



Länsstyrelsen
i Jönköpings län

Meddelande nr 2020:01

Åtgärdsplan 2019-2023

Regional åtgärdsplan för kalkningsverksamheten



Åtgärdsplan 2019-2023

Regional åtgärdsplan
för kalkningsverksamheten
i Jönköpings län

Meddelande	nr 2020:01
Referens	Ingela Tärnåsen, Naturavdelningen Vatten, 2020 Direkttelefon 010-223 64 11, e-post ingela.tarnasen@lansstyrelsen.se
Författare	Ingela Tärnåsen, Gunnel Hedberg och Anders Stenström
Webbplats	www.lansstyrelsen.se/jonkoping
Fotografier	Framsida: Ingela Tärnåsen
Kartmaterial	© Lantmäteriet Geodatasamverkan
ISSN	1101-9425
ISRN	LSTY-F-M—20/01SE
Upplaga	15 exemplar
Tryckt på	Länsstyrelsen, Jönköping 2020

© Länsstyrelsen i Jönköpings län 2020

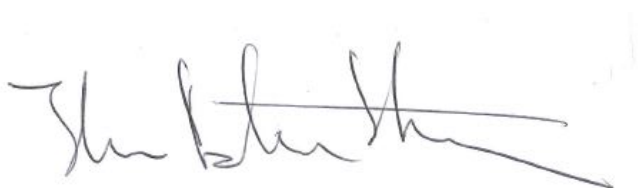
Förord

Tack vare en omfattande kalkningsverksamhet har Jönköpings län, trots stora försurningsproblem, lyckats behålla eller få tillbaka stora natur- och nyttjandevärden knutna till sjöar och vattendrag. Det finns ett stort engagemang och stöd för kalkningsverksamheten i Jönköpings län. Huvudmän är länets kommuner som också är med och finansierar åtgärderna.

Det är glädjande med den mycket kraftiga minskningen av utsläppen gällande försurande ämnen under de senaste årtiondena. Detta gör att kalkningen kan minska i vissa områden och helt avslutas i andra. Dock är faran inte över. För att försurningsskador inte ska komma tillbaka behöver kalkningen fortsätta i många år framåt.

Denna åtgärdsplan beskriver kalkningsverksamheten i Jönköpings län de kommande fyra åren. Samtidigt måste vi utgå ifrån att verksamheten kommer att utvecklas och kanske ändras under perioden fram till 2023. Kalkningsverksamheten revideras kontinuerlig för att anpassas till de vattenkemiska och biologiska resultat som tidigare åtgärder har gett. Planen beskriver dels hur den planerade verksamheten ser ut i dagsläget, dels hur vi avser att arbeta med förändringar de kommande åren.

Rapporten är framtagen av ett antal medarbetare på Länsstyrelsen i Jönköping vars namn framgår av sidan 4. Gruppen har förankrat och inhämtat synpunkter från länets kommuner, som är huvudmän för verksamheten, och från Länsstyrelsens vatten- och fiskeenheter. Ett stort tack för allas engagemang och värdefulla synpunkter!



Johan Löwenadler Davidsson
Länsråd i Jönköpings län

Innehållsförteckning

Förord.....	5
Sammanfattning	8
Inledning.....	10
Syfte.....	10
Läsanvisning	10
Styrande dokument.....	12
God ekologisk status.....	12
Miljökvalitetsmål	12
Förordningar, föreskrifter och allmänna råd	14
Kalkhandboken	14
Havs- och vattenmyndighetens årliga beslut om medel.....	14
Försurning	15
Vad är försurning?	15
Nedfall av försurande ämnen.....	15
Marken känslig mot försurning.....	18
Försurningens effekter i länet.....	19
Försurningen minskar.....	22
Försurningsbedömning.....	23
Kalkningsverksamheten.....	26
Historia	26
Ansvarsfördelning/aktörer	28
Arbetsgång.....	29
Kalkning	30
Målsättning	30
Motiv.....	33
Prioriterade områden	35
Strategi.....	36
Optimering och utvärdering	40
Ökat kalkbehov efter statusklassning	41
Uppföljning	43
Strategi.....	43
Vattenkemisk kalkeffektuppföljning.....	44
Biologisk kalkeffektuppföljning	45
Övrig uppföljning	48
Kvalitetshöjande åtgärder	50
Bedömning av reproduktion hos mört i målsjöar.....	50
Övergång till oluffat pH.....	50
Strategi vattenprovtagning	50
Höjt pH-mål i målvattendrag.....	51

Löpande optimering av kalkningen	51
Förändrad effektuppföljning	51
Referenser	52

BILAGA 1 Åtgärdsområdesvisa beskrivningar

Sammanfattning

Länsstyrelserna har fått i uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten att ta fram en regional åtgärdsplan för kalkningsverksamheten 2019-2023. Planen beskriver försurningsläget i Jönköpings län, kalkning och uppföljning som genomförs för att åtgärda och mildra försurningens effekter.

Jönköpings län är och har varit hårt drabbat av försurning. Orsakerna till försurningen är utsläpp av framförallt svavel i utlandet och från den internationella sjöfarten. Värst drabbat är länets sydvästra delar där en kombination av högt nedfall och marker med liten motståndskraft mot försurning har gjort att biologiska skador var mycket vanliga innan kalkningsåtgärderna startade. Nedfallet av försurande svavel har minskat mycket kraftigt sedan början av 1980-talet. Detta har lett till att försurningen av sjöar och vattendrag har minskat. Trots den stora minskningen i nedfall kan inte kalkningen minska i samma omfattning. Detta beror på att markerna utarmats efter en lång tid med högt nedfall och ett allt intensivare skogsbruk. Modellberäkningar visar att det i länets sydvästra del kommer att behövas fortsatt kalkning i lång tid framöver. Oroväckande är att ingen generell förbättring sker i försurningsstatusen i markvatten eller i skogsmark och det mesta talar för att förbättringen framöver i våra ytvatten kommer att vara blygsam.

Motiven till att man kalkar är de natur- och nyttjandevärden som hotas av försurning. Det vanligaste motivet för kalkning i Jönköpings län är mört, som är mycket försurningskänslig och därför en bra indikator för ett fungerande ekosystem i sjöar och långsamflytande vattendrag. Andra vanliga motiv är försurningskänsliga och hotade arter som lake och flodkräfta samt upplåtet fritidsfiske. Målsättningen med länets kalkningsverksamhet är att motverka försurningens negativa inverkan på det naturliga djur- och växtlivet i väntan på att vattenkvaliteten återhämtar sig samt att säkerställa ett långsiktigt nyttjande av vattnen. Kalkning är en av åtgärderna för att nå de nationella och regionala miljömålen om Levande sjöar och vattendrag samt Bara naturlig försurning liksom målet om god ekologisk status enligt EU:s ramdirektiv för vatten.

I Jönköpings län är våtmarkskalkning den vanligaste kalkningsmetoden. Detta är ett effektivt sätt att åtgärda främst rinnande vatten men också sjöar med korta omsättningstider. Ofta används våtmarkskalkning i kombination med kalkning av sjöar. För närvarande finns ingen pågående kalkning med doserare i länet. 2020 planeras cirka 9 000 ton kalk att spridas, vilket är knappt 50 % mindre än under perioden 1997-1999, då kalkbehovet var som störst. Då har hänsyn inte tagits till utfallet av statusklassningen, cykel 3, där flera vattenförekomster pekats ut som måttligt försurningspåverkade. Detta kommer innebära ökat kalkbehov framöver.

Inom vattenförvaltningen har flera vattenförekomster bedömts ha måttlig försurningsstatus i cykel 3. För att uppnå god försurningsstatus för vattenförekomster inom befintliga åtgärdsområden måste nya kalkmetoder, såsom skogsmarkskalkning alternativt doserarkalkning, användas. För de förekomster som inte ingår i något åtgärdsområde måste detaljplan tas fram. För två vattenförekomster gör länsstyrelsen bedömningen att skogsmarkskalkning måste till för att nå målen.

Ungefär 35 % av länets yta är indelat i 101 åtgärdsområden för kalkning. Inom dessa finns det 206 sjöar och 140 vattendrag med särskilda målsättningar för vattenkemi och biologi. Alla dessa så kallade målområden har minst vattenkemisk uppföljning och de flesta har även biologisk uppföljning i form av elfiske, nätprovfiske, kräftprovfiske, bottenfaunaprovtagning eller inventering av flodpärlmussla.

Den vattenkemiska effektuppföljningen har förbättrats på senare år dels genom att alltför vattenprov tas vid höga flöden, dels genom att pH-analys görs på oluftade vattenprov vilket ger en bättre överensstämmelse med faktiska förhållande i fält. Även effektuppföljning av fisk i sjöar har förbättrats genom att komplettera nätprovfiske med båtelfiske i strandzonen för att kontrollera förekomst av småmört. Tidigare har åldersanalys på mört gjorts genom analys av fjäll men kommer i fortsättningen att göras på otoliter vilket ger en säkrare bedömning. För att förbättra förutsättningarna för strömstationär öring att överleva och reproducera sig i länets målvattendrag höjdes pH-målet från 5,6 till 6,0 i 25 utvalda målvattendrag åren 2016-2017.



Inledning

Syfte

Länsstyrelserna fick den 29 november 2018 i uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten att ta fram en regional åtgärdsplan för kalkningsverksamheten. Havs- och vattenmyndighetens syfte med uppdraget var att:

- Den regionala åtgärdsplanen ska utgöra underlag för framtiden med syftet att samordna verksamheten, höja kvaliteten och skapa en enhetlig grundstruktur i kalkningsverksamheten.
- Den regionala åtgärdsplanen är en del i att anpassa kalkningsverksamheten till dagens försurningssituation men också underlag för utbetalning av statsbidrag för kalkning av sjöar och vattendrag.
- De regionala åtgärdsplanerna ska dessutom vara ett underlag för Havs- och vattenmyndighetens framtagna av en ny nationell kalkningsplan.

Föreliggande plan är en uppdatering av länets förra åtgärdsplan som var för åren 2011 - 2015 (1). De största förändringarna förutom att alla uppgifter är uppdaterade, är att det tillkommit bland annat:

- Diagram över okalkad alkalinitet och tillförd alkalinitet, flödesdiagram med provtillfällena samt diagram med flödesförändring med provtillfällena.

Läsanvisning

Rapporten inleds med ett sammanfattande avsnitt om försurningsproblemet, dess ursprung, utveckling, effekter och läget i länet idag. Därefter följer sammanfattande beskrivning av mål, motiv och strategier för kalkningsåtgärderna följt av det samma för effektuppföljningsprogrammet.

Åtgärdsplanen består till största delen av beskrivningar av länets åtgärdsområden. Dessa innehåller:

- Karta över åtgärdsområdet med kalkade sjöar, kalkade våtmarker, målområden, effektuppföljningslokaler samt vandringshinder markerade.
- Allmän beskrivning
- Motiv och mål
- Beskrivning av försurningsgrad, skador och försurningsbedömning idag.
- Övrig påverkan samt ekologisk status för ingående vattenförekomster.
- Beskrivning av kalkningsstrategi, genomförd och planerad kalkning och kalkdosering.
- Planerad uppföljning av kalkningens effekter.
- Beskrivning av vattenkemiska resultat med diagram för lokaler med vattenkemisk uppföljning inklusive flöden och flödesförändring.
- Beskrivning av resultatet från bottenfaunaundersökningar, elfisken, nätprovfisken samt övriga biologiska undersökningar.
- Förslag till förändringar av kalkning och effektuppföljning.
- Referenser

De åtgärdsområdesvisa beskrivningarna är en rapport från Länsstyrelsens databas för kalkningsverksamheten som plockar data från en rad andra databaser på Länsstyrelsen. Detta för att kunna vara ett levande dokument som kan hållas uppdaterat allt eftersom.

De åtgärdsområdesvisa beskrivningarna återfinns i bilaga 1 till denna rapport. En mer detaljerad beskrivning av innehållet i de åtgärdsområdesvisa beskrivningarna med metodik och förklaringar finns som inledning i bilaga 1.



Styrande dokument

Kalkningsverksamheten berörs av en rad olika styrande dokument. Verksamheten ska leda till att internationella, nationella och regionala miljömål uppnås. Verksamheten styrs av kalkningsförordningen och Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter, allmänna råd och handböcker.

God ekologisk status

Med god ekologisk status menas att vattnet är rent och att naturligt förekommande växter och djur mår bra. EU:s ramdirektiv för vatten har målsättningen att alla vatten ska ha minst god ekologisk status senast 2015. Dock har många vattenförekomster fått förlängd tidsfrist till 2021 eller 2027 (16). För att nå dit får inga vatten försämrats och för de vatten som nu har sämre än god ekologisk status måste åtgärder genomföras. De föreslagna kalkningsåtgärderna i denna åtgärdsplan är en del av det åtgärdsprogram som tagits fram inom vattenförvaltningen.

Miljökvalitetsmål

Sverige har 16 nationella miljökvalitetsmål (3) av vilka 14 även är regionala miljökvalitetsmål för Jönköpings län (4). Av dessa mål är det främst två som berör försurningsproblemen och kalkningsverksamheten; Bara naturlig försurning och Levande sjöar och vattendrag.

Bara naturlig försurning

”De försurande effekterna av nedfall och markanvändning ska underskrida gränsen för vad mark och vatten tål.”

Miljökvalitetsmålet Bara naturlig försurning preciseras så att med målet avses att:

- Nedfallet av luftburna svavel- och kväveföreningar från svenska och internationella källor inte medför att den kritiska belastningen för försurning av mark och vatten överskrids i någon del av Sverige
- Markanvändningens bidrag till försurning av mark och vatten motverkas genom att skogsbruket anpassas till växtplatsens försurningskänslighet
- Sjöar och vattendrag uppnår oberoende av kalkning minst god status med avseende på försurning enligt förordningen (2004:660) om förvaltningen av kvaliteten på vattenmiljön
- Försurningen av marken inte påskyndar korrosion av tekniska material och arkeologiska föremål i mark och inte skadar den biologiska mångfalden i land- och vattenecosystem.

Levande sjöar och vattendrag

”Sjöar och vattendrag ska vara ekologiskt hållbara och deras variationsrika livsmiljöer ska bevaras.”

Miljökvalitetsmålet Levande sjöar och vattendrag preciseras i elva punkter varav några anknyter till försurning och kalkning. Målen avser att:

- Sjöar och vattendrag har minst god ekologisk status eller potential och god kemisk status i enlighet med förordningen (2004:660) om förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön
- Ytvattentäkter som används för dricksvattenproduktion har god kvalitet
- Sjöar och vattendrags viktiga ekosystemtjänster är vidmakthållna
- Hotade arter har återhämtat sig och livsmiljöer har återställts i värdefulla sjöar och vattendrag
- Strandmiljöer, sjöar och vattendrags värden för fritidsfiske, badliv, båtliv och annat friluftsliv är värnade och bibehållna och påverkan från buller är minimerad

Regionalt åtgärdsprogram

Åtgärdsprogrammet Vattnets miljömål löper över åren 2017-2021 och omfattar bland annat miljökvalitetsmålet Bara naturlig försurning (5). Fem åtgärder ska genomföras.

1. Fortsatt ytvattenkalkning och uppföljning.

- Kalkningsplaner ska ses över regelbundet och kalkmängder optimeras.
- Länsstyrelsen ska genomföra vägledningsinsatser riktat mot kommunerna. Detta ska ske genom att årligen anordna handläggartäffar för kommunerna.

2. Information om försurning och kalkning

- Länsstyrelsen ska ta fram informationsmaterial om försurning och askåterföring som kan publiceras i Länsstyrelsens tidning Förvetet samt spridas av Skogsstyrelsen genom till exempel artiklar i Skogsstyrelsens tidning SkogsEko.
- Länsstyrelsen ska även ta fram en power point-presentation som Skogsstyrelsen använder på träffar med andra aktörer, till exempel representanter för skogsbolag och sektorsråd.



3. Askåterföring

- Länsstyrelsen tar fram en frågemall/enkät som skickas ut till alla verksamhetsutövare med biopannor i länet (som använder biobränsle från skogen). I formuläret ingår bland annat frågor som hur stor andel av askan de återför till skogen och hur de hanterar askan som inte återförs. Vid utskicket av enkäten bifogas även information om askåterföring och vilka områden i länet som bör vara prioriterade för detta. Vid programperiodens slut ska enkäten återigen skickas ut till verksamheterna för att utvärdera om åtgärden har bidragit till en ökad askåterföring.

4. Ansökan om markkalkning

- Länsstyrelsen ska utreda vilka områden i länet som har störst behov av markkalkning.
- Länsstyrelsen ska ta fram en ansökan till Havs- och vattenmyndigheten om medel för att genomföra markkalkning i några försöksområden i länet.

5. Uppföljning av Skogsstyrelsens föreskrifter om skogsbränsleuttag och näringskompensation.

- Skogsstyrelsen och Länsstyrelsen anger vilka marker som enligt allmänna råden är att betrakta som starkt försurade.
- Skogsstyrelsen kartlägger omfattningen på skogsbränsleuttag totalt i länet och inom områden med starkt försurade marker samt dessutom omfattningen på näringskompensation i form av askåterföring totalt och inom områden med starkt försurade marker.

Förordningar, föreskrifter och allmänna råd

Verksamheten och då främst reglerna för statsbidraget styrs av:

- Förordning (1982:840) om statsbidrag till kalkning av sjöar och vattendrag (6).

Förordningen ger Havs- och vattenmyndigheten rätt att ge ut föreskrifter för verksamheten. Några av paragraferna är förtydligade i Allmänna råd. De som gäller nu är:

- Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:27) om kalkning av sjöar och vattendrag (7).

Sverige har infört EU:s ramdirektiv för vatten i den svenska lagstiftningen genom:

- Vattenförvaltningsförordningen (2004:660) (32).

Kalkhandboken

Naturvårdsverket kom ut med en ny version av handbok för kalkning av sjöar och vattendrag under våren 2010 (8). Handboken ger riktlinjer och rekommendationer för hur kalkningsverksamheten ska bedrivas. Handboken 2010 ersatte den tidigare handboken 2002:1. De största skillnaderna mellan de båda handböckerna är förändringar i de vattenkemiska och biologiska målen samt ny försurningsbedömning.



Havs- och vattenmyndighetens årliga beslut om medel

Havs- och vattenmyndigheten beslutar årligen om medel till länsstyrelserna enligt 1:11 anslaget. Från och med 2014 så får respektive länsstyrelse en pott att fördela mellan olika åtgärder i vatten. Villkor ställs på hur medlen får användas och hur de ska redovisas men även villkor om hur kalkningen ska bedrivas kan förekomma. Från 2021 är planen att fördelningen av medel till kalkningen ska anpassas efter länets behov.

Försurning

Försurningen är ett av Jönköpings läns största miljöproblem. Närheten till kontinenten medförde ett stort nedfall av svavel- och kväveföreningar under 1900-talets senare del. Detta i kombination med en kalkfattig berggrund som har svårt att neutralisera det sura nedfallet gör att vårt län är hårt drabbat. Värst är försurningspåverkan i länets västra och södra delar, som just har kombinationen av högt nedfall och magra, kalkfattiga marker. Nedfallet av sura ämnen var som störst i slutet av 70-talet. Sedan dess har utsläppen minskat kraftigt och en återhämtning har påbörjats.

Vad är försurning?

Försurning innebär att mark och vatten tillförs sura ämnen i högre takt än vad som kan neutraliseras eller föras bort. Följden blir att pH-värdet i marken, sjön eller vattendraget sjunker lägre än vad som är naturligt.

Man skiljer på **naturlig** och **antropogen** försurning. Den **naturliga** försurningen är den process som pågår och har pågått ända sedan inlandsisen drog sig tillbaka. Marken vittrar och lakas ut på neutraliserande ämnen vilket gör att pH i sjöar och vattendrag långsamt minskar. Ytterligare en del i den naturliga försurningen är nedbrytningen av organiskt material som ger upphov till humussyror. En hög halt av humussyror kan ge naturligt sura och bruna vatten. Näringsfattiga vatten med en låg andel neutraliserande ämnen är ett annat exempel på ett naturligt surt vatten. **Antropogen** försurning är orsakad av mänskliga verksamheter och aktiviteter. Utsläpp av svavel- och kväveföreningar från förbränning av fossila bränslen, internationell sjöfart och vägtrafik tillförs mark och vatten och får en försurande effekt.

Skogsbruk kan också ha en försurande effekt genom avverkning där man tar bort neutraliserande ämnen som annars hade återförts marken. Den största mängden neutraliserande ämnen finns i barr och grenar. Detta gör de marker där man skördar avverkningsrester, som grenar, toppar (GROT) och stubbar, extra utsatta från försurning av skogsbruket. Den ökande intensiteten innebär främst att uttaget av neutraliserande baskatjoner från marken ökar.

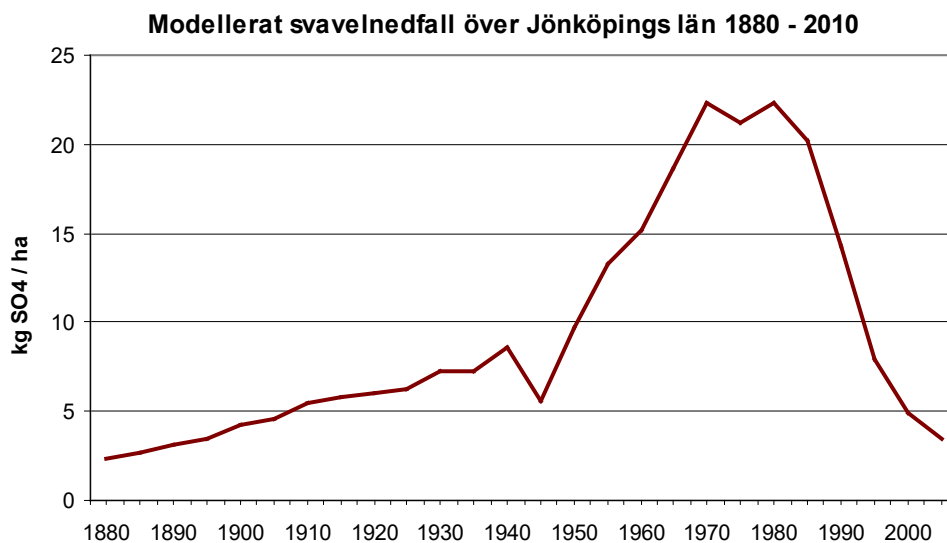
Nedfall av försurande ämnen

Den främsta orsaken till försurning är utsläpp av försurande svavel- och kväveföreningar. Svavelföreningar, främst svaveldioxid, bildas vid förbränning av bränslen som innehåller svavel. Svaveldioxiden reagerar med vattendroppar och bildar svavelsyra i regnmoln och kan med lågtryck transporteras långa avstånd. De största utsläppskällorna är kol- och oljeeldade kraftverk samt den internationella sjöfarten. Tyskland och Polen är de länder vars utsläpp påverkar oss mest, och deras utsläpp står tillsammans för nästan hälften av nedfallet av svaveldioxid över Sverige medan internationell sjöfart står för sju procent. Sjöfartens bidrag till försurning har minskat i och med att nya regler för maximala svavelhalter i marint bränsle började gälla 2015 för sjöfart i Östersjön, Nordsjön och Engelska kanalen.

Skogsbrukets bidrag till försurningen har ökat under de senaste årtiondena framförallt i södra Sverige. Ett större behov av biobränslen gör att intresset för uttag av GROT (grenar och toppar) ökar (9). Miljökvalitetsmålet **Begränsad klimatpåverkan** leder också till ett ökat uttag av skogsbränsle.

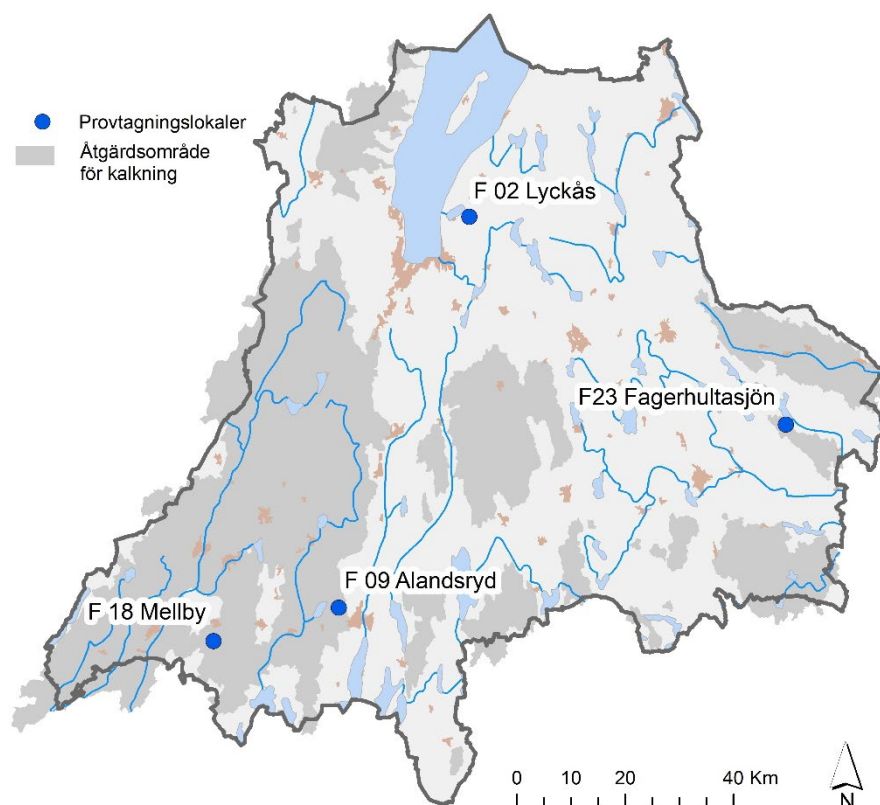
Kväveföreningar bildas vid alla typer av förbränning då kväve i luften reagerar med syre och bildar kväveoxider. Den största utsläppskällan till kvävenedfallet är transporter. Internationell sjöfart står för 20 procent av nedfallet av kväveoxider (9). Kväve är inte försurande så länge vegetationen klarar av att ta upp det kväve som regnar ner och ökar sin tillväxt. Det är först när markerna börjar läcka nitrat, vilket än så länge är ovanligt i Jönköpings län, som kvävenedfallet har en försurande effekt. En indirekt effekt av kvävenedfallet är att eftersom det ökar tillväxten i skogen ökar upptaget av baskatjoner från marken vilket leder till surare marker och avrinnande vatten.

Vår miljö har sedan länge varit utsatt för luftföroreningar. I bottensedimentet på en småländsk insjö kan man se spår av Romarrikets stora användning av bly för mer än 2000 år sedan. Utsläppen av svaveldioxid började stiga i och med industrialiseringen i början av 1900-talet, för att sedan minska under 1:a och 2:a världskriget och accelerera sedan igen efter andra världskriget då användningen av fossila bränslen som kol och olja steg kraftigt. Utsläppen i Europa och nedfallet över Sverige var som störst i slutet av sjuttioalet innan effektivare reningsutrustning och användning av bränslen med lägre svavelhalt gjorde att utsläppen började minska. Nedfallet minskade ytterligare vid järnridåns fall då den ekonomiska kraschen i Östeuropa gjorde att många stora utsläppskällor stängdes igen.

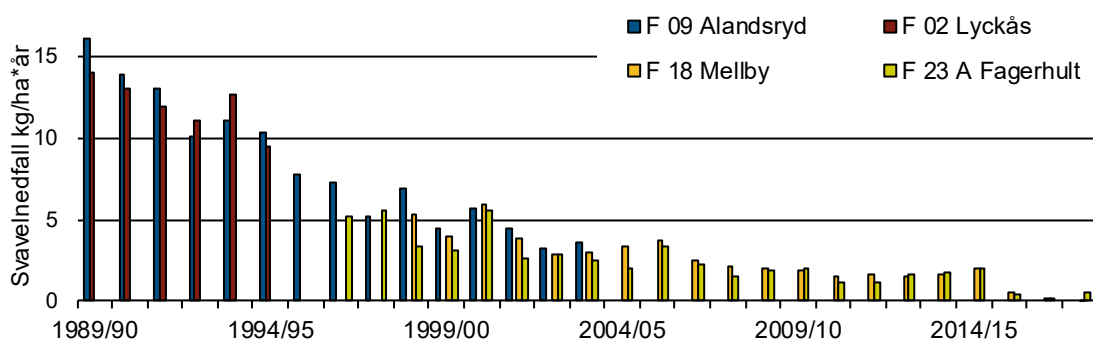


Figur 1. Modellerat svavelnedfall över Jönköpings län (EMEP-ruta I=57-59 och J=61-63) 1880 – 2010. Data från IVL.

Nedfallet av försurande luftföroreningar mäts sedan 1989 av Jönköpings läns Luftvårdsförbund. Nedfallet av försurande svavel har minskat kraftigt sedan mätningarna startade. Detta gäller hela södra Sverige och beror på minskade svavelutsläpp i Europa. Det finns en regional variation inom länet med större svavelnedfall i sydväst än i nordost. Denna skillnad var sannolikt större under 1970-80-talen (före det att mätningarna på dessa lokaler startade) (Figur 2). Det innebär att den lagrade belastningen av försurande ämnen är betydligt större i sydvästra delen av länet än i nordost, vilket bidragit till den stora skillnaden avseende försurningssituation i länet. Modellberäknat svavelnedfall (Figur 1) visar hur svavelnedfallet varierat mellan 1880 och 2010. Nedfallet till marken beräknades vara omkring 3 kg S/ha och år i Götaland år 2010. Detta är ungefär vad marken beräknas tåla på sikt och den nivån på nedfallet som var i slutet på 1800-talet. Mätningar som gjorts efter 2010 visar att svavelnedfallet i Jönköpings län varit under denna nivå (Figur 3).



Figur 2. Fyra lokaler med nedfalls- och markvattenmätningar inom Krondroppsnätet (10).



Figur 3. Uppmätt svavelnedfall via krondropp (kg/ha) på fyra lokaler med granskog. Data från Jönköpings läns luftvårdsförbund (10).

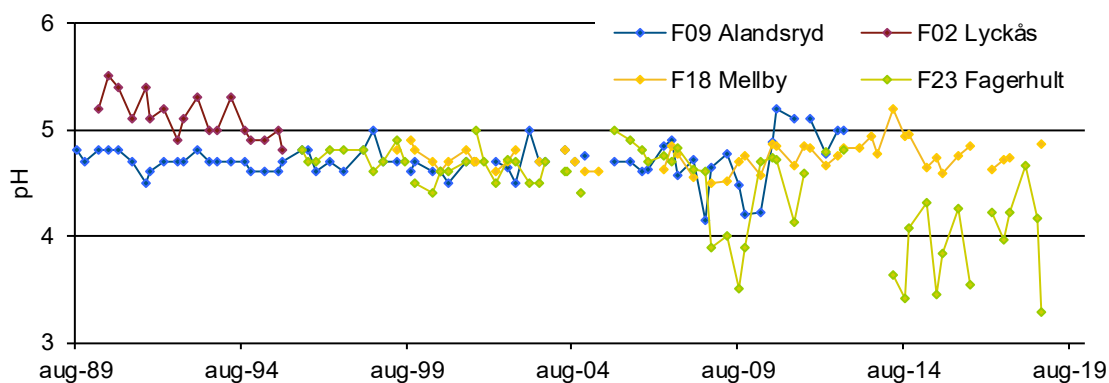
Utvecklingen har varit positiv såtillvida att surhetsgraden i nedfallet minskat markant sedan slutet av 1980-talet, liksom skillnaden mellan nederbörd och krondropp.

Nedfallet av kväve visar inte lika positiv utveckling som svavel. Sedan i slutet på 90-talet har kvävenedfallet varit på ungefär samma nivå. Den kritiska belastningen för övergödande kväve till gran- och tallskog i Sverige, 5 kg per hektar och år, överskreds i hela Jönköpings län under 2017/18, och har gjort så under lång tid (10).

Marken känslig mot försurning

Berggrunden i Jönköpings län domineras av urberg, det vill säga granit och gnejs. Lokala undantag finns med inslag av grönsten och mer basiska bergarter. Detta gör att stora delar av länet består av moräner med låg basmättnadsgrad och med liten motståndskraft mot försurning. Området öster om Vättern är ett undantag där inlandsisen fört med sig mer kalkhaltiga moräner från kalkstensbergen i Västergötland. Sura marker kan dock förekomma över hela länet vilket gör att varje sjö eller vattendrag behöver bedömas för sig. Det finns heller ingen indikation på att skogsmarken har blivit mindre sur under de senaste årtiondena.

Mätningar av markvatten sker även det i Jönköpings läns Luftvårdsförbunds regi. Analyser visar att i granskog är markvattnet surt, flertalet provtagningar visar pH-värden under 5 och det finns ingen trend mot förbättrade förhållanden. I markvatten i Fagerhult är det till och med en signifikant minskning av pH. Samtidigt som belastningen av försurande svavel har minskat har markvattnets försurningsstatus alltså inte förbättrats, mätt som pH-värde. Detta beror på att det har varit en lång period (50-100 år) med kraftigt förhöjd belastning av försurande ämnen och det kommer att ta mycket lång tid för markerna att återhämta sig.



Figur 4. pH i markvatten på fyra lokaler med granskog. Data från Jönköpings läns luftvårdsförbund (10).

Marker med mycket utarmade förråd av baskatjoner kommer sannolikt inte att återhämta sig på naturlig väg, där är åtgärder i form av skogsmarkskalkning och askåterföring önskvärda. Även om försurningsbidraget är betydligt mindre idag än för trettio år sedan visar resultaten att fortsatt kalkning är angeläget och omfattningen bör styras av verksamhetens effektuppföljning. På grund av att försurningsbelastningen har minskat så har den tillförda kalkmängden i Jönköpings län nu nästan halverats, jämfört med när det kalkades som mest på 1990-talet.

Försurningens effekter i länet

Länets sjöar och vattendrag är hårt drabbade av försurning men värst är situationen i länets sydvästra del. Allra värst är det i områden med liten andel sjöar där vattnet har en kort uppehållstid i landskapet och därför har en kort tid på sig att påverkas av markens vittring av neutraliserande ämnen. Av sjöarna i sydvästra Sverige bedöms 47 procent vara försurade. Vattendragen följer samma mönster som sjöarna (9).

I Nissans avrinningsområde, större delen av Lagan och i Vätterns västra tillflöden uppmättes kritiskt låga pH-värden i slutet av sjuttio- och början av åttiotalet. Mätningar av försurningsparametrar är mycket sällsynta i länet från 50- och 60-talet men med tanke på hur frekventa de biologiska skadorna var när försurningsproblemet blev känt i slutet av 60-talet så måste kritiskt låga pH-värden varit vanliga redan på 50-talet. Inom dessa områden finns lokala undantag där förekomst av en mer basisk berggrund eller stort inslag av odlade marker gjort att enstaka områden klarat sig från biologiska skador av försurning.

I Emåns-, Mörrumsåns- och Helgeås avrinningsområden i länet uppmättes kritiskt låga pH-värden och biologiska skador inte så generellt som i avrinningsområdena längre väster ut. I områden med magra marker och en låg andel sjöar var försurningsskadorna dock frekventa.

Avrinningsområdena öster om Vättern har klarat sig mycket bättre från försurningsskador än länets sydvästra del. Detta tack vare ett lägre nedfall och ett större inslag av kalkhaltiga moräner som gett detta område en högre motståndskraft mot försurning. Även i dessa delar kunde kritiskt låga pH-värden mätas upp under höglöden när nedfallet var som störst. Idag förekommer detta bara undantagsvis i mindre vattendrag med en hög andel skog i kombination med en låg eller ingen andel sjöar i avrinningsområdet.

Biologiska skador

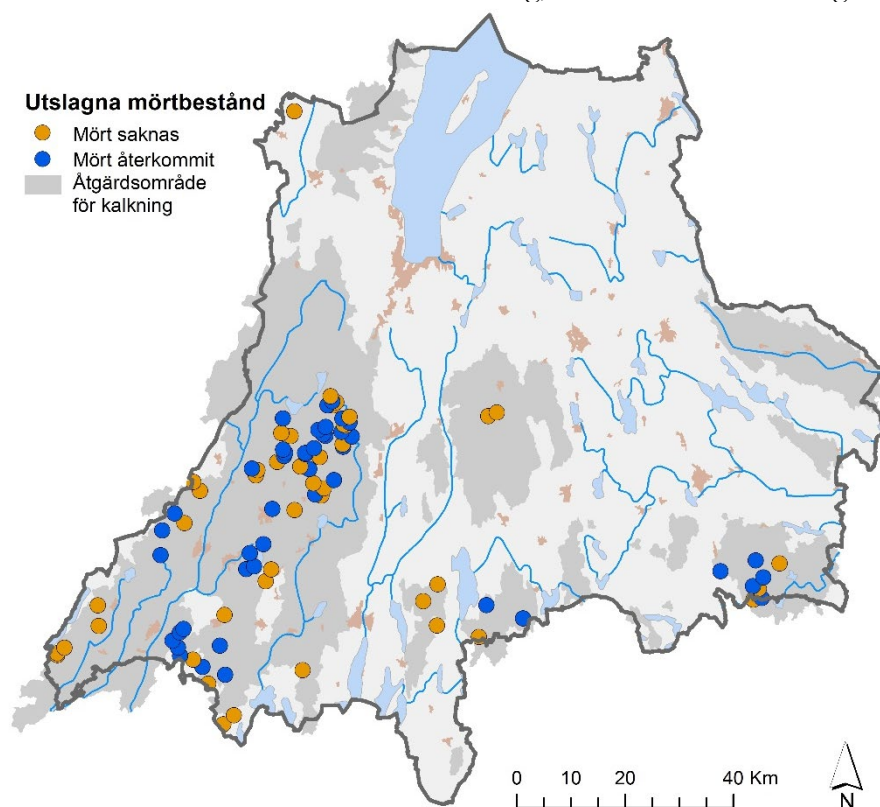
Under 1980-talet noterades markant årstidsvariation av torrdepositionens omfattning, med betydligt större torrdeposition av svavel under vinterhalvåret än under sommarhalvåret. Detta har starkt bidragit till de mycket kraftiga surstötter vid snösmältning/vårflod som tidigare varit så vanliga och slagit ut stora delar av det biologiska livet i många sjöar och vattendrag. Exempel på arter som slagits ut är flodkräfta, flodpärlmussla, mört, elritsa, benlöja, sik, sutare, braxen och öring. Det finns även några få exempel där mer försurningståliga arter som abborre och gädda försvunnit. För många andra arter än fisk saknas det kunskap på lokalnivå vilka arter som fanns innan försurningen varför man inte exakt vet hur stora skador försurningen har orsakat lokalt. Generellt vet vi att även bottenfauna och plankton har fått stora försurningsskador.

Flodkräftan är den ursprungliga svenska kräftarten. Kräftpest och försurning är de två största orsakerna till att flodkräftan gått tillbaka kraftigt i Jönköpings län. Flodkräftan har i den östra delen av länet (som inte varit så försurningspåverkad) nästan helt ersatts med den amerikanska signalkräftan. Signalkräftan är lika känslig mot försurning som flodkräftan men tåligare mot kräftpest. Försurningen har varit orsaken till att många kräftbestånd slagits ut i länets västra del (11).

Försurningen är en av orsakerna till att flodpärlmusslan blivit allt sällsyntare (12). Andra orsaker till artens försvinnande är pärlfiske, dikningar, rensningar, utbyggnad av vattendrag och ökad närsaltsbelastning. Flodpärlmusslan är beroende av ett välbuffrat vatten för uppbyggandet av ett skal men är också beroende av att det finns gott om öring som fungerar som värdjur för flodpärlmusslans larver. I länets mer försurade delar finns ett antal bestånd av flodpärlmussla fortfarande kvar (i Nissans- och Emåns avrinningsområde och i Vätterns tillflöden) men flertalet har mycket låga tätheter och uppvisar dålig eller ingen reproduktion (småmusslor).

Öring är känslig mot låga pH-värden och höga aluminiumhalter. Flera öringbestånd har slagits ut eller varit starkt decimerade av försurningen i Jönköpings län. Mellan olika öringbestånd kan det finnas en stor genetisk variation, varför det finns risk att en genetiskt unik stam försvinner för alltid när ett bestånd försvinner. I vatten där öring har funnits men slagits ut av försurning är det möjligt att den kan komma tillbaka, om vattenkvaliteten blir bättre, tack vara sitt utpräglade vandringsbeteende. Detta förutsätter dock att inga vandringshinder (dammar, vägtrummor och dylikt) finns i vägen.

I Jönköpings län är mört den sjölevande fiskart som slagits ut i flest (ca 90) sjöar (Figur 5). Värst drabbat är Storåns källflöden i Lagans vattensystem. I vissa sjöar har den återkoloniserat eller återintroducerats efter kalkning, men den saknas än idag i många sjöar.



Figur 5. Sjöar där mört slagits ut och i vissa fall återkommit antingen genom naturlig återkolonisation eller återintroduktion. Data från länets fiskregister och nätprovfiskedatabas.

En annan fiskart som har drabbats hårt av försurning i Jönköpings län är elritsan, som slagits ut i ett flertal vatten i Lagan- och Nissans vattensystem. Elritsan är mycket vandringsbenägen och kan effektivt fly försurade vatten. För att sedan komma tillbaka är den beroende av fria vandringsvägar, då dess förmåga att passera vandringshinder är begränsad. Övriga fiskarter, som man känner till har slagits ut av försurning i Jönköpings län, är abborre, sik, braxen, sutare, benlöja och lake.

När marken försuras blir metaller som kvicksilver mer rörliga och transporteras i högre grad ut i sjöar och vattendrag. Kviksilver anrikas högt upp i näringskedjan, exempelvis hos rovfisk som gädda. Har försurningen lett till att biomassan av fisk minskat späds den tillgängliga mängden kvicksilver ut på färre fiskar. Minskar födounderlaget för rovfisken växer den långsammare vilket också ökar risken att rovfisken får förhöjda halter av kvicksilver. Sjöar med förhöjda halter finns i hela länet men är koncentrerade till de områden som är mest utsatta för försurning.

Även groddjur är känsliga mot försurning. Speciellt känsliga för låga pH-värden är de som ägg och larver. Groddjuren har minskat markant i länet, inte enbart på grund av försurning men i flera hårt drabbade områden är försurningen en starkt bidragande orsak. Andra viktiga orsaker till tillbakagången är utdikning av våtmarker och småvatten samt användningen av bekämpningsmedel (13).

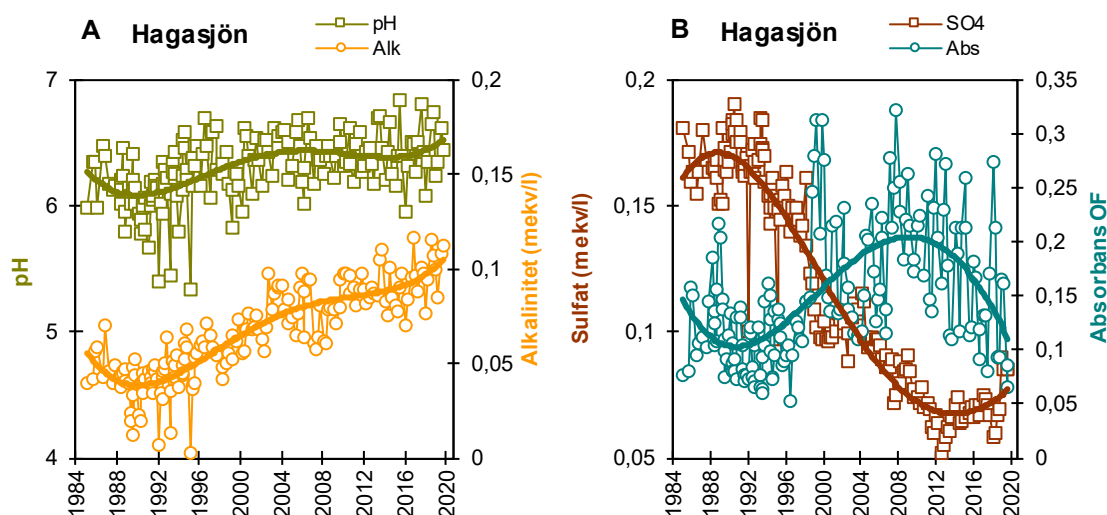
Sammansättningen av fågelarter förändras vid försurning. I en försurad sjö ökar till exempel knipor markant medan lommen minskar. Anledningen är födovallet. De fiskätande fåglarna som fiskgjuse och lom får problem när fisken slås ut av försurningen medan insektsätare som knipa gynnas. Strömstare och forsärla missgynnas av en minskad tillgång på bottenfauna. Förhöjda kvicksilverhalter som bland annat orsakas av försurningen är ett problem för fiskätande fågel som fiskgjuse (14).

Utter är beroende av en hög täthet av fisk och kräftor. Den främsta orsaken till utterns tillbakagång är höga halter av miljögifter i utterns föda. Genom den minskade fisktillgången i försurade vatten koncentreras miljögifter till de kvarvarande individerna. Detta kan vara en orsak till att utterns försvinnande i länet i hög grad följer försurningens utbredning (15). Från 90-talet har det dock varit en positiv utveckling för uttern i länet. 2013 påträffades utterspår i Nissans vattensystem för första gången på flera decennier (31).



Försurningen minskar

Tack vare de minskade utsläppen, som gjort att nedfallet av försurande svavel har minskat kraftigt, har försurningsläget i många sjöar och vattendrag förbättrats. Vissa vatten har återhämtat sig så mycket att de inte längre anses som försurade medan andra har blivit bättre men är ändå så försurade att de inom överskådlig tid är beroende av kalkning.



Figur 6A och B. Exempel på utvecklingen av fyra vattenkemiska parametrar i länets så kallade trendsjöar, här Hagasjön i Gnosjö kommun. De heldragna trendlinjerna är polynomer av fjärde ordningen. B) Absorbans är ett mått på vattnets färg, ju högre absorbans desto mer färgat vatten.

Resultatet av det minskade nedfallet av svavel har lett till att halten sulfat i genomsnitt mer än halverats i länets så kallade trendsjöar, det vill säga sjöar som inte är kalkade och inte påverkas av några punktutsläpp. De sjöar som avses är sammanlagt 12 trendsjöar inom eller i närheten av länet, och som ligger inom områden drabbade av försurning. I regel har minskningen av sulfathalten pågått sedan mätningarna startade (i de flesta fall 1983). ANC (Acid Neutralisation Capacity) som är ett mått på motståndskraften mot försurning svarade inte lika fort som svavelhalten på det sjunkande nedfallet. ANC fortsatte att sjunka under 1980-talet för att mellan 1990 och 2005 haft en stigande trend i de flesta sjöarna. Efter 2005 tycks ANC stabiliserat sig i de flesta trendsjöarna. Årsmedel av ANC har ökat i medeltal 0,07 mekv/l mellan 1990 och 2018. Detta kan jämföras med den kalkdos som tillfördes länets åtgärdsområden i slutet av 1990-talet (när den var som högst) som i genomsnitt motsvarar en ökning av alkaliniteten med 0,11 mekv/l.

Trenden för pH och alkalinitet har också varit ökande men är inte lika tydlig, i genomsnitt har pH stigit med 0,3 enheter i trendsjöarna mellan 1990 och 2018. Ökningen i pH och alkalinitet har motverkats av att halten av organiska syror (humus) i vattnet ökat under samma period. Det finns en koppling mellan minskad försurning och ökad färg på vattnet. Den minskande försurning leder till att nedbrytningen av humus i marken ökar vilket ökar mängden humus i och därmed färgen på det avrinnande vattnet. Andra orsaker till de allt brunare vattnen är ändrad markanvändning, ökad nederbörd och ett varmare klimat.

Även om den generella trenden är att försurningen minskar är varje vatten unikt och det finns undantag. Exempelvis hade 3 av de 12 trendsjöarna en minskande alkalinitet mellan 1990 och 2018.

Med den dynamiska modellen Magic kan försurningsutvecklingen modelleras både framåt och bakåt i tiden. Den generella bilden av återhämtningen från försurningen i hela landet och i Jönköpings län är att förbättringen gick snabbast mellan 1990 och 2000 för att sedan plana ut. Efter 2020 förväntas mycket liten förbättring (Tabell 1).

Tabell 1. Klassning av försurning för sjöar i Jönköpings län som modellerats med modellen Magic och ingår i det så kallade Magicbiblioteket, n=71. Data från IVL.

	1980	1990	2000	2010	2020	2030	2100
Icke försurad ($\Delta\text{pH}<0,4$)	44 %	41 %	52 %	59 %	61 %	63 %	66 %
Försurad ($\Delta\text{pH}>0,4$)	56 %	59 %	48 %	41 %	39 %	37 %	34 %

Försurningsbedömning

Enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (17) är sjöar antropogent försurade om pH-värdet har minskat med mer än 0,4 enheter sedan förindustriell tid (1860), även kallat ΔpH (delta-pH, Tabell 2).

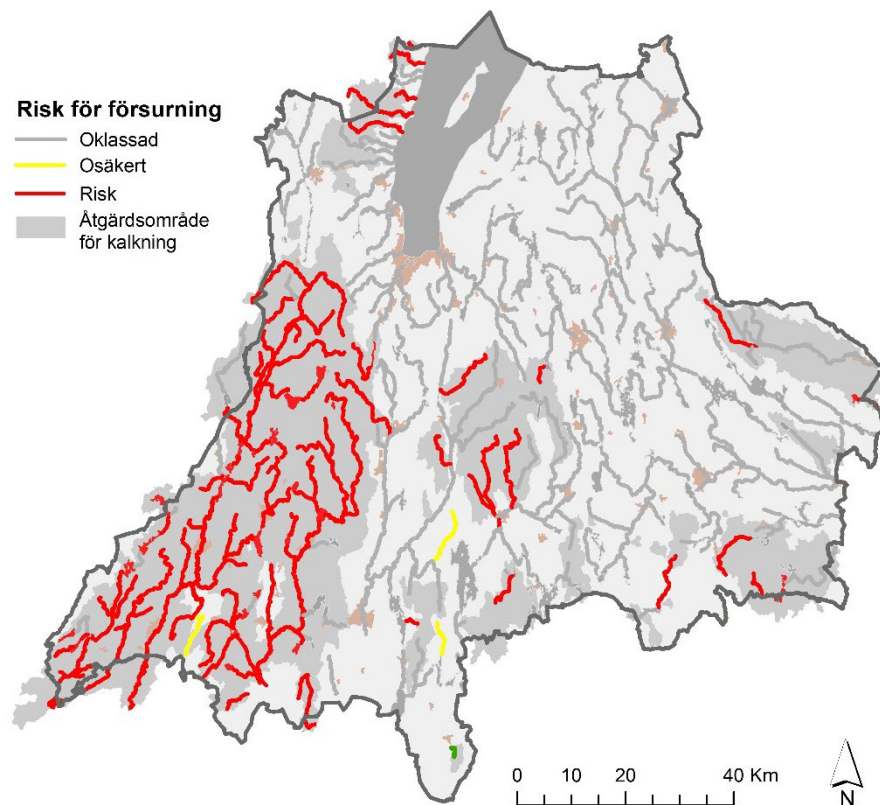
Det förindustriella pH-värdet räknas ut med den dynamiska modellen Magic. Som indata används dagens vattenkemi, markanvändning, avrinning, vittringsförmågan i marken samt dagens och det historiska nedfallet av försurande ämnen. Modellering i Magic är komplicerat och görs idag bara av IVL. För att underlätta försurningsbedömning har man utvecklat det så kallade Magic-biblioteket. I biblioteket ligger de sjöar och vattendrag som har modellerats med Magic. Ett verktyg tar fram den sjö ur biblioteket som mest liknar den sjö man vill försurningsbedöma. Matchningsverktyget har förbättrats och antalet sjöar har utökats. För att använda Magic-biblioteket krävs analys av pH, sulfat, DOC, klorid, kalcium och magnesium.

Tabell 2. Hur försurningspåverkan ska bedömas och vad det får för effekter på kalkningen vid olika ΔpH (8)

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

Dataunderlaget i Jönköpings län består av Magic-modellerade sjöar i det nationella om-drevsprogrammet, regionala och nationella trendsjöar och i referenssjöar i den så kallade målsjöinventeringen som provtogs 2007-2008 och 2011-2012. Antalet vattendrag som mo-dellerats med Magic är inte så många och få är belägna i de mer sura delarna. Tillräckligt da-taunderlag för att matcha mot Magic-biblioteket finns för alla målsjöar från målsjöinvente-ringen samt för 16 sjöar (VK1) och 24 vattendrag (VK2) som ingår i den regionala kalkef-fektuppföljningen. Dessutom finns det tillräckligt med data från några få lokaler inom reci-pientkontrollen.

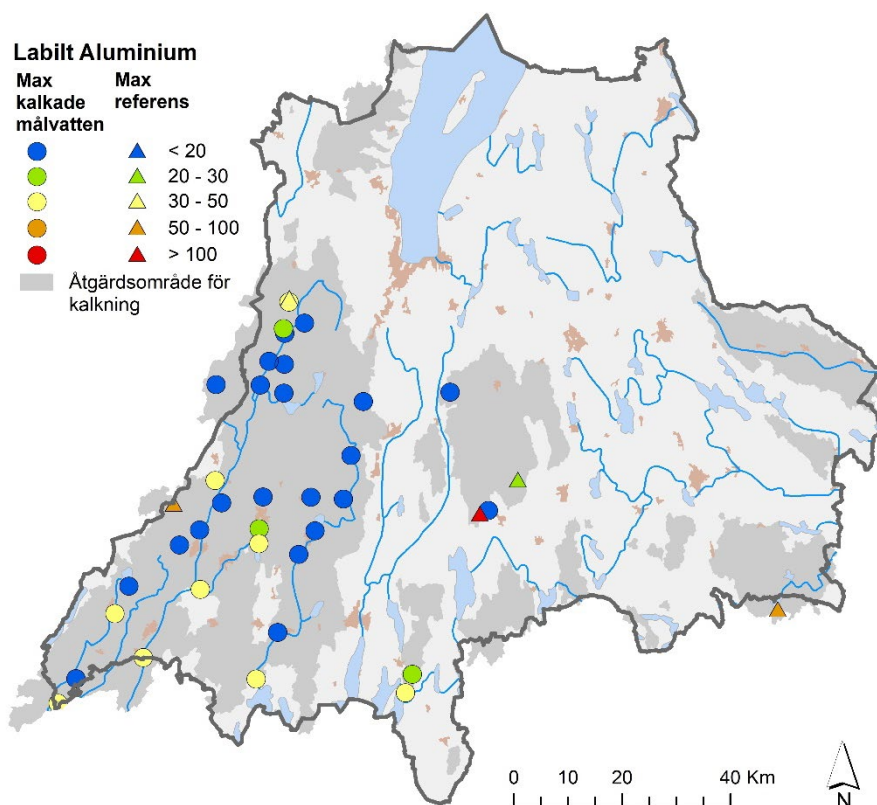
Större delen av Nissans avrinningsområde i Jönköpings län är fortsatt kraftigt försur-ningspåverkad. I norra delen av avrinningsområdet är påverkan något lägre, här dominerar vatten med måttlig försurningspåverkan. I Lagans vattensystem uppvisar de nordvästra de-larna kraftig försurningspåverkan. I delavrinningsområdena öster om Lagans huvudfåra, som inte är försurningspåverkad, är situationen mer splittrad med en blandning av vatten som bedöms som försurade och inte försurade. Detsamma gäller åtgärdsområden för kalk-nings i Emån, Mörrumsåns och Helgeås avrinningsområden, här dominerar vatten som inte längre bedöms som försurade men måttligt och kraftigt försurade vatten förekommer. I Vätterns västra tillflöden har de flesta målvattendragen en kraftig försurningspåverkan me-dan många sjöar inte klassas som försurade.



Figur 7. Risk för försurning i vattenförekomster i Jönköpings län. Data från VISS.se (16).

Det är bara möjligt att matcha vatten mot Magicbiblioteket som inte är påverkade av kalkning. I kalkade vatten behöver därför kalkens bidrag till pH, kalcium och magnesium räknas bort. I Jönköpings län behöver dock inte hänsyn tas till magnesium då kalken som sprids här inte innehåller så höga halter. Detta görs genom att man antar att utan kalkning skulle kvoten mellan kalcium och magnesium vara den samma som innan kalkningen startade (om sådana värden finns) eller som i uppströms belägna okalkade vatten. För kalkade vatten tillkommer alltså osäkerheterna kopplade till korrigering av kalkningspåverkan och matchningen varför hänsyn även behöver tas till halten av oorganiskt aluminium som bland annat fisk är mycket känslig för.

I målområden där halterna stiger högre än 50 µg/l oorganiskt aluminium bör kalkningen fortsätta enligt handboken (8). Som en försiktighetsåtgärd bör dock gränsen 30 µg/l användas. Länets kalkade målvatten har inga halter över 50 µg/l förutom i de okalkade referensvattendragen där högsta halten uppmätts till 130 µg/l (Figur 8). Sjunger pH under 6,0 och framför allt under 5,6 finns risken för måttliga eller höga halter av aluminium i alla åtgärdsområden. Därför är det viktigt att aluminium följs upp när kalkningen minskar så att pH understiger 6,0.



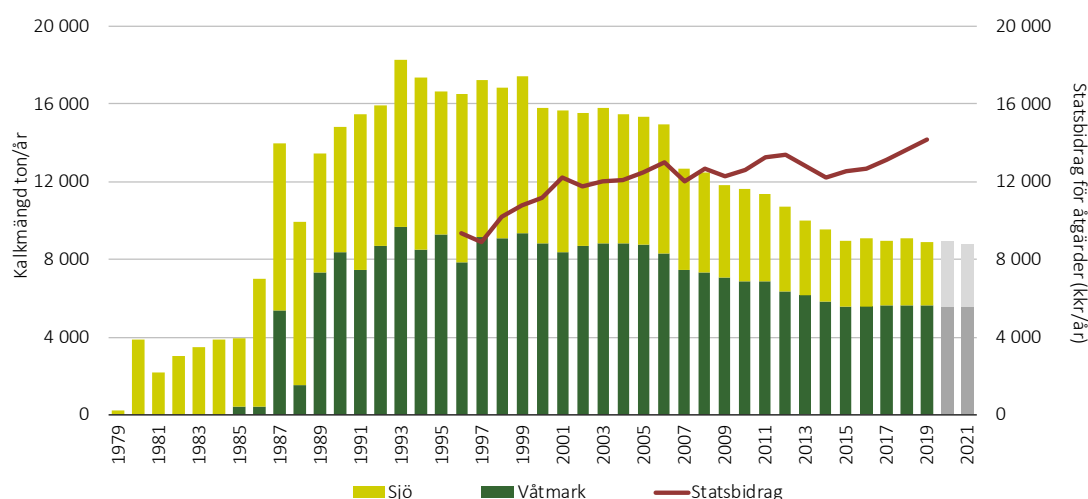
Figur 8. Högsta uppmätta halt av labilt (oorganiskt) aluminium i kalkade målvatten samt okalkade referenser under perioden 2014-2018. Halten mäts i µg/l.

Kalkningsverksamheten

Historia

Några mindre sjöar på Hökensås, Habo kommun, kalkades på försök 1959. Det var första gången som sjöar kalkades i länet. I början av 1970-talet blev kalkningarna mer frekventa då man också blev medveten om att nedfallet av svavel- och kväveföreningar var den främsta orsaken till förurning av våra sjöar och vattendrag. Från början skedde kalkningarna ofta genom att fiskevårdsföreningar och andra intresserade spred kalken för hand på isarna under vintern.

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. Resultaten var övervägande positiva och 1982 påbörjas den storskaliga kalkningsverksamheten med Naturvårdsverket som huvudansvarig och Länsstyrelsen som regionalt ansvarig. Verksamheten byggdes upp fram till 1990 i länet. Kalkmängden låg därefter ganska konstant på drygt 15 000 ton om året fram till 2006. 2007 genomfördes en stor revidering av all kalkning i länet där målet var att minska kalkmängden med 30 % jämfört med snittet för perioden 1997-1999 (då kalkbehovet var som störst). Målet nåddes 2009 då länets kalkmängd hamnade på cirka 11 800 ton per år (se Figur 9). Efter det har optimeringarna fortsatt men från 2015 sker inga större förändringar. Nivån ligger nu strax under 9 000 ton per år vilket innebär en minskning med 48-49 procent. Den kalkmängden omfattar dock inte den mängd som behövs för att påbörja kalkning i de vattenförkomster som inte uppnår god status vid Vattenförvaltningens statusklassning, cykel 3 (se sidan 41).



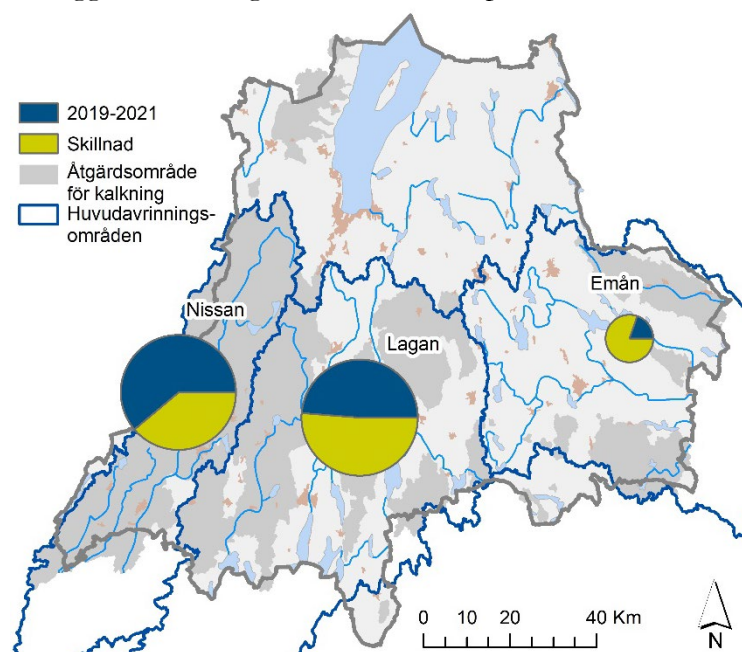
Figur 9. Spridda kalkmängder i Jönköpings län. Grå staplar visar planerade mängder för 2020 och 2021. Linjen visar utbetalat statsbidrag för spridning av kalk 1996-2019.

Att sprida torrt kalkmjöl med helikopter har varit problematiskt. Damningen medför att betydande kalkmängder riskerar att föras bort med vinden och kan hamna på känsliga marker. Från 2004 hade länet därför helt gått över till mindre dammande produkter på våtmarker. Problemet kvarstod dock för sjöarna men det fanns till en början osäkerhet om det gick att använda grövre kalk även där. Försök visade att den grövre kalken löste sig långsammare men att kalkningseffekten var jämnare och mer varaktig över tid. Rekommendationen blev att man kunde övergå till grovkalk även i sjöarna (30). Från 2013 används inte längre dammande kalk i de helikopteralkade sjöarna.

Från början var syftet med kalkningen att i första hand skydda de nyttjandevärden som hotades av försurningen. Numera är även syftet att skydda och bevara den biologiska mångfalden som hotas av försurning (se sidan 30).

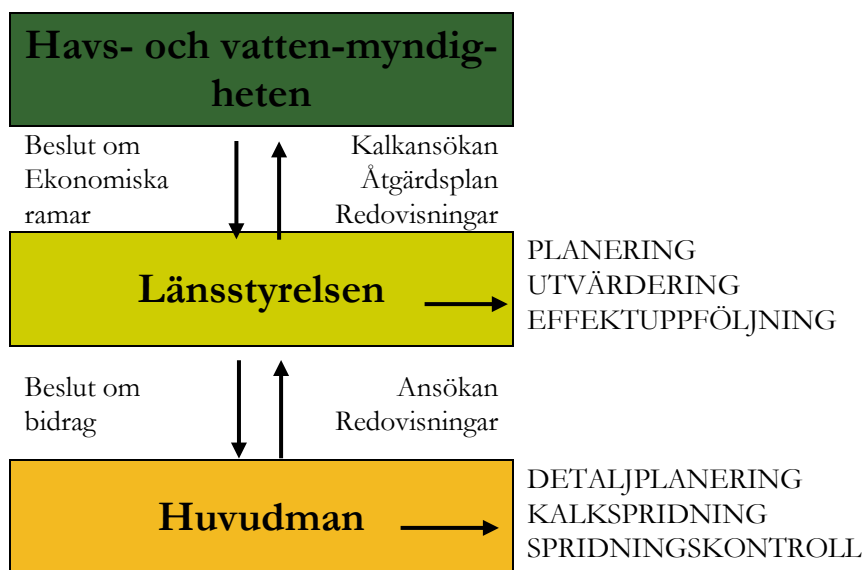
Kalkning av sjöar och vattendrag kommer förmodligen att behövas lång tid framöver. Många vatten förväntas inte återhämta sig så mycket att kalkningen helt kan avslutas (se sidan 22). Det försurande nedfallet av svavel har minskat kraftigt sedan mätningarna startade (se sidan 16). Detta medför ett minskande kalkbehov. Södra och västra delen av länet är värre drabbat av försurningen och här minskar kalkbehovet långsamt. Däremot i östra delen av länet har stora minskningar av kalkmängderna redan genomförts.

I Emåns avrinningsområde har kalkmängderna minskat med cirka 80 %. Motsvarande minskningar i Lagan är cirka 50 % och för Nissan cirka 40 % (Figur 10). För länet som helhet ligger minskningen strax under 50 procent.



Figur 10. Kalkmängd i tre av länets huvudavrinningsområden. Hela cirkeln motsvarar spridd kalkmängd 1997-1999 och mörk sektor motsvarar planerad kalkmängd 2019-2021.

Ansvarsfördelning/aktörer



Figur 11. Ansvarsfördelningen inom kalkningsverksamheten mellan Havs- och vattenmyndigheten, Länsstyrelsen och huvudmännen.

Havs- och vattenmyndigheten har det nationella ansvaret för kalkningsverksamheten. De beviljar statsbidrag till länsstyrelserna, ansvarar för den nationella kalkningsstrategin och effektuppföljningen.

Vattenmyndigheternas uppgift är att samordna den svenska vattenförvaltningen, vars övergripande mål är att uppnå god ytvatten- och grundvattenstatus. Arbetet bedrivs i sex-årscykler. För varje cykel fastställer vattenmyndigheterna miljö kvalitetsnormer, åtgärdsprogram och förvaltningsplaner. I åtgärdsprogrammen ingår kalkning som en av många åtgärder. Jönköpings län berörs av två vattenmyndigheter; Södra Östersjön och Västerhavet.

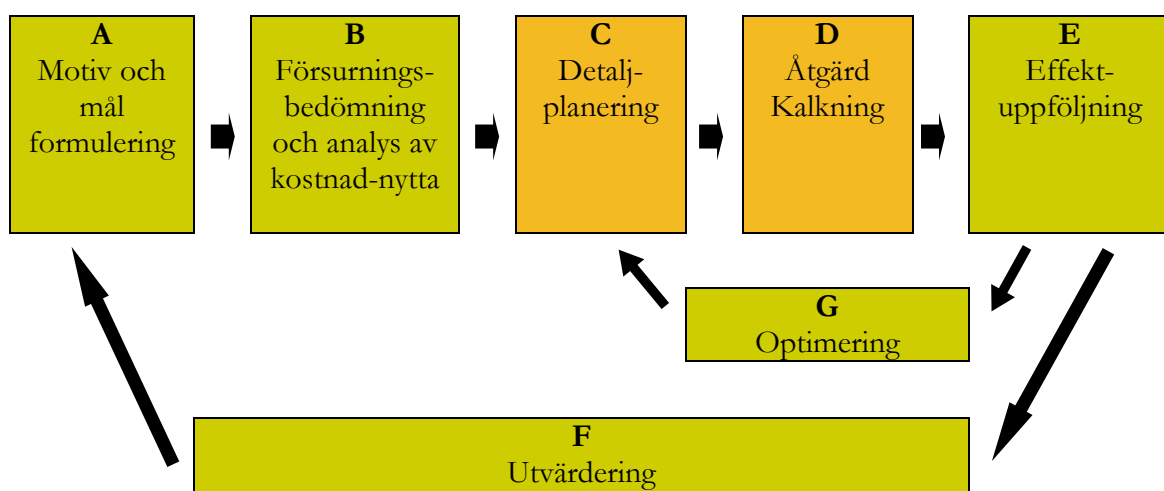
Länsstyrelsen beviljar statsbidrag till huvudmännen, ansvarar för den regionala kalkningsstrategin och effektuppföljningen. Länsstyrelsen har det regionala ansvaret för att verksamheten bedrivs optimalt med avseende på biologiska effekter, ekonomisk effektivitet och anpassningen till förurningsutvecklingen. På Länsstyrelsen i Jönköpings län sköts kalkningsverksamheten av personal inom Vattenenheten. Totalt omfattas verksamheten av cirka 3 årsarbetskrafter.

Huvudmannen, som i Jönköpings län är en kommun, erhåller statsbidrag från Länsstyrelsen för att genomföra kalkningsåtgärderna. Kommunen ansvarar för spridningsplanering och upphandlar genomförande av kalkningsåtgärderna och rapporterar utförda åtgärder till Länsstyrelsen. Kommunen har också ett ansvar för att motverka eller förebygga olägenheter och skador i samband med kalkningens genomförande. På varje kommun finns en kontaktperson från antingen miljö- eller teknisk förvaltning. Det samarbete som har utvecklats mellan kommunerna och Länsstyrelsen fungerar mycket bra. Kommunerna tar ett aktivt ansvar för verksamheten.

Entreprenörer och konsulter. Entreprenören levererar och sprider kalk. Kalkning upphandlas som totalentreprenad, vilken omfattar leverans, transport och spridning av kalk. I länet är Movab AB den dominerande kalkentreprenören. Konsult kan anlitas till exempel när en mer omfattande revidering av spridningsplanen behövs eller till spridningskontroll. Även för effektuppföljning, som elfiske och bottenfauna, används konsulter.

Arbetsgång

Inför beslut om fortsatt kalkning uppdateras vilka motiv och specifika mål som finns för åtgärderna (A). Därefter görs en försurningsbedömning (B) för att avgöra om målområdet är fortsatt försurat och i behov av kalkningsåtgärder eller inte. En bedömning görs om nytta med att fortsätta kalka överstiger kostnaderna med åtgärderna. Om bedömningen blir att målområdet är fortsatt försurat och att det finns förutsättningar att lyckas med kalkningen så att den ger tillräcklig nytta upprättas en detaljplan som beskriver när, var och hur kalken ska spridas på respektive yta eller sjö (C). Kalkningen fortsätter och effekterna av åtgärderna undersöks inom länets effektuppföljningsprogram (D och E). Effektuppföljningen ger resultat för både kontinuerlig optimering (G) av kalkningsåtgärderna och långsiktig utvärdering (F).



Figur 12. Schematisk bild över arbetsgången inom kalkningsverksamheten. Länsstyrelsen ansvarar för steg A-B och E-F. Huvudmännen ansvarar för steg C-D

En årscykel inom kalkningsverksamheten börjar med att:

- Havs- och vattenmyndigheten fördelar medel från 1:11-anslaget, Åtgärder för havs- och vattenmiljö, till Länsstyrelsen. Inom Länsstyrelsen fördelas sedan medel till olika åtgärder varav kalkning är en.
- Innan januari månads slut ska huvudmännen ansöka om bidrag till kalkning för innevarande år. Beslut om utbetalning tas efter att Länsstyrelsen fördelat medel mellan olika åtgärder i vatten och efter att huvudmännen skickat in upphandlingsuppgifter (de flesta huvudmän har flerårsavtal med entreprenören). Ekonomisk årsredovisning för året måste vara godkänd innan utbetalning kan ske. Utbetalningen sker 15 maj och 1 oktober.
- Under året sker effektuppföljning enligt uppgjort program. Data från effektuppföljningen kvalitetssäkras, dataläggs och utvärderas. Resultaten avgör om några förändringar i detaljplaner ska genomföras.

- När kalkningsåret är slut ska huvudmännen redovisa spridda kalkmängder. Från och med 2009 sker det genom att entreprenören skickar excelfiler över huvudmännens kalkningar direkt till Länsstyrelsen.
- Ekonomisk årsredovisning ska lämnas av huvudmännen senast 1 februari året efter kalkningen.
- Senast 15 februari, året efter kalkning, ska Länsstyrelsen redovisa nyckeltal till Havs- och vattenmyndigheten. Övrig verksamhet redovisas i en verksamhetsberättelse senare under våren.

Kalkning

Kalkning sker i länets samtliga kommuner utom i Tranås och Aneby som inte har drabbats lika hårt av försurningen. Utöver dessa två kommuner är det även uppehåll i kalkningen i Mullsjö kommun. Cirka 35 % av länets yta ingår i ett åtgärdsområde där åtminstone de större vattnen åtgärdas med kalkning, antingen direkt i sjö och på våtmarker eller genom kalkning i uppströms liggande vatten som ger effekt nedströms.

Målsättning

Långsiktiga mål

Det övergripande långsiktiga målet för kalkningsverksamheten i Jönköpings län lyder:

Målet med kalkning är att motverka försurningens negativa inverkan på det naturliga djur- och växtlivet i väntan på att vattenkvaliteten återhämtar sig samt att säkerställa ett långsiktigt nyttjande av vattnen.

Kalkning är livsuppehållande för många arter i försurade sjöar och vattendrag. Den kommer att behöva pågå till dess att miljömålen är uppfyllda utan kalkning.

De kalkade områdena är uppdelade i hydrologiskt avgränsade planeringsområden för kalkningsåtgärder, så kallade åtgärdsområden. Ett åtgärdsområde omfattar ett avrinningsområde med målområden och åtgärdsobjekt. Varje åtgärdsområde ska omfatta sådan kemisk och biologisk uppföljning att graden av måluppfyllelse för det enskilda åtgärdsområdet, samt eventuella övergripande mål som åtgärdsområdet berör, kan följas upp.

Kortsiktiga mål

Varje målområde har definierade kemiska och biologiska kortsiktiga målsättningar. När de kortsiktiga målen är uppfyllda bedöms förutsättningarna ha skapats för att också nå det långsiktiga målet. Målpunkter är knutna till målområdena och det är med dessa man mäter måluppfyllelsen.

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- eller växtlivet på ett negativt sätt. pH-målen baseras i

första hand på förekomst eller när det finns ambition att få tillbaka tidigare förekomst av känsliga arter med naturlig hemvist i vattenområdet. Enligt kalkningshandboken kan pH-målet också baseras på ett beräknat naturligt pH enligt MAGIC (pH₁₈₆₀).

För att pH-målet ska få bedömas som uppfyllt för målvattendragen måste minst ett provtillfälle ha skett vid högflöde. Med högflöde menas här, ett flöde som är högre än 50 procent av årets högsta flöde. Om så inte har skett bedöms måluppfyllelsen som okänd.

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. Ett riktmärke för överkalkning är att pH-målet inte bör överskridas med mer än 0,4 pH-enheter vid högflöde (8).

Tabell 3. Fördelning av målområden i Jönköpings län per pH-mål.

pH-mål	Känsligaste art	Sjöar		Vattendrag	
		Antal	Yta (km ²)	Antal	Längd (km)
6,2	Flodpärlmussla	0	0	14	132
6,0	Flodkräfta, Mört (i sjöar och vattendrag med egna mörtbestånd) Mörtkräftor	206	131	61	414
5,6	Övriga vatten	0	0	65	432
	Totalt	206	131	140	979

BIOLOGISKA MÅL

De biologiska målen strävar efter ett fungerande ekosystem med förekomst av försurningskänsliga arter, balans i artsammansättning och livskraftiga populationer med rekrytering hos specifika arter. Rent allmänt kan förekomst av försurningskänsliga arter indikera en god vattenkvalitet. De biologiska målen är utformade för utvalda arter som fungerar som motiv för kalkning. För dessa arter ska rekrytering kunna ske och ett stabilt bestånd upprätthållas.

Resultaten av de biologiska undersökningarna tillsammans med de vattenkemiska inom effektuppföljningen är facit för hur kalkningen fungerar i ett område. I enstaka fall kan en väl fungerande kalkning ge otillräckliga resultat och kan då bero på andra faktorer än försurning.

FISK

I vattendrag bedöms kalkningens målsättning för fiskfaunan vara uppfylld när förekomst och rekrytering av öring fungerar och övrig strömlevande fisk förekommer. Fiskfaunan klassificeras som opåverkad eller ringa påverkad av försurning när tätheten hos öring är högre eller lika hög som förväntad, årsyngel förekommer alternativt när en märkbar förbättring av öringbeståndet har skett sedan förra undersökningen. I sjöar bedöms kalkmålet vara uppfyllt för fiskfaunan när försurningskänsliga arter, framförallt mört, förekommer och inte uppvisar reproduktionsstörningar. Om mört mindre än 10 cm förekommer anses reproduktionen ha lyckats. Dessutom ska storleksfördelningen över 10 cm inte ha uppenbara luckor som kan bero på reproduktionsproblem för att målsättningen ska anses vara uppnådd.

BOTTENFAUNA

I både sjöar och vattendrag är det kortsiktiga målet uppfyllt om bottenfaunan bedöms ha obetydlig eller måttlig påverkan av försurning. Denna försurningsbedömning (enligt Medin 2009) är en expertbedömning som baseras på ett surhetsindex, MISA (Multimetric Index for Stream Acidification), enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder från 2007 (17) samt förekomst av försurningskänsliga arter och grupper. Ibland kan MISA och expertbedömningen skilja sig åt, men expertbedömningen tar hänsyn till specifika arter/grupper och andra påverkansfaktorer och avgör därmed vilken försurningsbedömning det i slutändan blir.

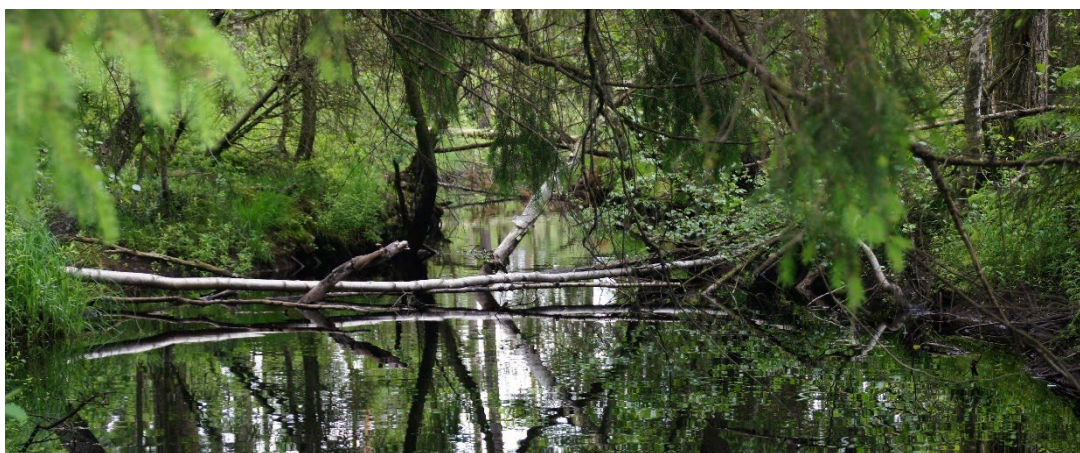
FLODKRÄFTA

I både sjöar och vattendrag bedöms det kortsiktiga målet med kalkning vara uppfyllt om flodkräfta förekommer vid provfiske och reproduktionen anses vara lyckad. För att kräftbeståndet ska bedömas som opåverkat av försurning ska tätheterna vara högre eller lika höga som förväntat och kräftor av alla storleksklasser ska finnas representerade i fångsterna. Om kräftbeståndet är påverkat, men det är uppenbart att det är andra faktorer än försurning, blir bedömningen också opåverkad av försurning (18).

FLODPÄRLMUSSLA

Flodpärlmusslan har en mycket långsam tillväxt och förändringar i ett bestånds status märks inte förrän efter en lång tid. Detta gör det lite svårare, jämfört med övriga undersökningar, att formulera ett kortsiktigt kalkmål.

Det kortsiktiga målet (cirka 10 år) anses vara uppfyllt om beståndets status är oförändrat eller har förändrats positivt mellan undersökningarna. Resultaten från en undersökning på status, trender och skydd för flodpärlmusslan i Sverige (19) visar att tillskottet av unga musslor har försämrats mellan 1998 och 2008. Därför bedöms även ett oförändrat bestånd i ett kalkat vatten ha uppfyllt målsättning, förutsatt att man har noterat musslor mindre än 50 mm. Det oförändrade beståndet visar på samma totala antal musslor, samma andel musslor mindre än 50 mm, en oförändrad medellängd (skal) och att längden för minsta funna mussla inte har ökat avsevärt. Målsättningen är också uppfyllt om musslor mindre än 50 mm förekommer där så tidigare inte har noterats alternativt ökar i antal. Det långsiktiga målet med kalkning för flodpärlmusslan är att uppnå livskraftiga bestånd enligt statusbeskrivningen i undersökningstyp Stormusslor (20), medan det kortsiktiga kalkmålet ger svar på om kalkningen fungerar för flodpärlmusslan eller inte.



Motiv

Övergripande motiv

Motivet för kalkning är de natur- och nyttjandevärden som hotas av försurning. Arter som påverkas såväl direkt som indirekt kan utgöra motiv för kalkning. Arter kan påverkas direkt av för låga pH-värden, till exempel hos fisk kläcks inte rommen eller aluminium fälls ut på gälarna och förhindrar syreupptagning. Indirekt påverkan är bland annat ändrade konkurrensförhållanden mellan arter, försurningstålga arter gynnas när försurningskänsliga arter minskar i antal. En annan indirekt påverkan är brist på föda som kan drabba fisk och fiskätande fåglar. För ett fungerande ekosystem och för ett långsiktigt nyttjande av våra vatten är åtgärder som kalkning nödvändigt. Den biologiska mångfalden, friluftsliv, fritidsfiske, folkhälsa och attraktivitet är flera tunga övergripande motiv för kalkning.

Specifika motiv

Specifika motiv för kalkning är de höga natur- och nyttjandevärden som kalkningen avser att skydda eller återskapa i varje åtgärdsområde. Försurningskänsliga arter är motiv till kalkning, men som specifika motiv räknas endast de högst värderade natur- och nyttjandevärdena. Se Tabell 4 nedan för de specifika motiven som förekommer i Jönköpings län.

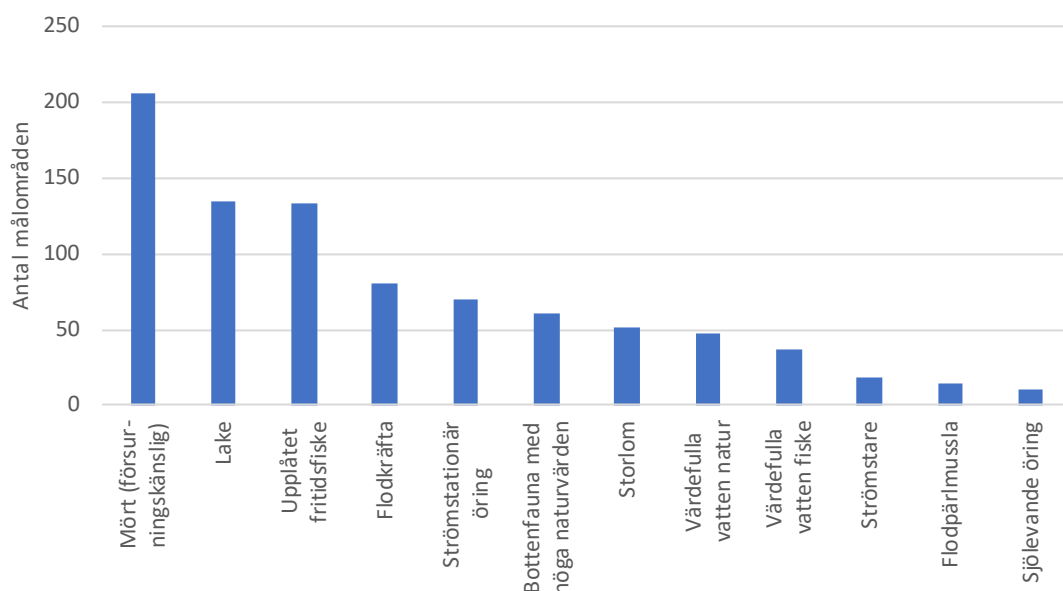
Tabell 4. Specifika motiv för Jönköpings län

Grupp	Motiv	Beskrivning
Höga naturvärden		
	Värdefulla vatten (Natur)*	Klassning av sjöar och vattendrag med höga naturvärden (en del av miljömålsarbetet 2005)
	Sjölevande öring	Förekomst av öring som är sjölevande delar av livscykeln. Regionalt sällsynt
	Strömstationär öring	Förekomst av öring som inte är sjölevande. Indikator på fungerande ekosystem i strömmande vatten och intressant för fiske
	Harr	Regionalt sällsynt
	Flodnejonöga	Regionalt sällsynt
	Lake	Rödlistad (NT). Ny på Rödlistan 2010
	Flodkräfta	Rödlistad (CR). Även skyddsområden, hänsynsområden och återintroduktionsobjekt för flodkräfta ingår här.
	Flodpärlmussla	Rödlistad (EN). Indikator på fungerande ekosystem i strömmande vatten
	Tjockskalig målarmussla	Rödlistad (EN). Indikatorart
	Strömstare	Regionalt sällsynt. Beroende av bottenfauna
	Kungsfiskare	Rödlistad (VU). Beroende av fiskförekomst. Sekretessart
	Storlom	Fågeldirektivet. Beroende av fiskförekomst
	Smålom	Rödlistad (NT). Beroende av fiskförekomst
	Fiskgjuse	Fågeldirektivet. Beroende av fiskförekomst
	Fisktärna	Fågeldirektivet. Beroende av fiskförekomst

Grupp	Motiv	Beskrivning
	Utter	Rödlistad (NT). Beroende av fiskförekomst. Sekretessart
	Havsörn	Rödlistad (NT). Fågeldirektivet. Beroende av fiskförekomst. Sekretessart
	Bottenfauna med höga naturvärden	Rödlistade och/eller regionalt sällsynta bottenfaunaarter som klassats ha höga eller mycket höga naturvärden.
	Nostoc sp.	Rödlistad (NT)/Regionalt sällsynt. Förekomst av sjöplommon (<i>Nostoc pruniforme</i>) eller sjöhjortron (<i>Nostoc zetterstedii</i>)
	Mört	Förekomst av mört. Indikator på fungerande ekosystem i sjöar.
Nyttjande	Värdefulla vatten (Fiske)	Klassning av sjöar och vattendrag med höga värden ur fiskesynpunkt (en del av miljömålsarbetet 2005)
	Fritidsfiske upplåtet	Fiskevårdsområden, föreningar och klubbar med möjlighet att köpa fiskekort för allmänheten
	Yrkesfiske	Yrkesfiske efter fisk. Även kräftfiske som utgör en viktig biinkomst räknas med här
	Turistfiskeentreprenör	Vattnet nyttjas för en turistfiskeentreprenörs utkomst
	Vattenbruk	Förekomst av fisk- eller kräftodling
	Ytvattentäkt	Ytvattentäkt eller reservytvattentäkt för dricksvatten
	Studieobjekt	Sjö eller vattendrag som används som studieobjekt

* I bedömningen av värdefulla naturvatten har hänsyn tagits till bland annat artrikedom, naturlighet, förekomst av rödlistade arter och om området är skyddat, till exempel Natura 2000 (21).

Vilka motiv som är vanligast förekommande framgår av diagrammet nedan, Figur 13. Mört är en bra indikator för fungerande ekosystem i sjöar och långsamflytande vattendrag. Den förekommer som motivart i flest målområden. Därefter dominerar lake, som tillkom på rödlistan 2010, samt upplåtet fritidsfiske. När det gäller flodkräfta som motiv ingår även tidigare förekomst och målområden som kommer att bli aktuella för återintroduktion av flodkräfta.



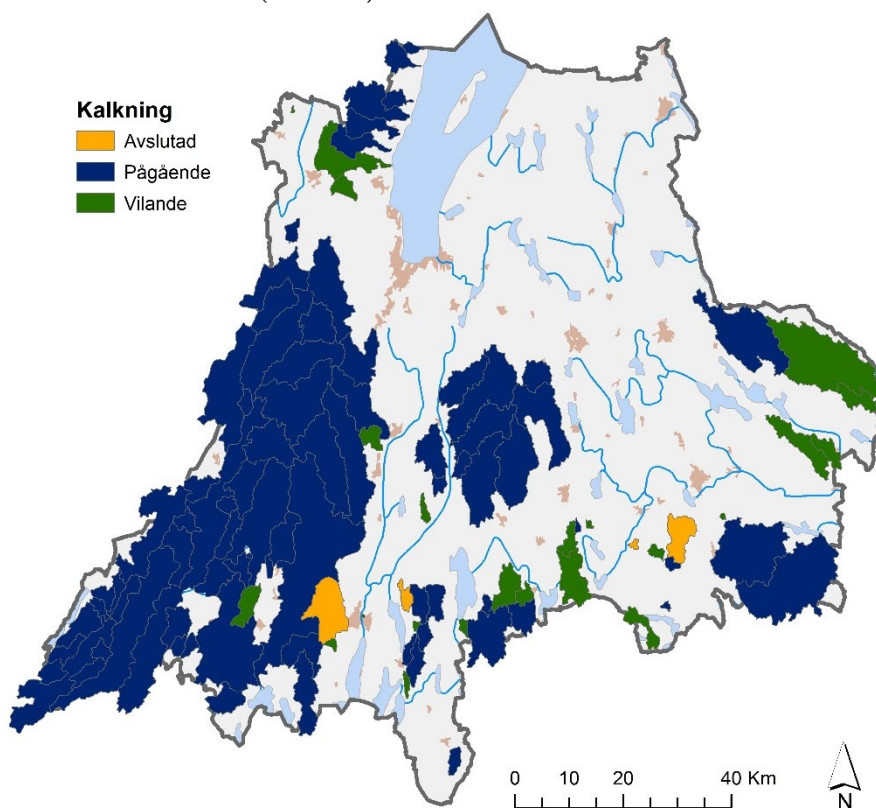
Figur 13. Antal målområden per motiv. Flodkräfta som motiv innebär förutom förekomst och tidigare förekomst av flodkräfta även vattenobjekt som kommer att bli aktuella för återintroduktion. Mört (försurningskänslig) inkluderar även målområden där arten förekommit tidigare.

Prioriterade områden

I länet finns två större områden som prioriteras mycket högt inom kalkningsverksamheten. Kalkning i tillflöden till dessa områden är därför prioriterade. Områdena är:

- **Nissans huvudfåra med tillflöden norr om Södra Gussjön.** Övre delen av Nissans huvudfåra är av riksintresse för naturvård, bland annat för en genuin öringstam.
- **Vätterns västra tillflöden i Habo kommun** som hyser höga naturvärden och utgör reproduktionsområden för öring och harr från Vättern. Vätterbäckarna är av riksintresse för både naturvård, yrkesfiske och friluftsliv.

I övrigt prioriteras de områden som är försurade och som har något av de Specifika motiv som listas i Tabell 4 (sidan 33).



Figur 14. Åtgärdsområden med pågående, vilande och avslutade kalkningar.

Strategi

Val av metoder, kalkningsobjekt, kalkmedel, dos och tidpunkt utformas så att målen nås med minsta negativa effekt och till lägsta möjliga kostnad. En idealisk strategi innebär att kalkdoserna är anpassade till pH-mål och okalkat pH i alla delar av vattensystemet. I regel är inte detta möjligt eftersom det inte finns tillräckligt med lämpliga åtgärdsobjekt. Genom att beräkna kalkdoser för olika delområden kan en kontroll göras av hur väl kalkningsinsatsen har fördelats i vattensystemet. Vattensystem där det är brist på lämpliga åtgärdsobjekt kan inte kalkas optimalt. Ofta innebär detta höga kalkdoser samt att åtgärdsobjekt, med snabb vattenomsättning, måste nyttjas. Genom att prioritera åtgärdsobjekt i de övre delarna av vattensystemet får man en jämnare effekt (8).

I dag omfattas cirka 35 % av länets yta av åtgärdsområden för kalkning. I princip berörs hela sydvästra delen av länet. Åtgärdsområdena där det fortfarande pågår kalkning är 78 stycken. Cirka 325 sjöar och drygt 600 våtmarker kalkas i länet. De utförda kalkningarna får även effekt i sjöar och vattendrag nedströms. I två av länets kommuner, Aneby och Tranås, utförs ingen kalkning då det inte har behövts. Utöver dessa två kommuner är det uppehåll i kalkningen i Mullsjö kommun.

Nykalkning kan bli aktuellt i länet då flera vattenförekomster har bedömts ha måttlig status. Enligt Vattenmyndigheternas åtgärdsplaner, åtgärd 11, så ska länsstyrelserna se till att åtgärder vidtas som behövs för att miljö kvalitetsnormerna (MKN) för vatten ska kunna följas. Ytterligare en vattenförekomst inom ett befintligt åtgärdsområde föreslås bli målområde och kalkning kommer behöva planeras (Se sidan 41).

SJÖ

Cirka 40 % av kalken i länet läggs direkt i sjöar. Sjöalkning med båt väljs i första hand då detta är ekonomiskt fördelaktigt och har mindre negativ påverkan på miljön. Alternativet är spridning med helikopter. Helikopteralkning kan ge negativa effekter för boende och friluftsliv men väljs då sjöarna är små eller då de inte är tillgängliga via bilväg. Från 2013 används enbart dammfri kalkprodukt vid helikopterspridning i Jönköpings län.

Kalkningens varaktighet påverkas i hög grad av sjöns omsättningstid. Generellt ger tätare kalkningsintervall en jämnare effekt. I sjöar som är målområde rekommenderas inte direktkalkning 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 (8).

I 55 % av länets sjöar är kalksorten en blandning av vomber (kalkfällningsprodukt) och grovkalk. Den sprids med helikopter och dammar betydligt mindre än kalkmjöl. Förhoppningen är att de grövre fraktionerna löser upp sig långsammare och ger en längre kalkningseffekt. Detta är särskilt eftertraktat i sjöar med kort omsättningstid.



VÅTMARK

Våtmarkskalkning är den vanligaste kalkningsmetoden i Jönköpings län. Metoden är ett effektivt sätt att åtgärda främst rinnande vatten men också sjöar med korta omsättningstider. Ofta används metoden i kombination med kalkning av sjöar.

Vid våtmarkskalkning är det viktigt att minimera skadorna på vegetationen. Våtmarkerna bör inte kalkas med dammande produkter. Lämpliga produkter är avdammad grovkalk, granulad kalk eller kalkfällningsprodukter. Från 2004 kalkas våtmarkerna i Jönköpings län enbart med dammfria produkter. Den lämpligaste våtmarkstypen att kalka för att få höga och jämna vattenkemiska effekter är öppna kärr. För att få tillräcklig effekt bör våtmarksarealer som motsvarar minst 1 % (gäller södra Sverige) av avrinningsområdet behandlas. Så få objekt som möjligt bör kalkas, de bästa våtmarkerna utnyttjas maximalt. Tidigare okalkade våtmarker bör inte kalkas om det inte är absolut nödvändigt för att uppnå pH-målet. Inte heller våtmarker med höga eller mycket höga naturvärden ska kalkas. Vidare ska inte heller nyckelbiotoper kalkas.

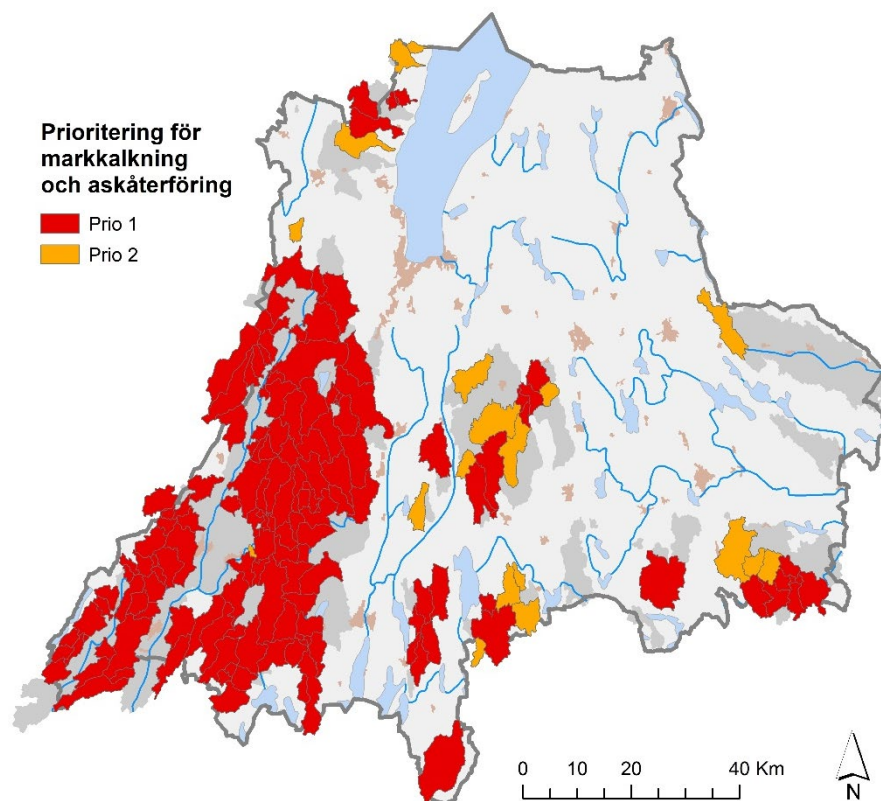
DOSERARE

Doserare används för kalkning av vattendrag eller nedströms belägen sjö. Den tillför kalk direkt till vattendraget från en silo som fylls från en bulkbil. I Jönköpings län har det fram till 2015 funnits en doserare uppströms Majsjön, i Gislaveds kommun. Efter tilltagande tekniska problem så togs doseraren slutligen ur drift år 2017.

Generellt är doseraranläggningar dyra i inköp och kräver mycket tillsyn och underhåll för att fungera tillfredsställande. Behov finns dock för doserare som klarar av att kalka mindre vattendrag där annan kalkning inte räcker till.

SKOGSMARKSKALKNING OCH ASKÅTERFÖRING

I vissa områden hjälper inte kalkningen i vatten fullt ut. Där skulle skogsmarkskalkning kunna vara ett alternativ. Mindre vattendrag som idag inte går att behandla med de traditionella metoderna sjö- eller våtmarkskalkning skulle på sikt få en bättre vattenstatus om skogsmarken kalkades. Även för de vatten som redan i dag kalkas skulle man kunna sluta med kalkningen tidigare om en engångsbehandling av skogsmarken kunde genomföras (5).



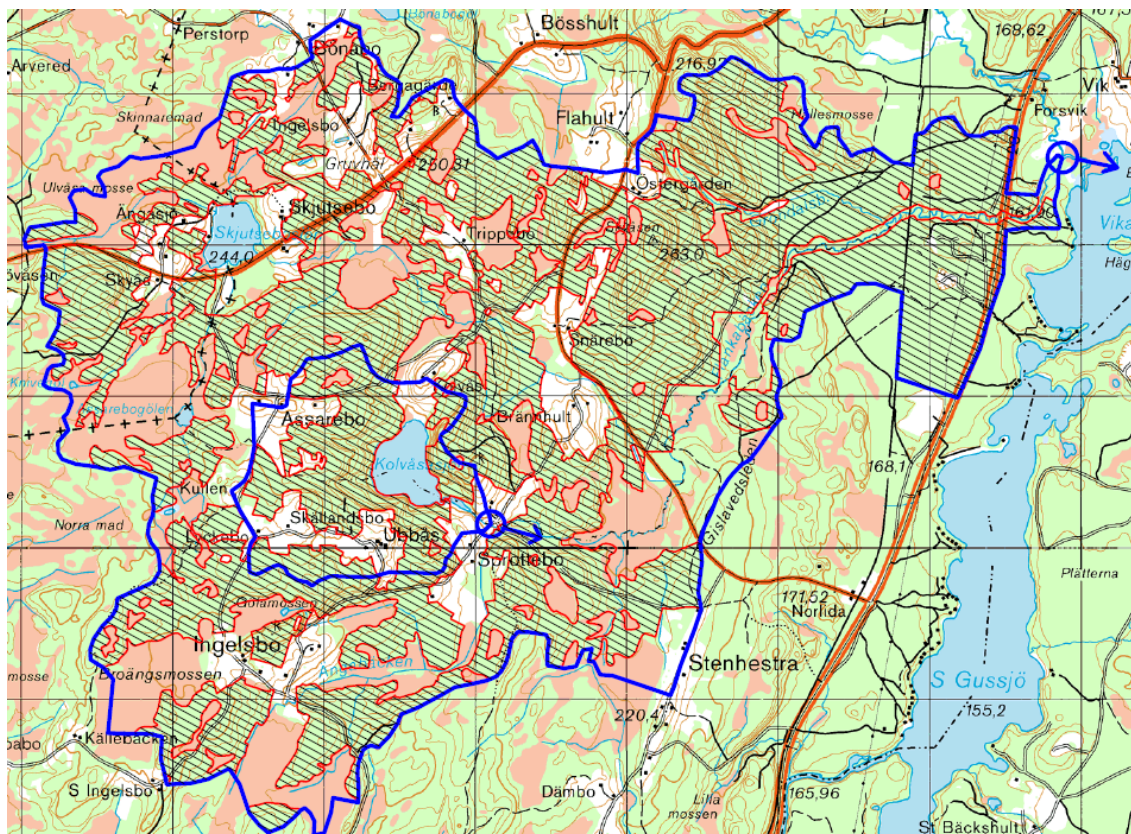
Figur 15. Prioriterade åtgärdsområden för skogsmarkskalkning och askåterföring. Prio 1 är de områden där Länsstyrelsen bedömer att vi inte kommer kunna lägga kalkningen vilande inom överskådlig tid. Prio 2 är pågående åtgärdsområden där Länsstyrelsen i nuläget inte planerar att lägga kalkningen vilande men kanske inom överskådlig tid.

2015 gjordes en prioritering av vilka områden i länet som skulle vara i mest behov av askåterföring. Skogsstyrelsen behövde uppgifterna till ett projekt om skogsbrukets försurning som Naturvårdsverket, Skogsstyrelsen och SGU jobbade med (29).

Försurningspåverkan i målområdena vägledde prioriteringen. Åtgärdsområden som var vilande eller på väg att läggas vilande fick ingen prioritering. Indelningen av prioriteringen är gjord enligt SMHI:s delavrinningsområden. Prioriteringsgrunden har varit:

- **Prioritet 1** är kalkade områden med kraftig försurningspåverkan där misstanke finns att kalkningen inte kan avslutas inom överskådlig tid.
- **Prioritet 2** är övriga kalkade områden med mindre försurningspåverkan än kraftig och som inte är på väg att läggas vilande.

Under 2018 lät Länsstyrelsen konsulten Myrica AB ta fram en plan för markkalkning för två åtgärdsområden där det är svårt att med traditionella kalkmetoder uppnå pH-målen. Målområdena har höga motiv och vi ser inte att kalkningen skulle kunna upphöra inom överskådlig tid. Andelen utvalda markområden uppgick till 60 procent i Flankabäcken (Figur 16) och 67 procent i Yxabäcken. I Flankabäcken skulle det krävas 3 500 ton kalk och i Yxabäcken 3 600 ton. Kostnaden 2018 beräknades till cirka 6,5 miljoner per åtgärdsområde.



Figur 16. Karta över Flankabäckens åtgärdsområde med urval av skogsmark lämplig för skogsmarkskalkning (streckade ytor).

BÄCKEKALKNING

Konventionell kalkning visar ofta på lyckade effekter. Men ibland verkar vattenkemin bra medan biologin fortfarande har problem. Särskilt öringen har haft svårt att återhämta sig i vissa delar av länet. Öringen har i studier visat sig vara extra känslig för försurning vid rom- och yngelstadiet. Ett projekt pågick i Västerbottens, Västra Götalands och Jönköpings län under åren 2007 till 2012 (23). Projektets syfte var att anlägga lekbottnar i stor skala i kalkade vattendrag för att kunna utvärdera effekter på vattenkemi, äggöverlevnad och tätheten av öring. I 15 av de totalt 30 lekbottnarna blandades kalkgrus in i lekgruset. Inga signifikanta skillnader kunde konstateras mellan kalkgrus och övriga lekgruslokaler varken med avseende på ägg till yngelöverlevnad eller öringtäthet.

Optimering och utvärdering

För att öka måluppfyllelsen, minska överkalkning och minimera kostnaderna måste kalkdoserna optimeras. Optimering innebär att kalkmängderna vid behov justeras kontinuerligt. Kalkningen baseras på aktuella resultat från uppföljningen. I denna åtgärdsplan har en del förändringar i kalkdoser föreslagits. Under hösten 2019 har kalkmängderna i Lagan optimerats inom Vaggeryds, Sävsjö och Värnamo kommun. Arbetet med Lagan görs klart under våren 2020 då kalkningen inom Gnosjö kommun utvärderas. Länsstyrelsen kommer, liksom tidigare, uppdatera åtgärdsplanen avrinningsområdesvis var tredje år enligt nedan:

- 2020 Nissan och Vätterbäckarna
- 2021 Emån
- 2022 Lagan

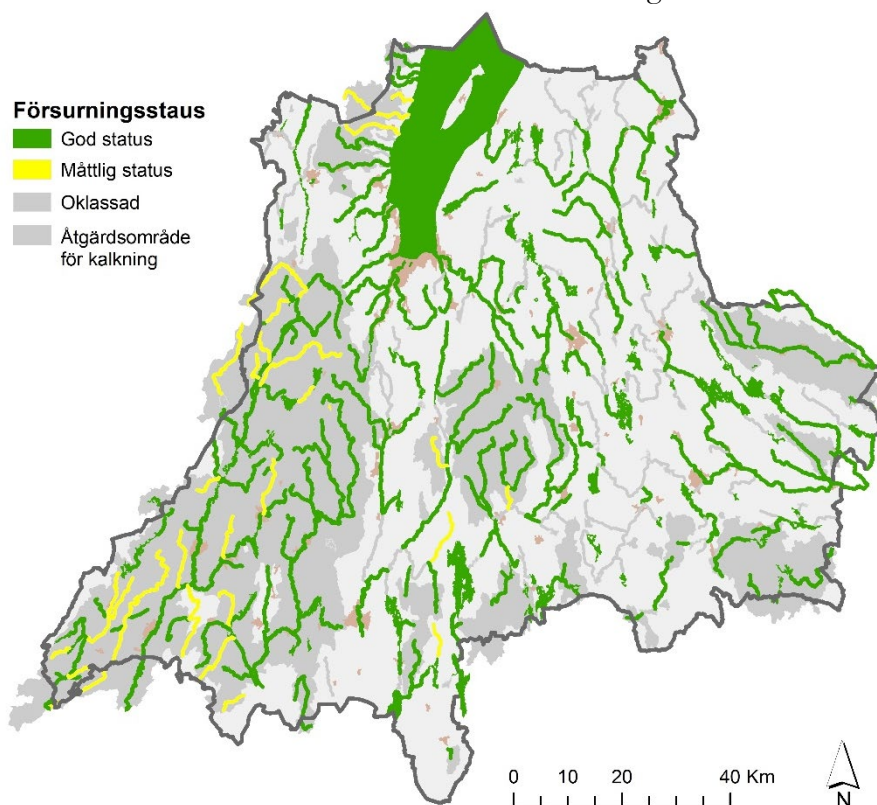


Ökat kalkbehov efter statusklassning

Efter Vattenförvaltningens statusklassning, cykel 3, har 30 vattenförekomster bedömts ha måttlig status med avseende på förorening. Av dessa befinner sig 27 förekomster helt eller delvis inom ett befintligt åtgärdsområde medan tre inte är knutna till något åtgärdsområde.

Enligt Vattenförvaltningens åtgärdsprogram, åtgärd nummer 11, behöver Länsstyrelserna, om nödvändigt, utöka eller omlokalisera åtgärdsområden för kalkning. Åtgärden ska genomföras så att den bidrar till att de åtgärder vidtas som behövs för att miljö kvalitetsnormerna för vatten ska kunna följas (34). För att uppnå god status för förorening måste kalkningen förbättras i de redan pågående åtgärdsområdena och nykalkning påbörjas i övriga vattenförekomster.

Tack vare kalkning har de flesta vattenförekomster i länet en god föroreningstatus enligt länsstyrelsernas och vattenmyndigheternas statusklassificering 2019, cykel 3 (Figur 17), även om flera vattenförekomster klassats med måttlig status.



Figur 17. Föroreningstatus enligt länsstyrelsernas och vattenmyndigheternas klassificering 2019. Data från www.viss.se (16).

För att uppnå god förurningsstatus för vattenförekomster inom befintliga åtgärdsområden måste nya kalkmetoder, såsom skogsmarkskalkning alternativt doserarkalkning, användas. Flera försök har tidigare gjorts för att uppnå måluppfyllelse med sjö- och våtmarkskalkning utan att lyckas. Möjligen kan doserare för mindre vattendrag lösa flera av problemen.

För okalkade vattenförekomster behöver en detaljplan tas fram där motiven får vägas mot kostnaden och nyttan. I första hand planeras kalkning av sjöar och i andra hand doserare eller våtmarker.

För två av vattenförekomsterna Flankabäcken och Yxabäcken, som ligger i var sitt åtgärdsområde, ser vi enbart skogsmarkskalkning som alternativ. Där har vi en framtagna plan där minst 60 procent av åtgärdsområdet finns tillgänglig för skogsmarkskalkning enligt GIS-analys. Bedömningen är att det behövs cirka 3 500 ton kalk till en kostnad av cirka 6,5 miljoner för respektive åtgärdsområde.



Uppföljning

För uppföljning genomförs flera vattenkemiska och biologiska undersökningar. De olika metoderna som används för uppföljning är vattenkemiprovtagning, undersökning av bottenfauna, provfiske av både fisk och kräfter och inventering av flodpärlmusslor. Resultaten från undersökningarna visar om kalkningarna lyckats eller ej, men även om andra faktorer än försurning påverkar.

Syftet med effekttuppföljningen är att:

- Följa upp effekterna (måluppfyllelsen) av genomförd kalkning och ge underlag för kalkningsplanering
- Uppföljning inför biologisk återställning.
- Följa upp effekterna av genomförd biologisk återställning och ge underlag för planering av nya åtgärder
- Följa upp effekterna av vilande kalkning
- Ge underlag för försurningsbedömning
- Vara en del av miljöövervakningen i länets sjöar och vattendrag

Strategi

Uppföljningen ska utföras med standardiserade metoder enligtHandledning för miljöövervakning för de olika undersökningstyperna och utvärderas enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag (17).

Alla målområden ska minst ha vattenkemisk uppföljning. Det är önskvärt att kombinera den vattenkemiska uppföljningen med minst en biologisk undersökningsmetod för att få en helhetsbild av vattnets tillstånd under en längre tid tillbaka. Den biologiska uppföljningen prioriteras till vatten med höga motiv och till områden med behov av biologisk återställning.

Uppföljningen ska intensifieras (frekvensen ökas) i områden med tveksam måluppfyllelse.

När kalkning inte längre bedöms vara nödvändig fortsätter uppföljningen till dess att kalkningseffekten ebbat ut och man är säker på att försurningsskador inte kommer tillbaka.

För att effektivisera provtagningen samordnas kalkeffekttuppföljningsprogrammet med andra provtagningar i länet, exempelvis recipientkontroll och regional- och nationell miljöövervakning.

Resultaten från uppföljningen ska kvalitetssäkras och rapporteras till utsedda nationella datavärddar. När inte nationell datavärd finns utsedd lagras resultat hos Länsstyrelsen.

Vattenkemisk kalkeffektuppföljning

I länet finns det drygt 400 lokaler där vattenkemiprovtagning utförs. Syftet med provtagningarna är att kontrollera vattenkvalitet och måluppfyllelse, men även att ta reda på om kalkdoserna i de kalkade vattnen och våtmarkerna är rimliga. Undersökningen kan också vara underlag för planering av eventuella biologiska återställningsåtgärder. Provtagning på lokalerna görs mellan två och sju gånger per år och ska ske under höghöjden när så är möjligt. Det är under höghöjden som man får de lägsta pH-värdena och som ger mest negativa effekter på biologin.

Det finns flera program inom vattenkemiprovtagningen med olika ambitionsnivåer när det gäller antalet parametrar som analyseras. **Utökad VK1 (sjöar)** omfattar provtagning på 10 lokaler i sjöar med en utökad parameterlista, **Utökad VK2 (vattendrag)** omfattar provtagning av 21 lokaler i vattendrag med en utökad parameterlista och **Kort VK3 (sjöar och vattendrag)** omfattar provtagning av 380 lokaler i både sjöar och vattendrag. Utöver dessa program görs det provtagning i okalkade sjöar och vattendrag (referenser) och på vissa utvalda lokaler även analys av oorganiskt aluminium. Se sammanställningen av de olika programmen i Tabell 5 nedan.

Tabell 5. Vattenkemisk uppföljning

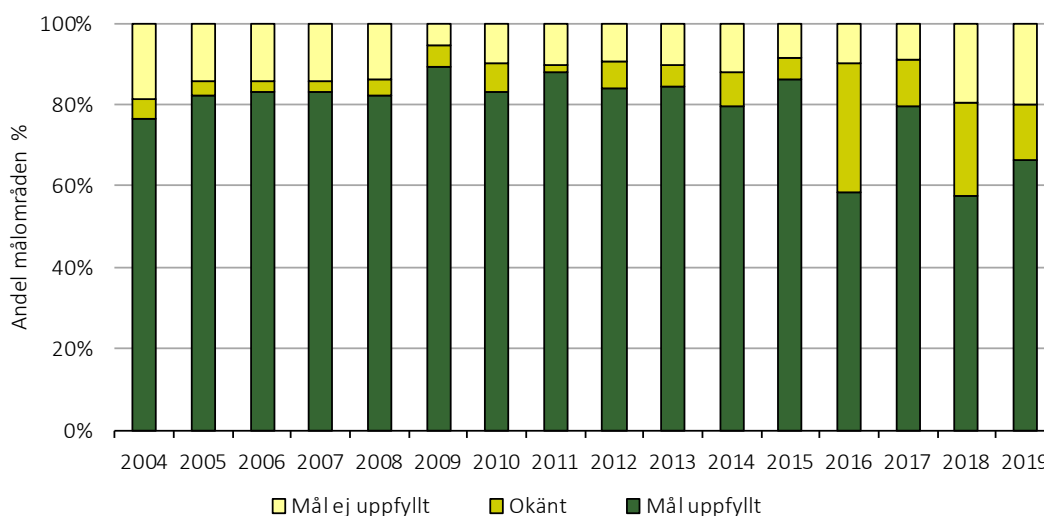
Vattenkemisk uppföljning	Antal lokaler
Utökad VK1 (sjöar)	10
Utökad VK2 (vattendrag)	21
Kort VK3 (sjöar och vattendrag)	370
Referenssjö	1
Referensvattendrag	18
Oorganiskt aluminium	28
Summa	420*

*Oorganiskt aluminium ingår inte i summan. De lokalerna provtas även inom övrig uppföljning.

Vattenkemisk måluppfyllelse

När vattenkemisk måluppfyllelse ska tas fram används all tillgängliga data inom målområdena. Förutom kalkeffektuppföljningens data används bland annat även recipientkontrollens. Det finns 346 vattenkemiska målområde och kopplat till dem har vi cirka 380 målpunkter i sjöar och vattendrag.

För att pH-målet ska anses uppfyllt i målsjöarna ska lägsta uppmätta pH vara högre eller samma som sjöns pH-mål (Se Vattenkemiska mål, sidan 30). Provet ska vara taget när sjön är cirkulerad. För målvattendragen gäller också att lägsta uppmätta pH ska vara högre eller samma som pH-målet. För de vattendrag som har uppfyllt pH-mål måste flödet för minst ett av provtillfällena vara 50 procent eller högre av årets högsta flöde. Detta krav om flöde tillkom 2014. Riktad höghöjdesprovtagning i målvattendragen påbörjades 2004 (Figur 18).



Figur 18. Vattenkemisk måluppfyllelse för målvattendrag och målsjöar åren 2004 till 2019. Måluppfyllelsen baserar sig på antal målområden. När måluppfyllelsen är okänd kan det bero på att ingen provtagning skett inom målområdet. För målvattendragen kan det också bero på att flödet inte varit över 50 procent av årets högsta vid provtagningstillfället.

Biologisk kalkeffektuppföljning

I länet görs det 366 biologiska undersökningar inom kalkningsverksamheten. Frekvensen varierar mellan 1 till 12 år beroende på undersökningstyp och försurningssituation. Syftet med undersökningarna är dels att kontrollera hur biologin påverkas av vattenkvaliteten dels att mäta graden av måluppfyllelse. Undersökningarna är även underlag för att planera och följa upp eventuella biologiska återställningsåtgärder. Den biologiska uppföljningen kompletterar vattenkemiprovtagningarna och ger mer information om tillståndet i vattnet under en längre tidsperiod. Detta är ett viktigt underlag vid bedömning av hur kalkningsstrategin fungerar och hur den kan optimeras. En sammanställning av de olika biologiska undersökningarna framgår av

Tabell 6 nedan.

Tabell 6. Biologisk kalkeffektuppföljning

Biologisk uppföljning	Antal lokaler
Elfiske	120
Bottenfauna	84
Nätprovfiske	107
Kräftprovfiske	41
Inventering av flodpärlmussla	14
Summa	366

ELFISKE

Elfiskeundersökningarna syftar till att följa upp förekomst och rekrytering av öring i de åtgärdsområden där öring utgör motiv för kalkningen, kartlägga förekommande arter och följa upp genomförda biologiska återställningsåtgärder. Ytterligare en anledning till att följa fiskbestånden är nyttjande av vatten för fiske som också är ett motiv till kalkning. Inom

uppföljning av kalkningen nyttjas 120 elfiskelokaler spridda strategiskt inom länets målområden. Det normala provtagningsintervallet är en gång var tredje år. I de fall där försurningspåverkan påvisas är frekvensen en gång om året.

Elfiskeundersökningen görs enligt standardiserad metod SS-EN 14011:2006 och enligt undersökningstyp för Fisk i rinnande vatten - Vadningselfiske (24). På lokaler med förekomst av öring görs kvantitativt elfiske med tre utfisken. Saknas öring görs istället kvalitativt elfiske med ett utfiske. Elfiske görs normalt på sommarmånaderna, juli-augusti.

Elfiske behöver kombineras med vattenkemiprovtagning för att kunna utvärdera resultaten. Även om det ibland kan vara svårt att säga om otillfredsställande resultat beror på försurning eller andra faktorer.

BOTTENFAUNA

Bottenfaunaundersökningarna syftar till att kontrollera eventuell försurningspåverkan på bottenfaunasamhället och påvisa förekomsten av indikatorarter samt att kartlägga förekomsten av hotade eller sällsynta arter. Bottenfaunaundersökningar görs på 84 lokaler i länet. Provtagningsintervallet för bottenfauna är en gång var tredje år.

Bottenfaunaundersökningen görs enligt standardiserad metod SS - EN ISO 10870:2012 och enligt undersökningstyp för Bottenfauna i sjöars litoral och i vattendrag, tidsserier. (25). Undersökningarna görs på hösten med anledning av att det finns många goda tidsserier där tidpunkten för provtagning är just hösten. För att behålla kontinuitet har man valt att fortsätta med provtagning vid denna tidpunkt.

Fördelen med bottenfaunaundersökningar är att metoden inte är lika beroende av strömlevande arter som elfiske är. Ytterligare fördelar är att det finns många arter och att man får mycket information om vattnets tillstånd.

NÄTPROVFISKE

Nätprovfiske syftar till att i första hand kontrollera eventuella störningar i mörtreproduktion samt andra försurningsrelaterade störningar. Metoden syftar även till att undersöka fiskbeståndens artsammansättning och storlek. I sjöar där biologisk återställning med avseende på fisk genomförts är syftet att följa upp dessa åtgärder. Nätprovfiske görs i 107 sjöar i länet. Det normala provtagningsintervallet är var tionde år. I sjöar med försurningspåverkan är intervallet var femte år och för uppföljning av biologisk återställning är intervallet var tredje år.

Nätprovfiske görs enligt Standardiserad metodik för provfiske i sjöar (26, 27) eller med inventeringsmetodik i de sjöar där syftet är att följa upp biologiska återställningsåtgärder.



KRÄFTPROVFISKE

Kräftprovfisken syftar till att följa upp förekomst och rekrytering av flodkräfta i de sjöar och vattendrag där arten utgör motiv för kalkning. Kräftprovfiske görs på 41 lokaler i länet. Provtagningsintervallet är en gång var tredje år.

Kräftprovfiske görs enligt undersökningstyp för Provfiske efter kräfta i sjöar och vattendrag (28).

Undersökningen är i första hand för uppföljning av flodkräfta och i andra hand uppföljning av signalkräfta där det finns starka bestånd i målområden. Undersökning görs också inför återintroduktion av flodkräfta för att konstatera att ingen signalkräfta finns i vattnet.

INVENTERING AV FLODPÄRLMUSSLA

Inventering av flodpärlmusslor syftar till att följa upp förekomst och rekrytering av flodpärlmussla och kartläggning av andra hotade stormusselarter som eventuellt förekommer. Inventeringarna genomförs i totalt 14 vattendrag eller delsträckor av vattendrag (i varje vatten undersöks mellan 8 till 18 lokaler) i länet. Inventeringsintervallet är för vattendrag med täta bestånd var sjätte år och för vattendrag med glesa bestånd var tolfte år.

I vattendrag med täta bestånd av flodpärlmussla ska inventering göras enligt undersökningstyp Stormusslor (kvantitativ) (20). För övriga vattendrag görs en översiktlig inventering med en reducerad ambitionsnivå jämfört med undersökningstypen.

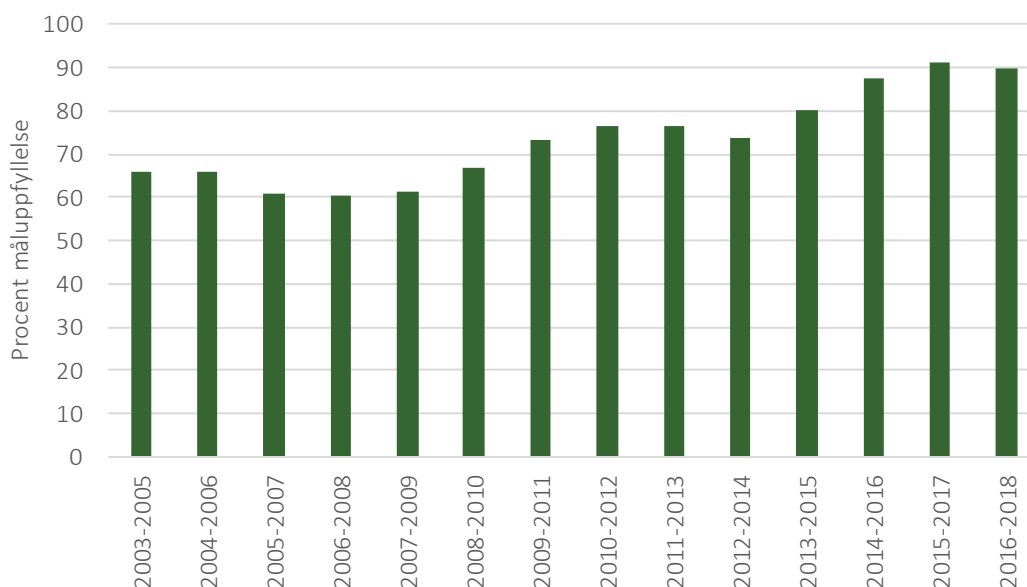
Enligt undersökningstyp Stormusslor bedömer man om ett flodpärlmusselbestånd är livskraftigt eller inte genom att ta hänsyn till andelen små (juvenila) musslor samt det totala antalet musslor. Ju större andel små musslor desto större möjlighet har beståndet att överleva på lång sikt. Se Tabell 7 för statusbeskrivning av livskraft indelad i 6 olika klasser.

Tabell 7. Statusbeskrivning av livskraft i 6 klasser som utgår från andelen musslor med en skal-längd <50 respektive <20 mm

Klass	Status
1	>20% <50 mm och >0% <20 mm (>500 ind.), livskraftigt
2	>20% <50 mm eller >10% <50 mm och >0% <20 mm (>500 ind.), livskraftig med tvekan
3	<20% <50 mm (>500 ind.) eller >20% <50 mm (<500 ind.), ej livskraftigt
4	Alla >50 mm, riklig förekomst (>500 ind.), minskande
5	Alla >50 mm, fåtalig förekomst (<500 ind.), snart försvunna
6	Dokumenterad förekomst som försvunnit (återinventering)

Biologisk måluppfyllelse vattendrag

Eftersom de biologiska undersökningarna ofta genomförs var tredje år i vattendragen kan det bli missvisande att jämföra måluppfyllelsen årsvis, därför har ett glidande treårsmedelvärde använts i Figur 19. Det är dock inte alltid samma provpunkter som har undersökts alla år. Exempelvis har en del lokaler som tidigare undersöktes med avseende på flodkräfta tagits bort när signalkräfta påträffats. En förbättring av måluppfyllelsen har skett mellan 2005 och 2018. Detta beror framförallt på att öringbestånden minskade i början av perioden och många målområden därför inte bedömdes ha uppnått målet för kalkning. Öringtätheten har på flera lokaler ökat igen under senare år. De senaste åren har måluppfyllelsen legat runt 90 procent för vattendragslängden.



Figur 19. Biologisk måluppfyllelse för målvattendrag åren 2003 till 2018 presenterat som glidande treårsmedelvärde. Måluppfyllelsen baserar sig på vattendragets längd.

Övrig uppföljning

IKEU

I det nationella kalkeffektuppföljningsprogrammet IKEU (Integrerad KalkEffektUppföljning) pågår mer intensiva undersökningar av vattenkemi och biologi än i det regionala programmet. I Jönköpings län är det följande vatten som ingår;

- Stengårdshultasjön (Gislaveds kommun)
- Hästgångsån (Vaggeryds kommun)
- Svanån (Jönköpings kommun)

SÄRSKILD UTVÄRDERING OM FISK I VATTENDRAG

År 2018 gjorde Länsstyrelsen en särskild utvärdering av effekter på fisk av den kalkning som utförts i vattendrag i Jönköpings län. Data från början av 1980-talet fram till 2016 användes. Syftet var att ge en mer övergripande bild av kalkningens påverkan på fiskarters förekomst, tätheter och reproduktion i länets målvattendrag. Även om det huvudsakliga fokuset låg på kalkningens effekter på fisk i vattendrag, berördes även förändringar i vattenkemin.

För vattenkemin påvisades förväntade effekter av kalkningen. I samband med att kalkningen startade steg årslägst pH i länet. För konduktiviteten, alkaliniteten och kalcium steg halterna under den första perioden för att sedan minska som en följd av minskade kalkmängder. Färgtalet ökade utmed tidsgradienten, men snarare på grund av andra faktorer än kalkningen.

Flödets inverkan på pH analyserades och resultatet belyste vikten av att provta vid höga flöden för att träffa riktigt låga pH men också att vid jämförelser av pH se till att de härrör från samma flöde.

pH-värdets inverkan på fisk var mer problematiskt att analysera. Jämfört med liknande rapporter där tydlig respons förelåg kunde färre tydliga skillnader påvisas i denna studie. Anledningen var troligtvis en kombination av att pH inte nått några kritiska nivåer för fisk och att provtagningsstrategin vid pH-mätning förändrats på senare tid, vilket försvårade jämförelserna. Antalet arter var dock klart högre efter 25 års kalkning jämfört med tidigare, medan den totala individtätheten var oförändrad. Den ekologiska statusen, VIX, alltså sammanvägningen av fiskfaunans status ökade kort efter kalkningen startat upp från måttlig till god.

Sammanfattningsvis konstaterades att arbetet med kalkningen i Jönköpings län givit resultat. De tidiga insatserna vände ett nedåtgående pH i tillräcklig tid för att fisken i vattendragen inte behövt starta om från extremt låga nivåer. (33)

KISELALGER

Genom att analysera kiselalger (påväxtundersökningar) kan man bedöma allmän vattenkvalitet och olika typer av påverkan, till exempel eutrofiering, organisk förorening och försurning. Påväxtundersökningar görs regelbundet i vattendrag inom den regionala miljöövervakningen samt inom den samordnade recipientkontrollen. Enstaka undersökningar har också utförts för att verifiera statusklassningen inom vattenförvaltningsarbetet, främst när det gäller övergödningspåverkade vatten. Påväxtundersökningar är en metod som även har använts i kalkeffektuppföljning, men i dagsläget görs den inte på någon regelbunden basis för detta syfte. Om ekonomiskt utrymme finns för denna undersökningsmetod skulle fler undersökningar genomföras inom kalkeffektuppföljningen.

Kvalitetshöjande åtgärder

Bedömning av reproduktion hos mört i målsjöar

För att bedöma försurningssituationen i sjöar används i Jönköpings län ofta reproduktionsframgången hos mört som indikator. Mörtens fångas i standardiserade nätprovfisken, där man erhåller längdfördelningen hos mörtens i sjön. Längdfördelningen visar om några tydliga glapp finns, vilket kan innebära avsaknad av åldersklasser och i sin tur indikera försurningsproblem. Dock räcker inte längddiagrammen helt, då förhållandet längd-ålder hos mörtens kan variera mellan sjöar och år. För att få en säkrare bestämning av om vissa årsklasser saknas måste mörtarnas individuella ålder bestämmas. Då effektuppföljningen i vissa sjöar visat motstridiga resultat, där pH visat god måluppfyllelse men mörtens ändå uppvisat störd reproduktion, har Länsstyrelsen de senaste åren satsat på kvalitetshöjning inom detta område.

- Strandnära elfiske från båt: Det har i flera år misstänkts att orsaken till avsaknad av de minsta storleksklasserna av mört beror på att metoden nätprovfiske inte fångar småmört särskilt bra. För att kontrollera detta har Länsstyrelsen 2018 och 2019 kompletterat nätprovfiske i vissa sjöar med strandnära båtelfiske. Sjöarna är sådana där pH-situationen ser bra ut, men där de minsta mörtarna ändå inte fångats vid nätprovfiske. I ett flertal av dessa sjöar har det visat sig att det faktiskt finns årssyngel av mört. Med hjälp av detta har ett antal sjöar kunnat klassas upp i försurningsbedömningen.
- Bättre åldersanalyser: Tidigare har mörtens åldersbestämts genom analys av fjäll. Det har dock vid jämförelser mellan olika labb visat sig att fjäll inte ger ett tillräckligt säkert resultat. Från år 2020 planeras därför övergång till analys av otoliter.

Övergång till oluftat pH

Från mars 2018 provtas i Jönköpings län oluftat pH i all kemisk effektuppföljning. Vid en jämförelse med luftat pH efter cirka ett års provtagning (1164 prover), visade det sig att oluftat pH ligger ungefär 0,11 enheter lägre. Analysen av oluftat pH bedöms vara mer sanningsenlig, och resultaten kan innebära att man måste höja kalkmängderna något i målområden där man ligger nära gränsen för att nå pH-målet.

Strategi vattenprovtagning

Sedan 2004 sker riktad höglödesprovtagning i målvattendragen, det vill säga, provtagnings-tillfällena bestäms inte i förväg utan tas i samband med höga flöden, helst då flödet är på uppgående. Denna provtagningsstrategi kräver mer än traditionell regelbunden provtagning, och förbättringsarbetet pågår ständigt. Länsstyrelsen utför egen provtagning i vissa provpunkter, men bistår även huvudmännen med stöd för en så bra träffsäkerhet som möjligt i deras provtagning. Väderläget bevakas löpande, och vi använder SMHI:s verktyg på webben för att förutsäga när flödet är på väg upp. När vi ser att ett höglöde är på väg meddelar vi provtagarna att det är läge att åka ut. Erfarenheten av detta är god och bedöms öka kvaliteten i vattenkemiuppföljningen.

Höjt pH-mål i målvattendrag

Med stöd av HaV:s rapport Effekter av kalkning på fisk i rinnande vatten (35) har pH-målen i 25 utvalda målvattendrag höjts från 5,6 till 6,0. Höjningen gjordes från och med åren 2016-2017 för att förbättra förutsättningarna för strömstationär öring att överleva och reproducera sig. Kriterierna för en höjning var att den skulle gynna öringen och vara kostnadseffektiv. I flera målvattendrag låg pH redan över 6,0 så där medförde det ingen ökad kalkmängd.



Löpande optimering av kalkningen

Länsstyrelsen gör en årlig översyn av kalkningen i länet, efter ett löpande schema där respektive åtgärdsområde ses över vart tredje år. Vi går då igenom trender i vattenkemisk och biologisk måluppfyllelse, och justerar kalkmängderna där det bedöms lämpligt. Vi tittar också särskilt på åtgärdsområden där kalkningen lagts vilande, för att säkerställa att eventuell återförsurning upptäcks i tid.

Förändrad effektuppföljning

I samband med statusklassning av försurning 2019 så konstaterades att bottenfauna-undersökningar inte var tillförlitligt som underlag för bedömning av försurning. För att få bättre underlag inför kommande statusklassningar så kommer därför effektuppföljning av bottenfauna successivt att bytas ut mot kiselalger. Kostnaden för effektuppföljningen kommer därmed öka eftersom kiselalgundersökningar är cirka 30 % dyrare än bottenfauna.

Referenser

1. Åtgärdsplan 2011 – 2015, Regional åtgärdsplan för kalkningsverksamheten i Jönköpings län. Länsstyrelsen i Jönköpings län. Meddelande 2011:05
2. Vattenmyndigheterna 2019. Vattenmyndigheternas webbplats www.vattenmyndigheterna.se
3. Miljödepartementet 2012. Preciseringar av miljö kvalitetsmålen och etappmål i miljö målssystemet. Regeringsbeslut 1:4 (M2012/1171/Ma)
4. Miljömål för Jönköpings län. Länsstyrelsen i Jönköpings län. Publikation 2014
5. Vattnets miljömål. Åtgärdsprogram 2017-2021. Länsstyrelsen i Jönköpings län. Meddelande 2016:34
6. Förordning (1982:840) om statsbidrag till kalkning av sjöar och vattendrag. Riksförvaltningens webbplats www.riksdagen.se
7. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:27) om kalkning av sjöar och vattendrag. Havs- och vattenmyndighetens webbplats www.havochvatten.se
8. Handbok för kalkning av sjöar och vattendrag. Naturvårdsverket, Handbok 2010:2
9. Bara naturlig försurning – Underlagsrapport till den fördjupade utvärderingen av miljömålen 2019. Naturvårdsverket Rapport 6660
10. Pihl Karlsson G m fl, 2019. Försurning och övergödning i Jönköpings län - Resultat från Kronroppsnätet till och med 2017/18. IVL Rapport C 411.
11. Plan för bevarande av flodkräftan i Jönköpings län. Länsstyrelsen i Jönköpings län. Meddelande 2010:18
12. Åtgärdsprogram för bevarande av flodpärlmussla. Naturvårdsverket. Rapport 5429.
13. Biologisk återställning 2000-2004. Femårsplan för biologisk återställning i Jönköpings län. Länsstyrelsen i Jönköpings län. Meddelande 2000:01
14. Fåglar vid sjöar och vattendrag på Högländet. Länsstyrelsen i Jönköpings län. Meddelande 2001:48.
15. Vilka faktorer påverkar uttern? En översiktlig analys utförd 2002. Rapport Länsstyrelsen i Jönköpings län. Föreningen Rädda Uttern i Småland och WWF.
16. VISS Vatteninformationssystem Sverige. <https://viss.lansstyrelsen.se/>
17. Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag – Naturvårdsverket, Bilaga A till handbok 2007:4
18. Kräftpövfiske i Jönköpings län 2008-2009. Länsstyrelsen i Jönköpings län. Meddelande 2010:24
19. Status, trender och skydd för flodpärlmusslan i Sverige. Länsstyrelsen i Västernorrland. Meddelande 2008:12
20. Handledning för miljöövervakning. Stormusslor. www.havochvatten.se
21. Värdefulla vatten i Jönköpings län. Länsstyrelsen i Jönköpings län. Meddelande 2009:24-26
22. Försurning och kalkning i Jönköpings län, Verksamhetsberättelse 2006. Länsstyrelsen i Jönköpings län. Meddelande 2007:20.
23. Palm D, 2013. Inblandning av kalkgrus i lekbottnar för öring (*Salmo trutta*). SLU, Rapport 2
24. Handledning för miljöövervakning. Fisk i rinnande vatten – Vadningselfiske. www.havochvatten.se
25. Handledning för miljöövervakning. Bottenfauna i sjöars litoral och vattendrag – tidsse-rier. www.havochvatten.se.
26. Handledning för miljöövervakning. Pövfiske i sjöar. www.havochvatten.se

27. Kinnerbäck A, 2001. Standardiserad metodik för provfiske i sjöar. Fiskeriverkets Söt-vattenlaboratorium. ISSN: 1 404-8590
- 28.Handledning för miljöövervakning. Provfiske efter kräftor i sjöar och vattendrag.
www.havochvatten.se
29. Maxe L. och Lång L-O. 2017. Utpekande och analys av förurningskänsliga områden. Diariennr: SGU 35-1522/2016. NV-04154-16.
30. Svahnberg A. 2015. Effekten av grovkalk som kalkningsmedel i sjöar. Myrica AB. www.kalkdatabasen.se
31. Barmarksinventering av utter i Jönköpings län 2013-2014. Länsstyrelsen i Jönköpings län. Meddelande 2017:11
32. Vattenförvaltningsförordning (2004:660). Riksförvaltningens webbplats www.riksdagen.se
33. Effekter på fisk i kalkade målvattendrag. Länsstyrelsen i Jönköpings län. Meddelande 2018:19
34. Åtgärdsprogram 2016-2021. Länsstyrelsen Västra Götaland, Vattenmyndighetens kansli. Diarienummer 537-34925-2014.
35. Effekter av kalkning på fisk i rinnande vatten. Resultat från 30 år av elfisken i kalkade vattendrag. Havs och vattenmyndighetens rapport 2015:23.