doseraren som inte påverkas av sådan sjö- eller våtmarkskalkning som tillkommer nedströms doseraren. Vattenprovtagningen bör omfatta hela flödesintervallet men vara mest frekvent vid högflöden. Kalcium är en nyckelparameter som både möjliggör flera utvärderingsalternativ och bättre precision än en utvärdering baserad på enbart pH och alkalinitet.

Vid behov görs en justering av avbördningskurvan och/eller kalkdosen. Alla förändringar bör journalföras.

## 5.9 Kalkspridningsplan

Som underlag för all spridning av kalk och åtgärder i samband med den ska det finnas en kalkspridningsplan. Huvudmannen är ansvarig för att upprätta och revidera spridningsplanen, medans länsstyrelsens uppgift är att granska och fastställa den.

Kalkspridningsplanen bör sträcka sig 3–5 år framåt i tiden. Den enklaste formen består av en karta med tillhörande förteckning över åtgärdsobjekt och kalkmängder. För att underlätta granskning och revidering rekommenderas att planen även innehåller uppgifter om motiv, mål, målområden och målpunkter samt de basfakta som påverkar kalkbehov, strategival och metodval, till exempel lägsta okalkat pH ( $\text{pH}_{\text{okalk}}$ ), sjödata och medelavrinning. Det är en fördel om större sjöar samt sådana som båtkalkas är lodade och volymberäknade.

Gröna kartan i skala 1:50 000 är lämplig som översiktskarta. Som spridningskarta används med fördel Lantmäteriets fastighetskarta i rasterformat (1:15 000 – 1:20 000). Numera är det vanligt att spridningskartan endast levereras i form av GIS-skikt över aktuella spridningsytor. För spridningskartor vid båtkalkning är djupkartor ett bra hjälpmedel.

Inför varje spridningstillfälle genomförs en optimering enligt avsnitt 5.8. Om pH-målen underskridits vid flera tillfällen eller om effektiviteten bedöms som oacceptabelt låg är det lämpligt att genomföra en genomgripande revidering av planen.

## NATURVÅRDSVERKETS FÖRESKRIFTER OCH ALLMÄNNA RÅD OM KALKNING AV SJÖAR OCH VATTENDRAG

### 6 §

Huvudmannen skall utarbeta en kalkspridningsplan för varje åtgärdsområde. Planen skall utgöra underlag för kalkningsåtgärderna och innehålla en karta med förtydligande beskrivning. Planen skall fastställas av länsstyrelsen.

## METODIK FÖR ATT TA FRAM EN KALKSPRIDNINGSPLAN

1. Definiera målområde(n) och målpunkt(er).
2. Bestäm vattenkemiska mål.
3. Uppskatta lägsta okalkat pH ( $\text{pH}_{\text{okalk}}$ ) i målpunkt(er).
4. Beräkna kalkbehov i målpunkt(er).
5. Inventera naturvärden. Peka ut områden där kalkning kan skada naturvärden och lägg ut eventuella skyddszoner runt dessa.
6. Utforma kalkningsstrategin.
7. Beräkna kalkmängd (ton/år) i varje åtgärdsobjekt.
8. Bestäm spridningsintervall och ange objektspecifika kalkmängder under respektive planeringsår.

### Kalkspridningsplanen bör innehålla:

- Motiv.
- Mål och målområde(n).
- Beräknad medelavrinning.
- Avrinningsområde i vattenkemiska målpunkt(er).
- Bedömning av lägsta okalkat pH ( $\text{pH}_{\text{okalk}}$ ) i målpunkt(er).
- Arealdos (eller volymdos) i vattenkemisk(a) målpunkt(er).
- Arealdos (eller volymdos) i styrpunkter och kalkade sjöar.
- Spridningsområden markerade på spridningskarta.
- Objektspecifika kalkmängder för respektive planeringsår. Kalkade sjöars avrinningsområden, volymer och omsättningstider samt utloppskoordinater enligt SMHI:s sjöregister.
- Areal av kalkade våtmarker. Kalkade våtmarkers avrinningsområden och kalkdos.
- Avrinningsområde vid doserarplats.
- Doserarens beräknade årsförbrukning av kalk, kalkdosbehov vid hög- resp. lågflöde samt den ev. flödesnivå under vilken doseraren kan stängas av.
- Förslag på lämpliga kalkprodukter.

## 5.10 Spridningskontroll

Huvudmannen ansvarar för spridningskontrollen. Kontrollens huvuduppgift är att se till att kalkspridningsplanen följs och att eventuella avsteg noteras och godkänns. Kontrollanten är ofta en person från kommunen eller en anlitad konsult.

För att kunna planera kontrollen är det lämpligt att i avtalet med entreprenören reglera med vilken framförhållning som den slutliga tidplanen ska levereras. Avvikelse från tidplanen får därefter bara göras efter kontakt med huvudmannen. Sju dagar kan vara en rimlig framförhållning, samtidigt är det viktigt att beakta att spridning med helikopter är väderberoende och därmed svår att planera med lång framförhållning. Under spridningsperioden kan det behövas snabba beslut för att hantera oplanerade avvikelser. Därför är det viktigt att kontrollanten är lätt tillgänglig på telefon.

I regel ansvarar entreprenören för kontakt med markägare och väghållare. Vid oklarheter är det lämpligt att entreprenören rådgör med huvudmannen vad gäller vägar, lastplatser och sjösättningsplatser. I undantagsfall kan det även vara lämpligt att genomföra en besiktning i förväg för att erhålla ett tillförlitligt referensmaterial. Om det uppstår skador på vägar, sjösättningsplatser och uppställningsplatser/depåer regleras detta i regel mellan entreprenören och berörda markägare/väghållare. Det är också en fördel om huvudmannen meddelas, på så vis kan eventuella problem beaktas vid kommande spridningar.

### Kontroll av kalkmedel och mängder

Vid transport med bulkbil kan kalkmängderna kontrolleras via vågsedlarna. Vanligaste systemet innebär att dessa, efter förfrågan, erhålls från entreprenören. Vågsedlarna kan också samlas in direkt av kontrollanten. Vid misstanke om fel eller fusk kan det vara befogat att kontrollväga bulkbilar. I normala fall är detta en onödig åtgärd. Används storsäck kan säckarna räknas vid depåerna. Även storsäckarna kan kontrollvägas vid misstanke om fel eller fusk.

I samband med upphandlingen inlämnas i regel en kvalitetsdeklaration på aktuella kalkningsmedel. Om inte fel eller fusk misstänks är normalt ingen ytterligare kontroll av kalken befogad.

Såväl vid kontrollvägning som vid kontroll av kalkkvalité är det huvudmannen som bekostar åtgärderna. Entreprenören har även rätt till ersättning om kontrollförfarandet innebär en ökad kostnad, exempelvis om det krävs en omväg för kontrollvägning.

### Kontroll av spridning

Kontroll i fält rekommenderas att man gör dagligen. Sjöalkning, såväl med båt som med helikopter, kan som regel inte kontrolleras i efterhand. Kontroll måste således ske i samband med spridningen.

Vid kalkning av våtmarker efterbesiktigas lämpligen ett urval av kalkningsobjekten. Förslagsvis prioriteras ytor som:

- är svåra att avgränsa eller hitta i terrängen.
- gränsar till naturreservat eller andra känsliga områden.
- kräver lång flygsträcka från depån.

Vid kontrollen noteras om kalken spridits inom markerade ytor och om den fördelats jämnt över ytan. Det är däremot inte möjligt att bedöma om den rätta kalkmängden spridits. Vid låga arealgivor eller efter spridning med någon kalkfällningsprodukt, kan

det vara svårt att från luften kontrollera hur spridningen har utfallit. Eventuellt kan det dock fungera genom att hovra med helikoptern till låg höjd (5–10 m).

En GIS-baserad redovisning av helikopterflygningarna är en utvecklingsmöjlighet för spridningskontrollen. Med dagens GIS-verktyg kan en redovisning som innehåller koordinatangivelser för spridningsbehållarens öppnande och stängning vid varje flygning räckas som kontroll av själva spridningen. Tekniken används idag vid skogsgödsling och bör kunna tillämpas även vid våtmarkskalkning.

### **Tillsyn av doserare**

Tillsyn och jourberedskap bör vara anpassad till det längsta driftsavbrott som kan tolereras och till larmutrustningen. Längsta tolererbara driftsavbrott definieras som tidsåtgången från driftsstopp till att pH-målet underskrids inom målområdet. Denna tid kan variera under året på grund av vattenflödet. Detta innebär att också behovet av tillsyn och jourberedskap varierar under året. Om driftslarm saknas är det lämpligt att tiden mellan tillsynstillfällena inte överskrider tiden för längsta tolererbara driftsavbrott. Finns det driftslarm kan tillsynen inskränkas till en gång i veckan vid högflöden och en gång varannan vecka under den övriga driftsperioden.

När utdoseringen av kalk regleras manuellt eller under inkörningsperioden för automatisk utdosering rekommenderas vattenprovtagning uppströms doseraren och i målpunkter vid varje tillsynsbesök. Med en väl intrimmad flödesstyrning räcker det i regel med provtagning varannan vecka, utom under högflöden då prov kan behövas tas en gång i veckan. Resultat för pH och alkalinitet utvärderas inom ett dygn och vid behov justeras doserna utan dröjsmål.

Isdämning och vattenflöden ovanpå isen är vanligt förekommande i samband med isläggning och islossning. Vid sådana perioder är mätningen av vattennivån inte tillförlitlig och bäst resultat uppnås i regel om utdoseringen regleras manuellt. Detta ställer stora krav på tillsyn och vattenprovtagning. Provtagning med 2–3 dagars mellanrum är en rimlig ambitionsnivå.

Den tekniska beredskapen bör också vara anpassad efter längsta tolererbara driftstopp. Detta innebär att komponenter som är vitala för driften måste kunna repareras eller bytas ut innan längsta tolererbara driftstopp överskrids. En lösning kan vara att bygga upp ett lager med reservdelar som innehåller alla vitala komponenter. Lämpligen kan lagret vara gemensamt för ett eller flera län.

Om det inte finns ett system där uppgifter om flöde och dosering lagras automatiskt förs driftjournal vid varje besök.

### **NATURVÅRDSVERKETS FÖRESKRIFTER OCH ALLMÄNNA RÅD OM KALKNING AV SJÖAR OCH VATTENDRAG**

#### **9 §**

Huvudmannen skall ansvara för kontroll av kalkdoserare.

#### *Allmänna råd till 9 §*

Vid kalkning med doserare bör larm och driftorganisation anpassas till längsta tolererbara driftstopp.



**LÄS MER**

Kalkning av våtmarker – metoder och effekter. Abrahamsson I. 1995.  
Naturvårdsverket rapport 4484.

Effekten av Grovkalk och Granuler som kalkningsmedel på våtmarker. Svahnberg A och Abrahamsson I. 2009. Länsstyrelsen i Jönköpings län meddelande 2009:21.

Effekten av granulerad kalk och grovkalk som alternativ till mjöl vid helikopter-kalkning av sjöar. Svahnberg A och Abrahamsson I. 2008. Länsstyrelsen i Västra Götalands län, rapport 2008:82.

Effekten av vomber som kalkningsmedel på våtmarker. Svahnberg A och Abrahamsson I. 2005. Myrica AB

Effekten av GX grovkalk som kalkningsmedel på våtmarker. Svahnberg A och Abrahamsson I. 2009. Myrica AB

## 6. UPPFÖLJNING

### 6.1 Inledning

Naturvårdsverket ansvarar för den nationella uppföljningen av kalkningens effekter. Den nationella uppföljningen syftar till att

- analysera de långsiktiga effekterna av kalkning.
- bedöma om kalkning återskapar ekosystem som liknar situationen före försurningen.
- avgöra om verksamheten leder till oönskade effekter.
- ge underlag för att bedöma försurningspåverkan och när kalkningen kan avslutas.

Länsstyrelsen ansvarar för den regionala effektuppföljningen. Den regionala uppföljningen syftar till att

- kontrollera vattenkemisk och biologisk måluppfyllelse.
- ge underlag för planering och optimering av kalkning och biologisk återställning.
- bedöma när kalkningen kan avslutas.
- redovisa effekter av kalkning till berörda målgrupper.

Definitionsmissigt är effektuppföljningen en del av den operativa övervakningen inom ramdirektivet för vatten. Lämpligen sker en samordning med den övriga övervakningen inom vattenförvaltningsarbetet. Samarbetet mellan flera län kan också vara ett bra alternativ. Metoder som finns beskrivna i Naturvårdsverkets handledning för miljöövervakning bör väljas. Kvaliteten säkerställs genom att anlita personer med relevant utbildning och erfarenhet. Konsulter och laboratorier bör vara ackrediterade eller ha motsvarande dokumenterad erfarenhet. De bör också medverka i interkalibreringsverksamhet om det finns en sådan. Resultatet från undersökningarna levereras till en nationell datavärd eller till en nationell databas när det finns en sådan.

Resultat från uppföljningen ska utvärderas löpande av länsstyrelsen som underlag för att optimera kalkningsverksamheten. Minst vart sjätte år genomförs lämpligen en utvärdering med syfte att uppdatera försurningsläget, bedöma kostnad–nytta och belysa orsaker till en eventuell utebliven biologisk måluppfyllelse.

#### **NATURVÅRDSVERKETS FÖRESKRIFTER OCH ALLMÄNNA RÅD OM KALKNING AV SJÖAR OCH VATTENDRAG**

##### 10 §

Länsstyrelsen skall ansvara för uppföljning och utvärdering av biologiska och vattenkemiska mål.

##### *Delar ur allmänna råd till 10 §*

Uppföljning och utvärdering bör utföras på ett sådant sätt och med sådana metoder att kvaliteten säkras.

Resultatet av effektuppföljningen bör levereras till nationell datavärd där sådan finns utsedd.

## 6.2 Nationell effektuppföljning

År 1989 startade ett forskningsinriktat program med syfte att i detalj studera vad som händer långsiktigt med kemi och biologi i kalkade vatten. Programmet IKEU, Integrerad KalkningsEffektUppföljning, har som syfte att bedöma om kalkning åter-skapar naturliga ekosystem och i vilken omfattning kalkning leder till oönskade effekter. Naturvårdsverket samordnar genom IKEU inventeringar och modelleringar för att ge länsstyrelsen underlag för att bedöma försurningspåverkan och behovet av fortsatt kalkning. IKEU bedriver också specialstudier av exempelvis överdosering och kalkavslut.

På hemsidan, <http://info1.ma.slu.se/IKEU/>, presenteras berörda sjöar och vattendrag, undersökningsmetoder, resultat och publicerade rapporter.

Den nationella uppföljningen omfattar också studier av vegetationseffekter av våtmarkskalkning. Sedan 1994 studeras våtmarker som kalkas med olika doser och intervall samt våtmarker där kalkningen avslutats.

## 6.3 Regional effektuppföljning

Lokaler som ingår i den regionala effektuppföljningen definieras som målpunkter eller styrpunkter.

En **målpunkt** är en provpunkt eller provsträcka som är kopplad till ett uppföljningsbart kemiskt eller biologiskt mål. Inom varje målområde ska minst en vattenkemisk målpunkt finnas.

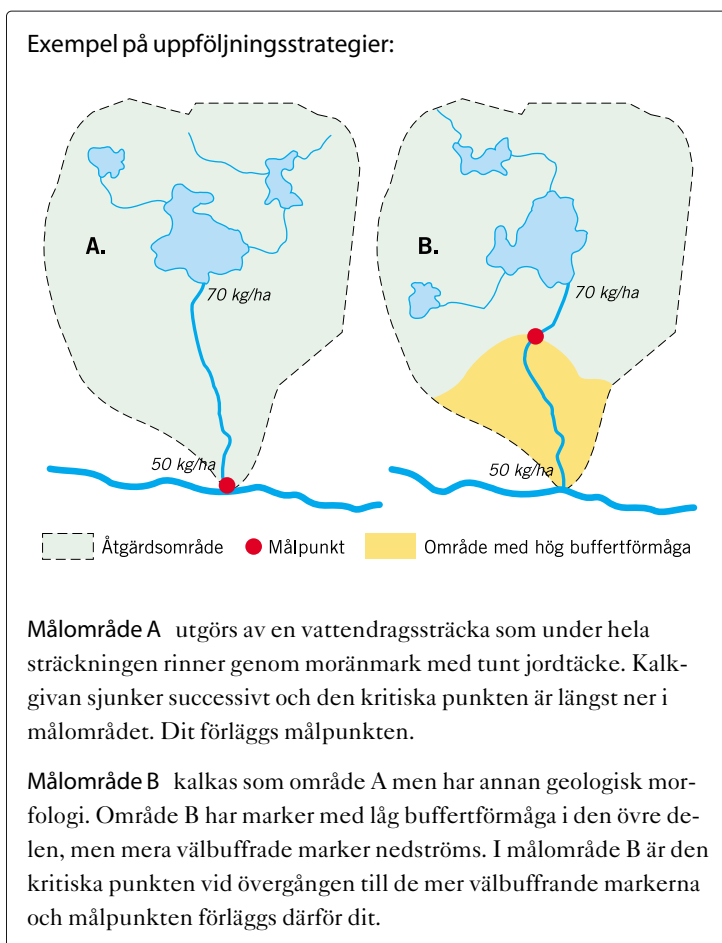
En **styrpunkt** är en vattenkemisk provpunkt för uppföljning på strategiskt viktiga platser, till exempel åtgärdssjöar, kalkade delflöden samt uppströms doserare.

En **referenspunkt** är en vattenkemisk provpunkt som inte påverkas av kalkning. Referenspunkten används för att korrigera för kalkpåverkan vid beräkning av okalkat-pH. Bäst precision uppnås om referenspunkten ligger i ett okalkat tillflöde inom åtgärdsområdet. Som alternativ kan ett närliggande vatten med jämförbar geologi väljas. Referenspunkten provtas lämpligen samtidigt och med samma frekvens som målpunkten. Referenspunkten kan också användas för att analysera oorganiskt aluminium med syfte att bedöma risken för giftiga halter när kalkningen trappas ner.

### Utformning av uppföljningsprogram

Ett vattenkemiskt basprogram utgör en förutsättning för att bedriva kalkning och måste finnas i alla målområden. För uppföljning av biologi prioriteras lämpligen de arter som utgör målet med kalkningen. Målpunkterna för vattenkemi bör placeras där förutsättningen för vattenkemisk måluppfyllelse är sämst. Enkla dosberäkningar kan användas för att lokalisera den punkt som enligt kalkningsstrategin är den svagaste (se avsnitt 5.2). Valet av målpunkt kan kontrolleras genom att vid samma tillfälle ta prover på ett antal punkter inom målområdet.

Som målpunkt för biologisk uppföljning väljs i första hand lokaler som är lämplig med hänsyn till metodik och avsedda arter. Om resultaten avses att användas för att bedöma vattenkvaliteten är det lämpligt att lokalerna även ligger i anslutning till den vattenkemiska uppföljningen.



Vid placering av målpunkter är det ofta nödvändigt att även beakta vad som är praktiskt och ekonomiskt genomförbart, till exempel var det finns farbara vägar. Om lokaler väljs som redan nyttjas i andra undersökningsprogram kan samordningsvinster skapas vid provtagning och utvärdering.

En sänkning av pH-målet innebär risk för en negativ biologisk påverkan. Om pH-målet sänks är det därför extra befogat att uppföljningen innefattar kontroll av status för naturligt förekommande arter samt analys av oorganiskt aluminium. Det är viktigt att skador på naturligt förekommande arter inte förväxlas med skador på arter som invandrat och etablerats på grund av alltför höga kalknivåer, och som kan förväntas försvinna när kalkningen minskar.

Systemet för kalkavslut förutsätter en uppföljning som omfattar såväl biologi som oorganiskt aluminium. Om pH sjunker lägre än 6,0 under nedtrappningsfasen är det därför befogat att uppföljningen innefattar analys av oorganiskt aluminium samt en kontroll av status för naturligt förekommande arter. Uppföljningen forstätter tills att kalkeffekten ebbat ut och därefter ytterligare maximalt tre år tills kalkningen avslutats.

## NATURVÅRDSVERKETS FÖRESKRIFTER OCH ALLMÄNNA RÅD OM KALKNING AV SJÖAR OCH VATTENDRAG

### *Delar ur allmänna råd till 10 §*

Målpunkter bör placeras i den del av målområdet där förutsättningarna för måluppfyllelse är som sämst.

Prov för bedömning av vattenkemisk måluppfyllelse bör insamlas vid tidpunkt då förutsättningarna för måluppfyllelse bedöms vara sämst. För sjöar innebär det att prov bör tas vid minst ett tillfälle vid högflöde, direkt efter islossning. För vattendrag bör minst sex prov per år insamlas vid höga flöden.

### Uppföljning av vattenkemi

Syftet med den vattenkemiska uppföljningen är att kontrollera måluppfyllelsen och utgöra underlag för omkalkning. Vid avtal med laboratorier är det viktigt att reglera hur och hur snabbt resultaten kan tillhandahållas. För pH och alkalinitet är det rimligt att resultaten finns tillgängliga inom ett dygn sedan proven levererats till laboratoriet. Vid kalkning med doserare är det särskilt viktigt att tillsynspersonalen erhåller resultaten utan dröjsmål.

Provtagningsintervall i den vattenkemiska effektuppföljningen.

Provpunkt	Provtagningsintervall	Kommentar
Målpunkter i vattendrag	6 ggr/år	Vid högflöde
Målpunkter i doserarkalkade vattendrag	> 10 ggr/år	Beroende på utrustning, vattendrag och antal driftsveckor
Målpunkter i sjöar	1–4 ggr/år	Beroende på motiv för kalkning
Styrpunkter i vattendrag	2–4 ggr/år	Samtidigt som i målpunkterna
Styrpunkter i doserarkalkade vattendrag	> 10 ggr/år	Samtidigt som i målpunkterna
Styrpunkter i sjöar	1 ggr/år	Strax innan islossning eller vid högflöden

### Målpunkter i vattendrag

Provtagningen bör koncentreras till högflödesperioder, eftersom det då är svårast att upprätthålla en tillfredsställande kalkningseffekt. Ett flexibelt provtagningsschema behövs för att säkerställa att prov tas vid alla betydande flödestoppar. I områden med omfattande vårflod är det också väsentligt att prov tas i vårflodens inledningsfas för att följa upp effekter av tidig utsmältning och ytliga flöden. Som underlag för spridningsplanering och för kontroll av överdosering är det lämpligt att ett prov även samlas in vid lågflöde (basflöde). I praktiken innebär detta att minst 6 prover tas varje år. Under år med riklig nederbörd och/eller flera flödestoppar behövs ytterligare prov.

I målpunkter som kalkas med doserare anpassas provtagningsfrekvensen lämpligen efter doserarens utrustning. När utdoseringen regleras manuellt är det lämpligt att prov tas vid varje tillsynstillfälle. För doserare med automatisk reglering av kalkutmatningen rekommenderas provtagning en gång varannan vecka under hela driftperioden samt en utökning till ett prov per vecka vid högflöden. När doserarkalkning enbart används för en nedströms belägen sjö provtas enbart sjön enligt vad som anges för målpunkter i sjöar.

### Målpunkter i sjöar

I sjöar rekommenderas provtagning i samband med höga flöden på våren. Om sjön varit islagd är det lämpligt att avvakta 1–2 veckor efter islossning så att vattenvolymen hinner cirkulera. Under perioder med mycket regn kan ytterligare prov vara motiverade. Proven tas i utloppet eller mitt på sjön på 0,5 m djup. Som underlag för spridningsplanering och för kontroll av överdosering är det lämpligt om prov även tas vid lågflöde.



FOTO: FREDRIK NILSSON

**Vattenprovtagning** av sjöar sker av kostnadsskäl i första hand från land vid sjöns utlopp.

### Styrpunkter i vattendrag

Det bästa underlaget för spridningsplanering erhålls om styrpunkterna provtas samtidigt med målpunkterna. Normalt kan en lägre frekvens användas, vilket innebär 2–4 prov/år. För styrpunkter uppströms doserare rekommenderas samma strategi och frekvens som för målpunkten nedströms doseraren.

### Styrpunkter i sjöar

I sjöar som enbart kalkas för nedströms belägna målområden (åtgärdssjöar) tas prov lämpligen en gång per år under den mest kritiska perioden för nedströmseffekt. I regioner med betydande isperiod infaller den kritiska perioden normalt strax före islossningen och i övriga regioner i samband med högflöden. Syfte och provtagningstidpunkt innebär att provtagning i sjöutloppet rekommenderas.

### Oorganiskt aluminium

Analys av oorganiskt aluminium rekommenderas i målpunkter där pH-värden under 6,0 förekommer. Detta är särskilt viktigt i samband med kalkavslut och om pH-målet sänkts från 6,0. För att bedöma vilka nivåer som kan förväntas i samband med avslutad kalkning kan oorganiskt aluminium också analyseras i okalkade referenspunkter.

Halten av oorganiskt aluminium varierar minst lika snabbt som pH-värdet och bör därför analyseras vid samtliga provtagningar. Särskilt viktigt är det att analysera aluminium vid uppåtgående flöden och efter perioder med torka.

## Analyser

För samtliga prover rekommenderas analys av pH, alkalinitet, kalcium, magnesium och vattenfärg/absorbans. För att beräkna  $\text{pH}_{\text{okalk}}$  behövs också analys av kalium, natrium, sulfat, klorid, nitrat och TOC/DOC. Dessutom behövs en skattning av  $\text{Ca}^*/\text{Mg}^*$ -kvoten. Om en sådan skattning inte finns tillgänglig sedan tidigare kan detta göras genom analys av kalcium, magnesium och klorid på referenspunkten. Analyserna bör utföras av ett ackrediterat laboratorium med metoder som anges i handledning för miljöövervakning.

### OORGANISKT ALUMINIUM

I kalkade vatten förekommer i regel många områden där kalkat vatten med högt pH blandas med tillrinnande surt vatten. Dessa områden benämns blandzoner och karaktäriseras av en instabil vattenkemi där pH-beroende kemiska reaktioner uppträder. Från kalkningssynpunkt är effekten på aluminium den viktigaste. Surt tillrinningsvatten kan innehålla höga halter av oorganiskt monomert aluminium. När detta vatten blandas med ett vatten med högt pH inleds en omvandling som, om pH blir tillräckligt högt, till slut innebär att aluminium övergår i ofgiftiga former. Under omvandlingsprocessen uppträder dock de aluminiumfraktioner (enkla oorganiska former) som medför störst akutgiftverkan på biologin.

Hur snabbt aluminium omvandlas beror på bland annat pH och temperatur. Från uppföljningssynpunkt innebär detta problem. Under tiden från provtagning till analys kan omvandlingen fortsätta. Därför kan situationen vid analysen avvika påtagligt från den som biologin upplever. I forskningssammanhang fraktioneras ofta aluminium direkt i fält. I ett omfattande program som kalkeffektuppföljning är detta inte möjligt.

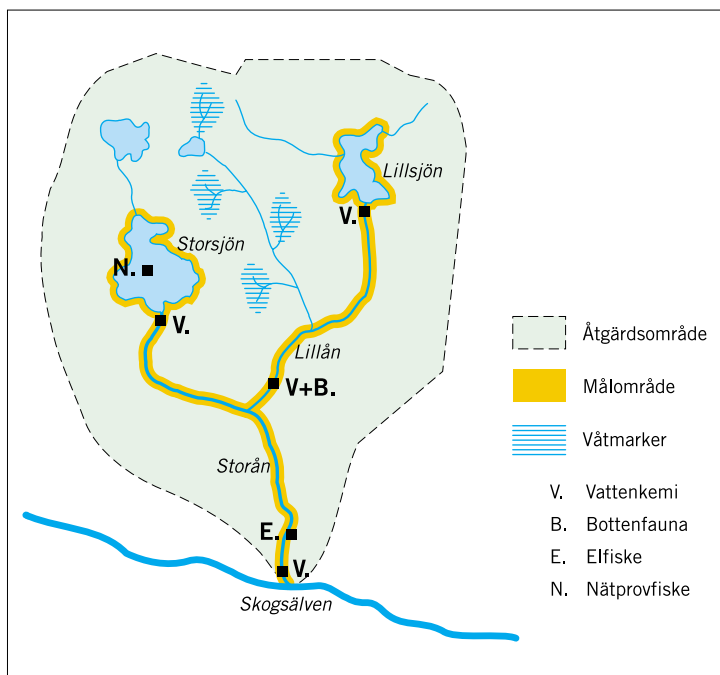
Analys av oorganiskt aluminium saknar standardmetod. Den metod som rekommenderas har utarbetats och kvalitetssäkrats vid institutionen för tillämpad miljövetenskap (ITM) vid Stockholms universitet (Andrén & Rydin, 2009). Metodiken innebär att katjonbyte utförs enligt Driscoll och slutbestämning görs med spektrofotometrisk bestämning efter pyrokatekolviolettkomplexering.

## Uppföljning av biologi

Syftet med den biologiska uppföljningen är att kontrollera måluppfyllelsen och att följa upp motiven för kalkning. Den biologiska effektuppföljningen kan också utgöra underlag för att planera och följa upp biologiska återställningsåtgärder.

I första hand rekommenderas att den biologiska uppföljningen inriktas på de specifika arter som utgör motiv för kalkningsinsatsen. I andra hand följs sådana arter som utgör indikatorer på icke sura förhållanden.

Genom att använda de undersökningstyper som beskrivs i Naturvårdsverkets handledning för miljöövervakning blir resultaten jämförbara med dem som erhålls inom andra miljöövervakningsprogram. Dessutom kan resultaten användas för att bedöma status enligt bedömningsgrunder. För jämförelse med äldre provtagning och för tids-serier är det lämpligt att använda samma metod och provtagningstidpunkt som tidigare. En plan för kvalitetssäkring är ett bra verktyg för att identifiera risker för felkällor och därigenom säkerställa att undersökningarna utförs enligt de metoder och tillämpningar som fastställts.



Exempel på **provtagningspunkter** i ett åtgärdsområde.

### Bottenfauna

Undersökning av bottenfauna används både i rinnande vatten och i sjöars strandzon. Vanligen är syftet att i första hand kontrollera surhetsstatus, vilket till stor del bedöms utifrån erhållna arters surhetstolerans. Resultaten kan även nyttjas för att bedöma naturvärden, vanligen i form av rödlistade arter.

När provtagningen planeras är det viktigt att beakta de eftersökta arternas livscyklar. Vid provtagning på våren/försommaren erhålls huvudsakligen arter som levt som larver under vinter och vår. Vid provtagning på hösten erhålls främst larver som levt under sommaren. I vatten där de mest kritiska perioderna förväntas infalla under senhöst, vinter och vår speglar därför provtagning under våren effekterna från de mest kritiska perioderna.

Provtagning på hösten tillämpas normalt inom miljöövervakningen. I kalkade vatten finns dock risk att resultaten från höstprover feltolkas på grund av att känsliga arter koloniserar under sommaren. Inom kalkeffektuppföljningen rekommenderas därför provtagning på våren. Vid provtagning på våren är det viktigt att proven insamlas innan viktiga indikatorarter har hunnit kläckas och lämnat vattnet.

Måluppfyllelse definieras lämpligen med utgångspunkt från något av de index som finns för att beskriva surhet. Förekomst av indikatorarter enligt Lingdell & Engblom 2002 är ett sätt. Andra surhetsindex är MILA, MISA och Henriksson & Medins surhetsindex.

### Fisk i vattendrag

Genom elfiske skattas beståndstäthet och åldersstruktur för laxfiskrekrytering. Metoden används för att följa upp mål och motiv knutna till laxfisk. Om syftet är att följa utvecklingen över tiden används årligt kvantitativt elfiske, dvs tre på varandra följande utfiskningar. Kvalitativt fiske, en utfiskning, används i inventeringssyfte när en översiktlig bild av artförekomst och beståndstatus efterfrågas.



Tätheten av laxfiskar påverkas av en rad faktorer där försurningen tillsammans med vattenkemin är en. Orsaken till att fisk saknas eller att den förekommer i låga tätheter är ofta svår att fastställa och kan inte automatiskt kopplas till en misslyckad kalkningsinsats.

Måluppfyllelse kan definieras som förekomst av årsungar eller en specifik beståndstäthet av årsungar och äldre laxfisk. Fiskeriverket har tagit fram jämförelsevärden för olika regioner baserat på beståndstyp och avrinningsområdets storlek. Dessa kan med fördel användas som underlag för att definiera mål för beståndsstorlek.

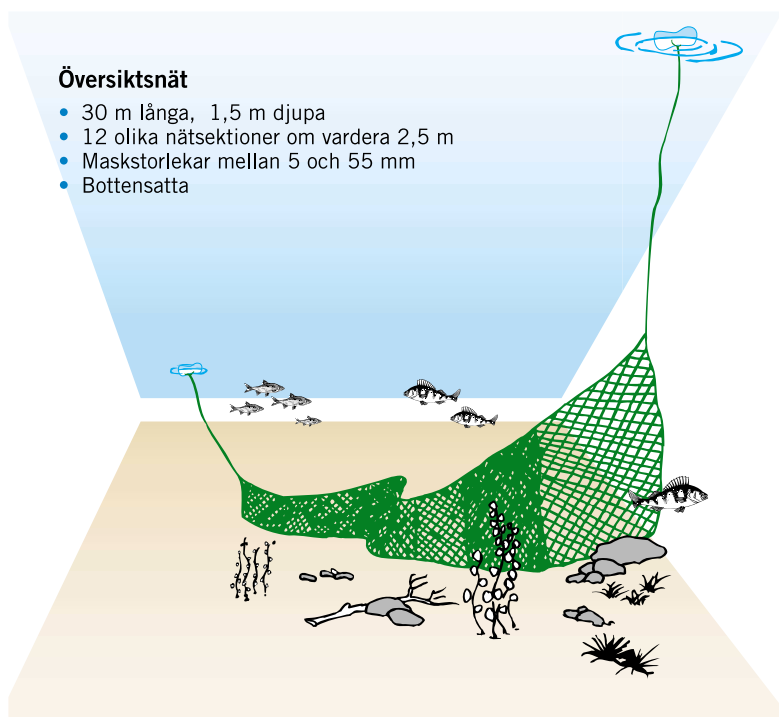


Vid **elfiske** bedövas fisken med elektrisk ström och kan då fångas i en håv. Metoden ger framförallt möjlighet att bedöma tätheten av laxfiskungar.

### Fisk i sjöar

Nätprovfiske används för att kontrollera artsammansättning och fiskbeståndens storlek och struktur (fig. 9). Om syftet är att följa beståndsutvecklingen över tiden används standardiserat provfiske. För att kontrollera artsammansättning och yngelförekomst räcker det med den billigare inventeringsmetodiken.

Målet med kalkningen är i regel att få tillbaka förlorade arter, återfå en god för-yngring eller upprätthålla ett naturligt fisksamhälle. Att åldersklasser saknas eller att storleksfördelning är skev tyder på reproduktionsstörningar. Förekomst av mört som är kortare än 10 cm är ett vanligt förekommande mål som indikerar lyckad reproduktion (året innan provfisket). Om fisken åldersbestäms kan störningar i reproduktionen upp till 10 år tillbaka i tiden upptäckas.



**FIGUR 9.** Vid standardiserat nätprovfiske används **översiktsnät**. Näten är 30 m långa och innehåller 12 olika maskstorlekar mellan 5 och 55 mm. Teckning: Gunnar Lagerqvist.

### Flodkräfta

Provfiske efter flodkräfta syftar till att undersöka förekomst, utbredning och beståndens storlek och struktur. För att följa utvecklingen i tiden och skatta beståndstäthet används kvantitativt provfiske. Om syftet enbart är att kontrollera förekomst och utbredning kan inventeringsfiske användas. Ofta används provfiske som kontroll vid återetablering. Burprovfiske med cylindermjårdar fungerar dåligt på glesa bestånd (främst i sjöar) och förmår inte fånga kräftor som är mindre än 6 cm. Ett alternativ till uppföljning av glesa bestånd kan vara att visuellt leta efter kräftor med vattenkikare.

Måluppfyllelse kan definieras som förekomst, beståndstäthet (fångst per ansträngning) eller en normal storleksstruktur.



FOTO: INGE LENNEMARK

**Flodkräfta** var vanlig i många vatten i Syd- och Mellansverige innan försurning och kräftpest slog till.

## Flodpärlmussla

Inventering av flodpärlmussla syftar till att undersöka förekomst, utbredning och beståndens storlek och struktur. När småmusslor saknas kan metoden kompletteras med kontroll av glochidielarver på värd fisk (öring/lax). Då flodpärlmusslans livscykel är mycket lång är det normalt inte relevant med någon undersökning förrän tidigast 7 år efter det att kalkningen startat.

Måluppfyllelse kan definieras som förekomst av små musslor. Förekomst av musslor under 2 cm tyder på föryngring under de 8–10 senaste åren och musslor under 5 cm på föryngring under de 15–20 senaste åren.

Inventering av flodpärlmusslor som uppföljning av kalkningseffekter samordnas med det gemensamma delprogrammet för stormusslor inom regional miljöövervakning.



FOTO: INGE LENNMARK

**Flodpärlmusslor** har tidigare funnits i vattendrag över hela landet. Idag är de försvunna från många vatten, bland annat på grund av försurningen.

## Påväxt av kiselalger

Provtagning av påväxtalger syftar till att beskriva artsammansättning, artantal och relativ förekomst av arter. Provtagningen sker på sensommaren/hösten när påväxtsamhället är maximalt utvecklat.

I första hand används metoden för att utreda om eventuella surstötter missats i den vattenkemiska uppföljningen. Detta kan befaras vara fallet om responsen hos andra biologiska parametrar uteblivit trots att pH-målet uppfyllts. För att utesluta förekomst av surstötter kan prov behöva tas under flera år i följd.

För att bedöma miljötillstånd används index som baseras på kiselalgernas artsammansättning och relativa förekomst. Surhetsindex ACID används för att bedöma surhet. Måluppfyllelse definieras lämpligen som måttligt surt eller nära neutralt enligt bedömningsgrunderna för sjöar och vattendrag.

## 6.4 Utvärdering

Resultaten från effektuppföljningen används för att redovisa effekterna av kalkning och som underlag för att optimera och utvärdera verksamheten. Optimering innebär översyn av de vattenkemiska resultaten inför varje ny spridningsomgång. Optimeringen finns närmare beskriven i avsnitt 5.8.

Länsstyrelsen ansvarar för utvärderingen och för att resultaten görs tillgängliga. Utvärderingen genomförs lämpligen med högst sex års mellanrum och innefattar tre huvudmoment:

- Identifiera orsaker till utebliven biologisk respons
- Förnyad försurningsbedömning
- Analys av uppnådd och förväntad kostnad och nytta

Orsaken till utebliven biologisk respons klarläggs genom att värdera den vattenkemiska statusen samt andra tänkbara orsaker. Den förnyade försurningsbedömningen baseras på nya vattenkemiska resultat som värderas enligt kapitel 4.3. Analysen av kostnad och nytta genomförs med utgångspunkt från kapitel 4.6.

Utvärderingen kan leda till att kalkningen avslutas eller att kalkspridningsplanen revideras. Det kan också bli aktuellt att ändra avgränsningar av målområden, justera de vattenkemiska målen eller ta initiativ till biologisk återställning.

### EN UTVÄRDERING BÖR INNEHÅLLA:

- Beskrivning av åtgärdsområdet med natur- och nyttjandevärden, påverkan och hot.
- Beskrivning av mål och effektuppföljning.
- Beskrivning av nuvarande kalkningsstrategi, utförda kalkningsinsatser och biologiska återställningsåtgärder.
- Resultat från biologisk- och kemisk effektuppföljning.
- Redovisning av kemisk och biologisk måluppfyllelse för varje målområde.
- Bedömning av nuvarande och tidigare försurningspåverkan för varje målområde.
- Bedömning av orsaker till utebliven måluppfyllelse.
- Bedömning av kalkningseffektivitet och eventuell överdosering.
- Bedömning av effekterna av tidigare förändringar i kalkdosering och kalkningsstrategi.
- Bedömning av kostnad och nytta.
- Förslag till förändringar av spridningsplaner och kalkningsstrategi.
- Förslag till åtgärder i form av biologisk återställning.
- Förslag till förändringar av målformuleringar och avgränsning av målområden.
- Förslag till förändringar av effektuppföljningsprogrammet.

## LÄS MER

IKEU-programmet. <http://info1.ma.slu.se/IKEU/>

Kalkning av våtmarker, uppföljning av växtekologiska effekter. Rafstedt T. 2008. Naturvårdsverket Rapport 5758

Handledning för miljöövervakning. Naturvårdsverket. [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)

Om rödlistning av arter på Artdatabankens hemsida: [www.artdata.slu.se/rodlista/](http://www.artdata.slu.se/rodlista/)

Which aluminium fractionation method will give true inorganic monomeric Al results in fresh waters (not including colloidal Al)? Andrén C. & Rydin M. 2009. J. Environ. Monit., 2009:11.

Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag 2007. Bilaga A till Naturvårdsverkets handbok 2007:4 Status, potential och kvalitetskrav för sjöar, vattendrag, kustvatten och vatten i övergångszonen.

Bedömningsgrunder för bottenfauna i sjöar och vattendrag – användarmanual och bakgrundsdokument. Johnsson R. & Goedkoop W. 2007. Institutionen för miljöanalys SLU rapport 2007:4.

Bottendjur som indikator på kalkningseffekter. Lingdell P.-E. & Engblom E. 2002. Naturvårdsverket Rapport 5235.

Vad säger bottenfaunan? Utvärdering av bottenfaunaundersökningar inom kalkningsverksamheten. Lingdell P.-E. & Engblom E. 2008. Naturvårdsverket Rapport 5634.

Standardiserad metodik för provfiske i sjöar. Kinnerbäck, A. 2001. Fiskeriverket info 2001:2.

Nätprovfiskeregistret (NORS) och elfiskeregistret (SERS). Fiskeriverket. [www.fiskeriverket.se](http://www.fiskeriverket.se).

Elfiske, standardiserat elfiske och praktiska tips med betoning på säkerhet såväl för fisk som för fiskare. Degerman E. & Sers B. 1999. Fiskeriverket information 1999:3.

Bedömningsgrunder för fiskfaunans status i rinnande vatten – utveckling och tillämpning av VIX. Beijer U. et al. 2007. Fiskeriverket informerar 2007:5.

Ekologisk fiskevård. Degerman E. et al. 1998. Sportfiskarna.

Fiskevård i rinnande vatten. Ekologi, miljövård, restaurering. Råd och anvisningar från Fiskeriverket. Fiskeriverket. 1997.

Status, trender och skydd för flodpärlmusslan i Sverige. Söderberg H., Karlberg A. & Norrgrann O. 2008. Länsstyrelsen i Västernorrland rapport 2008:12.

Bakgrundsrapport för revidering 2007 av bedömningsgrunder för Påväxt – kiselalger i vattendrag. Kahlert M., Andrén C. & Jarlman A. 2007. SLU Institutionen för miljöanalys Rapport 2007:23.

## 7. ADMINISTRATION

### 7.1 Bidragshantering

Enligt förordning (1982:840) får länsstyrelsen lämna statsbidrag till kalkning och biologisk återställning i kalkade vatten, liksom till planering och utvärdering. Bidrag får också ges till utredningar eller undersökningar.

Bidraget uppgår normalt till 85 % av totalkostnaden. I särskilda fall, till exempel vid höga naturvärden, kan bidraget bli upp till 100 % av kostnaderna. Om länsstyrelsen anser att bidrag bör lämnas med mer än 85 % ska Naturvårdsverket avgöra bidragsprocenten.

Länsstyrelsen ansöker årligen om statsbidrag enligt Naturvårdsverkets riktlinjer. Naturvårdsverket fattar därefter beslut om de ekonomiska ramarna till respektive län.

Huvudmännen ansöker om statsbidrag hos länsstyrelsen på de blanketter som finns upprättade för ändamålet.

Länsstyrelsen beslutar om statsbidrag till huvudmännen. I beslutet ställer länsstyrelsen villkor om den ekonomiska och verksamhetsmässiga redovisningen. Om bidrag betalas ut i förskott rekommenderas att upphandlingen är genomförd. Eventuella överskott eller underskott regleras efter slutredovisningen eller senast vid nästkommande års bidragsutbetalning. Ett bidragsbeslut från länsstyrelsen bör innehålla följande villkor:

- Åtgärderna ska genomföras i enlighet med den regionala åtgärdsplanen.
- Kalkningsåtgärder och i förekommande fall också uppföljning och planering ska upphandlas.
- Tidsram ska sättas för start och avslut av kalkning.
- Eventuell ränta på statsbidraget ska användas till kalkningsverksamheten.
- Huvudmannen ska underkasta sig den kontroll av utförandet som länsstyrelsen bestämmer.
- Ett slutdatum ska sättas för ekonomisk redovisning och rapportering av utförd kalkning. Redovisningen ska göras enligt länsstyrelsens anvisningar.
- Huvudmannen ska ha erforderliga tillstånd från berörda markägare och myndigheter.

Bidrag för huvudmannens kringkostnader (planering, kontroll med mera) kan fördelas schablonmässigt av länsstyrelsen. Schablonen består förslagsvis av en fast och en rörlig del, där den rörliga delen baseras på exempelvis antal kalkade objekt, antal ton spridd kalk eller antal åtgärdsområden.

## **NATURVÅRDSVERKETS FÖRESKRIFTER OCH ALLMÄNNA RÅD OM KALKNING AV SJÖAR OCH VATTENDRAG**

### 11 §

Huvudmannen skall årligen till länsstyrelsen redovisa uppgifter om genomförda kalkningsåtgärder inom respektive åtgärdsområde.

#### *Allmänna råd till 11 §*

Huvudmannens redovisning av genomförda kalkningsåtgärder bör ske enligt länsstyrelsens anvisningar.

### 12 §

Länsstyrelsen skall årligen till Naturvårdsverket redovisa kalkningsverksamhetens omfattning, inriktning och måluppfyllelse i länet.

#### *Allmänna råd till 12 §*

Länsstyrelsens redovisning av kalkningsverksamheten bör ske i form av nyckeltal och verksamhetsberättelse enligt Naturvårdsverkets anvisningar.

## 7.2 Redovisning

Länsstyrelsen ska årligen redovisa kalkningsverksamhetens omfattning, inriktning och måluppfyllelse enligt Naturvårdsverkets anvisningar. Naturvårdsverket sammanställer materialet och bedömer hur kalkningsverksamheten utvecklas nationellt och regionalt. Naturvårdsverket rapporterar måluppfyllelsen vidare till regeringen.

Huvudmannen redovisar genomförda kalkningsåtgärder till länsstyrelsen enligt villkor i bidragsbeslutet. Huvudmannens rapportering sker lämpligen senast 15 februari året efter genomförd åtgärd. Med fördel redovisar entreprenören genomförda kalkningsinsatser både till huvudmannen och länsstyrelsen. Detta kan regleras i upphandling och avtal. Redovisningen sker på objektsnivå och innehåller uppgifter om spridda mängder, spridningsdatum, CaO-halt, kalkens ursprung och spridningsmetod. Den ekonomiska redovisningen innefattar de kostnader som huvudmannen har haft för att genomföra kalkningsåtgärden och utgör underlag för statsbidraget. Utöver kalk och spridning kan huvudmannen haft kostnader för upphandling, planering och spridningskontroll.

## 7.3 Upphandling

### **Lagen om offentlig upphandling**

Lagen om offentlig upphandling (LOU 2007:1091) reglerar myndigheters upphandling av varor och tjänster.

Olika regler gäller för upphandling över respektive under ett så kallat ”tröskelvärde”. För kommunal upphandling av kalkning är tröskelvärdet för närvarande 206 000 euro (år 2009). För statliga myndigheter gäller 133 000 euro. I värdet inräknas eventuella options- och förlängningsklausuler. En upphandling får inte delas upp för att tröskelvärdet ska underskridas.



## Upphandling över tröskelvärdet

Upphandling över tröskelvärdet regleras i 3–14 och 16 kapitlet av LOU. All upphandling av varor och tjänster över tröskelvärdena ska annonseras i tillägget till Europeiska gemenskapernas tidning (EUT S) som finns tillgängligt på TED:s (Tenders Electronic Daily) webbplats. Formulär för annonsering och ytterligare information finns att hämta via Internet bland annat hos Allego ([www.allego.se](http://www.allego.se)) eller hos SIMAP, en portal för offentlig upphandling i Europa ([http://simap.eu.int/index\\_sv.html](http://simap.eu.int/index_sv.html)).

Vanligast förekommande förfarande är ”öppen upphandling”, där anbudstiden ska vara minst 52 dagar. I annonsen anges hur leverantören ska visa att han uppfyller de krav som ställs på teknisk förmåga, kapacitet och finansiell ställning. Det är möjligt att förkorta anbudstiden om annonseringen görs elektroniskt och förfrågningsunderlaget också tillhandahålls elektroniskt (kapitel 8 i LOU).

Ett alternativt upphandlingsförfarande är ”sektiv upphandling” – ett tvåstegsförfarande som liknar den ”urvalsupphandling” som beskrivs i det följande.

## Upphandling under tröskelvärdet

Vid upphandling under tröskelvärdet används i allmänhet förenklad upphandling eller eventuellt urvalsupphandling enligt 15 kap. i LOU.

Förenklad upphandling innebär att anbud ska infordras skriftligt genom annonsering ”i elektronisk databas, som är allmänt tillgänglig” eller annons i någon annan form som leder till effektiv konkurrens. Flera företag erbjuder sådana tjänster (bland annat Allego ovan). Alla leverantörer har rätt att delta med anbud.

Exempel på CPV-koder som berör kalkningsverksamheten. I annonsering i Allegos databas för upphandlingar (f.d. Anbudsjournalen) eller i TED. CPV-koder är en EU-gemensam terminologi vid offentlig upphandling.

CPV-kod	Benämning
14 12 12 10-0	Kalkmjöl
74 23 10 00-7	Byggtekniska konsulttjänster och byggnadstjänster
74 23 13 00-0	Miljötekniska konsulttjänster
74 31 20 00-9	Analystjänster
90 30 00 00-0	Tjänster avseende miljö och ekologi
90 31 20 00-7	Undersökning avseende miljöpåverkan
90 31 52 00-0	Miljöförbättrande tjänster

Urvalsupphandling innebär att den upphandlande enheten genom annonsering erbjuder alla leverantörer att ansöka om att få lämna anbud och sedan bjuder in ett urval av de sökande till anbudsgivning. Ansökningsinbjudan ska publiceras genom en annons i en elektronisk databas som är allmänt tillgänglig. Av ansökningsinbjudan ska det framgå hur en ansökan om att få lämna anbud får lämnas och när ansökan senast ska ha kommit in.

Enhetsen får i sin inbjudan ange det antal leverantörer som avses bli inbjudna att lämna anbud. Antalet inbjudna ska vara tillräckligt stort för att uppnå effektiv konkurrens med utgångspunkt från det som ska upphandlas.

Både vid förenklad upphandling och vid urvalsupphandling ska anbudsgivarna ha skälig tid på sig för att komma in med anbud respektive ansökningar. Tiden får aldrig vara kortare än tio dagar sedan upphandlingen annonserades.

Såväl vid förenklad upphandling som vid urvalsupphandling får en kopia av annonsen sändas för kännedom till potentiella anbudsgivare. De deltagande leverantörerna



ska lämna skriftliga anbud. Därefter får den upphandlande enheten förhandla med en eller flera anbudsgivare.

#### **Arbetsgång vid upphandling**

1. Annonsering av anbudsfrågan
2. Anbudsfrågan finns tillgänglig
3. Anbud kommer in
4. Anbudsöppning
5. Anbudsprövning och anbudsutvärdering följt av beslut
6. Tilldelningsbeslut sänds till samtliga anbudsgivare
7. Tid för överklagan under 10 dagar
8. Avtal tecknas

Av förfrågningsunderlaget (även kallat anbudsfrågan) ska framgå upphandlingens omfattning, krav på varan, krav på leverantören och krav på tjänsten. Kraven ställs också på underleverantörer och konsulter. Krav är villkor som måste uppfyllas. Gör anbudsgivaren inte det förkastas anbudet. För varje krav ska det framgå vilka bevis som ska lämnas med anbudet.

Exempel på krav på leverantören är att

- inneha miljölednings- och kvalitetssäkringssystem, exempelvis vara certifierad enligt ISO 14 000 och ISO 9 000 eller likvärdigt
- ha fullgjort lagenliga registreringskyldigheter
- vara registrerad för redovisning och inbetalning av mervärdesskatt, preliminär F/FA-skatt och arbetsgivaravgifter
- inte ha skatteskulder eller skulder för sociala avgifter
- ha utpekade kontakt- resp. ansvarspersoner för aktuella moment

Exempel på krav på tjänsten är att

- kunna genomföra uppdraget inom avsedd tid även om oförutsedda händelser inträffar
- ha dokumenterad kompetens för det som uppdraget innebär

Exempel på bevis som ska medfölja anbudet är

- ackrediterings- och certifieringsintyg
- registreringsbevis utfärdat av Bolagsverket
- ansvarsförsäkring
- blanketten ”Begäran om upplysning vid upphandling SKV 4820” från Skatteverket

Används termen ”likvärdigt” i förfrågningsunderlaget ska det vara beskrivet vad som menas och vad som godkänns som ”likvärdigt”.

I förfrågningsunderlaget ska det framgå hur anbudsprövningen ska gå till, se nedan. Dessutom ska kommersiella villkor och administrativa bestämmelser anges. Exempel på kommersiella villkor är hur priset ska anges, betalningsvillkor, avtals- och leveranstid och om en förlängning av avtalet kan bli aktuell. Exempel på administrativa bestämmelser är vilken upphandlingsform som används, anbudsutformning, sista datum för att lämna anbud och hur kompletterande upplysningar ska lämnas.

Under hela upphandlingsförfarandet från anbudsfrågan till dess att ett giltigt avtal har träffats råder sekretess. Absolut sekretess gäller innan tilldelningsbeslutet har expedierats. Därefter gäller att den ”vanliga” sekretessbedömningen ska göras inför utlämnande av uppgifter/handlingar. Alla anbudsgivare ska behandlas lika. Det innebär bland annat att eventuella kompletteringar och förtydliganden till förfrågningsunderlaget ska sändas eller på annat sätt informeras till samtliga anbudsgivare. Det kan lämpligen göras genom att myndigheten på hemsidan redovisar svar på frågor som ställs under upphandlingsperioden. Hemsidans adress anges i anbudsfrågan.

Hur länge anbudsfrågan ska finnas tillgänglig och hur den ska annonseras beror på upphandlingsform, se avsnitten om upphandling över respektive under tröskelvärdet. Inkomna anbud öppnas inte förrän anbudstiden har gått ut. Vid anbudsoppningen ska minst två personer närvara, och protokoll ska föras.

Vid anbudsprövningen kontrolleras vilka anbud som uppfyller kraven på varan, leverantören och tjänsten. Endast de anbud som uppfyller alla krav går vidare till anbudsutvärdering. Om inget anbud uppfyller samtliga krav ska upphandlingen göras om.

Vid anbudsutvärderingen antas det mest fördelaktiga anbudet enligt de på förhand uppställda utvärderingskriterierna. Utvärderingen ska göras efter de specifikationer som angivits i förfrågningsunderlaget.

Exempel på utvärderingskriterier är

- pris
- erfarenhet
- kvalitetsrutiner och leveranssäkerhet
- transportrutiner och miljöpåverkan

Utvärderingskriterierna ska sinsemellan vara viktade. Exempelvis kan utvärderingskriterierna betygsättas i en tregradig skala där 1 är tillfredställande och 3 är bästa anbudet. Varje betyg viktas och anbudet med högst summerad poäng antas.

Efter anbudsprövningen tas beslut (tilldelningsbeslut) om vem som får uppdraget. Alla som kommit in med anbud underrättas via tilldelningsbeslutet. Beslutet kan överklagas inom 10 dagar. Därefter upprättas ett avtal som undertecknas i två likalydande exemplar av anbudsgivare och beställare.

### **Upphandling av kalkningsåtgärder**

Genom att göra upphandling av kalkningsåtgärder i god tid kan entreprenören effektivt planera spridningssäsongen och undvika onödiga resor. Sent genomförd upphandling är också konkurrenshämmande eftersom det förutsätter att uppdraget kan genomföras med kort varsel. Lämpligen genomförs upphandlingen minst fyra månader före en planerad spridning. Om upphandlingen görs innan länsstyrelsen har beslutat om medel anges lämpligen att upphandlingen gäller under förutsättning att tillräckliga statliga medel beviljas för beställarens (huvudmannens) verksamhet.

Huvudmän med begränsad verksamhet kan med fördel samordna upphandlingarna. Detta kan ge entreprenören möjlighet att utföra spridningen på ett mera rationellt och därmed billigare sätt. Genom att en huvudman sköter upphandlingen minskar också det administrativa arbetet både för huvudmännen och för entreprenören. Ett sätt att ytterligare minska det administrativa arbetet är att göra en flerårig upphandling. Vid en flerårsupphandling anges om, och hur, priset ska indexregleras och hur eventuella förändringar i kalkmängden ska hanteras.

Antalet entreprenörer är begränsat. Därför är det viktigt att upphandlingsförfarandet i form av kravspecifikationer och arrangemang vid samordnad och/eller flersupphandling inte leder till en situation där en eller flera entreprenörer i praktiken utesluts från att lämna anbud. Genom att tillåta att uppdraget delas upp, exempelvis när det gäller spridningsmetod, kan man ge fler entreprenörer möjlighet att lämna anbud.

För att underlätta upphandlingen är det lämpligt att bifoga och hänvisa till de allmänna bestämmelserna av år 2002 för kalkspridning (KALK 02, se bilaga 3). Om någon avvikelse önskas från KALK 02 måste detta anges i förfrågningsunderlaget.

I anbudsförfrågan beskrivs uppdraget med kartor och förteckningar över kalkmängder, kalkningsmedel och spridningsmetoder. I många fall görs upphandlingen innan de slutgiltiga kalkmängderna fastställts. I sådana fall anges hur mycket beställaren har rätt att förändra den preliminära kalkmängden utan att det påverkar priset per ton. I anbudsförfrågan anges också med vilken framförhållning som entreprenören ska lämna en definitiv tidplan för spridningsarbetet (se avsnitt 5.10).

### **Upphandling av kalkdoserare**

Kalkning med doserare förutsätter att kalktillförseln till vattendraget kan garanteras även under svåra klimatförhållanden. Anläggningen måste därför vara robust konstruerad med hög driftssäkerhet. Endast kalkdoserare där de vitala delarna har en funktion och tillförlitlighet som är dokumenterade från doserarkalkning eller motsvarande användningsområden kan därför komma i fråga. Vid upphandlingen är det befogat att kräva referenser från tidigare installerade anläggningar och att granska dessa kritiskt i förhållande till de förutsättningar som råder där kalkdoseraren ska placeras.

Vid upphandling av nya doserare och ombyggnad av befintliga anläggningar rekommenderas att kravspecifikationen utgår från doserarens funktion och inte från den tekniska utformningen. I avsnitt 5.6 redovisas faktorer som kan användas som stöd vid upprättande av kravspecifikation och vid värdering av anbud.

### **Garantier**

Generellt gäller en garantitid på ett år efter det att doseraren tagits i drift, trimmats in och därefter övertagits av beställaren. Före övertagandet är det lämpligt att doseraren genomgår ett så kallat övertagandeprov. Detta innebär att anläggningen provkörs för att avgöra om den är i överensstämmelse med avtalet. För vissa anläggningar kan det vara lämpligt att övertagandeprovet förläggs till en del av året då klimatförhållandena är särskilt ogynnsamma. Detta måste i så fall framgå av anbudsförfrågan och avtal.

Under garantitiden ska leverantören kostnadsfritt avhjälpa samtliga fel med en sådan skyndsamhet som omständigheterna kräver. Detta är särskilt känsligt vid ombyggnad eller utbyte av doserare. I sådana situationer kan en driftsstörning äventyra biologiska effekter som har uppnåtts under många års kalkning. Leverantörens tid för inställelse och avhjälpning av fel måste för sådana anläggningar baseras på längsta tolererbara driftstopp. I praktiken kan detta innebära att leverantören måste sörja för mottagning av larm och jourberedskap under garantitiden. Detta måste framgå av anbudsförfrågan och regleras i avtalet.

### **Upphandling av övriga tjänster**

När länsstyrelsen eller kommunen anlitar företag för kemiska analyser, biologisk provtagning, detaljplanering eller andra uppdrag, ska vanligtvis en upphandling göras. I förfrågningsunderlaget preciseras uppdraget avseende genomförande och

redovisning. Vid upphandling av denna typ av tjänster är kvalitén på den levererade tjänsten ofta det som är svårast att säkerställa. Det är därför viktigt att beakta alla risker till försämrad kvalitet och ställa sådana krav på leverantören och tjänsten att riskerna minimeras. Genom att vikta kriterierna vid anbudsvärderingen säkerställs att endast leverantörer med omvittnad god förmåga att genomföra uppdraget anlitas.

Exempel på krav på leverantören vid en upphandling av effekttuppföljning är att leverantören ska vara ackrediterad och deltagit i provtagningsjämförelser. Exempel på krav på tjänsten är vilka metoder som ska användas samt när och hur resultaten ska levereras. Utöver dessa krav kan det behövas ett flertal specifika krav som exempelvis reglerar rutiner för kvalitetssäkring och öppethållande i samband med klämdagar och långhelger.

Precis som för all upphandling är det viktigt att alla utvärderingskriterier framgår av förfrågningsunderlaget och att bara sådana uppgifter som efterfrågas utgör grund för beslut.

### **Direktupphandling**

Direktupphandling innebär att förfrågningsunderlag inte behöver annonseras och att skriftliga anbud inte är ett krav. Förfarandet är aktuellt när en förenklad upphandling medför orimligt stora kostnader i förhållande till värdet på upphandlingen eller när oförutsedda händelser inträffat så att tiden inte medger en förenklad upphandling. Det finns ingen generell beloppsgräns för direktupphandling, men det ska vara ett lågt belopp (15 kap. 3§ LOU). Alla myndigheter har rutiner för när direktupphandling får användas där också ett gränsvärde för direktupphandling anges. Värdet av upprepade uppdrag under ett år ska räknas samman. Även vid direktupphandling bör en prisjämförelse göras och avtal upprättas.

### **LÄS MER**

[www.konkurrensverket.se](http://www.konkurrensverket.se)

[www.allego.se](http://www.allego.se)

## **8. BILAGOR**

- 1. Förordning (1982:840) om statsbidrag till kalkning av sjöar och vattendrag**
- 2. Naturvårdsverkets föreskrifter (NFS 2008:18) och allmänna råd om kalkning av sjöar och vattendrag**
- 3. Allmänna bestämmelser av år 2002 för kalkspridning (KALK 02)**

## BILAGA 1

# Förordning (1982:840) om statsbidrag till kalkning av sjöar och vattendrag

1 § Enligt denna förordning kan i mån av tillgång på medel lämnas statsbidrag till kalkning och till biologisk återställning i kalkade vatten.

2 § Med kalkning avses i förordningen sådan spridning av kalk eller annat ämne, kalkfällning eller annan åtgärd som kan motverka försurning av sjöar och vattendrag. Med biologisk återställning i kalkade vatten avses sådan åtgärd som gör det möjligt för växt- eller djurarter som har försvunnit på grund av försurningen att återkomma.

3 § Bidrag får lämnas för inköp, transport och spridning av kalk eller annat ämne, för annan åtgärd som avses i 2 § och för sådana utredningar eller undersökningar i samband med kalkning eller biologisk återställning i kalkade vatten som prövningsmyndigheten anser nödvändiga.

4 § Bidrag får lämnas med högst 85 procent av de kostnader som prövningsmyndigheten godkänner, om det inte finns särskilda skäl som föranleder annat.

5 § Vid prövningen av frågor om bidrag skall hänsyn tas till vattenområdets betydelse från natur- och miljövårdssynpunkt, för fisket eller för vattenförsörjningen.

6 § Har kalkning eller biologisk återställning i kalkade vatten påbörjats utan särskilt medgivande innan bidragsfrågan har avgjorts, får bidrag lämnas endast om det finns särskilda skäl.

7 § Frågor om bidrag prövas av länsstyrelsen.

Om länsstyrelsen anser att bidrag bör lämnas med mer än 85 procent av kostnaderna, ska ärendet avgöras av Naturvårdsverket.

8 § I ärenden om bidrag ska yttrande inhämtas från kommunen, om inte särskilda skäl föranleder annat.

Länsstyrelsen ska med eget yttrande till Naturvårdsverket överlämna de ärenden som enligt 7 § ska avgöras av verket.

9 § I beslut genom vilka bidrag beviljas skall ställas upp som villkor att sökanden

1. inom viss tid påbörjar och slutför kalkningen,
2. underkastar sig den kontroll i fråga om arbetets utförande som länsstyrelsen bestämmer,
3. iakttar de villkor i övrigt som länsstyrelsen bestämmer.

10 § Länsstyrelsen får upphäva ett beslut om bidrag och, i fråga om ett bidrag som har lämnats ut, kräva att det helt eller delvis betalas tillbaka, om bidraget har beviljats på grund av någon oriktig uppgift från bidragstagaren eller denne bryter mot något villkor för bidraget.

11 § Naturvårdsverket får i fråga om kalkningsverksamheten meddela föreskrifter om planering, genomförande samt uppföljning av kemiska och biologiska effekter.

11 a § Naturvårdsverket ska senast fyra veckor efter ett beslut om kalkningsmedlens fördelning lämna en redovisning till regeringen av hur medlen fördelats och grunderna för fördelningen samt kalkningsverksamhetens utveckling på nationell och regional nivå i förhållande till försurningsutvecklingen i sjöar och vattendrag.

12 § Länsstyrelsens beslut enligt denna förordning och Naturvårdsverkets beslut enligt 7 § andra stycket får inte överklagas.

### **Övergångsbestämmelser**

Denna förordning träder i kraft den 1 november 1991. Äldre föreskrifter gäller fortfarande i fråga om ärenden enligt 7 § andra stycket som har överlämnats till regeringen före ikraftträdandet och i fråga om överklagande av beslut som dessförinnan har meddelats av länsstyrelsen.

## BILAGA 2

# Naturvårdsverkets föreskrifter (NFS 2001:18) och allmänna råd om kalkning av sjöar och vattendrag

beslutade den 24 september och 26 oktober 2001.

Med stöd av 11 § förordning (1982:840) om statsbidrag till kalkning av sjöar och vattendrag, samt 6 och 26 §§ förordning (1998:941) om kemiska produkter och biotekniska organismer samt efter samråd med Kemikalieinspektionen föreskriver Naturvårdsverket följande och beslutar om följande allmänna råd.

### Inledande bestämmelser

1 § Dessa föreskrifter innehåller bestämmelser om planering och genomförande av kalkningsverksamhet, uppföljning av biologiska och kemiska effekter av denna verksamhet samt bestämmelser om försiktighetsmått och produktval.

2 § Definitioner:

**Åtgärdsområde:** ett planeringsområde för kalkningsåtgärder som omfattar ett avrinningsområde med målområden och åtgärdsobjekt.

**Målområde:** en sjö eller en vattendragssträcka, där utförd kalkning syftar till att uppfylla de uppföljningsbara biologiska och vattenkemiska målen.

**Åtgärdsobjekt:** en sjö, ett vattendrag eller en våtmark, där kalk avses spridas.

**Uppföljningsbara mål:** mätbart biologiskt eller vattenkemiskt mål som avses att uppnås efter kalkning.

**Målpunkt:** Provpunkt eller provsträcka med koppling till ett uppföljningsbart mål.

**Huvudman:** Mottagare av statsbidrag för åtgärder enligt förordning (1982:840) om statsbidrag till kalkning av sjöar och vattendrag.

3 § Ansvarsfördelning:

Länsstyrelsen skall planera och följa upp den kalkningsverksamhet som bedrivs i länet.

Huvudmannen skall planera och genomföra kalkningsåtgärderna inom respektive åtgärdsområde.

Länsstyrelsen och huvudmannen skall leverera underlag för varandras planering.

### Planering

4 § Länsstyrelsen skall upprätta en länsomfattande åtgärdsplan till grund för planeringen av kalkningsverksamheten i länet. Planen skall innehålla en redovisning av försurningssituationen, åtgärdsområden, åtgärdsobjekt, motiv till kalkning, målområden, uppföljningsbara mål samt kalkmängder. Vid start av nya kalkningsprojekt skall en avvägning göras mellan åtgärdernas nytta och risken för skada eller olägenhet



#### *Allmänna råd till 4 §*

Den länsomfattande åtgärdsplanen bör upprättas efter samråd med huvudmännen. Redovisningen bör ske i form av kartor med förklarande text.

5 § Huvudmannen skall för varje målområde ange biologiska och vattenkemiska mål. Målen skall fastställas av länsstyrelsen.

#### *Allmänna råd till 5 §*

Med biologiskt mål för ett målområde avses förekomst av arter som indikerar att kalkningen nått avsedd kemisk och biologisk effekt.

Med vattenkemiskt mål för ett målområde avses riktvärden för parametrar som indikerar att kalkningen har nått avsedd kemisk effekt.

Målen bör differentieras beroende av toleransgränser för försurningskänslig fauna som förekommer eller som naturligt har förekommit inom målområdet. Mål för pH bör i förekommande fall anges med oorganiskt aluminium som stödparameter. Dessutom bör riktvärde för högsta alkalinitet vid högflöde anges med syfte att undvika överkalkning.

6 § Huvudmannen skall utarbeta en kalkspridningsplan för varje åtgärdsområde. Planen skall utgöra underlag för kalkningsåtgärderna och innehålla en karta med förtydligande beskrivning. Planen skall fastställas av länsstyrelsen.

7 § Länsstyrelsen skall ansvara för att kalkningen avslutas när satta mål uppnås utan kalktillförsel.

### **Genomförande**

8 § Kalkprodukt och kalkningsmetod skall väljas med utgångspunkt från hur målen kan uppnås med minsta negativa effekt för miljön. Vid valet av produkt och metod skall en avvägning göras mellan åtgärdens nytta och risken för skada eller olägenhet.

#### *Allmänna råd till 8 §*

I första hand bör sjökalkning eller kalkning av tidigare kalkade våtmarker väljas.

I andra hand bör kalkning med doserare väljas.

I sista hand kan kalkning av tidigare ej kalkade våtmarker väljas.

Våtmarker som har höga eller mycket höga naturvärden bör dock inte kalkas.

Med detta avses våtmarker som har bedömts som klass 1 eller 2 i Naturvårdsverkets våtmarksinventering, VMI (SNV PM 1680) eller andra våtmarker som länsstyrelsen bedömt ha höga eller mycket höga naturvärden.

Vid våtmarkskalkning bör dammande kalkprodukter inte användas.

Kalkdosereare bör vara utrustade med teknik där vatteflödet automatiskt styr kalkdoseringen samt med i övrigt tillfredsställande teknik för att säkerställa utdosering av kalk.

Doseraren bör vara försedd med driftlarm, som larmar om kalktillförseln till vattendraget upphör.

9 § Huvudmannen skall ansvara för kontroll av kalkdosereare.

#### *Allmänna råd till 9 §*

Vid kalkning med dosereare bör larm och driftorganisation anpassas till längsta tolererbara driftstopp.

## Uppföljning

10 § Länsstyrelsen skall ansvara för att följa upp och utvärdera biologiska och vattenkemiska mål.

### *Allmänna råd till 10 §*

Uppföljning och utvärdering bör utföras på ett sådant sätt och med sådana metoder att kvaliteten säkras.

Målpunkter bör placeras i den del av målområdet där förutsättningarna för måluppfyllelse är som sämst.

Prov för bedömning av vattenkemisk måluppfyllelse bör insamlas vid tidpunkt då förutsättningarna för måluppfyllelse bedöms vara sämst. För sjöar innebär det att prov bör tas vid minst ett tillfälle vid högflöde, direkt efter islossning. För vattendrag bör minst sex prov per år insamlas vid höga flöden.

Resultatet av effektuppföljningen bör levereras till nationell datavärd där sådan finns utsedd.

11 § Huvudmannen skall årligen till länsstyrelsen redovisa uppgifter om genomförda kalkningsåtgärder inom respektive åtgärdsområde.

### *Allmänna råd till 11 §*

Huvudmannens redovisning av genomförda kalkningsåtgärder bör ske enligt länsstyrelsens anvisningar.

12 § Länsstyrelsen skall årligen till Naturvårdsverket redovisa kalkningsverksamhetens omfattning, inriktning och måluppfyllelse i länet.

### *Allmänna råd till 12 §*

Länsstyrelsens redovisning av kalkningsverksamheten bör ske i form av nyckeltal och verksamhetsberättelse enligt Naturvårdsverkets anvisningar.

Dessa föreskrifter träder i kraft den 1 januari 2002.

## BILAGA 3

# Allmänna bestämmelser av år 2002 för kalkspridning (KALK 02)

Utarbetade av Svenska Kalkföreningen i samråd med Svenska Kommunförbundet.

## 1. ALLMÄNNA FÖRUTSÄTTNINGAR

### 1.1 Omfattning

Dessa bestämmelser skall tillämpas vid kalkspridnings-uppdrag utförd av entreprenör gentemot beställare. Omfattningen av uppdraget bestäms av kontraktshandlingarna vilka handlingar kompletterar varandra. Kontraktet gäller primärt och därefter kontraktshandlingarna i följande inbördes ordning: Kontrakt, Beställning, Anbud, Kalk 02, förfrågningsunderlag jämte tillhörande handlingar.

### 1.2 Uppgiftsansvar

För riktigheten av uppgifter ansvarar den part som lämnat dem. Motpartens godkännande befriar inte från här givna ansvar.

### 1.3 Förutsättningar

Det åligger entreprenören att skaffa sig erforderlig kännedom om förhållanden av betydelse för uppdragets genomförande. Härigenom inskränks inte beställarens ansvar enligt 1.2 ovan.

### 1.4 Tillstånd

Beställaren utverkar erforderliga tillstånd från myndigheter, mark- och vattenägare för entreprenadens genomförande.

Beställaren informerar berörda vatten- och fiskerättsägare.

Entreprenören utverkar och bekostar övriga tillstånd inkluderande rätten att nyttja aktuella vägar och skall därvid anmäla till beställaren om medverkan behövs vid ansökan om visst tillstånd. Entreprenören skall förvissa sig om att erforderliga tillstånd erhållits innan därav beroende transporter och arbeten igångsätts.

### 1.5 Lagar m.m.

Entreprenören svarar för att lagar och andra författningar iakttas i den del de berör hans åtagande. Detsamma gäller de föreskrifter och anvisningar som fastställts av myndigheter. Kompletteras eller ersätts sådana föreskrifter och anvisningar gäller de i sin nya lydelse.

Lagar och andra författningar, föreskrifter eller anvisningar, som träder i kraft efter anbudets avgivande och som medför ändringar i arbetets utförande eller i sättet för utförandet, skall föranleda reglering av kontraktssumman med belopp motsvarande bestyrkta kostnadsförändringar.

### 1.6 Äganderätt

Spridningsplaner och andra handlingar med tekniskt innehåll som part överlämnar förblir dennes egendom. Motparten får endast använda, reproducera eller sprida

sådan handling, om det erfordras för det med handlingens överlämnade avsedda syftet. Om part enligt tillämplig rätt är skyldig att tillhandahålla eller utlämna ovan angivna handlingar är parten inte ansvarig för detta.

### **1.7 Vägar samt mark- och vägskador**

Alla vägar – förutom de allmänna – och övrig ianspråktagen mark kan om någon part så påkallar för- och efterbesiktigas i närvaro av beställaren, entreprenören och väghållaren. Det ankommer på entreprenören att hålla sig underrättad om förekommande vägstandard samt att – såvitt på honom ankommer – hålla vägen framkomlig. Vägarnas körbarhet och bärighet garanteras ej av beställaren.

Part får ej blockera eller stänga av anvisade vägar.

Väg- och markskador som orsakats av entreprenören skall entreprenören svara för oberoende av vårdslöshet. Sådana skador skall entreprenören beredas tillfälle att utan dröjsmål avhjälpa (dock senast inom 1 månad). Om så ej sker äger beställaren avhjälpa skadorna på entreprenörens bekostnad. Entreprenören äger rätt att vänta med att utföra del av entreprenad om det finns risk för mark- och vägskador men entreprenören skall anmäla detta till beställaren.

Om beställaren ändå vill genomföra entreprenaden övertar han ansvaret för mark- och vägskador.

### **1.8 Kräftpest**

Beställaren skall i förfrågningsunderlaget ange vilka sjöar och vattendrag som omfattas av förbud enligt Förordningen om fisket, vattenbruken och fiskerinäringen (1994:1716). Entreprenören skall i sådana fall iaktta vad som stadgas i ovan nämnda förordning.

### **1.9 Sjösistemreglering**

Beställaren skall i förfrågningsunderlaget ange vilka sjöar och vattendrag som omfattas av vattenreglering samt ange den/de personer, företag eller myndigheter som entreprenören skall kontakta för att inhämta i nedanstående stycke angiven information. Har beställaren i förfrågningsunderlaget angivit att sjö eller vattendrag omfattas av vattenreglering åligger det entreprenören att inhämta uppgift om de vattenregleringar som kan komma att utföras under kontraktstiden.

### **1.10 Underrättelseskyldighet**

Part skall utan dröjsmål underrätta motpart, då omständigheter av betydelse för entreprenaden ändras, eller då omständigheter av betydelse tillkommer.

Entreprenören skall informera beställaren när han avser att påbörja arbetena senast 7 dagar innan arbetet påbörjats.

## **2. ARBETENAS UTFÖRANDE**

### **2.1 Arbetenas (uppdragets) omfattning**

Arbetena skall utföras enligt kontraktshandlingarna. Se 1.1 ovan. Beställaren skall snarast efter antaget anbud, dock senast en månad innan tidigaste möjliga starttidpunkt, tillställa entreprenören underlag för entreprenadens genomförande. Underlaget skall bestå av: Översiktskartor, spridningskartor samt spridningslistor. Översiktskartan, skala 1:000 000 alt 1:50 000 anger spridningsområdet samt ton-

nage för respektive projekt. Spridningskartan, som skall vara av god kvalitet, skall utgöras av antingen Gula Kartan, Fastighetskartan, Terrängkartan eller Ortofoto. Spridningskartan skall visa de enskilda nummerade objekten. Spridningslistan anger objektens nummer och tonnage i 50% CaO. Samt eventuella anmärkningar och noter. Sent levererat underlag berättigar entreprenören till tidsförlängning alternativt ekonomisk kompensation.

## **2.2 Miljöhänsyn m.m.**

Arbetena skall utföras så att minsta möjliga intrång sker i mark- och vattenägarers rätt.

Arbetena skall utföras så att minsta möjliga skada uppkommer på växt-, djur- och friluftsliv.

## **3. OMBUD, KONTROLL M.M.**

### **3.1 Ombud**

Vardera parten skall utse ombud för entreprenaden. Ombuden skall vara anträffbara på normal arbetstid.

### **3.2 Kontroll**

Beställaren utövar den kontroll över entreprenaden som han anser lämplig. För kontrollens utförande äger beställaren utse kontrollant som utövar kontroll över entreprenaden i beställarens ställe.

Kontrollanten äger för kontrollens utförande fritt tillträde till arbetsområdet och till annan plats där arbetet utföres. När kontrollant följer med fordon svarar entreprenören för säkerheten ombord. Kontrollanten är därvid skyldig att följa entreprenörens säkerhetsföreskrifter (flytvästar, säkerhetsbälten osv).

### **3.3 Spridningsjournal**

Det åligger entreprenören att dagligen föra spridningsjournal. Spridningsjournalen skall innehålla uppgifter om den mängd kalk som spridits samt över vilka partier som kalken spridits. Redovisning skall dagligen ske på en av beställaren tillhandahållen kalkspridningskarta eller spridningsjournal. Spridningsjournalen och kalkspridningskartan skall vara tillgängliga för beställaren och dennes kontrollant.

### **3.4 Följesedlar m.m.**

För varje leverans skall följesedeln avlämnas till beställaren. Följesedel skall utvisa levererad kvantitet kalk vägd på godkänd våg. Beställaren äger på egen bekostnad kontrollväga fordon samt uttaga prov på kalkningsmedel för analys. Fordonsvägen skall finnas utmed den vägsträcka som fordonet normalt färdas till eller från kalkningsentreprenaden. Vid nödvändig omväg för vägning debiteras beställaren milkostnad enligt gällande taxa.

Provtagning sker enligt Naturvårdsverkets allmänna råd.

Om mängden kalk och kalkkvalité vid kontrollvägning respektive analys inte överensstämmer med följesedel respektive offererad kvalitet skall entreprenören ersätta beställaren dennes samtliga kostnader i anledning av kontrollåtgärden. Vid tillämpning av ovanstående stycke skall en skäligen differens tolereras.

## 4. TIDER

### 4.1 Tidplan

Arbetena skall utföras enligt upprättad tidplan och vara färdigställda inom den tid som stadgas i kontraktshandlingarna. Entreprenören äger rätt att fritt disponera tiden inom i upphandlingen/förfrågan angiven tidplan. Om beställaren efter genomförd upphandling justerar tidplan äger entreprenören rätt till skälig kompensation härför.

### 4.2 Tidsförlängning

Entreprenören äger rätt till erforderlig tidsförlängning till följd av

- a) vårdslöshet eller försummelse av beställaren.
- b) på kalkningsorten osedvanligt och på arbetena särskilt ogynnsamt inverkan väderleks-, mark- och isförhållanden.
- c) Vattenreglering som väsentligt försvårar uppdragets genomförande och som entreprenören inte erhållit kännedom om genom förfrågan enligt punkt 1.9 här ovan.
- d) Tillkommande krav eller önskemål som försvårar eller fördröjer entreprenadens genomförande.

Vid hinder p.g.a. omständighet enligt punkterna a), c) och d) här ovan är entreprenören berättigad att av beställaren erhålla ersättning för därigenom orsakad kostnad.

Vid hinder enligt punkterna b) är entreprenören inte berättigad till sådan extra ersättning.

### 4.3 Försening

Försenas entreprenaden av skäl som anges i 4.2 punkterna b–c äger beställaren häva icke utförd del av entreprenaden under förutsättning att det av ekologiska skäl erfordras att resterande kalkning utföres inom den i tidplanen angivna tiden.

Vid hävning enligt denna punkt äger ingendera parten rätt till skadestånd.

Entreprenörens ersättning skall nedsättas med belopp motsvarande icke utförda arbeten.

## 5. VITE OCH FÖRSÄKRING

### 5.1 Vite

För varje påbörjad sjudagarsperiod som entreprenören överskrider den dag då arbetena enligt kontraktshandlingarna skall vara slutförda eller den senare dag som skall gälla enligt 4.2 skall entreprenören utge vite med 2 % av kontraktssumman på de försenade projekten.

Sammanlagda vitet får inte överstiga 20 % av del av kontraktssumman som är hänförlig till de försenade projekten.

Beställaren förlorar sin rätt till vite om han inte framställt sådant krav senast två månader efter det att entreprenaden godkänts enligt punkten 7.1.

### 5.2 Försäkring

Entreprenören skall inneha ansvarighetsförsäkring täckande de skador som spridningsverksamheten kan åstadkomma. Försäkringsbeloppet skall vara lägst fem (5) miljoner kronor. Entreprenören skall på beställarens begäran tillställa denna bevis på att avtalad försäkring finns. Om entreprenören underlåtit detta, får beställaren på

entreprenörens bekostnad själv teckna försäkring som ger motsvarande försäkringskydd.

Vid skada åligger det entreprenören att utnyttja avtalad försäkring.

Beställaren skall vara medförsäkrad och självriskens skall uppgå till högst ett basbelopp.

## 6. EKONOMI

### 6.1 Betalning

Kontraktssumman erläggs enligt betalningsplan eller de andra villkor som parterna kommit överens om.

Om annat inte överenskommit skall beställaren betala faktura senast inom en månad efter mottagandet.

Av slutlikviden äger beställaren innehålla ett belopp motsvarande uppkomna viten, ev. skadestånd och annan förfallen fordran i anledning av kontraktet.

### 6.2 Dröjsmålsränta

Erlägs betalning inte i rätt tid utgår ränta enligt 6 § räntelagen.

### 6.3 Mervärdesskatt

Beställaren skall utöver kontraktssumman utge ersättning för därpå belöpande mervärdesskatt. Tillämplig procentsats för mervärdesskatt skall anges i anbudet vid varje tillfälle lagstadgad mervärdesskatt tillkommer på kontraktssumman.

### 6.4 Indexreglering

I de fall kontraktssumman skall indexregleras skall detta anges i kontraktet.

### 6.5 Reglering av fast pris utan indexreglering

Fast pris utan indexreglering skall ändras med hänsyn till, *dels* kostnadsändringen p.g.a. offentlig myndighets åtgärd eller beslut, och *dels* kostnadsändring som är orsakad av krig eller annat krisförhållande med liknande effekt och som avser förnödenhet eller tjänst, som är nödvändig för entreprenörens avtalade prestation.

Ändring av det avtalade priset skall dock endast ske om kostnadsändringen varit oförutsebar och väsentligt påverkar hela kostnaden för entreprenaden.

### 6.6 Säkerhet

Föreskrivs i kontraktshandlingarna skyldighet för entreprenören att ställa säkerhet för sina åligganden skall denne inom två veckor efter avtalets undertecknande om beställaren så kräver ställa den säkerhet som beställaren finner godtagbar. Säkerheten skall begränsas till tio (10) % av kontraktssumman. Beställaren äger häva avtalet om entreprenören underlåter att inom angiven tid ställa begärd säkerhet.

Säkerheten skall kvarstå tills samtliga mellanhavanden slutreglerats.

## 7. SLUTREDOVISNING AV UPPDRAGET

### 7.1 Redovisning av uppdraget

Entreprenören skall efter att spridningsuppdraget genomförts till beställaren över-

lämna spridningsjournal, spridningskarta samt vågsedlar på hela kalkkvantiteten. Entreprenören skall även redovisa de väg- och markskador som åtgärdats. Beställaren skall utan dröjsmål gå igenom ovan nämnda handlingar.

Finner beställaren utifrån handlingarna samt övriga kontroller att entreprenaden utförts kontraktsevenligt skall entreprenaden anses godkänd.

Entreprenaden skall anses godkänd om:

- beställaren godkänt entreprenaden
- beställaren inte inom 1 månad från entreprenörens överlämnande av handlingar gjort befogad anmärkning mot entreprenaden, eller
- entreprenaden uppfyller vad som avtalats sedan beställaren gjort befogad anmärkning av entreprenaden

Entreprenaden skall anses godkänd även om det föreligger mindre avvikelser från vad som avtalats, om avvikelsen är utan betydelse för det avsedda ändamålet med entreprenaden.

Godkänns entreprenaden skall som godkännandedag anses den dag då entreprenören förklarar att entreprenaden är utförd och överlämnat samtliga handlingar enligt ovan.

Skulle analysprov eller annan omständighet som inte varit möjlig att kontrollera vid redovisningen av uppdraget, visa att entreprenaden inte utförts kontraktsevenligt äger beställaren i den delen föra talan mot entreprenören trots att entreprenaden godkänts.

## **7.2 Meddelande av fel**

Vill beställaren åberopa fel eller brist i de utförda arbetena skall han utan oskäligt dröjsmål efter det han märkt eller bort märka felet eller bristen underrätta entreprenören därom.

Lämnar beställaren inte meddelande om fel eller brist i det utförda arbetet inom ett år från det entreprenaden godkänts äger han inte åberopa felet eller bristen. Utan hinder av vad som sist stadgas äger beställaren åberopa fel eller brist i det utförda arbetet för såvitt entreprenören handlat i strid med tro och heder eller grovt vårdslöst. I sådant fall gäller i lag föreskriven preskriptionstid.

## **7.3 Avhjälpande av fel eller brist**

Entreprenören skall inom 1 månad på egen bekostnad avhjälpa fel eller brist i de utförda arbetena, vid äventyr att detta eljest sker genom beställarens försorg och på entreprenörens bekostnad.

Brist eller fel i det utförda arbetet som uppenbarligen inte påverkar resultatet av uppdraget men vars avhjälpande skulle medföra oskälig kostnad är entreprenören skyldig att avhjälpa endast i den omfattning som med hänsyn till omständigheterna kan anses skälig. Sker ej avhjälpande skall kontraktssumman reduceras med belopp motsvarande icke utfört arbete

## **8. BEFRIELSEGRUNDER**

### **8.1 Befrielsegrunder**

Beställaren och entreprenören äger ej gentemot varandra åberopa underlåtenhet att fullfölja avtalet om dess fullgörande hindras till följd av oförutsedd omständighet utanför partens kontroll såsom arbetskonflikt, krig, myndighets beslut samt försening



av underleverantör/ leverantör om förseningen har sin grund i sådan omständighet som avses i denna punkt.

Har part ej utan dröjsmål underrättat motparten om sådan omständighet som angivits här ovan äger han inte åberopa denna som befrielsegrund.

Om avtalets fullföljande försenas mer än tre månader till följd av omständighet som anges i denna punkt äger part häva avtalet till den del det icke utförts.

Om part häver avtalet enligt denna punkt har entreprenören rätt till ersättning för utfört arbete.

## **9. HÄVNING**

### **9.1 Beställarens hävningsrätt**

Beställaren äger förutom vad som stadgas i 3.5, 4.3, 6.6, och 8.1 häva avtalet såvitt icke utförd del,

1. då entreprenaden försenats så att den uppenbarligen inte kan färdigställas inom den avtalade tiden under förutsättning att förseningen medför väsentlig olägenhet för beställaren,
2. då entreprenören är i sådant dröjsmål som avses i punkten 5.1 och dröjsmålet varat under så lång tid att det maximala vitesbeloppet uppnåtts,
3. då entreprenören försätts i konkurs eller eljest befinnes vara på sådant obestånd att han inte förväntas fullgöra sina åligganden,
4. då entreprenören i väsentligt hänseende icke utför sina åligganden och rättelse ej sker utan dröjsmål efter skriftlig erinran, samt
5. om entreprenören utan beställarens medgivande helt eller delvis överlåter avtalet.

### **9.2 Entreprenörens hävningsrätt**

Entreprenören äger förutom vad som stadgas i 8.1 häva avtalet såvitt avser icke utförd del,

1. då beställaren i väsentligt hänseende underlåter sina åligganden och rättelse ej sker utan dröjsmål efter skriftlig erinran,
2. då beställaren försätts i konkurs eller eljest befinnes vara på sådant obestånd att han inte kan förväntas fullgöra sina åligganden, samt
3. om beställaren utan entreprenörens medgivande helt eller delvis överlåter avtalet.

### **9.3 Hävning**

Vid hävande av kontraktet enligt 3.5, 9.1 och 9.2 skall värdet av utförd del av entreprenaden gottskrivas entreprenören.

### **9.4 Entreprenörens skadeståndsskyldighet**

Sker hävande enligt 3.5 och/eller 9.1 är entreprenören skyldig ersätta beställaren den kostnadsökning, som på grund av hävandet uppkommer för entreprenadens färdigställande, samt den förutsägbara skada hävandet i övrigt åsamkar beställaren under det kontraktsår hävandet skett.

### **9.5 Beställarens skadeståndsskyldighet**

Sker hävandet enligt 9.2 är beställaren utöver ersättning för vad entreprenören utfört av entreprenaden, skyldig ersätta den förutsägbara skada, som hävandet i övrigt åsamkar entreprenören.

## **9.6 Ansvarsbegränsning**

Parts skada enligt 9.4-9.5 begränsas till 15 % av kontraktssumman eller det högre belopp som omfattas av och utbetalats från parts ansvarsförsäkring (jfr 5.2) jämte förekommande självrisk.

## **10. TVIST**

### **10.1 Tvist**

Tvist i anledning av avtalet skall avgöras av allmän domstol om inte parterna enas om annat.



# Handbok för kalkning av sjöar och vattendrag

HANDBOK 2010:2

NATURVÅRDSVERKET  
ISBN 978-91-620-0165-0  
ISSN 1650-2361

Denna handbok för kalkning av sjöar och vattendrag syftar till att effektivisera, samordna och öka kvaliteten i kalkningsarbetet. Den är ett komplement till de föreskrifter och allmänna råd som Naturvårdsverket har gett ut med stöd av förordningen (1982:840) om statsbidrag till kalkning av sjöar och vattendrag. Handboken är tänkt att fungera som en praktisk handledning för dem som arbetar med kalkningsverksamheten. Det gäller främst länsstyrelser, huvudmän, konsulter och entreprenörer. Handboken är en uppdatering av den handbok som kom ut år 2002.

De nya riktlinjerna för försurningsbedömning av kalkade vatten utgår från de bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag som beskrivs i Naturvårdsverkets handbok 2007:4.

Det försurande nedfallet över Sverige har minskat och det har inneburit en kraftig återhämtning i många tidigare försurade vatten. Därför är det nu möjligt att trappa ned eller avsluta kalkningsinsatserna i många objekt.

Kalkning är en verksamhet som fortlöpande behöver anpassas till ändrade omständigheter, exempelvis minskat försurningstryck och klimatvariationer. Det är därför viktigt att också beakta kunskap som tillkommer efter handbokens utgivning. Ny information om försurning och kalkning kommer att finnas tillgänglig på vår hemsida ([www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)).

