

Genetiska, ekologiska och samhällsekonomiska effekter av fiskutsättningar

2007-11-30

高 陶朱公 撰

咸王聽朱公問之曰聞公在湖陂溫父在澠陽助賢子皮在西戎爲赤犢子在越爲覽鏡苟之乎曰有之

王公在丘千萬家樂德益倍爾乎朱公曰夫治生之法有五水者第一水者別陂池也以一畝池爲池

池中有九洲米穀子鯉鰻長三尺者二十頭在鰻魚長三尺者四頭以二月庚日內池中令水無聲後必生至四月內一神守六月內二神守八月內三神守

神守者壘也所以內鰻者壘滿三百六十圓鰻壘之長而將鰻飛去內鰻則得不復去在池中周遊

九洲無第自謂江湖也至來年二月得鰻鰻長一尺者一萬五千枚三尺者四萬五千枚二尺者萬枚者五十得錢一百二十五萬至明年得長一尺者十萬枚長二尺者五萬枚長三尺者五萬枚長四尺者四萬枚鰻長一尺者二千枚作種所餘鰻取錢五百一十五萬錢候至明年不可勝計也王乃於後苑治池一年得錢三十餘萬池中九洲八谷各上立水二尺又谷中立水六尺別以鰻者鰻不相食又易長

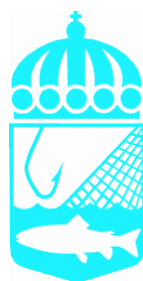
也買思鰻洲原要綱卷六知平御覽卷九詳二十五

神引多鰻洲原要綱卷六知平御覽卷九詳二十五

五字

又在魚池法三尺大鰻非近江湖倉卒難求若養小魚積年不大微令生大後諸頭須取鰻譯歐胡鰻

大魚之處近承際王十數歲以布池底二年之內再生大魚置田土中先布大魚子得水即生也



FISKERIVERKET

Innehållsförteckning

1. Uppdraget	4
2. Sammanfattning	4
2.1. Sammanfattning av bakgrund.....	4
2.2. Sammanfattning ekologiska effekter.....	4
2.3. Sammanfattning genetiska effekter	6
2.4. Sammanfattning samhällsekonomiska effekter	7
3. Förslag på åtgärder och genomförande	8
3.1. Förslag på åtgärder och undersökningar	8
3.1.1. Ökad naturlig produktion	8
3.1.2. Genetisk övervakning.....	8
3.1.3. Kompetensutveckling.....	9
3.1.4. Naturlig sättfisk	9
3.1.5. Alternativa kompensationsåtgärder.....	9
3.1.5.1. Ekonomisk ersättning	10
3.1.5.2. Gödsling av reglerat vatten.	10
3.1.5.3. Inlösen av fallrätter.....	10
3.2. Genomförande.....	11
3.3. Finansiering av förslagen	12
3.4. Förslagens relation till miljömålen.....	13
4. Bakgrund	14
5. Effekter av utsättningar	17
5.1. Ekologiska effekter	17
5.1.1. Spridning, konkurrens, mm.	17
5.1.2. Effekter på fiskar av samma art som utsättningsfisken.....	17
5.1.3. Effekter på andra fiskarter än utsättningsfisken.....	18
5.1.4. Sjukdomsspridning.....	19
5.1.5. Utsättningsmetoder.....	21
5.1.6. Predation på fisk.....	22
5.1.7. Effekter på andra organismer än fisk	23
5.2. Genetiska effekter	23
5.2.1. Genetiska effekter på odlad fisk.....	23
5.2.1.1. Genetisk variation i odlade stammar	24
5.2.1.2. Odlingselektion.....	26
5.2.2. Genetiska effekter på vild fisk	27
5.2.2.1. Effekter på samma art som utsättningsfisken.....	27
5.2.2.2. Effekter på andra arter än utsättningsfisken.....	28
5.3. Samhällsekonomiska effekter	28
5.3.1. Samhällsekonomiska effekter av ålutsättningar	30
5.3.1.1. Värdet av ålutsättningarna.....	31
5.3.2. Samhällsekonomiska effekter av laxutsättningar	32
5.3.2.1. Företagsekonomisk kostnad för utsättningar.....	32
5.3.2.2. Värdet av ett yrkesfiske efter odlad lax och havsöring	33
5.3.2.3. Fritidsfisket efter lax med mängdfångande redskap	35
5.3.3. Samhällsekonomiska effekter av havsöringutsättningar	36
5.3.3.1. Yrkesfiske efter havsöring	36
5.3.3.2. Värdet av fritidsfiske med mängdfångande redskap efter havsöring.....	37
5.3.4. Värdet av ett handredskapsfiske efter odlad lax och havsöring	37

5.3.5. Andra samhällsekonomiska effekter av kompensationsutsättningar.....	38
5.3.6. Slutsatser samhällsekonomiska effekter av fiskutsättningar	39
6. Referenser.....	42



Modern fiskodling. Fiskeriverkets försöksstation i Kälarne, Jämtland

Omslag: Faksimil av en av de äldsta kinesiska skrifterna som behandlar fiskodling. Skriven av Fan Lee, på 400-talet f.Kr. Översättning av texten (till engelska) återfinns på Rabanal 1988¹⁰.

1. Uppdraget

Mot bakgrund av riksdagens beslut om skrivelsen ”Vissa fiskeripolitiska frågor” fick verket i uppdrag att senast den 1 december 2007 att i samråd med Statens Energimyndighet och efter samråd med Naturvårdsverket och övriga berörda miljö- och fiskeorganisationer analysera samhällsekonomiska, genetiska och ekologiska effekter av utsättningar av smolt, ål och eventuellt andra fiskarter genom kompensationsåtgärder efter vattendomar samt utvärdera möjligheten till alternativa kompensationsåtgärder. Analyserna skall utgå från befintlig information. Arbetet skall även redovisa behovet av förbättring av kunskapsläget.

I samma regeringsbeslut fick Kammarkollegiet och Fiskeriverket i uppdrag att i samråd med länsstyrelserna redovisa hur den hittillsvarande verksamheten med omprövning samt tillsyn av vattendomar och vattenföretag har bedrivit och föreslå hur denna verksamhet kan utökas och effektiviseras. Uppdraget redovisades den 1 januari 2007. Samma datum avrapporterade Fiskeriverket också ett uppdrag rörande kontinuerlig odling och utsättning av fisk och bevarande av de berörda beståndens naturliga egenskaper. Fiskeriverket hänvisar till dessa redovisningar för en utförligare diskussion om alternativa åtgärder till kompensationsåtgärder, samt vad gäller omprövningar.

2. Sammanfattning

2.1. Sammanfattning av bakgrund

Vattenbruket har gamla anor; karp odlades i Kina redan för ca 4000 år sedan. Det är dock under det senaste seklet som fiskodlingen intensifierats så pass att produktionen av odlad fisk på vissa ställen vida överstiger den naturliga produktionen i området ifråga. Ökningen av fiskutsättningar har varit mest markant efter andra världskriget, i takt med att vattenkraften byggts ut. Denna typ av fiskodling (där fisk odlas för att sättas ut i naturen) är numer en omfattande verksamhet, särskilt på norra halvklotet. Miljardtals fiskar sätts ut varje år i Östersjön, Atlanten och Stilla havet. Bara på den japanska ön Hokkaido sätter man årligen ut 1,2 miljarder laxyngel varje år längs en 3000 km lång kuststräcka¹. Tanken med fiskutsättningar är att den fisk man sätter ut ska livnära sig på befintlig näring i det vilda. Därför bör också fisken man sätter ut vara så ”vild” som möjligt, dvs. den ska inte vara så pass domesticerad att den inte klarar sig i naturen.

Senare tids forskning har dock visat att den fisk man odlar och sätter ut inte är så ”vild”, dvs. de är inte opåverkade av odlingsprocessen. Eftersom den fisk man sätter ut i vissa avseenden skiljer sig från den vilda fisken bör man fundera över vad fiskutsättningarna har för betydelse. I denna rapport har vi försökt belysa detta ur tre olika aspekter; ekologiska, genetiska och samhällsekonomiska.

2.2. Sammanfattning ekologiska effekter

Spridning och konkurrens.

Vissa indicier tyder på att stora stödutsättningar av laxfisk kan reducera den totala populationsstorleken och att det finns en gräns för hur mycket fisk som kan sättas ut. Ett annat

problem, hybridisering mellan lax och öring, kan mycket väl ha med utsättningar, oregelbunden (onaturlig) vattenföring och/eller dammbyggnader att göra.

Effekter på fiskar av samma art som utsättningsfisken.

Hos en stillahavslax fann man att de vilda bestånden påverkades både av förhållandena ute i havet och av antalet odlade laxar som sattes ut. Det som är oroande i sammanhanget är att den negativa påverkan av odlad fisk var som störst när den vilda fisken var som mest sårbar, dvs. när situationen i havet var som mest ogynnsam för laxen. För ungstadierna (i vattendragen) har man visat att utsättning av odlad fisk troligtvis påverkar tillväxten negativt hos den vilda fisken, likaså att odlad fisk kan ha större negativa effekter än förflyttad vild fisk.

Effekter på andra fiskarter än utsättningsfisken.

En av de första studierna som tittade på effekterna på en annan art än den art som sattes ut skedde i England på 1970-talet. Där studerade man hur abborre påverkades av öringutsättningar. Man noterade en svag, men signifikant, negativ korrelation mellan antalet utsatta öringar och abborrens tillväxt (Bild 4; sid 19). Ju fler öringar som sattes ut, desto sämre tillväxte abborren. Studier från Skottland visar att stora utsättningar av öring i ett laxvattendrag kan tvinga laxen att ändra sitt beteende, dels utsätts den för stor exponering för rovdjur och förmodligen måste den också uppehålla sig på ställen där födotillgången är sämre. I Norge har man noterat att förrymd kasseodlad lax hybridiserar med öring i större utsträckning än vild lax. Huvudanledningen till detta är troligen att odlad lax är sämre på att "artbestämma" än vild lax. Detta gäller inte i samma utsträckning vid kompensationsodling där syftet är att ersätta ett bortfall (d.v.s. att återställa en ursprunglig population), utan vid andra utsättningar där man sätter ut mer fisk än som producerades naturligt. Syftet med sådana utsättningar kan vara ökat sportfiske eller liknande.

Sjukdomsspridning.

Ett förhållande som är värt mer uppmärksamhet är förhållandet mellan den odlade fiskens hälsostatus och dess överlevnad. Fenskador och liknande skador uppkommer i varierande grad på odlad fisk. Dyliga skador är inkörsporren för olika sjukdomar, bl.a. kan bakterier erodera hela fenan om det vill sig illa. När sådan odlad fisk sätts ut kan den ha sämre överlevnad än vild, men det är svårt att separera sjukdomen från andra odlingseffekter. Som exempel på hur lite vi vet om detta är utsättningarna i Lagan 2005 som hade en hög fenskadefrekvens. Samtidigt är det i huvudsak den årsklassen som har återvandrat i år (2007) och gett upphov till ett nytt sportfiskerekord i ån. Vi har således alltför dålig kunskap om hur en begränsad fenskada påverkar fiskens överlevnad efter utsättning. En annan aspekt är att odlingar kan "förse" omgivande vild miljö med sjukdomar. Ett belagt exempel är parasiten (*Lepeophtheirus salmonis*), en allvarlig marin patogen som angriper både vild och odlad lax och öring. Detta exempel gäller dock inte för svenska förhållanden i allmänhet och i mindre utsträckning för kompensationsodlingar. I Sverige har vi genom ett långsiktigt och framgångsrikt arbete, i stor utsträckning drivet av kompensationsodlingarna själva, en god hälsostatus⁶².

Utsättningsmetoder.

En annan effekt av kompensationsodlingen, eller snarare utsättningen efter det att fisken är färdigvuxen på odling, är smoltutvandringen och lekåtervandringen. Hur och när man sätter ut fisken har stor betydelse för hur fisken betar sig. Om fisken sätts ut för tidigt, d.v.s. innan den är helt smoltifierad, finns risk för att den stannar kvar i vattendraget. Sätter man ut den för långt från hemvattendraget kan den i större utsträckning vandra upp i fel vattendrag än annars. Effekterna av felvandrande lax på de genuina bestånden i Mörrumsån och i flera av

västkustens vattendrag är inte kända och bör utredas. Tumregeln är om man sätter ut fisken på fel plats vid fel tidpunkt så ökar felvandringen. Detta är något som enkelt går att jobba med i det fall när det inte är optimalt. Tyvärr ställer en del vattendomar till det när det gäller val av utsättningstidpunkt, plats mm.

Effekter på andra organismer än fisk.

Hur utsättningarna påverkar andra grupper av organismer är dåligt undersökt. Det man kan tänka sig är att en stor utsättning åtminstone initialt kan öka trycket på bytesdjur. Några av de fåtal studier som gjorts antyder att så kan vara fallet.

Predation på fisk.

En farhåga är att stora utsättningar ska dra till sig rovdjur och därmed också öka predationstrycket på de vilda bestånden, både laxfiskar och andra fiskgrupper. En dansk undersökning visar att odlad utsatt fisk tas i större utsträckning av skarv och häger än vild fisk. Men det är oklart om det också medförde att vild fisk därigenom drabbas av ett ovanligt högt rovdjurstryck. I en undersökning på smolt som vandrar ut från Dalälven befanns skarven endast äta ca 1 % av fisken. Således är det en stor variation i hur fisken kan drabbas.

Effekter av att inte sätta ut fisk.

Om lax och havsöring inte odlades och sattes ut skulle det förmodligen få en del konsekvenser för ekosystemen. Mest uppenbart är detta i Östersjön, som skulle bli utan en del topp-predatorer, vilket också kan anses som en negativ ekologisk effekt. Invändningen mot detta synsätt är att laxen, jämfört med torsken som har likartat födoval, är en marginell predator. För laxens del är det huvudsakligen som predator den kan påverka Östersjöns ekosystem. Det får vara osagt vilken roll laxen spelar i områden som idag mer eller mindre saknar torsk, som t.ex. Bottniska viken. Där måste andra predatorer än torsk också beaktas. Detta tar dock inte hänsyn till laxens och havsöringens betydelse i vattendragens ekosystem. Det tar inte heller hänsyn till havsöringens betydelse längs kusterna. Där har i och för sig öringen konkurrens med gös och gädda. Men i dagens läge med vikande torskbestånd är det inte tillrådligt att experimentera mer med Östersjöns ekosystem, t.ex. genom att upphöra med lax- och öringutsättningar. En annan effekt är ytterligare förlust av den genetiska mångfald som finns i de odlade bestånden.

2.3. Sammanfattning genetiska effekter

Genetiska effekter på odlade stammar.

Riktlinjer har utarbetats för att undvika negativa genetiska konsekvenser hos fisk som hålls i odling. Ett mätvärde som man ofta använder är den effektiva populationsstorleken (förkortas N_e) som per generation bör vara minst 50 för att undvika inavel i ett kortare perspektiv. Om stammen ska hållas isolerad under längre tid, vilket är fallet med de flesta odlingsstammar som används till kompensationsutsättningar, bör gränsen $N_e=500$ per generation användas som riktvärde för att undvika en successiv genetisk utarmning. Detta motsvarar cirka 300 reproduktiva individer per år i en kompensationsodling. (Den effektiva populationsstorleken är för det mesta betydligt mindre än det faktiska antalet vuxna individer). Få, om ens några, fiskodlingar kommer upp i dessa antal. Slutsatsen blir att kompensationsodlingarna inte uppfyller de riktlinjer som finns, och på längre sikt riskerar dessa populationer att utarmas genetiskt. I exploaterade vattendrag där naturlig reproduktion fortfarande finns kvar kan stödutsättningar av odlad fisk få allvarliga genetiska konsekvenser, även om den odlade fisken är avkomma till vildfödda individer från samma vattendrag.

Förutom förlust av genetisk variation kan den onaturliga miljön i odlingen resultera i att fiskens egenskaper förändras över tid. Vissa selektionstryck existerar inte på odlingen medan andra går i helt motsatt riktning i jämförelse med det vilda. Tidigare studier har visat att odlingsmiljön bl.a. selekterar för ökad tillväxt, förändrat beteendemönster och sämre förmåga att undkomma predatorer. Dessa evolutionära förändringar har visat sig påverka fisken negativt då den sätts ut i det vilda. Nya alarmerande studier visar att effekter av odlingsselektion på ett fåtal generationer kan göra fisken helt inkapabel att fullfölja livsrytmen i det vilda.

Genetiska effekter på vilda fiskpopulationer.

Individer inom en population är ofta anpassade till sin hemmiljö. Om odlad fisk av annat ursprung sätts ut i ett vattendrag med vilda bestånd av samma art kan hybridisering och genetisk sammanblandning resultera i att lokalt anpassade egenskaper hos den vilda fisken går förlorade, vilket kan få stora konsekvenser. Vi vet mycket lite om vilka genetiska effekter fiskutsättningar kan ha på andra arter, även om säkert de flesta arter i ekosystemet påverkas på något sätt.

2.4. Sammanfattning samhällsekonomiska effekter

Samhällsekonomiska effekter av ålutsättningar.

Utsättningar av ål ger positiva samhällsekonomiska effekter i det att de kan bidra till bevarandet av ålen som idag är utrotningshotad, givet att ålen vandrar tillbaka till Sargassohavet för att leka och inte fiskas upp. Ur ett samhällsekonomiskt perspektiv bör man på kort sikt prioritera ålutsättningar som bevarandeåtgärd framför att vara en åtgärd för att upprätthålla fiske efter ål för att ålbeståndet ska kunna växa till för att på lång sikt kunna tillåta ett visst fiske.

Samhällsekonomiska effekter av lax- och havsöringsutsättningar:

Sammantaget så överstiger nyttan av kompensationsutsättningarna kostnaderna. Inte minst optionsvärdet och existensvärdet av lax- och havsöringsbestånd motiverar kompensationsutsättningarna, även om denna nytta är svår att värdera i kronor och ören. Optionsvärdet är det värde människor sätter på att de i framtiden kommer att ha möjlighet att nyttja en resurs, tex. att veta att de i framtiden kan fritidsfiska efter lax vid en viss älv. Att värdet av att bevara de svenska laxstammarna är stort visar bland annat den värderingsstudie som gjorts av förekomsten av vildlax i Vindelälven.

Det samhällsekonomiska nettovärdet av fisket på utsatt lax och havsöring, där nettovärdet av fritidsfisket beräknas i form av konsumentöverskott, var negativt 2006 och uppgick till ca -30 miljoner kr. Nyttan skulle dock kunna vara mycket större om antalet fångade laxar och havsöringar per 1000 odlade smolt var högre än de var 2006, vilket bedöms som möjligt om åtgärder vidtas för att förbättra överlevnaden hos lax- och havsöringsmolt. Om fångsterna per utsatt smolt hade legat i nivå med de högsta historiska återfångsterna hade det samhällsekonomiska nettovärdet av fisket uppgått till ca +107 miljoner kr.

Det samhällsekonomiska värdet av yrkesmässigt fiske på kompensationsutsatt lax och havsöring är lägre än kostnaderna för utsättning för detta fiske, givet att inte målet att bevara småskaliga kustfiskesamhällen väger så tungt att det motiverar kostnaderna för utsättningar för att minska risken för att kustfiskesamhällen försvinner. Den samhällsekonomiska förlusten

uppskattas uppgå till 15 kr per utsatt lax givet att fångsterna per 1000 utsatta laxsmolt skulle ligga i nivå med de högsta historiska återfångsterna och totalt -9 miljoner kr.

Ett annat samhällsekonomiskt värde av utsättningar av odlad lax och havsöring är att om vildlaxbestånd skulle slås ut av M74 skulle man ha kvar kompensationsodlade laxstammar som kan användas för återintroduktion av lax i de vattendrag där den vilda laxen slagits ut. Med små vildlaxstammar är denna funktion viktigare än då vildlaxbestånden är goda. Den kompensationsodlade laxen och havsöringen kan dock inte återskapa förlusten av det vilda genetiska materialet. Vildlaxbestånden i de reglerade älvarna är i många fall obetydliga eller har redan försvunnit. Ett annat värde den odlade laxen har är att den som toppredator bidrar till att upprätthålla den ekologiska balansen i Bottenviken.

Med tanke på de höga användar- options- samt existensvärden som lax och havsöring har bedömer Fiskeriverket att det är samhällsekonomiskt motiverat att satsa på att utveckling av odlingsmetoderna för att få kompensationsutsättningar som är långsiktigt hållbara. De scenarier som presenterats i detta kapitel visar att en bättre överlevnad hos den odlade laxen kan bidra till ökade värden av lax- och havsöringsutsättningarna på flera miljoner kr.

3. Förslag på åtgärder och genomförande

3.1. Förslag på åtgärder och undersökningar

3.1.1. Ökad naturlig produktion

I flera vattendrag där kompensationsutsättningar förekommer finns det potential att öka den naturliga produktionen. Detta kommer inte att leda till att utsättningarna på sikt kan avvecklas, men de kan åtminstone minska i omfattning. I många fall handlar det om att öppna upp vandringsvägar (t.ex. via vandringsstrappor) så att den vandrande fisken ska kunna nå kvarvarande lek- och uppväxtlokaler högre upp i systemen, samt att man restaurerar dessa områden. Dessutom gäller det att minimera den dödlighet som alltid uppstår då den utvandrande fisken ska passera kraftverkens turbiner på väg ut i havet. Detta är speciellt viktigt för utvandrande ålar. Försök med att lyfta upp lekmogen lax förbi kraftverken i Klarälven är ett exempel på ett projekt som syftar till att öka den naturliga produktionen. Projektet har varit lyckat. Produktionen av vildfödd lax har ökat rejält och på sikt kanske utsättningsverksamheten kan minskas. Liknande projekt borde initieras i andra utbyggda älvar där det finns outnyttjade områden längre upp i systemen. I många fall finns det idag ytterst liten potential för detta i de flesta större utbyggda vattendrags nedre delar. Om fisken ska sättas mycket långt upp i systemen blir verkningsgraden p.g.a. av naturliga och onaturliga utvandring förluster mycket låg. Dagens svenska lagstiftning nästan omöjliggör att denna åtgärd genomförs, man är bl.a. orolig för att smittsamma sjukdomar ska föras uppströms. Om fisk ska flyttas eller släpps uppströms första vandringshindret i havsmynnande vattendrag måste en konsekvensutredning göras och den nuvarande lagstiftningen ses över. Bland annat måste man väga riskerna mot de långsiktiga genetiska fördelarna för de berörda bestånden.

Kostnaderna för dessa åtgärder återfinns i rapporten "Kontinuerlig odling och utsättning av fisk och bevarandet av de berörda beståndens naturliga egenskaper"⁶

3.1.2. Genetisk övervakning

I vissa exploaterade vattendrag, där miljön är kraftigt påverkad, kommer kompensationsutsättningar att förbli den enda möjligheten att i framtiden hålla stammar av lax och öring. I dessa fall, och vid alla nystartade utsättningsprojekt, bör genetiska

övervakningsprogram initieras där man studerar överlevnaden och eventuella genetiska förändringar hos den utsatta fisken samt påverkan på andra populationer och arter i ekosystemet. Då kan eventuella negativa effekter upptäckas och åtgärdas i tid². Dessa program bör innefatta en kartering av vattendraget i fråga innan utsättningarna startar, samt uppföljande provtagningar och genetiska analyser med jämna mellanrum. Förslagsvis görs mer detaljerade uppföljningar i ett antal representativa indexvattendrag, där även ekologisk information hämtas in.

Kostnaderna för karteringen av ett vattendrag är svåra att beräkna eftersom vattendragen skiljer sig åt i storlek, hydromorfologi etc. Kostnaden för genetiska analyser hamnar på ca 100 000 kr per vattendrag och år. Detta inkluderar genetisk analys av totalt 150 lekfiskar och 200 smolt (lax och öring sammantaget). Utöver detta tillkommer en kostnad för statistisk utvärdering och arkivering på ca 65 000 kr per år (1 månad heltid för 1 person).

3.1.3. Kompetensutveckling

I Fiskeriverkets föreskrifter (FIFS 2001:3) om odling, utsättning och flyttning av fisk finns bestämmelser som reglerar vad som gäller rörande utsättningar. Dessutom har ett flertal dokument som beskriver risker med fiskutsättningar samt presenterar riktlinjer i syfte att minimera negativa ekologiska och genetiska effekter producerats under senare år^{3,4,5}. Trots detta förekommer utsättningar av t.ex. främmande fiskstammar fortfarande på många håll i Sverige. Kompetenshöjande åtgärder riktade till personal som arbetar med dessa frågor är därför önskvärda. Inte minst viktigt är att sådan information når ut till fiskevårdsområdesföreningar och fiskodlare som ju sysslar mycket med fiskutsättningar.

Kostnaderna för dessa åtgärder är svåra att beräkna och någon uppskattningar har inte gjorts eftersom siffrorna blir alltför osäkra.

3.1.4. Naturlig sättfisk

För att minska oönskade effekter av odlingsselektion bör nya odlingsmetoder utvecklas. Det är viktigt att så långt det är möjligt låta fisken växa upp under så naturliga förhållanden som möjligt. Detta ökar dessutom överlevnaden hos den odlade fisken direkt efter utsättning, vilket därmed gör utsättningarna mer kostnadseffektiva. Detta kan emellertid visa sig vara dyrt och visa fall praktiskt svårt att genomföra. Dessutom kan vissa åtgärder orsaka konflikt mellan att producera så naturlig fisk som möjligt och djurskyddsaspekter. Här hänvisar vi till regeringsuppdraget ”Kontinuerlig odling och utsättning av fisk och bevarandet av de berörda beståndens naturliga egenskaper”⁶ och förslagen till åtgärder som presenteras där.

Kostnaderna för dessa åtgärder återfinns i ovan nämnda rapport.

3.1.5. Alternativa kompensationsåtgärder

Med detta avses andra åtgärder än fiskutsättningar för att kompensera fisket för det frånfälle av fisk som blir fallet av en dammbyggnad. En övergripande rekommendation är att för alla kompensationsåtgärder bör målsättningen vara att så långt som är möjligt prioritera naturlig fiskproduktion och att bevara den biologiska mångfalden. Att helt och fullt kompensera bortfallet av den ursprungliga produktionen av fisk skulle kräva stora investeringar i habitatförbättrande åtgärder och ännu större kostnader för tappning vid sidan av kraftverken. Före vattenkraftsutbyggnaden producerade de svenska vattendragen som dränerade till Östersjön, Bottenhavet och Bottenviken runt 4-5 miljoner smolt om året. Idag uppskattas produktionen av vild laxsmolt till 1,2 miljoner individer. Därutöver sätter man ut ca 1,8 miljoner, i huvudsak 2-årig, smolt. Detta innebär en nominell underkompensation med 1-2 miljoner smolt. Återskapande av ett laxbestånd som är i paritet med det ursprungliga torde bara vara realistiskt i speciella fall. En noggrann analys av inventeringsresultatet krävs för att

identifiera lämpliga vattendrag där man med realistiska ekonomiska insatser kan åtgärda vattendraget så att livskraftigt bestånd etableras.

3.1.5.1. Ekonomisk ersättning

Istället för att medel går till att odla och sätta ut fisk kan pengar gå till kommuner, landsting eller fiskevårdsområden för att utveckla fisket på annat håll, t.ex. genom att öka naturlig produktion i mindre närliggande vattendrag. Problemet med detta är att den ursprungliga fiskproduktionen i de stora älvar som byggts ut svårligen kan ersättas med ökad produktion på annat håll.

3.1.5.2. Gödsling av reglerat vatten.

Ett annat försök att undersöka möjligheterna att förbättra reglerade sjöar (Bild 1) som blivit skadade och vars produktivitet minskat har gjorts i projektet”. Restaurering av regleringsmagasin: optimering av fisk- och planktonproduktion genom balanserad näringsinriktning ” med Göran Milbrink som projektledare. I detta projekt har man undersökt orsakerna till näringsutarmningen och möjligheterna att genom en kompensatorisk näringstillsats av fosfor och kväve bygga upp en biologisk produktion i den fria vattenmassan som ersätter den förlorade produktionen i strandzonen. Hittills har projektet bl.a. visat att rödingens och öringens⁷ tillväxt och kondition ökar kraftigt. Övriga resultat ser mycket lovande ut. Intresset för sådana åtgärder är lågt i Sverige, ett problem är att de näringsämnen man tillför baseras på en ändlig resurs, och därför är detta inte långsiktigt hållbart. Om man kunde använda en annan näringskälla, t.ex. rötslam, skulle det bli bättre ur det perspektivet. Problemet där är att rötslammet kan innehålla oönskade ämnen, t.ex. tungmetaller.

Kostnaderna för försöksgödslingen har uppgått till ca 200 kr per ha och år. Vid en eventuell tillämpning i fortsättningen kan man tänka sig att man går över till jordbruksnärsalter, vilket är fullt möjligt och ger i princip samma resultat. Då använder man sig av ammoniumnitrat istället för kalciumnitrat som använts i försöket. Detta senare är ovanligt i jordbrukssammanhang och därför mycket dyrare än ammoniumnitrat. I stället för kostnaderna 200 kr/ha kan kostnaderna att bantas med minst hälften, kanske betydligt mer än så, troligen 50-100 kr per ha och år.

3.1.5.3. Inlösen av fallrätter.

Enligt vissa överväganden bidrar småskalig vattenkraft alltför litet till den totala energiproduktionen för att dess positiva miljövinster skall överväga dess negativa effekter på biologisk mångfald. Med detta synsätt bör inte nya småskaliga kraftverk anläggas och att ett antal befintliga kraftverk i områden med höga naturvärden bör kunna köpas in och rivas. Man bör således ta upp möjligheten att köpa in fallrätter i små och medelstora vattendrag. Detta skulle både innebära att fler strömsträckor kunde användas för naturlig laxfiskreproduktion/produktion. Det finns också outnyttjade fallrätter, dvs. något kraftverk har ännu inte byggts på platsen. Dessa skulle också kunna lösas in, men det sker i konkurrens med vattenkraftindustrin, som kan vilja utnyttja dem för elproduktion. Dilemmat är att vattenkraften är en miljövänlig energiproduktion, och om rivandet av mindre kraftverk innebär att energiproduktionen flyttas över till icke förnyelsebara energikällor blir resultatet en mindre långsiktigt hållbar energiproduktion. Med andra ord, detta kan vara exempel på hur två miljömål står mot varandra; laxens och öringen genetiska mångfald (Rikt växt- och djurliv) och minskade koldioxidutsläpp (Begränsad klimatpåverkan). Det är just i detta som den stora utmaningen ligger i framtiden. Åtgärder som går att genomföra utan produktionsförluster är därför som regel att föredra.

Kostnaderna för inlösen varierar mycket. Som exempel: de fyra fallrätter i huvudfåran som löstes in vid restaureringen av Himleån (Halland) kostade 10 000 – 1 milj. kr. styck, till ett

sammanlagt värde på drygt 2,3 milj. kr.¹⁰⁷ Men om det ska vara någon vits med att lösa in fallrätter måste kraftverket rivas och åsträckan återställas. År 2005 rev Gävle Energi Forsby kraftverk i Testeboån (Gästrikland). Fallhöjden var 4 m, effekten 0.4 MW, årsproduktionen 2000 MWh, således ett ganska litet kraftverk¹¹⁰. Kostnaderna för rivningen och återställning var ca 3,7 milj. kr.¹¹¹.



Bild 1. Vy över Mjölkvattnet (Jämtland, Indalsälvens vattensystem), en reglerad sjö som har gödslats för att återskapa den pelagiska näringskedjan. Sjöns yta är ca 1300 ha och skulle kosta maximalt 130000 kr per år att gödsla. Foto: Tobias Vrede.

3.2. Genomförande.

Det finns cirka 1800 vattenkraftverk i Sverige. Av dem är drygt 200 större, med definitionen att de har en effekt på 10 megawatt eller mer⁸. Det är då lätt att inse att genomförandet av de åtgärder som anges ovan inte kan göras i alla vattendrag. Hur man hanterar situationen blir avhängigt vattendragets storlek, vattenföring, möjligheter att återställa strömpartier, viljan att omförhandla vattendomar, etc. Genomförandet av åtgärderna ligger således på lokal och/eller regional basis. Genomförandet rekommenderas att utföras i tre steg:

1. Länsstyrelserna identifierar vattendrag och dammanläggningar tillsammans med fiskevårdsområden, fiskets intresseorganisationer och kommunerna. Värdet för varje

- dammbyggnad diskuteras och dammarna delas in i två kategorier (1) Dammkonstruktionen bibehålls i stort som den är i nuläget, (2) Åtgärder är önskvärda.
2. För de dammar som hänförs till kategori 1 gäller de åtgärder som återfinns i regeringsuppdraget "Kontinuerlig odling och utsättning av fisk och bevarandet av de berörda beståndens naturliga egenskaper". Högprioriterade åtgärder är de som rör de kompensationsodlade beståndets genetiska potential på lång sikt. Odlingstekniken bör vara inriktad på att minska odlingsdefekter, främst fenskador och att minska aggressiviteten i trägen. För att få mer vildfödd fisk bland avelsmaterialet bör man underlätta uppvandring för vuxen fisk och utvandringen för smolten. Det innebär att stor energi måste läggas ned på olika typer av förbipassager runt kraftverket. Detta förutsätter att det finns lämpliga lek- och uppväxtområden i tillräcklig omfattning. Detta kan dock innebära att förordningar och föreskrifter måste ändras och/eller vattendomar omförhandlas.
 3. För de dammar som hänförs till kategori 2 gör man en konsekvensutredning med avseende på de åtgärder som skisseras ovan. Detta kan innebära att eventuella vattendomar måste omprövas. Hur detta ska genomföras återfinns i rapporten "Redovisning av regeringens uppdrag med anledning av skrivelsen Vissa fiskeripolitiska frågor Översyn av arbete med omprövning samt tillsyn av vattendomar och vattenföretag"¹⁰⁸. I rapporten föreslås flera åtgärder som kan utöka och effektivisera omprövningsverksamheten. En åtgärd är att genomföra en ny och utförlig *inventering* av tänkbara omprövningsobjekt. En annan åtgärd är att fortsätta det pågående arbetet med att i domstol *driva oklara frågor* av principiellt intresse. Samarbetet mellan myndigheterna bör ses över och utökas. Även samarbetet med fristående organisationer såsom Naturskyddsföreningen och Sportfiskarna bör ses över. Dessutom bör arbetet fortsätta med att i förekommande fall försöka nå uppgörelser med berörda verksamhetsutövare. Vidare bör det vid omprövningar finnas en möjlighet att skjuta upp oklara frågor om skadeförebyggande och skadekompenserade åtgärder under en *prövotid*.

3.3. Finansiering av förslagen

Det finns två vägar att finansiera förslagen i denna rapport.

1. **Kraftbolagen får stå för kostnaderna.** De åtgärder som föreslås medför ökade kostnader för- och en viss minskning av elproduktionen från vattenkraft. Detta antas inte påverka priset på el, utan bedöms medföra en minskad vinst för elproducenterna. Anledningen är att priset på el bestäms av den elproduktion som ligger på marginalen i det nordiska elsystemet. Eftersom priset på el ligger högre än marginalkostnaden för produktionen av vattenkraft medför en liten ökning i kostnaden för att producera vattenkraften inte att priset på el påverkas, utan endast att vattenkraftsbolagets vinst minskar. Vinsten kan antas minska motsvarande kostnaderna för de olika åtgärderna som är redovisade under varje åtgärdsförslag. Här ska dock tilläggas att lagstiftningen som finns idag ger möjlighet för vattenkraftsbolagen att begära omprövning av gällande villkor, dvs. omförhandling av vattendomar. Det innebär att detta sätt att finansiera åtgärderna är på längre sikt, om detta sätt är önskvärt.
2. **Det allmänna står för kostnaderna.** Om avsikten är att snabbt sjösätta åtgärderna är den rimligaste vägen att åtgärderna finansieras med skattemedel. Hur mycket och vad som ska prioriteras får behandlas i politiska förhandlingar. Eftersom åtgärderna kräver ett långsiktigt engagemang är bred politisk samstämmighet önskvärd.

3.4. Förslagens relation till miljömålen

De föreslagna åtgärderna i denna rapport har viss bäring på miljömålen.

1. **Begränsad klimatpåverkan:** Eftersom vattenkraften är en miljövänlig energiproduktion och bidrar ytterst marginellt till utsläpp av växthusgaser, kan inlösen av fallrätter medföra att elen måste produceras på annat sätt. Det kan i sin tur innebära att utsläppen av växthusgaser ökar.
2. **Ingen övergödning:** Åtgärden att gödsla kraftverksmagasin kan ses som ett sätt att ersätta en naturlig näringstillförsel, man kan också innebära att utsläppen av fosfor och kväve ökar i naturen.
3. **Levande sjöar och vattendrag:** Förslagen i denna rapport har klar bäring på flera av delmålen i detta miljömål; *Skydd av natur- och kulturmiljöer* (fiskets bevarande och traditionerna runt verksamheten), *Restaurering av vattendrag* (många av förslagen i denna rapport och i en tidigare rapport innebär någon form av restaurering av vattendragen), *Vattenskyddsområden* (utbyggda vattendrag blir mer värdefulla ju fler vattendrag som byggs ut), *Utsättning av djur och växter* (kanske det mest relevanta miljömålet, utsättningarna ska ske så att negativa effekter minimeras).
4. **Hav i balans samt levande kust och skärgård:** Utsättningen av lax och havsöring upprätthåller i viss utsträckning ett naturligt ekosystem i havs- och kustområden (även om laxens betydelse är liten i förhållande till torsken). Däremot bidrar utsättningarna till ett fiske, både yrkesfiske och fritidsfiske. Båda dessa verksamheter underlättar för företagande i skärgårds- och kustområden.
5. **Ett rikt växt- och djurliv:** I dagens läge är en av de främsta anledningarna till att odla och sätta ut fiske i de utbyggda älvarna att bevara något av älvarnas genetiska särart för sina respektive lax- och havsöringstammar. Få arter har så klar genetisk separation mellan olika delpopulationer (älvar) som lax och havsöring. Kompensationsodlingsverksamheten svarar således mot delmålet *Hejda förlusten av biologisk mångfald*. Fisket på de kompensationsodlade bestånden ska regleras så att det inte innebär långsiktigt negativa effekter på bestånden. Detta ligger lite utanför denna rapport, men har bäring på delmålet *Hållbart utnyttjande*.

4. Bakgrund

Vattenbruket har gamla anor; karp odlades i Kina redan för ca 4000 år sedan. Denna odling var dock tämligen extensiv och från början fångade man förmodligen in vilda småkarpar och födde sedan upp dem i dammar till slaktfärdig storlek⁹. Det finns emellertid ett flertal tänkbara beskrivningar om hur vattenbruket (i detta fall fiskodling) uppstod. Dessa beskrivningar behöver inte utesluta varandra, eftersom vattenbruket uppfunnits oberoende på flera ställen i världen under historiens gång¹⁰. Som exempel fanns det fiskodling på Hawaii redan för 1500 år sedan, således långt innan européerna kom dit^{11,81}. Till Sverige kom karpodlingen på 1500-talet, och under slutet på 1700-talet och början på 1900-talet odlades det karp på flera ställen, främst i Skåne (Bild 2). Det är dock under det senaste seklet som fiskodlingen intensifierats så pass att produktionen av odlad fisk på vissa ställen vida överstiger den naturliga produktionen i området ifråga. För att komma dit har utvecklingen gått via större förståelse för fiskens behov, utveckling av odlingskärl och torrfoder. Den som är intresserad av den historiska bakgrunden hänvisas till en tidigare rapport⁶. Den potential som finns i dagens vattenbruk gör det möjligt att föda upp ett stort antal fiskar av ett flertal arter. Dessa fiskar kan hållas i fångenskap tills de uppnått slaktfärdig storlek (matfiskodling), men de kan också sättas ut i naturen (sättfiskodling). Sättfiskens ålder kan variera, alltifrån nykläckta yngel till vuxen fisk.



Bild 2. Utfiskning av karpdamm i Gustavborg, Perstorp, Skåne. Bilden är troligen tagen ca 1920¹¹³

När en fisk tas in på odling, oavsett vilken ålder den har eller om den är född på odlingen, så exponeras den för en miljö som den är dåligt anpassad för. I och med detta utsätts fisken för en mängd urvalmekanismer som skiljer sig från naturen. Både på kort och lång sikt kan fiskens beteenderepertoar (både den nedärvda och den inlärd) och genetiska struktur förändras. Det sker en anpassning till den nya miljön. Denna anpassning bukar kallas domesticering. Termen kan vara en aning förvirrande, beroende på vem och hur man använder ordet. Enligt de forskare som studerar domesticering påbörjas processen så snart ett djur tas in i fångenskap^{12,13}. Vissa individer klarar detta bättre än andra, men det är en lång väg från detta stadium till att djuret blivit helt domesticerat (d.v.s. helt beroende av människan för överlevnad, reproduktion etc.). Det innebär att det finns få, om några, fiskstammar som kan sägas vara domesticerade på samma sätt som kor, silkesfjärilen, katter, hundar m.m. Den fisk som ligger närmast till är förmodligen en framavlade variant av karp, spegelkarpen (Bild 3.).



Bild 3. Spegelkarp¹⁴. Dessa fiskar kan bli stora (15-20 kg), många sportfiskerekord på karp utgörs av spegelkarpar. Titta på Sportfiskarnas hemsida¹⁵!

Många laboratoriestudier har gjorts för att utröna huruvida odlad och vild fisk skiljer sig åt. Flertalet av dessa studier har gjorts på laxartad fisk, beroende på att det är den typ av fisk som mest intensivt odlas och sätts ut på norra halvklotet. Från all dessa studier framgår det att vild och odlad fisk skiljer sig åt i flera olika avseenden; beteende mot rovdjur, socialt beteende, tillväxt etc.^{16,17,18,19,20,21,22,23,24,25}. Men många av dessa studier visar också att det är ett stort överlapp mellan vild och odlad fisk, och att omgivningsfaktorer (t.ex. uppväxtmiljö) i många fall överskuggar de genetiska effekterna. Om t.ex. avkomman från kompensationsodlad och vildfödd öring sätts ut som romkorn skiljer de sig inte i överlevnad och tillväxt²⁶. Detta kan synas vara positivt (det kan tolkas så att många av de förändringar som uppträder på odlad fisk är reversibla), men kan lika gärna antyda att den vilda populationen redan är starkt påverkad av den odlade. Dessutom kan den svaga skillnaden mellan vild och odlad fisk innebära att de biologiska effekterna på den vilda fisken kan bli större och allvarigare vid stora utsättningar av odlad fisk. På Fiskeriförsöksstationen i Älvkarleby utfördes flera försök som alla visade att vild och odlad öring skiljer sig i många avseenden. Odlade hanar har sämre parningsframgång, de två grupperna av honor skiljer sig åt vad avser lekbeteende, svarar olika på tillförsel av tillväxthormon, skiljer sig åt i socialt beteende, odlad fisk har snabbare tillväxt, odlad fisk tenderar att ta större risker mot rovdjur, odlad fisk har en försvagad stress respons, och vild fisk är mer aggressiv. Dessutom är genflödet stort från det odlade segmentet till det vilda. Det visade sig att det genflödet är stort och att de två grupperna av fisk är i princip lika²⁵. Om man antar att det finns en genetisk varians i de studerade beteendena och att selektionsregimerna skiljer sig stort mellan odlingen och det vilda kan genetiska skillnader kontinuerligt uppstå mellan den fisk som avlas och föds i naturen och den fisk som avlas och

odlas. Kort sagt, odlad fisk skiljer sig från vildfödd fisk, oavsett hur man bär sig åt. Frågan är då hur utsättningar av fisk kan påverka de vilda bestånden.

Oavsett vad utsättningen har för biologiska konsekvenser kan det i vissa fall var befogat av olika anledningar. Fisk kan sättas ut som kompensation för förluster beroende på vattenkraftutbyggnad, för att lokalt skapa ett fiske, eller för att återintroducera en population som dött ut, eller hotas av utrotning. Även om betydelsen av fiskutsättningar, främst i naturliga vatten, minskat genom åren kommer även i framtiden att föreligga ett behov av och ett motiv för fiskutsättningar i reglerade vatten. Dessa utsättningar kan dock förbättras/utvecklas, jämfört med idag, genom att så långt möjligt använda lokala/regionala stammar vid utsättningarna. I Fiskeriverkets föreskrifter (FIFS 2001:3) om odling, utsättning och flyttning av fisk har villkoren för utsättning av bl.a. bäckröding, kanadaröding och splejk skärpts jämfört med tidigare. Syfte med denna skärning är att minska risken för spridning av icke önskade fiskarter till olika vatten. På sikt kommer användandet av dessa arter och stammar att fasas ut helt.

Kompensationsodling av laxfisk såsom den ser ut idag är ett resultat av det arbete som gjorts av kraftbranschen och det som nu heter Fiskeriverket, allt sedan frågan aktualiserades för ca 70 år sedan. Metodik, teknik och riktlinjer vad avser fiskhälsa, genetik, djuretik har tagits fram främst inom ramen för Vandringsfiskutredningen, det som senare blev Laxforskningsinstitutet, LFI. Syftet var inledningsvis att kompensera det bortfall i yrkesfisket som orsakades av vattenkraftutbyggnaden i de stora svenska vattendragen. Under senare år har fokus mer och mer flyttas från ett nyttjandeperspektiv till ett bevarandeperspektiv vilket ställer andra krav på verksamheten. Dessutom uppstår inte sällan en konflikt mellan djurskyddsfrågor, bevarandenaspekter och utnyttjande av den resurs som den utsatta fisken är i yrkes- och inte minst sportfiske. Som exempel kan nämnas åtgärder för att undvika fenskador under odlingsfasen genom att hålla fisken vid lägre odlingsstämtheter än tidigare. Detta ger en snabbare tillväxt och därmed en utsättningsfisk som riskerar att än mer avvika i karaktär från den vilda fisken. Ett sätt att undvika detta är att i någon omfattning sätta ut fisken tidigare (som 1-å istället för 2-å). Även om detta vanligtvis är en onaturlig snabb tillväxt för våra breddgrader får det positiva med sig att varje utsättning omfattar två årsklasser och därmed ett bredare genetiskt material.

Kompensationsodlingen har, vilket antyds nedan, varit en stor tillgång för våra möjligheter att lära oss mer om laxfiskars biologi och ekologi. Något som har gynnat även de vilda bestånden. M74 är ett utmärkt exempel där branschen har tagit ett mycket stort ansvar för att lösa gåtan och därmed kunna hantera problemet, inte bara i odlingarna. När det gäller odlingsmetodik sker hela tiden en utveckling, inte minst vad gäller avelshygien. Idag tas avelsmaterial vanligtvis från hela beståndet vilket mestadels omfattar i alla fall tre årsklasser. Dessutom sätts i allt större utsträckning smolt ut med olika ålder. Man kan konstatera att utan den insats som görs i kompodlingarna skulle många laxstammar vara utrotade och deras genetiska egenskaper borta för alltid.

För närvarande har en nyligen sammansatt arbetsgrupp med representanter från branschen, Fiskeriverket och forskarsamhället påbörjat arbetet med att på olika sätt angripa problemet med smoltkvalitén i kompensationsodlingarna. Arbetet väntas ta fart efter årsskiftet och fokusera på en hel del av de frågor som tas upp denna rapport.

5. Effekter av utsättningar

5.1 Ekologiska effekter

Med ekologiska effekter menas påverkan på de vilda bestånden, både vad gäller samma art, andra fiskarter, eller andra organismgrupper. Detta är tyvärr ett relativt dåligt utforskat område. Anledningen till detta är flera, (1) man vet för lite om förhållandena före utbyggnaden, (2) det är dyrt, svårt och tidskrävande att studera dessa frågor, (3) den förändring som utbyggnaden medfört är/antas vara större än de som utsättningarna av odlad fisk medför, och (4) även om utsättningarna medför stor påverkan på vilda bestånd är/antas effekterna av att inte sätta ut fisk vara större. Kompensation- och stödutsättningar bidrog på 1980-talet till att 90 % av Östersjöns laxbestånd bestod av odlad fisk²⁷. En bidragande orsak var förmodligen att det i odling gick att hantera M74 på ett sätt som inte är möjligt i naturen. I en undersökning från 1981 rapporterades att det fanns 83 öringproducerande odlingar och att dessa i genomsnitt kläckte fram 250 000 st. yngel. Av dessa sattes 75 % ut i naturen. Om dessa fiskar inte satts ut skulle Östersjön nästan vara utan en massa topp-predatorer, vilket också kan anses som en negativ ekologisk effekt²⁸. Invändningen mot detta synsätt är att laxen jämfört med torsken, som har likartat födoval, är en marginell predator. De huvudsakliga sätt på vilken en art påverkar sitt omgivande ekosystem är genom att konsumera resurser, eller att vara resurs för andra konsumenter. För laxens del är det huvudsakligen som predator den kan påverka Östersjöns ekosystem. Även om förvaltningen av laxbeståndet skulle öka den totala mängden vild-smolt till 10 milj. och dessa skulle överleva 10 ggr bättre än den utsatta fisken, skulle det inte märkbart påverka Östersjöns ekosystem. Det får vara osagt vilken roll laxen spelar i områden som idag mer eller mindre saknar torsk, som t.ex. Bottniska viken. Där måste andra predatorer än torsk också beaktas²⁹. Detta tar dock inte hänsyn till laxens och havsöringen betydelse i vattendragens ekosystem. Det tar inte heller hänsyn till havsöringens betydelse längs kusterna. Där har i och för sig öringen konkurrens med gös och gädda. Men i dagens läge med vikande torskbestånd är det inte tillrådligt att experimentera mer med Östersjöns ekosystem, t.ex. genom att upphöra med lax- och öringutsättningar.

5.1.1. Spridning, konkurrens, mm.

En studie på hundlax (*Oncorhynchus keta*) visar att stora utsättningar leder till att arten utökar sitt utbredningsområde till havs³⁰. Huruvida detta innebär ökat överlapp i utbredningen och därmed potentiellt ökad konkurrens med andra arter/stammar är inte känt. Vissa studier tyder även på att stora stödutsättningar av laxfisk dramatiskt kan reducera den totala populationsstorleken och att det finns en gräns för hur mycket fisk som kan sättas ut³¹. Ett annat problem, hybridisering mellan lax och öring, kan mycket väl ha med utsättningar, oregelbunden (onaturlig) vattenföring och/eller dammbyggnader att göra³². Stora andelar hybrider har på senare år noterats bland annat i Dalälven. Detsamma har noterats i Mörrumsån men kan där knappast kopplas till faktorer med anknytning till vattenkraften. Där kan vara en bidragande orsak lax som satts ut runt Bornholm och som sedan vandrat upp i Mörrumsån. Troligtvis finns flera andra förklaringar till den stundtals höga frekvensen hybrider (vilka inte behöver utesluta varandra). Här behövs dock mer ingående studier för att förstå de beteendekologiska aspekterna, dessutom behövs en översikt över både utbyggda och orörda vattendrag.

5.1.2. Effekter på fiskar av samma art som utsättningsfisken

Två studier antyder att stora utsättningar påverkar vilda bestånd. Hos en stillahavslax (*Oncorhynchus tshawytscha*) fann man att de vilda bestånden påverkades både av förhållandena ute i havet och av antalet odlade laxar som sattes ut³³. Antalet odlade utsatta

laxar kunde inte ensamt förklara variationen i den reproduktiva framgången hos vilda bestånd. Om produktiviteten i havet var god (mycket mat) hade de vilda bestånden också hög produktivitet. Sådana år hade antalet utsatta odlade laxar ingen inverkan på vildfisken. Däremot fanns det ett sådant samband under de dåliga åren (dåligt med mat i havet). Detta visar att man ska vara försiktig med att dra slutsatser, en kort studie under ett gott år hade gett ett svar, och en studie under ett dåligt år en annan. Det som är oroande i sammanhanget är att den negativa påverkan av odlad fisk var som störst när den vilda fisken var som mest sårbar. Ett liknande mönster har noterats för en annan stillahavslax (*O. kisutch*). I 15 vattendrag i Oregon (USA) som studerades i sex år fann man ett negativt samband mellan proportionen lekfisk med odlad ursprung och reproduktionsframgången hos de vilda fiskarna³⁴.

Exemplen ovan handlar om lekfisk, d.v.s. något som händer ett eller flera år efter den kompensationsodlade fisken sätts ut. Detta är nog så intressant, men minst lika viktig är att veta vad som händer med ungstadierna. I ett fältförsök med öring i två vattendrag³⁵ sattes odlad fisk ut och vild fisk flyttades. I varje vattendrag användes fyra olika sektioner: (1) Kontroll, ingen fisk sattes ut, den ursprungliga tätheten bibehölls. (2) Täthet av öring fördubblades med förflyttad vild fisk (från av annan del av vattendraget). (3) Öringtätheten fördubblades genom att sätta ut odlad fisk. (4) Odlad fisk sattes ut, men ursprungliga tätheten bibehölls, "överskottet" av vild öring flyttades till (2). Överlevnaden påverkades inte nämnvärt av de ökade tätheterna, däremot var tillväxten sämre i områden med fördubblad täthet. Om den extra fisken hade vilt eller odlad ursprung hade ingen betydelse. Bäst tillväxt hade den ursprungliga fisken; vild fisk och odlad fisk hade båda sämre tillväxt. De två senare grupperna visade också tendenser att rör på sig, de återfångades i högre utsträckning längre bort från utsättningsplatsen (Bild 4). I en liknande studie fann man att utsättning av odlad fisk negativt påverkade tillväxten hos den vilda fisken, så deras resultat antyder att odlad fisk kan ha större negativa effekter än förflyttad vild fisk³⁶.

5.1.3. Effekter på andra fiskarter än utsättningsfisken

En av de första studierna som titta på effekterna på en annan art än den art som sattes ut skedd i England på 1970-talet³⁷. Där studerade man hur abborre påverkades av öringutsättningar. Man noterade en svag, men signifikant, negativ korrelation mellan antalet utsatta öringar och abborrens tillväxt (Bild 5). Ju fler öringar som sattes ut, desto sämre tillväxt abborren. Ett annat, mer närliggande, exempel är utsättningar som gjordes av odlad gös i Oulöjärvi i mellersta Finland³⁸. Den odlade gösen var ungefär sex gånger så tung som den vilda gösen av samma ålder. Den odlade gösen började omedelbart efter utsättning äta av norsken i sjön, men den vilda gösen av samma ålder var för liten för det. Man noterade också att äldre gös åt yngre artfränder. Det betyder förmodligen att odlad utsatt gös blev kannibalistiskt vid en lägre ålder än den vilda. Således hade i detta fall den utsatta fisken negativ påverkan både på en annan art och på de vilda artfränderna. Detta trots att den odlade fisken proportionellt hade sämre överlevnad än vild fisk. Men ibland kan kvantitet slå ut kvalitet.

Många studier har visat att de flesta laxartade fiskar som lever i rinnande vatten huvudsakligen söker föda under natten på vintern. Omställningen från att vara mestadels dagaktiv till att bli nattaktiv är temperaturberoende och att vara aktiv på natten är förmodligen ett sätt att minska risken att bli tagen av rovdjur. I en studie som gjordes i Skottland³⁹ använde man sig av rännor som utformades så att de var så naturliga som möjligt, med olika partier med antingen snabbt strömmande, långsamt strömmande eller nästan stillastående. Man hade också olika djup. Man noterade att lax och öring föredrar ungefär samma miljö under vintern. Men man noterade också att laxen tillbringade mer tid i snabbare strömmande och grundare vatten om den var tillsammans med öring. Likaså blev laxen mer dagaktiv tillsammans med

öring än om den var ensam i vattendraget. Effekten var störst för större fisk. Dessa resultat visar att stora utsättningar av öring i ett laxvattendrag kan tvinga laxen att ändra sitt beteende, dels utsätts den för store exponering för rovdjur och förmodligen måste den också uppehålla sig på ställen där födotillgången är sämre.

I Norge har man noterat att förrymd kasseodlad lax hybridiserar med öring i större utsträckning än vild lax. Huvudanledningen till detta är troligen att odlad lax är sämre på att "artbestämma" än vild lax. Naturligt är öringen och laxens lektid aningen separerad i tiden, öringen leker före laxen. Den odlade laxen vandrar upp i älvarna senare än den vilda laxen. Trots detta är överlappen mellan arterna i lektid tillräckligt stort för att den odlade laxen ska kunna orsaka betydande hybridisering⁴⁰. I det norska fallet är inte den odlade laxen kompensationsodlad lax utan kasseodlad lax (går hela livet i fångenskap). Den laxen är mer domesticerad än kompensationsodlad fisk.

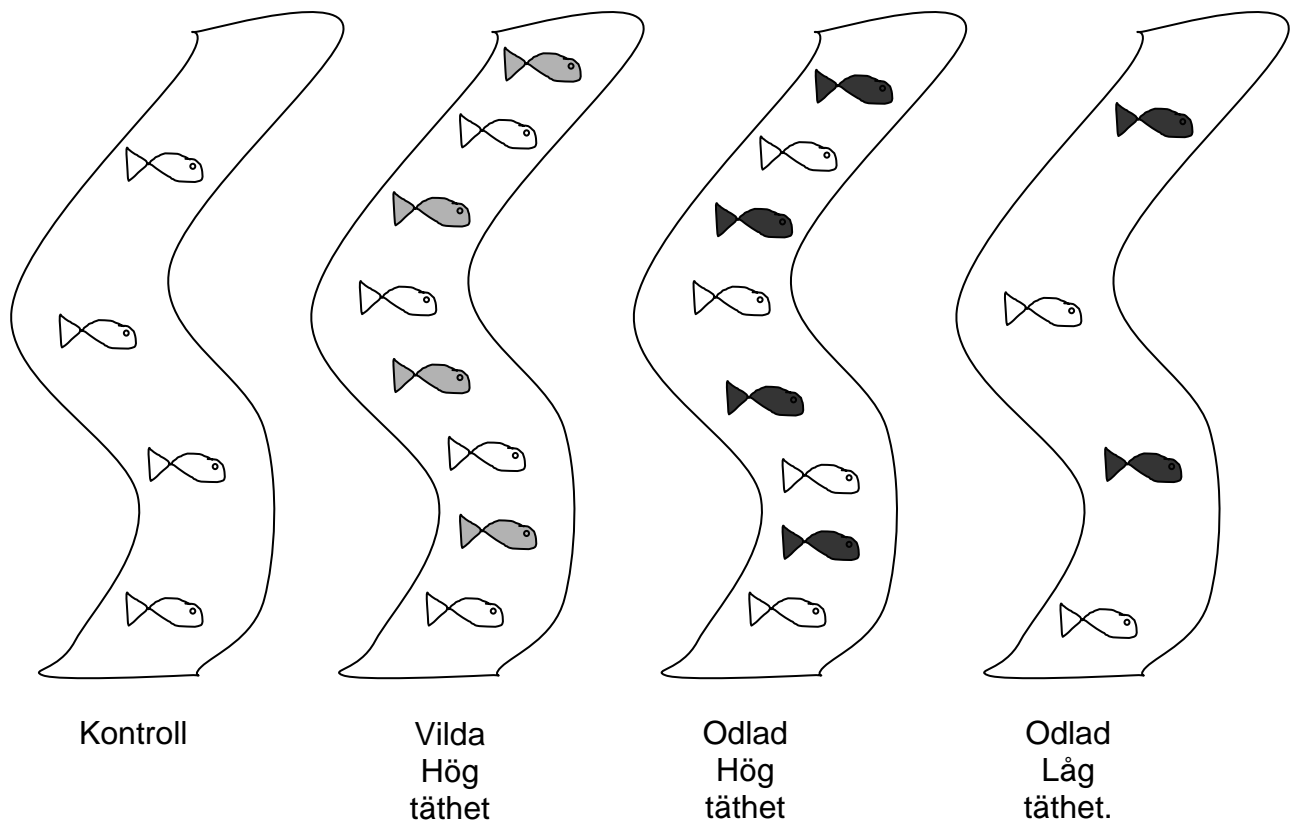


Bild 4. Schematisk beskrivning av ett experiment på öring hur tätheten påverkar tillväxt och migration³⁵. Vita fiskar är vilda fiskar, grå är vilda förflyttade fiskar och svarta är odlade (ursprung: ett annat vattendrag än det experimentet gjordes i) som sattes ut.

5.1.4 Sjukdomsspridning

Stora utsättningar bidrar till att sjukdomar sprids mellan olika vattendrag^{48,49}. Fiskodling och sjukdomar är värd en egen sammanställning. Här kommer vi endast kort att beröra vissa aspekter. I förordning (SFS 1994:1716 om fisket, vattenbruket och fiskerinäringen) står det i 16 § utsättningstillstånd inte får ges om det finns risk för spridning av smittsamma sjukdomar. Ett förtydligande finns i Fiskeriverkets föreskrifter (FIFS 2001:3 om odling, utplantering och

flyttning av fisk) där det 4:3 § sägs att tillstånd inte får ges för flyttning av levande fisk från havet med angränsande sötvattensområden nedanför det första definitiva vandringshindret för lax och havsöring till övriga sötvattensområden. I Jordbruksverkets föreskrifter (SJVFS 2006:15) anges i 11 § att förflyttning av fisk från kustområden till inlandsområden är förbjuden. I Miljöbalken kap 7. (Lag 2001:437) finns ytterligare regelverk om att bedriva verksamheter eller vidta åtgärder som på ett betydande sätt kan påverka miljön. Fiskodlingsnäringen (inkl. kompensationsodlingarna) har tillsammans med Fiskeriverket och Jordbruksverket under mer än 20 år samrått och optimerat fiskhälsokontrollen så att vi idag har ett av de bästa fiskhälsolägena inom EU.

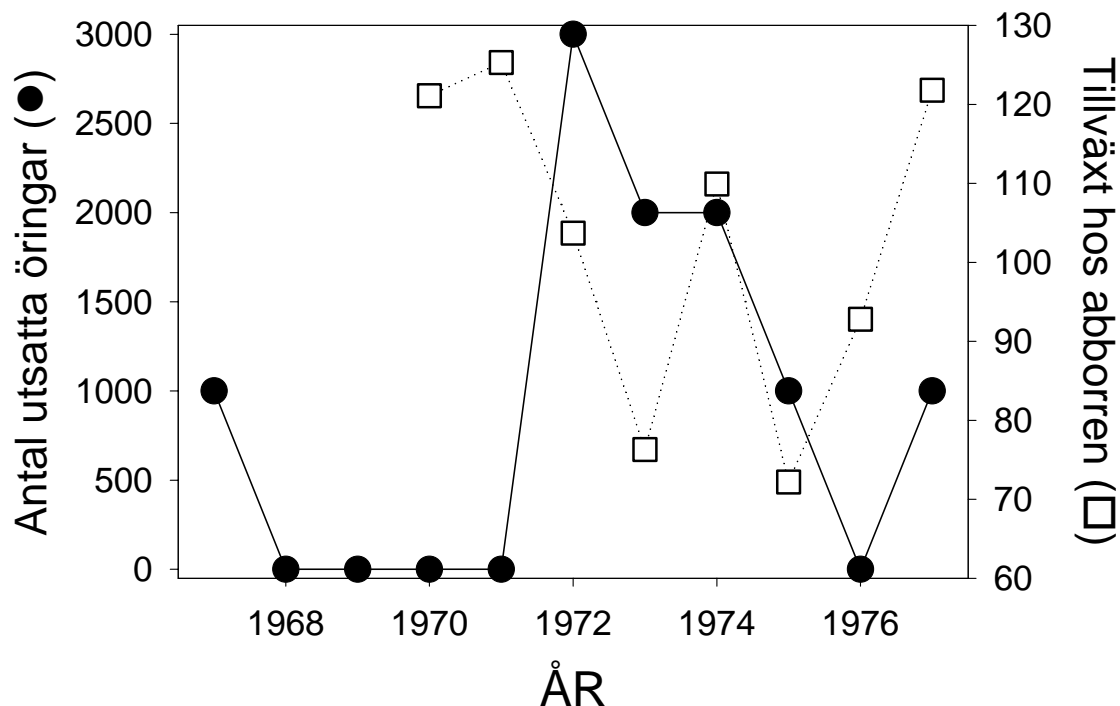


Bild 5. Utsättning av öring i en sjö i England (Malham Tarn, Yorkshire, Storbritannien). och hur den påverkade abborrbeståndet i samma sjö. Som kan ses finns det en tendens till att abborrens tillväxt går ner åren efter en stor öringutsättning³⁷.

Ett förhållande som är värt mer uppmärksamhet är förhållandet mellan den odlade fiskens hälsostatus och dess överlevnad⁴¹. I odling är det tämligen vanligt att fisken får fenskador, antingen som slitage (fenorna slits mot tråget) eller på grund av att fiskarna biter/nafsar varandra. Dylika skador är inkörspporten för olika sjukdomar, bl.a. kan bakterier erodera hela fenan om det vill sig illa. När sådan fisk sätts ut kan man tänka sig att den ska sämre överlevnad än en fisk med intakta fenor, men det är svårt att separera sjukdomen/skadan från andra odlingseffekter. Frekvensen fenskador hos fisken, beror på hur stressad fisken är, odlingstäthet, vattenkvalitet, fiskens ålder, mm.¹⁰⁶. Således vet vi alltför lite om hur en begränsad fenskada påverkar fiskens överlevnad efter utsättning. Det vi kan säga idag är att fenskador framförallt är ett tecken på en dålig allmän hälsostatus^{62,100,101}. Från laboratoriestudier vet man dock att infekterad fisk som har god tillgång till mat överlever bättre än de som inte har det⁴², likaså att de har sämre överlevnad i odling^{102,103}. Om infektionen i naturen minskar fiskens möjlighet att söka föda får man en dubbel effekt, dels

infektion, dels svält. I Sverige har de flesta odlingar bra hälsokontroll, varför sjuk fisk antingen behandlas eller avlivas. Man har således minimerat risken att sjuka fiskar sätts ut.

En annan aspekt är att odlingar kan ”förse” omgivande vild miljö med sjukdomar^{43,44}. Ett belagt exempel är parasiten (*Lepeophtherius salmonis*), en allvarlig marin patogen som angriper både vild och odlad lax och öring. Den angriper också röding, men i mindre utsträckning⁴⁵. På ett litet smolt kan elva eller fler parasiter räcka för att döda fisken⁴⁶. I Norge har man sett vissa år att parasiten kan döda 30-50 % av all utvandrande öringsmolt⁴⁵ och 48-86 % av vild laxsmolt¹⁵⁴. Man har också noterat att i områden där man inte hade laxodlingar var parasitangreppen betydligt färre⁴⁵. Nu är situationen inte lika alarmerande i Sverige, vi har inte samma intensiva laxodling som i Norge, men exemplet visar ändå hur en odling kan påverka omgivningen. När det gäller reella risker för spridning av smittämnen vid utplantering av odlad fisk avser det sådana smittämnen som dels är omöjliga att behandla i odlingar (dvs. främst virus-infektioner och vissa bakteriella infektioner) och dels inte är vanligt förekommande under svenska förhållanden. Det avser därför främst de smittämnen som idag ingår i de svenska kontroll- och bekämpningsprogrammen. Givetvis är inte dessa sjukdomar begränsade till odlad fisk, de förekommer även i det vilda, men en odling kan med sin koncentration av fisk bli en större smitthärd än ett vilt bestånd.

I Sverige har vi genom ett långsiktigt och framgångsrikt arbete, i stor utsträckning drivet av kompodlingarna själva, en god hälsostatus. Vi är också befriade från flera av de allvarliga fisksjukdomar som ställer till stora ekonomiska och ekologiska problem i andra länder. De tilläggsгарantier som vi i Sverige har av denna anledning har varit kostsam för odlingsverksamheten. En bra hälsokontroll på odlingarna innebär inte bara att den odlade fisken mår bättre, utan kan även innebära att vild fisk skyddas från kraftig exponering av olika sjukdomsframkallande organismer.

Ett specialfall när det gäller sjukdomar är M74. Det är en sjukdom som drabbar laxens gulesäcksyngel (de nykläckta ynglen) när de är några veckor gamla. Sjukdomen är bunden till vissa laxhonor, och i de kullar som drabbas dör vanligtvis samtliga yngel⁵¹. En del av symtomen hos M74-yngel kan tolkas som brist på något viktigt näringsämne. Man vet att de sjuka ynglen har mycket lägre halter av tiamin (ett B-vitamin). I odling förekommer det att de nykläckta gulesäcksynglen badas i tiamin, vilket har visat sig vara ett effektivt sätt att förebygga sjukdomen. Men fråga är om vi redan nu vågar slå fast att M74 inte utgör ett hot mot de vilda bestånden? Eller är det så att detta syndrom tarvar att kompensationsodlingar framgent utgör en slags garant för att M74 inte medför kritiska minskningar av laxpopulationerna i Östersjön? I vart fall har ju kompensationsodlingar potentialen att eliminera de uppenbara effekterna av M74.

5.1.5. Utsättningsmetoder

En annan effekt av kompensationsodlingen, eller snarare utsättningen efter det att fisken är färdigvuxen på odling, är smoltutvandringen och lekåtervandringen. Hur och när man sätter ut fisken har stor betydelse för hur fisken betar sig. Detta är en viktig punkt som dessutom enkelt går att åtgärda i de flesta fall om så behövs. Vissa åtgärder kan dock kräva förändringar av vattendomar. Om fisken sätts ut för tidigt, d.v.s. innan den är helt smoltifierad, finns risk för att den stannar kvar i vattendraget. Nackdelen med det är att vattendraget oftast inte kan hysa några större mängder fisk (p.g.a. utbyggnaden). Resultatet kan bli negativa täthetsberoende effekter såsom ökad dödlighet och sämre tillväxt. Likaså om man sätter ut fisken för högt upp i vattendraget kan den få för sig att stanna kvar där. Detta kan vara lite förvånande, man kan ju tycka att fisken då borde bättre lära sig hur hemvattnet ter sig, vilket borde gynna en mer

precis återvandring, men så är inte alltid fallet. I Östersjön har man under flera år praktiserat fördröjd utsättning, man sätter ut fisken i kassar i havet och låter fisken växa lite extra på våren innan den sätts ut. Detta ger en kraftigt ökad överlevnad⁵², men på bekostnad av en mindre precis återvandring. Ofta har dessa utsättningar gjorts mer eller mindre långt från hemälven (danska utsättningar har bl.a. gjorts runt Bornholm). Resultatet blir att fisken inte hittar ett hemvatten och kan vandra upp i vilket vatten som helst, vilket negativt kan påverka de bestånd som finns där. Naturvårdsverket anser att fördröjd utsättning av odlad lax i södra och sydöstra Östersjön bör upphöra. Effekterna av felvandrande lax på de genuina bestånden i Mörrumsån och i flera av västkustens vattendrag är inte kända och bör utredas. Tumregeln är om man sätter ut fisken på fel plats vid fel tidpunkt så ökar felvandringen⁵³.



Bild 6. En ung lax angripen av tre laxlusar (*Lepeophtherius salmonis*)⁵⁰.

5.1.6. Predation på fisk

En farhåga är att stora utsättningar ska dra till sig rovdjur och därmed också öka predationstrycket på de vilda bestånden, både laxfiskar och andra fiskgrupper. En dansk undersökning visar att odlad utsatt fisk tas i större utsträckning av skarv och häger än vild fisk⁵⁶. Enligt den danska undersökningen fångades 68 % av fisken av fåglarna, men de hade ingen antydning till att vild fisk därigenom drabbas av ett ovanligt högt rovdjurstryck. I en undersökning på smolt som vandrar ut från Dalälven befanns skarven endast äta ca 1 % av fisken⁵⁷. Således är det en stor variation i hur fisken kan drabbas. Detta i sin tur innebär att resultaten från en lokal inte alltid kan direkt överföras på förhållandena på en annan lokal.

5.1.7. Effekter på andra organismer än fisk

Hur utsättningarna påverkar andra grupper av organismer är dåligt undersökt. Det man kan tänka sig är att en stor utsättning åtminstone initialt kan öka trycket på bytesdjur. Några av de fåtal studier som gjorts antyder att så kan vara fallet^{54,55}, (Tabell 1).

Tabell 1. Den här tabellen visar resultat från en s.k. meta-analys (man väger samman flera studier som behandlar ungefär samma sak)⁵⁴. 'Effect size' är ett värde på hur en fiskart påverkar bottenfaunan i ett vattendrag. Ett negativt värde innebär en negativ påverkan, d.v.s. ju mer fisk det finns av arten, desto lägre täthet finner man hos bottenfaunan. De tre arterna som står överst åter mestadels bottenfauna och de uppvisar sammantaget att den typen av fiskarter har en signifikant negativ påverkan på bottenfaunan. De tre arterna som står nederst åter huvudsakligen sådant som kommer drivande med strömmen och de uppvisar ingen negativ påverkan på bottenfaunan.

<i>Fiskart</i>	<i>Effect size</i>	<i>Referens</i>
Cottus bairdi	-0.78	Koetsier, P. 1989. J. Freshwater Ecol. 5:187-196
"spräcklig simpå"	-0.51	Flecker, A.S. 1984. Oecologia 64:300-305
Cottus gobio	-0.45	Englund & Olsson unpubl.
stensimpå		
Semotilus atromaculatus	-0.49	Gilliam, J.F. et al. 1989. Ecology 70:445-452
"bäckfärna"	-0.34	Harvey, B.C. & Hill, W.R. 1991. J.N.Am. Benthol. Soc. 10:263-270
medel ± stand.avvik.	-0.51±0.15	
Salvelinus fontinalis	0.03	Allan, J.D. 1982. Ecology 63:1444-1455
bäckröding	0.19	Reice, S.R. & Edwards, R.L. 1986. Can. J. Zool. 64:1930-1936
Oncorhynchus kisutsch	0.09	Culp, J.M. 1986. J.N.Am. Benthol. Soc. 5:140-149
hundlax		
Salmo trutta	0.21	Schofield, K. Et al. 1989. Freshwater Biol. 20:85-95
öring	0.15	Greenberg unpubl.
medel ± stand.avvik.	0.13±0.07	

5.2. Genetiska effekter

5.2.1. Genetiska effekter på odlad fisk

Att hålla fisk i fångenskap i en miljö som avviker från den naturliga innebär alltid att fisken av olika anledningar kommer att förändras. Genetiska förändringar uppstår som ett resultat av *genetisk drift* och *naturligt urval (selektion)*. Genetisk drift är en slumpmässig process som beror på att ett begränsat antal individer för sina gener vidare vid varje generationsskifte. I små populationer kan förändringar orsakade av genetisk drift gå mycket fort. I fångenskap utsätts också fisken för andra urvalsmekanismer än i det vilda. Fiskar som bär på anlagsvarianter som är gynnsamma i odlingsmiljön (t.ex. gener som kodar för snabb tillväxt) kommer att få en relativt hög framgång. Därmed kommer dessa anlagsvarianter att bli vanligare och vanligare med tiden som ett resultat av naturligt urval.

5.2.1.1. Genetisk variation i odlade stammar

Kompensationsutsättningar i vattendrag utan naturlig reproduktion.

På grund av stora förändringar i miljön, bland annat förlust av lek- och uppväxtområden, saknar idag många exploaterade vattendrag nästan helt naturlig reproduktion av de arter som kompensationsodlas och sätts ut. Eftersom ingen naturlig produktion förekommer idag, och i princip all lekfisk som fångas in och används i aveln är av odlat ursprung, kan dessa stammar ur genetisk synvinkel betecknas som isolerade. Emellertid kan felvandrande fisk från andra bestånd ibland föra in nytt genetiskt material i de odlade stammarna. Ett problem med många odlade stammar är att de ofta är för små. Små populationer tappar genetisk variation i snabbare takt jämfört med stora populationer, vilket kan få allvarliga konsekvenser. Förlust av genetisk variation leder till inavel och eventuellt inavelsdefekter. Förlust av genetisk variation gör också att populationen får en sämre evolutionär potential, vilket innebär att populationen kan få problem med att anpassa sig till förändrade miljöbetingelser i framtiden.

Riktlinjer har utarbetats för att undvika negativa genetiska konsekvenser hos fisk som hålls i odling. Man pratar ofta om att den effektiva populationsstorleken (förkortas N_e) per generation bör vara minst 50 för att undvika inavel i ett kortare perspektiv⁵⁸. Begreppet effektiv populationsstorlek är mycket användbart då man försöker karakterisera en population genetiskt⁵⁹. Mängden genetisk drift, dvs hur fort genfrekvenserna förändras från generation till generation, samt förlusten av genetisk variation förväntas öka ju mindre populationen är. Det är dock inte det absoluta antalet fiskar i populationen som är av intresse. Istället är det den effektiva storleken som påverkar processer som genetisk drift och inavel. I en population med lika många hanner som honor, där alla lekfiskar får lika många ungar, är N_e lika med antalet lekfiskar. Den reproduktiva framgången varierar dock alltid mellan individer. Dessutom är ofta könskvoten skev bland de individer som lyckas med reproduktionen. N_e är därför i praktiken ofta betydligt lägre än den verkliga populationsstorleken⁶⁰.

Om man vet hur mycket mindre N_e är jämfört med det faktiska antalet reproduktiva individer kan man uppskatta hur många lekfiskar som krävs för att komma upp i en viss effektiv storlek, t.ex. $N_e=50$. Tidigare studier av laxfiskar visar att den effektiva storleken är ca 3 gånger lägre än det faktiska antalet reproducerande individer under naturliga förhållanden²⁶. En effektiv storlek på $N_e=50$ skulle i detta fall motsvara ca 150 lekfiskar. Detta är per generation. Generationstiden hos t.ex. havsöring är ca fem år, vilket innebär att det varje år krävs minst 30 individer (15 hanner och 15 honor) för att nå upp till minimigränsen $N_e=50$ per generation. Detta förutsätter emellertid att antalet lekfiskar är relativt konstant år från år. Ett dåligt år med få lekfiskar kommer att sänka medelvärdet mycket eftersom N_e per generation är det harmoniska medelvärdet av de enskilda åren. Därför måste ett dåligt år kompenseras kraftigt med många fler fiskar under de övriga åren. I odling går det att minska skillnaden mellan den effektiva och den verkliga populationsstorleken genom att eftersträva en jämn könskvot bland lekfisken samt se till att ungefär lika många avkomor per föräldrafisk sätts ut. På så sätt kan man minska antalet lekfiskar något och trots det nå upp till målsättningen vad gäller den effektiva storleken.

För att en population ska behålla sin evolutionära potential på längre sikt räcker det inte med $N_e=50$ utan här brukar man använda $N_e=500$ som nedre gräns⁶¹. Vad menas då med kort respektive lång sikt? En stam som hålls isolerad på odling under en kortare period, säg upp till 10-12 generationer (vilket motsvarar 50-60 år för lax och öring), kan behålla en stor del av sin genetiska variation och samtidigt kan risken för inavelsdefekter undvikas vid ett N_e på 50. Om stammen dock ska hållas isolerad under längre tid bör gränsen $N_e=500$ användas som riktvärde för att undvika en successiv genetisk utarmning. Vid denna effektiva storlek antas

förlusten av genetisk variation genom drift motverkas av mutationers genererande av ny variation. Många av de populationer av lax och öring som har varit och kommer att vara helt beroende av kontinuerliga kompensationsutsättningar under lång tid hamnar således i den andra kategorin, där $N_e=500$ bör utgöra nedre gräns för populationens effektiva storlek. Enligt räkneexemplet ovan skulle det innebära ca 300 reproduktiva individer per år! Få, om ens några, fiskodlingar kommer upp i dessa antal. Slutsatsen blir att kompensationsodlingarna inte uppfyller de riktlinjer som finns, och på längre sikt riskerar dessa populationer att utarmas genetiskt. Det finns flera studier på laxfisk som bekräftar detta^{63,64}. Man kan dock fråga sig hur vilda populationer kommer upp i de effektiva storlekar som krävs för att undvika inavel och bibehålla evolutionär potential. Många lax- och öringvatten är ju relativt små, och antalet föräldrafiskar är förmodligen också relativt litet. Det finns dock en väsentlig skillnad mellan vilda och de flesta odlade stammar i detta avseende. I naturen förekommer alltid ”felvandring” mellan vattendrag, vilket innebär att det ständigt förs över genetiskt material mellan framförallt närliggande populationer. I en sådan situation speglar antalet lekfiskar i det enskilda vattendraget inte nödvändigtvis förlusten av genetisk variation. Även en mycket låg frekvens felvandring, i storleksordningen några få fiskar per generation, räcker för att en liten population ska bibehålla sin genetiska variation över tid. Många odlade stammar hålls dock mer eller mindre isolerade från genflöde utifrån, och under dessa omständigheter finns ett direkt samband mellan antalet lekfiskar i den aktuella stammen och förlusten av genetisk variation över tid. Hos laxfisk generellt anses felvandringen mellan närliggande vilda populationer vara tillräcklig för att motverka förlust av genetisk variation, men samtidigt inte högre än att de enskilda populationerna kan bibehålla sin särprägel vad avser egenskaper som är viktiga för framgången på ett lokalt plan.

Kompensationsutsättningar i vattendrag med naturlig reproduktion.

I vissa vattenkraftsutbyggda vattendrag finns fortfarande rester av vilda populationer av t.ex. lax och öring kvar, även om dessa rester ofta bara utgör en spillra av vad som fanns innan exploateringen. I dessa vattendrag kan man dela in populationen i två segment, där det ena består av vildfödd fisk och det andra av kompensationsodlad fisk. De båda segmenten är dock inte isolerade eftersom båda segmenten finns representerade i varierande grad bland den avelsfisk som fångas varje år och som används som föräldrar till nästkommande generationer av odlad fisk. Denna typ av utsättning brukar gå under benämningen förstärkningsutsättning (från engelskans ”supportive breeding”).

Metoden är förstås bra för att öka produktionen och därmed populationsstorleken. Eftersom överlevnaden under de första levnadsstadierna är mycket högre på odlingen så produceras ett större antal ungar per föräldrafisk jämfört med om dessa lekfiskar skulle tillåtas leka ute i det vilda. Dessutom riskerar man inte att få in främmande gener från andra populationer eftersom den odlade fisken är av lokalt ursprung. Men metoden kan få förödande genetiska och ekologiska konsekvenser i det långa loppet. Det beror på att ett fåtal fiskar (de som tas in på odling) står för en betydande del av produktionen av ungar. Variationen i reproduktiv framgång i populationen som helhet (de vilda och odlade segmenten sammanslagna) blir mycket stor och den effektiva populationsstorleken liten⁶⁵. Därför uppvisar t.ex. havsöringpopulationer som varit utsatta för förstärkningsutsättningar tecken på låga effektiva storlekar och låg grad av genetisk variation⁶⁶.

Förstärkningsutsättningar enligt ovan kan dock under en begränsad period vara bra för att få fart på små hotade populationer, men det måste hela tiden finnas en strävan att identifiera och åtgärda de bakomliggande orsakerna till populationens dåliga status för att på så sätt förbättra den naturliga produktionen och på sikt avveckla utsättningarna. Det bör i detta sammanhang

påpekas att vid alla former av kompensationsutsättningar är det trots allt en fördel om en så stor del av populationens reproduktion som möjligt sker i det vilda. På så sätt förs det hela tiden in vildfödd fisk i den odlade stammen, vilket minskar risken för oönskade genetiska förändringar⁶⁷ (se avsnittet ”Odlingsselektion” nedan).

Odlad eller fisk från ett annat vattendrag kan ibland lyckas bra i det nya vattnet, särskilt om det är frågan om återintroduktion. Ett intressant exempel på att även en långsiktigt odlad stam kan vara framgångsrik är de utsättningar av Laganlax som sker i Tyskland och Tjeckien¹¹⁰. Lagans laxstam har historiskt aldrig kunnat vandra mer än ca 15 km upp i ån. Stammen har varit i det närmaste helt beroende av utsättningar de senaste 75 åren. Trots det visar det sig att stammen vandrar ca 6000 km upp i Elbe till Tjeckien för att leka. Laganlaxen har visat sig stå sig bra när det gäller överlevnad, återvandring och andra betydelsefulla parametrar. I en studie av en älv i Estland där lax utrotats visade det sig dels att den närmast liggande älven försåg den ”tomma” älven med fisk när föroreningssituationen förbättrades. Det innebär att felvandring sker och att felvandrare kan etablera sig snabbt och de slipper konkurrens från bättre anpassade individer¹⁰⁹.

5.2.1.2. Odlingsselektion

Trots att de individer som används som avelsmaterial vid kompensationsutsättningar oftast väljs ut slumpmässigt från den lokala populationen så innebär den onaturliga miljön i odlingen att fisken kommer att förändras över tid. Vissa selektionstryck existerar inte på odlingen medan andra går i helt motsatt riktning i jämförelse med det vilda. I odlingen växer fisken upp i små tråg eller dammar, ofta med mycket höga tätheter, i frånvaro av bl.a. predatorer. Dessutom får fisken en kontinuerlig tillförsel av föda. Detta liv kontrasterar kraftigt mot livet i det vilda, där fisken måste försvara revir i vattendrag med diverse predatorer och en oförutsägbar födotillgång. Tidigare studier har visat att odlingsmiljön bl.a. selekterar för ökad tillväxt, förändrat beteendemönster och sämre förmåga att undkomma predatorer^{68,69}. Dessa avvikelser från den vilda normen sker successivt och ökar med antalet generationer populationen hålls i odling. När sedan den odlade fisken sätts ut i det vilda har det visat sig att den klarar sig sämre, just på grund av att den är anpassad till miljön i odlingen^{70,71,72}.

Det är oklart vilka långsiktiga effekter odlingsselektionen ställer till med. Under senare år har andelen odlad lax minskat i yrkesfiskets fångster i Östersjön⁷³. Förklaringen tycks vara både minskad överlevnad hos den odlade fisken och en ökad produktion av vild lax. Förklaringen till varför den odlade fisken överlever sämre i havet kan vi bara spekulera i. Det är möjligt att faktorer i uppväxtmiljön, som t.ex. förändringar vad gäller mängd och typ av föda, haft en negativ påverkan på överlevnaden hos fisken efter utsättning. Men det kan också bero på en successiv genetisk förändring av fisken, i form av minskad genetisk variation och avvikelser från den vilda normen till följd av odlingsselektion, som gör den sämre anpassad till livet i det vilda. I en alldeles färsk och mycket elegant studie av vandrande regnbåge i USA visade man att den reproduktiva potentialen i det vilda minskar med ca 40 % för varje generation fisken föds upp i odling fram till smoltstadiet⁷¹. Dessa resultat antyder att odlingsselektionen kan få mycket negativa konsekvenser på bara några få generationer. Resultaten antyder även att de metoder vi använder idag för att förstärka små bestånd i exploaterade vattendrag, t.ex. kompensationsutsättningar av lax och öring, med största sannolikhet inte är långsiktigt hållbara. Fisken kommer successivt att förändras för att så småningom inte vara kapabel att genomgå hela livscykeln i det vilda. Det finns således anledning att vara mycket orolig för de kompensationsodlade stammarnas framtid.

Ett sätt att minska effekterna av odlingsselektion är att så långt det är möjligt förbättra möjligheterna för naturlig reproduktion i vattendraget. En del av den vildfödda fisken kan sedan användas för att komplettera avelsmaterialet varje år. På så sätt kommer alltid en del av avelsfisken att ha genomgått hela livscykeln ute i det vilda. Effekterna av odlingsselektion kan eventuellt också minskas genom att föda upp fisken under så naturliga förhållanden som möjligt⁷⁰. Det är dock omöjligt att helt undvika genetiska förändringar i odlingsmiljön, helt enkelt beroende på att överlevnaden är så hög att även fiskar med mindre lämpliga arvsanlag överlever, d.v.s. oönskade egenskaper selekteras inte bort i samma utsträckning som i det vilda⁷².

5.2.2. Genetiska effekter på vild fisk

5.2.2.1. Effekter på samma art som utsättningsfisken

Odlad fisk av lokalt ursprung.

Utsättningar av en art i ett vattendrag där arten redan finns representerad kan få negativa följder. Även om den utsatta fisken är av samma ursprung som den vilda fisken, d.v.s. den odlade stammen har startats med individer från den vilda populationen, finns en risk att verksamheten kan få negativa genetiska konsekvenser, bl.a. ökad inavelsgrad⁶⁵ (se avsnittet ”*Kompensationsutsättningar i vattendrag med naturlig reproduktion*” ovan). Dessutom är risken stor att egenskaper som den odlade fisken bär med sig förs över till det vilda segmentet^{71,72,74} (se avsnittet ”*Odlingsselektion*” ovan).

Odlad fisk av främmande ursprung.

Många arter är uppdelade i mer eller mindre isolerade enheter (populationer). Individer inom en population är ofta anpassade till sin hemmiljö. Tidigare studier har visat att t.ex. havsvandrande öring är mest konkurrenskraftig i sitt hemnavatten just p.g.a. att de är anpassade, med avseende på t.ex. tillväxtmönster, sjukdomsresistens, vandringsbeteende etc., till de speciella förhållanden som råder i vattendraget⁷⁵. Om odlad fisk av annat ursprung sätts ut i ett vattendrag med vilda bestånd av samma art kan hybridisering och genetisk sammanblandning resultera i att lokalt anpassade egenskaper hos den vilda fisken går förlorade, vilket kan få mycket allvarliga konsekvenser. Detta görs inte inom ramen för kompensationsprogrammet och saknar därför liten relevans i detta sammanhang. Ett exempel på detta är rymningar av odlad lax utanför Irland⁷⁶ (McGinnity et al 2003). De odlade laxarna vandrar upp och fortplantar sig i vattendrag som hyser vilda laxpopulationer. Den odlade fiskens ungar, och avkommor från hybridiseringar mellan vild och odlad lax, växer fort och konkurrerar ut vild lax under livscykelns första stadium. Emellertid är överlevnaden hos laxar av odlad ursprung betydligt lägre under senare livsstadier (upp till 20 ggr lägre än hos den vilda laxen), och detta får till följd att produktionen i vattendragen i stort minskar och vilda laxpopulationer riskerar att slås ut helt. Motsvarande problem finns på många platser i världen, inte minst i Norge⁷⁷. På samma sätt kan fördröjd utsättning av lax och öring, som praktiseras i bl.a. Danmark och har förekommit på försök även i Sverige, få negativa konsekvenser för vilda bestånd. De utsatta individerna är inte präglade på något speciellt vattendrag och vandrar därför upp i många olika vattendrag, vilket kan resultera i genetisk sammanblandning med unika, vilda bestånd som då kan slås ut (se avsnittet ”*Utsättningsmetoder*” ovan).

De ålutsättningar som sker i bl.a. Sverige utgör en lite speciell typ av kompensationsåtgärd. De glasålar som sätts ut är inte odlade från start utan vildfångade på platser där rekryteringen är stor och glasålen finns i överskott. Tanken är att fånga in en del av dessa ålar och flytta dem till lämpliga uppväxtområden där ålförekomsten av en eller annan anledning är låg. På så

sätt hoppas man att den totala produktionen av lekmogen blankål i Europa ska öka, vilket förhoppningsvis kan hjälpa till att bryta den neråtgående trenden i rekryteringen⁷⁸. Genetiska studier antyder att ålen är en panmiktisk art, d.v.s. det finns bara en population över hela utbredningsområdet⁷⁹, vilket innebär att genetiska hänsyn med avseende på ursprung inte behöver tas vid förflyttningar av ål inom Europa.

5.2.2.2. Effekter på andra arter än utsättningsfisken

Utsättningar av odlad fisk påverkar alltid på något sätt ekosystemet. Vare sig det gäller utsättning av fisk som inte förekommer naturligt i vattendraget (jmf utsättningar av regnbåge vid put-and-take-fiske) eller utsättningar av en i systemet redan existerande art så kommer andra arter att påverkas, positivt eller negativt. Vi vet mycket lite om vilka genetiska effekter fiskutsättningar kan ha på andra arter, även om säkert de flesta arter i ekosystemet påverkas på något sätt. Det finns emellertid några studier som visar hur utsättningar av en art kan få långtgående genetiska konsekvenser också för andra arter i systemet. I Dalälven förekommer hybrider mellan lax och öring i relativt hög frekvens. I en restaurerad del av älven uppmättes en hybridfrekvens på över 40 % under 1995 och 1996³². Den höga förekomsten av hybrider antas bero på storskaliga kompensationsutsättningar av både lax och öring i kombination med brist på lek- och uppväxtområden i älven. Liknande observationer, med relativt höga frekvenser av hybrider mellan vild lax och utsatt öring, har gjorts på Newfoundland⁸⁰, där laxen men inte öringen förekommer naturligt.

5.3. Samhällsekonomiska effekter

Vid en samhällsekonomisk analys av effekterna av kompensationsutsatt fisk bör man analysera alla effekter av utsättningarna, både direkta och indirekta effekter. I kalkylerna ska man i den mån det är möjligt inkludera externa effekter. Externa effekter uppstår då marknadspriset inte motsvarar den samhällsekonomiska kostnaden för en vara eller tjänst. En negativ extern effekt innebär att en aktivitet medför en negativ bieffekt för tredje part som den som utför aktiviteten inte behöver betala för på grund av att det inte finns någon marknad för det. Ett exempel är utbyggnad av vattenkraft. Då vattenkraft byggs ut så påverkar det miljön i älvfåran och gör att fisk ofta inte kan vandra upp för att leka eller vandra ut i havet igen på grund av de kraftverk som installeras blockerar fiskarnas väg. Då det inte finns någon marknad där vattenkraftsbolagen kompenserar de som drabbas negativt av miljöförändringen så är det motiverat att staten griper in och inför en kostnad för den som skapar negativa externa effekter, tex genom att lägga en skatt eller avgift på aktiviteten. I Sverige har staten genom vattendomar försökt åtgärda den negativa externa effekten på allmänhetens fiske genom att vattenkraftsbolagen åläggs krav att genomföra kompensationsåtgärder eller i vissa fall betala avgifter för den skada de åsamkar fisket. Ett problem är dock att det kan vara svårt att avgöra hur stort det monetära värdet är av alla negativa och positiva effekter. Det kan också i vissa fall vara svårt att förutse vilka externa effekter en aktivitet kommer att ha och hur stora effekterna blir.

För att mäta det samhällsekonomiska nettovärdet av en vara används ofta konsumentöverskott och producentöverskott. Konsumentöverskottet är skillnaden mellan vad en person maximalt är villig att betala för en vara och priset på varan. Producentöverskottet är skillnaden mellan den intäkt en producent får av en vara som denne tillhandahåller och kostnaden för att tillhandahålla varan. Det totala teoretiska samhällsekonomiska nettovärdet av försäljningen av varan är summan av konsumentöverskottet och producentöverskottet. Om tex en handredskapsfiskare betalar 5000 kr för en fiskeresor där han fiskar lax, men han maximalt

skulle kunna tänka sig att betala 6000 kr för denna upplevelse, så är konsumentöverskottet 1000 kr. Om företagen som utför de tjänster som handredskapsfiskaren har betalat för har kostnader på 4500 kr och får intäkter på 5000 kr så är producentöverskottet 500 kr. Det teoretiska samhällsekonomiska nettovärdet av fritidsfiskeresan är då totalt 1500 kr. Detta sätt att räkna illustreras i bild 6 nedan.

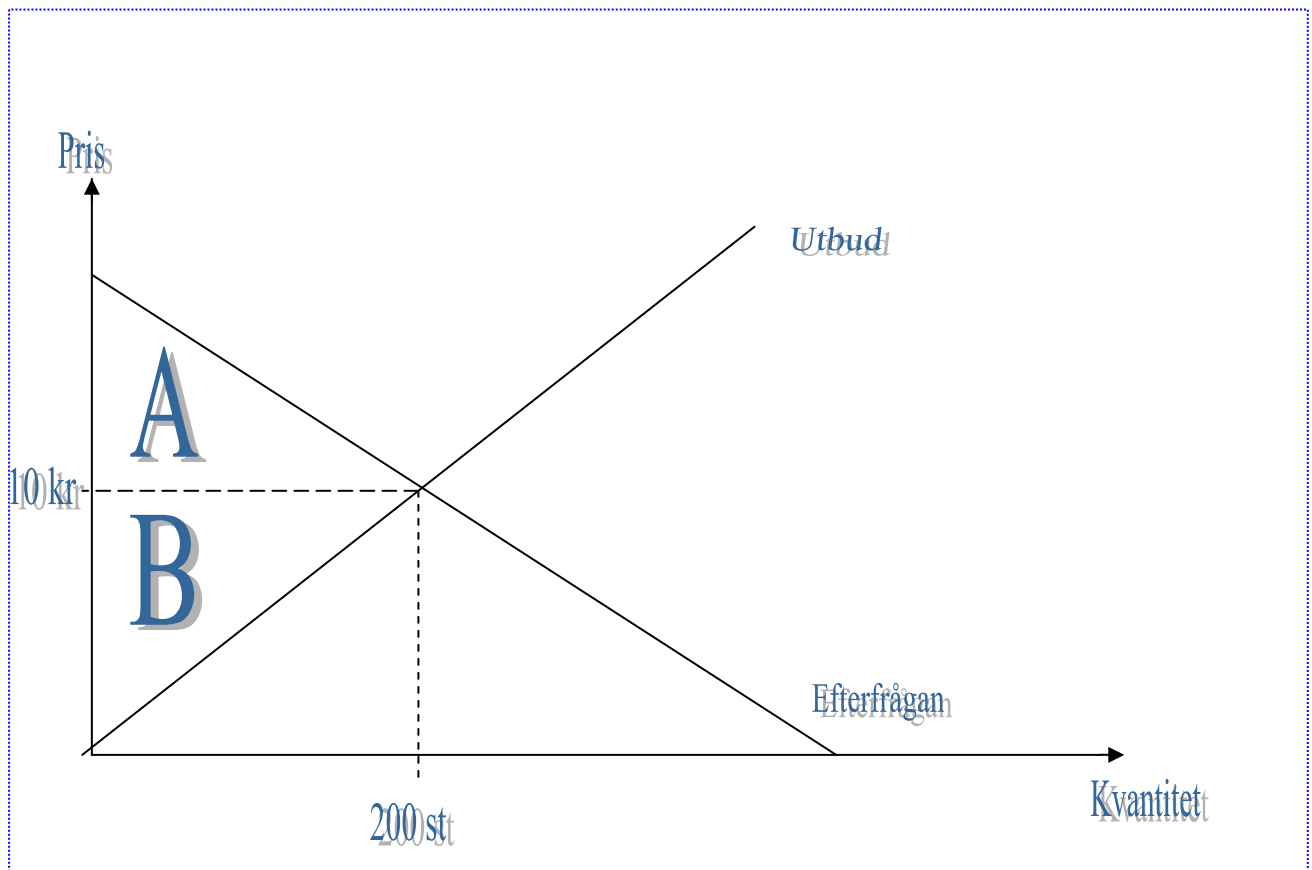


Bild 6. I diagrammet är utbudet lika med efterfrågan vid ett pris på 10 kr och försäljning av 200 ex av en vara. Detta läge motsvaras av den punkt i diagrammet där utbudskurvan korsar efterfrågekurvan. Då många är villiga att betala mer än 10 kr för varan uppstår ett konsumentöverskott, triangel A. Producenternas kostnad för den 200:ade enheten av varan är 10 kr, men för de tidigare producerade varorna är kostnaden lägre, motsvarande utbudskurvan. Då denne får 10 kr för varje enhet uppstår ett producentöverskott motsvarande triangel B.

Ibland har man inte tillräckligt underlag för att beräkna alla kostnader och värden av olika åtgärder. Ett alternativ till att beräkna de totala samhällsekonomiska kostnaderna och värdena av olika åtgärder kan då vara att beräkna kostnadseffektiviteten av att genomföra dessa åtgärder. I en kostnadseffektivitetsanalys väljer man ut ett effektmått, tex antal återvändande vuxna laxar, med vilken kostnaderna för åtgärden ska jämföras. Det åtgärdsalternativ som ger flest laxar per krona är då det mest kostnadseffektiva alternativet. I en kostnadseffektivitetsanalys vägs inte effekter på samhällsekonomin i övrigt in, utan man ser bara vilken åtgärd som ger lägst kostnad per effektenhet.

Ett problem vid studier av samhällsekonomiska effekter av kompensationsutsättningar är just att effekterna är komplexa. Man tvingas därför göra förenklingar eller begränsa sig till vissa

av de effekter som kompensationsutsättningar ger upphov till och komplettera detta med en beskrivning av de ytterligare effekter åtgärden har, men som inte ingår i den monetära beräkningen. Sundberg⁸² beräknar kostnad per havsöringsmolt för kompensationsåtgärder som ökar antalet havsöringsmolt baserat på återställandekostnader samt kostnaden för utsättning av havsöringsmolt. Nuvärdet av åtgärderna visar att kompensationsutsättning är den mest kostnadseffektiva åtgärden om syftet enbart är att öka antalet havsöringsmolt i vattendragen. Sundberg påpekar att kompensationsutsättning av odlad smolt dock inte är ett perfekt substitut till de övriga åtgärderna, eftersom utsättningar inte bidrar till att restaurera habitatet och förbättra den biologiska mångfalden. I kostnadsberäkningen tas inte heller hänsyn till att överlevnaden för odlad havsöring kan vara lägre än för den vilda havsöringen. Utsättning kan om den genomförs på fel sätt, tex om den sätts ut vid fel tidpunkt, medföra en förlust av genetisk variation, vilket kan minska havsöringens förmåga att anpassa sig till framtida miljöförändringar

Det samhällsekonomiska värdet av utsättningar av ål, lax, öring och andra arter kan delas in i användarvärden och icke-användarvärden. Användarvärden är t.ex. värdet av yrkesfiskets fångster och värdet av fritidsfiske. Icke-användarvärden är värden som är kopplat till en resurs existensvärde och optionsvärde. Existensvärde är det värde människor sätter på att veta att något finns, tex värdet av att en laxpopulation inte utrotas. Optionsvärdet är det värde människor sätter på att de i framtiden kommer att ha möjlighet att nyttja en resurs, t.ex. att veta att de i framtiden kan fritidsfiska efter lax vid en viss älv.

De arter som sätts ut efter beslut i vattendomar i Sverige är främst lax, havsvandrande öring, ål, sik och insjööring. Utsättningarna av sik och insjööring är mindre än de övriga utsättningarna och behandlas inte här.

I vissa fall kan alternativa kompensationsåtgärder vara att föredra framför kompensationsutsättningar. Här görs dock ingen samhällsekonomisk analys av alternativa kompensationsåtgärder.

5.3.1. Samhällsekonomiska effekter av ålutsättningar

Om utsättningarna av ål upphör i Sverige, kan man anta att det är en åtgärd som genomförs i hela EU och kombineras med ett fiskestopp på ål. Vi antar därför som utgångspunkt för analysen att ett upphörande av ålutsättningar i Sverige innebär att allt svenskt fiske efter ål upphör.

År 2006 sattes det ut ca 1,2 miljoner glasålar i Sverige till en kostnad av ca 6,5 miljoner kr.⁸³ Av dessa är det endast en mindre andel som når en sådan ålder och storlek att de blir fångade i fiskeredskap eller vandrar tillbaks för att leka. Den kompensationsutsatta ålen utgör som helhet en liten andel i förhållande till den naturligt rekryterade ålen men lokalt är utsättningarna ett väsentligt bidrag och innebär att produktionsmöjligheterna i svenska vatten tas bättre tillvara. I början av 80-talet sattes mellan 60-80 miljoner glasålar och unga gulålar ut per år i Europa. På 2000-talet har utsättningarna i Europa legat på mellan 5 och 10 miljoner ålar.⁸⁴

Delar av de ålutsättningar som sker är ett krav enligt vattendomar. Därutöver har Fiskeriverket valt att använda en del av de vattenavgifter som ska användas till kompensationsåtgärder enligt vattendomarna till ålutsättningar. Dessa insatser sker i huvudsak av bevarandeskäl. På lång sikt är existensen av ål som en art att fiska på av stor betydelse för

svenskt fiske. Utsättningarnas viktigaste funktion är att bidra till en fortsatt naturlig ålreproduktion.

5.3.1.1 Värdet av ålutsättningarna

Existensvärdet av att bevara ålen är väsentligt mycket högre än de värden fiske efter ål ger på kort sikt. Ålutsättningar kan vara ett viktigt komplement till den naturliga rekryteringen av ål. Den glasål som kompensationsutsätts hämtas från vattenområden där det bedöms att det finns för många glasålar för att man ska kunna få en hög överlevnad på ålen. Utsättningarna kan bidra till att fler ålar växer upp och sedan kan vandra tillbaka till Sargassohavet och leka.

De flesta som fiskar efter ål yrkesmässigt är småskaliga fiskare. För en del av de fiskare som fiskar yrkesmässigt efter ål är ålfångsterna nödvändiga för att få lönsamhet i sitt fiske. Om fisket skulle förbjudas så skulle en del av dem tvingas lägga ner sin fiskeverksamhet. Samtidigt finns en risk för att om fisket fortsätter så kommer ålen att utrotas och fisket efter ål i Sveriges vatten vara borta för all framtid.

Vinsten i yrkesfisket på lång sikt av att bevara ålen kan antas vara väsentligt högre än den vinst som fisket efter ål på kort sikt ger. Om fisket efter ål skulle upphöra så skulle de vinster som ålfångsterna på kort sikt bidrar med försvinna, till fördel för ett framtida fiske, förutsatt att ett fiskestopp bidrar till att stärka ålbeståndet så att man längre fram i tiden kommer att kunna ha ett hållbart fiske efter ål.

År 2007 minskade antalet ålfiskare, då endast de fiskare som fiskat mer än 400 kg ål per år 2003-2005 har tillåtits fiska. Antalet ålfiskare uppgick 2007 till drygt 400 stycken jämfört med ca 800 år 2006. Fångsterna har dock inte minskat i motsvarande grad på grund av att många fiskare som fått upphöra med sitt fiske tidigare har haft små fångster.

I fritidsfisket med mängdfångande redskap fiskades 256 ton ål upp år 2006 i insjöfiske och vid kusterna enligt en enkätundersökning som gjorts av Fiskeriverket. Denna uppgift är dock mycket osäker och antagligen en överskattning. Inom handredskapsfisket samma år togs upp ca 22 ton⁸⁶. Förbudet att fiska efter ål 2007 gäller endast nedströms tredje vandringshindret och påverkade därför endast en mindre del av fritidsfisket och fritidsfiskerelaterade företag. Konsumentöverskottet av fritidsfisket efter ål 2006 beräknas till ca 4 miljoner kr.

År 2006 uppgick fångsterna inom yrkesfisket till ca 600 ton. Bruttointäkterna för ålen i första led (dvs. vid fiskarens försäljning direkt efter landning av fisken) uppgick enligt avräkningsnotorna hos Fiskeriverket till ca 50-60 kr per kg eller 20 kr per ål. En del av denna intäkt kan antas gå till att täcka fiskarens kostnader för sitt fiske. Om man antar att ålen fångas 15 år efter att den satts ut och att hälften av intäkten används för att täcka kostnaderna i fisket är nuvärdet av vinsten per ål ca 6 kr. Kostnaden för utsättning av ål var 5,40 kr per glasål 2007. Man kan anta att återfångsten är ca 10-25 procent¹¹². Detta innebär att utsättningskostnaden per fångad ål är mellan 22 och 54 kr. Av fångsterna togs ca 2/3 upp i yrkesfisket. Detta innebär att även vid återfångstnivåer på 25 procent så är det inte samhällsekonomiskt lönsamt att sätta ut ål för att upprätthålla ett yrkesfiske efter ål. Räknat på 2006 års utsättningar och under antagande att hälften av intäkterna i fisket används för att täcka fiskekostnader medför yrkesfisket efter ål en samhällsekonomisk förlust på minst tre miljoner kr per år. Även om man skulle anta att fiskarena inte har några kostnader för sitt ålfiske ger ålfisket en samhällsekonomisk förlust på ca två miljoner kr per år.

5.3.2. Samhällsekonomiska effekter av laxutsättningar

Kompensationsutsättningar av lax förkommer i ett flertal älvar och större vattendrag (se Tabell 2). Utöver detta görs även utsättningar i bland annat Stockholms ström, Vättern, Vänern, Testboån, Kåge älv, Bure älv, m fl, men dessa utsättningar är inte knutna till vattendomar. Kompensationen är kopplad till den skada som vattenkraftbolagen åsamkat allmänhetens fiske. I allmänhetens fiske inkluderas både yrkesfisket och fritidsfisket. Kompensationen gäller inte bara den skada som åsamkats det svenska fisket, utan även den skada som åsamkats andra Östersjöländers fritidsfiskare och yrkesfiskare.

Andelen lax av odlad ursprung har varierat stort i Östersjön under den senaste 15-årsperioden. Från att vuxen fisk med vilt ursprung endast utgjort 10-30 procent av fångsterna under 1980-talet, utgör de nu utgör de nu enligt Fiskeriverkets undersökningar mellan 55 och 65 procent. Sannolikt har det minskade fisketrycket i Östersjön (bl.a. Salmon Action Plan 1997) gett upphov till en förhållandevis kraftig ökning i produktionen av vildlaxsmolt i oreglerade vattendrag. Samtidigt har graden av M74-dödlighet generellt minskat under de senaste 15 åren. En studie från Finland visar att odlad lax överlever upp till 2,5-4 ggr sämre än vild, vilket är något sämre än tidigare beräkningar i nuvarande vattendomar.⁸⁹

Vi räknar nedan på fyra scenarier vad gäller effekter på fisket av kompensationsutsättningar av lax:

- Dels effekter givet att överlevnaden hos den kompensationsutsatta laxen ligger på samma nivå i framtiden som 2006
- Dels effekter givet att överlevnaden hos den kompensationsutsatta laxen är lika hög som den var 1967-1987
- Dels effekter av att överlevnaden hos den kompensationsutsatta laxen är lika hög som på 60-talet
- Dels effekter av att överlevnaden hos både vild och odlad lax och därmed fångsterna halveras jämfört med 2006.

I beräkningarna utgår vi från att priset fiskarna får för ett kg lax är 23 kr enligt avräkningsnotorna för 2006 hos Fiskeriverket. De intäkter och kostnader som uppstår i senare led i förädlingskedjan tas inte med i beräkningar av kostnader och betalningsvilja för den kompensationsutsatta laxen på grund av att det inte antas finnas ett speciellt värde av att köpa den svenska kompensationsutsatta laxen, utan att inköpare och konsumenter lika gärna köper annan odlad eller vild lax. För nuvärdesberäkningar används en diskonteringsränta på fyra procent. Den fisk som sattes ut 2006 antas fiskas upp efter fem år i yrkesfisket.

ICES⁹⁰ anger att ca 20 procent av fångsterna av lax i Östersjön fångas i annat fiske än yrkesmässigt fiske. I beräkningarna över utsättningskostnad per fångad lax så antar vi att antalet fångade laxar är fångsterna i det yrkesmässiga fisket plus 20 procent. Problemet med att sälar förstör redskap och äter upp fångsterna i fasta redskap antas inte förändras jämfört med hur situationen var 2006.

Resultaten av scenarierna sammanfattas i tabell 3 på sidan 41.

5.3.2.1 Företagsekonomisk kostnad för utsättningar

År 2006 satte Sverige ut ca 2,1 miljoner laxsmolt. Sedan början på 80-talet har det satts ut mellan 1,9 och 2,7 miljoner laxsmolt varje år.⁹¹ I Östersjön sattes det totalt ut 4,7 miljoner smolt 2006. De svenska utsättningarna utgjorde alltså ca 45 procent av de totala

utsättningarna av laxsmolt i Östersjön. Då kostnaden per laxsmolt är ca 17 kr så var den totala kostnaden för odlingen av laxsmolten i Sverige ca 36 miljoner kr 2006.⁹²

5.3.2.2.Värdet av ett yrkesfiske efter odlad lax och havsöring

Inom det svenska yrkesfisket fångades ca 70 000 laxar motsvarande en vikt på 336 ton 2006. I de övriga östersjöländerna fångades ca 123 000 laxar inom yrkesfisket 2006, varav ca 50 000 kan antas ha varit kompensationsutsatt lax. Totalt fångades alltså ca 80 000 odlade laxar i yrkesfisket i Östersjön 2006, varav 36 000 antas komma från svenska kompensationsodlingar.

Hur mycket lax som fångas beror, förutom på laxens överlevnad i havet, till stor del på hur stor laxkvot det svenska fisket får tilldelat sig av den totala kvot som Östersjöländerna delar på. Den årliga laxkvoten har nästan halverats jämfört med de kvoter som sattes under 80- och 90-talet. De svenska fiskarna använde ca 2/3 av sin kvot på 120 000 laxar 2006.

Den lax som fångades i det svenska yrkesfisket 2006 hade ett värde på ca 7,7 miljoner kr enligt avräkningsnotorna. Om man antar att andelen av den fångade laxen som var svensk kompensationsutsatt lax var ca 20 procent, så innebär det att den svenskodlade laxen inbringade ca 1,6 miljoner kr i intäkter i yrkesfisket. Då fångsten av odlad lax antas ske på marginalen, antas den inte medföra några extra kostnader i fisket (fiskarna får större fångster med samma ansträngning). Ca 0,3 miljoner kr av intäkterna antas dock ha använts till att täcka rörliga kostnader exklusive lönekostnader som inte täcktes av det övriga fisket. Nuvärdet efter att rörliga kostnader exklusive arbetskraftskostnader är täckta blir då ca 1,1 miljoner kr. Detta ska delvis täcka kapitalkostnader. Kapitalkostnaderna i dagens fiske kan dock antas vara försumbara, då de redskap och fartyg som används är gamla.

Intäkterna i de övriga Östersjöländernas fiske efter svenskodlad lax var, vid antagande om samma priser och storlek på den fångade laxen som i Sverige, ca 2,4 miljoner kr. Vi har inte uppgifter för att beräkna den minskning i vinst och eventuellt förlust det skulle innebära för dessa fiskare av att kompensationsutsättningarna upphörde. Om man antar att man hade samma proportion på kostnader i jämförelse med intäkterna som de svenska fiskarna så kan man anta att vinsterna från den svenskodlade laxen som fångst på marginalen var ca två miljoner kr.

Då 45 000 av de ca 2,1 miljoner laxsmolt som sätts ut per år antas fångas i någon typ av fiske, under antagande om att fångsterna håller sig på 2006-års nivå, så kan man beräkna utsättningskostnaden per fångad fisk till ca 800 kr. Värdet för yrkesfisket per odlad lax, under antagande om att fångsterna av odlad lax tillkommer på marginalen, var i genomsnitt ca 100 kr 2006. Eftersom laxen kan antas fångas efter i genomsnitt ca 5 år beräknas intäkterna till ca 100 kr per lax 2011, vilket ger ett nuvärde på ca 83 kr.

Tabell 2. Kompensationsutsättningar och utsättningsskyldigheter i kustmynnande vattendrag, samt Väner. Uppgifterna är från 2005 och den totala summa kompensationsutsatt fisk (lax + havsöring) uppgick till 2 307 200. Sammanställningen är gjord av Jan Henricson, Fiskeriverkets Utredningskontor i Härnösand. Utöver dessa utsättningar förekommer det andra mindre utsättningar som inte är reglerade i vattendomar.

Älv Odling	Lax	Havsöring	Anmärkning
Luleälven Heden	540000	60000	Enligt ny vattendom (överklagad): 450000 lax och 50000 öring
Skellefteälven Kvistforsen	116455	24000	
Umeälven Norrfors	94000	22000	
Gideälven Kvistforsen	6000	6000	
Ångermanälven Långsele Forsmo Totalt	105900 104100 210000	18300 18200 36500	
Indalsälven Bergeforsen	320000	55000	Dessutom sätter man ut 150 000 st 1-s sikungar per år
Ljungan Galtström		30200	30200 smolt av lax eller öring. Successivt byte till havsöring
Ljusnan Ljusnans fiskodling	184300	30000	
Gavleån FIVs försöksstation Älvkarleby		200	
Dalälven Västana FIVs försöksstation Älvkarleby Totalt	130000 60000 190000	55000 55000	
Lagan Eons fiskodling	92000		Både lax och öring
Nissan Eons fiskodling	28500		Både lax och öring
Göta älv Långhult	30000		F.n. lax.
Gullspångsälven Nykroppa Gammelkroppa Totalt		25000	Fisken sätts ut i Klarälven Både lax och öring
Klarälven Nykroppa Gammelkroppa Totalt		150000	Både lax och öring

Återfångsten av odlad lax har stadigt gått nedåt över tid. Märkningsstudier under 1967-1987 visade att i genomsnitt var tionde utsatt lax och havsöring återfångades i yrkesfisket och att med 1000 utsatta laxsmolt fångades 390 kg vuxen lax. Om samma förhållanden skulle gälla idag skulle fångsterna i det yrkesmässiga fisket av svenskodlad lax i Sverige ha uppgått till ca 360 ton och fångsterna i övriga Östersjöländer ha uppgått till ca 590 ton, totalt ca 190 000 laxar. Om fångstmöjligheterna ökar antas ett flertal av de personer som fiskar på enskild rätt

övergå från ett fritidsfiske till ett yrkesmässigt fiske, medan antalet övriga yrkesfiskare inte antas öka. Därför antas det inte tillkomma nya fartyg i någon större mängd. Man kan dock anta att det kommer att göras nyinvesteringar i redskap. Det är svårt att bedöma storleken på dessa investeringar. Vi gör här ett antagande om att tio procent av intäkterna från fisket efter odlad lax går till investeringar i redskap. Den tillkommande arbetsinsatsen antas vara försumbar. Då intäkterna från den odlade laxen utöver kostnader för investeringar antas utgöras av vinst beräknas vinsterna räknat som nuvärde uppgå till ca 16 miljoner kr totalt. Om man antar att det i detta scenario fångas totalt ca 230 000 svenskodlade laxar i alla typer av fisken, så skulle utsättningskostnaden per fångad lax sjunka till ca 160 kr per lax. Värdet av den svenskodlade laxen som tillkommer på marginalen antas då till stor del utgöras av en vinst på ca 115 kr per lax 2011, vilket ger ett nuvärde på ca 94 kr per lax.

På 70-talet räknade man med återfångster på 500 kg per 1000 utsatta laxsmolt. Om återfångsten var så stor idag så skulle fångsterna av svenskodlad lax uppgå till ca 450 ton i Sverige och 720 ton i övriga Östersjöländers yrkesfiske. Med detta scenario beräknas 230 000 svenskodlade laxar fångas i det yrkesmässiga fisket i Östersjön. Med antagande om en oförändrad arbetsinsats jämfört med 2006 och investeringskostnader på tio procent av intäkterna från odlad lax beräknas vinsten av fångsterna av svenskodlad lax som nuvärde till ca 20 miljoner kr. Om de totala fångsterna antas bli ca 280 000 odlade laxar så blir utsättningskostnaden per fångad lax ca 130 kr. Intäkterna från fisket efter den odlade laxen antas till stor del utgöras av vinst på ca 115 kr per lax 2015, vilket medför ett nuvärde på ca 94 kr per lax.

Slutsatsen av detta är att även med återfångster av odlad lax på historiskt höga nivåer så är yrkesfisket efter kompensationsutsatt lax inte samhällsekonomiskt lönsamt. I bästa fall beräknas det samhällsekonomiska värdet per fångad lax till -15 kr och totalt ca -9 miljoner kr.

Havsforskningsrådet ICES framtidsprognos för laxstammarnas utveckling i Östersjön är osäker. De bedömer det som möjligt att överlevnaden kommer att öka, men att det även finns en risk för att bestånden av både vild och odlad lax minskar i framtiden. Om vi antar att detta innebär en halvering av fångsterna av odlad lax beräknas utsättningskostnaden per fångad lax till ca 1600 kr. Om fångsterna av lax skulle halveras så skulle den odlade laxen kunna bli mer avgörande för att vissa av fiskarna ska kunna fortsätta fiska utan att gå i konkurs. Intäkterna av den odlade laxen skulle då för en del fartyg i högre grad vara nödvändiga för att täcka kostnaderna för verksamheten och till en mindre del utgöras av vinst. Det är svårt att beräkna hur stort antal som skulle bli tvungna att lägga ner på grund av att vi bara har uppgifter om genomsnittskostnader för olika segment och inga uppgifter om lönekostnader. Vi bedömer att vinsterna av fångsterna av svenskodlad lax då skulle ligga på mellan noll och en miljon kr både för den svenska fiskeflottan och sammanlagt för de utländska fiskeflottorna.

5.3.2.3 Fritidsfisket efter lax med mängdfångande redskap

Inom fritidsfisket i Sverige fångades det ca 85 ton lax med mängdfångande redskap 2006 vid kusten.⁹³ Siffran är något osäker. Om andelen svenskodlad lax antas vara ca 20 procent så var fångsterna av odlad lax ca 17 ton. Antalet fritidsfiskare som fiskade efter lax med mängdfångande redskap var ca 18 000 personer. Mycket av fisket med mängdfångande redskap sker för husbehov, men en del av fisken kan även antas gå till försäljning.

I övriga Östersjöländer varierar det i vilken mån fisket i olika vatten är privat eller allmänt. Då vi inte har fullständiga uppgifter om hur stort fritidsfisket med mängdfångande redskap i de

övriga Östersjöländerna är, så gör vi inga beräkningar av värdet på det fisket, utan begränsar oss till att konstatera att det finns ett positivt värde av fritidsfiske med mängdfångande redskap efter svenskodlad lax även i de övriga Östersjöländerna.

Den svenskodlade lax som fångades i fritidsfisket med mängdfångande redskap 2006 beräknas ha gett ett konsumentöverskott på ca 0,4 miljoner kr. Om de svenska fritidsfiskefångsterna med mängdfångande redskap av svensk kompensationsutsatt lax skulle vara så stora per 1000 utsatta smolt som i yrkesfisket 1967-1987 så skulle de uppgå till ca 100 ton. Detta skulle ge ett konsumentöverskott på ca 2,6 miljoner kr. Om fångsterna av kompensationsutsatt lax skulle vara lika höga per 1000 utsatta smolt som på 60-talet så skulle de uppgå till 130 ton och beräknas då ge ett konsumentöverskott på ca 3,4 miljoner kr. Om laxens överlevnad, och därmed laxfångsterna, skulle halveras så skulle fångsterna minska till 9 ton. Detta skulle ge ett konsumentöverskott på ca 0,2 miljoner kr.

5.3.3. Samhällsekonomiska effekter av havsöringutsättningar

Kompensationsutsättning av havsöring sker i de vattendrag som anges i Tabell 2. Utöver utsättningarna i tabellen görs ytterligare utsättningar på många lokaler. Som exempel sätts det i Ångermanälvens och Indalsälvens vattensystem tillsammans ut 30000 ensomriga – tresomriga fiskar (mest öring, men också en del harr) och 200 000 rom och yngel. I Dalälvens vattensystem sätts det årligen ut 30000 tvåsomriga öringar i Siljan. I Österdalälvens system sätts det årligen ut åtta ton fisk i småsjöar som ingår i avrinningsområdet (det motsvarar ca 16000 öringar och rödingar). År 2006 kompensationsutsattes 0,8 miljoner havsöringsmolt. Sedan början på 80-talet har det satts ut mellan 0,5 och 1 miljoner havsöringsmolt per år. Kostnaden per havsöringsmolt är ca 22 kr och den totala kostnaden för 2006 var ca 18 miljoner kr.⁹²

Havsöringen vandrar inte lika långt som laxen. Den svenskutsatta havsöringen fångas därför inte i andra länders fiske i lika stor utsträckning som laxen. När det gäller havsöring så har man inte så bra data över hur stor andel av fångsten som är kompensationsutsatt fisk. Här antas att andelen kompensationsutsatt havsöring i fångsterna är 75 procent. Tillgängliga data indikerar att de flesta havsöringspopulationerna i Bottenviken är så små att endast ett fåtal lekvandrande havsöringar går upp i de vattendrag som finns där varje år.

När det gäller effekter av kompensationsutsättningar av havsöring utgår vi från två scenarier:

- Dels att fångsterna av kompensationsutsatt havsöring ligger på samma nivå i framtiden som 2006
- Dels att fångsterna av kompensationsutsatt havsöring ökar till den nivå de låg i slutet av 1980-talet

Priset på havsöring vid landning av fångsten antas vara 21 kr per kg, vilket var det genomsnittliga priset 2006 enligt avräkningsnotor hos Fiskeriverket.

Resultatet av scenarierna sammanfattas i tabell 4 på sidan 42.

5.3.3.1 Yrkesfiske efter havsöring

Ca 14 000 havsöringar på totalt 27 ton fångades 2006 i det svenska yrkesfisket. Fångsterna har dock följt en minskande trend. Från 1998 minskade fångsterna från 72 ton till 27 ton 2006.

Havsöring är främst en bifångst i fisket efter sik, det sker alltså inget riktat yrkesfiske efter havsöring. Intäkterna från havsöringsfisket uppgick till ca 0,6 miljoner kr 2006. Av detta uppskattas den kompensationsutsatta havsöringen ha utgjort ca 0,5 miljoner kr. Genomsnittsintäkten från de svenska havsöringsfångsterna var ca 3000 kr. För 16 fartyg utgjorde havsöringsfångsterna mer än 10 procent av intäkterna. För två fartyg utgjorde havsöringsfångsterna mer än 30 procent av intäkterna. Om utsättningarna av havsöring skulle upphöra bedöms inte yrkesfisket påverkas nämnvärt jämfört med dagens läge, under antagande att havsöringens överlevnad och därmed fångsterna, inte förbättras i framtiden. Hela intäkten av den odlade havsöringen antas på marginalen utgöra en vinst för fiskarna.

Om fångsterna av odlad havsöring per 1000 utsatta smolt skulle vara lika höga idag som i slutet av 1980-talet, så skulle fångsterna av havsöring i det svenska yrkesfisket ha varit ca 200 ton per år. Med dagens priser på havsöring så skulle det innebära att nuvärdet av fiskarens intäkter av den kompensationsutsatta havsöringen skulle vara ca 3,5 miljoner kr. Då havsöringen utgör en bifångst i fisket efter sik antas hela ökningen i intäkter av havsöring utgöra en vinst.

5.3.3.2 Värdet av fritidsfiske med mängdfångande redskap efter havsöring

Fisket efter havsöring på enskild rätt bedöms främst utgöras av fiske med mängdfångande redskap efter sik där havsöring fångas som bifångst. Det har skett en minskning i fångsterna av havsöring de senaste åren. Fångsterna 2006 var ca 117 ton på ostkusten och 17 ton på västkusten.⁸⁶ Av detta antas ca 100 ton vara odlad havsöring. Denna fångst beräknas ge ett konsumentöverskott på ca 2,6 miljoner kr.

Om minskningen i havsöringsfångsterna på enskild rätt är lika stora som inom yrkesfisket sedan slutet av 1980-talet, skulle fångsterna ha varit ca 640 ton 2006 om fångsten per 1000 smolt var lika stor som i slutet av 1980-talet. Detta skulle ge ett konsumentöverskott på ca 16,5 miljoner kr.

5.3.4 Värdet av ett handredskapsfiske efter odlad lax och havsöring

I handredskapsfisket fångades ca 76 ton odlad lax 2006. Ca 52 procent av den lax som fångades 2000-2006 inom handredskapsfisket i älvarna som mynnar ut på östkusten var odlad, medan motsvarande siffra för västkusten var ca 46 procent. I handredskapsfisket fångades ca 163 ton odlad havsöring 2006.⁸⁶

Utifrån uppgifter från den enkät som Fiskeriverket genomförde 2007 över fritidsfisket 2006 har konsumentöverskottet av handredskapsfisket efter lax och havsöring beräknats.⁸⁶ Vid ett fiske med fångster på 2006 års nivå beräknas konsumentöverskottet av den svenskodlade laxen till 5,5 miljoner kr. Om fångsterna skulle komma upp i 390 kg per 1000 utsatta smolt som under 1967-87 så skulle konsumentöverskottet uppgå till ca 32 miljoner kr. Med fångster på 500 kg per 1000 utsatta smolt som på 60-talet, skulle konsumentöverskottet uppgå till ca 42 miljoner kr. Vid halverade fångster jämfört med 2006 skulle konsumentöverskottet uppgå till ca tre miljoner kr.

När det gäller handredskapsfisket efter havsöring, så beräknas ett fiske på 2006-års nivå ge ett konsumentöverskott på ca 12 miljoner kr. Med de fångstnivåer som rådde i slutet av 1980-talet beräknas konsumentöverskottet uppgå till ca 75 miljoner kr.

Det nu pågående forskningsprojektet "Vattenkraft - miljöeffekter, åtgärder och kostnader i nu reglerade vatten"⁹⁴ syftar till att ta fram underlag för socialt och ekonomiskt försvarbara

miljöförbättrande åtgärder inom vattenkraften. Inom den tredje programetappen, som pågår till 2010, bedrivs projektet ”Cost-Benefit Analysis of River Regulation: The case of Emån and Ljusnan”. Projektet ska utveckla verktygen för att beskriva samhällsekonomiska effekter av åtgärder som förbättrar miljön i reglerade vatten. Det handlar om att med utgångspunkt från dagens tillstånd undersöka de ekologiska effekterna av tänkbara åtgärder, värdera deras kostnader och nyttor, karaktärisera osäkerheter och genomföra välfärdsanalyser av olika handlingsalternativ.

Laukkanen⁹⁵ visar att under en samhälleekonomiskt optimal förvaltning av laxen i de norra delarna av Östersjön, så skulle havs- och kustfisket på lax slopas till förmån för fritidsfiske och fiske i älvmyningarna. Detta skulle medföra att det samhällsekonomiska värdet av fisket skulle kunna öka från ca 44 miljoner kr till ca 515 miljoner kr. Fritidsfisket antas då bara fiska efter vild lax och fisket vid älvmyningarna antas begränsas till att enbart ske på odlad lax. Ökningen i värdet beror främst på att konsumentöverskottet, dvs betalningsviljan minus kostnaderna, för att fånga en lax med handredskap antas vara tio gånger högre än fångstvärdet inom yrkesfisket samt att författaren antar att en ökning i antalet laxar i älvarna kommer att innebära en ökning i handredskapsfisket i motsvarande grad. Laukkanen gör inga bedömningar om hur sysselsättningen skulle påverkas av förändringen.

I Simrishamn kommun har man försökt uppskatta trollingfiskets betydelse ur ekonomiskt perspektiv.⁹⁶ Trollingfisket genererar inkomster i kommunen genom båthyra, hyra för båtplats, försäljning av bränsle, uthyrning av rum, mm. Ytterligare inkomster skapas genom att anhängare till dem som fiskar ibland följer med utan att själva fiska. Intervjuer med företag i Simrishamn kommun antyder att det rör sig om inkomster om minst två miljoner kronor. Vidare innebär trollingfisket att många näringsidkare kan bedriva sin verksamhet året runt. Trollingfisket bedrivs nämligen vår och höst, således före och efter den vanliga turistsäsongen. Det är osäkert i vilken utsträckning som detta trollingfiske bedrivs på utsatt fisk, men det pekar på fritidsfiskets samhällsekonomiska betydelser och svårigheten att skatta betydelsens storlek.

5.3.5. Andra samhällsekonomiska effekter av kompensationsutsättningarna

De flesta av de yrkesfiskare som fiskar efter lax är småskaliga kustfiskare. För de fiskare som fiskar efter lax är dessa intäkter ofta nödvändiga för att fiskarna ska kunna upprätthålla sitt fiske. Om detta fiske skulle upphöra, så skulle många av fiskarna tvingas sluta med sitt fiske. Inom miljömålet Hav i balans och en levande kust och skärgård ingår arbete för att bevara kustens och skärgårdens kulturarv. Om laxöverlevnaden skulle halveras, vilket ICES menar är en risk, så skulle ett upphörande av utsättningarna kunna innebära att en del av fiskarna som fiskar efter lax inte längre kan fortsätta med sitt fiske, vilket skulle kunna få negativa effekter i form av att fiskesamhällen skulle kunna försvinna. Kompensationsodlingarna ligger också ofta i glesbygdsområden och bidrar på så sätt till arbetstillfällen och till att bevara en levande glesbygd.

Lax och havsöring har förutom de direkta användarvärdena även ett options- och existensvärde. Laxen och havsöringen har, jämfört med många andra djurgrupper, stor genetisk variation mellan olika populationer. Det gör att varje populations (vattendrags) bidrag till artens totala genetiska variation är mycket större än för många andra djurgrupper. Det innebär i sin tur att utrotandet av en population gör att en del av den totala genetiska variationen är borta för alltid. Som ett exempel på laxpopulationernas höga existens- och optionsvärde, så visar en studie att hushållen i Sverige värderar en ökning av antalet uppvandrande vildlaxar i Vindelälven från 3000 till 4000 till mellan 100 och 500 miljoner kr.

Detta antas till stor del utgöras av existens- och optionsvärden⁹⁷. Det finns dock en del kritik mot hypotetisk betalningsviljestudier. Ett problem med att fråga individer om deras betalningsvilja är att människor tenderar att sätta samma värde på en vara som ingår i en grupp av varor, som på hela gruppen av varor, så kallad "embedding". Människor kan t.ex. ange det värde som de anser att de skulle kunna tänka sig att betala för att bevara laxen i de svenska älvarna istället för detta att bevara laxbeståndet i Vindelälven. Ett annat problem är att människor även tenderar att ange ett högre värde än sin faktiska betalningsvilja på grund av att det känns moraliskt tillfredsställande att ange ett högt värde, så kallad "warm glow". Ytterligare ett problem är att personer strategiskt kan ange en högre betalningsvilja än sin verkliga betalningsvilja på grund av att personen anser att det undersökta området får för lite resurser i dagsläget alternativt anger en lägre betalningsvilja än den faktiska på grund av att personen tycker att området får för mycket resurser i dagsläget⁹⁸. Som en jämförelse beräknades i en annan studie betalningsviljan för att rädda alla ca 300 utrotningshotade arter i skogen till ca 13 miljarder kr i en engångsbetalning, eller 500 miljoner kr per år⁹⁹. Studien om åtgärder för att öka uppvandringen av lax i Vindelälven indikerar ändå att betalningsviljan för bevarandet av laxpopulationer är hög. Den odlade laxen och havsöringen utgör en genbank, som bidrar till ökad genetisk mångfald, som kan antas medföra ett existens- och optionsvärde för Sveriges medborgare och även människor i andra länder.

Den kompensationsutsatta laxen kan ha en viktig funktion vid utbrott av M74, då det visat sig att den odlade laxen kan göras mer motståndskraftig mot sjukdomen. Om vildlaxbestånd skulle slås ut av M74 skulle man ha kvar kompensationsodlade laxstammar som kan användas för en återintroduktion av lax i de vattendrag där den vilda laxen slagits ut. Den kompensationsodlade laxen kan dock inte återskapa förlusten av det vilda genetiska materialet.

Även när det gäller upprätthållandet av den ekologiska balansen med lax som toppredator i Bottenviken är det svårt att värdera i kronor och ören. Utifrån en försiktighetsprincip kan det vara motiverat att inte riskera att störa en balans i ekosystemet som det är mycket svårt att förutsäga effekterna av.

En risk man tar om man upphör med kompensationsutsättningar är att de lax- och öringsstammar som finns i de reglerade vattendragen försvinner. Detta skulle bidra till en minskad biologisk mångfald i dessa vattendrag, samt en minskning av arternas totala variation.

För att lax- och havsöringsutsättningarna ska vara samhällsekonomiskt långsiktigt hållbara är det samtidigt viktigt att minimera risker för negativ påverkan på den genetiska mångfalden av utsättningarna. För att utsättningarna ska vara så kostnadseffektiva som möjligt är det också viktigt att försöka hålla nere dödligheten hos den odlade laxen.

5.3.6. Slutsatser samhällsekonomiska effekter av fiskutsättningar

Ålutsättningar: Utsättningar av ål ger positiva samhällsekonomiska effekter i det att det bidrar till bevarandet av ålen, som idag är utrotningshotad, givet att ålen vandrar tillbaka till Sargassohavet för att leka och inte fiskas upp. Om dagens nivåer av fiske fortsätter inom EU, så finns det risk för att ålen utrotas. Den samhällsekonomiska kostnaden vi riskerar då vi tillåter ett fiske på en akut utrotningshotad art, är att ålen utrotas och att både fiske, konsumtion och andra värden ålen kan bidra med försvinner för alltid. Ur ett samhällsekonomiskt perspektiv bör man på kort sikt prioritera bevarandeåtgärder, som ålutsättningar, framför fiske för att ålbeståndet ska kunna växa till för att på lång sikt kunna

tillåta ett visst fiske. Bevarandet av ålen är dock inte en fråga som Sverige ensamt kan lösa, utan åtgärder för att minska fisket efter ål och stärka ålbeståndet måste tas på EU-nivå om det ska få någon större effekt.

Utsättningar av lax- och havsöring: I Tabell 3 och 4 sammanfattas resultaten av de beräkningar vi gjort av det samhällsekonomiska värdet av kompensationsutsättningar av lax och havsöring.

Sammantaget så överstiger nyttan av kompensationsutsättningarna kostnaderna. Inte minst optionsvärdet och existensvärdet av lax- och havsöringsbestånd motiverar kompensationsutsättningarna, även om denna nytta är svår att värdera i kronor och ören. Att värdet av att bevara de svenska laxstammarna är stort visar bland annat den värderingsstudie som gjorts av förekomsten av vildlax i Vindelälven.

Det samhällsekonomiska nettovärdet av fisket på utsatt lax och havsöring, där nettovärdet av fritidsfisket beräknas i form av konsumentöverskott, var negativt 2006 och uppgick till ca -30 miljoner kr. Nyttan skulle dock kunna vara mycket större om antalet fångade laxar och havsöringar per 1000 odlade smolt var högre än de var 2006, vilket bedöms som möjligt om åtgärder vidtas för att förbättra överlevnaden hos lax- och havsöringsmolt. Om fångsterna per utsatt smolt hade legat i nivå med de högsta historiska återfångsterna hade det samhällsekonomiska nettovärdet av fisket uppgått till ca +107 miljoner kr.

Det samhällsekonomiska värdet av yrkesmässigt fiske på kompensationsutsatt lax och havsöring är lägre än kostnaderna för utsättning för detta fiske, givet att inte målet att bevara småskaliga kustfiskesamhällen väger så tungt att det motiverar kostnaderna för utsättningar för att minska risken för att kustfiskesamhällen försvinner. Den samhällsekonomiska förlusten uppskattas uppgå till 15 kr per utsatt lax givet att fångsterna per 1000 utsatta laxsmolt skulle ligga i nivå med de högsta historiska återfångsterna och totalt -9 miljoner kr.

Ett annat samhällsekonomiskt värde av utsättningar av odlad lax och havsöring är att om vildlaxbestånd skulle slås ut av M74 skulle man ha kvar kompensationsodlade laxstammar som kan användas för återintroduktion av lax i de vattendrag där den vilda laxen slagits ut. Med små vildlaxstammar är denna funktion viktigare än då vildlaxbestånden är goda. Den kompensationsodlade laxen och havsöringen kan dock inte återskapa förlusten av det vilda genetiska materialet. Vildlaxbestånden i de reglerade älvarna är i många fall obetydliga eller har redan försvunnit. Ett annat värde den odlade laxen har är att den som toppredator bidrar till att upprätthålla den ekologiska balansen i Bottenviken.

Med tanke på de höga användar- options- samt existensvärden som lax och havsöring har bedömer Fiskeriverket att det är samhällsekonomiskt motiverat att satsa på att utveckling av odlingsmetoderna för att få kompensationsutsättningar som är långsiktigt hållbara. De scenarier som presenterats i detta kapitel visar att en bättre överlevnad hos den odlade laxen kan bidra till ökade värden av lax- och havsöringsutsättningarna på flera miljoner kr.

Tabell 3 Odlad Lax: Sammanfattning över resultaten av de olika scenarierna. Vi har satt kvalitativa plus- och minustecken på sådant som är svårt att värdesätta monetärt.

Odlad lax	Scenario 1 dagens situation	Scenario 2 Fångster motsvarande 1967-1987 års nivåer	Scenario 3 Fångster motsvarande 1950-60-talet	Scenario 4 Halverade fångster
Kostnad för kompensationsodling	-36 miljoner kr	-36 miljoner kr	-36 miljoner kr	-36 miljoner kr
Vinst i yrkesfisket				
Sverige	1,1 milj kr	6 milj kr	8 milj kr	0-1 milj kr
Övriga Östersjöländer	2 milj kr	10 milj kr	12 milj kr	0-1 milj kr
Vinst i fritidsfiskerelaterat företagande				
Sverige	+	+	+	+
Övriga Östersjöländer	+	+	+	+
Värdet av fritidsfisket med mångfångande redskap				
Sverige	0,4 milj kr	2,6 milj kr	3,4 milj kr	0,2 milj kr
Övriga Östersjöländer	+	+	+	+
Värdet i handredskapsfisket				
Sverige	5,5 milj kr	32 milj kr	42 milj kr	3 milj kr
Övriga Östersjöländer	+	+	+	+
Värdet av ökad biologisk mångfald i de reglerade älvarna	+	+	+	+
Värdet av odlad lax som genbank	+	+	+	+
Värdet av att minska risker med M74	+	+	+	+
Värdet av ekologisk balans i Bottenviken				
Värdet av fiskesamhällen som kulturarv	+	+	+	+
Summa	-27 milj kr	14,6 milj kr	29,4 milj kr	-30,8 - -32,8 milj kr

Tabell 4 Odlad havsöring: Sammanfattning över resultaten av de olika scenarierna. Vi har satt kvalitativa plus- och minustecken på sådant som är svårt att värdesätta monetärt.

Odlad havsöring	Scenario 1 Dagens situation	Scenario 2 Fångster motsvarande 1986-89
Kostnad för kompensationsodling	-18 milj kr	-18 milj kr
Vinst i yrkesfisket	0,5 milj kr	3,5 milj kr
Värdet av fritidsfisket med mängdfångande redskap	2,6 milj kr	16,5 milj kr
Värdet i handredskapsfisket	11,7 milj kr	75 milj kr
Vinst i fritidsfiskerelaterat företagande	+	+
Värdet av ökad biologisk mångfald i de reglerade älvarna	+	+
Värdet av odlad havsöring som genbank	+	+
Summa	-3,2 milj kr	77 milj kr

6. Referenser

1. Morita, K., Saito, T., Miyakoshi, Y., Fukuwaka, M., Nagasawa, T., and Kaeriyama, M. 2006. A review of Pacific salmon hatchery programmes on Hokkaido Island, Japan. *ICES Journal of Marine Science*, 63: 1353-1363.
2. Andersson, A.-C., Andersson, S. & Lönn, M. (2007) Genetisk variation hos vilda växter och djur i Sverige. Naturvårdsverket, rapport 5712.
3. Laikre, L. ed. (1999) Conservation genetic management of brown trout (*Salmo trutta*) in Europe. Report by the Concerted action on identification, management and exploitation of genetic resources in the brown trout. "TROUTCONCERT", EU FAIR CT97-3882.
4. Dannewitz, J., Florin, A.-B., Petersson, E., Nielsen, E., Magnussen, E., Dahle, G., Merilä, J., Heino, M., Skulason, S., Aho, T., Järvi, T. & Johansen, T. (2007) Genetic consequences of fisheries and fisheries management. TemaNord 573.
5. Sparrevik, E. ed. (2001) Utsättning och spridning av fisk: strategi och bakgrund. Report of the National Board of Fisheries, Sweden, *Finfo* (in Swedish), 8.
6. Anom. 2007. Kontinuerlig odling och utsättning av fisk och bevarandet av de berörda beståndens naturliga egenskaper. Regeringsuppdrag – Fiskeriverket. (dokumentet kan återfinnas på Fiskeriverkets hemsida; www.fiskeriverket.se).
7. Milbrink, G. Petersson, E. and Holmgren, S. (in press). Long-term effects of nutrient enrichment on the condition and size-structure of an alpine brown trout population. *Environmental Biology of Fishes* (artikeln finns under Online First på tidskriftens hemsida).
8. <http://www.svenskenergi.se/sv/Om-el/Vattenkraft/>
9. Ling, S. W. 1977. *Aquaculture in Southeast Asia - a historic review*. University of Washington Press, Seattle
10. Rabanal, H.R. 1988. History of aquaculture, <http://www.fao.org/docrep/field/009/ag158e/AG158E00.htm#TOC>
11. *BioScience* 1987 35(5):320-331.
12. Hemmer, H. 1990. Domestication: the decline of environmental appreciation. Cambridge University Press.
13. Clutton-Brock, J. 1987. A natural history of domesticated mammals. Cambridge Univ. Press.
14. Mirror carp http://www.panhandlenation.com/explore/Gallery/fish/th/08_Th.jpeg
15. Sportfiskarna <http://www.sportfiskarna.se/aktuellt/arkiv.asp>
16. Salonen, A. & Peuhkuri, N. 2004. A short hatchery history: does it make a difference to aggressiveness in European grayling? *Journal of Fish Biology* 65 (Suppl. A): 231-239.
17. Petersson, E. & Järvi, T. 1997. Reproductive behaviour of sea trout (*Salmo trutta*) -consequences of sea-ranching. - *Behaviour* 134:1-22.

18. Johnsson, J.I., Petersson, E., Jönsson, E., Björnsson, B. Th. & Järvi, T. 1996. Domestication and growth hormone alter growth patterns and anti-predator behaviour in juvenile brown trout, *Salmo trutta*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci* 55:685-693.
19. Höjesjö, J., Johnsson, J.I., Petersson, E. & Järvi, T. 1998. The importance of being familiar: individual recognition and social behaviour in sea trout (*Salmo trutta*). *Behavioral Ecology* 9: 445-451.
20. Petersson, E. & Järvi, T. 2003. Growth and social interactions of wild and sea-ranched brown trout and their hybrids. - *J. Fish Biol.* 63:673-686
21. Hedenskog, M., Petersson, E. & Järvi, T. 2002. Agonistic behavior and growth in newly emerged brown trout (*Salmo trutta* L.) of sea-ranched and wild origin. *Aggressive Behavior* 28: 145-153.
22. Petersson, E. & Järvi, T. 2000. Both agonistic and scrambled competition affect the growth performance of brown trout (*Salmo trutta*) parr of wild and of sea-ranched origins. - *Environ. Biol. Fishes* 59:211-218.
23. Petersson, E. & Järvi, T. 2006. Anti-predator response in wild and sea-ranched brown trout and their crosses. *Aquaculture* 253:218-228
24. Lepage, O., Øverli, Ø., Petersson, E., Järvi, T. & Winberg, S. 2000. Differential neuroendocrine stress responses in wild and domesticated sea trout. - *Brain, Behav. Evol.* 56:259-268.
25. Palm, S., Dannewitz, J., Järvi, T., Petersson, E., Prestegard, T., Ryman, N., 2003. Lack of molecular genetic divergence between sea-ranched and wild sea trout (*Salmo trutta*). *Mol. Ecol.* 12, 2057– 2071.
26. Dannewitz, J., Petersson, E., Dahl, J., Prestegard, T., Löf, A.-C. & Järvi, T. (2004) Reproductive success of hatchery produced and wild born brown trout in an experimental stream. *Journal of Applied Ecology* 41, 355-364.
27. Eriksson, T. & Eriksson, L.-O. 1993. The status of wild and hatchery propagated Swedish salmon stocks after 40 years of hatchery releases in the Baltic rivers. - *Fish. Res.* 18:147-159.
28. Petersson, E. 2004. Impact écologiques des repeuplements par des poissons d'élevage sur les espèces sauvages (Ecological impacts of released fish on wild species). *Les Dossiers de L'Environnement de L'INRA* 26:35-45. (In French, translated by Annik Lacombe).
29. Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien (KSLA), 2005. Remiss: Fiskeriverkets uppdrag att göra en analys av möjligheter för och konsekvenser av en förändrad inriktning på kompensationsåtgärder avseende fiske i nuvarande och kommande vattendom. dnr: 8000-101/05.
30. Ogura, M. & Ito, S. 1994. Change in the known ocean distribution of Japanese chum salmon, *Oncorhynchus keta*, in relation to the progress of stock enhancement. – *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51:501-505.
31. Fagen, R. & Smoker, W. W. 1989. How large-capacity hatcheries can alter interannual variability of salmon production. - *Fish. Res.* 8:1-11.
32. Jansson, H. & Öst, T. 1997. Hybridization between Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*S. trutta*) in a restored section of the River Dalälven, Sweden. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54:2033-2039.
33. Levin, P.S., Zabel, R.W. & Williams, J.G. 2001. The road to extinction is paved with good intentions: negative association of fish hatcheries with threatened salmon. – *Proceedings of the Royal Society London, B.* 268:1153-1158.
34. Nickelson, T. 2003. The influence of hatchery coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) on the productivity of wild coho salmon populations in Oregon coastal basins. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 60:1050-1056.
35. Bohlin, T., Sundström, L.F., Johnsson, J.I., Höjesjö, J. & Pettersson, J. 2002. Density-dependent growth in brown trout: effects of introducing wild and hatchery fish. – *Journal of Animal Ecology* 71: 683-692.
36. Weber, E.D. & Fausch, K.D. 2005. Competition between hatchery-reared and wild juvenile chinook salmon in enclosures in the Sacramento Piver, California. *Trans. Amer. Fish. Soc.* 134:44-58
37. Borrough, R.J. & Kennedy, C.R. 1978. Interaction between perch (*Perca fluviatilis*), and brown trout, (*Salmo trutta*). – *Journal of Fish Biology* 13:225-230
38. Sutela, T. & Hyvärinen, P. 2002. Diet and growth of stocked and wild 0+ pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.). – *Fisheries Management and Ecology* 9:57-63.
39. Harwood, A.J., Metcalfe, N.B., Armstrong, J.D. & Griffiths, S.W. 2001. Spatial and temporal effects on interspecific competition between Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) in winter. – *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 58:1133-1140.
40. Anom. 1999. Till laks åt alle kan ingen gjere? - Om årsaker til nedgangen i de norske villaksbestandene og forslag til strategier og tiltak å bedre situasjonen (Salmon for everyone can not be done? – The causes for the decrease of wild salmon stocks in Norway and strategies and action for improving the situation). - NOU (*Norges offentlige utredninger*) 1999:9. (An official report, in Norwegian).
41. McDonald, D.G., Milligan, C.L. Mcfarlane, W.J., Croke, S., Currie, S., Hooke, B., Angus, R.B., Tufts, B., & Davidson, K. 1998. Condition and performance of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*): Effects of rearing practices on hatchery fish and comparison with wild fish. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55:1208-1219.
42. Damsgard, B., Sorum, U., Ugelstad, I., Eliassen, R.A. & Mortensen, A. 2004. Effects of feeding regime on susceptibility of Atlantic salmon (*Salmo salar*) to cold water vibriosis. *Aquaculture* 239:37-46.

43. Krkošek, M, Lewis, M.A., Morton, A. Frazer, L.N. & Volpe, J.P. 2006. Epizootics of wild fish introduced by farm fish. *Proceedings of the National Academy of Science of the U.S.A.*
44. Woodroffe, R. 1999. Managing disease threats to wild mammals. *Animal Conservation* 2:185-193.
45. Bjorn, P. A., Finstad, B. & Kristoffersen, R. 2001. Salmon lice infection of wild sea trout and Arctic char in marine and freshwaters: the effect of salmon farms. – *Aquaculture Research* 32:947-962.
46. Finstad, B., Björn, P. A., Grimnes, A. & Hvidsten, N. A. 2000. Laboratory and field investigations of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer) infestation on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) post-smolts. – *Aquaculture Research* 31:795-803.
47. Holst, J. C. & Jakobsen, P. J. 2001. Dødelighet hos utvandrende postsmolts av laks som følge av lakselusinfeksjon (Mortality of emigrating salmon postsmolts caused by sea louse). – *Fiskets Gang* 8:13-15.
48. Freeman, R. (and others) 2002. Opening rivers to Trojan fish: The ecological dilemma of dam removal in the Great lakes. *Conservation in Practice* 3(4):35-39.
49. Heggberget, T. G., Johnsen, B. O., Hindar, K., Jonsson, B., Hansen, L. P., Hvidsten, N. A. & Jensen, A. J. 1993. Interactions between wild and cultured Atlantic salmon: a review of the Norwegian experience. - *Fish. Res.* 18:123-146.
50. Pure Salmon Campaign. http://www.puresalmon.org/united_states.html
51. Anom. 1999. *Fisken och fortplantningen i Östersjön*. Naturvårdsverket Temafakta, mars 1999.
52. Anom. 1990. *Fördröjd utsättning och fredningsområde – räddningen för laxen och laxfisket i Östersjöområdet*. Rapport från referensgruppen för projektet 'Vidareutveckling av fördröjd utsättning av lax i Östersjön. Löjduquist Tryckeri AB, Tierp.
53. Quinn, T.P. 1993. A review of homing and straying of wild and hatchery-produced salmon. – *Fish. Res.* 18(1-2): 29-44.
54. Dahl, J. & Greenberg, L. 1996. Impact on stream benthic prey by benthic vs drift feeding predators: a meta-analysis. – *Oikos* 77:177-181.
55. Englund, R.A. & Polhemus, D.A. 2001. Evaluating the effects of introduced rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) on native stream insects on Kauai Island, Hawaii. – *Journal of Insect Conservation* 5:265-281.
56. Dieperink, C. Pedersen, S. & Pedersen M.I. 2001. Estuarine predation on radiotagged wild and domesticated sea trout (*Salmo trutta* L.) smolts. *Ecol. Freshw. Fish* 2001:177-183.
57. Anom. 2005. Pressinformation från Fiskeriverket 2005-10-18.
58. Allendorf, F.W. & Ryman, N. (2002) The role of genetics in population viability analysis. *Population Viability Analysis* (eds S.R. Beissinger & D.R. McCullough), pp. 50-85. The University of Chicago Press, Chicago.
59. Crow, J.F. & Kimura, M. (1970) *An Introduction to Population Genetics Theory*. Harper & Row, New York.
60. Heath, D.D., Busch, C., Kelly, J. & Atagi, D.Y. (2002) Temporal change in genetic structure and effective population size in steelhead trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Molecular Ecology*, **11**, 197-214.
61. Franklin, I.R. (1980) Evolutionary change in small populations. *Conservation biology: an evolutionary-ecological perspective* (eds M.E. Soulé & B.A. Wilcox), pp. 135-149. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
62. Bebak, J; McAllister, P; Boston, R; & Smith, G. 2002. The role of fish density in infectious disease outbreaks. Proceedings of the 3rd. International Conference on Recirculating Aquaculture. [np]. 2002
63. Säisä, M., Koljonen, M.-I. & Tähtinen, J. (2003) Genetic changes in Atlantic salmon stocks since historical times and the effective population size of a long-term captive breeding programme. *Conservation Genetics* 4, 613-627.
64. Hansen, M.M., Ruzzante D.E., Nielsen E.E. & Mensberg, K.-L.D. (2001) Brown trout (*Salmo trutta*) stocking impact assessment using microsatellite DNA markers. *Ecological Applications*, **11**, 148-160.
65. Ryman, N. & Laikre, L. (1991) Effects of supportive breeding on the genetically effective population size. *Conservation Biology*, **5**, 325-329.
66. Hansen, M.M., Nielsen, E.E., Ruzzante, D.E., Bouza, C. & Mensberg, K.-L.D. (2000) Genetic monitoring of supportive breeding in brown trout (*Salmo trutta* L.), using microsatellite DNA markers. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 57, 2130-2139.
67. Wang, J. & Ryman, N. (2001) Genetic effects of multiple generations of supportive breeding. *Conservation Biology*, **15**, 1619-1631.
68. Petersson, E. & Järvi, T. (1995) Evolution of morphological traits in sea trout (*Salmo trutta*) parr (0+) through domestication. *Nordic Journal of Freshwater Research*, **70**, 62-67.
69. Einum, S. & Fleming, I.A. (2001) Implications of stocking: ecological interactions between wild and released salmonids. *Nordic Journal of Freshwater Research*, **75**, 56-70.
70. Lynch, M. & O'Hely, M. (2001) Captive breeding and the genetic fitness of natural populations. *Conservation Genetics*, **2**, 363-378.

71. Araki, H., Cooper, B. & Blouin, M.S. (2007) Genetic effects of captive breeding cause a rapid, cumulative fitness decline in the wild. *Science* 318, 100-103.
72. Ford, M.J. (2002) Selection in captivity during supportive breeding may reduce fitness in the wild. *Conservation Biology*, **16**, 815-825.
73. Koljonen, M.-L. (2006) Annual changes in the proportions of wild and hatchery Atlantic salmon (*Salmo salar*) caught in the Baltic Sea. *ICES Journal of Marine Science* 63, 1274-1285.
74. Palm, S., Dannewitz, J., Järvi, T., Petersson, E., Prestegard, T. & Ryman, N. (2003) Lack of molecular genetic divergence between sea-ranched and wild sea trout (*Salmo trutta*). *Molecular Ecology* 12, 2057-2071.
75. Dannewitz, J., Dahl, J., Palm, S., Petersson, E. & Järvi, T. Adaptive genetic variation and local adaptation in brown trout *Salmo trutta* in Sweden. Manuscript in preparation.
76. McGinnity, P., Prodöhl, P., Ferguson, A., Hynes, R., Maoiléidigh, N.Ó., Baker, N., Cotter, D., O'Hea, B., Cooke, D., Rogan, G., Taggart, J. & Cross, T. (2003) Fitness reduction and potential extinction of wild populations of Atlantic salmon, *Salmo salar*, as a result of interactions with escaped farm salmon. *Proceedings of the Royal Society of London B* 270, 2443-2450.
77. Fleming, I.A., Hindar, K., Mjølnerød, I.B., Jonsson, B., Balstad, T. & Lamberg, A. (2000) Lifetime success and interactions of farm salmon invading a native population. *Proceedings of the Royal Society of London B*, **267**, 1517-1523.
78. Anonymous (2007, in press) FAO European Inland Fisheries Advisory Commission; International Council for the Exploration of the Sea. Report of the 2007 session of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels. Bordeaux, 3–7 September 2007
79. Dannewitz, J., Maes, G.E., Johansson, L., Wickström, H., Volckaert, F.A.M. & Järvi, T. (2005) Panmixia in the European eel: a matter of time... *Proceedings of the Royal Society of London Series B* **272**, 1129-1137.
80. Verspoor, E. (1988) Widespread hybridization between native Atlantic salmon, *Salmo salar*, and introduced brown trout, *S. trutta*, in eastern Newfoundland. *Journal of Fish Biology* 32, 327-334.
81. CROWN, Croatian World Network. <http://www.croatia.org/crown/articles/9125/1/Hawaiian-Fishponds-in-the-Adriatic/Could-Hawaiian-fishing-methods-be-used-in-Croatia.html>
82. Sundberg Sara (2003) Replacement costs as economic values of environmental change: A review and an application to Swedish sea trout habitats “ Beijer International Institute of Ecological Economics, The Royal Swedish Academy of Sciences
83. Fiskeriverket (2007) Report on the eel stock and fishery in Sweden 2007 samt Fiskeriverkets uppgifter om verkets inköpskostnader för glasål.
84. ICES (2007) Report of the 2007 Session of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels (kommande publikation)
85. Personlig kommentar från Håkan Wickström, Fiskeriverket
86. Fiskeriverket (2007) Fritidsfiske 2006 (kommande publikation)
87. Fiskeriverkets preliminära uppgifter över genomsnittskostnader för olika typer av fiske (segment) 2006 har använts för beräkningarna .
88. Fiskeriverket (2004) Intern rapport Analyser rörande ålen och ålfisket i svenska kustvatten av Mårten Åström
89. Jokikokko (2006). Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.). Stocking in the Simojoki River as a Management Practice. Doctoral Thesis, A 472 Faculty of Science, Department of Biology, University of Oulu.
90. ICES (2007) Report of the Baltic salmon and trout working group. ICES CM 2007/ACFM:12
91. Statistiska Centralbyrån (2007) Vattenbruk 2006, JO60SM 0701
92. Uppgifter från Fiskeriverkets försöksstation 2 nov 2007.
93. Fiskeriverket (2007) Fritidsfiske 2006 (kommande publikation)
94. Forskningsprojekt "Vattenkraft - miljöeffekter, åtgärder och kostnader i nu reglerade vatten" <http://www.vattenkraftmiljo.nu/>
95. Laukkanen, "A bioeconomic analysis of the northern Baltic salmon fishery: Coexistence versus exclusion of competing sequential fisheries" 2001, *Environmental and resource economics* 18.
96. Ekstrand, J. 2007. Fiskets ekonomiska betydelse för Simrishamns kommun. Rapport från Högskolan i Kristianstad.
97. Håkansson, C. (2007) Cost-Benefit Analysis and Valuation Uncertainty. Doktorsavhandling 2007:41, Sveriges Lantbruksuniversitet
98. NOAA (1993) Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation
99. Johansson, Per-Olov (1989), Valuing Public Goods in a Risky World: an Experiment. Valuation Methods and Policy Making in Environmental Economics, Folmer Henk and Ekko Van Lerland (eds). *Studies in Environmental Science* 36, Elsevier Science Publisher Amsterdam.

100. Vehanen, T; Aspi, J; & Pasanen, P 1993. The effect of size, fin erosion, body silvering and precocious maturation on recaptures in Carlin-tagged Baltic salmon (*Salmo salar* L.) *Annales Zoologici Fennici* 30(4): 277-285.
101. Siikavuopio, SI; Baardvik, BM; & Jobling, M. 1996. Domestication effects on fin nipping, survival and growth in hatchery-reared Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), in competition with wild conspecifics. *Aquaculture Research* 27(3): 205-211.
102. Pickering, A. D., & Pottinger, T. G. (1988). Lymphocytopenia and the overwinter survival of atlantic salmon parr, *salmo salar* L. *Journal of fish biology*, 32(5), 689-697.
103. Raisanen, G. R., & Behmer, D. J. (1982). Rearing lake whitefish to fingerling size. *Progressive Fish-Culturist*, 44(1), 33-36.
104. Ashley, P.J. 2007. Fish welfare: Current issues in aquaculture. *Applied Animal Behaviour Science*, article in press : http://www.flinders.edu.au/shadomx/apps/fms/fmsdownload.cfm?file_uuid=E4987CB0-AF7A-A083-321E-5EBF36F96C45&siteName=flinders
105. Fiskeriverket promemoria 2007. Resultatbedömning och de viktigaste effekterna av verksamheten inom den gemensamma fiskeripolitiken (GFP) 2006 (dokumentet finns på Fiskeriverkets hemsida : <http://www.fiskeriverket.se/vanstermeny/euochinternationellt.4.1e93312510e313daf128000216.html>)
106. Kammarkollegiet & Fiskeriverket 2007. Redovisning av regeringens uppdrag med anledning av skrivelsen Vissa fiskeripolitiska frågor: Översyn av arbete med omprövning samt tillsyn av vattendomar och vattenföretag.
107. Sportfiskarna: http://www.sportfiskarna.se/fiskevard/projekt_visa.asp?ProjId=117
108. Füllner, G., Pfeifer, M. & Geisler, J.. 2003. Der Elblachs is zurück - Stand der Wiedereinbürgerung Herbst 2003 Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft – Stabsstelle Öffentlichkeitsarbeit
109. Vasemägi, A., Gross, R., Paaver, T., Kangur, M., Nilsson, J. & Eriksson, L-O. 2001. Identification of the origin of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) population in a recently recolonized river in the Baltic Sea. *Molecular Ecology*, 10, 2877-2882.
110. Gävle Energi 2000. Komfortboken. Ljungföretagen.
111. Gävle Energi 2005. Gävle Energi årsredovisning 2005. Gävle Offset AB.
112. Personlig kommunikation med Håkan Wickström, Fiskeriverket
113. Björklund, C.M. & Lindbom, G. 1964 (red.). Kristianstads läns hushållingssällskap 814-1964. Almqvist & Cöster AB, Helsingborg.