

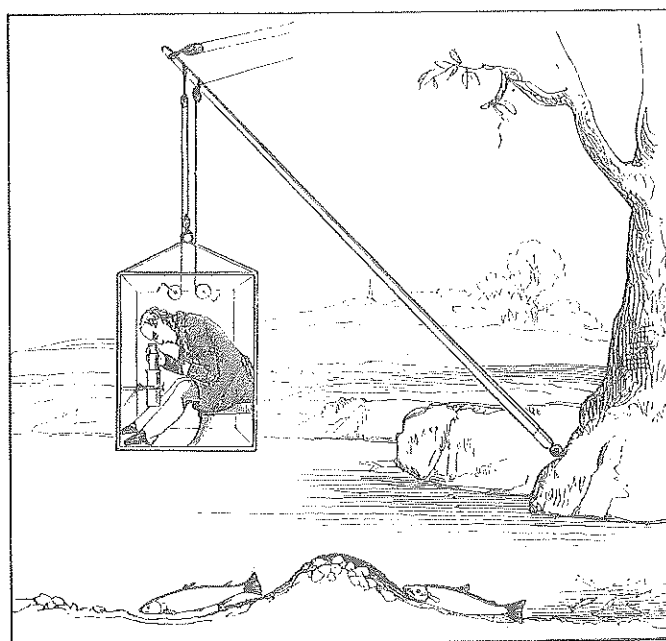
FISKENÄMNDEN
I VÄSTMANLANDS LÄN
1987 -07- 31
Dnr

Nr 6 1987

Information från

SÖTVATTENS- LABORATORIET

Drottningholm



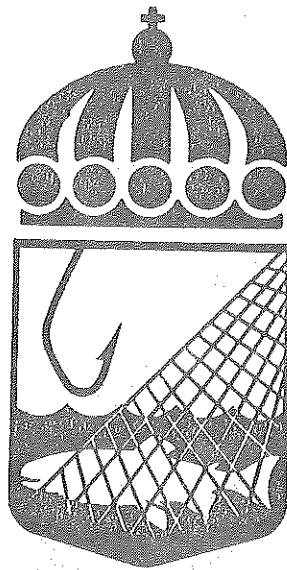
**OLLE RING
LARS HANELL**

**Genetisk bakgrund till avelsstammarna
av Gullspångslax och Gullspångsöring
i Kälarne**

Författare:

Olle Ring
Lars Hanell

Fiskeriförsöksstationen
i Kälarne
840 64 KÄLARNE



FISKERIVERKET

ISSN 0346-7007

GENETISK BAKGRUND TILL AVELSSTAMMARNAS AV GULLSPÅNGSLAX OCH GULLSPÅNGSÖRING I KÄLARNE

Olle Ring
Lars Hanell

INLEDNING	1
UNDERSÖKNINGENS KÄLLMATERIAL	2
OM LAX OCH ÖRING I VÄNERN	3
GULLSPÅNGSÄLVENS LAX OCH ÖRING	5
AVELSFISKET I GULLSPÅNGSÄLVEN	6
UTSÄTTNINGAR AV ODLAD GULLSPÅNGSLAX OCH GULLSPÅNGSÖRING I VÄNERNOMRÅDET	7
<u>Utsättningar i Gullspångsälven</u>	11
<u>Utsättningar i Klarälven</u>	11
GULLSPÅNGSFISKAR SOM KOMMIT TILL KÄLARNE	11
LEVERANSER TILL KÄLARNE SOM INTE BLIVIT AVELSBESÄTTNINGAR	12
<u>13/4 1965. 5 000 ögonpunktad rom av korsning mellan Gullspångsöring och Gullspångslax från Deje</u>	12
<u>11/5 1966. 2 000 ögonpunktad rom av Gullspångsöring från Deje</u>	13
<u>25/4 1968. 101 st 2-å Gullspångslaxar från Älvkarleby</u>	14
<u>13/6 1969. 5 000 st 1-å Gullspångsöringar från Älvkarleby</u>	15
LEVERANSER TILL KÄLARNE SOM BLIVIT ROMPRODUCERANDE AVELSBESÄTTNINGAR	16
<u>2/11 1967. 500 st 2-å Gullspångsöringar från Älvkarleby</u>	16
<u>29/5 1972. 200 st 2-å Gullspångslaxar från Älvkarleby</u>	17
<u>Andra generationen avelsfiskar av Gullspångslax i Kälarne</u>	20
<u>14/6 1974. 448 st 2-å Gullspångsöringar från Älvkarleby</u>	23
DEN TREDJE GENERATIONEN AVELSFISKAR AV GULLSPÅNGSLAX I KÄLARNE	25
DEN TREDJE GENERATIONEN AVELSFISKAR AV GULLSPÅNGSÖRING I KÄLARNE	26
TEORETISKA PRINCIPER FÖR BEVARANDE AV GENETISK VARIATION	27
<u>Effektiv populationsstorlek och förändringar i genfrekvens</u>	28
<u>Inavelsdepression</u>	31

GRADEN AV INAVEL HOS AVELSSTAMMARNÄ AV GULLSPÄNGSLÄX OCH GULLSPÄNGSÖRING I KÄLÄRNE	32
<u>Gullspångslax</u>	33
<u>Gullspångsöring</u>	34
DISKUSSION	36
SAMMANFÄTTNING	40
ERKÄNNÄNDEN	41
LITTERÄTUR	42
ENGLISH SUMMARY: GENETIC BACKGROUND OF BROOD STOCKS OF GULLSPÄNG SALMON AND BROWN TROUT AT THE FISHERIES BOARD'S KÄLÄRNE HATCHERY	43

INLEDNING

Vid fiskeristyrelsens försöksstation i Kälarne har man alltsedan 1960-talet haft avelsstammar av bl a Gullspångslax och Gullspångsöring. Det ursprungliga motivet till att bygga upp dessa avelsstammar var rädslan för att de unika stammarna helt skulle försvinna från Gullspångsälven.

"Då situationen i Gullspång emellertid omedelbart är mycket kritisk för fiskens fortlevnad, bör avelsstammar snarast säkras i några lämpliga stamfiskodlingar" (Ros 1966).

Vid den här tiden talade man ofta om att inrätta "genbanker". Meningen med en sådan genbank är som namnet antyder att så långt det är möjligt försöka bevara den genetiska variationen inom arten eller stammen. Rent praktiskt innebär det att en avelsstam byggs upp vid sidan av den naturliga miljön, och att fiskar uppfödda i fångenskap sedan används för stödutsättning och förstärkning av det försvagade beståndet.

Förutsättningen för att detta skall fungera är emellertid att man följer vissa populationsgenetiska principer. De teoretiska grunderna för dessa framlades redan på 1920- och 1930-talen av populationsgenetikern Sewall Wright. (Wright 1931). Det är dock först på senare år som teoribildningen fått större genomslagskraft genom arbeten av t ex Soulé och Wilcox (1980), Frankel och Soulé (1981) och Schonewald-Cox et al. (1983).

Avelsfiskarna av Gullspångslax och Gullspångsöring i Kälarne har under senare år stått för en mycket stor del av den rom som producerats av dessa stammar, och de har därför stor betydelse för fiskevården i Sverige. Allt eftersom tiden har gått har emellertid det ursprungliga motivet med en genbank helt tappats bort och det handlar i dag närmast om en rent kommersiell hantering av rom.

Situationen i Gullspångsälven är i dag om möjligt ännu mera kritisk, och motivet att försöka bevara de ursprungliga stammarna av Gullspångslax och Gullspångsöring kvarstår oförändrat.

Vi anser att det finns all anledning att utvärdera bevarandearbetet, som det har skett hittills, och då utifrån de kunskaper vi har i dag. Avelsstammarna i Kälarne kan i det avseendet tjäna som exempel.

Syftet med den här undersökningen är således att utreda den genetiska bakgrunden till avelsstammarna av Gullspångslax och Gullspångsöring i Kälarne. Vi skall även försöka klargöra graden av inavel hos dessa avelslinjer så långt detta i dag är möjligt, vilket i sin tur är ett mått på hur bevarandearbetet har lyckats.

Kälarnestationen köptes in av staten genom Lantbruksstyrelsen år 1931. Dessförinnan ägdes den av Jämtlands fiskodling AB som startade odlingen 1909 med kommersiell inriktning. Den verksamheten lades dock ned efter ett tiotal år. Under mellantiden arrenderade Lantbruksstyrelsen anläggningen i Kälarne för fiskeribiologiska undersökningar.

Försöksstationen i Kälarne ligger nära Ansjöåns utlopp ur Ansjön i östra Jämtland. Anläggningen bestod ursprungligen av ett tjugotal naturdammar utgrävda på myrmark med underliggande lera. År 1931 byggdes ett hus på platsen med bostad för föreståndaren samt ett romkläckeri i källarvåningen. Åren 1981-83 genomfördes en genomgripande upprustning och tillbyggnad av hela anläggningen med bl a två tråghallar, ett stort romkläckeri, utrymmen för avelsfisk, kontor och laboratorier.

UNDERSÖKNINGENS KÄLLMATERIAL

Uppgifterna som redovisas här bygger i första hand på tillgängligt arkivmaterial i Kälarne. Till detta kommer primäruppgifter om avelsfisket i Gullspångsälven (Larsson 1963-72, Karlsson 1983). Vi har dessutom fått muntliga uppgifter från flera personer som varit inblandade i hanteringen av rom eller fiskar på olika platser i landet. Arkivmaterialet i Kälarne är av skiftande kvalitet och präglas mycket av vem som varit föreståndare för fiskodlingen. Åren 1932-42 var Gösta Molin föreståndare, 1942-73 Elof Halvarsson och 1973-82 Bjarne Ragnarsson. Från och med 1982 är Knut Svensson föreståndare.

Det bevarade arkivmaterialet består huvudsakligen av uppfödningssprotokoll, romjournaler, dagböcker m m. De viktigaste källorna i vår undersökning är:

- E. Halvarsson. Dagbok 1960-73.
- E. Halvarsson. Årsredogörelser för åren 1960-71.
- E. Halvarsson. Brev 1960-73.
- Dammprotokoll 1946-73 samt 1974-78.
- Rominläggningsprotokoll 1957-69 samt 1981-86.
- Romjournaler 1974-80.
- Uppfödningssprotokoll, årsklasserna 1965-81.

I synnerhet dammprotokollet som fördes fram till sommaren 1978 är mycket värdefullt. Fisken måste ju ständigt befinna sig någonstans, och rutinen var tidigare att alla dammarna tömdes på fisk varje vår efter islossningen och varje höst i samband med kramningen av avelsfiskarna, varvid alla fiskar räknades och vägdes. Om man utnyttjar flera källor parallellt är det därför relativt enkelt att följa fiskens väg genom odlingen.

Efter att ha gått igenom alla arkivuppgifter mycket noggrant betraktar vi det som helt uteslutet att det förekommit några andra transporter av Gullspångslax eller Gullspångsöring till Kälarne än de vi redovisar här nedan.

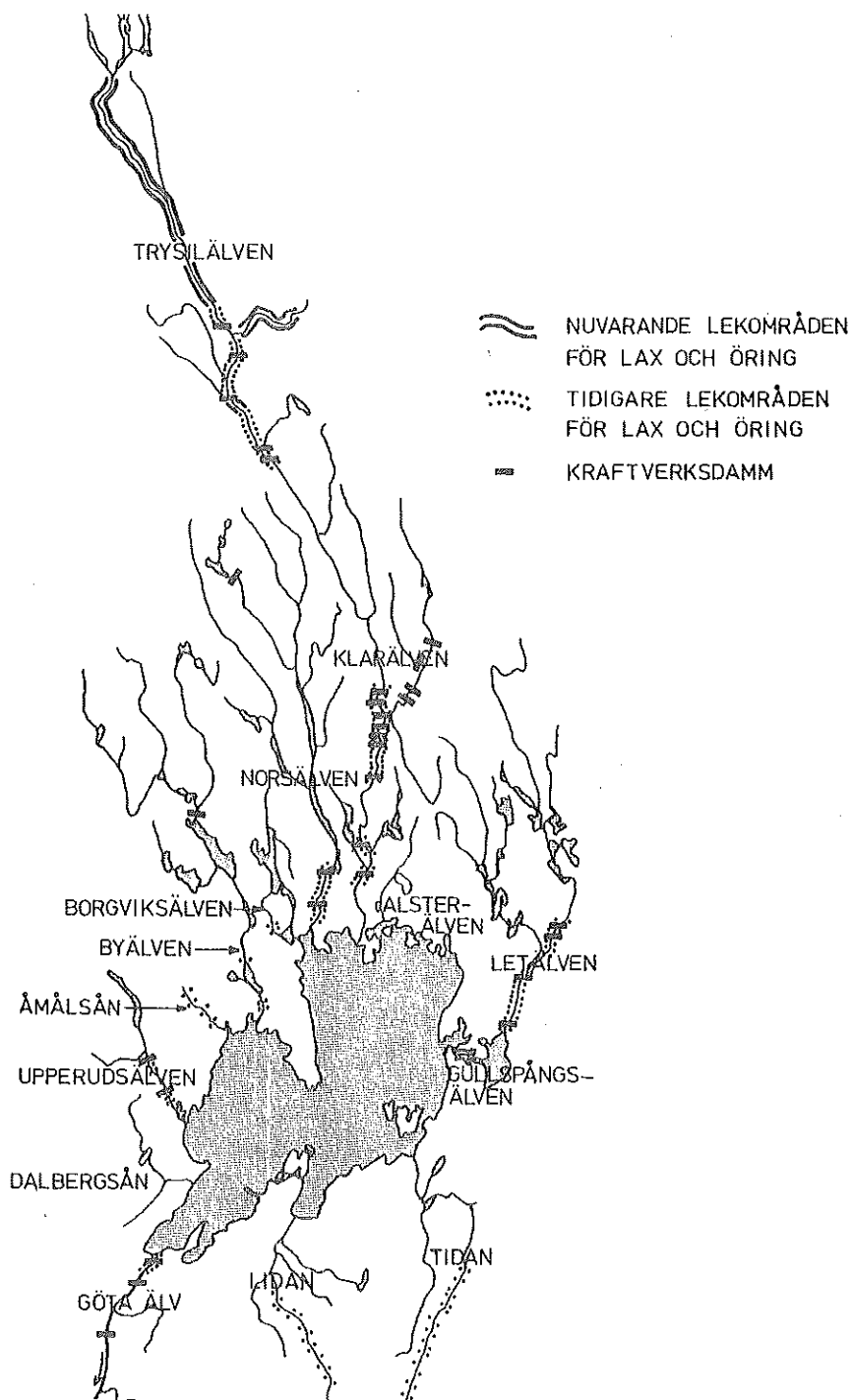
Men först några ord om laxfiskarna i Vänern och avelsfisket i Gullspångsälven varifrån alla dessa fiskar på ett eller annat sätt härstammar.

OM LAX OCH ÖRING I VÄNERN

Laxen i Klarälven och Gullspångsälven utgör relikta former av atlantlaxen (Salmo salar) från den tid för ca 9000 år sedan då Vänern var en vik av Västerhavet. Den är för sin fortplantning beroende av strömmande vatten. De tidigare bestånden i Norsälven, Borgviksån och Byälven

(Figur 1) har numera helt försvunnit, medan det finns spillror kvar av de naturliga bestånden i Klarälven och i Gullspångsälven.

Öringen i Vänern (*Salmo trutta*) kallas lokalt även för "grälax" eller "tvärstjärt". Även den är beroende av strömmande vatten för att kunna leka. Den lekte tidigare i Norsälven, Borgviksån, Byälven, Åmålsån,



Figur 1. Nuvarande och tidigare lekogråden för lax och öring samt kraftverksdammar i de större älvorna.

Upperudsälven, Göta älv (vid Vargön), Lidan och Tidan, (Figur 1).

Enstaka fiskar lär fortfarande vandra upp i en del av dessa vattendrag. Naturliga bestånd med reproduktion finns numera endast i Klarälven och Gullspångsälven, och de utgör båda mycket svaga bestånd (Almer & Larsson 1974).

Gullspångslaxen har en bättre tillväxt än Klarälvsaxen både under älvlivet och i Väneren. Gullspångsöringen överträffar alla andra kända öringstammar i Väneren när det gäller tillväxt (Runnström 1940). Det som kännetecknar de fyra stammar som fortfarande reproducerar sig i området finns sammanfattat i Tabell 1.

Tabell 1. Karakteristik av lax och öring från Gullspångsälven och Klarälven (Ros 1986).

Stam	Smolt		Vuxen				Lekvandring början	Lektid mån	Rom st/1	
	Alder år	Längd mm	Sjöliv år	Längd mm	Vikt medel kg	max kg				
<u>LAX</u>										
Gullspång	2	200	4	850	7,2	18	sept.	74	nov-dec.	4.800
Klarälven	3	184	3	697	3,06	5	juni	350	okt-nov.	8.100
<u>ÖRING</u>										
Gullspång	2	271	3-5	813	6,80	22	sept.	90	okt-nov.	5.400
Klarälven	4	235	2-3	660	2,80	6	maj	400	okt.	8.700

GULLSPÅNGSÄLVENS LAX OCH ÖRING

Före tillkomsten av Gullspångs kraftverk, som byggdes mellan åren 1906-08, vandrade fisken förbi fallet i Gullspång. Laxen fortsatte sedan upp i sjön Skagern och vidare upp till lekplatser i Letälven (Figur 1).

Det fanns tidigare två slags laxar i Gullspångsälven. Den ena var "gröningen", som var grönaktig i färgen. Den började vandra upp i älven redan på försommaren. Medelvikten var ca 3-4 kg och den gick upp för lek i Letälven.

Den andra laxen var betydligt större och vandrade upp på hösten och kallades därför för "höstlax". Dessa storväxta fiskar lekte i nedre delen av Gullspångsälven nedströms fallet i Gullspång.

När kraftverksdammen byggdes i Gullspång, ålades kraftbolaget att bygga en laxtrappa förbi dammen. Den byggdes 1907, men 1924 befriades bolaget från skyldigheten att hålla laxtrappa och den stängdes (Larsson 1969). Som en följd av detta försvann den tidigt uppvandrande laxen, "gröning-en", helt. Sedan beståndet av den mindre laxen utrotats finns nu endast det storvuxna beståndet av "höstlax" kvar (Almer & Larsson 1974).

Nu återstår endast några kortare strömsträckor i nedre delen av Gullspångsälven vid Årás, Årásforsarna, som är lämpliga för Gullspångsfiskarnas reproduktion. Skrak och gädda går hårt åt de uppväxande fiskarna.

AVELSFISKET I GULLSPÅNGSÄLVEN

För att kompensera skadorna på fisket efter kraftverksutbyggnaden påbörjades årliga utsättningar av Gullspångslax och Gullspångsöring i Gullspångsälven. Avelsfiskar fångades varje år vid lektiden och befruktad rom lades in i ett kläckeri i Gullspång. Sedan rommen kläckts på våren sattes ynglen tillbaka i älven. Mellan år 1933 och 1958 lades sammanlagt 1 175 liter rom in i kläckeriet i Gullspång, vilket blir i genomsnitt 45 liter per år. Sammanlagt 5.85 miljoner yngel sattes ut under dessa år, vilket blir i genomsnitt 225 000 yngel per år. Dessa siffror gäller både lax och öring (Larsson 1969). Antalet avelsfiskar som fångades finns inte angivet, men kan uppskattas utifrån mängden rom. Om vi antar att varje hona gett i genomsnitt 0.7 liter rom, vilket är en ganska realistisk siffra, finner vi att man i genomsnitt fångade 64 honor per år av lax och öring i Gullspångsälven under denna period. Antalet hanar bör ha varit ungefär lika stort. Det betyder att man totalt fångade 100-120 avelsfiskar per år.

Dessa utsättningar var säkert inte särskilt framgångsrika, men det var först på 1960-talet som man mera allmänt började föda upp fiskarna till smoltstorlek.

Under 1950-talet blev bestånden av lax och öring allt glesare trots att allt yrkesfiske i anslutning till Gullspångsälven hade upphört. Avelsfiskena 1959, 1960 och 1961 blev helt resultatlösa, främst på grund av onormal vattenföring i älven. År 1959 stängdes kläckeriet i Gullspång och byggnaden revs 1962.

Under perioden 1961-72 bedrevs ett intensifierat avelsfiske i Gullspångsälven i ett försök att rädda de utrotningshotade stammarna. Resultatet av dessa avelsfisken redovisas i Tabell 2 och 3. Från och med år 1962 lades all rom in i kläckeriet i Deje vid Klarälven.

Efter 1972 har avelsfisket i Gullspångsälven i stort sett varit vilande. År 1974 förekom ett avelsfiske efter Gullspångsöring som emellertid var resultatöst. Åren 1978, 1979 och 1980 förekom ett riktat avelsfiske efter Gullspångslax (Karlsson 1983). Resultatet framgår av Tabell 2.

UTSÄTTNINGAR AV ODLAD GULLSPÅNGSLAX OCH GULLSPÅNGSÖRING I VÄNERNOMRÅDET

På 1960-talet övergick man mera allmänt till att sätta ut utvandringsfärdiga fiskar, s k smolt. Fiskarna är då i regel två år gamla. Skälet var dels att odlingstekniken hade förbättrats dels att förutsättningarna för fiskens överlevnad avsevärt förbättras genom ett sådant förfarande. Dessutom kan en fisk av smoltstorlek märkas med ett numrerat märke.

Samtliga av oss kända utsättningar av Gullspångslax och Gullspångsöring i Vänern, Klarälven och Gullspångsälven finns redovisade i Tabell 4. Tabellen är inte fullständig, bl a saknas siffror för år 1969 och 1970. Vidare kan det förekomma ett antal omärkta fiskar vid utsättningar av märkta fiskar. När det gäller Klarälven är siffrorna för märkta och omärkta fiskar sammanslagna.

Tabell 2. Avelsfisket i Gullspångsälven efter Gullspångslax. Rom inlagd i Deje.

Kramn.- år	Antal fångade fiskar	Antal ♂♂	Antal ♀♀	Ant. fiskar fr. Gullspångsälven som anv. i avel		Rom liter	Antal rom inl. av lax från Gullspångs- älven.	Övrig rom korsning- ar.
				♂♂	♀♀			
1962	13	6	7	1) 6(?)	1) 7(?)	7,2	34 500	
1963	12	4	8	3	6	3,7	15 500	
1964	28	12	16	12	13	14,5	69 700	
1965	11	3	8	3	4	4,4	23 700	
1966	2 ²⁾	-	2	? ³⁾	2	2,35	11 700	
1967	15	2	13 ⁴⁾	-	-	-	-	
1968	29 ⁵⁾	12	17	11	13	9,80	61 600	
1969	71 ⁶⁾	36	35	max36 ⁷⁾	25	18,1	110 000 ⁸⁾	7 700 ⁹⁾
1970	44 ¹⁰⁾	22	22	max22 ¹¹⁾	19	18,0	105 400	1 500 ¹²⁾
1971	2	1	1	1	1	ca 1,1	5 700	
1972	10	4	6	3	5	7,4	35 400	
1978	6	2	4	2	3	ca 3,3	16 200	
1979	5 ¹³⁾	4	1	-	-	-	-	
1980	5	1	4	1	4	ca 3,4	17 200	
S:a	253	109	144	100	102	93,25	506 600	9 200

- 1) Det är inte troligt att alla fiskar kunde användas i avelsarbetet. 3 000 ö.p. rom till Älvkarleby. 30 000 ö.p. rom till Brattfors.
- 2) Ytterligare tre laxar fångades detta år i Gullspångsälven. De bedömdes alla vara klarälvslaxar. En av laxarna var märkt och utsatt vid Tärnans grund 1963, och de andra två härstammade sannolikt från Klarälven.
- 3) Rommen befruktades med mjölke från unga hanar från Brattfors.
- 4) Alla honor var utlekta vid fångsten. Samtliga fiskar sattes tillbaka i älven.
- 5) Av dessa fiskar härstammade 20 st från utsättningarna i Gullspångsälven 1965 och 1966. 6 ♂♂ och 9 ♀♀ märkta 1965 och en ♀ märkt 1966 användes i avelsarbetet.
- 6) Av dessa fiskar härstammade 14 st från utsättningen i Gullspångsälven 1965, och 30 st från utsättningen i Gullspångsälven 1966. Dessutom fångades två gullspångslaxar som var märkta och utsatta i Klarälven vid Almar färja 1966. 3 ♂♂ och 2 ♀♀ märkta 1965 och 7 ♂♂ och 10 ♀♀ märkta 1966 samt honan utsatt i Klarälven 1966 användes i avelsarbetet.
- 7) Varje ♀ befruktades med 2 ♂♂. Eftersom endast totalvikt och eventuellt märkesnummer finns angivet i protokollet kan inte det exakta antalet ♂♂ som använts i avelsarbetet anges.
- 8) Beräknat efter 6100 rom/liter.
- 9) Laxkorsning: 2 ♂♂ av gullspångslax x 2 ♀♀ av klarälvslax.
- 10) Av dessa fiskar härstammade 4 st från utsättningen i Gullspångsälven 1965, och 13 st från utsättningen i gullspångsälven 1966. 3 ♀♀ märkta 1965 och 3 ♂♂ och 4 ♀♀ märkta 1966 användes i avelsarbetet.
- 11) Varje ♀ befruktades med 2 ♂♂. Eftersom endast totalvikt samt eventuellt märkesnummer finns angivet i protokollet kan inte det exakta antalet ♂♂ som använts i avelsarbetet anges.
- 12) Laxkorsning: 1 ♀ av gullspångslax x 2 ♂♂ av klarälvslax.
- 13) Samtliga fiskar utlekta vid fångsten.

Källa: Larsson 1963-1972, Karlsson 1983.

Tabell 3. Avelsfisket i Gullspångsälven efter Gullspångsöring.
Rom inlagd i Deje.

Kramn.- år	Antal fångade fiskar	Antal ♂♂	Antal ♀♀	Ant. fiskar fr. Gullspångsälven som anv. i avel		Rom liter	Antal rom inl. av ör- ing från Gullspångs- älven.	övrig rom korsning- ar.
				♂♂	♀♀			
1962	12	5	7	5 + (2) ¹⁾	5 ¹⁾	4,5	24 500	
1963	1	-	1	-	-	-	-	
1964	8	2	6	1 (2-3-4) 4+2 (4)	(4)	8,25	30 800 (2) 9 500 (3)	7 200 (4)
1965	11	4	7	3	6	7,4	30 000	3 600 (5)
1966	3	-	3 ⁽⁶⁾	-	-	-	-	
1967	3	1	2	1 ⁽⁷⁾	2	1,85	12 500	
1968	7	4	3	2	2	3,0	13 500	
1969	5	1	4	(2) ⁽⁸⁾	1	0,2	ca 1 100	
1970	3	1	2	(9)	(1)	1,1	-	4 000 ⁽⁹⁾
1971	0	-	-	-	-	-	-	
1972	3 ⁽¹⁰⁾	1	2	-	-	-	-	
S:a	56	19	37	11	22	26,30	121 900	14 800

- 1) Sannolikt användes endast 5 ♀♀. En del av rommen från en hona lär ha blivit befruktad med mjölke från två vätternöringar från fiskodlingen i Källefäll, Tidaholm.
- 2) en ♂ från Gullspångsälven x rom från fyra ♀♀.
- 3) Rom från två honor befruktad med fryst mjölke från Älvkarleby, dvs. 2-s ♂♂ årsklass -63.
- 4) Delar av rom från två av de fyra honorna under 2) samt delar av rom från de två honorna under 3) befruktades med mjölke från två ♂♂ av gullspångslax = laxing. 5000 ö.p. rom till Kälarne.
- 5) 3 600 rom från en av honorna befruktad med lax = laxing.
- 6) De fångade honorna var alla utlekta.
- 7) Fyra st ♂♂ av gullspångsöring årsklass -65, 3-s, skickades från Älvkarleby till Deje 1/11 1967. Mjölke från dessa hanar användes till att befrukta rommen från de två honorna. Hur många som användes är obekant.
- 8) Rommen från en hona befruktades med mjölke från två ♂♂ av gullspångsöring från fiskodlingen i Källefäll. Av de övriga fiskarna var tre honor utlekta vid fångsten och hanen obrukbar.
- 9) Rommen från denna hona av gullspångsöring befruktades med mjölke från två ♂♂ av gullspångslax = laxing. 1,1 liter svälld rom lades in.
- 10) Alla öringar hade lekt före fångsten och återsattes direkt i älven.

Källa: Larsson 1963-1972.

Eftersom utsättning av smolt i det här fallet sker på det tredje året efter kramningen, kan man i flera fall konstatera från vilket romparti fiskarna härstammar genom att jämföra tabellerna 2, 3 och 4. Om t ex föräldrafiskarna kramades på hösten 1962 kläcktes rommen 1963 (årsklass

1963). På våren 1964 är de då ett år och på våren 1965 två år och smolt som är färdiga att sättas ut. Således: rom 1962 = smolt 1965. Det här gäller främst de tidigaste utsättningarna och de olika hybriderna.

Tabell 4. Kända utsättningar av Gullspångslax och Gullspångsöring samt olika hybrider i Vänerområdet.

<u>År</u>	<u>Gullspångslax antal</u>	<u>Gullspångsöring antal</u>	<u>Hybrider antal</u>
Gullspångsälven			
1965	999	märkta, St. Årås	
1966	974	" "	
1968	828	omärkta, "	
Vänern			
1965	999	märkta, Tärnans grund	
Klarälven			
1965	2256		
1966	1234		
1967	481	1497	
1968	2067	530	
1969			
1970			
1971	2036	7492	
1972	15570	7750	43 (K-lax ♀ x G-lax ♂)
1973	6400	30880	170 (K-lax ♂ x G-lax ♀)
			660 (G-öring ♀ x G-lax ♂.)
1974	7731	25318	1277 (K-lax ♀ x G-lax ♂)
			6660 (G-lax ♀ x K-lax ♂)
1975	-	23000	
1976	15700	10300	
1977	31400	8200	
1978	21832	5260	
1979	7600	3315	
1980	16804	21420	
1981	8000	12000	
1982	16600	10000	
1983	-	20858	
1984	-	27520	
1985	10291	52217	
1986	23185	21219	

Utsättningar i Gullspångsälven

Det har gjorts tre av oss kända utsättningar av Gullspångslax i Gullspångsälven. Den 12/5 1965 utsattes 999 stycken märkta Gullspångslaxar (årsklass 1963) vid St. Arås, märkesnummer F 472 000-472 999.

Den 24/5 1966 utsattes 974 stycken märkta Gullspångslaxar (årsklass 1964) vid St. Arås, märkesnummer Sö 139 000-139 979 (Wickström 1974).

Dessutom utsattes ett okänt antal omärkta smolt vid dessa två utsättningstillfällen (Larsson 1963-72).

Vidare har det förekommit en utsättning av 828 stycken omärkta Gullspångslaxar (årsklass 1966), medelvikt 86 g, vid St. Arås 1968, enligt en anteckning från fiskodlingen i Brattfors.

Vi har inte kunnat finna uppgifter om några ytterligare utsättningar av Gullspångslax i Gullspångsälven. Inte heller har vi kunnat finna att någon utsättning av Gullspångsöring gjorts i Gullspångsälven.

Utsättningar i Klarälven

I Klarälven har man satt ut odlad Klarälvslax under lång tid. Från och med 1979 har man bedrivit avelsarbete även med Klarälvsöring (Karlsson 1983). Det betyder att man även satt ut odlad Klarälvsöring från och med 1982 eller 1983.

Gullspångslax har satts ut i Klarälven sedan år 1965, och Gullspångsöring sedan år 1967. Av Tabell 4 framgår vidare att både arthybrider och stamhybrider satts ut i Klarälven åtminstone sedan år 1972.

GULLSPÅNGSFISKAR SOM KOMMIT TILL KÄLARNE

Efter denna allmänna bakgrund skall vi nu titta närmare på hur avelsstammarna av Gullspångslax och Gullspångsöring i Kälarne kommit till och hur mycket rom de producerat under årens lopp.

Fiskar med ursprung i Gullspångsälven har kommit till Kälarne vid följande sju tillfällen, antingen som ögonpunktad rom eller som unga fiskar:

- 1) 13/4 1965. 5 000 ögonpunktad rom av korsning mellan Gullspångsöring och Gullspångslax från Deje.
- 2) 11/5 1966. 2 000 ögonpunktad rom av Gullspångsöring från Deje.
- 3) 2/11 1967. 500 st 2-å Gullspångsöringar från Älvkarleby.
- 4) 25/4 1968. 101 st 2-å Gullspångslaxar från Älvkarleby.
- 5) 13/6 1969. 5 000 st 1-å Gullspångsöringar från Älvkarleby.
- 6) 29/5 1972. 200 st 2-å Gullspångslaxar från Älvkarleby.
- 7) 14/6 1974. 448 st 2-å Gullspångsöringar från Älvkarleby.

Vi skall nu gå igenom dessa leveranser av gullspångsfiskar för att se vad som hände med dem efter att de kommit till Kälarne.

Rominläggningsåret är det år då fiskarna kramas och befruktningen sker. Årsklass betecknar det år då rommen kläcks i en odling, dvs året efter rominläggningsåret i detta fall.

LEVERANSER TILL KÄLARNE SOM INTE BLIVIT AVELSBESÄTTNINGAR

13/4 1965. 5 000 ögonpunktad rom av korsning mellan Gullspångsöring och Gullspångslax från Deje

"13 April 1965. Inl. rom från Deje." (E. Halvarsson. Dagbok)

"Gullspångsöring ♀ x Vänerlax ♂ inlagd den 13/4 1965"

(Rominläggningsprotokoll 1957-69)

Av anteckningarna i Kälarne framgår det inte att Vänerlax = Gullspångslax. Det visar däremot Tabell 3.

"Hösten 1964 har, genom fiskeriintendent Ros' försorg, en laxing producerats mellan Gullspångslax och Gullspångsöring, dvs extremt snabbvuxna typer av respektive art" (Svärdson 1965).

Det råder således inga tvivel om att detta är rommen från 4 honor av Gullspångsöring som befruktades med 2 hanar av Gullspångslax och lades in i Deje den 20/10 1964. Antalet inlagda rom var 7 200. Det är sannolikt att de 5 000 som skickades till Kälarne i april var alla som återstod då.

Rommen började kläckas den 4/5 och var färdigkläckt den 18/5 1965.

Den 20/6 1965 sattes 4 000 yngel ut i damm 32. Vid utfiskningen på hösten återstod 2 070 st med en totalvikt av 10.3 kg. Medelvikten efter den första sommaren var således 5 g.

Två år senare återstod 1 123 st fiskar med en medelvikt av 42 g. Samtliga dessa sattes ut i Vättern i september 1967. "Till Vättern överfördes 1 120 st tresomriga laxingar" (E. Halvarsson, Årsredogörelse för år 1967).

11/5 1966. 2 000 ögonpunktad rom av Gullspångsöring från Deje
(Gullspångsöring årsklass 1966)

"11 Maj 1966. Inlagt 2 000 rom av Gullspångsöring" (E. Halvarsson, Dagbok).

"Gullspångsöring från Deje inlagd den 11/5 1966"
(Rominläggningsprotokoll 1957-69).

"Från Deje erhöles 2 000 romkorn av Gullspångsöring, som gav en förlust på 10% innan ynglet utsattes i dammarna för att sedermera uppdragas till avelsbesättning" (E. Halvarsson, Årsredogörelse för år 1966).

Dessa fiskar härstammade således från avelsfisket i Gullspångsälven 1965, då 3 hanar och 6 honor kramades (Tabell 3). Det var det näst mest framgångsrika avelsfisket efter Gullspångsöring i Gullspångsälven trots att endast 9 fiskar användes i avelsarbetet. Citatet ovan visar klart uttryckt att avsikten var att bygga upp en avelsstam av Gullspångsöring i Kälarne.

Rommen började kläckas den 22/5 och var färdigkläckt den 28/5 1966.

I början av juni sattes 1 800 yngel ut i dammarna 29 och 30, med 900 i varje. På hösten utfiskades 190 respektive 170 st, totalt 360 st, med en medelvikt av 7.1 g efter den första sommaren. Efter den andra sommaren återstod 270 st med en medelvikt av 39 g.

På hösten 1968, då de var två år gamla, återstod 186 st med en medelvikt av 58 g. Året därpå fanns 80 st kvar, och på våren 1970, då de var fyra år gamla, återstod 46 st med en medelvikt av 200 g. Dessa 46 fiskar sattes ut i Stora Kölsjön, Högvålen, Härjedalen, i juni 1970 med klippta fettfenor.

Det första försöket att bygga upp en avelsstam av Gullspångsöring i Kälarne ledde således inte till någon produktion av rom.

25/4 1968. 101 st 2-å Gullspångslaxar från Älvkarleby (Gullspångslax årsklass 1966)

"25 April 1968. Klittgård lev. Gullspångslax fr. Älvkarleby"
(E.Halvarsson, Dagbok).

"Från Älvkarleby D 25/4 1968" (Dammprotokoll).

Detta var den första leveransen av Gullspångslax till Kälarne. Avsikten var att de skulle bli en avelsbesättning. De fick emellertid en mycket dålig start i Kälarne.

"Av de tvååriga Gullspångslaxarna, som erhöles från Älvkarleby så sent som den tjugofemte april, fanns av 101 insatta fiskar endast 32 st kvar", nämligen vid utfiskningen av dammarna i maj 1968 (E. Halvarsson, Årsredogörelse för år 1968).

De kvarvarande fiskarna sparades dock för fortsatt uppfödning. På hösten 1969 fanns 16 st kvar och ett år senare återstod 9 st med en medelvikt av 1.2 kg.

Vid utfiskningen av dammarna på våren 1970 återstod endast 6 st sex-åriga fiskar med en medelvikt av 1.75 kg. De blev utsatta i en sjö samma år med klippt analfena, troligen i närheten av Kälarne.

Dessa fiskar producerade aldrig någon rom och även det första försöket att bygga upp en avelsstam av Gullspångslax i Kälarne misslyckades. De här fiskarna härstammade från de 3 hanar och 4 honor som kramades i samband med avelsfisket i Gullspångsälven 1965 (Tabell 2).

13/6 1969. 5 000 st 1-å Gullspångsöringar från Älvkarleby
(Gullspångsöring årsklass 1968)

"13 Juni 1969. Fisktransport från Älvkarleby" (E. Halvarsson, Dagbok).

"Gullspångsör. i D 26 + 28 Fr. Älvkarleby d 13/6-69" (Dammprotokoll).

"Sedermera överfördes från Älvkarleby 5 000 ettåriga Gullspångsöringar, av vilka 2 300 sattes i dammarna nr. 26 och 28 och de övriga i dammarna 8-11 med 100 st i varje" (E. Halvarsson, Årsredogörelse för år 1969).

Dessa Gullspångsöringar härstammade från avelsfisket i Dalälven 1967. År 1965 gjordes den första utsättningen av Gullspångsöring i Dalälven (årsklass 1963). En del av dessa fiskar vandrade tillbaka till älven för att leka efter två år i Östersjön. Vid avelsarbetet kramades 4 hanar och 7 honor och antalet rom som lades in i Älvkarleby var 43 100.

Avsikten med denna leverans till Kälarne var uppenbarligen övervintring av fiskarna för utsättning året därpå, troligen på grund av platsbrist i Älvkarleby. (Vid samma tillfälle överfördes även 11 000 Dalälvsöringar).

"Utfiskningarna på våren påbörjades den 20/5, då damm nr. 27 tömdes för att komma åt de tvååriga Gullspångsöringarna som fanns där. Dessa fiskar skulle översändas till Älvkarleby för märkning och utsättning. Till Älvkarleby överfördes 4 050 ettåriga dalälvsöringar och 1 700 tvååriga Gullspångsöringar. Av dessa sistnämnda fiskar hämtades sedermera ytterligare 2 290 st av Uddeholms A.B." (E. Halvarsson, Årsredogörelse för år 1970).

De här Gullspångsöringarna vistades således endast en kort tid i Kälarne. På våren 1970 blev 1 700 av dem utsatta i Dalälven. Resten, 2 290 st, transporterades till Värmland för utsättning i Väneren.

LEVERANSER TILL KÄLARNE SOM BLIVIT ROMPRODUCERANDE AVELSBE-
SÄTTNINGAR

2/11 1967. 500 st 2-å Gullspångsöringar från Älvkarleby
(Gullspångsöring årsklass 1965)

"2 November 1967. Fått Gullspångsöring fr. Älvkarleby" (E. Halvarsson, Dagbok).

"Från Älvkarleby D 2/11-67" (Dammprotokoll).

Dessa Gullspångsöringar härstammade från kramningen hösten 1964 i Deje (Tabell 3). Detta år kunde endast 1 hane och 4 honor användas i avelsarbetet. Hanen användes till att befrukta merparten av rommen från dessa honor och 30 800 rom lades in.

En del av rommen från 2 av dessa honor befruktades med mjölke från unga hanar (2-somriga, årsklass 1963) som skickats fryst från Älvkarleby i fyra provrör. Antalet hanar som givit denna mjölke är okänt. Med hjälp av den här mjölken befruktades 9 500 romkorn. Försöket med fryst mjölke lyckades dock inte särskilt bra, för redan i februari hade 76% av rommen dött (fiskeriintendent Tage Ros, muntl.medd.).

Rom skickades på våren 1965 från Deje till Älvkarleby. Antalet är inte känt. Det förefaller mest troligt att denna rom kom från de 30 800 som kom från 1 hane och 4 honor.

I slutet av maj 1965 sattes 2 007 st yngel in i ett tråg i Älvkarleby. På våren 1967 var dessa Gullspångsöringar två år gamla. Antalet var 1 662 st och medelvikten var 60 g. Av de här fiskarna sattes 1 000 st ut märkta vid Erstavik, nära Saltsjöbaden.

Av de återstående transporterades 500 st till Kälarne den 2 november 1967. De sattes ut i dammarna 18 och 20, med hälften i varje. På hösten 1968 återstod 479 st med en medelvikt av 516 g. Ett år senare fanns det kvar 471 st med en medelvikt av 1.05 kg.

"På hösten lekte en del av de femsommiga Gullspångsöringarna för första gången. Leken blev mycket sen, och första romkramningen skedde 17/10, och ännu den 5/11 när den sista rommen togs, fanns ett par honor som inte voro lekmogna. Sommarens tillväxt var tillfredsställande, särskilt de ovan nämnda Gullspångsöringarna hade ökat mycket, i det närmaste ett halft kg pr. st." (E. Halvarsson, Årsredogörelse för år 1969).

Mängden rom som lades in var 23 liter, till ett beräknat antal av 197 000.

Dessa fiskar kom således att utgöra den första avelsbesättningen av Gullspångsöring i Kälarne som producerat rom. De gav sedan rom varje år fram till år 1978 (Tabell 5). Totalt producerade de här honorna 4,2 miljoner rom.

På våren 1979 återstod 21 st honor som var 14 år gamla. De sattes ut i Stor-Övsjön i närheten av Kälarne.

29/5 1972. 200 st 2-å Gullspångslaxar från Älvkarleby (Gullspångslax
årsklass 1970)

"Gullspångslax. Älvkarleby" (Dammprotokoll).

Denna leverans omnämns märkligt nog nästan inte alls i bokföringen i Kälarne. Den omnämns till exempel inte i dagboken, som annars inte missar en händelse.

"Den 29/5 1972. Till Kälarne för avel - 200 st." står det däremot klart och tydligt i besättningsprotokollet i Älvkarleby.

Dessa fiskar härstammade från avelsfisket 1969. I Gullspångsälven fångades detta år 71 st laxar, 35 honor och 36 hanar. Av de här laxarna kom 46 st, som var märkta, från utsättningarna 1965 och 1966. Även fångsten av omärkta fiskar kan till en del härstamma från samma smoltutsättningar (Larsson 1963-72).

Tabell 5. Rom av Gullspångsöring inlagd i Kälarne.

Rom- inl.- år	Års- klass	Antal avels- fiskar	Antal fiskar använda i aveln				Antal inlagd rom
			♀♀	♂♂	Ålder år		
					♀♀	♂♂	
1967	1965	500			2	2	
1968	1965	479			3	3	
1969	1965	471	(344) ¹⁾	(127)	4	4	197 000 ²⁾
1970	1965	369	(292)	(77)	5	5	482 000 ³⁾
1971	1965	340	143	22	6	6	582 000
1972	1965	312	?	?	7	7	600 000
1973	1965	249	192	(57)	8	8	492 000
1974	1965	178	115	11	9	9	348 000
1974	1965-1972	178 - 447	16	10	9	2	45 000 ⁴⁾
1975	1965-1972	128 - 394	100	99	10	3	584 000 ⁴⁾
1976	1965-1972	121 - 371	119	121	11	4	564 000 ⁴⁾
1976	1972	371	37	16	4	4	87 000 ⁵⁾
1977	1965-1972	56 - 343	54	30	12	5	251 000
1977	1972	343	136	65	5	5	472 000
1978	1965-1972	22 - 228	11	12	13	6	43 000 ⁶⁾
1978	1972	228	167	55	6	6	462 000
1979	1972	225	148	53	7	7	376 000
1980	1972	189	99	47	8	8	220 000
1981	1972	181	104	20	9	9	340 000
1982	1972		118	20	10	10	424 000
1983	1972		106	26	11	11	405 000
1984	1972		108	13	12	12	535 000
1985	1972		79	10	13	13	400 000
1986	1972-1983	61 -	61	22	14	3 ⁷⁾	227 000 ⁴⁾
S:a							8 136 000

- 1) Antalet av varje kön. Antalet fiskar som använts i aveln är okänt.
- 2) Jungfrurom. 23 liter rom lades in.
- 3) Innan krämningen såldes 50 hanar.
- 4) Gamla honor x unga hanar.
- 5) Jungfrurom.
- 6) 11 ♂♂ användes till både 1965 och 1972 års honor.
- 7) Dessa unga hanar är avkomlingar från de gamla honorna. Det finns därför en viss risk, om än mycket liten, att en hona paras med sin egen son.

Sammanlagt användes 25 honor och högst 36 hanar i avelsarbetet av laxarna som fångades i Gullspångsälven, och 18.1 liter rom lades in i Deje, (Tabell 2).

Dessutom återfångades detta år i Klarälven vid Forshaga ett antal Gullspångslaxar som blev utsatta 1965 och 1966 vid Almar färja. I avelsarbetet användes 7 honor och maximalt 10 hanar, och 5.35 liter rom från dessa kramningar lades också in i Deje. Till sist korsades en hona av Gullspångslax utsatt vid Tärnans grund 1965, som fångats vid Hammarö, med en hane utsatt vid Almar färja 1966, och 1.9 liter rom från denna korsning lades in i Deje.

Sammanlagt lades således 25.35 liter rom av Gullspångslax in i Deje hösten 1969, till ett beräknat antal av ca 150 000 (Larsson 1963-72). Dessutom framställdes både art- och stamhybrider. En hona av Gullspångsöring fångad i Klarälven korsades med en hane av Gullspångslax, varvid antalet rom var 3 300. Vidare gjordes en stamkorsning mellan Gullspångslax och Klarälvslax: 2 hanar av Gullspångslax \times 2 honor av Klarälvslax, varvid antalet rom var 7 700 (Tabell 2).

Avelsfiskarna av Gullspångslax transporterades till Deje innan kramningen. Denna ägde rum vid sex olika tillfällen, från 24/11 till 16/12 1969 och allt ifrån 1 hona och 1 hane till som mest 21 honor och maximalt 37 hanar kramades samma dag. En hona kramades åt gången och rommen befruktades med mjölke från två hanar. Den befruktade rommen fylldes sedan på i romlådorna "efter hand" (fiskerikonsulent Torgny Larsson, munt.medd.). Detta sker vanligen med ett litermått så att lika stor mängd rom hamnar i varje romkläckningslåda. När rommen lagts in är den sedan mycket ömtålig fram till ögonpunktstadiet och lämnas vanligen helt orörd under denna tid.

Det är okänt hur stora dessa romlådor var, men en realistisk gissning är att man fyllde på varje låda med 2 liter befruktad rom, vilket motsvarar ca 10 000 romkorn av lax. Om vi nu gör detta till ett antagande, kan det utifrån rominläggningsprotokollet visas att som mest 7-8 honor och 10-11 hanar varit föräldrar till rommen i en och samma romlåda.

Anledningen till att vi så detaljerat har uppehållit oss vid denna händelse är att antalet föräldrar av båda könen är av avgörande betydelse vid beräkningen av graden av inavel, något som vi återkommer till litet senare.

På våren 1970 skickades 5 000 ögonpunktade romkorn till Älvkarleby för kläckning och uppfödning. Det är i dag inte möjligt att reda ut från vilken romlåda dessa kom. Antalet föräldrar till rommen kan således vara allt ifrån 1 hane och 1 hona till som mest 8 honor och 11 hanar. Vi vet inte heller om dessa föräldrafiskar hade fångats i Gullspångsälven, i Klarälven eller vid Hammarö.

Hur som helst, i slutet av juni 1970 sattes ca 4 400 yngel in i ett tråg i Älvkarleby. Två år senare återstod 2 467 st med en medelvikt av 103 g, och den 29 maj 1972 skickades 200 st av dessa fiskar till Kälarne för att bilda en avelsbesättning.

De 200 Gullspångslaxarna sattes i damm nr 16 och på hösten 1972 fanns det 179 st kvar med en medelvikt av 350 g. Efter ytterligare ett år återstod 165 st med en medelvikt av 847 g.

På hösten 1974 var 161 st kvar och de vägde då i genomsnitt 1.4 kg. En del av honorna gav då rom första gången, s k jungfruröm, och 106 800 rom lades in i Kälarne. Detta är den första avelsbesättningen av Gullspångslax i Kälarne som producerat rom. De här fiskarna verkade sedan i aveln till år 1978 (Tabell 6). På våren 1979 fanns endast 4 st 9 år gamla honor kvar och de blev avlivade.

Andra generationen avelsfiskar av Gullspångslax i Kälarne

På hösten 1975 fanns ännu 80 st kvar av de gamla Gullspångslaxarna, men året därpå hade antalet reducerats till 52, varav 47 honor och 5 hanar. Man beslöt därför att spara en del av rommen detta år för att föda upp en ny avelsbesättning.

Vid kramningen av Gullspångslaxarna i Kälarne 1976 användes alla 47 honorna och alla 5 hanarna. Totalt 24 liter rom lades in, motsvarande 139 600, (Tabell 6). Rommen lades in i nio s k ramar med tre liter rom

Tabell 6. Rom av Gullspångslax inlagd i Kälarne.

Rom- inl.- år	Års- klass	Antal avels- fiskar	Antal fiskar använda i aveln				Antal inlagd rom
			♀♀	♂♂	Ålder år		
					♀♀	♂♂	
1972	1970	200					
1973	1970	165					
1974	1970	161	56	34	4	4	106 800 ¹⁾
1975	1970	80	45	25	5	5	105 900
1976	1970	52	47	5	6	6	139 600
1977	1970	49	42	2	7	7	106 900
1977	1977	4338 ²⁾	-	-	0	0	-
1978	1970	18	14	2	8	8	19 800
1978	1977	1320	-	-	1	1	-
1979	1970	4 ³⁾	-	-	9	-	-
1979	1977	1307	-	-	2	2	-
1980	1977	1099	-	-	3	3	-
1981	1977	549	-	-	4	4	-
1982	1977	428	?	?	5	5	35 500
1982	1977		20	10	5	5	41 200 ⁴⁾
1983	1977		144	109	6	6	406 300
1983	1977		20	10	6	6	64 800 ⁴⁾
1984	1977		130	76	7	7	492 400
1984	1977		66	33	7	7	264 100 ⁴⁾
1985	1977		50	11	8	8	202 000
1985	1977-1983		102	40 ⁵⁾	8	2	417 800
1986	1977-1983	161-	157	68 ⁵⁾	9	3	722 800
S:a							3 125 900

- 1) Jungfruröm.
- 2) Insatta yngel. Ny avelsbesättning.
- 3) Dödade våren 1979.
- 4) s.k. försök. Halvsyskonkullar.
- 5) Unga hanar från sex syskonkullar.

i varje ram, dvs romlåda. Vid själva kramningen kramades först 3, 4 eller 5 honor så att rommen hamnade i samma kärl. Därefter kramades 2 hanar på mjölke i samma kärl. Befruktningen skedde sedan genom tillsättning av vatten.

Eftersom antalet kärl var begränsat, fylldes romlådorna på efter hand, med 3 liter i varje. De sju första romlådorna fylldes med rom den 18/11 1976, då 37 honor kramades samt alla 5 hanarna. De två sista romlådorna fylldes med rom den 25/11, då 10 honor kramades. Vid detta tillfälle användes endast 3 av hanarna för att befrukta rommen.

Den rom som sparades till den nya avelsbesättningen kom från romlådorna 6, 7 och 9. I den sistnämnda romlådan lades 1.2 liter rom, troligtvis endast från den allra sista kramningen då 4 honor och 2 hanar kramades, samt möjligen från någon liten rest från den näst sista kramningen. Vi kan således sluta oss till att minst 4 honor och 2 hanar var föräldrar till rommen i låda 9, men högst 10 honor och 3 hanar.

Dessutom sparades en del av rommen ur lådorna 6 och 7 till den nya avelsbesättningen. Om man utgår från att romlådorna fylldes på efter hand med 3 liter i varje, kan man utifrån rominläggningsprotokollet sluta sig till att det i dessa lådor lades in rom från 9 honor, nämligen från de sista två kramningarna den 18/11 som gav 4.8 liter rom.

Utifrån de längd- och viktuppgifter som finns angivna för de olika hanarna, kan vi slå fast att minst 4 användes vid de här befruktningarna, och alla 5 om man antar att rommen blandades vid det sista kramningstillfället.

Vi kan således visa att den nya avelsbesättningen av Gullspångslax i Kälarne, den andra generationen av denna avelslinje, har minst 13 honor och 4 hanar och högst 19 honor och 5 hanar till föräldrar.

Rommen som sparades var 8 231 st räknade. I juli 1977 sattes 4 338 st yngel in i ett tråg för vidare uppfödning till avelsfiskar.

På hösten 1982 återstod 428 fiskar. En del av dem kramades nu för första gången och gav 76 700 rom. Den här avelsbesättningen producerar fortfarande rom och för närvarande finns 161 st 9 år gamla honor kvar. De sista hanarna kasserades hösten 1985 sedan det blivit problem med befruktningen. Sedan dess används unga hanar (årsklass 1983), som är avkomlingar till de gamla honorna, till att befrukta rommen (Tabell 6).

14/6 1974. 448 st 2-å Gullspångsöringar från Älvkarleby
(Gullspångsöring årsklass 1972)

"Damm nr 17. Gullspångsöring. 448 st 3-s. Från Älvkarleby. Insatta 74-06-14." (Dammprotokoll).

Dessa fiskar har ytterst sitt ursprung i avelsfisket i Gullspångsälven 1962, det första året då rom av Gullspångsöring lades in i Deje.

Vid avelsfisket i Gullspångsälven hösten 1962 fångades sammanlagt 12 st Gullspångsöringar, 5 hanar och 7 honor. Avelsarbetet gav 4.5 liter rom, motsvarande 24 500 rom (Ros 1966).

Sannolikt var två av honorna utlekta vid fångsten, eftersom antalet rom visar att 4 eller 5 honor använts vid aveln. Troligen kramades 4 honor och 4 hanar direkt vid älven, varefter rommen transporterades till Deje för inläggning (fiskeriintendent Tage Ros, muntl.medd.).

"Sex laxar och två öringar transporterades till Deje för sumpning före romtagningen" på hösten 1962 (Larsson 1963-72).

Av dessa två öringar var den ena en hane, 66 cm, 2.5 kg, och den andra en hona, 78 cm, 5.8 kg. När de skulle kramas visade det sig att det var svårt att få mjölke från hanen. Därför användes två hanar av Vätternöring från fiskodlingen i Källefäll, Tidaholm, för att befrukta rommen. Dessa hanar var 39 cm, 0.6 kg, respektive 43 cm, 0.725 kg (fiskeriintendent Tage Ros, muntl.medd.). Torgny Larsson var med vid tillfället och kunde konstatera att "rommen såg inte bra ut". Han har även en skriftlig anteckning bevarad om att två hanar från Källefäll användes (fiskerikonsulent Torgny Larsson, muntl.medd.).

All rom transporterades till Statens Fiskodlingsanstalt i Älvkarleby för att kläckas där, eftersom man inte hade tillräckligt med plats för fisken i Värmland. Om detta innebar att den del av rommen som befruktades med Vätternöring också kom med till Älvkarleby har inte kunnat klarläggas. Om den följde med innebär det i så fall att Gullspångsöring årsklass 1963 inte är en helt rasren Gullspångsöring.

I juni 1963 sattes 13 000 yngel från denna rom in i ett tråg i Älvkarleby, och det noterades där att de var "mycket magra i starten". Men redan i oktober samma år, då det återstod 8 500 st, noterades det att de var 70-80 % större än t ex Dalälvsöring efter den första sommaren. Sommaren 1964 drabbades fiskodlingen i Älvkarleby av furunkulos, vilket innebar att Gullspångsöringarna inte kunde skickas tillbaka till Värmland som det var tänkt. I oktober 1964 återstod 4 687 st med en medelvikt av 76 g. Våren 1965 sattes 500 av dessa fiskar ut brickmärkta i Bråviken. Återstoden sattes ut i Dalälven, varvid 500 var brickmärkta och resten fenklippta. Sammanlagt sattes således ca 4 000 tvååriga Gullspångsöringar ut i Dalälven våren 1965.

Några av dessa fiskar återfångades i Dalälven 1967 och 11 fiskar kramades, 7 honor och 4 hanar. Rommen lades in i Älvkarleby och på våren 1970 sattes 1 700 tvååriga fiskar ut i Dalälven, av vilka 194 st var brickmärkta.

År 1971 fångades återigen några Gullspångsöringar i Dalälven, och 3 honor och 3 hanar kramades. Rommen lades in i Älvkarleby:

Hona 82 cm, 6.5 kg	x	hane 62 cm, 2.7 kg	8 600 rom
Hona 90 cm, 7.0 kg	x	hane 92 cm, 8.0 kg	7 700 rom
Hona 92 cm, 8.4 kg	x	hane 62 cm, 2.7 kg	10 500 rom

Sammanlagt således 26 800 rom. Alla de här fiskarna härstammade sannolikt från utsättningen 1965. Enligt tillgängliga uppgifter kan de endast härstamma från utsättningarna i Dalälven 1965 och 1970 (fiskerikonsulent Bjarne Ragnarsson, muntl.medd.).

Rommen kläcktes i Älvkarleby och ca 25 000 yngel sattes in i ett tråg där i juni 1972.

I juni 1974 återstod 2 192 st tvååriga fiskar. Den 14 juni 1974 transporterades 448 stycken av dessa fiskar till Kälarne, där de kom att bilda den andra avelsbesättningen av Gullspångsöring som producerat rom. Honorna gav rom första gången 1976, då 37 honor kramades och 87 500 rom lades in. De har sedan dess verkat i aveln och i dag återstår 61 st honor som är 14 år gamla. De sista hanarna användes 1985, och från och med 1986 används unga hanar (årsklass 1983) för att befrukta rommen, hanar som är avkomlingar till de gamla honorna. Denna avelsbesättning har hittills producerat 3.95 miljoner rom (Tabell 5).

DEN TREDJE GENERATIONEN AVELSFISKAR AV GULLSPÅNGSLAX I KÄLARNE

Den ur bevarandesynpunkt enda acceptabla besättningen av Gullspångslax, som för närvarande kan utgöra den tredje generationen avelsfiskar i Kälarne, består av 20 st slumpmässigt utvalda individer ur 63 halvsyskongrupper, sammanlagt 1 260 st, av Gullspångslax årsklass 1985. De härstammar från 63 honor och 32 eller 33 hanar av den andra generationens avelsfiskar. (Det var ursprungligen 66 halvsyskongrupper, från 66 honor och 33 hanar.)

Den nya avelsbesättningen kan dock inte börja producera rom förrän tidigast på hösten 1989, då de är 4 år gamla. Fram till dess måste romproduktionen klaras genom vissa provisorier.

I dag finns 161 st 9 år gamla honor kvar av den andra generationens avelsfiskar, men inga hanar.

Av Gullspångslax årsklass 1983 finns ca 1 500 st som alla kommer från 6 familjer, av vilka 4 utgör två halvsyskongrupper, dvs dessa fiskar härstammar från 4 hanar och 6 honor från den andra generationens avelsfiskar.

Endast ett mindre antal av dessa fiskar är märkta genom fenklippning, maximalt 367 st, och på ett sådant sätt att högst fyra olika grupper kan särskiljas. De som är fenklippta har 3 hanar och 4 honor till föräldrar.

I dag används unga hanar från denna årsklass till att befrukta rommen från de gamla honorna. Det finns därför en viss risk för att en hona paras med sin egen son, vilket inte är önskvärt på grund av risken för utklyvning av skadliga recessiva gener.

Av Gullspångslax årsklass 1984 finns sparade 20 st individer från 4 halvsyskongrupper, 160 st, märkta med floytag (ett slags plastmärke med ett nummer). De har således 4 hanar och 8 honor till föräldrar. Dessutom finns 100 st märkta med enbart en plasttråd utan nummer. De kommer alla från en halvsyskongrupp, dvs från 1 hane och 2 honor.

DEN TREDJE GENERATIONEN AVELSFISKAR AV GULLSPÅNGSÖRING I KÄLARNE

Av Gullspångsöring årsklass 1986 finns i Kälarne en besättning som är avsatt för att utgöra den tredje generationens avelsfiskar. Den kom till genom att 200 st ögonpunktade romkorn togs från alla de 28 romlådor i vilka rom från kramningen hösten 1985 lades in. Rommen representerar 10 hanar och 76 honor, vilket med undantag för tre honor utgjorde hela avelsbesättningen vid kramningstillfället. Under förutsättning att rommen blev väl blandad och varje hona gett ungefär lika mycket rom, bör således omkring 70-75 avkommor komma från varje hona som kramades. På hösten 1986 återstod ca 4 800 fiskar i denna avelsbesättning. Denna nya generation avelsfiskar av Gullspångsöring i Kälarne kan dock inte börja producera rom förrän tidigast år 1990, då de är 4 år gamla.

Av den nuvarande avelsbesättningen återstår 61 st honor, som är hela 14 år gamla. De befruktades hösten 1986 med hanar av årsklass 1983, dvs avkommor till de gamla honorna.

Av Gullspångsöring årsklass 1983 finns enligt uppgift 260 st kvar, varav 151 hanar och 117 honor. Antalet föräldrar till dessa fiskar är okänt, och går inte att klarlägga utifrån den bokföring som finns bevarad.

TEORETISKA PRINCIPER FÖR BEVARANDE AV GENETISK VARIATION

Vi skall här börja med att förklara en del termer som används inom genetik. Med en population avses en avgränsad grupp av individer som i ett eller flera avseenden skiljer sig från varje annan grupp, t ex en djurart eller en ras av denna art. Summan av samtliga individer i en population betecknas vanligen N.

En gen eller ett arvsanlag är den allmänna beteckningen på en arvbar enhet. Generna består av ett avsnitt av den långa DNA-molekylen som varje kromosom består av. Det är därför vanligt att generna betecknas locus (pluralis loci), vilket är latin och betyder den plats eller det ställe på kromosomen där genen är belägen. En gen kan förekomma i flera alternativa former, alleler. En ny allel uppstår genom en mutation, en förändring av en redan existerande gen.

När en ny individ bildas sker detta genom en sammansmältning av två könsceller, gameter, till en befruktad äggcell, en zygot. Individen får därvid hälften av sina kromosomer från fadern (spermien) och hälften från modern (ägget). Varje par kromosomer innehåller samma genuppsättning, med undantag för könskromosomerna. Detta innebär således att en och samma individ aldrig kan ha mer än två olika alleler i ett locus, även om populationen i dess helhet kan innehålla flera.

En individ som fått samma allel från båda sina föräldrar sägs vara homozygot i detta locus, och en individ som fått olika alleler från sina föräldrar sägs vara heterozygot i detta locus.

Summan av alla gener hos en individ är dess genotyp. En individs fenotyp däremot är de egenskaper som kan observeras (och ofta även mätas). De är resultatet av samverkan mellan arvet och miljön.

Ett arvsanlag sägs vara dominant, då både homozygoten och heterozygoten framkallar samma fenotypiska karaktär. Det alternativa arvsanlaget sägs då vara recessivt eller vikande och kommer bara till uttryck om individen är homozygot för det anlaget.

Den totala summan av alla gener i en population brukar kallas för populationens genpool.

Inavel mäts med inavelskoefficienten F och definieras som sannolikheten för att två alleler i ett locus är identiska och härstammar från en gemensam anfader. Eftersom inavelskoefficienten är en sannolikhet kan den bara anta värden mellan 0 och 1.

I varje ändlig population är antalet obesläktade anfäder begränsat och varje enskild allel skulle därför härstamma från en gemensam anfader bara man spårade den tillräckligt långt tillbaka. Begreppet inavel är därför någonting relativt och förutsätter att man börjar räkna från en godtyckligt vald punkt, där inavelskoefficienten sätts lika med 0. Denna punkt brukar kallas för baspopulationen.

Effektiv populationsstorlek och förändringar i genfrekvens

I en mycket stor population där individerna paras slumpmässigt kan det visas att genfrekvenserna är konstanta från generation till generation.

Om populationen består av ett litet antal individer kommer däremot genfrekvenserna att förändras från generation till generation som en följd av slumpens spel. Detta fenomen kallas genetisk drift. Slump-effekterna blir större ju mindre antal individer som paras med varandra.

Förändringar av genfrekvenser till följd av genetisk drift leder till en minskning av antalet heterozygoter, eller om man så vill, till en ökning av antalet homozygoter, eller graden av inavel.

I en slumpvis parande population kan det visas att

$$\Delta F = \frac{1}{2 N_e} \quad (1)$$

där ΔF betecknar ökningen av inavelskoefficienten F , eller ökningen i graden av homozygoti per generation och N_e den effektiva populationsstorleken (Crow & Kimura 1970).

Den effektiva populationsstorleken N_e är beroende av antalet föräldrar av bägge könen som bidragit till den nya generationen och påverkas starkt av ojämn könsfördelning. Eftersom varje befruktning sker mellan en honlig och en hanlig gamet (dvs ett ägg och en spermie), måste med nödvändighet båda könen bidra lika mycket till avkomman i nästa generation.

Sannolikheten för att två gener hos olika individer i nästa generation kommer från en hane blir $1/2 \times 1/2 = 1/4$. Sannolikheten för att de kommer från samma hane blir då $1/4 N_m$, där N_m betecknar antalet parande hanar i föräldragenerationen. På motsvarande sätt kan det visas att sannolikheten för att de två generna kommer från samma hona är $1/4 N_f$, där N_f betecknar antalet parande honor i föräldragenerationen.

Sannolikheten för att de två generna kommer från samma individ blir då

$$\frac{1}{4 N_m} + \frac{1}{4 N_f} = \frac{1}{N_e} \quad (2)$$

där N_e betecknar det effektiva antalet föräldrar eller den effektiva populationsstorleken (Crow & Kimura 1970). Denna formel kan även skrivas

$$N_e = \frac{4 N_m N_f}{N_m + N_f}$$

Det effektiva antalet föräldrar är alltid mindre än det verkliga antalet vid ojämn könsfördelning. Om $N_m = N_f = N/2$, blir $N_e = N$, dvs när de två könen förekommer i samma antal blir det effektiva antalet föräldrar lika med det verkliga antalet.

Den effektiva populationsstorleken påverkas även av variationer i antalet avkommor per familj. Den minskar om det är stor variation mellan olika familjer och ökar om varje familj bidrar med lika många avkommor till nästa generation. Om vi sätter in formel (2) i formel (1) får vi

$$\Delta F = \frac{1}{8 N_m} + \frac{1}{8 N_f} \quad (3)$$

dvs ökningen av graden av inavel när antalet hanar och honor är olika stort.

I fallet med en genbank kan man betrakta den naturliga populationen som baspopulation med inavelskoefficienten 0 (vilket inte nödvändigtvis behöver vara sant). Om antalet föräldradjur som bidragit till varje ny generation i odlingsmiljön är känt, kan vi således beräkna graden av inavel eller förlusten av genetisk variation i denna genbank, enligt de formler som vi angivit här ovan. Detta är skälet till att vi så ingående har försökt fastställa antalet föräldrar till de olika avelsstämmarna. (Vi talar här bara om icke överlappande generationer.)

Målsättningen med varje avelsprogram som syftar till att bevara den genetiska variationen hos en population och skydda genpoolen från genetisk drift blir därmed att maximera N_e , den effektiva populationsstorleken, så långt detta är praktiskt möjligt.

Av Figur 2 framgår det att det finns en praktiskt tillämpbar gräns där ΔF förändras mycket litet av en ytterligare ökning av N_e . Denna gräns går vid ca 50 effektiva föräldrar per generation.

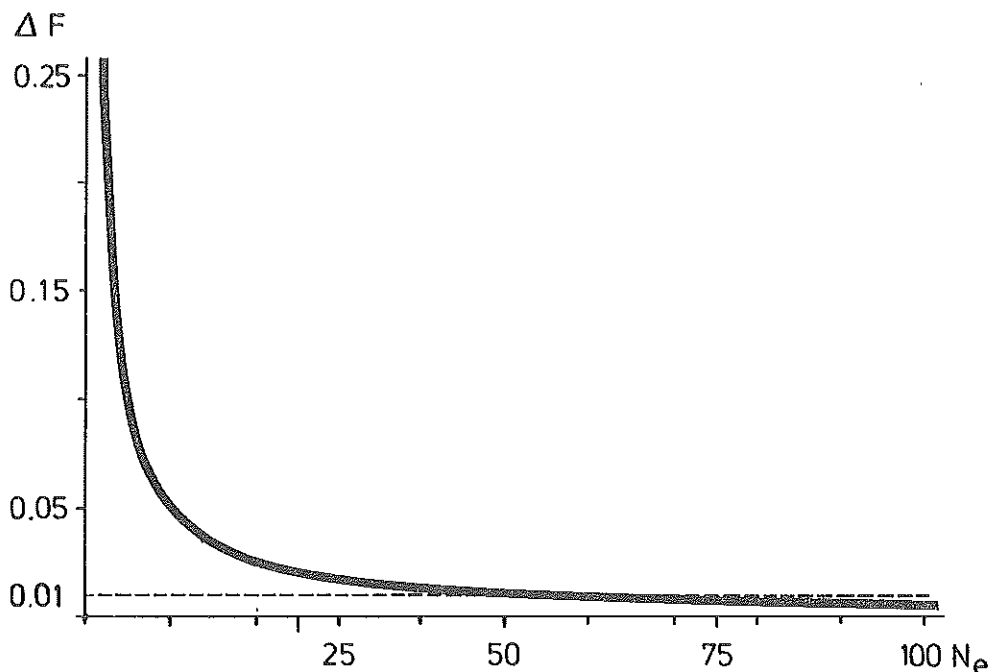
De flesta författare rekommenderar att

$$\Delta F = < 1 \%$$

per generation, vilket motsvarar

$$N_e \geq 50$$

(Nyman 1986). Andra kräver att $N_e \geq 60$ (Ryman & Ståhl 1980) eller till och med $N_e > 500$ vid bevarandet av en population över lång tid (Franklin 1980).



Figur 2. Inavelsökningen per generation (ΔF) bestäms av relationen

$$\Delta F = \frac{1}{2N_e} \quad (\text{Nyman 1986}).$$

Det kan nämnas att för att uppnå $N_e = 50$ måste det alltid finnas minst 13 individer av det kön som är minst representerat. I det fallet behövs 325 individer av det motsatta könet för att uppnå $N_e = 50$, vilket var och en lätt själv kan räkna ut genom att sätta in kända värden i formel (2). Om det kön som är minst representerat uppgår till färre än 13 individer är det inte möjligt att uppnå $N_e = 50$, inte ens med ett oändligt antal av det andra könet. Följden måste i detta fall bli att $\Delta F > 1 \%$.

Inavelsdepression

Anledningen till att man försöker undvika inavel vid ett bevarande-
arbete är i första hand att man vill undvika förlust av mindre vanliga
alleler. En allel som försvunnit ur populationen kan endast återfås
genom att en ny lämplig mutation uppstår och blir etablerad igen, något

som kan ta miljontals år. Summan av alla gener i populationen är av avgörande betydelse för artens möjligheter att överleva i sin naturliga miljö. Men om antalet föräldradjur är få kommer även inaveln i den mera bokstavligen meningen att få stor betydelse, dvs inavelsdepression till följd av nära släktskapsparning.

En sådan nära släktskapsparning ökar drastiskt graden av homozygoti, och därmed ökar sannolikheten för utklyvning av skadliga recessiva gener. Sådana gener är ofta förknippade med kroppsliga defekter, försämrad tillväxt och inte minst försämrad reproduktionsförmåga. Det är detta som kallas inavelsdepression.

Huvudskälet till varför homozygoti i allmänhet minskar vitaliteten är att de flesta recessiva allelerna i en population är skadliga. Det underliggande skälet är att de flesta mutationerna som ger upphov till nya alleler är skadliga. Om dessa mutationer är dominanta kommer de i de flesta fall att elimineras genom det naturliga urvalet, men om de är recessiva kan de skyddas från det naturliga urvalet genom att förbli dolda hos heterozygoter i populationen.

När det gäller fiskar har man påvisat yngeldeformationer, högre romdödlighet, sämre tillväxt och överlevnad m m som en följd av inavelsdepression (Kincaid 1983).

Det bör i det här sammanhanget påpekas att inavel i sig inte är någonting negativt. Den förekommer som en naturlig del av evolutionsprocessen. Populationer kan vara utsatta för stora svängningar i antal och etablera sig eller försvinna inom olika geografiska områden. I naturen finns emellertid det naturliga urvalet som en ständigt reglerande kraft som på lång sikt håller arterna i balans. Inavelsdepression är däremot ett problem som främst beror på människans manipulering av djuren och åsidosättande av den naturliga selektionen.

GRADEN AV INAVEL HOS AVELSSTAMMARNAS AV GULLSPÅNGSLAX OCH GULLSPÅNGSÖRING I KÄLARNE

I odlingsmiljön hålls de olika årsklasserna vanligtvis åtskilda och generationerna lappar inte över varandra. Vi kan därför göra en upp-

skattning av graden av inavel i en avelslinje, förutsatt att vi vet antalet föräldrar som givit upphov till varje ny generation avelsfiskar, den effektiva populationsstorleken.

Vi skall nu med hjälp av de uppgifter vi har fått fram beräkna graden av inavel i de nuvarande avelsstammarna av Gullspångslax och Gullspångsöring i Kälarne med hjälp av de formler vi redogjort för i teoriavsnittet.

Vi antar i detta fall att baspopulationen är den naturliga populationen i Gullspångsälven med en inavelskoefficient som är lika med 0.

Gullspångslax

Vi måste tyvärr röra oss med mycket osäkra siffror då det gäller Gullspångslaxen. Men om vi använder oss av de siffror vi fått fram, och räknar med både det bästa och det sämsta tänkbara alternativet, får vi ändå ett visst mått på hur situationen är i dag för denna viktiga avelsbesättning.

Föräldrarna till den första generationen avelsfiskar i Kälarne (Gullspångslax årsklass 1970) var som bäst 11 hanar och 8 honor, vilket ger följande effektiva populationsstorlek enligt formel (2)

$$N_e = \frac{4 \times 11 \times 8}{11 + 8} = 18.5$$

(Vi bortser här ifrån variationer i antalet avkommor per familj)

Nästa generation startades 1976. Vi utgår även här ifrån det bästa alternativet och antar att föräldrarna till dessa fiskar var 5 hanar och 19 honor.

$$N_e = \frac{4 \times 5 \times 19}{5 + 19} = 15.8$$

Det betyder då att vi har följande inavelsgrad efter två generationer i odling enligt formel (1)

$$\Delta F = \frac{1}{2 \times 18.5} + \frac{1}{2 \times 15.8} = 0.059$$

dvs 5.9 %. Vi kan därför säga att avelsstammen av Gullspångslax i Kälarne som bäst har kvar 94 % av den genetiska variationen efter 17 år i odling.

Om vi på motsvarande sätt räknar med det sämsta tänkbara alternativet, dvs 1 hane och 1 hona i den första generationen, och 4 hanar och 13 honor i den andra generationen, får vi i det första fallet

$$N_e = N = 2$$

eftersom $N_m = N_f = N/2$. I det andra fallet får vi

$$N_e = \frac{4 \times 4 \times 13}{4 + 13} = 12.2$$

vilket ger

$$\Delta F = \frac{1}{2 \times 2} + \frac{1}{2 \times 12.2} = 0.291$$

dvs 29.1 %.

Vi kan således slå fast att avelsstammen av Gullspångslax i Kälarne har kvar högst 94 %, men minst 71 % av den genetiska variationen efter två generationer i odling.

Gullspångsöring

Om vi tillämpar samma resonemang beträffande avelsstammen av Gullspångsöring, finner vi att den första generationen i odling av denna avelslinje Dalälven-Kälarne är årsklass 1963. Denna har till föräldrar fiskarna som fångades i Gullspångsälven 1962. Vi utgår även här ifrån

de siffror vi fått fram, nämligen att 5 hanar och 5 honor användes vid avelsarbetet 1962 i Deje. Vi får då

$$N_e = N = 10$$

eftersom vi har lika antal hanar och honor.

Avkomman till dessa fiskar sattes ut i Dalälven 1965. Vi kan fortfarande betrakta dem som en sammanhållen grupp, då de representerar en enda årsklass med kända föräldrar. Vi har konstaterat att inga andra Gullspångsöringar sattes ut i Dalälven eller på ostkusten före 1971, annat än de avkomlingar till de här fiskarna som blev utsatta 1970.

Vi kan då säga att de fiskar som kramades i Älvkarleby 1971 utgör den andra generationens föräldrar i den avelslinje som kommit till Kälarne. Som vi har sett användes hösten 1971 3 hanar och 3 honor i avelsarbetet i Älvkarleby, vilket ger

$$N_e = N = 6$$

Avkomlingar till dessa fiskar (Gullspångsöring årsklass 1972) utgör fortfarande en romproducerande avelsbesättning i Kälarne (Tabell 5). Graden av inavel i denna avelsbesättning blir då

$$\Delta F = \frac{1}{2 \times 10} + \frac{1}{2 \times 6} = 0.183$$

dvs 18.3 %, vilket är en högst betydande förlust av genetisk variation redan efter två generationer i odling. Vi har dessutom kunnat konstatera att denna avelsbesättning sannolikt inte är helt rasren.

Observera också att man inte vid något tillfälle av de här uppräknade varit ens i närheten av att uppfylla villkoret för ett acceptabelt bevarandearbete, nämligen att $N_e \gg 50$.

De här beräkningarna gör inga anspråk på att vara helt exakta, därtill är källmaterialet alldeles för ofullständigt, men de ger ändå en god uppfattning om situationen. Vi vill också visa hur man kan knyta ihop teori och praktik, något som görs alldeles för sällan.

DISKUSSION

Vi har nu kartlagt den genetiska bakgrunden till avelsstammarna av Gullspångslax och Gullspångsöring i Kälarne, och dessutom gjort en beräkning av graden av inavel i dessa stammar. Det finns därför anledning att återvända till frågan hur väl bevarandearbetet lyckats hittills.

En inavelsökning av storleksordningen 5-10 % per generation i odling måste ur populationsgenetisk synpunkt anses vara anmärkningsvärt stor. Vi har sett att man teoretiskt bör ligga under 1 % per generation. Preliminära undersökningar av en del andra avelsstammar visar att dessa siffror inte alls är ovanliga, utan snarare regel än undantag. Kroppsliga defekter som kan förmodas bero på inavelsdepression är t ex inte alls ovanliga efter några få generationer i odling.

I naturliga populationer förekommer knappast en så hög grad av inavel som 10-20 % redan efter två generationer annat än i mycket extrema fall. Det är där fråga om överlappande generationer och även om endast ett fåtal individer leker varje år i t ex Gullspångsälven, kan antalet alleler hållas på en hög nivå genom det stora antalet individer som befinner sig i andra stadier av livsrytmen vid samma tidpunkt.

Vår slutsats måste därför bli att det bevarandearbete som utförts hittills när det gäller Gullspångslax och Gullspångsöring genetiskt sett är ett misslyckande.

Det är enligt vår uppfattning två faktorer som varit helt avgörande för detta misslyckande.

För det första har kunskaperna i genetik varit helt otillräckliga hos de personer som utfört det praktiska avelsarbetet. Allt arbete har gått ut på att få fram så många befruktade romkorn som möjligt. Frågan om fiskarnas släktskap har inte alls beaktats. Därför har heller inget medvetet bevarandearbete kunnat utföras. I stället har tiotusentals fiskar satts ut som varit avkomor till ett fåtal individer, med en utarmning av den genetiska variationen som följd.

För det andra har inte rommen blandats i samband med kramningarna. Metoden att fylla på romlådorna efter hand med ett litermått gör att det alltid är ett fåtal individer som är föräldrar till rommen i en romlåda. När rommen väl är på plats betraktas varje romlåda som en enhet, antingen rommen försäljs vidare eller rommen kläcks och ynglen föds upp vidare inom odlingen. Det gör att varje besättning i en odling, som vid den ena eller den andra tidpunkten väljs att utgöra basen för en avelsbesättning, är inavlade redan från början.

För att motverka en sådan inavel bör därför rommen från en viss avelsbesättning blandas så långt det är praktiskt möjligt. Nu kommer säkert någon att göra invändningen att det inte går att blanda rommen hur som helst. Någon dag efter befruktningen är den ytterst känslig för hantering fram till ögonpunktstadiet och bör inte rubbas alls.

Det är fullt möjligt att blanda rommen och det kan göras vid två tillfällen. All rom som befruktats samma dag kan utan vidare samlas upp i ett stort kärl och blandas innan den läggs i de olika romlådorna. Det andra tillfället är när rommen utvecklats till ögonpunktstadiet. Då kan all rom blandas, även den som blivit befruktad vid olika kramningstillfällen. Den bästa metoden är en kombination av dessa två förfaranden.

I det här sammanhanget måste det göras en kraftig markering att det som här sagts om blandning av rom givetvis endast gäller i fråga om rom från avelsfiskar av samma fiskstam och ingenting annat.

Det finns även andra möjligheter att blanda olika besättningar av yngel eller fiskar av samma fiskstam i stort sett vid varje tidpunkt under odlingsfasen.

De här åtgärderna kräver förvisso en hel del merarbete av personalen vid våra odlingar. Kunskapsnivån behöver höjas för att arbetet skall kännas motiverat, och det krävs vidare att ordentliga anteckningar görs vid avelsarbetet. Varje seriöst avelsarbete förutsätter att man vet hur många föräldradjur som använts, helst även vilka, och vad det är för

rom som ligger i olika romlådor. Det vet man i regel inte i dag. Men det finns inga genvägar, om verkligheten skall förändras till det bättre och inaveln skall stoppas på våra fiskodlingar.

Den relativt enkla åtgärden att blanda rommen skulle i ett slag minska inaveln tiofalt, om den genomfördes över hela linjen. Det är sant att det ofta är svårt att fånga tillräckligt många avelsfiskar som återvandrar till en älv, men den enkla åtgärden att blanda rommen ordentligt är i det långa loppet viktigare än att det vid en del tillfällen fångas för få avelsfiskar.

Det är endast vid kontrollerade korsningsförsök, som är inriktade på ett bestämt avelsmål, som varje familj måste hållas separat. Det bedrivs för närvarande endast två sådana avelsförsök i Sverige, ett på regnbåge och ett på röding, båda förlagda till Kälarne.

Det är uppenbart att man för det mesta startat nya avelsbesättningar mycket okritiskt. Man har inte ställt frågan vilken härstamning de tilltänkta avelsdjuren har, något som alltid kommit i främsta rummet när det gällt andra djurslag. Hanarnas roll i avelsarbetet har kraftigt underskattats. Eftersom en enda hane kan befrukta tiotusentals romkorn har man nöjt sig med att använda ett fåtal, även när tillgången på avelsdjur varit god.

Flera försök att starta en avelsbesättning har misslyckats därför att man startat med för få djur. Följden har blivit att inte tillräckligt många uppnått produktiv ålder. En annan viktig faktor är att man i slutändan får för få hanar kvar, när det är dags att starta en ny generation avelsdjur. Som vi har sett är ett lämpligt antal ca 500 tvååriga fiskar och ett generationsintervall av 7-8 år (Tabell 4 och 5). Målet måste alltid vara att ha en effektiv populationsstorlek av $N_e > 50$ vid varje ny generation i odling.

Den genetiska variation som gått förlorad kan inte återskapas. Den enda möjligheten att förbättra en inavlad stam är att korsa in nya gener från den vilda populationen, eller från andra avelslinjer ifall sådana finns.

Den senare möjligheten har sällan utnyttjats. År 1970 fanns det t ex ett gyllene tillfälle att förbättra avelsstammen av Gullspångsöring i Kälarne, vilket framgår av följande citat:

"I damm nr 28 finns ett ganska stort antal Gullspångsöringar (årsklass 1968, vår anmärkning), som kunde vara tänkbara för ett sådant (utsättnings-) försök. Förutom ovan nämnda fiskar finns här 127 hannar av Gullspångsöring (årsklass 1965), som lekte förra hösten och som då märktes genom bortklippande av högra bukfenan. En del av dessa fiskar borde utsättas, då det ju är onödigt att föda så många hannar. Vidare finns i damm 29 76 st fyraåriga Gullspångsöringar (årsklass 1966) som vi också kunde avvara, då vi ändå har gott om sådana fiskar" (E. Halvarsson i brev till G. Svärdson den 23/2 1970).

Om man vid detta tillfälle känt till, eller tagit reda på, fiskarnas bakgrund, hade det varit möjligt att bilda en efter omständigheterna god avelsbesättning av Gullspångsöring. Det hade även varit möjligt att skapa en helt rasren avelsstam utan misstanke om inblandning från annat håll. I stället såldes 50 hanar av årsklass 1965. Alla fiskar av årsklass 1966 sattes ut i Stora Kölsjön i Härjedalen och alla fiskarna av årsklass 1968 blev utsatta i Dalälven och i Vänern.

Hur skall då bevarandearbetet bedrivas i fortsättningen? Det måste ske en omstart utifrån de förutsättningar som gäller i dag. Nytt material bör insamlas i Gullspångsälven. Som vi har kunnat visa är inte avelsfiske vid leken en framkomlig metod. Alldeles för få fiskar kan fångas på det sättet. Enda alternativet är därför att elfisika på uppväxtplatserna under några år i följd. Det bör kunna ge ett antal förhoppningsvis obesläktade fiskar som sedan kan födas upp till köns mogen ålder. Ett sådant arbete har såvitt vi vet redan påbörjats.

I förlängningen bör sedan ett utbyte ske mellan de olika avelslinjerna, antingen av rom eller fiskar. Här måste risken för att sprida sjukdomar vägas mot risken att de unika fiskstammarna helt dör ut, och en lämplig kompromiss göras. Avelsstammarna av Gullspångslax och Gullspångsöring i Kälarne bör även i fortsättningen kunna spela en roll i den svenska fiskevården eftersom de fortfarande utgör det viktigaste avelsmaterialet som finns.

SAMMANFATTNING

I Klarälven och Gullspångsälven finns för närvarande två stammar av lax (Salmo salar) som utgör relikter från den tid då Vänern hade förbindelse med Västerhavet efter istidens slut. De tidigare bestånden i Norsälven, Borgviksån och Byälven har numera försvunnit som en följd av vattenkraftsutbyggnaden (Figur 1).

Öringen i Vänern (Salmo trutta) lekte tidigare i Norsälven, Borgviksån, Byälven, Amålsån, Upperudsälven, Göta älv (vid Vargön), Lidan och Tidan. Numera finns endast svaga bestånd som leker i Klarälven och Gullspångsälven.

Efter tillkomsten av kraftverket i Gullspång har bestånden av Gullspångslax och Gullspångsöring kraftigt minskat och har numera endast en liten strömsträcka vid Åråsforsarna som lek- och uppväxtplats.

Ett intensivt avelsfiske bedrevs mellan åren 1961-72 i en ansträngning att rädda de utrotningshotade stammarna av Gullspångslax och Gullspångsöring. Resultaten av dessa avelsfisken redovisas i Tabell 2 och 3.

Fiskar med ursprung i Gullspångsälven har kommit till Kälarne vid följande sju tillfällen, antingen som rom eller som unga fiskar:

- 1) 13/4 1965. 5 000 ögonpunktad rom av korsning mellan Gullspångsöring och Gullspångslax från Deje.
- 2) 11/5 1966. 2 000 ögonpunktad rom av Gullspångsöring från Deje.
- 3) 2/11 1967. 500 st 2-å Gullspångsöringar från Älvkarleby.
- 4) 25/4 1968. 101 st 2-å Gullspångslaxar från Älvkarleby.
- 5) 13/6 1969. 5 000 st 1-å Gullspångsöringar från Älvkarleby.
- 6) 29/5 1972. 200 st 2-å Gullspångslaxar från Älvkarleby.
- 7) 14/6 1974. 448 st 2-å Gullspångsöringar från Älvkarleby.

Av dessa leveranser har endast tre resulterat i romproducerande avelsbesättningar, nämligen Gullspångsöring årsklass 1965, Gull-

spångslax årsklass 1970 och Gullspångsöring årsklass 1972. Antalet avelsfiskar och mängden rom som producerats i Kälarne finns sammanfattat i Tabell 5 och 6.

Av oss kända utsättningar av Gullspångslax och Gullspångsöring i Vänerområdet finns sammanfattade i Tabell 4.

Graden av inavel hos avelsstammen av Gullspångslax i Kälarne har beräknats till minst 6 % men högst 29 % efter två generationer i odling utifrån de fakta vi kunnat få fram.

Graden av inavel hos avelsstammen av Gullspångsöring i Kälarne har på motsvarande sätt beräknats vara 18 % efter två generationer i odling.

Målsättningen vid skapandet av avelsbesättningarna av Gullspångslax och Gullspångsöring i Kälarne var från början att skapa en "genbank" för att bevara stammarnas genpool.

De flesta författare rekommenderar att inavelsökningen i odling bör understiga 1 % per generation. Vi har kunnat konstatera att inavelsökningen varit av storleksordningen 5-10 % per generation. Det bevarandearbete som utförts hittills när det gäller Gullspångslax och Gullspångsöring är därför genetiskt sett ett misslyckande.

Bättre kunskaper hos personalen på odlingarna och ett mera medvetet handhavande av avelsbesättningarna är ett villkor för att situationen skall kunna förbättras. En omstart måste ske utifrån de kunskaper vi har i dag för att bevarandearbetet skall bli mera meningsfullt.

Avelsstammarna av Gullspångslax och Gullspångsöring i Kälarne bör även i fortsättningen kunna spela en roll i den svenska fiskevården, eftersom de fortfarande utgör det viktigaste avelsmaterialet som finns.

ERKÄNNANDEN

Det har varit ett mödosamt arbete att försöka klarlägga det som hänt med Gullspångslaxen och Gullspångsöringen vid olika tidpunkter och vi har därför bett många personer om hjälp. Vi vill här särskilt tacka

följande personer som uppoffrande och hjälpsamt bidragit med viktiga upplysningar: Torgny Larsson, Tage Ros, Bjarne Ragnarsson, Ulf Widén och Robert Karlsson. Torgny Larsson har även läst igenom manuskriptet och kommit med värdefulla kommentarer.

Vidare vill vi tacka personalen vid försöksstationen i Kälarne för många upplysningar om det praktiska handhavandet av avelsbesättningarna, särskilt Knut Svensson, Torsten Stenström och Ronny Björnsson.

Vi vill också postumt rikta ett varmt tack till Elof Halvarsson för hans utomordentliga bokföring. Utan den hade den här redogörelsen inte varit möjlig, och den visar även vilken stor betydelse goda anteckningar i sig har för forskningen.

Slutligen vill vi tacka Lennart Nyman och Jan Henricson som läst manuskriptet och kommit med många värdefulla synpunkter på innehållet.

LITTERATUR

- Almer, B & T. Larsson. 1974. Fiskar och fiske i Vänern. (English summary: Fishes and fishery in Lake Vänern.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (8). 118 p.
- Crow, J.F. & M. Kimura. 1970. An introduction to population genetics theory. Harper and Row. New York. 591 p.
- Frankel, O.H. & M.E. Soulé. 1981. Conservation and evolution. Cambridge University Press, Cambridge. 327 p.
- Franklin, I.R. 1980. Evolutionary change in small populations. p 135-149. In Conservation biology. An evolutionary - ecological perspective. Eds.: M.E. Soulé and B.A. Wilcox. Sinauer Assoc. Inc., Sunderland, Mass.
- Karlsson, R. 1983. Klarälven, framtida avelsarbete för lax och öring. (Brevkopia).
- Kincaid, H.L. 1983. Inbreeding in fish populations used for aquaculture. Aquaculture 33:215-227.
- Larsson, T. 1963-1972. Redogörelser för avelsfisket i Gullspångsälven. (Brevkopior).

- Larsson, T. 1969. Gullspångsälvens laxbestånd prioriteras i målet om Gullspångs nya kraftverk. Värmlands läns hushållningssällskaps medlemsblad, Karlstad (2):6-12.
- Nyman, L. 1986. Avelsmetodik för fiskevården. (English summary: A breeding methodology for fisheries management.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (2). 20 p.
- Ros, T. 1966. Gullspångslaxen - en svensk praktfisk för fiskevården. Svensk Fisk. Tidskr. 75:162-166.
- Ros, T. 1986. Lax och öring i Gullspång. Skaraborgsnatur. Årsskr.:5-17. Skaraborgs läns Naturskyddsförening, Lidköping.
- Runnström, S. 1940. Vänerlaxens ålder och tillväxt. (English summary.) Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 18. 38 p.
- Ryman, N. & G. Ståhl. 1980. Genetic changes in hatchery stocks of brown trout (Salmo trutta). Can.J.Fish.Aquat.Sci. 37:82-87.
- Schonewald-Cox, C.M., S.M. Chambers, B. MacBryde & L. Thomas (Eds.) 1983. Genetics and Conservation. Benjamin/Cummings Publ. Inc., Menlo Park, California. 722 p.
- Soulé, M.E. & B.A. Wilcox (Eds.) 1980. Conservation biology. An evolutionary - ecological perspective. Sinauer Assoc. Inc., Sunderland Mass. 395 p.
- Svärdson, G. 1965. Sötvattenslaboratoriets årsberättelse 1964 med plan för år 1965. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (1). 41 p.
- Wickström, H. 1974. Resultat av smoltutsättningar i Vänern 1960-69. (English summary: Smolt taggings in Lake Vänern 1960-69.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (9). 68 p.
- Wright, S. 1931. Evolution in Mendelian populations. Genetics 16:97-159.

ENGLISH SUMMARY: GENETIC BACKGROUND OF BROOD STOCKS OF GULL-
SPÅNG SALMON AND BROWN TROUT AT THE FISHERIES
BOARD'S KÄLARNE HATCHERY

Lake Vänern is the largest lake in Sweden. Originally it contained several native populations of landlocked atlantic salmon (Salmo salar) and brown trout (Salmo trutta). But today, as a result of hydroelectric power exploitation, only four reproducing populations remain, atlantic salmon in the River Klarälven and the River Gullspångsälven, and brown trout also in the River Klarälven and the River Gullspångsälven.

The local stocks of Gullspång salmon and Gullspång brown trout are both very large-sized and are considered to be two of the most valuable salmonid stocks in Sweden.

At the end of the 1950s the Gullspång salmon and the Gullspång brown trout were brought close to extinction. A massive attempt to catch fish at spawning time for artificial breeding started. The result of those efforts are summarized in Table 2 and 3.

The Kålarne hatchery in the province of Jämtland has held brood stocks of Gullspång salmon and Gullspång brown trout since the 1960s as part of a conservation programme. Seven deliveries resulted in three egg-producing brood stocks. The amounts of eggs produced by these stocks are summarized in Table 5 and 6.

An attempt to calculate the coefficient of inbreeding in these brood strains has been performed. The result shows that the salmon strain has lost at least 6 % and at most 29 % of its genetic variation after two generations of propagation in captivity. The brown trout strain has lost 18 % of its genetic variation after two generations of propagation in captivity.

Compared to the recommended maximum loss of < 1 % genetic variation per generation in captivity these figures are remarkably high.

It is therefore concluded that the conservation programme is so far a failure. The main reason for this is improper handling of the brood stocks. The habit of keeping the spawn from a few parent fish separate through all stages of cultivation leads to a rapid loss of genetic variation due to genetic drift. This could be avoided by mixing the spawn from all parent fish of the brood stock at an early stage.

A restart of the conservation programme is suggested. However, the brood stocks of Gullspång salmon and Gullspång brown trout at the Kålarne hatchery are still the most important ones, and will remain so in the near future.