

RAPPORT 2011/2
REDUKTIONSFISKE
som metod för att minska
övergödningen i
Östhammarsfjärdarna

Olof Sandström
Skärgårdsutveckling SKUTAB AB



INNEHÅLL

Förord	3
Bakgrund	5
Material	6
Genomförande	8
Resultat	9
Hösten 2010	9
Logistik mm	9
Fångster	9
Våren 2011	10
Logistik mm	10
Fångster	10
Effekter på närsaltsförrådet	11
Andra effekter av reduktionsfiske	13
Deposition av könsprodukter	13
Resuspension av sedimenterat material	13
Mortalitet	14
Förändringar av fisksamhället	14
Kostnader	15
Slutsatser	18
Litteratur	19

FÖRFATTARE

Olof Sandström, Skärgårdsutveckling SKUTAB AB

FOTO

Författaren om inget annat anges

PRODUKTION OCH LAYOUT

Upplandsstiftelsen

KONTAKT UPPLANDSSTIFTELSEN

Telefon 018-611 62 71

Hemsida www.upplandsstiftelsen.se

FÖRORD

Östhammarsfjärden och Granfjärden i Östhammars kommun präglas av kraftig igenväxning och syrefattiga bottenar. Det är i första hand gamla försyndelser av tillförd näring som sedimenterat och nu läcker ut i vattnen. Landhöjningen bidrar dessutom till ökad avsnördhet vilket medför ett långsamt vattenytbyte med angränsande vattenområden. Just att fjärdarna också är grunda innebär att utbytet av fosfor och andra närsalter blir mycket påtagligt i de relativt begränsade vattenvolymer. Sammantaget ger detta en besvärande övergödningssituation.

För att om möjligt kunna påverka och förändra den negativa trenden initierade Östhammars kommun ett samarbete med Upplandsstiftelsen år 2009. Kontakter togs med marinekologen Olof Sandström, SKUTAB AB i Östhammar. Parterna enades om att pröva reduktionsfiske som en metod att minska effekterna av övergödningen. Ett projekt med syftet att pröva metodens praktiska genomförbarhet anlades och beviljades medel av Länsstyrelsen.

Principen är enkel. Studier från bland annat Finland visar att bottenlevande fiskar i dessa miljöer håller höga halter av fosfor. Genom att systematiskt fiska upp betydande mängder av bottenlevande arter såsom braxen kan man reducera mängden fosfor i ekosystemet.

Projektet i Östhammarsfjärdarna genomfördes under hösten 2010 samt våren 2011. Olof Sandström, SKUTAB AB, har svarat för planering och ledning av arbetet liksom utvärdering av resultaten och sammanställning av föreliggande rapport. Från Upplandsstiftelsen har Johan Persson och Tomas Loreth deltagit i planering av projektet.

Arbetet har följts av Östhammars Fjärdråd med representanter från boende runt fjärdarna, intresseorganisationer, Östhammars kommun och Upplandsstiftelsen.

Björn-Gunnar Lagström
Naturvårdschef



Foto: Johan Persson

BAKGRUND

Vattenmyndigheten i Norra Östersjöns vattendistrikt har genomfört kartering och statusklassning för samtliga ytvatten och därefter utarbetat förslag till åtgärder där vattnen inte klarar god kemisk och ekologisk status. Vid denna klassning har Östhammarsfjärdarna fallit ut som kraftigt avvikande, främst beroende på de mycket höga närsaltshalterna (Länsstyrelsen Västmanlands län 2009). Vattnen är därför starkt eutrofierade.

Det helt dominerande problemet är den höga internbelastningen av fosfor. I de djupare delarna av Östhammarsfjärden förekommer regelbundet utbredd syrebrist i bottenarna, vilket leder till att fosfor frigörs och blir tillgänglig för algerna med bl a lågt siktdjup som följd. I Granfjärden spelar syrebrist en mindre roll beroende på det ringa vattendjupet. Här anses uppgrumling vara en viktig orsak till att fosfor frigörs ur sedimenten. Uppgrumling kan inträffa vid hård vind, men även bökning av braxen i bottenarna anses ha betydelse.

Karlsson m fl (2011) gjorde modellberäkningar för fosforomsättningen i systemet Östhammarsfjärden-Granfjärden. Halterna av fosfor i vattenmassan är extremt höga trots den tämligen ringa tillförseln av näringsämnen. Den totala landbaserade tillförseln är ca 0,5 ton/år. Orsakerna till höga fosforhalter ansågs vara långsamt vattenutbyte och dålig utspädning samt att fjärdarna är grunda och att utbytet av fosfor mellan vatten och sediment är betydande. Läckaget av fosfor från sedimenten ansågs vara stort vissa delar av året. Det totala fosforläckaget från ackumulationsbottnar uppgår till 3,5–5 ton/år. Av detta utgör resuspension av finkornigt material ca 2 ton/år. Det mobila fosforförrådet i sedimenten i Östhammarsfjärden har uppskattats till ca 13 ton.

Bland de åtgärder som myndigheten föreslår för att motverka övergödningen tar man upp sk reduktionsfiske, dvs fiske som syftar till stora uttag av icke önskvärda arter. Målen är dels att skörda närsalter, främst fosfor, genom att fisk som levt och vuxit upp i fjärdarna avlägsnas, dels att förändra artsammansättningen mer mot stora rovfiskar. Högre andel stora rovfiskar leder till starkare predationstryck på små plankton- och bottenjursätande fiskar. Minskas tätheten av dessa arter kan man få mer djurplankton och mer bottenjur vilket ger följd effekter på växtplankton och påväxtalger. Åtgärderna brukar benämnas biomanipulering. Konsekvensen blir ökat siktdjup och minskad påväxt på stenar och grövre växter som blåstång. Även om närsaltskoncentrationerna inte förändras lindras därför eutrofieringssymptomen.

Effekterna på ekosystemet av förändrade fiskesamhällen har studerats på ett stort antal lokaler efter den svenska östersjökusten från Kalmarsund till Gävlebukten samt i Ålands skärgård (Eriksson m fl 2009). I dessa delar av Östersjön har stora rovfiskar generellt sett minskat i täthet sedan mitten av 1990-talet samtidigt som algpåväxten ökat. Genom fältinventeringar och experiment kunde

man visa att en ökad predation på de fiskarter som lever av betande bottendjur kunde leda till mindre algpåväxt. Manipulation av fisksamhället, antingen det sker genom hårt fiske på vissa arter eller i form av riktad fiskevård för att öka andelen rovfiskar, kan alltså ge sekundära konsekvenser på eutrofieringssymptomen.

Fisk kan också spela en betydande roll för närsaltdynamiken genom att de lämnar urin och fekalier, med lättillgängliga närsalter, fritt i vattnet. Huvuddelen av fiskens konsumtion, och därmed också produktionen av exkrementer, sker under den varma årstiden då också alg tillväxten är mest påtaglig. Slutsatsen är, att utan denna transport skulle vattnen vara mer lågproduktiva. Resonemanget torde vara relevant även i övergödda vatten som Östhammarsfjärdarna, särskilt då fiskbiomassan domineras av braxen som är en exklusiv bottendjursätare som tar bytesdjur långt nere i sedimenten.

I vattenområden med hög internbelastning av fosfor är det tveksamt om eutrofieringsproblemen endast kan lösas med utsläppsreglerande åtgärder. Metodik för att skörda närsalter bör därför utvecklas och prövas. Reduktionsfiske kan vara en åtgärd för att reducera fosfor. Förutsättningen är då, att man uthålligt kan fånga stora mängder fisk, som levt och vuxit upp inom det aktuella vattenområdet. Syftet med ett sådant reduktionsfiske är alltså inte att åstadkomma biomanipulering. Fiske på lekvandrande fisk minskar också belastningen av fosfor, då ca 20 % av fiskbiomassan avgår i form av rom eller mjölke vid leken.

Länsstyrelsen i Uppsala län beslutade 2010 bevilja lokala vattenvårdsmedel (LOVA-medel) samt statliga fiskevårdsmedel för projektet "Reduktionsfiske i Östhammarsfjärdarna" med Upplandsstiftelsen som huvudman. Skärgårdsutveckling SKUTAB AB uppdrogs att ansvara för projektledningen. För projektets genomförande beslutade Östhammars kommun ställa arbetskraft till projektets förfogande. Östhammars Fiskevårdsområdesförening lämnade tillstånd till fisket.

Projektet pågick 2010–2011. Målsättningen var inte att under denna korta tid åstadkomma mätbara förändringar i närsaltstillståndet utan att skapa ett underlag för att kunna bedöma metodens praktiska genomförbarhet samt vilka effekter som är möjliga på längre sikt. I denna rapport görs en utvärdering av fiskemetodiken, logistiska lösningar, kostnadseffektivitet, möjliga fångstmängder samt vilka teknikanpassningar som kan vara lämpliga om man beslutar driva ett mer långsiktigt reduktionsfiske.

MATERIAL

För fisket användes levandefångande flytande fällor av en typ som liknar de redskap som används i Finland för reduktionsfiske riktat mot braxen. Redskapet består av en flytande fälla med ett fiskhus längst ut. En ledarm som förankras mot land är fäst i fällans ingång. Fällan är försedd med tak, som försetts med flykt-



Figur 1. När fällan vittjas förs båten in under redskapet.



Figur 2. Allt eftersom båten dras vidare under fällan förs fisken ut mot fiskhusets ände.



Figur 3. När fisken samlats i yttersta delen av fiskhuset tas den upp med håv.

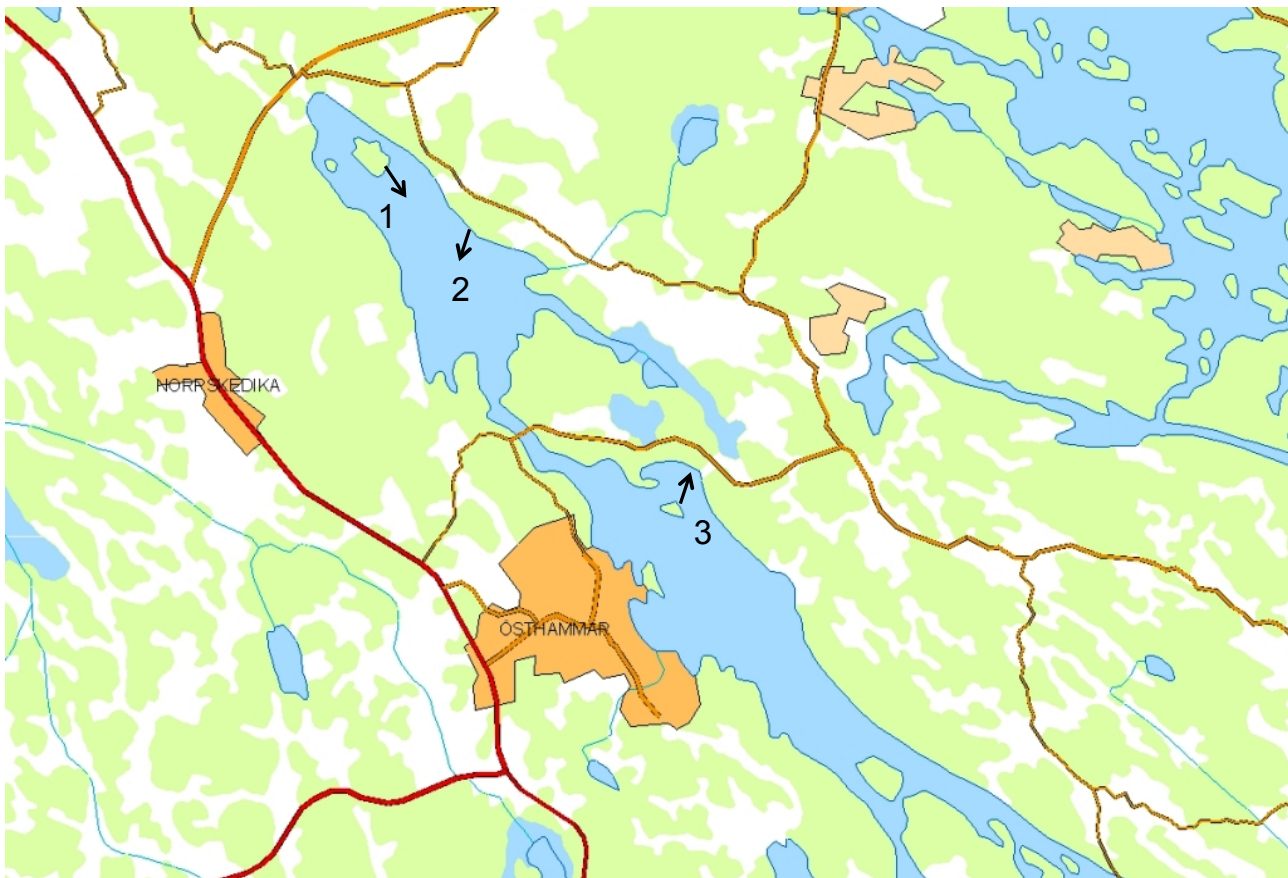
öppningar om säl skulle ta sig in i fällan. I fiskhuset finns en nätstrut som kan öppnas vid vittjandet. När redskapet vittjas förs båten in under ingången varefter fällan dras över båten till dess att all fisk har samlats längst ut vid struten där den kan håvas upp (Figur 1–3). Tre fällor av samma typ inköptes för projektet. Båt av lämplig storlek samt draggar och annan nödvändig utrustning inköptes.

GENOMFÖRANDE

Fisket genomfördes i Granfjärden och Östhammarsfjärden på platser som erfarenhetsmässigt är goda fångstlokaler för braxen (Figur 4). Lokalernas lägen fastställdes efter kontakter med fiskare som har lång erfarenhet av fiske i fjärdarna. Vid fisket gjordes uppehåll i samband med helger. Normalt öppnades fällorna efter vittjning på fredagar och stängdes åter på måndagarna, varför veckans första vittjning skedde på tisdagen.

Gädda, abborre, gös samt sällsynta eller hotade arter, t ex ål, återutsattes levande. Antalet fiskar av dessa arter noterades. För övrig fisk vägdes den totala dagliga fångsten på varje lokal.

Den fångade fisken transporterades till Öregrund för vidare leverans till biogasanläggningen i Uppsala. Transporten ombesörjdes av Stora Risten Fisk AB.



Figur 4. Platser i Granfjärden och Östhammarsfjärden där fiske genomförts.

Enligt planen skulle fisket ske under vårarna 2010 och 2011 i anslutning till braxens lektid. En kort tid innan fisket skulle inledas 2010 meddelade dock biogasanläggningen att man, beroende på driftsstörningar, inte kunde belasta röt-kammaren med de kvantiteter fisk som vi avsåg leverera. Störningarna be-dömdes kvarstå under försommaren, varför beslut fattades att uppskjuta fisket till början av hösten då en ny röt-kammare intrimmats. Målsättningen med detta fiske var att pröva fiskemetodik, utrustning och logistik i samband med transpor-terna av fisk.

Fisket 2010 genomfördes under perioden 9/9–27/10. Samtliga fällor sattes ut på anvisade platser (Figur 4). Då den av kommunen anvisade personalen i stort sett saknade erfarenhet av fiske med stora fasta redskap anlätades en erfaren yrkesfiskare som stöd vid utsättandet.

Våren 2011 fortsatte fisket efter islossningen och pågick fram till midsommar (16/5–23/6). Samtliga redskap sattes, men beroende på tidvis stora fångster användes endast två fällor (nr 1 och 2; Figur 4). Målsättningen var nu att skapa underlag för beräkningar av möjliga fångstvolymmer samt kostnaderna för reduk-tion av fosfor.

RESULTAT

HÖSTEN 2010

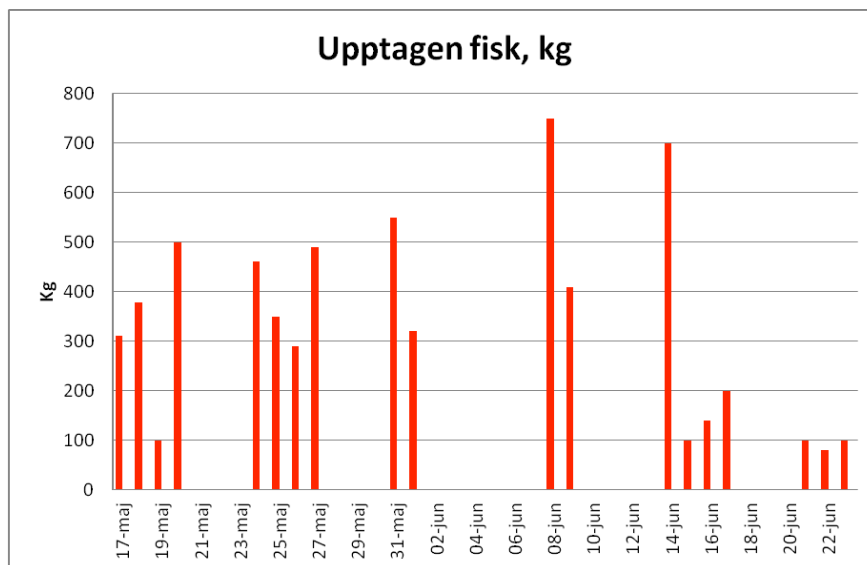
Logistik mm

Fisket genomfördes utan större problem vad beträffar handhavandet av båt och redskap. Metodiken för utsättning och vittjning av fällorna trimmades in, vilket var viktigt inför vårfisket då fångsterna förväntades bli betydligt större än under hösten. Transporterna av fisk till Stora Risten Fisk i Öregrund och vidare till Uppsala fungerade utan problem. En oväntad störning inträffade, då två sälar gick in i ett av redskapen. Efter kontakter med erfarna yrkesfiskare öppnades fäl-lan, varefter sälarna simmade ut. Inför vårfisket gjordes flyktöppningar i redska-pen, där sälar men inte fisk kan slippa ut. Två personer arbetade med fiske och transporter, med stöd av en arbetsledare vid några tillfällen. Sammanlagt blev arbetstiden 350 timmar.

Fångster

Den största delen av fångsterna bestod av braxen, följt av gädda, abborre och gös. Fångsten av den fisk som togs upp vägdes. För övriga arter, som återutsät-tes levande, noterades endast antal för att undvika att fisken skadades. Nedan (tabell 1) redovisas de sammanlagda fångsterna. Gruppen ”Upptagen fisk” består av braxen, mört, sutare, björkna och ruda. Braxen var den helt domine-rande arten.

Figur 5. Mängden upptagen fisk 2011 fördelat över fångstperioden.



Tabell 1. Fångster vid fisket hösten 2010.

Upptagen fisk, kg	Övriga arter, antal					
	Gös	Gädda	Abborre	Öring	Ål	Lake
909	65	112	342	1	1	1

VÅREN 2011

Logistik mm

Den begagnade motor som inköpts för projektet visade sig vara behäftad med en del brister, varför en ny anskaffades. För övrigt användes samma utrustning som 2010. Beroende på den ovanligt svåra isvintern kunde utsättningen av redskapen inledas först den 8 maj. Arbetet fördröjdes något beroende på förlust av draggar. För övrigt fungerade redskapshandling, vittjning och fisktransporter utan större problem. Fisket genomfördes med två personer samt ytterligare stöd vid några tillfällen. Den sammanlagda arbetstiden blev 336 timmar.

Fångster

De dagliga fångsterna ses i tabell 2. Vid de första dagarnas vittjning, då endast en fälla var i drift, var fångsten mycket liten. En kraftig ökning noterades den 17 maj, varefter goda fångster erhöles fram till mitten av juni, då fångstmängderna avtog. Under den senare delen av fiskeperioden fanns en tydlig tendens till högsta fångst vid veckans första vittjning (Figur 5), efter att fällorna stått öppna under helgen (fredag–måndag).

Braxen var den helt dominerande arten i fångsterna. Bland övriga arter som togs upp kan nämnas ett antal storvuxna rudor. Totalt togs 6 345 kg fisk upp. Antalet abborrar, gösar och gäddor var litet jämfört med vid fisket under hösten 2010.

Tabell 2. Fångster vid fisket våren 2011.

Datum	Upptagen fisk, kg	Övriga arter, antal				
		Gös	Gädda	Abborre	Öring	Ål
9/5	5					
11/5	10					
17/5	312	4	7	10		
18/5	378	4	5	10		1
19/5	100	3	2	5		
20/5	500	2	5	5		
24/5	461	10	12	6	1	
25/5	350		2		1	
26/5	290	2	3		1	
27/5	490	1	1			
31/5	550	2	3	1	1	1
1/6	320	1	4			
8/6	750	3	5	1	1	
9/6	410	1	2	1	1	
14/6	700	8	4			
15/6	100	2	1			
16/6	140	1				
17/6	200	1	1	1		
21/6	100	1		4		
22/6	80		1			
23/6	100			1		
Summa	6345	46	58	45	6	2

EFFEKTER PÅ NÄRSALTSFÖRRÅDET

Projektets huvudsakliga målsättning är att skapa underlag för beräkning av reduktionsfiskets effekt på fosforförrådet. Över 90 % av den fisk som togs upp bestod av braxen. I det finska reduktionsfisket används 0,7 % av våtvikten som normvärde vid beräkning av fosfor i braxen. Den fångst av 6 345 kg fisk som erhöles 2011 motsvarar med denna norm 44,4 kg fosfor. Detta kan ställas i relation till den totala tillförseln till Östhammarsfjärdarna, som beräknats till ca 500 kg/år, eller utsläppet från reningsverket som uppgår till ca 100 kg/år.

De fångster som gjordes av främst braxen under våren 2011 indikerar, att det totala fångstbara beståndet i fjärdarna är mycket stort, gissningsvis minst hundra ton. Fisket genomfördes med endast två redskap och täckte bara en liten del av fjärdsystemet. Möjligheten till ökat uttag är alltså stor. För att idén om fosforreduktion genom fiske skall fungera krävs att beståndet inte överfiskas. Även om uttaget skulle mångdubblas torde risken för överfiske dock vara liten. I ett långsiktigt program kan man dessutom reglera fisket, om fångsten per ansträngning tenderar att minska.

Förutsatt att logistiska problem, t ex lagring och transport av fisk, kan lösas kan fångstmängden ökas avsevärt i ett eventuellt framtida mer långsiktigt program. En båt med två personer kan hantera fyra redskap av den använda typen samt öka antalet fiskedagar per vecka, om hanteringen av den fångade fisken underlättas. Ett rimligt antagande är, att man kan fånga minst 15 ton fisk under de 8–10 veckor på våren då fisket är effektivast. Detta motsvarar ca 100 kg fosfor. Med fler båtlag ökar naturligtvis fångsterna och därigenom fosforreduktionen. Riskerna för överfiske torde fortfarande vara liten.

Om man antar, att det totala rörliga fosforförrådet i fjärdarna för närvarande är tämligen konstant eller svagt minskande, kommer ett reduktionsfiske att tära på detta fosforförråd. Det totala fosforförrådet i fjärdarna har beräknats till ca 15 ton (Sandström & Grahn 2009) medan det årliga läckaget av fosfor från botten-sedimenten beräknats till ca 2 ton i Granfjärden och ca 3 ton i Östhammarsfjärden. Karlsson m fl (2011) ger ett något högre värde för enbart Östhammarsfjärden på mellan 3,5 och 5 ton mobiliserbar fosfor. Rydin (opublicerade data) har skattat det mobila fosforförrådet i Östhammarsfjärdens mjukbotten till 3,2 g/m². Medelvärdet för det mobila fosforförrådet i ackumulations sediment längs sträckan Öregrund-Oxelösund har beräknats till 2,5 g/m² (Rydin m fl 2011). Om målet för Östhammarsfjärdarna sätts till detta medelvärde, måste fosforinnehållet i bottenarna sänkas med ca 20 % vilket motsvaras av en minskning av det totala lätt mobiliserbara förrådet av fosfor med ca 1 ton. Enligt den bedömning som gjorts av Sandström & Grahn (2009) innebär en minskad belastning med 80–100 kg fosfor per år, dvs det som kan åstadkommas med reduktionsfiske, sannolikt ingen snabbt mätbar förbättring av miljösituationen uttryckt som sikt djup och klorofyllhalt. I kombination med andra åtgärder finns dock förutsättningar att ett uthålligt reduktionsfiske kan bidra signifikant till förbättrad fosforbalans, förutsatt att den fångade fisken konsumerat en stor del av den intagna födan inne i systemet.

Även om fosfor är det huvudsakliga problemet i Östhammarsfjärdarna, innebär ett reduktionsfiske även att kväve tas bort ur systemet. Enligt litteraturuppgifter är kväveinnehållet i fisk ca 3 % av våtvikten. Fångsten 6 346 kg fisk våren 2011 innebär alltså, att ca 190 kg kväve togs upp. I relation till den totala kvävebelastningen, drygt 200 ton/år (Sandström & Grahn 2009), är detta försumbart.

Vid beräkningarna ovan görs antagandet, att fisket görs på ett stationärt bestånd, där individerna tillväxt och konsumerat i de undersökta fjärdarna. Åtminstone för braxen torde dock en avsevärd vandring ske ut till omgivande vatten efter leken. Fångsterna vid höstens fiske var jämförelsevis låga, vilket indikerar att beståndets utbredningsområde är större än bara Östhammarsfjärdarna. En viss försiktighet bör dock tillämpas vid sådana jämförelser, då fisken vanligen är betydligt aktivare under lekperioden än övrig tid på året och därmed lättare att

fånga i passiva redskap. Trots denna tendens till migrationer kan man anta, att braxen åtminstone under en del av den viktigaste tillväxtperioden uppehållit sig och konsumerat inne i fjärdarna.

ANDRA EFFEKTER AV REDUKTIONSFISKE

DEPOSITION AV KÖNSPRODUKTER

Såväl stationära fiskar som mer migrerande använder Östhammarsfjärdarna för lek. Detta innebär, att könsprodukter avges inne i området. Ca 20 % av fiskens vikt före leken består av rom eller mjölke. Några uppgifter om fosfor- eller kväve-innehåll i braxenrom har inte hittats vid litteratursök. Däremot finns uppgifter i faktablad om löjrom (Kalix löjrom) som anger, att fosforinnehållet är 0,32 %. En fångst av 15 ton fisk innebär, att ca tre ton könsprodukter inte kommer att deponeras i området. Om man antar att fosforinnehållet i rom och mjölke är ungefär lika stort, leder detta till en skörd av fosfor av ca 10 kg. Fiske på migrerande fisk kan alltså minska belastningen även om fisken inte konsumerat inne i fjärdarna.

RESUSPENSION AV SEDIMENTERAT MATERIAL

Karlsson m fl (2011) redovisar data över fosforflöden i Östhammarsfjärden. För att man skall kunna få en rimlig överensstämmelse mellan de empiriskt uppmätta och de modellerade fosforhalterna i vatten måste man anta förekomsten av en okänd fosforkälla med kontinuerligt flöde. En rimlig förklaring som ges är förekomsten av sk linser, dvs pooler av rörligt finmaterial som kan röras upp i vattenmassan vid t ex hård vind. Detta sker främst på grunda transportbottnar. Storleken på denna källa är svårbedömd, men kan vara upp till 2 ton per år.

Fosforhalterna i vatten är betydligt högre i Granfjärden än i Östhammarsfjärden, trots det ringa vattendjupet (mindre risk för syrebrist och därmed lägre fosforläckage under vintern) och lägre belastning (Sandström & Grahn 2009). Resuspension anses vara en viktig faktor för fosfordynamiken i både Granfjärden och Östhammarsfjärden. Detta sker vanligen vid hård vind, men kan även orsakas av båttrafik. En annan komponent som omnämns i diskussionerna, men inte tagits med i närsaltsmodelleringar, är effekten av braxens bökning i sedimenten. Braxens mundelar är anpassade för födosök i mjuka bottenar. Käkarna kan skjutas ut till ett rör, som pressas långt ner i sedimentet varvid fisken suger upp det mjuka materialet. Efter att ätbara partiklar silats av spottas sedimentresterna ut i vattnet. Den grumlande effekten av att ett betande braxenstim passerat förbi är avsevärd och mycket tydlig för blotta ögat.

De flesta fiskarter utsöndrar sina restprodukter av kväve direkt till vattnet via gälarna. Detta utgör 75–90 % av den totala kväveutsöndringen, medan resterande del utsöndras med urin via analöppningen eller med fekalierna. Det mesta kvävet utsöndras således i löst form, vilket gör det mycket lättillgängligt för väx-

terna. Av den partikulära mängden som når botten kan det mesta antas lösas ut från sedimentet inom relativt kort tid, vilket gör att det totala växttillgängliga tillskottet av kväve via exkretion uppgår till minst 90 %.

MORTALITET

Mortaliteten hos fisk tenderar ofta att vara kraftigt förhöjd i samband med leken. Fisken förlorar i kondition och riskerar dö av svält eller angrepp av sjukdomar och parasiter. Den döda fisken bryts ner och bidrar till närsaltsbelastningen. En motverkande effekt får man, om fisk som föds och växer upp inne i fjärdarna sedan vandrar ut och av olika anledningar dör i området utanför. Den naturliga årliga mortaliteten varierar mellan arter och åldrar. Hos adulta långlivade fiskar, till vilka braxen hör, är den ofta 20–30 %. Dödligheten i samband med lek är inte känd hos braxen, men ett rimligt antagande är ca 5 %. En del av de fiskar som tas upp vid reduktionsfiske skulle alltså annars ha dött och bidragit till fjärdarnas närsaltsförråd.

FÖRÄNDRING AV FISKSAMHÄLLET

Reduktionsfiske kan också innebära, att man tar upp så stora mängder fisk av valda arter, att fisksamhället förändras i en önskvärd riktning. Detta brukar ofta kallas biomanipulation. Initialt åstadkommer man då även en reduktion av näringsämnen, men i takt med att bestånden minskar avklingar denna effekt. Det långsiktiga målet är att lindra symptomen på övergödning genom att öka andelen stora rovfiskar med följdverkan på lägre nivåer i ekosystemet.

Ett ofta citerat exempel är försöket att minska mängden "vitfisk" i Ringsjön. Problemen har varit stora i denna sjö med övergödningssymptom och återkommande algbloomingar. Under åren 1989–90 genomfördes ett reduktionsfiske med trål. Resultatet blev klarare vatten, en effekt som kvarstod fram till mitten av 1990-talet då siktdjupet åter igen började minska. Provfiske 2001 och 2002 visade att fisksamhället återgått till en oönskad sammansättning. Ett förnyat reduktionsfiske igångsattes 2005 med definierade långsiktiga mål för närsaltshalter, siktdjup, fiske och rekreation.

Ett projekt med liknande uppläggning pågår för närvarande i Vallentunasjön. Trålfiske, kompletterat med andra fiskemetoder, görs för att åstadkomma en kraftig minskning av biomassan "vitfisk" samt förändra artsammansättningen mer mot rovfiskar. Efter snart två års trålfiske kan man se sjunkande fångster, vilket indikerar att man lyckats åstadkomma ett högt fisketryck. Utvärderingar kommer att ske under hösten 2011.

Ett annat exempel finns i Hässleholm, där kommunen beviljat medel för att utföra reduktionsfiske av vitfisk i Finjasjön under 2010. En miljon kronor har avdelats för reduktionsfisket samt 75 000 kronor för att tekniska nämnden ska utföra smärre hydrologiska utredningar i sjön.

Hansson m fl (1998) har sammanställt och utvärderat resultaten av reduktionsfiske i inlandsvatten. En viktig slutsats var, att den pelagiska födokedjan från fisk till alger inte är det enda som påverkas av biomanipulation i form av reduktionsfiske. Även andra delar av ekosystemet påverkas av förändrad fiskbiomassa och artsammansättning. Ökad tillväxt av makrovegetation, minskad intern närsaltsbelastning samt minskad resuspension av partiklar från bottensedimenten bedöms som särskilt väsentliga förändringar. Fiskar man ner bestånden kraftigt, kan detta dock leda till ökad rekrytering av årsyngel, vilka huvudsakligen lever av djurplankton. Detta motverkar den önskade effekten på växtplankton, och anses vara den mest sannolika förklaringen till varför så många försök med biomanipulering misslyckats.

Rekommendationerna för biomanipulering är, att man minskar biomassan planktonätande fisk med minst 75 %, att reduktionen sker snabbt och effektivt, att man även minskar biomassan bottenjursätande fisk, att man minskar rekryteringen av årsyngel, att man förbättrar förutsättningarna för submers makrovegetation samt att man reducerar tillförseln av närsalter (Hansson m fl 1998).

KOSTNADER

Reduktionsfiske bedöms som en jämförelsevis billig metod för vattenvård i övergödda sjöar och har prövats främst i inlandsvatten. I Finland har man dock på allvar börjat diskutera borttagande av näringsämnen ur havet genom att ta upp stora mängder fisk. Finska staten har satsat 1,2 miljoner Euro för ett storskaligt försök som Tvärminne Zoologiska Station (Helsingfors universitet) genomför i Finska viken. Syftet är att visa nyttan med reduktionsfiske samt skapa en grund för bedömning av metodens tillämpning på vattenvården i större kustområden. För närvarande saknas vetenskaplig dokumentation av eventuella positiva effekter i havsmiljö.

Uppfattningen att reduktionsfiske är jämförelsevis kostnadseffektivt är ett huvudmotiv för de storskaliga finska försöken. Enligt det finska jordbruksdepartementet kan man med detta fiske få upp ett ton fosfor för 50 000 Euro. Att åstadkomma motsvarande genom åtgärder i jordbruket eller via reningsverk kostar runt en miljon Euro per ton om man skall nå de nationella mål som ställts upp.

Det har gjorts ett antal beräkningar av kostnaderna för att minska fosforbelastningen på ytvatten. Malmaeus m fl (2007) och Malmaeus & Karlsson (2010) har sammanställt tillgänglig information, med en särskild genomgång av åtgärder i jordbruket. Naturvårdsverket (NV 2009) och Nordic Environment Finance Cooperation (NEFCO) har också analyserat kostnad-nyttaspekter för åtgärder som syftar till att minska fosforbelastningen på vattnen.

Generellt sett visar sammanställningarna att kostnaden varierar kraftigt både mellan åtgärder och inom åtgärd. I tabell 3 redovisas data som kan jämföras med

effekterna av reduktionsfiske i kustvatten. Uppgifterna är hämtade ur Malmaeus m fl (2010) samt från NEFCO.

I många fall, t ex reningsverken, har man redan gjort tekniska installationer som minskat fosforutsläppen avsevärt. Att ytterligare öka fosforeringen blir därför mycket dyrt i relation till effekten. Situationen är ungefär densamma vid industrin. En betydande källa för närsalter finns inom jordbruket. Enligt Malmaeus m fl (2007) och Malmaeus & Karlsson (2010) finns en del åtgärder som kan genomföras med låg kostnad, men om man önskar nå uppställda nationella mål krävs betydligt dyrare åtgärder. Om man minskar belastningen med 200 ton/år blir kostnaden 0,5 miljoner/ton. Sätts målet till 240 ton/år stiger kostnaden till 2,4 miljoner/ton. Kostnaden för dessa ytterligare 40 ton blir alltså mycket hög. I flertalet fall gäller, att kostnaden tenderar att öka med tiden, då de billigaste åtgärderna prioriterats i åtgärdsarbetet. Detta gäller inte reduktionsfiske.

Enskilda avlopp förs ofta fram som viktiga för totalbelastningen. Här varierar kostnaderna för åtgärder mycket kraftigt, mellan sju och 25 miljoner/ton P.

Kostnaden för reduktionsfisket i Östhammarsfjärdarna 2011 (tabell 4) kan användas som underlag för att beräkna årlig kostnad om fisket fortsätter under en följd av år (tabell 5). Avskrivningar kan göras för viss typ av utrustning, t ex redskap, båt, motor och trailer. Den normala avskrivningstiden för sådan utrustning är tio år. Övrig utrustning är förbrukningsmateriel, men brukningstiden för denna är längre än ett år. Posten reparationer och underhåll 2011 belastas av att den begagnade motor som först anskaffades krävde några relativt dyra reparationer. Med den utrustning som nu finns anskaffad bör denna kostnad bli avsevärt lägre i ett framtida program, åtminstone under de första åren. Posten hantering av fisk utgörs främst av kostnader för transport till biogasanläggningen samt den avgift som måste betalas vid rötningen. I ett längre projekt kan möjligheter finnas att avyttra fisken som t ex foderfisk. Den intäkt som fås vid försäljningen bedöms åtminstone kunna täcka kostnaderna för kyllager och transporter. Övriga transporter och drivmedel utgörs främst av fisktransporter till Öregrund samt en mindre del för båtbränsle. Vid försäljningen av fisk bortgår transportkostnaden till Öregrund. Arbetskostnaden beräknas efter Östhammars kommuns taxa, och utgör kommunens motprestation i projektet. Denna kostnad bedöms öka något i ett fortsatt reduktionsfiske. I sammanställningen 2011 ingår inte kostnaden för projektledning. Under igångsättningen av projektet krävdes stora insatser för planering och utredningar av bl a hur hanteringen av fisken skulle ske. En kostnad tillkom också för rapportering och information. En rimlig kostnad för den projektledning som krävs i ett fortsatt projekt kan sättas till 20 000 kr per år. Med dessa antaganden blir den årliga kostnaden i ett fortsatt reduktionsfiske ca 165 000 kr om fisken fortsättningsvis transporteras till biogasanläggningen i Uppsala.

Tabell 3. Kostnader för olika åtgärder som kan tillämpas för att minska den svenska fosforbelastningen på haven.

Åtgärd	Kostnad SEK/t P
Reningsverk	1–3 milj
Enskilt avlopp	7–25 milj
Industri	0,5–5 milj
Jordbruk, åtgärder som ger 200 t P/år	0,5 milj
Jordbruk, åtgärder som ger 240 t P/år	2,4 milj
Våtmarker	1,1 milj
Våtmarker som komplement till ARV	2–3 milj
Toaletter på fritidsbåtar	15 milj
Dagvatten	15,3 milj
Reduktionsfiske Finland	0,5–0,7 milj

Tabell 4. Kostnader för reduktionsfisket 2011, exklusive projektledning.

Kostnadsslag	Kostnad i SEK
Redskap	65 660
Båt + motor + trailer	105 033
Övrig utrustning	15 350
Reparationer, underhåll	12 200
Hantering av fisk, trp. till Uppsala, rötning	14 000
Trpt + drivmedel	6 131
Arbetskostnad 336 t á 158 SEK	53 088
Summa	271 462

Tabell 5. Uppskattad årlig kostnad vid fortsatt reduktionsfiske under nio år vid dagens penningvärde.

Kostnadsslag	Kostnad i SEK
Avskrivning redskap och utrustning	17 069
Förbrukningsmaterial	5 000
Reparationer, underhåll	5 000
Hantering av fisk, alt. 1: rötning	45 000
Hantering av fisk, alt. 2: försäljning	0
Drivmedel	1 000
Arbetskostnad 450 t á 158 SEK	71 100
Projektledning	20 000
Summa alt. 1	164 169
Summa alt. 2	119 169
Kostnad per kg P, alt. 1	1 642
Kostnad per kg P, alt. 2	1 192

Om fisken i stället kan säljas blir kostnaden ca 120 000 kr. När man målet 15 ton fisk per år, blir kostnaden ca 1,5 miljoner per ton P vid alternativet biogasproduktion. Vid försäljning av fisken sjunker kostnaden till ca 1,2 miljoner. Den enskilt största posten är kommunens arbetskostnad. Sätts denna till 0 kr, blir kostnaden per ton P ca 0,5 miljoner.

Reduktionsfiske enligt den modell som nu prövats kan alltså inte konkurrera med det finska reduktionsfisket, men det står sig väl i förhållande till flertalet andra åtgärder. Det mål som satts, 15 ton, kan anses vara lågt, och det är möjligt att öka fångsterna avsevärt genom att anskaffa fler redskap och ytterligare båtar. Med en utökad insats kan kostnaden per ton P sänkas, förutsatt att man inte överbeskattar beståndet.

SLUTSATSER

Syftet med projektet var att pröva metodens praktiska genomförbarhet samt bedöma vilka effekter som är möjliga på längre sikt. Fiskemetodik, logistiska lösningar, kostnadseffektivitet, möjliga fångstmängder mm avsågs undersökas och prövas. Slutligen skulle bedömningar göras av reduktionsfiske som åtgärd i jämförelse med andra lösningar samt tas fram förslag till hur ett fortsatt reduktionsfiske bör bedrivas samt göras en beräkning av vilka kostnader detta medför.

Genomförandet av fisket fungerade väl, och personalen skötte detta mycket bra och utan större störningar. Ett fortsatt fiske med samma teknik bedöms därför vara fullt genomförbart, även om insatsen ökas för att få större fångster. Den möjliga fångstmängden kan, enligt personalen, sannolikt ökas upp till 15 ton med dagens utrustning. En förutsättning för detta är, att en bättre lösning tas fram för hantering av den fångade fisken. De alternativ som finns, är att sälja den till någon foderfabrik eller att saluföra den som kräftbeten. Det senare alternativet är dock tveksamt, då man sannolikt skadar den marknad som idag finns, där yrkesfiskare kan få avsättning för annars osäljbar fisk. Om man beslutar fortsätta fisket, måste problemet med fiskhanteringen lösas i god tid.

Reduktionsfisket är en kostnadseffektiv åtgärd, jämfört med flertalet andra alternativ. Det kan också bedrivas med befintlig personal vid Östhammars kommun. Om det bedrivs parallellt med andra insatser för att minska internbelastningen av fosfor, kan det ge ett signifikant bidrag till en bättre vattenmiljö i Östhammarsfjärdarna till en relativt låg kostnad.

LITTERATUR

Eriksson, B. K., Ljunggren, L., Sandström, A., Johanson, G., Mattila, J., Rubach, A., Råberg, S. & M. Snickars. 2009. Declines in predatory fish promote bloom-forming macroalgae. *Ecological Applications* 19(8):1975-1988.

Hansson, L-A., Annadotter, H., Bergman, E., Hamrin, S. F., Jeppesen, E., Kairesalo, T., Luokkanen, E., Nilsson, P-Å., Søndergaard, M. & J. Strand 1998. Biomanipulation as an Application of Food-Chain Theory: Constraints, Synthesis, and Recommendations for Temperate Lakes. *Ecosystems* 1:6, pp. 558-574.

Karlsson, M., Malmaeus, M. & D. Lindgren 2011. Modellering av fosforomsättningen i Östhammarsfjärden. Simulering av åtgärder mot internbelastning. IVL Rapport B1974.

Länsstyrelsen Västmanlands län. 2009. Övergödda havsvikar och kustnära sjöar inom Norra Östersjöns vattendistrikt. Länsstyrelsen Västmanlands län Rapport 2009:5.

Malmaeus M., Hylander B.N., Karlsson M. & Sivard Å. 2007. Kostnader för olika åtgärder för att minska tillförseln av fosfor till Egentliga Östersjön. ÅF-rapport, 44 p.

Malmaeus, J. M. & O. M. Karlsson 2010. Estimating costs and potentials of different methods to reduce the Swedish phosphorous load from agriculture to surface water. *Science of the Total Environment* 408:473-479.

Naturvårdsverket 2009. Sveriges åtagande i Baltic Sea Action Plan. Konsekvensanalyser. Naturvårdsverket rapport 5984.

Rydin, E., Malmaeus, J.M., Karlsson, O.M. & Jonsson, P., 2011. Phosphorus release from coastal Baltic Sea sediments as estimated from sediment profiles. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 92: 111-117.

Sandström, O. & Grahn, O. 2009. Miljösituationen i Östhammarsfjärdarna samt en analys av åtgärder för att förbättra miljöstatusen. SKUTAB och Nordmiljö AB, opubl. rapport.

Länsstyrelsen i Uppsala län beviljade år 2010 lokala vattenvårdsmedel (LOVA-medel) samt statliga fiskevårdsmedel för projektet "Reduktionsfiske i Östhammarsfjärdarna". Projektet pågick under åren 2010–2011 och hade Upplandsstiftelsen som huvudman och Skärgårdsutveckling SKUTAB AB som projektledare.

Projektets målsättning var att skapa ett underlag för att kunna bedöma metodens praktiska genomförbarhet samt vilka effekter som är möjliga på längre sikt. I denna rapport görs en utvärdering av fiskemetodiken, logistiska lösningar, kostnadseffektivitet, möjliga fångstmängder samt vilka teknikanpassningar som kan vara lämpliga om man beslutar driva ett mer långsiktigt reduktionsfiske.



NATURVÅRD & FRILUFTSLIV

Box 26074, 750 26 Uppsala
info@upplandsstiftelsen.se
www.upplandsstiftelsen.se