

Kvalitet och kalkbehov inom kalkningsverksamheten

En granskning av de regionala åtgärdsplanerna



Kvalitet och kalkbehov inom kalkningsverksamheten

En granskning av de regionala åtgärdsplanerna

Ingemar Abrahamsson, Johan Ahlström, Tobias Haag,
Fredrik Nilsson

Havs- och vattenmyndighetens rapport 2013:16

Havs- och vattenmyndigheten
Datum: 2013-11-01

Ansvarig utgivare: Björn Risinger
ISBN 978-91-87025-41-9

Havs- och vattenmyndigheten
Box 11 930, 404 39 Göteborg
www.havochvatten.se

Förord

Hösten 2010 tog länsstyrelserna fram regionala åtgärdsplaner för kalkning på uppdrag av Naturvårdsverket. De regionala åtgärdsplanerna innehåller detaljerade redovisningar av länens pågående och planerade kalkningsverksamhet. Åtgärdsplanerna utgjorde ett underlag för den nationella plan för kalkning 2011-2015 som Naturvårdsverket redovisade till regeringen i juni 2011.

Havs- och vattenmyndigheten övertog det övergripande ansvaret för kalkning av sjöar och vattendrag den 1 juli 2011. För att få en tydligare bild av verksamheten och kalkbehovet inledde HaV våren 2012 en genomgång av de regionala åtgärdsplanerna. Resultaten av granskningen redovisades till varje länsstyrelse i form av en kortfattad rapport med synpunkter och förslag på vad som kan förbättras. Denna publikation innehåller en redovisning av de observationer och bedömningar som gjordes samt redovisar HaV:s syn på verksamheten och vad som ytterligare kan förbättra åtgärdsarbetet. Den beskriver även kortfattat kalkningens omfattning, styrmedel, organisation och metodik.

Den arbetsgrupp som genomförde arbetet bestod av Ingemar Abrahamsson (HaV), Johan Ahlström (lst Västerbotten), Tobias Haag (lst Jönköping), och Fredrik Nilsson (lst Västra Götaland). De senare är anlitade av HaV som sakkunniga inom kalkningsverksamheten.

Projektets styrgrupp utgjordes av Inger Dahlgren och Fredrik Nordwall (HaV) samt Märet Engström (lst Värmland) och Sandra Brantebäck (lst Västra Götaland).

Göteborg, november 2013

Björn Sjöberg, avdelningschef

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING.....	5
INLEDNING	7
BAKGRUND OCH SYFTE	8
KALKNINGSVERKSAMHETEN	10
Historik.....	10
Kalkningsmetoder	11
Kalkningsprogrammet.....	13
METODER OCH UNDERLAG	16
Åtgärdsplanerna	16
Kompletterande underlag vid granskningen.....	17
Granskningsarbetet	17
Rapportering till länen	19
HUR VÄL FUNGERAR KALKNINGSVERKSAMHETEN?	20
Åtgärdsområden, målområden och motiv.....	20
Vattenkemiska mål	22
Försurningsbedömning	25
Vattenkemisk effektuppföljning	26
Måluppfyllelse	29
Kalkningens planering och genomförande.....	31
HUR STORT ÄR KALKBEHOVET?	34
Kalkförbrukningen sedan 1977.....	34
Nuvarande kalkbehov.....	35
Långsiktigt kalkbehov.....	38
SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER	39
REFERENSER	42

Sammanfattning

År 2010 upprättade länsstyrelserna regionala åtgärdsplaner för kalkning av sjöar och vattendrag på uppdrag av Naturvårdsverket. Den 1 juli 2011 övertog Havs- och vattenmyndigheten det nationella ansvaret för kalkningsverksamheten och vintern 2012 påbörjade myndigheten en granskning av åtgärdsplanerna. Syftet var att utvärdera kvaliteten i kalkningsverksamheten och erhålla ett underlag vid fördelning av statsbidragsmedel. Denna rapport utgör en sammanställning av de resultat som framkom vid granskningen.

Åtgärdsplanerna innehåller detaljerade redovisningar av den pågående verksamheten i form av försumningsstatus, motiv, mål, målområden, kalkningsinsatser, uppföljningsprogram och uppnådda resultat. Dessutom redovisas planerade förändringar och kalkmängder för åren 2011-2015.

För varje åtgärdsområde bedömdes kvaliteten utifrån nio olika aspekter, bland annat angivna pH-mål, vattenkemisk effektuppföljning, vattenkemisk måluppfyllelse och kalkningsstrategi. Dessutom uppskattades kalkbehovet baserat på förutsättningen att de vattenkemiska målen ska kunna uppnås i samtliga målområden. Bedömningarna gjordes med utgångspunkt från de råd, riktlinjer och riktvärden som anges i Handboken för kalkning av sjöar och vattendrag.

Granskningen visade att kvaliteten i den svenska kalkningsverksamheten har förbättrats avsevärt under den senaste tioårsperioden. Idag framstår verksamheten överlag som välmotiverad och effektiv. Samtidigt är de regionala skillnaderna omotiverat stora. I några län kvarstår ett betydande behov av ytterligare kvalitetsförbättringar.

Försumningsbedömningar av kalkade vatten behöver förbättras. Den pågående målvattendragsundersökningen kommer att bidra med ett utökat underlagsmaterial. Samtidigt är det uppenbart att mycket arbete kvarstår. Bedömningsverktyget måste förenklas och utbildningsinsatserna behöver öka.

De vattenkemiska målen behöver ses över så att tillämpningen blir likartad. I flera län förekommer ett överutnyttjande av pH-mål 6,0. I andra län används pH-mål 5,6 utan att risken för skadligt höga halter av oorganiskt aluminium har beaktats.

Den vattenkemiska uppföljningen i vattendragen behöver förbättras. Detta gäller i olika grad för nästan alla län. En väl fungerande högflödesprovtagning är grundläggande för att bedöma måluppfyllelse och optimera kalkningsinsatsen.

Den vattenkemiska måluppfyllelsen behöver förbättras i vattendragen. Förmågan att uppnå pH-målen varierar avsevärt från ett län till ett annat. För att öka måluppfyllelsen och höja effekten behöver kalkningsstrategierna optimeras i en fjärdedel av åtgärdsområdena. Kalkdoserarnas tekniska status

behöver uppgraderas i några län och organisationen för tillsyn, larm och felavhjälpning behöver generellt stärkas. Omotiverad överdosering och kalkning av målområden som saknar kalkbehov bör, i olika omfattning, åtgärdas i samtliga län.

Det totala årliga kalkbehovet beräknades till 105 000-121 000 ton inom befintliga åtgärdsområden, vilket kan jämföras med länsstyrelsernas planerade på 122 000 ton. Beräkningen visar att de vattenkemiska målen kan uppnås utan att det erfordrar en ökad kalkförbrukning i ett nationellt perspektiv. I vissa åtgärdsområden behövs utökad kalkning, men detta kompenseras av minskade behov i andra. Det finns en betydande besparingspotential i flera län. Endast i ett län behöver kalkanvändningen öka på länsnivå.

Till följd av ökade omkostnader för kvalitetshöjande åtgärder och förväntade prishöjningar kommer behovet av statliga bidragsmedel sannolikt att öka. Besparingspotentialen liksom behovet av kvalitetshöjande insatser varierar mellan länen, vilket antyder att det också finns behov av en regional omfördelning.

Länsstyrelser och huvudmän är ansvariga för att åtgärda brister i verksamheten. Förbättring av effektuppföljningen bör genomföras direkt. Försumningsbedömningar och pH-mål bör ses över i takt med att nya data inkommer. Justering av kalkdoser och avslutande av onödig kalkning bör ske inför nästkommande spridningstillfälle. Förändringar av kalkningsstrategin är i regel mera tidskrävande och bör prioriteras till åtgärdsområden där den kemiska målsättningen inte uppnås eller där kalkförbrukningen är omotiverat hög.

Den regionala verksamheten behöver fortsatt stöd och styrning från Havs- och vattenmyndigheten. En betydande del av de förbättringar som uppnåtts under de senaste tio åren har åstadkommit via medelsfördelning och bidragsvillkor. Samtidigt finns det fortfarande uppenbara brister i verksamheten varför ytterligare och andra typer av styrmedel behövs. HaV behöver också bidra med utbildningsinsatser och rådgivning samt att bedömningsverktyg och vägledningar utvecklas i takt med att ny kunskap tillkommer.

Inledning

Försurningen är ett av vår tids största miljöproblem och orsakas främst av svavelutsläpp till följd av förbränning av kol och olja. De utsläpp som påverkar Sverige härrör främst från utländska landbaserade källor och internationell sjöfart. Även skogsbruket bidrar till försurning genom bortförsel av basiska ämnen i stamved, grenar och toppar efter avverkning. I Sverige har 16 000 sjöar och tiotusentals kilometer av vattendrag påverkats av försurningen (Naturvårdsverket 2013). Tusentals bestånd av mört, abborre och öring har försvunnit och även arter som lax, flodkräfta och flodpärlmussla har drabbats hårt.

Utsläppen av försurande svavel har reducerats med ungefär 70 procent i Europa sedan 1980-talet, vilket fått till följd att antalet försurade vatten har minskat. Återhämtningen har nu avstannat och det finns fortfarande mer än 9 000 försurade sjöar och många tusen kilometer av försurade vattendrag i Sverige (Fölster & Valinia 2012). Mycket tyder på att merparten av dagens försurade vatten kommer att förbli påverkade under mycket lång tid. I den senaste utvärderingen av de svenska miljömålen gör Naturvårdsverket bedömningen att miljökvalitetsmålet ”Bara naturlig försurning” inte är möjligt att uppnå till år 2020 med idag beslutade eller planerade styrmedel (Naturvårdsverket 2013).

Kalkning med statsbidrag har pågått i 35 år och är en av landets största miljövårdssatsningar. Trots omfattande insatser har bara en mindre del av de försurade vattnen kunnat åtgärdas. Kalkningen sågs från början som en temporär åtgärd i väntan på att försurningen skulle minska. Numera vet vi att ett kalkbehov kommer att kvarstå under mycket lång tid och i vissa regioner kan det vara permanent.

Dagens kalkningsprogram omfattar 2 400 målområden i sjöar och över 9 000 km i vattendrag. Därmed skyddas känsliga arter mot försurningens skadeverkningar. Kalkningen är särskilt viktig för öring, mört, lax, flodkräfta och flodpärlmussla. Dessutom gynnas friluftsliv och fritidsfiske.

Bakgrund och syfte

Behovet av en förbättrad kvalitet i den svenska kalkningsverksamheten påtalades redan under tidigt 1990-tal (Rolandsson 1990, Naturvårdsverket 1992). Bristande kompetens hos länsstyrelser och huvudmän samt svag nationell styrning framhölls som avgörande faktorer. I en statlig utredning från 1996 gjordes liknande bedömningar (SOU 1996:53). Utredningen framhöll verksamhetens splittring på en stor mängd aktörer som en avgörande orsak. Därför föreslogs en organisation där fem regionkontor skulle överta ansvaret för kalkning. I dessa skulle resurser och kompetens för upphandling, spridningsplanering och uppföljning samlas.

Den föreslagna regionaliseringen genomfördes inte. Däremot kom Naturvårdsverkets ansvar för att samordna verksamheten och för den övergripande kvaliteten att betonas ytterligare. I början av 2000-talet påbörjade Naturvårdsverket ett långsiktigt arbete med syfte att höja kvaliteten. Processen började med att en handbok för kalkning utkom 2002 (Naturvårdsverket 2002). Med utgångspunkt i handboken anordnades utbildningar som riktades till samtliga aktörer (länsstyrelser, huvudmän, konsulter och entreprenörer). Länsstyrelserna fick därefter i uppdrag att utarbetat regionala åtgärdsplaner för åren 2003-2007. Planerna granskades av Naturvårdsverket som också höll dialogmöten med samtliga länsstyrelser.

Granskningen av åtgärdsplanerna från 2003-2007 visade att verksamheten fungerade bra inom några län, men också på stora brister. Spridningsplaner där förutsättning för måluppfyllelse saknades, tekniskt undermåliga doserare, omotiverad överkalkning samt avsaknad av relevant uppföljning var vanligt förekommande. Efter att planerna reviderats återstod fortfarande åtta län där kvaliteten bedömdes otillräcklig. Dessa fick i uppdrag att utarbeta särskilda handlingsplaner innehållande en detaljerad beskrivning av åtgärder med tillhörande tidplan.

För att initiera nödvändiga förbättringar öronmärkte Naturvårdsverket bidragsmedel, bland annat för spridningsplanering och uppgradering av doserare. Dessutom reducerades medelstillelningen för samtliga län i syfte att uppnå en effektivare kalkning och minska överdoseringen. Detta fick till följd att kalkanvändningen minskade med 35 procent under tidsperioden 2004-2010. Den reducerade kalkförbrukning försämrade inte den vattenkemiska måluppfyllelsen, vilket visade att åtgärden fick avsedd effekt.

I 2007 års bedömningsgrunder presenterades ett system för att bedöma försurningsgraden i kalkpåverkat vatten (Naturvårdsverket 2007). Tidigare hade detta inte varit möjligt. Under 2007 initierade Naturvårdsverket en nationell undersökning av samtliga målsjöar, målsjöundersökningen. Alla målsjöar provtogs hösten 2007 och våren 2008 och därefter beräknades försurningsstatusen (Fölster m fl 2011). Hösten 2010 påbörjades en motsvarande provtagning av samtliga målvattendrag, målvattendragsunder-

sökningen. Provtagningen genomförs enligt ett rullande schema som löper i sex omgångar t o m våren 2016 (Fölster & Djursäter 2012).

I början av 2010 fick länsstyrelserna i uppdrag av Naturvårdsverket att utarbeta regionala åtgärdsplaner för 2010-2015. Det viktigaste motivet var att värdera verksamheten utifrån de nya försurningsbedömningarna. I samband med framtagandet av den nationella kalkningsplanen för 2011-2015 genomförde Naturvårdsverket en översiktlig granskning av planerna. Slutsatsen var att kvaliteten hade förbättrats betydligt, men att de regionala skillnaderna fortfarande var stora (Naturvårdsverket 2011).

Innan åtgärdsplanerna hann detaljgranskas övergick det nationella ansvaret för kalkningsverksamheten till Havs- och vattenmyndigheten. Denna rapport utgör en sammanställning av resultaten från den detaljerade granskning av åtgärdsplanerna som HaV genomförde under 2012 och 2013. Syftet med granskningen var att utvärdera kvaliteten i kalkningsverksamheten och erhålla ett underlag vid fördelning av bidragsmedel. Översynen omfattade pågående verksamhet inom befintliga åtgärdsområden. Eventuella behov av nykalkning redovisas inte i åtgärdsplanerna och ingick därför inte i granskningen. Det gjordes inte heller några bedömningar av biologiska kalkningseffekter eftersom dessa endast beskrivs översiktligt i åtgärdsplanerna.



Våtmarker och många sjöar kalkas från helikopter med för ändamålet särskilt utformade spridningsbehållare. Foto: Kjell Hallin.

Kalkningsverksamheten

Historik

Kalkning med stöd av statsbidrag har pågått sedan 1977, när en femårig försöksperiod inleddes. Bidraget permanentades 1982 och till och med 2012 har närmare fem miljarder kronor avsatts via statsbudgeten. Under försöksperioden hade dåvarande Fiskeristyrelsen det nationella ansvaret. Under perioden 1982-2010 var Naturvårdsverket ansvarig myndighet.

Efter 1 juli 2011 har ansvaret övertagits av den nybildade Havs- och vattenmyndigheten. Sedan 1982 har länsstyrelsen haft det regionala ansvaret och fördelat statsbidrag till huvudmän. Under försöksperioden utbetalades ungefär hälften av bidragen till olika organisationer och andra halvan till kommuner. Sedermera har kommunerna nästan helt övertagit huvudmannaskapet.

Storskalig kalkning bedrivs enbart i Sverige och i Norge. Kunskapen att kalka har byggts upp parallellt med åtgärdsarbetet och ny kunskap har successivt införlivats. Från början var kalkningen primitiv med kalkningsmedel och utrustning som ofta hämtades från jordbruket. Genom åren har såväl kalkmedel som utrustning utvecklats och blivit alltmer specialanpassad.

År 1988 utkom Naturvårdsverket med allmänna råd (1988:3) som innehöll förenklade beskrivningar av kalkningsplanering och uppföljning. År 2002 ersattes den med en handbok för kalkning (Naturvårdsverket 2002). Handboken var mer detaljerad avseende kalkningsplanering och uppföljning. Den innehöll också riktlinjer för att skapa en gemensam begreppsterminologi med åtgärdsområden, målområden och åtgärdsobjekt.



Flodpärlmusslan är förurningskänslig och akut hotad. Närmare hälften av landets kända bestånd finns i kalkade vattendrag. Foto: Tommy Vennman.

Organisation och styrmedel

Havs- och vattenmyndigheten har det nationella ansvaret för att verksamheten bedrivs optimalt med avseende på biologiska effekter och ekonomisk effektivitet. HaV ansvarar för nationell strategi och uppföljning samt forskning, utveckling och kunskapsförmedling. HaV fördelar bidragsmedel till länsstyrelserna från anslaget 1:12, ”åtgärder för havs- och vattenmiljö”, och kan meddela villkor som reglerar medelsanvändningen.

Länsstyrelsen beviljar statsbidrag till huvudmannen och ansvarar för regional strategi och uppföljning. Länsstyrelsen har det regionala ansvaret för att verksamheten bedrivs optimalt med avseende på biologiska effekter och ekonomisk effektivitet. I bidragsbeslut meddelar länsstyrelsen villkor för att uppnå detta.

Huvudmannen, som ofta är en kommun, erhåller statsbidrag för att genomföra kalkningsåtgärderna. Huvudmannen ansvarar för planering och genomförande och rapporterar genomförda åtgärder till länsstyrelsen.

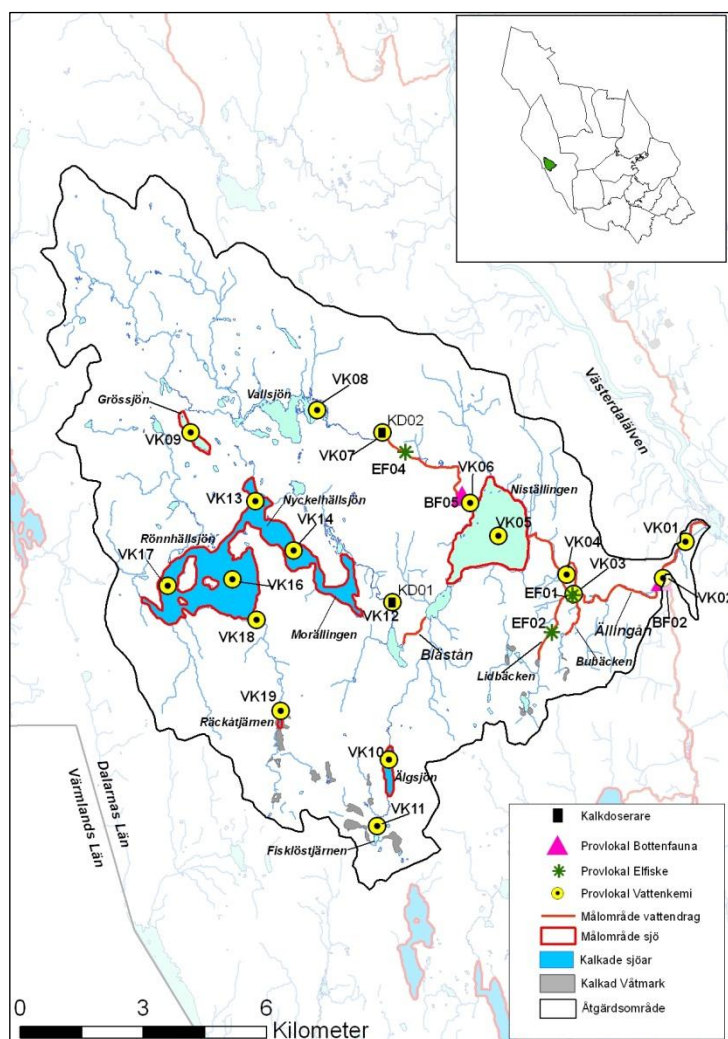
Användningen av statsbidrag regleras via förordningen (1982:840) om statsbidrag till kalkning av sjöar och vattendrag. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:27) vänder sig till länsstyrelse och huvudmän och reglerar ansvarsfördelning samt krav på planering, genomförande och uppföljning.

Detaljerade råd och rekommendationer för kalkningsplanering och uppföljning ges i handboken för kalkning. Den senaste utkom 2010 och innehåller även en beskrivning av försurningsbedömning av kalkade vatten (Naturvårdsverket 2010).

Kalkningsmetoder

Kalkningsstrategin utformas så att de vattenkemiska målen nås med minsta negativa effekt och till lägsta möjliga kostnad. Kalkningsstrategin innefattar val av metoder, kalkningsobjekt, kalkmedel, kalkdos samt spridningstidpunkt (figur 1). Sjöalkning, våtmarkskalkning och kalkdoserare är de metoder som finns att tillgå.

Sjöalkning är den vanligaste metoden. Stora sjöar kalkas med båt. Små sjöar och otillgängliga sjöar kalkas med helikopter. Sjöar som kalkas kan vara målområde, men kan också kalkas för att ge effekt i nedströms liggande målområden. Sjöalkning ger ofta ett bra resultat. Kalkas sjöar med snabb vattenomsättning kan effekten bli ojämn och otillräcklig. Sjöalkning för nedströms liggande målområden är mera vanskelig. Dels krävs en betydande överdosering av sjön och dels kan nedströmseffekten bli ojämn till följd av temperaturskiktningar i vattenmassan.



Figur 1. Exempel på en bra kalkningsstrategi. Delflödet från nordväst kalkas med en doserare medan det sjörika delflödet från sydväst åtgärdas med en kombination av sjö- och våtmarkskalkning.

Våtmarkskalkning används främst för att åtgärda vattendrag. Vid våtmarkskalkning läggs kalk på områden med utströmmande grundvatten, främst kärrmarker. Upplösning och uttransport varierar med vattenflödet, vilket gör att kärret fungerar som en naturlig kalkdoserare. Svårigheten med metoden är att välja lämpliga ytor. Ytor som tidvis översvämmas av ytvatten orsakar ojämna effekter. Ytor med låg vattengenomströmning ger svaga effekter. Kalkspredning på våtmarker sker uteslutande med helikopter.

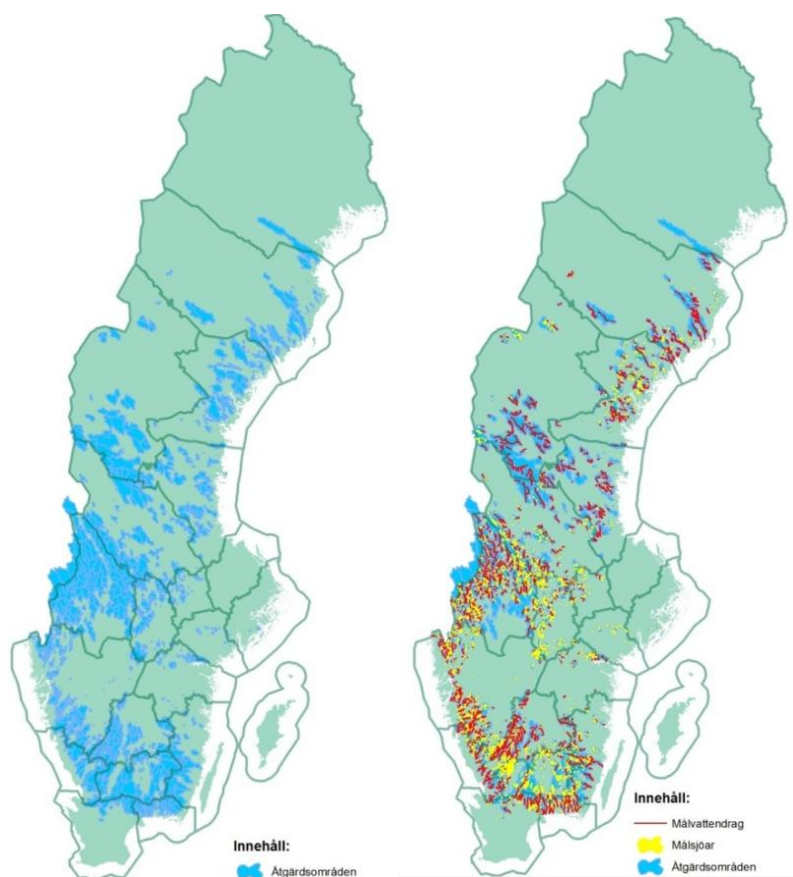
Kalkdoserare används för att kontinuerligt tillföra kalk till ett vattendrag. Kalkdoseraren består av en silo där kalkmjöl lagras samt någon form av mekanisk anordning, vanligen skruvar, som transporterar ut kalk från silon. Silon fylls via lastbil med trycktank (bulkbil). Mängden utmatad kalk regleras automatiskt via kontinuerlig mätning av vattennivån. Driftstatusen övervakas via fjärrlarm. Det blir också alltmer vanligt med internet-baserad driftövervakning. Svårigheten med doserare är främst att kontinuerligt upprätthålla

driften utan tekniska avbrott. Dosering under islagda förhållanden är också en besvärlig utmaning. Placeringen av doseraren kan utgöra ett problem. Transporten av kalk är beroende av vägar, vilket innebär att lokaliseringen kan bli mindre lämplig i förhållande till målområdena.

Kalkningsprogrammet

Länsstyrelsernas åtgärdsplaner omfattar totalt 1 310 åtgärdsområden (figur 2). Flertalet åtgärdsområden är små och innehåller ett eller ett fåtal målområden. Som kontrast finns stora åtgärdsområden som omfattar hela huvudflod-områden. Dessa kan innehålla upp mot hundra målområden i både sjöar och vattendrag. I vissa fall har stora områden delats upp på flera delområden för att underlätta hanteringen.

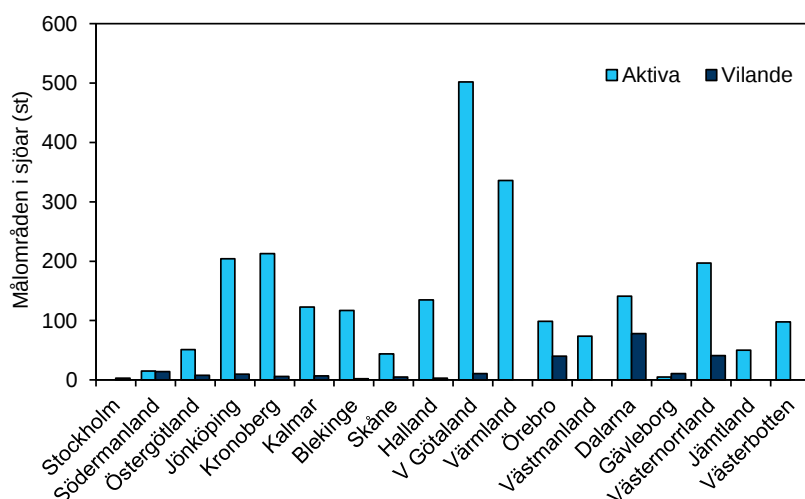
Enligt åtgärdsplanerna finns 4 105 målområden fördelade på 2 629 i sjöar och 1 476 i vattendrag (figur 2). Målsjöarna har en yta från under en hektar till över 10 000 hektar. Den genomsnittliga målsjön har en yta på 32 ha och målsjöarnas totala areal uppgår till 294 100 ha. Bolmen i Jönköpings län (18 300 ha) och Unden i Örebro län (9 540 ha) är de största målsjöarna i landet. I 240 målsjöar är kalkningen vilande, vilket innebär att fortsatt kalkning sannolikt



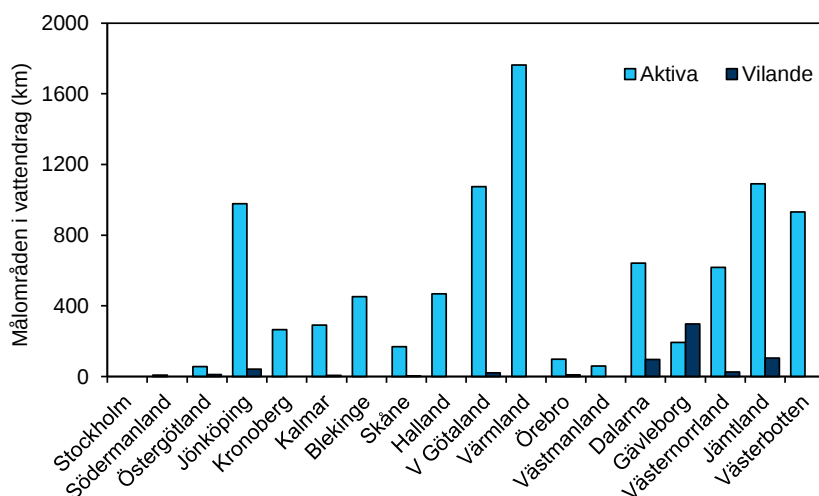
Figur 2. Förekomst av åtgärdsområden (vänster) och målområden (höger) för kalkning.

inte behövs för att uppnå pH-målet (figur 3). Målvattendragen utgörs av allt från små bäckar med en bredd på någon meter upp till stora älvar. Den totala längden målvattendrag uppgår till 882 mil (figur 4). Sävarån i Västerbottens län utgör det längsta målområdet med 77 km. I drygt 80 målvattendrag är kalkningen vilande.

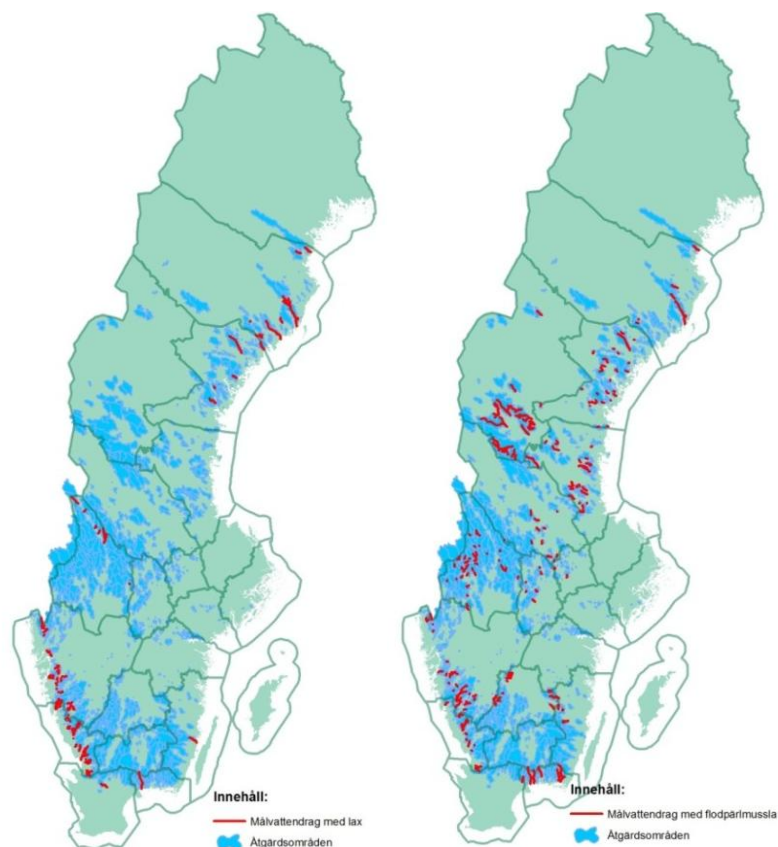
Motiven för kalkning är de natur- och nyttjandevärden som hotas av försurningen. Motiven utgörs vanligen av försurningskänsliga fiskarter, flodpärlmussla, flodkräfta eller fritidsfiske. Det vanligaste motivet i sjöar är mört som anges för 1 638 målsjöar. I 365 sjöar är flodkräfta motiv för kalkning. Dessutom utgör flodkräfta motiv i 202 målvattendrag. I vattendragen är öring det överlägset vanligaste motivet och förekommer i 1 149 målvattendrag. Lax anges som motiv i 124 vattendrag och flodpärlmussla i 254 (figur 5). Detta innebär att nästan hälften av landets bestånd av flodpärlmussla finns i kalkade vatten.



Figur 3. Aktiva och vilande målområden i sjöar enligt länsstyrelsernas redovisning för 2011.

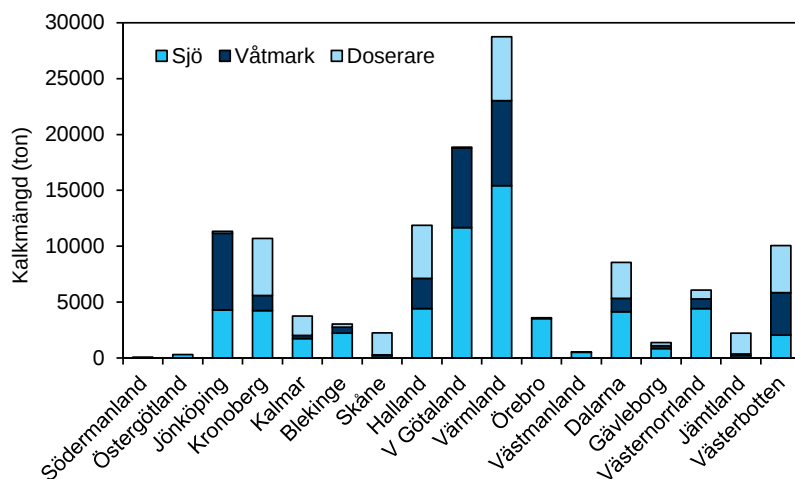


Figur 4. Aktiva och vilande målområden i vattendrag enligt länsstyrelsernas redovisning för 2011.



Figur 5. Målvattendrag med förekomst av lax (vänster) och flodpärlmussla (höger).

Kalkanvändningen under år 2011 uppgick till drygt 123 000 ton. Hälften spreds i sjöar medan den andra halvan fördelades jämnt mellan våtmarker och doserare. Värmland och Västra Götaland stod för 23 % respektive 15 % av kalkförbrukningen (figur 6). Halland, Jönköping och Kronoberg spred vardera knappt 10 %. Södermanland, Östergötland och Västmanland förbrukade tillsammans mindre än 1 000 ton eller knappt en procent av totalmängden.



Figur 6. Förbrukningen av kalk under år 2011 enligt länsstyrelsernas redovisning.

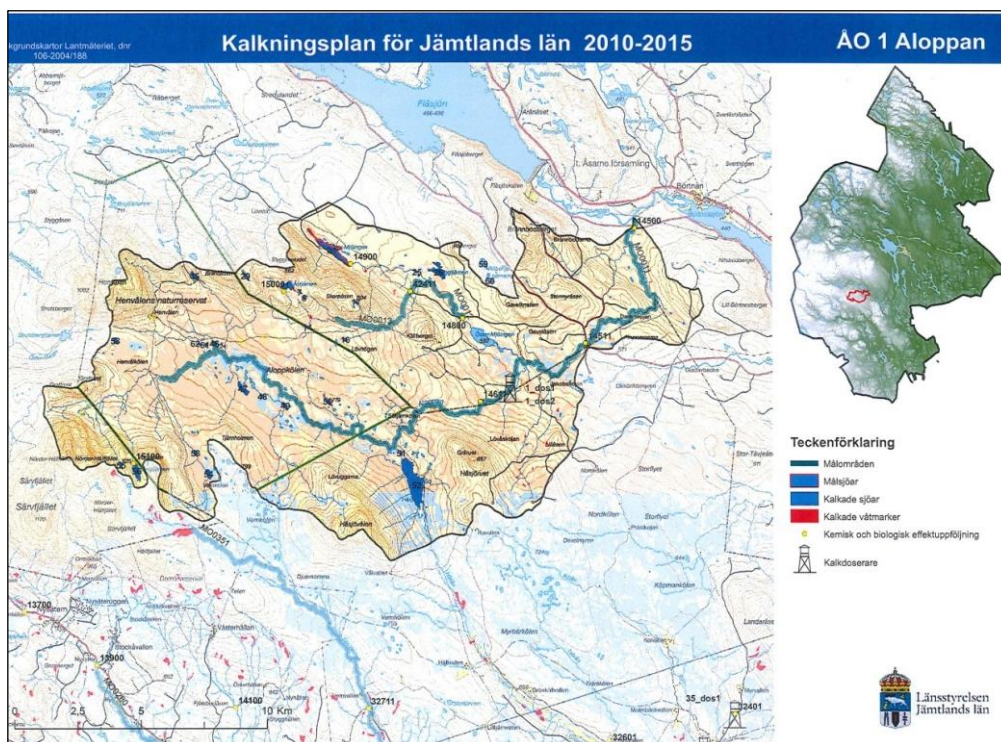
Metoder och underlag

Åtgärdsplanerna

De regionala åtgärdsplanerna baseras på riktlinjer som utgick från Naturvårdsverket i februari 2010. Åtgärdsplanerna innehåller en allmän del samt detaljerade beskrivningar av samtliga åtgärdsområden. Den allmänna delen innefattar en beskrivning av försurningsläget i länet samt strategier för kalkning, effektuppföljning och biologisk återställning.

Beskrivningen av respektive åtgärdsområde innehåller en karta där målområden, åtgärdsobjekt och uppföljningsstationer finns markerade (figur 7). Därutöver redovisas försurningsläge, motiv för kalkning, kalkningens historik samt planerade förbättringar.

För varje åtgärdsområde redovisas tabeller som beskriver målområden, försurningsbedömning, kalkningsplanering, doserarstatus samt effektuppföljning. För samtliga målpunkter redovisas diagram med pH och alkalinitet för 2005-2010. Resultat från den biologiska uppföljningen beskrivs översiktligt liksom ytterligare behov av biologisk återställning.



Figur 7. Exempel på karta som visar åtgärdsområdet, målområden, åtgärdsobjekt samt stationer för effektuppföljning.

Kompletterande underlag vid granskningen

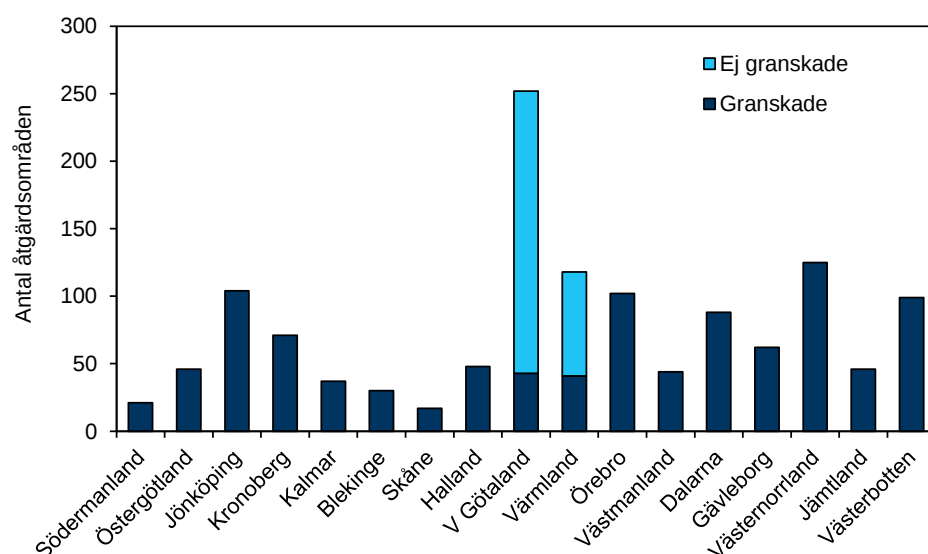
I samband med granskningen kompletterades data från den vattenkemiska uppföljningen med resultat från 2011 och 2012. Även resultat från målsjö- och målvattendragundersökningarna inhämtades.

Från SMHI:s hemsida hämtades vattenföringsdata i form av HYPE-modellerade dygnsmedelvärden. Dessa användes för att bedöma i vilken grad vattenprovtagningen skett i samband med höga flöden.

Granskningsarbetet

Granskningen omfattade samtliga åtgärdsområden, med undantag av Västra Götaland och Värmland (figur 8). I Västra Götaland granskades knappt 20 % och i Värmland ungefär en tredjedel. De utvaldes så att de omfattade 60-65 % av de båda länens totala kalkförbrukning. Därmed granskades främst de större åtgärdsområdena.

Granskningen genomfördes av författarna till denna rapport. Flertalet län granskades av samtliga personer genom en uppdelning av åtgärdsområdena. Bedömningarna likriktades genom kontinuerliga avstämningsmöten. Nio kvalitativa faktorer bedömdes med utgångspunkt från hur verksamheten bedrivs i förhållande till de råd och riktlinjer som anges i Handboken för kalkning av sjöar och vattendrag (Naturvårdsverket 2010). Dessutom beräknades kalkbehoven.



Figur 8. Antal åtgärdsområden samt antal granskade åtgärdsområden. Totalt granskades 1 024 av 1 310 åtgärdsområden.

Granskningen följde ett formulär där följande kvalitativa faktorer värderades.

- Åtgärdsområdets avgränsning. Är åtgärdsområdet rimligt avgränsat? Består åtgärdsområdet av ett avrinningsområde ner till det nedersta målområdet? Har åtgärdsområdet avslutats eller justerats när kalkbehov saknas i nedersta målområdet?
- Angivna målområden. Har målområdet avslutats om pH-målet uppnås utan kalkning? Har det lagts vilande vid osäker bedömning? Har oförsurade målområden avslutats? Anges motiv för samtliga målområden?
- Vattenkemiska mål. Baseras pH-målet på de arter som angivits? Har risken för höga halter av oorganiskt aluminium beaktats?
- Försurningsbedömning. Anges försurningen som ΔpH (se avsnitt försurningsbedömning, sid 25) för samtliga målområden? Har en rimlighetsvärdering av ΔpH gjorts i förhållande till lokal kunskap och osäkerheter i beräkningen?
- Doserare – teknik, skötsel, effekt. Är doserare som kalkar målområden i vattendrag utrustade med elektronisk flödesstyrning och fjärrlarm? Finns organisation för larmmottagning och felavhjälpning? Har doseraren haft en bra vattenkemisk effekt?
- Vattenkemisk effektuppföljning – strategi. Finns vattenkemisk uppföljning i samtliga målområden? Är lokalerna placerade där måluppfyllelsen bedöms vara svårast att upprätthålla? Provtas sjöar vid sjömitt eller i direkt anslutning till sjöutloppet. Undviks provtagning av målsjöar vid skiktade förhållanden under vårvintern? Sker analys av pH, alkalinitet, vattenfärg samt kalcium och magnesium?
- Vattenkemisk effektuppföljning – provtagning vid högflöde åren 2005-2011. Insamlas prover i målvattendrag vid alla betydande högflöden, minst 6 ggr per år, vid en kontroll mot vattenföringen enligt SMHI:s HYPE-modell? Sker provtagning på våren i de sjöar som kalkas på hösten?
- Vattenkemisk måluppfyllelse. Har eller är det troligt att pH-målen inom åtgärdsområdet uppnåtts under åren 2005-2011?
- Kalkningsstrategi. Är kalkningsstrategin anpassad efter angivna målområden? Har åtgärdssjöar tillräckligt långa omsättningstider och tillräcklig stor nedströmseffekt? Är våtmarkskalkningarna effektiva? Har doseraren en bra placering utifrån angivna målområden? Är kalkförbrukningen rimlig i förhållande till riktvärdena i handboken?

Kalkbehovet beräknades för varje åtgärdsområde baserat på förutsättningen att vattenkemisk måluppfyllelse ska kunna uppnås i samtliga målområden. Beräkningarna utgick ifrån de doseringsanvisningar som anges i handboken för kalkning eller från de senaste årens vattenkemiska resultat i förhållande till spridda kalkmängder. Ibland beräknades kalkbehoven på ett ofullständigt underlag, vilket innebär att säkerheten varierar.



För att följa kalkningarnas vattenkemiska effekter insamlas årligen mer än 10 000 vattenprover.
Foto: Roger Wallin.

Kalkbehovet beräknades som ett min- respektive ett maxbehov för cirka en tredjedel av åtgärdsområdena. Det var främst två faktorer som gav upphov till en intervallskattning. En faktor var osäkra bedömningar av lägsta pH-okalk, dvs det pH-värde som vattnet uppvisat om det inte hade kalkats. När värdet för pH-okalk var osäkert uppskattades ett lägsta och ett högsta värde, vilket gav två olika kalk-behov. Den andra faktorn var pH-målen. Flertalet länsstyrelser angav ibland ett högre pH-mål än de som handboken anvisar, mestadels ett pH-mål på 6,0 istället för 5,6. I dessa fall baserades minbehovet på handbokens pH-mål medan länsstyrelsens pH-mål användes för att beräkna maxbehovet.

Beräkningen av kalkbehov baserades på vad som är möjligt att genomföra med beprövad metodik. I vissa fall förutsätter detta nya våtmarkskalkningar eller nya kalkdoserare. I praktiken kan det finnas omständigheter som innebär att sådana förändringar inte är möjliga att genomföra, men detta har inte varit möjligt att beakta.

Vid beräkningen av de länsvisa kalkbehoven gjordes en summering av samtliga åtgärdsområden. För Västra Götaland och Värmland beräknades kalkbehovet för hela länen utifrån bedömningarna i de granskade åtgärdsområdena. De senare antogs således vara representativa för hela länet med avseende på justering av kalkbehov.

Rapportering till länen

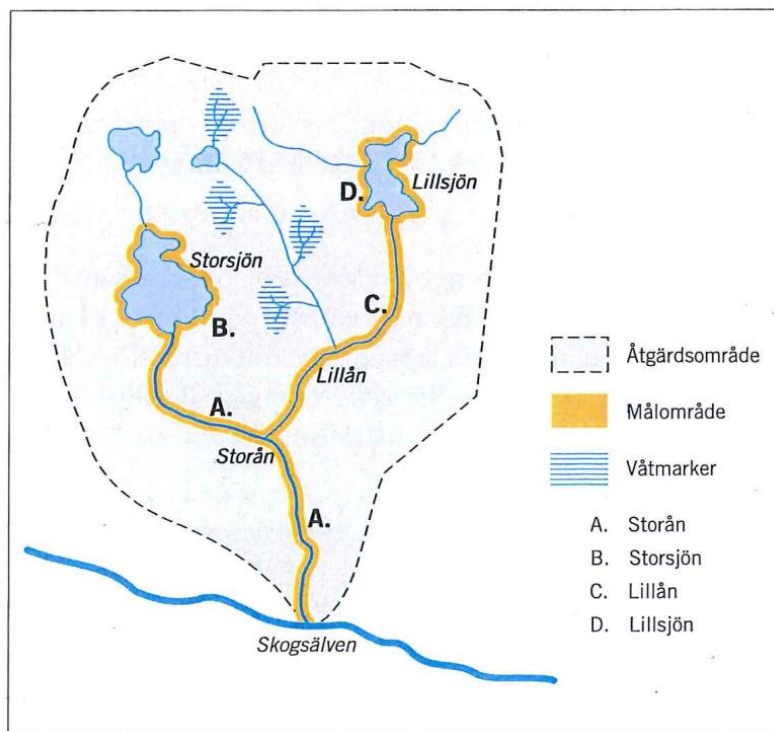
Bedömningarna redovisades till länsstyrelsen i form av en excel-fil som innefattade samtliga granskade delmoment för respektive åtgärdsområde. Dessutom lämnades sammanfattande bedömningar, beräkningar och rekommendationer i rapportform. Efter förfrågan hölls dialogmöten med länsstyrelserna i Södermanlands, Östergötlands, Kronobergs, Kalmar, Blekinge, Skåne, Värmlands, Västmanlands och Gävleborgs län.

Hur väl fungerar kalkningsverksamheten?

Åtgärdsområden, målområden och motiv

Före 2002 fanns inget enhetligt system för att beskriva syfte och omfattning av pågående åtgärder. Därmed kunde såväl direktkalkade sjöar och vattendrag liksom mer eller mindre kalkpåverkade vatten i olika grad anges som en del av verksamheten. Ingen åtskillnad gjordes mellan vattenområden som enbart kalkades för att uppnå nedströmseffekter och sådana där kalkningen hade en uttalad målsättning.

I kalkningshandboken från 2002 presenterades ett system för att beskriva begrepp och objekt. Målsättningen var att skapa ett likriktat och jämförbart system för hela landet. Målområde är en sjö eller en vattendragssträcka där kalkningen avser att uppfylla de vattenkemiska och biologiska målen (figur 9). Åtgärdsområdet innefattar avrinningsområdet till det nedersta målområdet. För varje målområde finns motiv för kalkning i form av de natur- och nyttjandevärden som hotas av försurning.

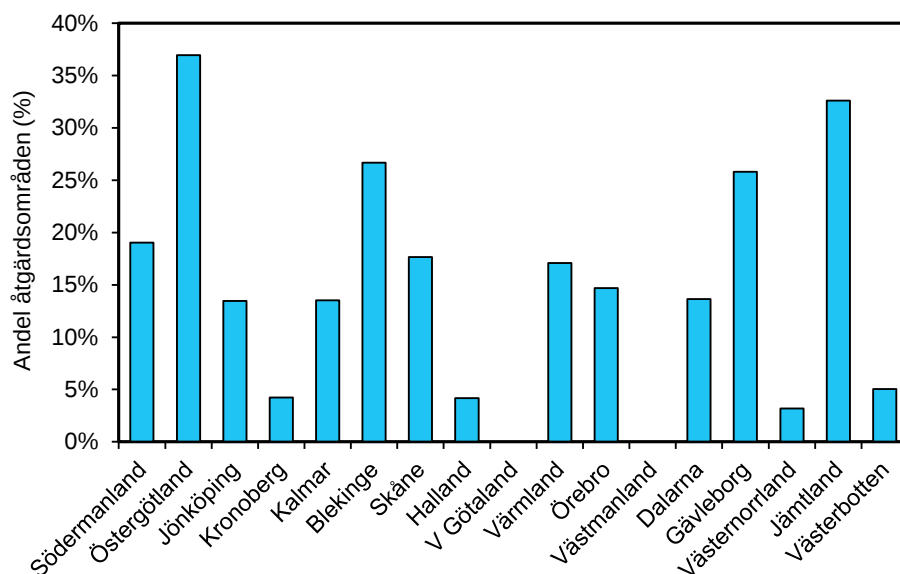


Figur 9. Definition av målområden och åtgärdsområde. Storån, Storsjön, Lillån och Lillsjön utgör målområden. Dessa vatten är försurade och hyser tillräckliga motiv för att nyttan med kalkning ska förväntas överskrida kostnaden. Åtgärdsområdet omfattar hela avrinningsområdet ner till Storåns mynning i Skogsälven.

Anpassningen till det nya systemet gick smidigt i vissa län, men innebar problem för andra. Länens åtgärdsplaner för 2003-2007 visade på betydande regionala skillnader. I några län var samtliga kalkade sjöar och kalkpåverkade vattendrag utpekade som målområden. Detta oavsett om kalkningen var befogad eller dimensionerad för det angivna målområdet. I flera län var det också vanligt med målområden i vattendrag där kalkeffekten var försumbar eller där kalkbehov saknades. Därmed kom många stora vattensystem att felaktigt utpekas som åtgärdsområden för kalkning.

Åtgärdsplanerna för 2010-2015 visar att definitionerna med åtgärdsområden och målområden numera är väl inarbetade. Totalt bedömdes 13 % av åtgärdsområdena vara i behov av översyn. Anmärkningarna berodde vanligen på att åtgärdsområdena innefattade målområden där det vattenkemiska målet uppnås utan kalkning. Om så är fallet bör åtgärdsområdena begränsas i storlek eller avslutas. I Östergötland, Blekinge, Gävleborg och Jämtland gavs synpunkter på fler än vart fjärde område (figur 10). I Blekinge fanns dessutom ett antal åtgärdsområden som inte var möjliga att bedöma eftersom vattenkemiska data saknades eller var bristfälliga. Bristande planering över länsgränserna är fortfarande ett problem. Detta gäller främst vattendrag som rinner mellan Kronoberg, Kalmar, Blekinge och Skåne.

Synpunkterna på målområdena var av samma karaktär som för åtgärdsområdena. Således avsåg huvuddelen av anmärkningarna att pH-målet uppnås utan kalkning och att målområdet därmed kan avslutas.

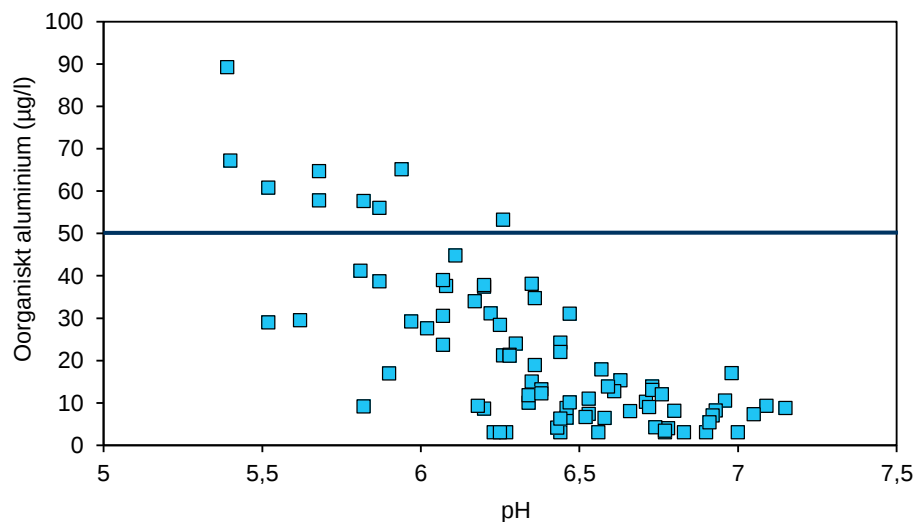


Figur 10. Andel åtgärdsområden som bedömts vara felavgränsade eller som kan avslutas.

Östergötlands och Jönköpings län erhöll synpunkter på att motiv inte fanns angivet för samtliga målområden. Värdet av att skydda motiven ska vägas mot kostnaden för kalkning. Särskilt viktigt är detta vid kalkning som pågått länge, utan att effekten på djurlivet blivit den som eftersträvs. De regionala skillnaderna är betydande avseende vilka motiv som befunnits tillräckliga för att motivera en kalkningsinsats. Även valet av kalkningsstrategi, och därmed kostnad, i förhållande till motiv varierar. Kalkningen inom Bolmens tillflöden i Jönköpings län är ett exempel på dyr kalkning med svaga motiv. I ett av tillflödena, Storån, sprids årligen närmare 2 000 ton kalk, huvudsakligen på våtmarker. För några målområden saknas motiv och i andra anges upplåtet fiske som enda motiv. Vattensystemet är dessutom kraftigt påverkat av dammanläggningar, vilket begränsar den biologiska responsen.

Vattenkemiska mål

Alla målområden ska ha ett vattenkemiskt mål. Kalkningen ska dimensioneras så att pH-målet inte underskrids. pH-målet anges i handboken till tre alternativa nivåer i form av 5,6, 6,0 eller 6,2. pH-målet är kopplat till de arter som kalkningen avser att skydda. pH-målet på 6,2 används i vatten med flodpärlmussla. I vatten med flodkräfta, mört eller lax tillämpas pH-mål 6,0. I övriga vatten används pH 5,6. Undantag gäller för vatten där höga halter av oorganiskt aluminium kan befaras. I dessa bör pH-värdet inte understiga 6,0 (figur 11).



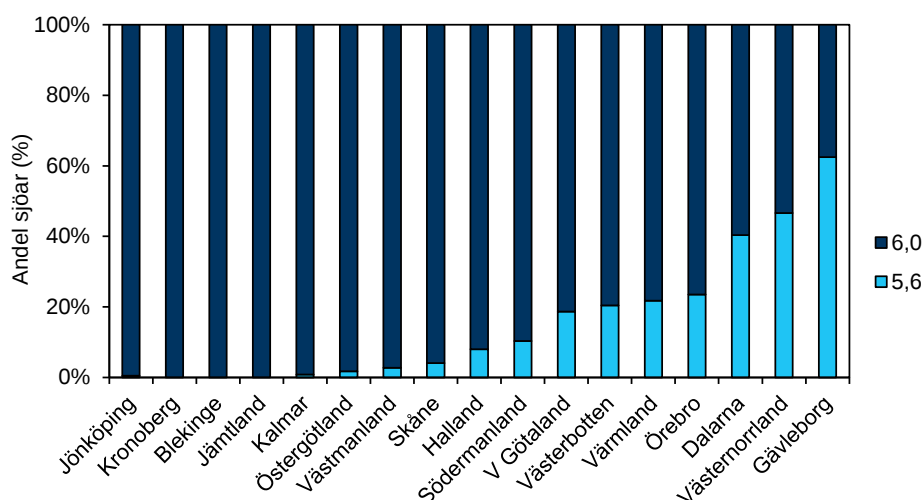
Figur 11. Exempel på förhållandet mellan pH och oorganiskt aluminium i ett kalkat vattendrag. Om pH-värdet sjunker under 6,0 kan kritiskt höga halter (> 50 µg/l) av oorganiskt aluminium uppträda. Exemplet är från Stridbäcken i Västerbotten där aluminiumhalten i den okalkade delen periodvis är 100-150 µg/l.

I handboken från år 2002 presenterades ett system med differentierade pH-mål. Syftet var att vattenkemin i kalkade vatten så långt som möjligt skulle efterlikna den naturliga. Innan 2002 tillämpades genomgående pH-mål 6,0. Systemet som kom 2002 baserades på tre nivåer där pH 6,3 tillämpades i vatten med lax och märlkräftor. pH 6,0 användes i vatten med flodkräfta, mört, havsöring, elritsa samt för några känsliga bottendjur. Övriga vatten hade pH-mål 5,6.

Granskningen av åtgärdsplanerna för 2003-2007 samt länsstyrelsernas årliga redovisning visade att införandet av differentierade pH-mål gick långsamt. År 2005 användes pH-målet 5,6 i 373 av totalt 3 286 målsjöar, vilket endast var 11 %. Mer frekvent användning av pH-mål 5,6 i sjöar förekom i sex län. För vattendragen tillämpades 5,6-målet mera frekvent i sju län och omfattade knappt 20 % av målsträckorna. År 2010 hade användningen av pH-mål 5,6 i sjöar ökat till 18 %. I vattendragen användes pH-mål 5,6 i 42 procent av sträckorna. Flertalet län tillämpade därmed systemet som presenterades 2002.

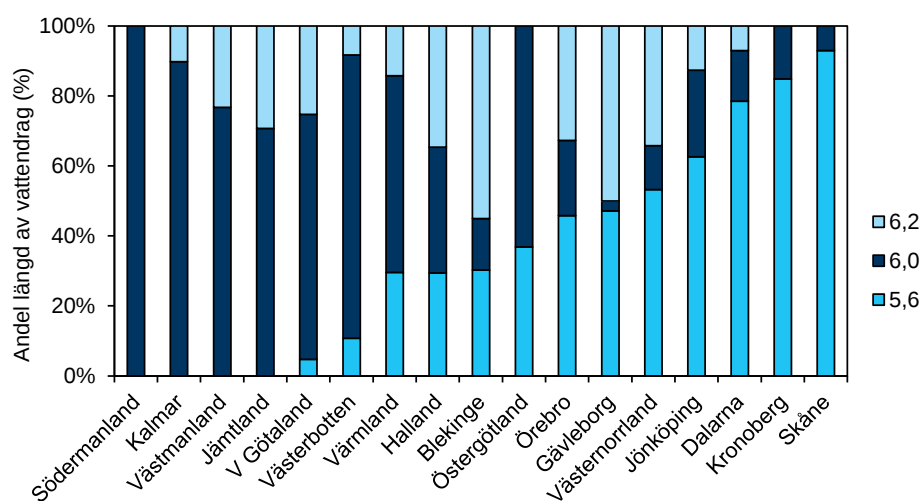
Uppdatering av pH-målen i handboken från 2010 innebar ganska stora förändringar. Målet för lax sänktes från 6,3 till 6,0 och målet för havsöring från 6,0 till 5,6. pH-målet på 6,0 för mört begränsades till att enbart gälla i sjöar. Dessutom utgick förekomst av bottendjur och elritsa som målgrundande organismer. För flodpärlmussla höjdes målet från 6,0 till 6,2. Användandet av oorganiskt aluminium som stödparameter betonades genom att pH-mål 5,6 inte rekommenderades där höga halter (> 50 µg/l) kan befaras.

pH-mål 6,0 för sjöar förutsätter förekomst eller tidigare förekomst av mört och/eller flodkräfta. Granskningen av åtgärdsplanerna visade att Östergötland, Kronoberg, Kalmar, Blekinge, Västmanland och Jämtland i princip alltid använder 6,0, oavsett om det finns arter som motiverar målet (figur 12). Även Jönköping använder enbart 6,0, men anger förekomst eller tidigare förekomst av mört och/eller flodkräfta för samtliga målsjöar. Värmland använder pH-mål 6,0 för sjöar med röding vilket är en avvikelse från handboken.

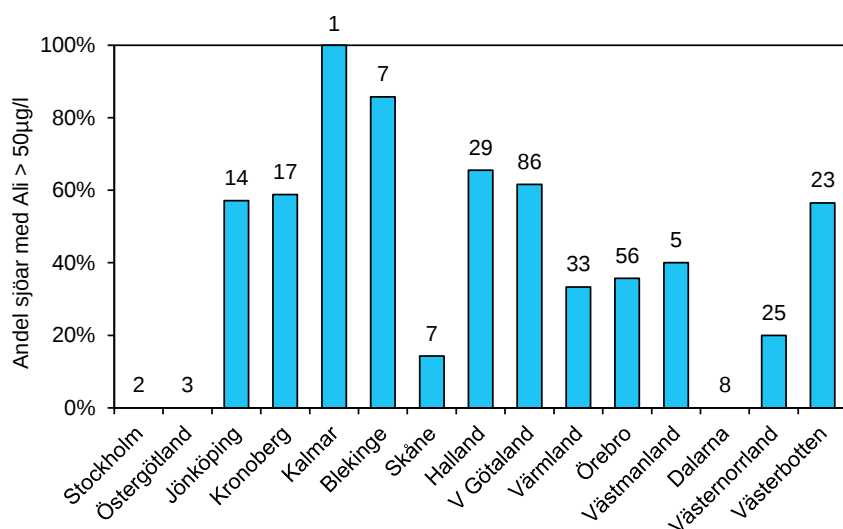


Figur 12. Fördelning av pH-mål i sjöar enligt länsstyrelsernas redovisning för 2011.

I vattendrag motiveras pH-mål 6,2 av flodpärlmussla. Lax och flodkräfta föranleder pH-mål 6,0 och övriga arter pH-mål 5,6. I vattendrag utgör också risken för höga halter av oorganiskt aluminium ett väsentligt skäl för att välja pH-mål 6,0. Södermanland, Kalmar, Västmanland och Jämtland har genomgående använt 6,0 som lägsta pH-mål (figur 13). Oavsett om detta stämmer med riktlinjerna i handboken. Även i Värmland används pH-mål 6,0 frekvent, även när detta inte är motiverat. I Kronoberg, Halland, Skåne och Örebro används pH-mål 5,6 utan att en relevant avvägning görs avseende risken för höga halter av oorganiskt aluminium. I Halland och Kronoberg antyder vattenkemiska resultat från okalkade sjöar (figur 14) att pH inte bör understiga 6,0 om kritiska nivåer för oorganiskt aluminium ska undvikas.



Figur 13. Fördelning av pH-mål i vattendrag enligt länsstyrelsernas redovisning för 2011.



Figur 14. Vid pH-värden under 6,0 är det inte ovanligt att halten av oorganiskt aluminium överstiger kritiska nivåer (50 µg/l). Diagrammet baseras på resultat från okalkade sjöar med pH < 6,0, provtagna i samband med målsjöundersökningen 2008, och visar andelen sjöar med halter över 50 µg Ali/l. Antalet provtagna sjöar anges ovanför respektive stapel.

Försurningsbedömning

Försurningsbedömning av kalkade vatten bygger på ett system där den vattenkemiska effekten från kalkningen borträknas. Därefter görs en försurningsbedömning via MAGIC-biblioteket som nås via IVL:s hemsida (www.ivl.se). Försurningen uttrycks som ΔpH (delta-pH), vilket avser skillnaden mellan nuvarande pH och modellerat pH för år 1860. Systemet presenterades i bedömningsgrunderna från 2007 (Naturvårdsverket 2007) och införlivades i kalkningsverksamheten i och med handboken från 2010. De nuvarande bedömningsgrunderna återfinns i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten (HVMFS 2013:19).

Innan 2007 saknades verktyg för att bedöma försurningsgraden i kalkpåverkade vatten. Ur en vattenkemisk synvinkel kunde kalkning därmed avslutas enbart när pH-målet uppnåddes utan ytterligare tillförsel av kalk. Systemet som presenterades 2007 var behäftat med felaktigheter och det var först i juli 2010, efter betydande utvecklingsarbete, som trovärdiga bedömningar erhöles.

Trots förbättringarna innefattar försurningsbedömning av kalkade vatten fortfarande betydande osäkerheter. Därför behöver erhållna värden på ΔpH rimlighetsvärderas innan de kan ligga till grund för att avsluta kalkning. Granskningen av åtgärdsplanerna för 2010-2015 visade att flertalet län redovisat ΔpH -värdena från målsjöundersökningen utan en relevant rimlighetsvärdering. Flertalet län saknade också försurningsbedömning av

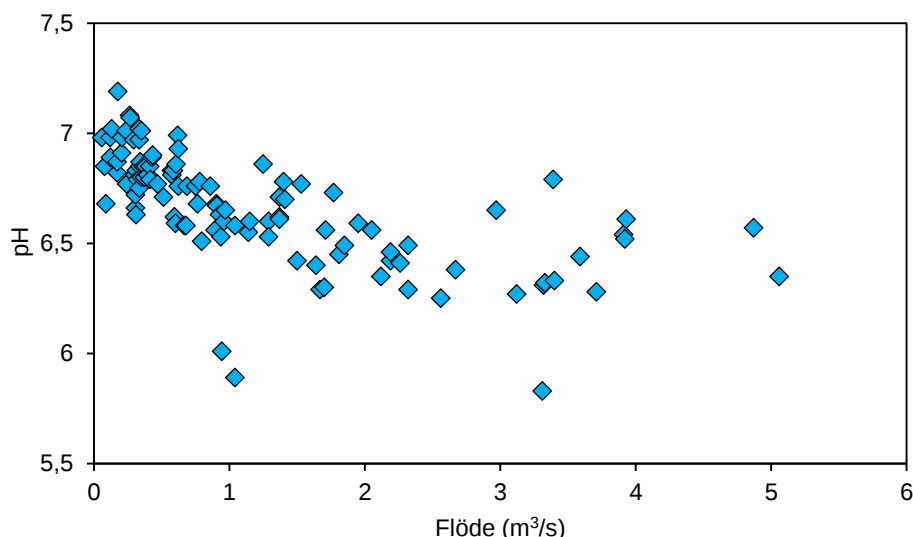


Ofta registreras de lägsta pH-värden vid höga flöden. I kalkade vattendrag är det särskilt viktigt att vattenprover insamlas vid dessa tillfällen. Foto: Lajla Lindgren.

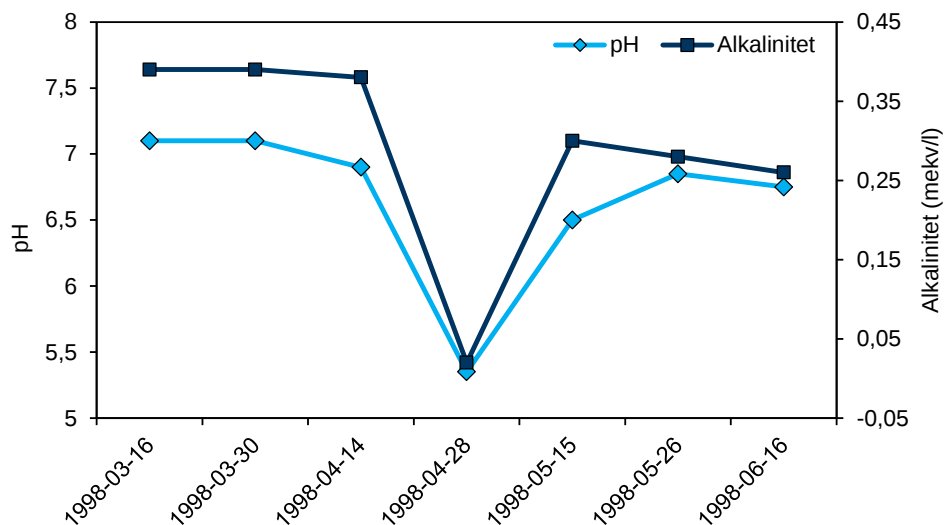
vattendragen. Endast Jönköping, Halland, Västra Götaland och Västerbotten redovisade rimlighetsvärderade bedömningar för både sjöar och vattendrag. En viktig orsak till den ofullständiga redovisningen torde vara fördröjningen av underlaget från målsjöundersökningen 2007/08. Felaktigheterna i bedömningssystemet innebar att nya korrigerade värden på ΔpH inte fanns tillgängliga förrän i oktober 2010. För att en värdering skulle komma med i åtgärdsplanerna framskötts sista inlämningsdatum från 31 oktober till 10 december. Detta var uppenbarligen inte tillräckligt för flertalet län, troligen för att en rimlighetsvärdering är både komplicerad och tidskrävande.

Vattenkemisk effektuppföljning

I samtliga målområden följs kalkningens effekter via vattenkemisk provtagning. Uppföljningen utformas så att eventuell förekomst av låga pH-värden upptäcks. Detta innebär att provtagningslokalerna förläggs till de mest kritiska vattendragsavsnitten samt att provtagningen sker när risken för låga pH-värden är som störst. I vattendrag behöver i princip vattenprov insamlas vid alla betydande flödestoppar samt vid andra tillfällen när kalkeffekten kan förväntas vara låg (figur 15). I sjöar bör provtagning ske vid högflöden, innan nästkommande omkalkning utförs. I normalfallet provtas sjöarna i samband med vårfloden. Provtagning vid islagda förhållanden under vintervintern bör undvikas eftersom vattenmassan då är temperaturskiktad. Vid dessa tillfällen är ytvattnet inte representativt för sjöns huvudsakliga vattenmassa (figur 16).



Figur 15. Exempel på förhållandet mellan vattenflöde och pH i ett våtmarkskalkat vattendrag. pH sjunker generellt med flödet. pH-värden från låga flöden är inte relevanta vid bedömning av måluppfyllelse och kalkeffekt. Under vissa situationer kan låga pH-värden även uppträda vid förhållandevis låga flöden. Exempelvis kan detta gälla efter regn på sensommaren när vattenfärgen vanligen är som högst.



Figur 16. I kalkade sjöar kan en skiktning av vattenvolymen uppstå i samband med isläggning. Skiktningen kan bli särskilt uttalad vid islägningsperiodens slutskede. Skiktningen innebär att tillrinnande okalkat vatten flyter ovanpå det kalkade sjövattnet. Sjöns utlopp kan då helt domineras av okalkat ytvatten. När sjöns vattenvolym cirkulerat sker en omblandning varmed vattenkemin utjämnas. Exemplet är från Torrsjön i Västerbotten. Sjön direktkalkas och ingen kalkning sker uppströms. Omsättningstiden är nästan tre år och vattenproven är tagna i sjöutloppet.

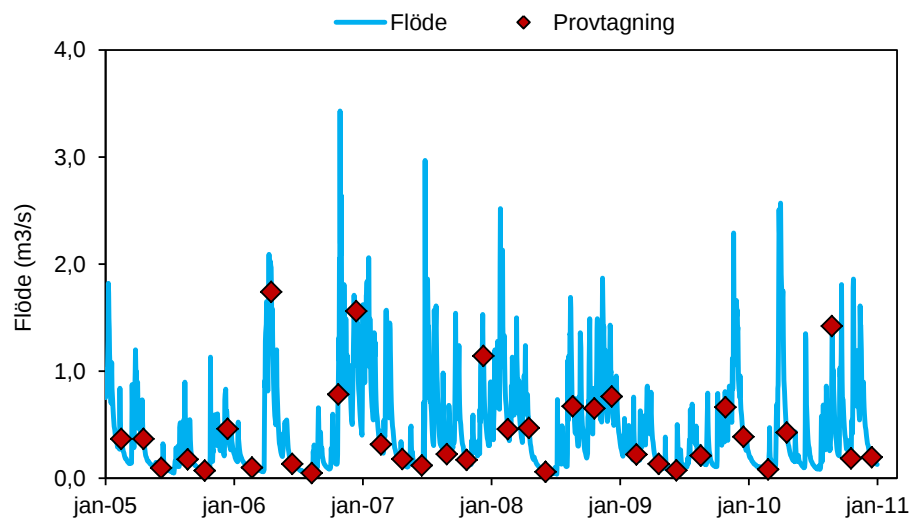
I handboken från 2002 anges hur många prover som bör insamlas i målområden. För vattendrag bör minst 6 prov per år insamlas, samtliga vid höglöde. Om kalkning sker via doserare behövs minst 10 prov per år. För sjöar bör 1-4 prov insamlas. Samma riktlinjer ges i handboken från 2010. Där tillkom rekommendationen att även analysera kalcium och magnesium i syfte att ge underlag för beräkning av kalkeffekt. Dessutom poängterades behovet att mäta oorganiskt aluminium vid pH-värden under 6,0 i kalkade vatten samt i okalkade referensvatten.

Granskningen av åtgärdsplanerna för 2003-2007 visade på mycket stora brister avseende den kemiska uppföljningen. Flera län saknade en flödesrelaterad provtagning och endast i fem län bedömdes uppföljningen vara tillfredställande.

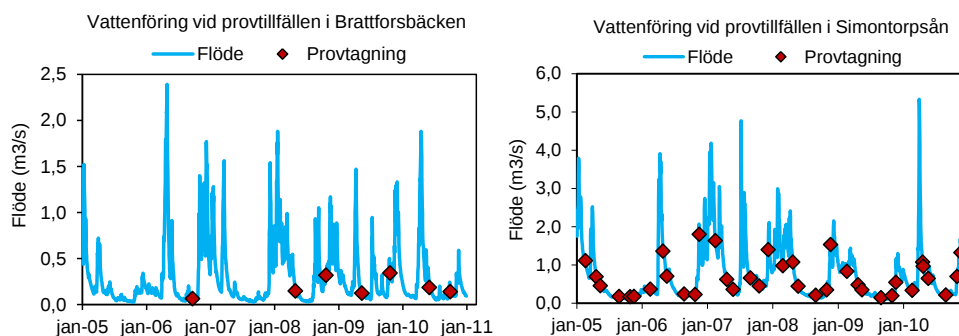
Granskningen av åtgärdsplanerna för 2010-2015 visade på fortsatta brister i uppföljningen. Blekinge, Skåne och Örebro län saknade ambition att provta vid höglöden. I Blekinge saknades dessutom provpunkter i många målområden. Provtagning vid fasta och förutbestämda tidpunkter förekom i Skåne, Värmland och delvis även i Jönköping. Även om denna provtagning görs frekvent, en gång per månad, blir underlaget ofta otillräckligt för bedömning av måluppfyllelse (figur 17). Vid provtagning som samordnas med recipientkontroll, som exempelvis i Jönköping, Blekinge och Kalmar, bör kompletterande höglödesprovtagning genomföras. Som grundläggande strategi för kalkeffektuppföljning ska schemalagd provtagning inte tillämpas. I Halland, Gävleborg, Jämtland, och Västerbotten fungerar provtagningen vid höglöden

genomgående mycket bra. Med smärre justeringar gäller detta även i Södermanland, Jönköping, Kronoberg, Kalmar, Västra Götaland, Dalarna och Västernorrland. I Östergötland, Blekinge, Skåne, Värmland, Örebro och Västmanland behövs mera genomgripande förändringar för att uppnå en acceptabel nivå. Exempel på bristfällig och väl utförd provtagning i förhållande till förekommande höglöden visas i figur 18 respektive 19.

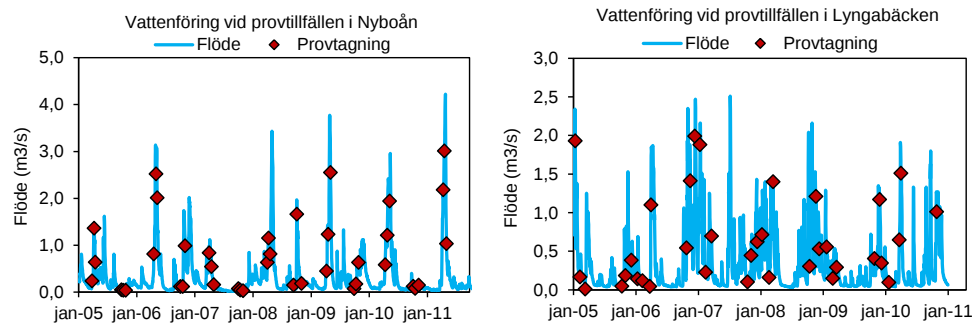
Granskningen visade också att Södermanlands, Kalmar och Västmanlands län använt prover från skiftade förhållande för att bedöma måluppfyllelse och kalkbehov i målsjöar. Värmland, Örebro och Dalarna saknade helt eller delvis analys av kalcium och magnesium.



Figur 17. I Götarpsån i Jönköpings län samordnas provtagningen med SRK (samordnad recipientkontroll). Provtagningen sker i mitten av varannan månad enligt schema, vilket ger ett bristfälligt underlag för att bedöma situationen vid höglöden. Vattenföringsdata har hämtats från SMHI (modellerade dygnsmedelvärden).



Figur 18. Exempel på bristande provtagning i förhållande till höglöden. Brattforsbäcken ligger i Örebro län och Simontorpsån i Skåne län. I Brattforsbäcken är även antalet provtillfäll för få. Vattenföringsdata har hämtats från SMHI (modellerade dygnsmedelvärden).



Figur 19. Exempel på väl fungerande höglödesprovtagning. Nyboån ligger i Gävleborgs län och Lyngabäcken i Hallands län. Vattenföringsdata har hämtats från SMHI (modellerade dygnsmedelvärden).

Måluppfyllelse

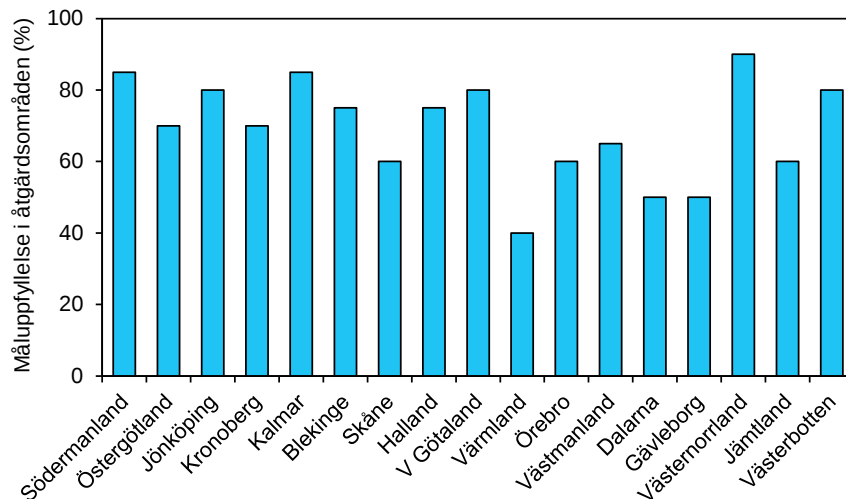
Vattenkemisk måluppfyllelse förutsätter att pH inte vid något tillfälle underskrider uppsatta pH-mål. Bedömningen är beroende av kvaliteten på den vattenkemiska uppföljningen. Vid bristfälligt dataunderlag från höglöden är det närmast omöjligt att bedöma måluppfyllelse i vattendrag.

Vid granskningen av åtgärdsplanerna för 2010-2015 bedömdes måluppfyllelsen för perioden 2005-2011. I princip förutsätter måluppfyllelse att pH-målet inte underskridits i något målområde inom åtgärdsområdet under 2005-2011. Bedömningen utgick från redovisade pH-värden inklusive en värdering där det förekom brister i den kemiska uppföljningen.

I Dalarnas och Gävleborgs län nåddes måluppfyllelse i endast hälften av åtgärdsområdena (figur 20). Skåne, Örebro och Jämtland hade en måluppfyllelse på ca 60 %. I flera län överskred måluppfyllelsen 75 %, bland annat i Södermanland, Kalmar och Västernorrland.

Det är svårare att uppnå måluppfyllelse i åtgärdsområden med många målområden och med målområden i vattendrag. I Värmland och Västra Götaland granskades ungefär en tredjedel respektive en femtedel av åtgärdsområdena och dessa utvaldes selektivt bland de största. Noteringen på 40 % för Värmland och 80 % för Västra Götaland är därför sannolikt en underskattning av måluppfyllelsen inom länens hela kalkningsverksamhet.

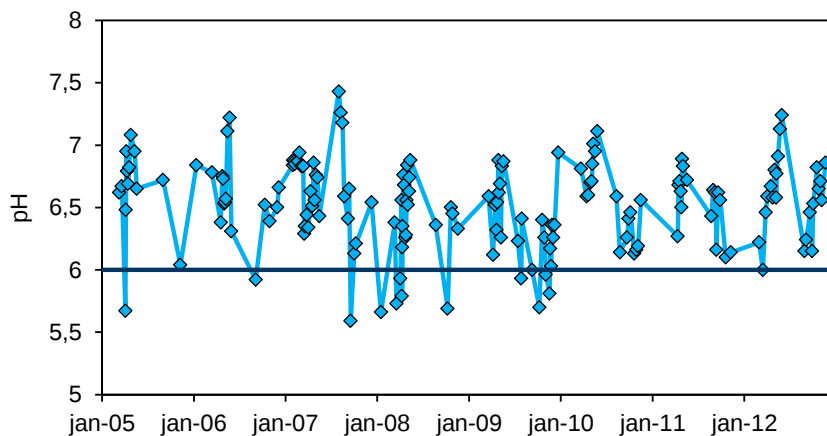
Svag måluppfyllelse berodde vanligen på ineffektiv kalkning. Med detta menas att kalkmängden på årsbasis är tillräcklig, men att brister i var och hur kalken sprids medför att kalken inte tillförs optimalt över året. Vanligaste problemet är en övertro på nedströmseffekten från kalkade sjöar. Ganska ofta förekommer också att sjöar med snabb vattenomsättning kalkas med höga kalkdoser. Resultatet blir en kraftig initial effekt som snabbt avklingar.



Figur 20. Andel åtgärdsområden med vattenkemisk måluppfyllelse under 2005-2011.

Att kalka optimalt med doserare är svårt, särskilt i små och sura vattendrag med snabba flödesförändringar. Driftstörningar och felaktigt inställda styrparametrar innebär att kalkdosen tidvis inte är anpassad till behovet (figur 21). Även placeringen av doseraren är viktig. Felaktigt placerade doserare i förhållande till nedströms belägna målområden medför att det tidvis inte är möjligt att utdosera tillräckligt mycket kalk.

Vid våtmarkskalkning beror utebliven måluppfyllelse vanligen på att olämpliga ytor kalkas. Detta kan bero på att felaktiga ytor valts eller att lämpligare ytor saknas (alternativt inte får kalkas). Svag måluppfyllelse till följd av för låg kalkdosering var inte vanligt förekommande. I Gävleborg var detta emellertid ganska vanligt. Delvis beroende på ett antal vilande åtgärdsområden där kalkning behöver återupptas för att uppnå pH-målen.



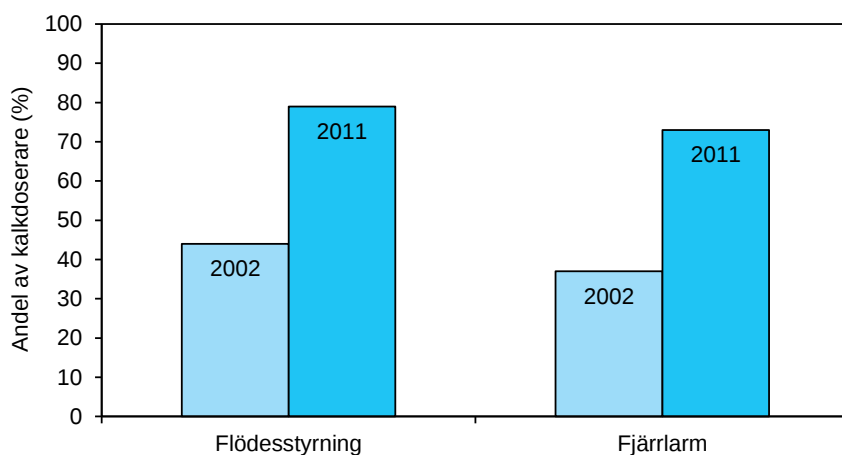
Figur 21. Det är svårt att kontinuerligt upprätthålla måluppfyllelse i ett litet surt vattendrag med enbart en kalkdosare. Exemplet visar Stridbäcken i Västerbotten. Avrinningsområdet är 1600 ha och pH ovan doseraren uppgår vanligen till 4,5-4,8. Av 164 mättillfällen 2005-2012 underskreds pH-målet vid tretton tillfällen.

Kalkningens planering och genomförande

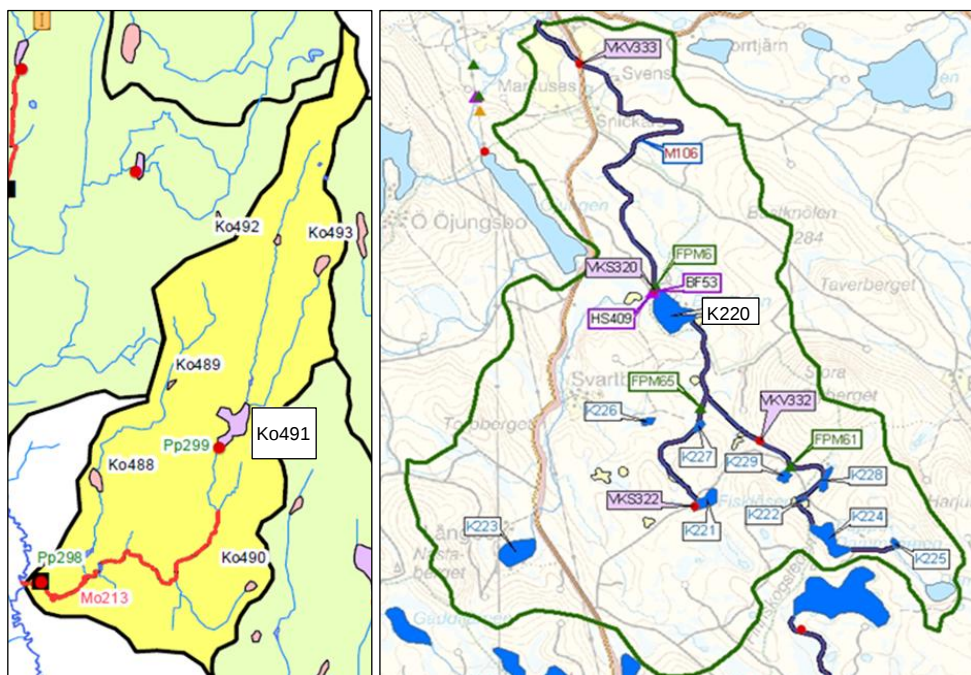
Val av åtgärdsobjekt (sjöar och våtmarker), placering och skötsel av doserare samt använda kalkmängder är avgörande för kvaliteten. I ett litet åtgärdsområde med en målsjö är kalkningsstrategin ofta enkel och kan bestå av årlig sjökalkning i ett objekt. I ett stort åtgärdsområde med många målområden i såväl sjöar som vattendrag kan kalkningen omfatta hundratals åtgärdsobjekt och även en eller flera doserare.

Åtgärdsplanerna för 2003-2007 visade på stora regionala skillnader avseende val av kalkningsstrategi och även på betydande brister. Sjöalkning användes frekvent i samtliga län. Våtmarkskalkning förekom frekvent i sex län, men inte alls i fem. I Kronoberg och Dalarna fanns många kalkdoserare och i ytterligare fyra län användes doserare frekvent. Samtidigt fanns stora kalklän som Jönköping, Västra Götaland och Västernorrland där doserare användes mycket sparsamt. Bristerna kunde främst tillskrivas kalkning av sjöar med för snabb vattenomsättning, övertro på nedströmseffekter från kalkade sjöar, undermålig teknik och skötsel av kalkdoserare, omotiverad överkalkning samt kalkning av målområden som saknade kalkbehov.

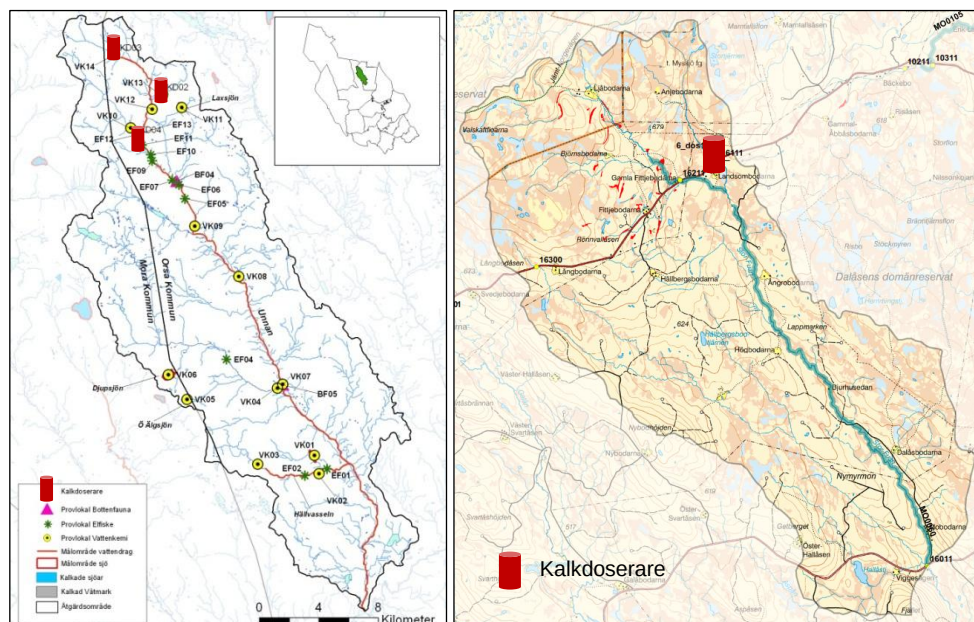
Åtgärdsplanerna för 2010-2015 visade att det skett betydande framsteg. Kalkdoserarnas tekniska status har förbättrats avsevärt (figur 22). Dessutom har många äldre doserare nedmonterats till följd av förändrade strategier och minskade kalkbehov. Den vanligaste synpunkten avser fortfarande kalkning i sjöar med alltför kort omsättningstid. Våtmarkskalkningar med svag eller ojämn effekt var också ett relativt vanligt problem. Kalkdoserarnas teknik är numera tillfredställande i flertalet län. Däremot förekommer ett antal doserare som inte är optimalt placerade i förhållande till målområdena. Doserarnas skötsel och tillsyn behöver också förbättras. Några exempel på ovanstående visas i figur 23 och 24.



Figur 22. Kalkdoserarnas tekniska status illustreras av förekomsten av automatisk reglering av kalkutmatningen (elektronisk flödesstyrning) samt förekomst av fjärrlarm. Jämfört med 2002 har statusen förbättrats avsevärt. Under denna period har också antalet doserare minskat från 297 till 207.

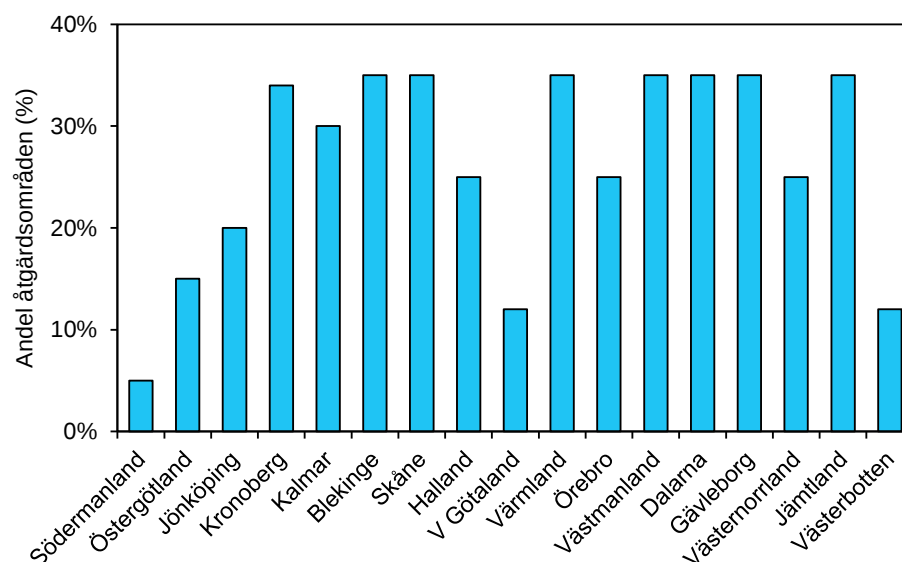


Figur 23. Exempel på övertro på kalkning av sjöar för nedströmseffekt i vattendrag. I vattensystem med låg sjöandel är det omöjligt att åstadkomma tillräcklig effekt. Båda åtgärdsområdena utgör även exempel på kalkning i sjöar med snabb vattenomsättning. Varken Ko491 eller K220 är lämpliga att kalka på grund av alltför korta omsättningstider.



Figur 24. Exempel på olämplig placering av kalkdoserare. I båda fallen är de placerade för långt upp i vattensystemen. Deras möjlighet att bidra till måluppfyllelse i den nedre delen av vattendragen blir därför begränsad. Ett bättre alternativ är att placera doserarna längre nedströms i huvudfåran. Detta medför även att de blir mer kostnadseffektiva.

För att öka måluppfyllelsen och höja effekten behöver kalkningsstrategierna optimeras i en fjärdedel av åtgärdsområdena (figur 25). Störst brister fanns i Kronoberg, Kalmar, Blekinge, Skåne, Värmland, Västmanland, Dalarna, Gävleborg och Jämtland. I dessa behövs förbättringar i ungefär en tredjedel av åtgärdsområdena.



Figur 25. Andel åtgärdsområden där kalkningsstrategin kan förbättras.



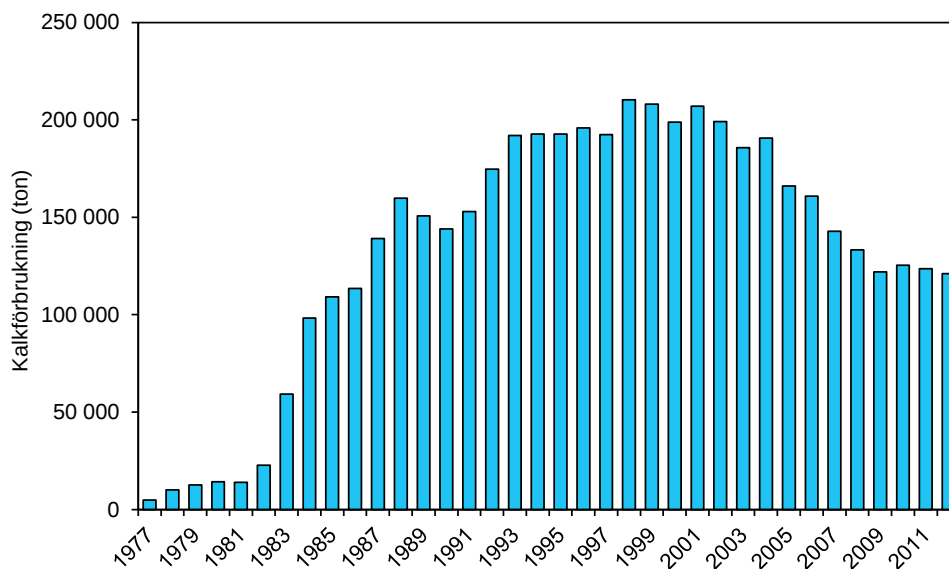
Många äldre kalkdoserare drevs av vattenkraft vilket medförde problem med isbildning och flödesproportionell dosering. Idag finns bara ett fåtal kvar. De bör ersättas med modern teknik.

Hur stort är kalkbehovet?

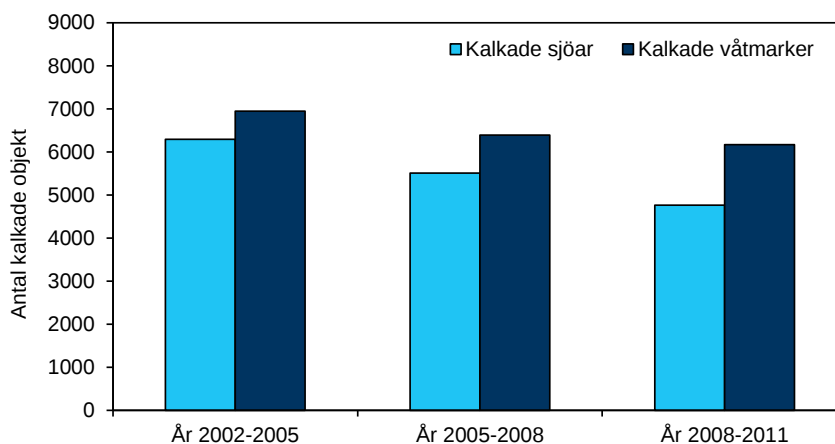
Kalkförbrukningen sedan 1977

Under den inledande försöksperioden var kalkanvändningen blygsam. När statsbidraget permanentades 1982 fick verksamheten en mer storskalig inriktning. I takt med stigande anslag ökade spridningen av kalk kontinuerligt från 1982 till 1993 (figur 26). Därefter var förbrukningen närmast konstant i tio år. Vid millennieskiftet var verksamheten som störst med en årlig kalkförbrukning på ca 200 000 ton.

Sedan 2002 har kalkförbrukningen minskat med 40 % och omfattar numera drygt 120 000 ton per år. Reduceringen beror i första hand på ökad effektivitet och minskad överkalkning. Även anpassningen till försurningsläget har bidragit. Framför allt har länen i Norrland och östra Svealand skurit ned på kalkningen. I Södermanland, Västmanland, Gävleborg, Västernorrland och Jämtland har kalkmängderna mer än halverats. Den krympande verksamheten avspeglas i ett reducerat antal kalkade sjöar och våtmarker (figur 27). Under de senaste tio åren har kalkspridningen upphört i var fjärde sjö. I Södermanland, Dalarna och Jämtland har den avslutats i mer än hälften av sjöarna.



Figur 26. Mängd spridd kalk under tidsperioden 1977-2012.

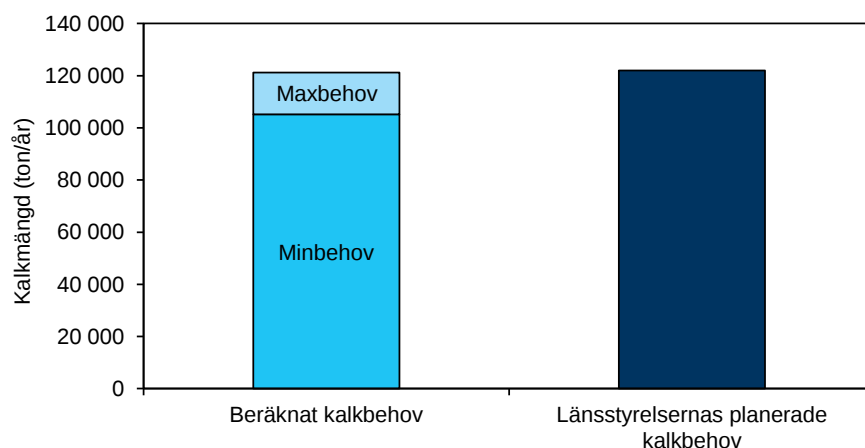


Figur 27. Antalet sjöar och våtmarker där kalkspridning utfördes regelbundet under tre olika tidsperioder åren 2002-2011. Data från länsstyrelsernas redovisning.

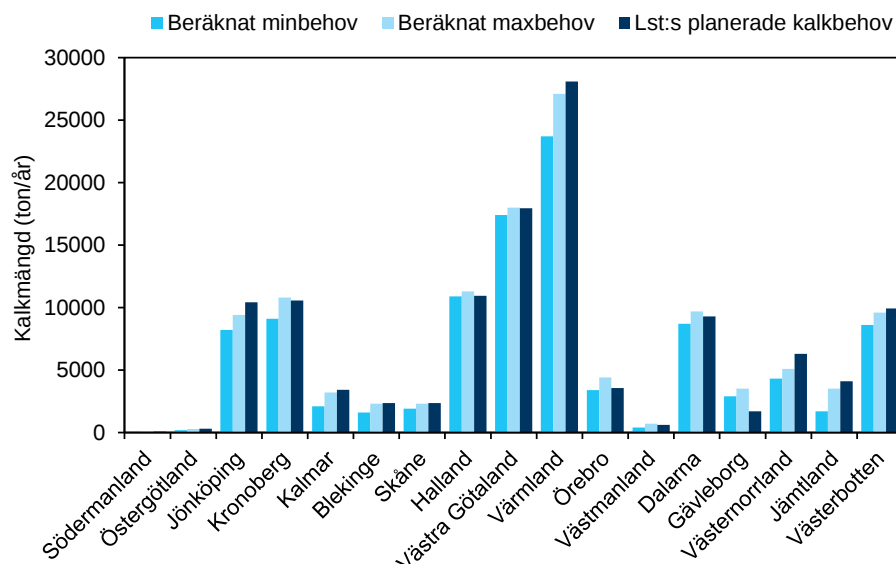
Nuvarande kalkbehov

Det totala årliga kalkbehovet beräknades uppgå till 105 000–121 000 ton, vilket kan jämföras med länsstyrelsernas planerade nivå på 122 000 ton enligt medelsansökan för 2013 (figur 28). Beräkningen antyder att pH-målen kan uppnås i samtliga målområden utan att kalkförbrukningen totalt behöver öka. I vissa åtgärdsområden behövs en utökad kalkning, men detta kompenseras via ett minskat behov i andra. Endast i Gävleborg behöver kalkmängden på länsnivå öka (figur 29). Räknat i procent återfinns den största besparingspotentialen i Jämtland som vid minnivån kan minska kalkförbrukningen med 60 % jämfört med ansökan för 2013. Därefter följer Kalmar, Södermanland, Västmanland och Östergötland som kan minska förbrukningen med 35-40 %. Räknat i kalkmängd är det i stället de stora kalklänen som dominerar. Värmland kan minska den årliga kalkförbrukningen med ca 5 000 ton och Jönköping med ca 3 000 ton i jämförelse med minbehovet. Vid den beräknade maxnivån är besparingarna blygsamma. Västernorrland kan minska med 20 % och Jämtland med 15 %. Räknat i kalkmängd återfinns den största besparingen i Jönköping med 1 900 ton och i Värmland med 1 600 ton per år.

Länen bedömdes kunna minska kalkmängderna genom mindre överdosering, sänkta pH-mål och effektivare kalkningsstrategier samt genom avslutad kalkning där behov saknas. Överdosing av kalk förekommer i flertalet län, utom i Örebro och Gävleborg där kalkdosen snarare är för låg. I Östergötland, Kalmar, Värmland och Jämtland kan kalkanvändningen reduceras genom en anpassning av de vattenkemiska målen till riktlinjerna i handboken. En sänkning av pH-målet från 6,0 till 5,6 i vattendrag som saknar lax och flodkräfta och i sjöar som saknar mört och flodkräfta. I nästan alla län kan kalkmängderna reduceras genom förändrade kalkningsstrategier. Här utgör Södermanland, Västra Götaland och Västerbotten undantag med genomgående bra effektivitet med avseende på metodik och strategier. I varierande omfattning förekom i samtliga län målområden som saknar kalkbehov. I dessa uppnås de vattenkemiska målen utan kalktillförsel och kalkningen kan avslutas.



Figur 28. Beräknat årligt kalkbehov i befintliga åtgärdsområden. Som jämförelse visas det planerade kalkbehovet enligt länsstyrelsernas ansökan till Havs- och vattenmyndigheten för budgetåret 2013.



Figur 29. Beräknade årliga kalkbehov i befintliga åtgärdsområden. Som jämförelse redovisas det planerade kalkbehovet enligt länsstyrelsernas ansökan till Havs- och vattenmyndigheten för budgetåret 2013.

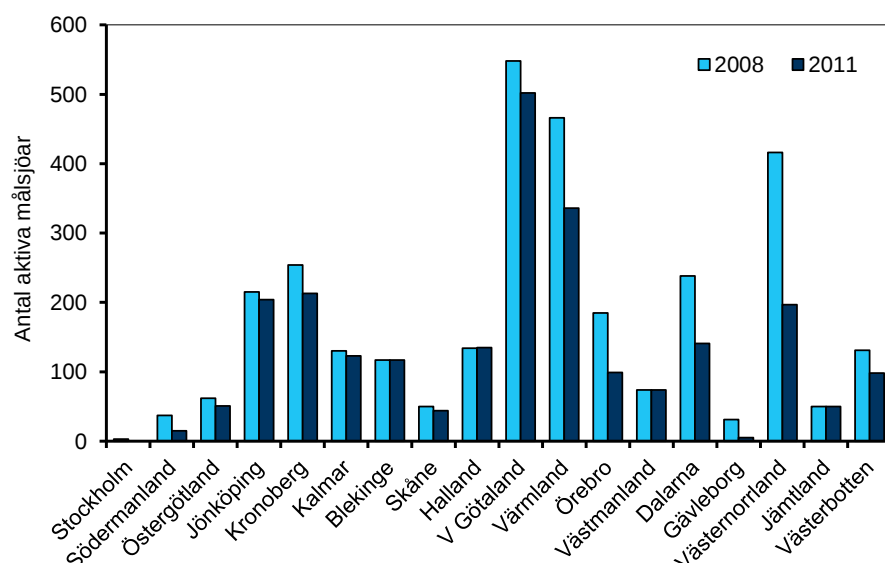
I Halland, Skåne, Kronoberg och Örebro har höga halter av oorganiskt aluminium konstaterats i okalkade vatten. Likväl används pH-mål 5,6 i ganska stor utsträckning. Sannolikt bör pH-målet höjas till 6,0 i flera målområden. Bristen på data avseende oorganiskt aluminium medförde att detta inte beaktades vid beräkningen av kalkbehov. En höjning av pH-målen innebär att kalkbehovet ökar något.

Resultaten från målsjöundersökningen 2007-2008 antydde att kalkning av oförsurade sjöar förekom i en relativt stor omfattning i vissa delar av landet, bl a i Södermanland, Västmanland, Gävleborg och Jämtland (Fölster m fl 2011).

En förutsättning för att avsluta kalkning till följd av minskad försurning är att det skett en rimlighetsbedömning av erhållna värden på ΔpH . Eftersom endast fyra län har redovisat detta har försurningsstatusen inte vägts in vid beräkningen av kalkbehov. I många oförsurade sjöar har dock kalkningen redan avslutats. Av de dryga 3 000 sjöar som ingick i målsjöundersökningen klassades drygt 1 000 som oförsurade. Sedan dess har kalkning avslutats i drygt 700 sjöar och idag finns ungefär 2 400 målsjöar (figur 30). Förutsatt att kalkning huvudsakligen avslutats i oförsurade sjöar är således anpassningen till dagens försurningsstatus till stora delar avklarad avseende målsjöarna.

För målvattendragen pågår en nationell försurningsundersökning där provtagningen ska vara färdig under 2016. Därefter återstår beräkningar och värdering av utfallet. I vilken grad resultaten kommer att leda till ytterligare minskning av kalkbehovet är i nuläget inte möjligt att bedöma. Dels beror detta på utfallet av beräkningarna och dels på i vilken grad beräkningarna kan anses trovärdiga.

Tidsaspekten varierar för att genomföra de förändringar som föreslås för att förbättra kalkningsverksamheten. Dessutom torde både vilja och förmåga variera mellan länen. Korrigering av kalkdosen eller avslutande av obefogade kalkningar kan ske omedelbart. Projektering av våtmarkskalkning och nya kalkdoserare behöver däremot flera år att verkställa. I detta sammanhang måste även tillgången på bidragsmedel beaktas. En ny kalkdoserare kostar runt två miljoner kronor. Nya våtmarkskalkningar är också initialt kostsamma. Om medelstilldelningen minskar ytterligare, eller om kalk- och spridningskostnaderna ökar, riskerar de mera genomgripande förbättringarna att utebli.



Figur 30. Antal målsjöar vid målsjöundersökningen (2008) och nuvarande antal aktiva målsjöar (2011). Totalt har 737 sjöar avslutats, vilket motsvarar en andel på 23 %.

Långsiktigt kalkbehov

Inom ramen för nuvarande organisation, bidragssystem och regelverk finns det inget som tyder på en dramatisk förändring av kalkbehovet bortom år 2020. Ytterligare förbättring av försurningsläget förväntas inte bli en viktig faktor. Modellberäkningar antyder att försurningsåterhämtningen blir marginell (Moldan m fl 2009, Fölster m fl 2011). Ett visst behov av ytterligare effektivisering kommer alltid att kvarstå, men effekten på kalkförbrukningen torde bli ringa. En ökad värdering av kostnad i förhållande till nytta i pågående kalkningsprojekt skulle kunna få en mera påtaglig betydelse. Idag saknas emellertid tydliga riktlinjer för en sådan värdering, vilket innebär att kalkningar kan fortsätta trots att den biologiska responsen varit försumbar.

Ungefär hälften av landets försurade vatten omfattas inte av kalkning, företrädesvis mindre sjöar och vattendrag. I den nationella kalkningsplanen bedömer Naturvårdsverket (2011) att merparten av dessa, av olika anledningar, sannolikt inte är rimliga att kalka. Samtidigt torde det också finnas vatten som uppvisar värden som motiverar att kalkning påbörjas. Det saknas emellertid ett tillräckligt bra underlag för att identifiera dessa vatten, såväl vad gäller försurningsstatus som för bedömningar av kostnad och nytta. I Naturvårdsverkets riktlinjer för de regionala åtgärdsplanerna ingick inte heller något uppdrag till länsstyrelserna att redovisa ett eventuellt nykalkningsbehov. Därmed har det inte funnits förutsättningar att bedöma detta inom ramen för denna granskning.



Vid kalkning av våtmarker används enbart kalkprodukter som inte dammar. Detta minimerar negativa effekter på kringliggande vegetation. Foto: Tobias Haag, Johan Ahlström.

Slutsatser och rekommendationer

Granskningen av åtgärdsplanerna för 2010-2015 visar att den genomförda kvalitetshöjningen under senare år inneburit betydande förbättringar. Idag framstår verksamheten generellt som välmotiverad och effektiv. Samtidigt kan konstateras att kvalitetsskillnaderna fortfarande är stora och att behovet av ytterligare förbättringar varierar mellan länen (figur 31). I några län är den vattenkemiska uppföljningen dessutom så bristfällig att det inte fullt ut går att bedöma varken måluppfyllelse eller kalkbehov.

Åtgärdsområdenas antal och geografiska omfattning bör ses över och korrigeras. Motiven för kalkningsinsatserna behöver uppdateras. I handboken från 2010 beskrivs att nyttan med kalkning bör värderas i förhållande till kostnaderna. Detta är särskilt viktigt i sådana vatten där försurningspåverkan förväntas kvarstå långt framöver. Idag förekommer kalkning där motiv saknas. Det bedrivs också kostsamma kalkningsinsatser trots att motiven är ringa eller att den biologiska responsen varit försumbar. I denna typ av vatten bör kalkningsinsatsen omprövas.

Försurningsbedömningen av kalkade vatten behöver generellt förbättras. Endast fyra län hade bedömt både sjöar och vattendrag och dessutom gjort rimlighetsbedömning av redovisade Δ pH-värden. Här kommer den pågående målvattendragsundersökningen att förbättra dataunderlaget, men samtidigt är det uppenbart att mycket arbete kvarstår. Bedömningsverktyget behöver förenklas och göras mera tillgängligt. Utbildningsinsatserna behöver öka, bland annat avseende den rimlighetsvärderingen som bör föregå varje beslut om avslutad kalkning.

Tillämpningen av de vattenkemiska målen behöver ses över. Dels förekommer ett överutnyttjande av pH-målet 6,0, där känsliga arter saknas. Dels bör risken för oorganiska aluminium beaktas i större utsträckning vid användningen av pH-mål 5,6. Detta innebär i sin tur att provtagningen av oorganiskt aluminium behöver öka.

Den vattenkemiska uppföljningen i vattendragen behöver förbättras. I några län saknas ambition att provta vid höga flöden. I andra län är träffbilden för dålig. En väl fungerande högflödesprovtagning är grundläggande för att kunna bedöma måluppfyllelse. I många fall är det också en förutsättning för att bedöma behovet av fortsatt kalkning och för att avgöra om kalkningsstrategi och kalkdosering är relevant. En prioriterad åtgärd för många län är därför att förbättra högflödesprovtagningen.

Den vattenkemiska måluppfyllelsen är generellt hög i sjöarna. I vattendragen behöver måluppfyllelsen förbättras, främst genom förändrade kalknings-

strategier. I mindre vattendrag behövs kompletterande våtmarkskalkning. I större vattendrag är nya doserare ett alternativ. Tillkommande våtmarkskalkning eller doserare ska alltid föregås av en förnyad bedömning av kostnaden i förhållande till förväntad nytta. Målnröden där stabil måluppfyllelse inte kan uppnås till rimlig kostnad bör avslutas.

Planering och strategier behöver förbättras. Dels för att öka måluppfyllelsen och dels för att höja effekten. Justering av kalkdoseringen bör ske löpande. Förändring av kalkningsstrategin är vanligen mer komplicerad och kräver i många fall specialkompetens. Särskilt gäller detta vid våtmarkskalkning. För närvarande utgör bristen på sådan kompetens en begränsning. Detta är ett problem som inte är alldeles enkelt att hantera. Utbildning av tjänstemän och/eller konsulter är de alternativ som framstår som mest rimliga.

Län	Åtgärdsområden, målområden och motiv	Bedömning av försurning	Angivna vattenkemiska mål	Vattenkemisk effektuppföljning	Vattenkemisk måluppfyllelse	Planering och genomförande
Södermanland						
Östergötland						
Jönköping						
Kronoberg						
Kalmar						
Blekinge						
Skåne						
Halland						
V Götaland						
Värmland						
Örebro						
Västmanland						
Dalarna						
Gävleborg						
Västernorrland						
Jämtland						
Västerbotten						

	Bra		Kan förbättras		Otillfredsställande
---	-----	---	----------------	--	---------------------

Figur 31. Sammanfattande bedömning av kvaliteten i den regionala kalkningsverksamheten.

Kalkdoserarnas tekniska status är numera hög. Det finns ungefär 150 doserare som kalkar målområden i vattendrag. Ett tjugotal saknar elektronisk flödesstyrning av kalkutmatningen och ett trettio saknar fjärrlarm. Flertalet av dessa torde vara anläggningar där den framtida driften är under utredning. I de övriga bör en teknisk uppgradering genomföras, vilket främst bör vara prioriterat i Värmlands och Dalarnas län. Placeringen av kalkdoserarna framstår som ett större problem. Förhållandevis många är inte optimalt placerade i relation till dagens målområden. Konsekvensen blir att det är svårt att uppnå

stabil måluppfyllelse och/eller att doserarens kapacitet till fullo inte utnyttjas. Därmed blir kalkningen omotiverat kostsam. Vid optimering av kalkningsinsatserna behöver doserarna placering omvärderas i större utsträckning. Särskilt viktigt är detta i stora vattensystem och i sådana där kalkningsbehovet förväntas kvarstå under lång tid. En väl fungerande organisation för skötsel, larmmottagning och felavhjälpning är en förutsättning för långsiktigt hållbar kalkning med doserare. I flera län behöver detta förbättras.

Kalkförbrukningen kan reduceras något under de närmaste åren. Till följd av ökade omkostnader för kvalitetshöjande åtgärder och förväntade prishöjningar kommer emellertid kostnaderna sannolikt att öka. Besparingspotentialen liksom behovet av kvalitetshöjande insatser varierar mellan länen, vilket indikerar att det också finns utrymme att optimera resursanvändningen genom regional omfördelning av bidragsmedlen.

Länsstyrelser och huvudmän är ansvariga för att åtgärda brister i verksamheten. Uppdatering av motiv och förbättring av effektuppföljningen bör genomföras direkt. Försumningsbedömningar och pH-mål bör ses över i takt med att nya data inkommer. Justering av kalkdoser och avslutande av onödigt kalkning bör ske inför nästkommande spridningstillfälle. Förändringar av kalkningsstrategin är i regel mera tidskrävande och bör prioriteras till åtgärdsområden där den kemiska målsättningen inte uppnås eller där kalkförbrukningen är omotiverat hög.

För att förbättra uppföljningen, öka måluppfyllelsen och effektivisera kalkanvändningen behöver den regionala verksamheten fortsatt stöd och styrning från Havs- och vattenmyndigheten. En betydande del av de förbättringar som uppnåtts under de senaste tio åren har åstadkommit via medelsfördelning och bidragsvillkor. Samtidigt finns det fortfarande betydande brister i verksamheten varför ytterligare och andra typer av styrmedel behövs. HaV behöver därför utveckla nya riktlinjer och bidra med utbildningsinsatser och rådgivning. Ekonomiska styrmedel bedöms vara av betydelse även i framtiden men de behöver kompletteras med ett tydligt gemensamt ansvarstagande för de nationella miljömålen och det sammanhållna vattenarbetet.

Utvecklingen av vägledningar och bedömningsverktyg behöver fortsätta. I nuläget saknas användbara riktlinjer för värdering av kostnad och nytta i pågående kalkningsprojekt. Försumningsbedömningen av kalkade vatten är komplicerad och tidskrävande. Det behövs enklare verktyg att beräkna ΔpH , men också tydligare riktlinjer för värdering av erhållna resultat. Handbokens riktlinjer för pH-mål 5,6 har ifrågasatts av ett antal länsstyrelser i samband med dialogmötena och det kan finnas anledning att beakta nya forskningsuppgifter och se över det underlag som ligger till grund för de nuvarande anvisningarna.

Referenser

Fölster, J., Moldan, F. & J. Stadmark. 2011. Målsjöundersökningen 2007-2008. Naturvårdsverket, rapport 6412.

Fölster, J. & R. Djursäter. 2012. Nationell kalkeffektuppföljning 2010-2011. Uppföljning av första årets provtagning av kalkade sjöar och vattendrag med referenser. SLU, rapport 2012:19.

Fölster, J. & S. Valinia. 2012. Förurningsläget i Sveriges ytvatten 2010. Underlag till utvärdering av miljömålet bara naturlig förurning. Komplettering till rapport 2011:24. SLU, rapport 2012:5.

Moldan, F., Cosby, B.J. & R.F. Wright. 2009. Modeling the role of nitrogen in acidification of Swedish lakes: future scenarios of acid deposition, climate change and forestry practice. Rapport B1888, IVL.

Naturvårdsverket. 1988. Allmänna råd 88:3. Kalkning av sjöar och vattendrag.

Naturvårdsverket. 1992. REKO-Rationalisering och effektivisering av kalkningsorganisationen, Naturvårdsverkets utredning på uppdrag av Regeringen.

Naturvårdsverket. 2002. Kalkning av sjöar och vattendrag. Handbok 2002:1.

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

Naturvårdsverket. 2010. Handbok för kalkning av sjöar och vattendrag. Handbok 2010:2.

Naturvårdsverket. 2011. Nationell plan för kalkning 2011-2015. Naturvårdsverket rapport 6449.

Naturvårdsverket. 2013. Miljömålen. Årlig uppföljning av Sveriges miljökvalitetsmål och etappmål 2013. Naturvårdsverket rapport 6557.

Rolandsson, W. 1990. Kalkningsverksamheten. En genomgång av länsstyrelsernas arbetssätt och resursbehov samt förslag till förändringar. Naturvårdsverket rapport 3809.

Statens offentliga utredningar (SOU). 1996. Kalkning av sjöar och vattendrag. Betänkande av kalkningsutredningen. SOU 1996:53, Miljödepartementet.