

Claes Bernes
Stephen R. Carpenter
Anna Gårdmark
Per Larsson
Lennart Persson
Christian Skov
James D. M. Speed
Ellen Van Donk

EviEM Sammanfattning

2015

Inverkan av reduktionsfiske på övergödda sjöars vattenkvalitet



Inverkan av reduktionsfiske på övergödda sjöars vattenkvalitet

Sammanfattning av Systematisk utvärdering SR3

EviEM, 2015

Rapporten bör citeras som C. Bernes m.fl. (2015): *Inverkan av reduktionsfiske på övergödda sjöars vattenkvalitet. Sammanfattning av Systematisk utvärdering SR3*. EviEM, Stockholm.

Tryck: US-AB, Stockholm, 2015

Omslag: Braxen fångad i Finjasjön i Skåne.

Foto: Arne Forsell / Bildbyrå.

Inverkan av reduktionsfiske på övergödda sjöars vattenkvalitet

Sammanfattning av Systematisk utvärdering SR3

Av Claes Bernes, Stephen R. Carpenter, Anna Gårdmark, Per Larsson,
Lennart Persson, Christian Skov, James D. M. Speed och Ellen Van Donk



Reduktionsfiske genom notdragning på den istäckta Finjasjön i Skåne. Foto: Karin Wrangborg/Sveriges Radio.

Sammanfattning

De senaste decennierna har många försök gjorts att restaurera övergödda (eutrofierade) sjöar genom biomanipulering. Om man lyckas decimera bestånden av plankton- och bottenätande fiskar (antingen genom s.k. reduktionsfiske, dvs. på direkt väg, eller indirekt genom utsättning av rovfisk) kan ekosystemet förändras så att vattnet blir klarare och risken för algblooming och fiskdöd minskar, åtminstone på kort sikt.

Det är emellertid ofullständigt känt hur biomanipuleringens effekter på vattenkvaliteten varierar mellan olika sjötyper och olika delar av världen. Vi har därför genomfört en systematisk utvärdering av sådana effekter i näringsrika sjöar i tempererade områden världen över.

Vid våra sökningar efter litteratur fann vi mer än 14 500 potentiellt användbara artiklar. Efter sällning med avseende på relevans återstod 233 av dessa artiklar. Efter fortsatt sällning med av-

seende på kvalitet innehöll vårt underlag användbara data om 128 biomanipuleringar i 123 sjöar. Av dessa ingrepp hade 85% utförts i Europa och 15% i Nordamerika.

Metaanalyser av materialet visade att reduktionsfiske (borttagning av plankton- och bottenätande fisk med eller utan utsättning av rovfisk) medför ökat siktdjup och minskad halt av klorofyll *a* under pågående ingrepp och de första tre åren efteråt. Att enbart sätta ut rovfisk har ingen signifikant inverkan av det slaget.

Våra resultat tyder på att reduktionsfiske är ett användbart sätt att förbättra vattenkvaliteten i övergödda sjöar. Metoden är särskilt verksam i relativt små sjöar med kort omsättningstid och hög fosforhalt. Ökad borttagning av fisk förstärker ingreppets effekter. Likväl finns exempel på både misslyckade och framgångsrika reduktionsfisken under vitt skilda förhållanden.

Övergödning av en sjö kan vara svår att avhjälpa

Under det gångna seklet blev många sjöar i tätbebyggda eller uppodlade delar av världen övergödda genom avloppsutsläpp eller näringstillförsel från omgivande mark. Ett överskott av näringsämnen, i synnerhet fosfor, kan leda till en så kraftig tillväxt av planktonalger att vattnet blir grumligt. Försämringen av ljusförhållandena och sedimentationen av döda planktonalger missgynnar växtligheten på botten och kan rentav slå ut den helt. Vissa typer av växtplankton – särskilt cyanobakterier (blågrönalger) – kan ge upphov till omfattande algbloomingar på sommaren. Nedbrytningen av döda alger kan medföra syrebrist och fiskdöd.

Problem av det här slaget har ofta fortsatt även sedan näringstillförseln från omgivningarna reducerats, exempelvis genom avloppsrening. En viktig orsak är att fosfor som lagrats i övergödda sjöars botten sediment kan återföras till vattnet och därigenom hålla det näringsrikt i decennier.

Mycket tyder på att övergödningen har fått många sjöar att övergå från ett stadium till ett annat. I grunda sjöar kännetecknas det ena stadiet av måttliga mängder växtplankton, klart vatten och beväxta bottenar; det andra av rikliga mängder planktonalger, grumligt vatten och sparsam eller obefintlig bottenvegetation. Djupa sjöar kännetecknas i det ena stadiet av syrehaltigt djupvatten och liten återförsel av fosfor från botten; i det andra av syrebrist i djupvattnet och snabb återförsel av fosfor.

I en sjö som kan befinna sig i ”alternativa stadier” av de här slagen förekommer återkopplingar i ekosystemet som riskerar att stabilisera sjön i ett övergött tillstånd. Vissa fiskarter kan upprätthålla en riklig tillgång på växtplankton genom att äta stora mängder djurplankton, vars konsumtion av planktonalger därigenom reduceras. De djurplanktonätande fiskarna kan på så sätt bibehålla sjöns eutrofierade tillstånd, ett tillstånd som gynnar dem själva. Denna återkoppling kan hindra sjön från att återgå till ett mindre eutrofierat tillstånd även om vattnets näringsinnehåll skulle minska.



Reduktionsfiske i Finjasjön på hösten. Foto: Johan Forssblad.

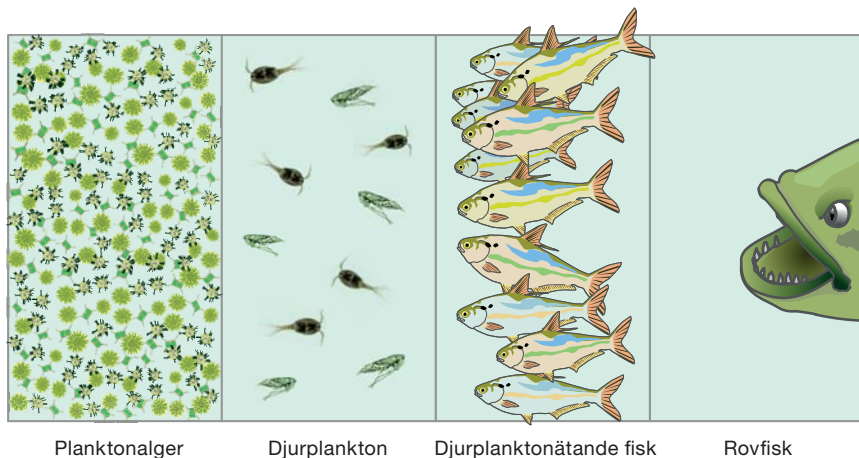
Biomanipulering kan hjälpa på kort sikt

I en del övergödda sjöar som inte har tillfrisknat trots att näringstillförseln från omgivningarna minskat har man försökt avhjälpa problemen genom ingrepp i sjöarna själva. Flera av de metoder som provats, däribland muddring, är mycket kostsamma men ändå långt ifrån alltid framgångsrika.

Åtminstone på kort sikt har påtagliga förbättringar av vattenkvaliteten emellertid åstadkommits genom *biomanipulering*, dvs. påverkan på ekosystemet genom införsel eller borttagning av djur eller växter. I de flesta fall bygger biomanipulering på *reduktionsfiske*, dvs. decimering av de djurplanktonätande fiskar som brukar dominera övergödda sjöars fiskfauna. I Europa hör karpfiskar (cyprinider) såsom mört (*Rutilus ruti-*

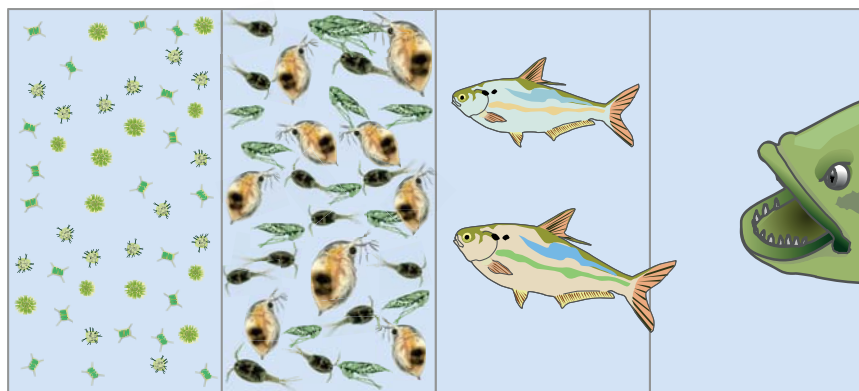
lus) och braxen (*Abramis brama*) till de vanligaste av de planktonätande fiskarna i näringsrika sjöar. I Nordamerika räknas förutom olika karpfiskar även solabborrar (*Lepomis spp.*) och vimpelsill (*Dorosoma cepedianum*) som viktiga djurplanktonätare.

Om man decimerar bestånden av planktonätande fiskar får de djurplankton som sådana fiskar livnär sig på större chanser att överleva. Detta kan i sin tur reducera förekomsten av de planktonalger som utgör föda för djurplankton. En annan orsak till att borttagning av planktonätande fisk kan förbättra vattenkvaliteten är att vuxna individer av en del sådana arter (däribland braxen och vimpelsill) även kan betecknas som botenätande. När de söker efter föda i bottensedimenten rör de upp näringsrikt slam och medverkar på så sätt till vattnets grumlighet och höga fosforhalt i övergödda sjöar. Deras sätt att livnä-



FÖRE REDUKTIONSFISKE

I näringsrika sjöar brukar det vara gott om djurplanktonätande fisk och därför sparsamt med djurplankton. Detta gynnar planktonalgerna, som annars till stor del skulle ha blivit uppätta av djurplankton. Algerna kan bli så många att vattnet blir grumligt.



EFTER REDUKTIONSFISKE

Om man fiskar upp djurplanktonätande fisk kan det bli mer djurplankton och färre planktonalger i vattnet, som därigenom klarnar.

Från Anthony Thorpe, Lakes of Missouri Volunteer Program (bilden redigerad).

ra sig kan också bidra till bristen på bottenvegetation i sådana sjöar.

Genom att reducera bestånden av plankton-ätande och bottenätande fiskar skulle man alltså kunna återföra en övergödd sjö till ett mindre eutrofierat tillstånd, med klarare vatten, ökad bottenvegetation och minskad risk för störningar såsom algblomningar och syrebrist.

Borttagning av plankton- och bottenätande fisk i syfte att restaurera sjöar sker vanligen genom intensivt fiske, men det har också hänt att all fisk har eliminerats med det syftet, exempelvis genom behandling med kemikalier. Ett alternativ till att avlägsna de plankton- och bottenätande fiskarna själva kan vara att minska deras dominans genom utsättning av rovfiskar. De här två metoderna har ofta kombinerats – efter borttagning av plankton- och bottenätande fiskar har man satt ut rovfiskar för att hindra de förstnämnda arterna från att återvinna sin tidigare dominans.

Syntes av ett omfattande kunskapsunderlag

För vattenvården är det av stort intresse att klarlägga hur väl det fungerar att förbättra vattenkvaliteten i sjöar genom biomanipulering. I Europa har kraven på åtgärder mot övergödning skärpts i och med införandet av EU:s ramdirektiv för vatten. Åtgärderna innefattar i första hand olika sätt att minska näringsbelastningen, men biomanipulering har föreslagits som ett kompletterande eller alternativt sätt att åstadkomma ”god ekologisk status” i näringsrika sjöar.

Syftet med den utvärdering som sammanfattas här var att klarlägga huruvida en reduktion av mängden plankton- och bottenätande fisk kan motverka övergödningssproblem i sjöar. De konventionella litteraturstudier som tidigare gjorts inom detta område har sammanställt undersökningar av särskilt utvalda sjöar, exempelvis i

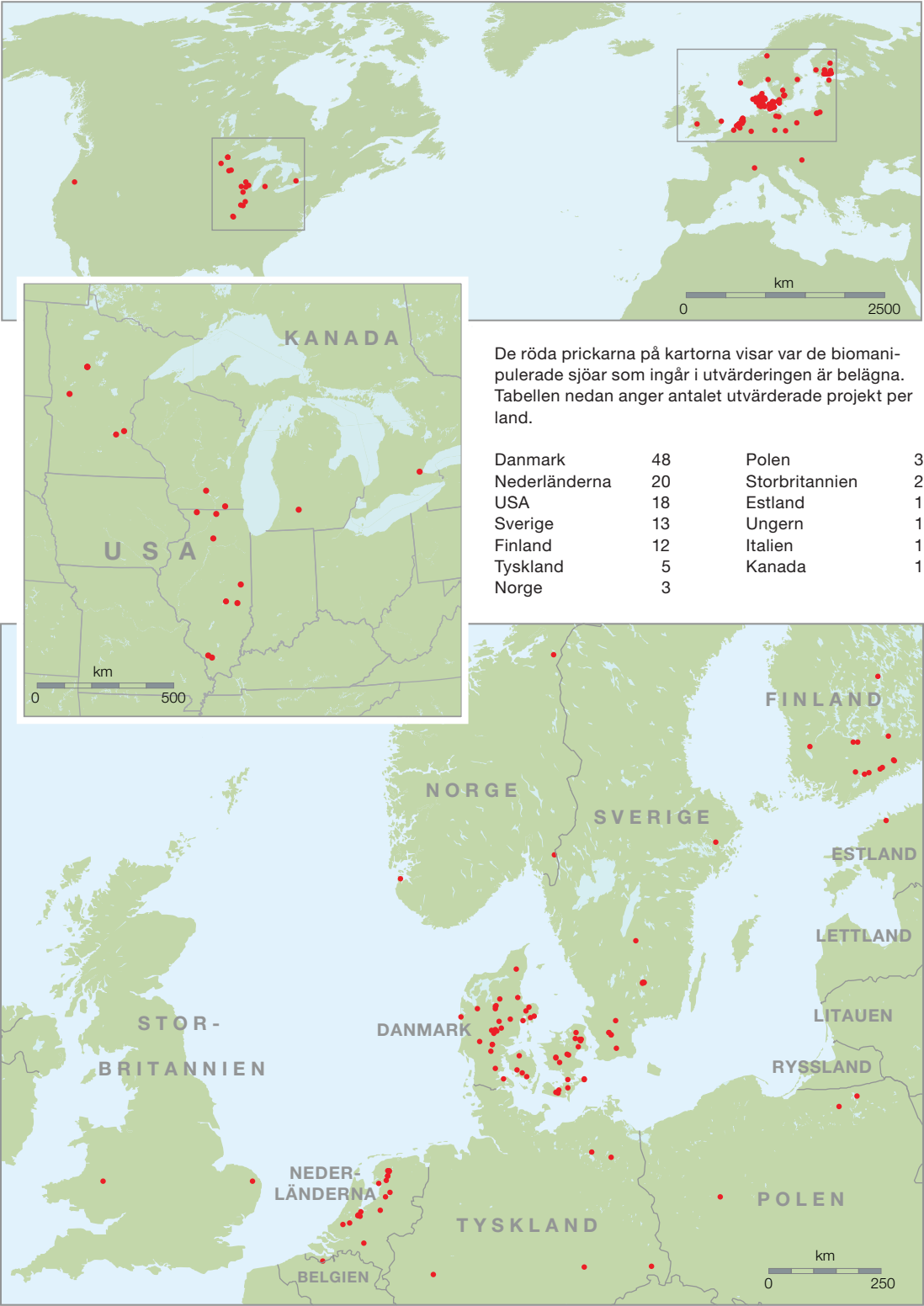
form av nationella översikter över biomanipuleringsprojekt eller analyser av relativt begränsade internationella urval av sjöar. Här har vi emellertid tagit ett bredare grepp – i form av en *systematisk utvärdering* har vi genomfört en kvantitativ syntes av hur reduktionsfiske har påverkat övergödda sjöars vattenkvalitet i tempererade områden världen över.

I enlighet med en i förväg upprättad utvärderingsplan har vi samlat in ett stort antal studier och sållat dem utifrån relevans och tillförlighet. Därigenom kunde vi sammanställa en betydande mängd kvalitetssäkrade data om hur sjöar påverkas av reduktionsfiske och liknande former av biomanipulering. Vår strävan har varit att utvärderingen ska kunna användas som underlag när det gäller att avgöra om och när reduktionsfiske är ett lämpligt sätt att förbättra vattenkvaliteten i övergödda sjöar.

Flertalet biomanipuleringsprojekt som ingår i den här utvärderingen genomfördes i Central- eller Nordeuropa – mer än hälften av dem i de

Vad är en systematisk utvärdering?

I den här utvärderingen har vi använt en systematisk metodik för att sammanställa tillgänglig kunskap om reduktionsfiske. Systematiska utvärderingar bygger helt på befintliga studier – i det avseendet skiljer de sig inte från vanliga litteraturstudier av vetenskapliga frågor. Skillnaden ligger i stället i arbetssättet. En systematisk utvärdering kännetecknas av minutiös planering, ett metodiskt tillvägagångssätt och en öppen och fullständig redovisning av alla bedömningar som gjorts under arbetets gång. Den här metodiken är utformad för att undvika förutfattade och partiska slutsatser och att underlätta metaanalyser (kvantitativa slutledningar byggda på data från flera olika studier).



Några egenskaper hos de sjöar som ingår i utvärderingen

	Median	Min.	Max.
Medeldjup (m)	2,1	0,7	13,5
Areal (ha)	37	1,2	3985
Omsättningstid (dygn)	220	1	3870
Totalfosforhalt (sommarmedelvärde före manipulering, µg/l)	133	25	1195
Årsmedeltemperatur i luften (°C)	7,8	1,3	13,1

De 123 biomanipulerade sjöar som ingår i utvärderingen är i typiska fall grunda, små och mycket näringsrika.

nordiska länderna – medan övriga 15% ägde rum i Nordamerika. Vid våra sökningar efter litteratur fann vi också ett antal biomanipuleringsstudier från tempererade delar av Asien, Australien och Sydamerika, men alla dessa uteslöts på grund av bristande relevans eller kvalitet.

Av de 128 enskilda biomanipuleringar som vi utvärderat byggde 102 på borttagning av fisk. I 81 av dessa fall hade bestånden av plankton- och/eller bottenätande fisk uteslutande reducerats genom fiske. I elva andra fall hade man använt rotenon eller andra kemikalier som är giftiga för fisk, medan man i tio fall helt eller delvis hade tömt en sjö eller damm, ofta men inte alltid i kombination med fiske. I 35 fall där man decimerat plankton- och bottenätande fisk kompletterades ingreppen med utsättning av rovfisk såsom gädda (*Esox lucius*), gös (*Sander lucioperca*) eller abborre (*Perca fluviatilis*). Bland de biomanipuleringar som vi utvärderat finns också 26 fall som enbart innefattade utsättning av rovfisk.

Flertalet studier av biomanipulering har följt ingreppens effekter över tid. Vanligen jämförs data som samlats in *före* och *efter* borttagningen eller utsättningen av fisk. En biomanipulering kan emellertid sträcka sig över månader eller rentav år, och många studier redovisar därför också data som samlats in *under* själva ingreppet. I den här utvärderingen har vi av den anledningen sammanställt jämförelser av sjödata som samlats in både före/under och före/efter ingreppen.

Tydliga indikationer på att reduktionsfiske fungerar

Bland de biomanipuleringar som vi utvärderat fanns ingrepp av högst varierande omfattning, allt från total utplåning av hela fiskfaunan till mycket måttligt reduktionsfiske eller utsättning av begränsade mängder rovfisk. Ingreppen hade dessutom utförts i sjöar med vitt skilda arealer, djup, näringshalter och klimatförhållanden.

Ändå visar resultaten att en klar majoritet av ingreppen hade positiv inverkan på vattenkvaliteten. Siktdjupet i vattnet hade i de flesta fall ökat, medan förekomsten av växtplankton (mätt som vattnets halt av klorofyll *a*) i de flesta fall hade minskat. De här effekterna uppträdde vanligen både under biomanipuleringen och under perioden närmast därefter. Likväl fann vi åtskilliga olikheter från fall till fall.

En orsak till skillnaderna kan vara att biomanipulering ofta har utförts i kombination med andra försök att förbättra vattenkvaliteten, såsom luftning eller mekanisk omblandning av djupvattnet, muddring (sedimentborttagning) eller utfällning av fosfor i vattnet med hjälp av aluminium- eller järnsalter. I många eutrofa sjöar kan dessutom fiskdöd orsakad av syrebrist få ungefär samma slags effekter på vattenkvaliteten som avsiktliga manipuleringar av fiskfaunan.

Flertalet av våra analyser baserades därför på ett "kvalitetsurval" av data där resultat som påver-

kats av sådana ingrepp eller störningar hade utelämnats. Resultat som utgjordes av en enda observation per år hade också uteslutits från urvalet.

Enligt våra analyser av dessa data var siktdjupet 0,11–0,33 m större och klorofyllhalten 17–42 µg/l lägre under pågående biomanipulering än före ingreppet. I genomsnitt uppgick förändringarna till 0,22 m resp. –30 µg/l. De första tre åren efter biomanipuleringen var siktdjupet 0,23–0,70 m större och klorofyllhalten 14–52 µg/l lägre än före ingreppet. I snitt uppgick förändringarna då till 0,47 m resp. –33 µg/l. Alla dessa effekter var statistiskt signifikanta.

Fyra år eller mer efter biomanipuleringen var effekterna på siktdjup och klorofyll *a* inte längre signifikanta, eller bara knappt signifikanta. Detta kan dock åtminstone delvis bero på att resultatens tillförlitlighet sjunker med minskad tillgång på data – flertalet studier av biomanipulering har bara följt effekterna en begränsad tid. Genomsnittseffekterna på vattenkvaliteten visade ännu upp till sju år efteråt inga tydliga tecken till att avta. Bland de sjöar för vilka vi fann långa och obrutna tidsserier finns fall där effekterna av biomanipuleringen varat i tio år eller mer.

Också förekomsten av cyanobakterier kan reduceras genom biomanipulering. Sommartid mins-

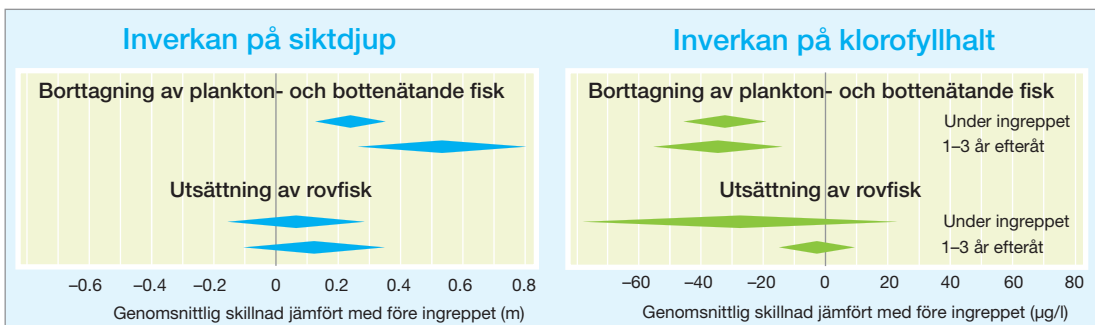
kade den med i genomsnitt 84% räknat från tiden före ingreppet till de första tre åren efteråt.

Olika typer av biomanipulering hade klart skilda effekter på vattenkvaliteten:

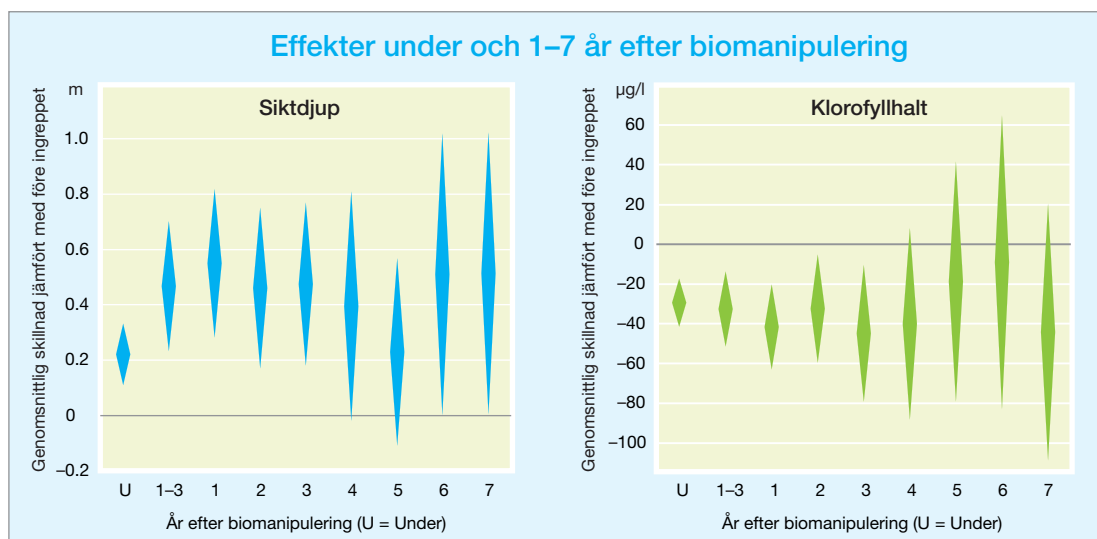
- *Reduktionsfiske (borttagning av plankton- och bottenätande fisk)* medförde ökat siktdjup och minskad klorofyllhalt såväl under ingreppet som de första tre åren efteråt, och oavsett om det kombinerades med utsättning av rovfisk eller ej.
- Biomanipulering som *enbart* byggde på *utsättning av rovfisk* hade däremot ingen signifikant inverkan på siktdjup eller klorofyllhalt, vare sig under eller efter ingreppet.

Vi fann också att effekterna av reduktionsfiske varierar med sjöarnas egenskaper och ingreppets omfattning:

- Reduktionsfisket blev särskilt framgångsrikt i relativt *små* sjöar med *kort omsättningstid* och *höga fosforhalter före ingreppet*.
- En *ökning av fiskuttaget* ledde till att reduktionsfisket fick kraftigare effekter.
- Dessa två samband kunde också förstärka varandra – en ökning av fiskuttaget tenderade att få störst inverkan på klorofyllhalten i sjöar som var små och/eller hade hög fosforhalt före ingreppet.



Reduktionsfiske (borttagning av plankton- och/eller bottenätande fisk) ökar siktdjupet och minskar halten av klorofyll *a*, men utsättning av rovfisk har ingen signifikant inverkan på vattenkvaliteten. Diagrammet bygger på metaanalyser av ett urval data av hög kvalitet. De färgade symbolernas läge och bredd anger medelvärde resp. 95% konfidensintervall. Om symboler inte korsas av den grå nollinjen är effekterna signifikanta.



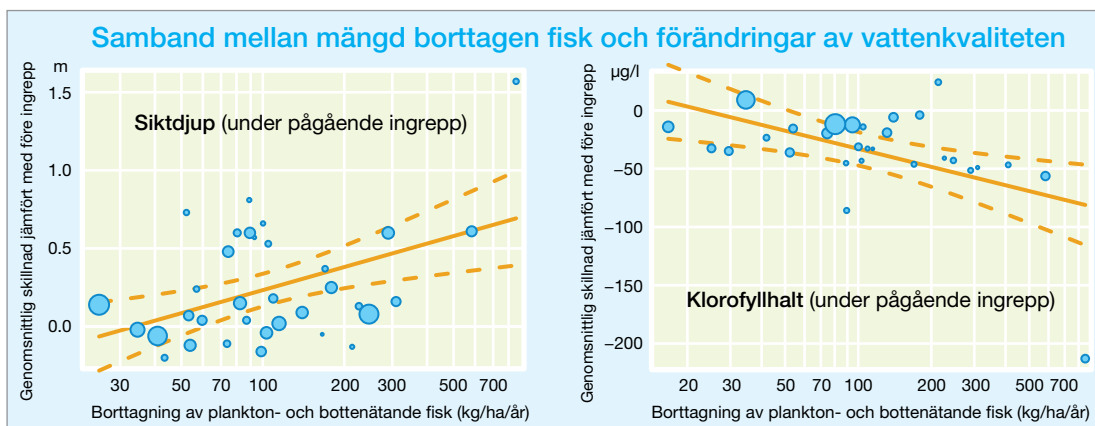
Biomanipuleringarnas inverkan på siktdjup och klorofyllhalt förblev statistiskt signifikant de tre första åren efter ingreppet. Fyra till sju år efter ingreppet var effekterna inte längre signifikanta, men medelvärdena visade inga tydliga tendenser att återgå mot noll. Analyserna bygger på ett urval data av hög kvalitet.

Samband mellan sjöegenskaper, reduktionsfiskets omfattning och ingreppets effekter

	Siktdjup		Klorofyllhalt	
	Under ingreppet	1-3 år efter ingreppet	Under ingreppet	1-3 år efter ingreppet
Sjöegenskaper				
Sjöareal	*		*	*
Medeldjup				
Omsättningstid			*	*
Fosforhalt före ingreppet	**		***	***
Årsmedeltemperatur i luften	*			
Mått på reduktionsfiskets omfattning				
Reduktionsfiskets varaktighet				
Mängd borttagen fisk (kg/ha)				
Mängd borttagen fisk (kg/ha/år)	**		**	
Minskning av fiskbestånden (%)		***		

- Reduktionsfiskets positiva verkan på vattenkvaliteten **förstärks** med ökande mått på sjöegenskaper eller på fiskets omfattning
- Reduktionsfiskets positiva verkan på vattenkvaliteten **försvagas** med ökande mått på sjöegenskaper eller på fiskets omfattning

Diagrammet visar huruvida ändrade sjöegenskaper eller ändringar av reduktionsfiskets omfattning förstärker eller försvagar ingreppets förmåga att förbättra vattenkvaliteten (dvs. att öka siktdjupet eller sänka klorofyllhalten). Sambandens signifikans är markerad med en ($p < 0.05$), två ($p < 0.01$) eller tre ($p < 0.001$) stjärnor. Analyserna bygger på ett urval data av hög kvalitet. Ingrepp som enbart innefattar utsättningar av rovfisk har utelämnats.



En ökning av mängden borttagen fisk tenderar att förstärka ökningen av siktdjupet och minskningen av klorofyllhalten under pågående ingrepp. Efter ingreppet förblir dessa samband dock inte längre signifikanta. Varje symbol svarar mot ett reduktionsfiskeprojekt. Symbolernas storlek anger statistisk vikt baserad på resultatens tillförlitlighet.

En orsak till att det är små sjöar som reagerar mest på reduktionsfiske kan vara att det är lättare att avlägsna stora andelar av fiskbestånden från dem än från större sjöar. Sambandet mellan fosforhalten och reduktionsfiskets inverkan på klorofyllhalten kan bero på att den sistnämnda halten ofta är mycket hög i extremt näringsrika sjöar (med höga fosforhalter), och att det därför kan vara lättare att åstadkomma en rejäl minskning av klorofyllförekomsterna där än i mindre näringsrika sjöar.

Flera tidigare slutsatser bekräftade, men inte alla

Vår utvärdering har flera fördelar i förhållande till tidigare granskningar av biomanipuleringsprojekt. Vi samlade in all tillgänglig litteratur från en rad litteraturlatabaser och sällade systematiskt fram relevanta studier. Därigenom innefattar vår utvärdering ett stort antal fallstudier från många delar av världen. Vi följde en repeterbar och i förväg fastställd rutin för att bedöma vilka data som kunde inkluderas i den fortsatta granskningen. Vi utvärderade sedan dessa data med standardiserade metoder för metaanalys.

Flera av våra slutsatser, exempelvis att det behövs betydande uttag av fisk för att reduktions-

fiske ska ge goda resultat, stämmer överens med vad ett antal tidigare utvärderingar har kommit fram till. Våra slutsatser om sjöegenskapernas betydelse skiljer sig däremot från dem som gjorts i en del andra bedömningar. Enligt vissa utvärderingar fungerar biomanipulering bäst i sjöar som är både grunda och små, men våra resultat visar att både framgångsrika och misslyckade ingrepp har ägt rum i sjöar inom likartade djup- och storleksintervall. Likväl fann vi att effekterna av reduktionsfiske avtar med ökande sjöareal. Vi fann också att sjöar reagerar mer på reduktionsfiske ju högre fosforhalt de hade före ingreppet. Detta stöder inte slutsatsen i en tidigare utvärdering att biomanipulering inte fungerar om fosforhalten är alltför hög.

Konsekvenser för politik och förvaltning

Reduktionsfiske är en användbar metod för att förbättra vattenkvaliteten i övergödda sjöar. Det går alltså att uppnå avsedda effekter genom decimering av plankton- och bottenätande fisk (med eller utan utsättning av rovfisk), men att enbart sätta ut rovfisk är inte verksamt. Genom att öka fiskuttagen kan man förstärka reduktionsfiskets effekter, i synnerhet på vattnets innehåll av klorofyll *a*.

Eftersom långvariga studier är ovanliga är det svårt att dra slutsatser om effekterna av reduktionsfiske mer än tre år efter ingreppet, men det är helt klart att effekternas varaktighet skiljer sig från fall till fall. I många fall behöver behandlingen upprepas efter några få år, men ibland kan effekterna bestå under ett decennium eller mer.

Konsekvenser för fortsatt forskning

Vår utvärdering och metaanalys har påvisat flera mönster som är värda att utforskas ytterligare. Mer forskning om samverkan mellan reduktionsfiske och andra metoder för sjörestaurering skulle kunna identifiera väl fungerande kombinationer av olika vattenvårdsåtgärder. De faktorer som leder till att reduktionsfiskets effekter består eller klingar av i olika typer av sjöar är fortfarande okända. Bättre insikter om dessa faktorer skulle kunna förbättra teorierna om ekologisk stabilitet och kanske ge nya kunskaper av värde för vattenvården.

Vid vår sällning av publikationer fick vi utesluta många biomanipuleringsprojekt som vi kunde ha analyserat om författarna hade presenterat sina resultat på ett lämpligare sätt. Forskare som rapporterar vattenkvalitetsdata från sådana projekt

bör alltid inkludera spridningsmått och uppgifter om antalet observationer, eller tillhandahålla rådata i en bilaga. Effekterna av en biomanipulering går inte att bedöma om det inte finns data om vattenkvaliteten före ingreppet. Övervakningen av vattenkvaliteten bör också fortgå minst så länge synliga effekter av ingreppet kvarstår. Kvantitativa data om borttagning och utsättning av fisk eller förändringar av fiskbestånden är nödvändiga och bör alltid rapporteras.

Så genomfördes utvärderingen

Denna systematiska utvärdering initierades och finansierades av Mistras råd för evidensbaserad miljövard (EviEM). Utvärderingen drevs som ett projekt av en särskilt tillsatt forskargrupp under ordförandeskap av Per Larsson, professor i akvatisk ekologi vid Linnéuniversitetet i Kalmar. Projektet leddes av Claes Bernes, EviEM.

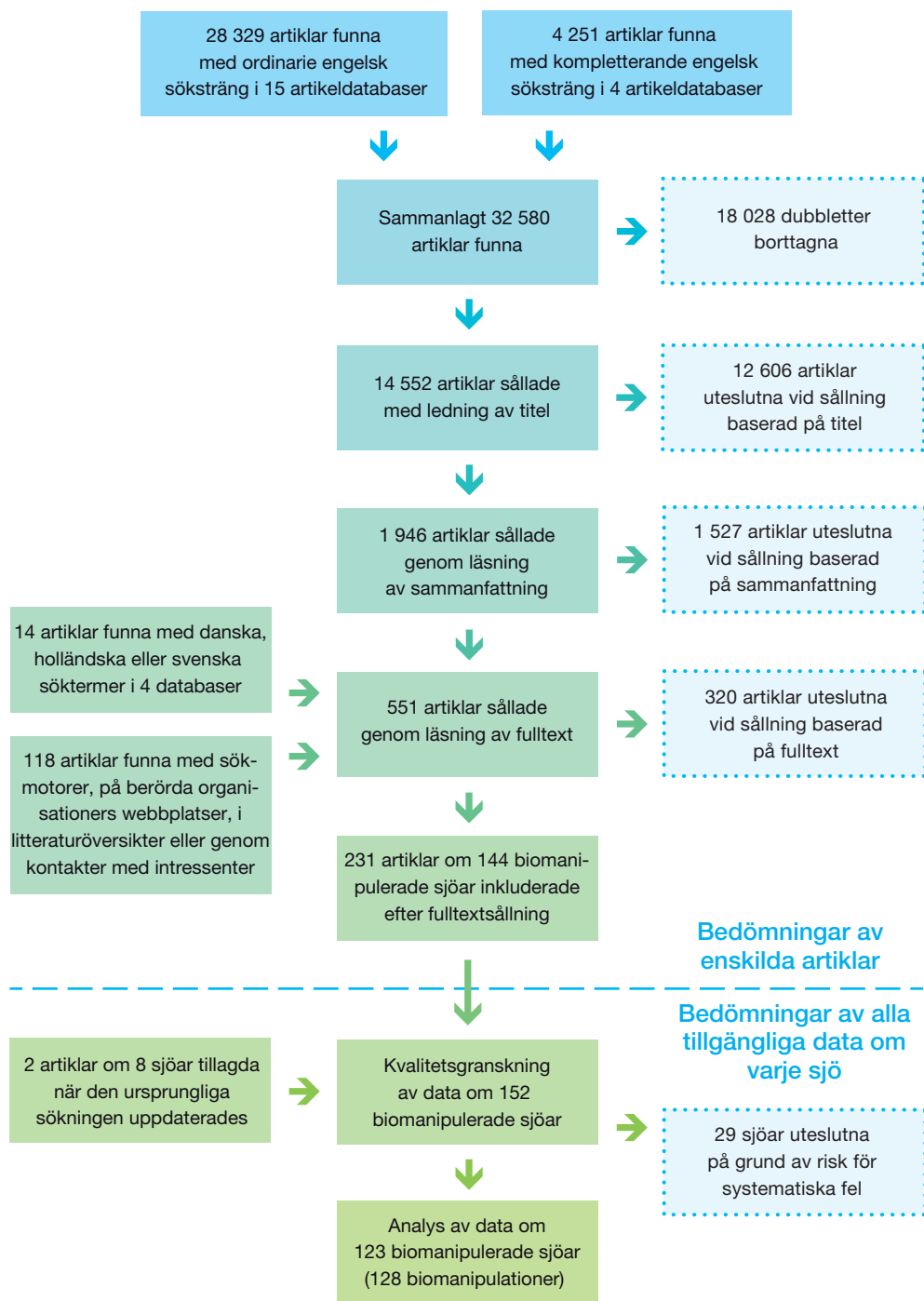
Intressenter som berörs av sjörestaurering och annan vattenvård erbjöds möjlighet att påverka utvärderingens omfattning och inriktning. Utvärderingens slutliga utformning fastställdes i en detaljerad plan som publicerades i maj 2013.

Vi inledde utvärderingen genom att söka efter relevant litteratur i fyra olika slags källor: 18 bib-



I gruppen som genomförde den här utvärderingen ingick (fr. v.) Per Larsson (ordförande), Lennart Persson, Ellen Van Donk, Christian Skov, Claes Bernes (projektledare från EviEM), Steve Carpenter och Anna Gårdmark. Foto: Matilda Miljand.

Översikt över litteratursökning och artikelsällning



Våra sökningar i bibliografiska databaser identifierade mer än 14 500 artiklar såsom potentiellt användbara, men genom sällningar baserade på titel, sammanfattning och fulltext uteslöts flertalet av dessa såsom irrelevanta. De slutliga analyserna byggde på data om 128 enskilda biomanipuleringar i 123 olika sjöar.

liografiska databaser, sökmotorer såsom Google och Google Scholar, webbplatser hos myndigheter, institut och organisationer som har beröring med vattenvård och sötvattensmiljö, samt referenslistorna i ett antal utvalda litteraturstudier.

Merparten av de drygt 14 500 artiklar vi fann vid dessa sökningar kunde uteslutas såsom irrelevanta med ledning av titel eller sammanfattning, men 553 potentiellt användbara artiklar lästes i sin helhet. De 233 artiklar som vi bedömde vara relevanta beskrev sammanlagt 152 biomanipulerade sjöar.

När vi sedan bedömde dessa artiklars kvalitet valde vi att utesluta 29 av sjöarna från utvärderingen. Den vanligaste orsaken till uteslutning var att data om vattenkvaliteten före biomanipuleringen var bristfälliga eller saknades helt.

I 5 av de 123 manipulerade sjöar som inkluderades i utvärderingen hade två ingrepp gjorts med tillräckligt långt mellanrum (8–10 år eller mer) för att de skulle kunna betraktas som oberoende av varandra. Det betyder att utvärderingen sammanlagt har granskat 128 enskilda biomanipuleringar.

Data om effekterna av dessa ingrepp hämtades från 124 publikationer. Av dem hade vi funnit 69 i bibliografiska databaser. Övriga utgjordes främst av "grå litteratur" (t.ex. rapporter från nationella eller lokala myndigheter, konsulter e.d.) snarare än traditionell akademisk litteratur. Av de 124 publikationerna var 77 skrivna på engelska, 30 på danska, 3 på holländska, 12 på svenska och 2 på tyska.

De data som vi hämtade dominerades av mätningar av siktdjup, klorofyll *a* och totalfosfor. Vi samlade också uppgifter om förekomsterna av cyanobakterier, *Daphnia* och andra hinnkräftor (Cladocera) samt de totala mängderna växt- och djurplankton, men sådana data fanns bara tillgängliga i ett begränsat antal fall.

EviEM

Mistras råd för evidensbaserad miljövård (EviEM) arbetar för att den svenska miljövården ska stå på bästa möjliga vetenskapliga grund. Genom systematiska utvärderingar av relevant forskning strävar vi efter att förbättra underlaget för beslut om miljövård och miljöpolitik. EviEM finansieras av Stiftelsen för miljöstrategisk forskning (Mistra) och är placerat vid Kungl. Vetenskapsakademien. Verksamheten är ekonomiskt och politiskt oberoende.

De metaanalyser som vi slutligen genomförde var avsedda att utröna genomsnittliga effekter av biomanipulering på siktdjup, klorofyll *a* och mängden cyanobakterier. Vi undersökte också i vad mån inverkan av reduktionsfiske på siktdjup och klorofyllhalt var beroende av sjöegenskaper (främst sjöareal och fosforhalt före ingreppet), av mängden borttagen fisk samt av eventuell samverkan mellan dessa båda faktorer. Dessutom gjorde vi separata analyser av hur reduktionsfiskets effekter påverkades av ett antal enskilda sjöegenskaper och mått på fiskets intensitet.

Studier som byggde på ett stort antal observationer och därför kunde redovisa tämligen tillförlitliga resultat gavs större vikt i metaanalyserna än mindre omfattande studier.

Hela rapporten fritt tillgänglig

Den fullständiga rapporten om utvärderingen har publicerats i tidskriften *Environmental Evidence* (www.environmentalevidencejournal.org/content/4/1/13). Rapporten finns också på EviEM:s webbplats (www.eviem.se).

Går det att förbättra vattenkvaliteten i övergödda sjöar genom att minska mängden djurplanktonätande fisk såsom mört och braxen? Denna metod, kallad biomanipulering eller reduktionsfiske, har provats på många håll i världen, ofta med goda resultat. I den systematiska utvärdering som sammanfattas här har Mistra EviEM bedömt hur användbar metoden är.

www.eviem.se

EviEM genomför systematiska utvärderingar av miljöfrågor som av myndigheter och andra intressenter har bedömts vara väsentliga. Utvärderingarna ger en överblick över kunskapsläget och förbättrar underlaget för beslut inom den svenska miljövården.

Mistra EviEM
Kungl. Vetenskapsakademien
Box 50005, 104 05 Stockholm

Besök

Lilla Frescativägen 4A, 114 18 Stockholm

Telefon 08-673 95 00

E-mail info@eviem.se