



Vätternvårdsförbundet

Märkning av lax i Vättern



Rapport nr 98 från Vätternvårdsförbundet
i samverkan med länsstyrelsernas fiskefunktioner

Rapport nr 98 från Vätternvårdsförbundet

(Rapport 1-29 utgavs av Kommittén för Vätterns vattenvårds. Kommittén ombildades 1989 till Vätternvårdsförbundet som fortsätter rapportserien från Rapport 30.)

Rapport	98
Framsida	Carlin-märkt lax klar för utsättning (Foto: Anton Halldén)
Ansvarig utgivare	Måns Lindell (red), Januari 2009.
Kontaktperson	Ann-Sofie Weimarsson, Länsstyrelsen i Jönköpings län. Telefon 036-395000, e-post: ann-sofie.weimarsson@lansstyrelse.se
Författare	Berit Sers, Erik Degerman & Per Nyberg, Fiskeriverket, Pappersbruksallén 22, 702 15 Örebro
Webbplats	www.vattern.org
Fotografier	Vätternvårdsförbundets arkiv (om inget annat anges)
Kartmaterial	Kartkälla: Länsstyrelsen i Jönköpings län.
ISSN	1102-3791
Upplaga	200 ex.
Tryckt på	Länsstyrelsen, Jönköping. 2009
Miljö och återvinning	Rapporten är tryckt på miljömärkt papper och omslaget består av PET-plast, kartong, bomullsväv och miljömärkt lim. Vid återvinning tas omslaget bort och sorteras som brännbart avfall, rapportsidorna sorteras som papper.

Förord

Lax sätts sedan 1971 ut årligen i Vättern som kompensation för den storvuxna nedströmslekande öringstam som en gång fanns i Vättern och som lekte i utloppet Motala ström. Öringstammen slogs ut i samband med att Vättern reglerades på 1920-talet. Laxen som sätts ut har ett ursprung från Gullspångsälven (som rinner till Väneren) och har kläcks och tillvuxit i odling fram till utsättning som tvåårigt s k smolt. Laxen reproducerar sig inte i Vättern utan beståndet är helt beroende av kontinuerliga utsättningar.

Fisket efter lax i Vättern har idag blivit vida känd främst i sportfiskesammanhang och sportfiskare ”vallfärdar” till Vättern för att fånga stor fin lax. Världens största spöfångade insjöfångade lax är t ex fångad utanför Ödeshög för några år sedan! Även för yrkesfisket har laxen viss betydelse.

Innan utsättning märks 10 % av laxsmolten för att möjliggöra uppföljning av de olika utsättningarna. Alla som får upp en märkt lax över minimimåttet (idag 60 cm) uppmanas att skicka märket till Fiskeriverket så att data kan erhållas om storlek, tillväxt, kondition etc. Den som skickar in märken får tillbaka information om fisken. Återrapporteringarna ger med tiden värdefull information som t ex kan användas för att effektivisera utsättningarna och för att bedöma laxens effekter i Vättern. Författarna har i föreliggande rapport på ett imponerande sätt sammanställt vad som är känt idag om laxutsättningarna och en rad viktiga fakta läggs fram genom utvärderingen.

Det finns ett behov av att veta mer om laxen i Vättern. Liksom för alla utsättningar av främmande arter finns ett behov av att ordentligt utvärdera hur laxen påverkar ekosystemet i sjön. Därför är det angeläget att föreliggande rapport kompletteras med en senare s k miljökonsekvensbeskrivning inklusive en samhällsnyttig analys av fortsatta utsättningar. Detta arbete är påbörjat.

Finansiering av studien har skett via fiskevårdsmedel från Västra Götalands län.

I detta sammanhang är det läge för att tacka alla som skickat in märken från fångade laxar. Fortsätt med det!

Måns Lindell
Vätternvårdsförbundet

Anton Halldén
Länsstyrelsen i Jönköping

Utvärdering av märkningar av Gullspångslax i Vättern

Berit Sers, Erik Degerman & Per Nyberg, Fiskeriverket, Pappersbruksallén 22, 702 15 Örebro

Sammanfattning

Materialet utgörs av Carlinmärkt Gullspångslax som sattes ut i Vättern perioden 1982-2002 och omfattar återfångster inrapporterade t o m 2005-12-31. Totalt ingår 55 märkningsgrupper (drygt 48 000 märkta ungar) av, dels tvåsomriga ungar (s k 1+) utsatta september-oktober, dels tvååriga smolt (2-år) utsatta maj-juni. Materialet indelades i tre perioder (1982-87, 1988-96, 1997-2002) utgående från förändringar i utsättningsmängder av laxungar resp höjt minimimått för lax (höjning från 50 till 60 cm år 1998).

- Återfångsten (antalsprocent) var i medeltal för hela perioden 18,4%. Perioden 1997-2002 var återfångsten lägre än tidigare perioder.
- Tvåsomriga ungar (1+) gav en medelåterfångst på 16,6% resp 467 kg per 1000 utsatta ungar och tvååriga smolt (2-år) gav 20,6% resp 547 kg. Skillnaden var inte signifikant pga stora variationer i utbytet mellan åren. För tvååriga smolt gav t ex utsättningarna 1999 resp 2002 dåligt utbyte.
- Generellt minskade utbytet (antalsprocent) av utsättningarna med ökad storlek över 22 cm på de utsatta tvååriga smolten (2-år). I diskussionen spekuleras över storlekens negativa inverkan på överlevnaden.
- Ett försök till modellering av mängden lax i sjön (beräknat utgående från utsättningsmängder och återfångstmönster) visade att det förelåg ett starkt negativt samband mellan den skattade mängden lax i sjön och återfångst i kg per 1000 utsatta tvååriga smolt. Mängden lax i sjön samt smoltstorleken förklarade 45% av variationen i återfångst.
- Konditionen hos återfångad lax för utsättningar utförda under perioden 1982-1987 var signifikant högre än för senare perioder (endast lax $\geq$ 60 cm analyserades).
- Åren 1992 till 1996 ökade laxens kondition successivt. Detta var i samband med att en stark årsklass av siklöja uppstod 1992.
- Laxen växte signifikant sämre vid höga utsättningsmängder, men skillnaden var relativt ringa (8% i vikt).
- Att både kondition, tillväxt och återfångst i kg per 1000 utsatta tvååriga smolt påverkades negativt vid höga utsättningsmängder indikerar att laxen vid dessa nivåer är födobegränsad.

- Storleken på den återfångade laxen styrdes till del av temperaturen på hösten utsättningsåret, temperaturen under laxens levnad och storleken vid utsättning. Dessa tre faktorer förklarade tillsammans med återfångstdatum 63% av variationen i storlek.
- För tvååriga smolt (2-år) producerades de största laxarna från smolt < 240 mm.
- Utsättningar vid Brevik (nära Karlsborg) gav signifikant högre utbyte (både antalsprocent och kg åter/1000 utsatta ungar) än utsättningar i Starbäck (södra Vättern). Flest fiskar återfångades i norra Vättern. Resultaten indikerade en bättre födotillgång i det norra området.
- Rutiner i odlingarna, kvalitet på ungarna och rutiner vid transport och utsättning bör dokumenteras noggrannare.



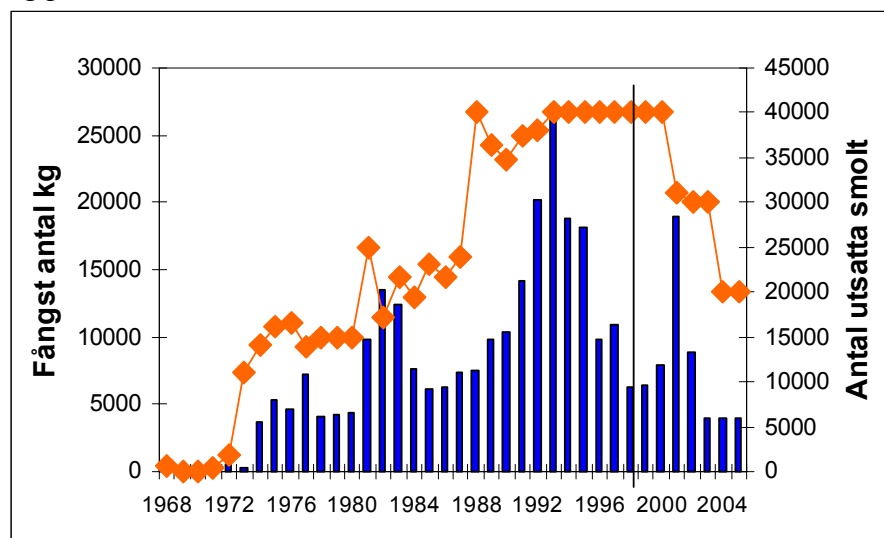
Foto: Mikael Johansson

1. Inledning

Vättern hyste förr en unikt storvuxen stam av insjööring som lekte i Vätterns utlopp, Motala ström. När Motala ström var helt utbyggd 1921 hade vägen till lekområdet stängts av. Längre försökte man ersätta denna stam genom utsättningar av öring från odlingen i Borensnäs, men med klen resultat. Enstaka försök i slutet av 1950-talet visade att utsättning av lax gav goda återfångster och snabb tillväxt. Därför startade årliga laxutsättningar i Vättern 1971 som en kompensationsåtgärd.

Utsättningsmängderna var initialt 14 000-25 000 laxungar årligen, vilket genererade officiella fångster av lax i storleksordningen 10-20 ton/år. År 1988 fördubblades antalet utsatta laxungar och från 1993 låg utsättningarna stadigt på 40 000 laxungar årligen i ett antal år. Fångsterna av lax ökade till knappt 28 ton i det yrkesmässiga fisket 1993 (Figur 1). Samma år uppgick den totala fångsten i yrkes- och fritidsfisket i Vättern till knappt 40 ton. Fritidsfiskestatistik saknas dock efter 1993. Vid en enkätundersökning år 2000 skattades fritidsfiskets fångst av lax till 24 ton medan yrkesfisket stod för knappt 8 ton. Såvida svaren i enkäten är rättvisande stod fritidsfisket således för 75% av laxfångsten det året (Hjalte m. fl. 2003). Utgående från dessa uppgifter kan man anta att fångstmängden varit 32-40 ton totalt när 40 000 smolt sattes ut.

Yrkesfiskets fångst av lax ökade fram till mitten av 1990-talet för att sedan avta, pga försämrade prisbild för lax och ökat intresse för kräftfiske. År 2001 fördubblades fångsten av lax i yrkesfisket jämfört med andra år. En förklaring till det var att en yrkesfiskare inriktade sig på fiske efter lax det året.



Figur 1. Antal utsatta laxungar (linjen) och officiell fångst av lax (staplar) i det yrkesmässiga fisket i Vättern. År 1998 höjdes minimimåttet på lax från 50 cm till 60 cm (streckat i figuren).

Av hänsyn till den hotade rödingen i sjön sänktes utsättningarna år 2001 till 31 000 laxungar, 2002 och 2003 sattes 30 000 årligen och år 2004 sänktes utsättningarna ytterligare, till 20 000 laxungar per år. Den mängden sätts fortfarande ut varje år.

Sedan 1965 har utsättningsmaterialet Carlinmärkt i större omfattning. Westerberg (1993) genomförde en omfattande analys av märkningsresultaten 1965-91. Han konstaterade att utbytet per 1000 märkta smolt i medeltal varit 563 kg. Enligt fiskeristatistiken skulle utbytet ha varit 650 kg. Skillnaden kunde eventuellt vara en effekt av överdödighet av märkningen,

märkesförlust samt underlåtenhet att inrapportera märken. Westerberg (1993) visade också att utbytet av Gullspångslax var betydligt större än för andra stammar, främst genom Gullspångslaxens snabba tillväxt (se även Elvingson 1990).

Föreliggande sammanställning syftar främst till att redovisa utbytet av utsättningarna. I sammanställningen görs också en enkel analys av vilka faktorer som styr återfångsten av lax samt vad olika smoltutsättningsmängder har för inverkan på tillväxt och utbytet av lax.



Foto: Mikael Johansson

2. Material och metoder

2.1 Databehandling

I dag utgörs utsättningsmaterialet enbart av Gullspångslax varför den här sammanställningen fortsättningsvis endast omfattar denna stam. Individdata föreligger endast från 1982 års märkningar varför sammanställningen behandlar märkningar av tvåsomrig (ett år + en sommar = höstutsättningar) och tvåårig (vårutsättningar) Gullspångslax utförda 1982-2002 och återfångster inrapporterade till 2005-12-31, fränsett i tre figurer (Figur 6, 11 och 12) där även äldre data har använts. Då den tvåsomriga (1+) laxen återfångas till största delen år två och tre efter utsättningen (utsättningsår = år 0) och den tvååriga laxen (2-år) år ett och två efter utsättningen (Nyberg & Sers 2000), så anses merparten av återfångsterna från 2002 års märkningar vara färdigrapporterade år 2005.

Uttrycket smolt används om de tvååriga laxungarna, trots att de kanske inte fysiologiskt är smolt.

Två märkningsgrupper om totalt knappt 1000 tvååriga smolt från år 2002 uteslöts eftersom inga återfångster inrapporterats till 2005-12-31.

För att studera om tillväxten på Gullspångslax i Vättern var korrelerad med vattentemperaturen användes medellufttemperaturen i Karlsborg (från SMHI) för perioden 1982-2004. En somarmedeltemperatur (juni-aug) och en höstmedeltemperatur (sept-nov) beräknades för varje år. Varje månads medeltemperatur jämfördes med medeltemperaturen för samtliga motsvarande månader. Genom dividering av aktuell månadstemperatur med medelvärde erhöles ett index för temperaturen där 100 var normal och lägre värden betydde att månaden varit kallare än genomsnittet osv. För varje år summerades resp månads temperaturindex varefter årets temperaturindex beräknades som medelvärde av månadsindexen. Därigenom har varje år ett temperaturindex. Detta årstemperaturindex användes för att studera effekten av klimatet på resp lax's tillväxt. För varje individ beräknades vilket årstemperaturindex den levte under.

Konditionsfaktorn vid utsättning och återfångst beräknades enligt formeln:

$$\text{Konditionen} = \frac{100 * \text{vikt i g}}{(\text{längd i cm})^3} \quad (\text{Ekvation 1})$$

Materialet delades in i tre perioder, utsättningar utförda 1982-87, 1988-1996 samt 1997-2002 för att studera om de successivt ökade utsättningsmängderna (från 1988) hade effekt på utfallet samt om förändringar i fiskemönstren (höjt minimimått 1998) gav annat utbyte eller om laxens tillväxt förändrats.

Vid beräkningarna i Tabell 8 (även Figur 16-18) av tillväxten (storleken) hos tvåårig Gullspångslax under de tre perioderna begränsades antalet återfångster till fyra år efter utsättning. Alla återfångstvikter användes, även skattade. Där återfångstvikt saknades men återfångstlängd var angiven skattades återfångstvikten med en beräknade medelvikt för resp längd från fiskar där både längd och vikt angetts vid återfångst.

Återfångsternas geografiska fördelning i sjön studerades genom att dela in Vättern i åtta zoner (Nyberg & Sers 2000, Bilaga 2).

2.2 Utförda märkningar

De första åren utfördes vanligen en märkning per år, från och med 1987 två per år och från 1994 fyra per år. Antalet märkningar följde tidigare antalet utsatta laxar eftersom man strävade efter att märka 10% av utsättningsmaterialet för att erhålla ett statistiskt bra underlag. Totalt under perioden 1982-2002 har 55 märkningar av tvåsomrig och tvåårig Gullspångslax utförts (Bilaga 1). Dessa har vid 26 tillfällen satts ut vid Brevik (S Karlsborg) och vid 19 tillfällen i Starbäck (västra stranden, södra Vättern). Övriga utsättningsplatser har varierat, men utsättningsplatserna har sedan 1987 permanentats till Brevik och Starbäck.

Av de 55 märkningar som företagits under perioden 1982-2002 så genomfördes 20 st med tvåsomriga ungar och 35 st med tvååriga smolt. För perioden 1982-87 var motsvarande siffror en utsättning med tvåsomriga ungar och tio med tvååriga smolt, perioden 1988-96 tio med tvåsomriga ungar och 13 med tvååriga smolt, perioden 1997-2002 nio med tvåsomriga ungar och 12 med tvååriga smolt (varav två uteslöts pga att inga återfångster inrapporterats). Utsättningarna med smolt har i huvudsak skett i senare hälften av maj till mitten av juni och utsättningar med tvåsomriga ungar har skett från mitten av september till första hälften av oktober.



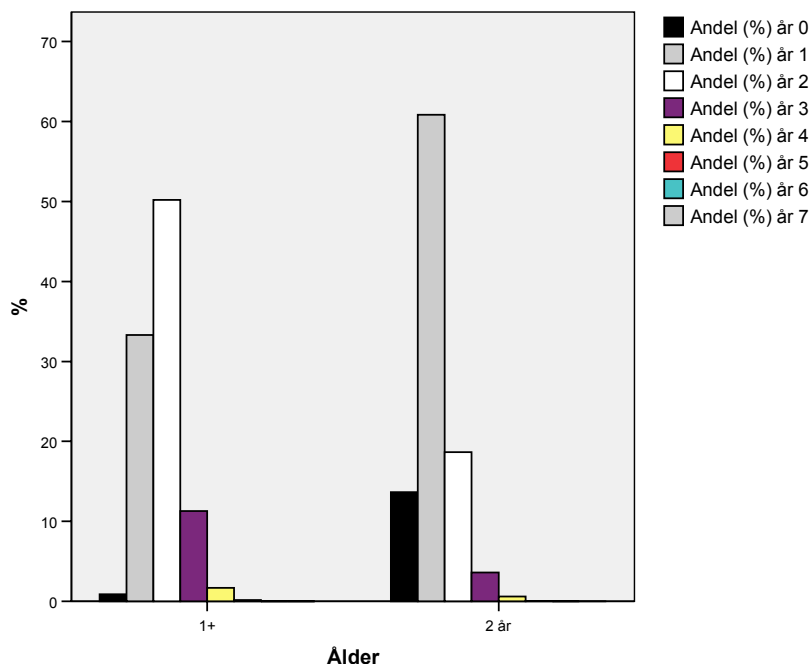
Foto: Mikael Johansson

3. Resultat

3.1 Återfångst

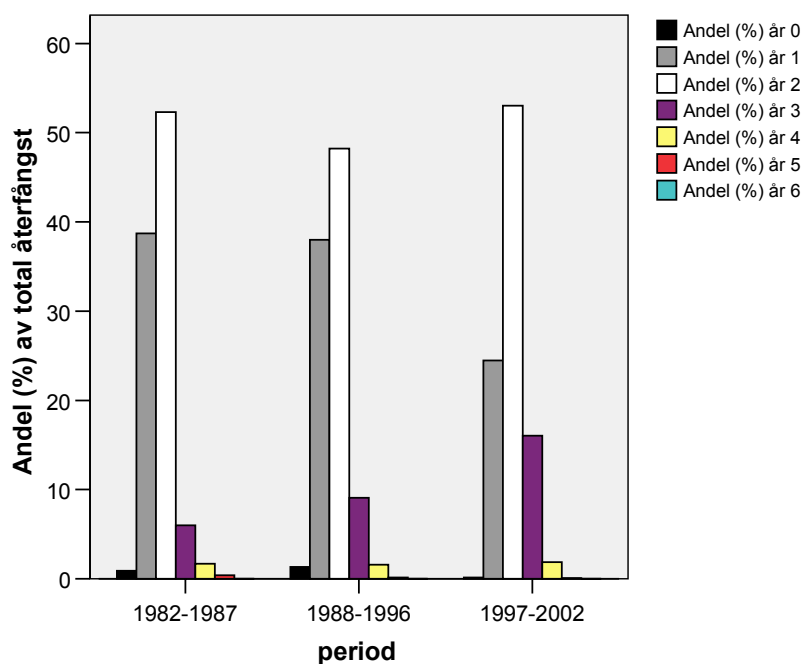
3.1.1 Återfångst fördelat på år efter utsättning

Återfångstmönstret skilde betydligt mellan utsättningar av tvååriga smolt (våren) och utsättningar av tvåsomriga ungar (hösten). Smolten började återfångas redan under utsättningsåret, medan det höstutsatta materialet inte återfångades förrän ett år senare. Tre år efter utsättning hade huvuddelen (>94%) av alla återfångster gjorts (Figur 2). I princip kan man således redan efter tre år bedöma en utsättnings utfall.

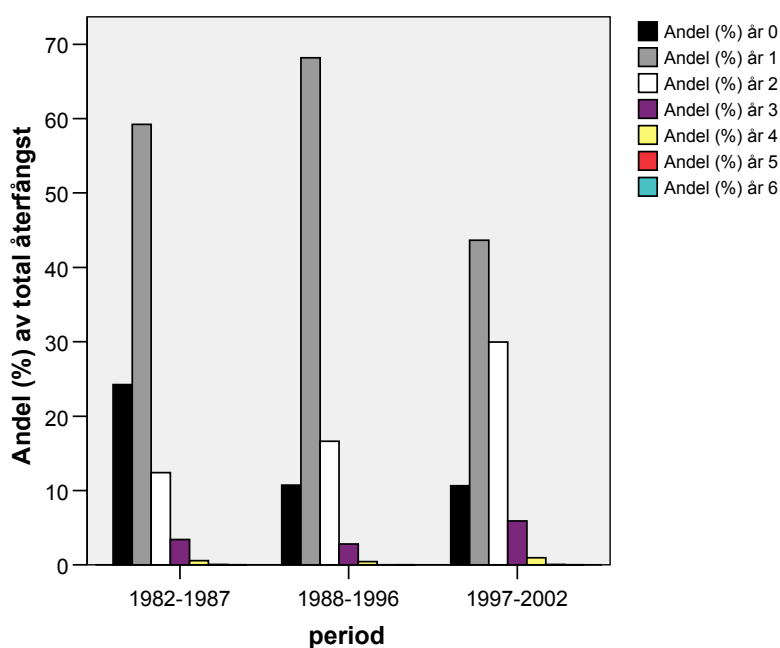


Figur 2. Laxåterfångstens fördelning (antalsprocent) på utsättningsålder fördelat på år efter utsättning i Vättern (år 0 = utsättningsår).

Det var inte några betydande skillnader i återfångstmönstret mellan perioderna, varken för tvåsomriga ungar (Figur 3) eller för tvåårig smolt (Figur 4, Tabell 1). För perioden 1997-2002 förelåg dock en liten tendens att en något mindre andel av både tvåsomriga ungar och tvååriga smolt återfångades, eller snarare inrapporterades, under utsättningsåret och året därpå. Detta kan vara en effekt av det höjda minimåttet från 50 till 60 cm år 1998.



Figur 3. Laxåterfångstens fördelning (antalsprocent) av utsatta tvåsomriga ungar (1+) på olika år efter utsättning i Vättern fördelat på tre olika perioder.



Figur 4. Laxåterfångstens fördelning (antalsprocent) av utsatta tvååriga smolt (2-år) på olika år efter utsättning i Vättern fördelat på tre olika perioder.

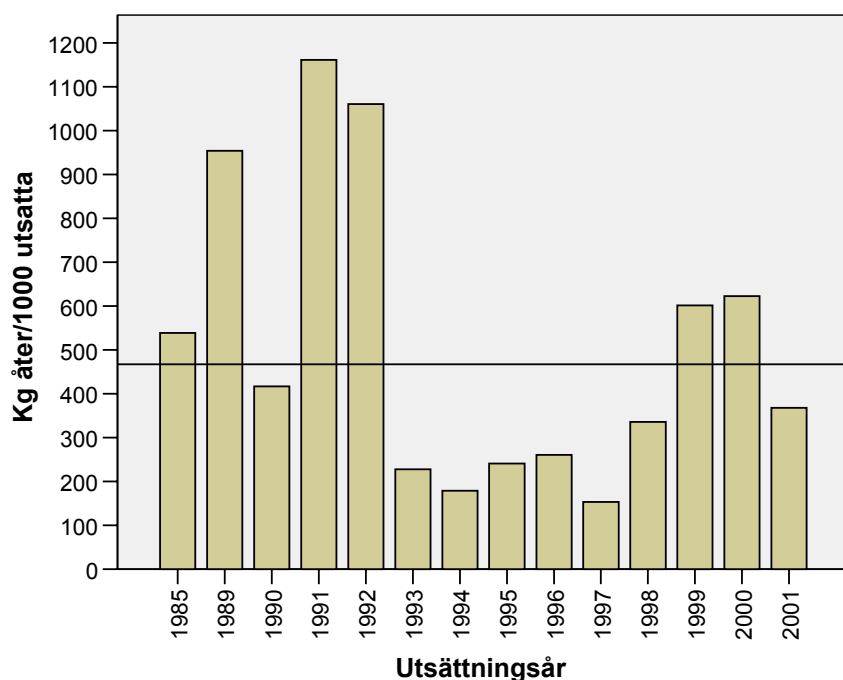
Tabell 1. Andel återfångster (antalsprocent) av utsatt tvåårig Gullspångslax) fördelat på år efter utsättning (År 0 = utsättningsår). Standardavvikelse inom parentes.

Period	Andel år 0	Andel år 1	Andel år 2	Andel år 3	Andel år 4	Andel år 5
1982-1987	24,3 (10,2)	59,2 (7,7)	12,4 (8,2)	3,4 (3,2)	0,6 (0,9)	0,08 (0,4)
1988-1996	10,7 (6,4)	68,2 (8,6)	16,6 (8,1)	2,8 (1,7)	0,5 (0,7)	0,03 (0,09)
1997-2002	10,6 (9,0)	43,7 (14,0)	30 (4,5)	5,9 (5,0)	1 (1,1)	0,08 (0,18)

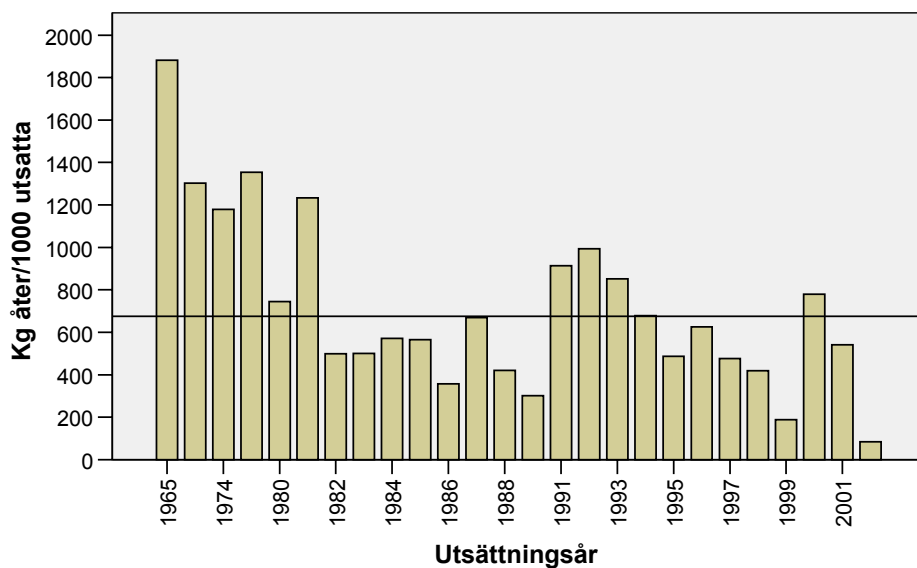
3.1.2 Utbyte av Gullspångslax årsvis

Totalt under perioden 1982-2002 märktes drygt 48 000 laxungar och 18,4% återfångades. Utbytet per 1000 stycken utsatta tvåsomriga ungar var i medeltal 467 kg medan motsvarande utbyte för tvåårig smolt var 547 kg i medeltal för alla märkningarna. Utbytet av utsättningsarna av tvåsomriga ungar, dvs återfångsten i kg åter/1000 utsatta ungar, sjönk snabbt i början av 1990-talet och framåt (Figur 5) medan utbytet av märkningarna utförda åren 1999-2000 var förhållandevis högt.

Historiskt har utbytet av alla stammar av lax i Vättern varit som mest drygt 1 800 kg per 1000 utsatta smolt (Figur 6). Även över längre tid än de senaste åren har alltså utbytet sjunkit. Notera det dåliga utbytet av tvåårig Gullspångslax år 2002, trots att två märkningar undantagits (Figur 6). Utbytet av 2002 års märkningar kommer endast att öka någon procent efter att återfångster inrapporterade under 2006 tillkommit (Tabell 1). År 1999 var utfallet svagt för ett delmaterial av tvåårig smolt odlat i Långhult, medan ett utsättningsmaterial från Gammelkroppa samma år gav ett förväntat utbyte. Utsättningsarna åren 1999 och 2002 för tvåårig smolt framstod tydligt som sämst för hela perioden sedan 1965.



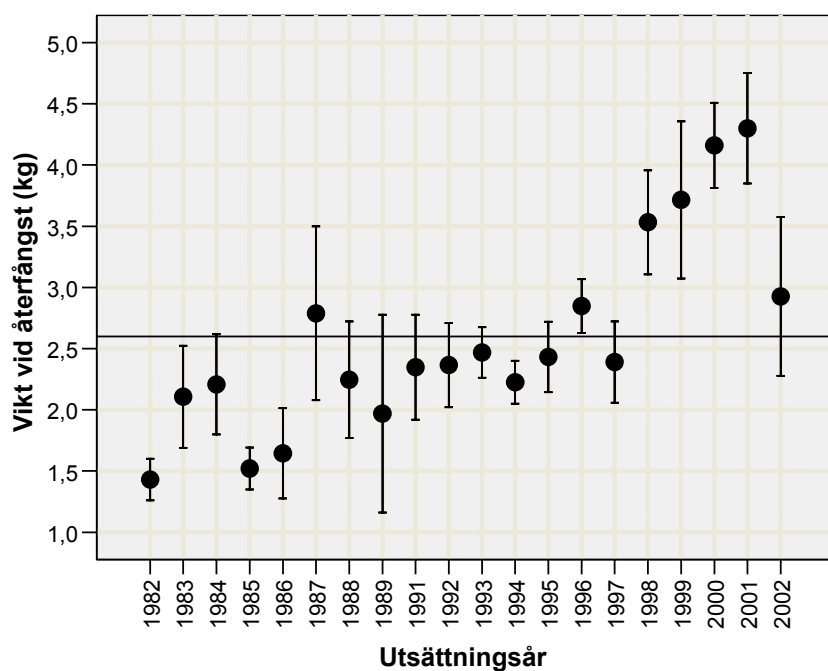
Figur 5. Utbytet (kg åter/1000 utsatta tvåsomriga ungar; 1+) av Gullspångslax. Tvåsomriga ungar har inte märkts/satts ut varje år. Linjen visar årsmedelvärdet under perioden.



Figur 6. Utbytet (kg åter/1000 utsatta tvååriga smolt; 2-år) av Gullspångslax. Linjen visar årsmedelvärdet under perioden.

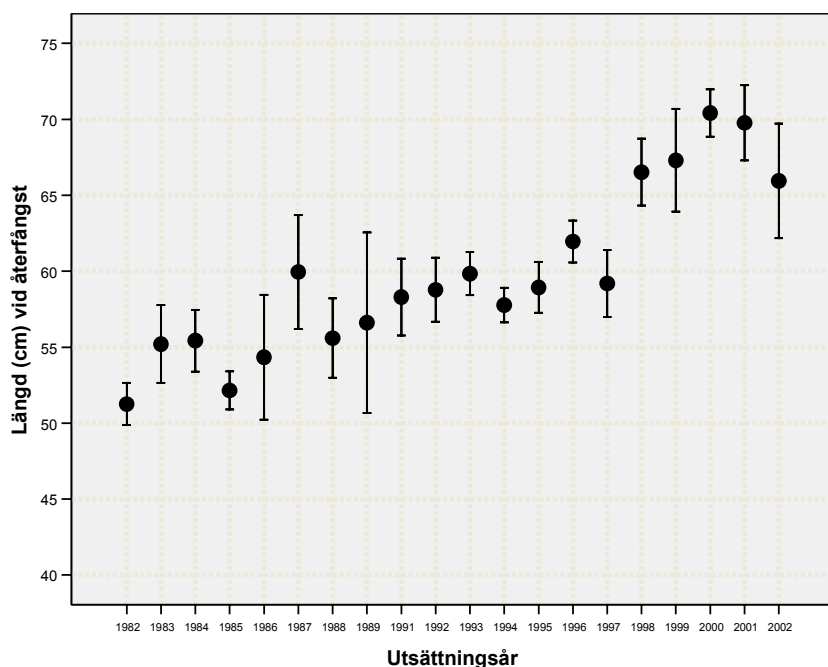
Om man ser till det genomsnittliga utbytet 1992-2000, då 40 000 laxungar sattes ut, uppgick det till 490 kg/1000 utsatta ungar. Om fångst uppskattningen 32 ton används för år 2000, enligt statistik och enkät som tidigare nämnts, så skulle utbytet ha varit 800 kg per 1000 utsatta ungar. Således tycks skillnaden mellan det faktiska utbytet och det inrapporterade ha ökat sedan Westerberg's (1993) utvärdering av märkningarna utförda åren 1965-91. Detta indikerade starkt att återrapporteringen av märkt fisk försämrats, då knappast dödligheten av märkningen torde ha ändrats (såvida inte ett större laxbestånd i sjön inverkat negativt genom ökad predation eller att märkta laxungar generellt fått sämre överlevnad). För perioden 1965-91 var det inrapporterade utbytet 87% av det faktiska utbytet (fångsten), medan det inrapporterade utbytet för perioden 1992-2000 var ca 61% av det faktiska. Delvis förklaras detta av att undermålig märkt lax i allt större utsträckning återutsätts levande i sjön utan att märket inrapporterats.

I motsats till det minskade utbytet så ökade medelvikten vid återfångst från mitten av 1990-talet. Det torde vara en effekt av det ökade minimimåttet från 50 till 60 cm som infördes 1998 (Figur 7). Det påverkade naturligtvis återfångsten av lax utsatt fr o m 1996.



Figur 7. Medelvikt (och 95% konfidensintervall) på återfångad lax (av utsatt tvåårig smolt) avsatt mot utsättningsår, perioden 1982-2002. Linjen visar medelvikten per år.

Även återfångstlängden ökade efter minimimåttshöjningen 1998 (Figur 8). Noterbart var att medellängden successivt ökade under 1990-talet, dvs innan effekterna av minimimåttshöjningen hade effekt. Detta var troligen en effekt av förändrat fiskemönster, med successivt större mängd lax fångad med redskap inriktade på större lax (avsnitt 3.1.4).



Figur 8. Medellängd (och 95% konfidensintervall) på återfångad lax (utsatt som tvåårig smolt) avsatt mot utsättningsår perioden 1982-2002.

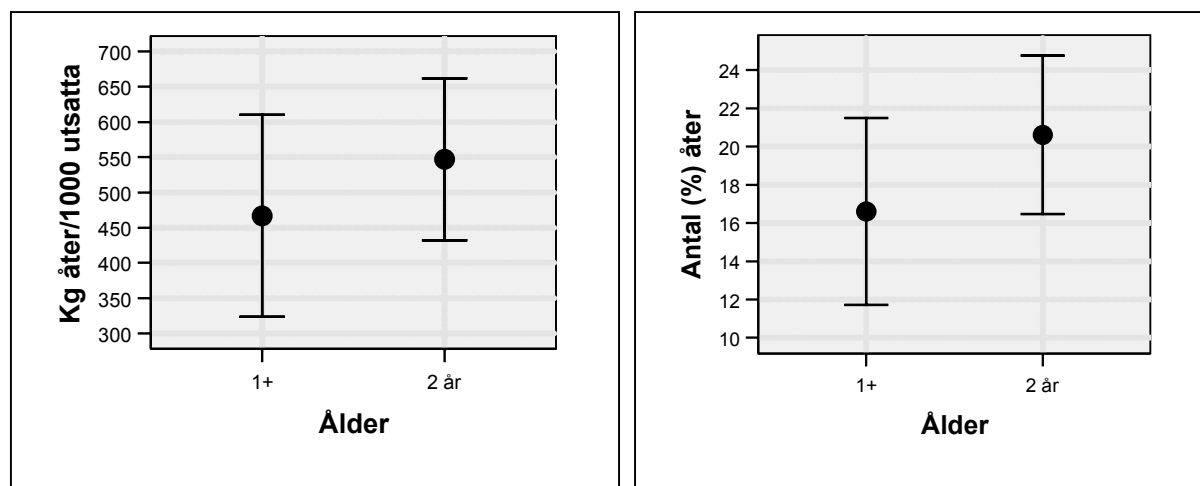
Sedan 1982 har således utbytet av tvååriga smolt minskat medan både medellängd och medelvikt har ökat (Tabell 2). Det dåliga utfallet den senare perioden berodde till stor del på det extremt dåliga utbytet av utsättningarna åren 1999 och 2002.

Tabell 2. Antal kg åter/1000 utsatta tvååriga smolt, medellängd och medelvikt för utsättningar utförda under de olika perioderna. Vid beräkningarna av medellängd och –vikt har inga skattade återfångstlängder eller –vikter använts.

Period	Antal kg åter/1000	Std.avvik.	Medellängd (cm)	Std.avvik.	Medelvikt (kg)	Std.avvik.
1982-1987	741	362	54	10	1,9	1,7
1988-1996	730	195	59	10	2,4	1,6
1997-2002	575	294	66	11	3,6	1,9

3.1.3 Jämförelse av vår- och höstutsättningar

Det förelåg inga signifikanta skillnader i utbytet vid jämförelse av vårutsättningar (tvåårig smolt) med höstutsättningar (tvåsomriga ungar) (Figur 9, Tabell 3). Tvåårig smolt hade dock en tendens till att ge både något bättre utbyte och antal återfångster.



Figur 9. Antal kg åter/1000 utsatta (till vänster) samt återfångstprocent (till höger) av tvåsomriga ungar utsatta på hösten och tvåårig smolt utsatta på våren.

Tabell 3. Antal kg åter/1000 utsatta ungar och smolt samt återfångst (antalsprocent) av tvåsomriga ungar och tvåårig smolt för märkningar utförda perioden 1982-2002.

Ålder	Kg åter/1000	Kg åter/1000	Kg åter/1000	Återfångst%	Återfångst%	Återfångst%	n=
	Medel	Min	Max	Medel	Min	Max	
1+	467	127	1161	16,6	5,1	41,6	20
2	547	4	1334	20,6	0,2	44,6	33

3.1.4 Återfångsternas fördelning på redskap

Det bör betonas att resultaten speglar fördelningen av inrapporterade märken per redskap, därmed inte nödvändigtvis den faktiska fördelningen då inrapporteringsbenägenheten kan skilja mellan redskapsanvändarna.

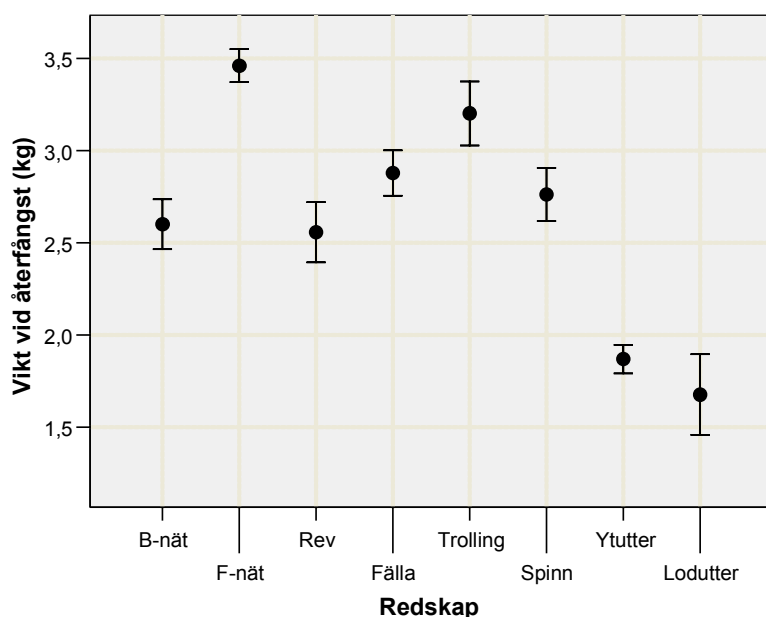
Successivt under perioden efter 1982 minskade bottennätsfiskets andel från ca 25% till knappt 9% av återfångsterna i antal (Tabell 4). Ytnätsfiskets andel ökade däremot och var som högst perioden 1988-1996. Inrapporterade märken från handredskapsfisket och trollingen ökade också under samma period medan antalet återfångster i fasta redskap var ganska konstant under de tre perioderna. Fiskemönstret verkar således ha förändrats betydligt över tid.

Tabell 4. Återfångsternas fördelning på redskap (antal, %) för märkningar utförda under de olika perioderna. Standardavvikelse inom parentes.

Period	Bottennät	Flytnät	Fasta redsk.	Rev	Spinn	Trolling	Lodutter	Ytutter
1982-1987	25,5 (8,3)	6,6 (5,8)	24,4 (7,4)	8,1 (5,5)	0,6 (0,9)	0,2 (0,5)	0,8 (1,0)	29,6 (5,4)
1988-1996	15,1 (8,6)	21,0 (9,9)	17,3 (6,1)	6,5 (5,3)	7,4 (5,7)	7,0 (3,7)	1,3 (1,4)	19,2 (7,7)
1997-2002	8,6 (3,4)	16,6 (6,9)	26,9 (5,5)	4,2 (2,6)	7,7 (3,1)	13,6 (4,7)	1,0 (1,2)	8,2 (3,0)

Den inrapporterade mängden märken från fritidsfisket verkade liten i förhållande till enkäten om fångstutbytet (Hjalte m fl 2003). Om vi grovt antar att fritidsfisket av lax domineras av trolling-, spinn-, lodutter och ytutterfiske stod detta för ungefär 30% av inrapporterade märken perioden 1997-2005 (Tabell 4), trots att enkäten antydde att fritidsfisket år 2000 stod för 75% av laxfångsten.

Medelvikten på den fångade laxen skilde mellan redskapen (Figur 10). Bottennäts-, fäll- (fasta redskap), spinn- och revfisket fångade lax mellan 2,5-3 kg medan flytnäts- och trollingfisket fångade de (signifikant) största laxarna, >3 kg. Utterfisket fångade de (signifikant) minsta laxarna (<2 kg). Medellängden på lax fångad med yt- och lodutter var 55 cm.



Figur 10. Medelvikt på återfångad lax (utsatta som tvååriga smolt) i olika redskap (bottennät, flytnät, rev/laxlina, fälla (fasta redskap), trolling, spinn, ytutter och lodutter) perioden 1982-2002.

3.1.5 Skiljer antalet återfångster beroende av utsättningsplats?

Sedan 1987 har utsättningsplatserna permanentats till Starbäck och Brevik. Det skilde signifikant i återfångst mellan dessa två utsättningsplatser. Utsättningarna av tvååriga smolt som gjorts i Brevik uppvisade fler återfångster och högre utbyte (Tabell 5, Mann-Whitney U-test, $p < 0,001$). Om man tog hänsyn till vilket år utsättningen skedde och hur stora smolten var, så förelåg dock relativt små skillnader i utbytet (kg åter/1000 utsatta) mellan alla utsättningsplatser som använts under perioden 1982-2002 (Bilaga 1).

Tabell 5. Återfångst (antalsprocent) och antal kg åter/1000 utsatta tvååriga smolt per utsättningsplats perioden 1982-2002.

Utsättningsplats	Återfångst %	Std.avvik.	Antal kg åter/1000	Std.avvik.
Brevik	26,1	9,2	737,2	254,5
Starbäck	23,4	8	606,6	180,8

Återfångsternas fördelning över sjön beroende på utsättningsplats skilde också signifikant men skillnaderna var små (Tabell 6). Utsättningarna i Brevik gav högre återfångster i södra Vättern.

Tabell 6. Återfångst (antalsprocent) i sjön fördelat på utsättningsplats och återfångstområde perioden 1982-2002. För märkningarna i Vättern har en rutindelning (1-8) gjorts (Bilaga 2). För att tydliggöra återfångstrutorna har de i tabellen namngetts.

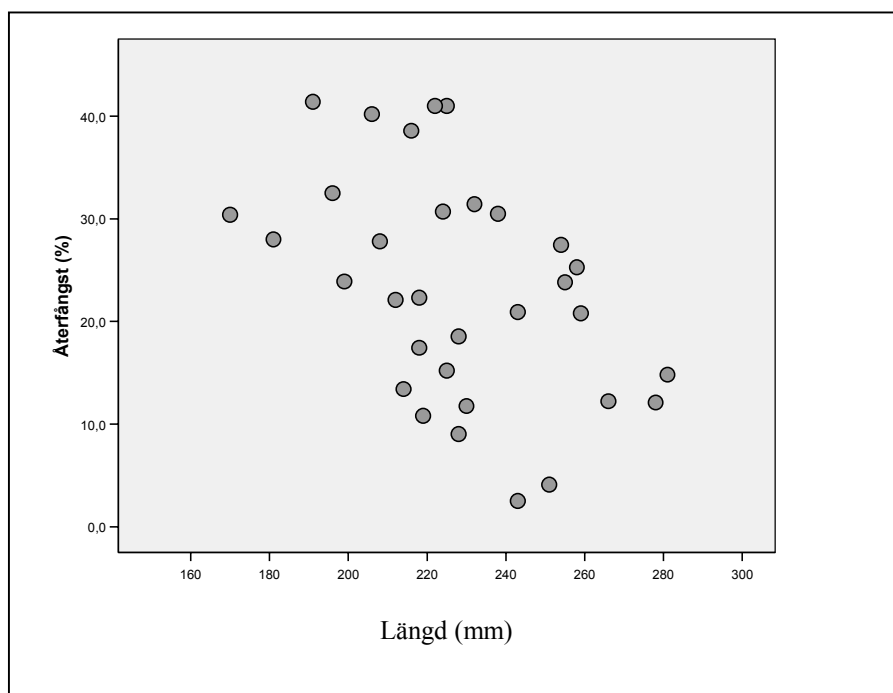
Återfångst (%) i område:								
Utsättningsplats Område nr	N:a Vättern (1)	Karlsborg (2)	Motala (3)	Hjo (4)	Ödeshög (5)	V Visingsö (6)	O Visingsö (7)	Jönköping (8)
Brevik	23,7	4,7	6,3	17,3	18,6	3,7	4,8	18,3
Starbäck	28,9	4,0	6,3	17,1	16,5	4,7	3,0	15,2

3.1.6 Skiljer antalet återfångster beroende på utsättningsmaterial?

Det förelåg inga signifikanta skillnader i utbyte (återfångstprocent i antal av tvååriga smolt) mellan de fyra mest använda odlingarna, Långhult, Sjöbonden, Gammelkroppa och Brattfors (Anova, $p=0,74$).

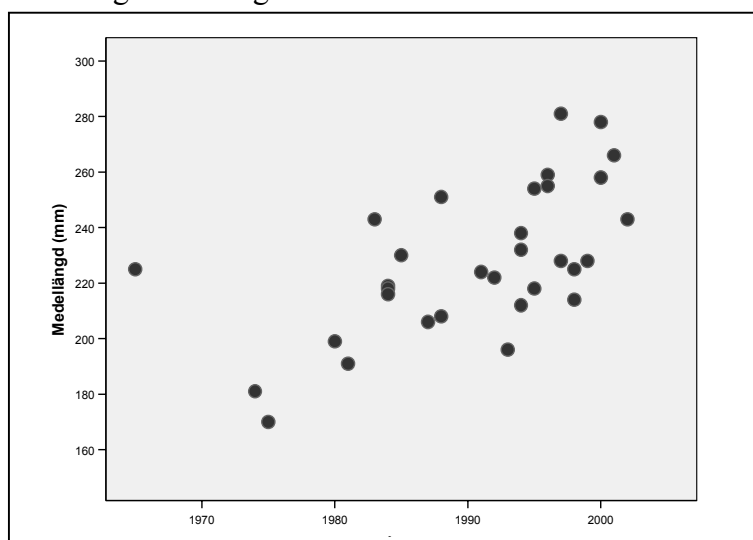
För tvåårig smolt förelåg en signifikant minskning av återfångsten (antal) med ökad smoltstorlek (Figur 11; linjär regression, $p=0,008$, $r^2=0,185$, $n=31$). I denna analys undantogs utsättningar med lägre än 2% återfångst.

Medelstorleken på smolten har successivt ökat (Figur 12). Att smoltlängden använts som mått på smoltens storlek beror på att det finns mest uppgifter om längden. Studerar man istället medelvikten erhålls inget signifikant samband (linjär regression, $p=0,27$, $r^2=0,01$, $n=27$), men trenden var negativ med ökande medelvikt. Däremot ökade återfångsten något (ej signifikant) med ökande konditionsfaktor på smolten. Längdangivelserna var säkerligen mer exakta än vikt (och därmed kondition).



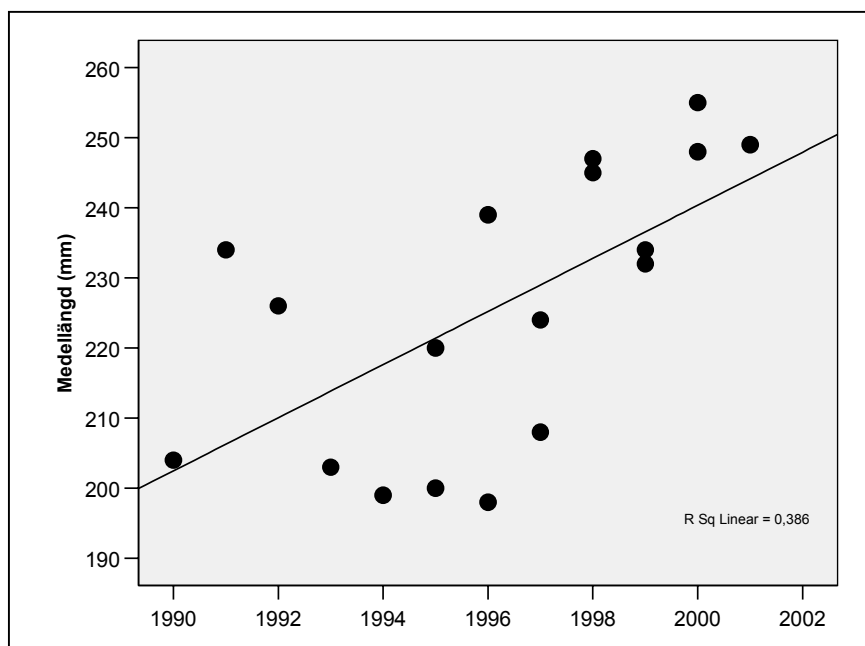
Figur 11. Andel (antalsprocent) återfångade laxar avsatt mot medelstorleken på tvåårig smolt i resp utsättning.

Efter arcsin-transformering av återfångstandelen testades med multipel linjär regression om andra variabler (sommar- och hösttemperatur utsättningsåret, relativ medeltemperatur för perioden fram till fångst) kunde bidra till att förklara återfångsten. Inga faktorer utom smoltlängden var signifikanta.

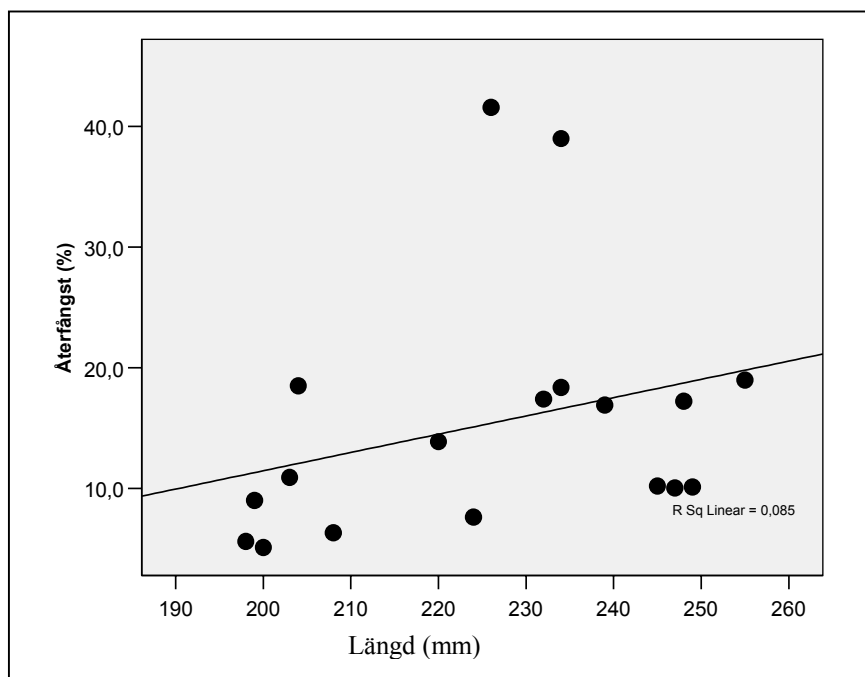


Figur 12. Medelstorlek (mm) på tvåårig smolt vid utsättning olika år.

Även för tvåsomriga ungar förelåg en ökad storlek över tiden (Figur 13). Det förelåg dock ingen signifikant tendens att återfångstandelen minskade med ökad storlek på tvåsomriga ungar (Figur 14), snarare var det en svag tendens till bättre utbyte med ökad längd.



Figur 13. Medelstorlek (mm) på tvåsomriga ungar vid utsättning olika år.



Figur 14. Andel (antalsprocent) återfångade laxar avsatt mot medelstorleken på tvåsomriga ungar i resp utsättning.

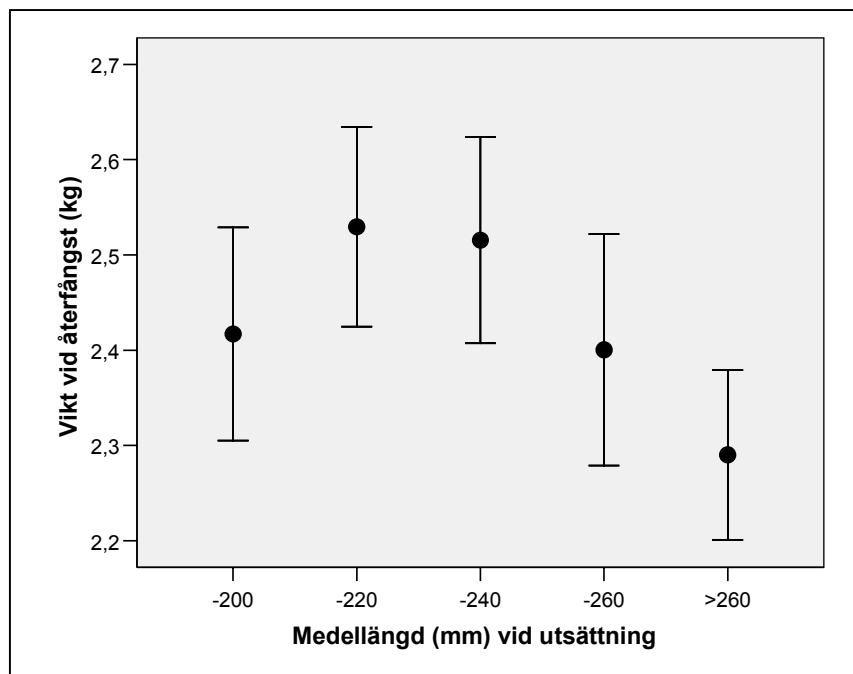
Utgående från medellängden vid utsättning och utsättningsår (1982-2002) kunde utfallet för tvåsomriga ungar (återfångst i procent, arcsin-transformerat) förutsägas till 61% (Multipel linjär regression, $n=19$, $r^2=0,61$, $p<0,001$). Återfångsten ökade svagt med ökad medellängd och minskade med åren.

Även om återfångsten i antal minskade med ökad storlek på de utsatta tvååriga smolten kan storleken på de återfångade laxarna ha ökat, och t ex andelen riktigt stora laxar ha ökat. Vad som förlorats i antal kanske kompenseras i storlek. Så var dock inte fallet (Tabell 7, Figur 15). De största laxarna tenderade att produceras från smolt under 240 mm.

Tabell 7. Medelstorlek (mm) på tvååriga smolt vid utsättning i relation till vikt vid återfångst (kg) åren 1982-97 (dvs med 50 cm minimimått). Förutom medelvikt anges 75%-percentil, vilken anger den storlek som är större än 75% av inrapporterade laxar. 95%- percentilen visar således en storlek som 95% av fångade laxar understiger. Max anger största inrapporterade lax.

Smolt	Vikt vid återfångst (kg)				
Medellängd (mm)	Medel	75%-percentil	95%-percentil	Max	N
-200	2,41	2,9	5,9	13,8	857
201-220	2,53	3,3	5,8	15,4	1210
221-240	2,51	3,3	5,4	13,5	863
241-260	2,40	3,1	4,8	9,3	562
>260	2,29	3,0	4,9	9,3	944

Ser man till Tabell 7 kan man förledas att tro att det inte kan förekomma stora laxar (>10 kg) i Vättern idag på grund av de stora tvååriga smolten. Betänk dock att sambandet som påvisas berör medelstorleken på smolten. I varje utsättning skiljer det i storlek mellan smolten, således ingår både mindre och större smolt vid utsättningen. Sambandet antyder dock generellt att chansen är mindre för stor lax när medelsmoltstorleken ökade över 240 mm.



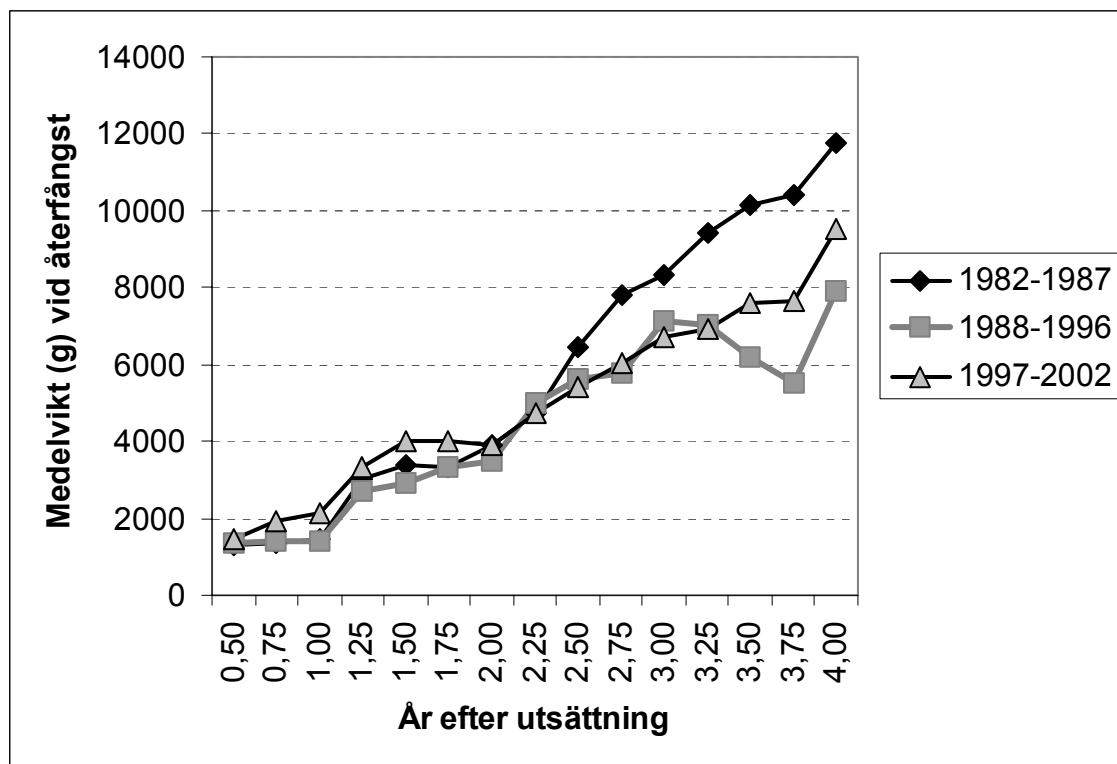
Figur 15. Medelvikt (kg) på återfångad lax under perioden 1982-1997 (dvs med 50 cm minimimått) utsatt som tvååriga smolt avsatt mot medellängden på smolten vid utsättning.

3.2 Tillväxt

3.2.1 Tillväxt (storlek) hos Gullspångslax utsatta som tvååriga smolt

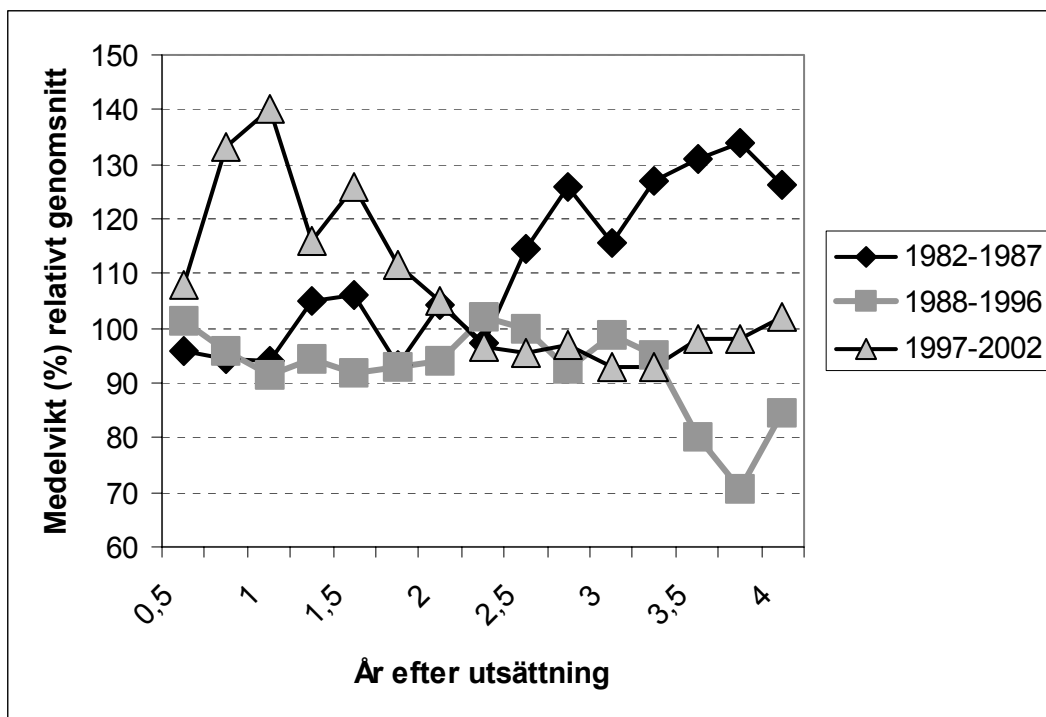
Det vi här kallar tillväxt är egentligen skillnader i storlek på återfångad lax, det bör hållas i minnet vid vissa jämförelser. Tillväxten hos laxen är snabb, redan efter ett år i sjön har vikten mer än tiodubblats (1,5-2 kg). Den största återfångade laxen vägde 15,4 kg (99 cm). Den hade varit ute i Vättern i 3,5 år när den fångades i december 1990. Den längsta laxen var 106 cm (12,7 kg). Den hade varit ute strax över fyra år när den fångades sommaren 1992.

Perioden 1982-87 växte den tvååriga Gullspångslaxen bäst (Figur 16, 17) medan den under perioden 1988-1996 växte sämre under det tredje året efter utsättning för att sedan öka igen. Det kan möjligen bero på att mängden utsatt Gullspångslax fördubblades år 1988 och vidmakthölls fram t o m år 2001 då utsättningarna trappades ner. Under den senaste perioden, 1997-2002, tycktes tillväxten också avta under det tredje året efter utsättning för att sedan öka igen. Man måste hålla i minnet att det förändrade minimimåttet gör att medelstorleken på laxen steg från 1998. Mest intressant är därmed att jämföra de två första perioderna sinsemellan.



Figur 16. Medelvikt (kg) vid återfångst (av utsatta tvååriga smolt) under olika perioder fördelat på år efter utsättning (0,25 = 3 månader efter utsättning, 0,50 = 6 månader efter utsättning, 0,75 = 9 månader efter utsättning osv upp till fyra år efter utsättning).

Figur 17 (där data ur Figur 16 resp Tabell 8 uttryckts i procent till normal återfångstsvikt) visar att laxen var störst vid återfångst om utsättningarna skett perioden 1982-87. Detta kan vara en följd av bättre tillväxt, men också av ett förändrat fiskemönster. Notera att lax utsatt perioden 1997-2002 var betydligt större vid återfångst de första två åren efter utsättning. Detta beror på att endast de allra mest snabbväxande laxarna kan beskattas så tidigt med minimimåttet 60 cm.



Figur 17. Medelvikt vid återfångst (av utsatta tvååriga smolt) under olika perioder uttryckt i förhållande till genomsnittet för år efter utsättning, fördelat på år efter utsättning (0,50 = 6 månader efter utsättning, 0,75 = 9 månader efter utsättning osv upp till fyra år efter utsättning). Värdet 100% visar att laxen hade en medelvikt som genomsnittet.

För utsättningar under perioden 1982-87 förelåg en signifikant bättre tillväxt jämfört med utsättningar perioden 1988-1996 (Tabell 8). Om man jämför storleken efter 485 dagar (medel antal dagar ute) i sjön så vägde laxen perioden 1982-87 2,65 kg (2,59-2,71) och perioden 1988-96 2,44 kg (2,40-2,47) (Kovariansanalys med dagar i sjön som signifikant covariat, $p < 0,001$, $r^2 = 0,60$, Levenes $p = 0,76$). Det skilde således 8% i vikt på laxen vid jämförelse av de båda perioderna.

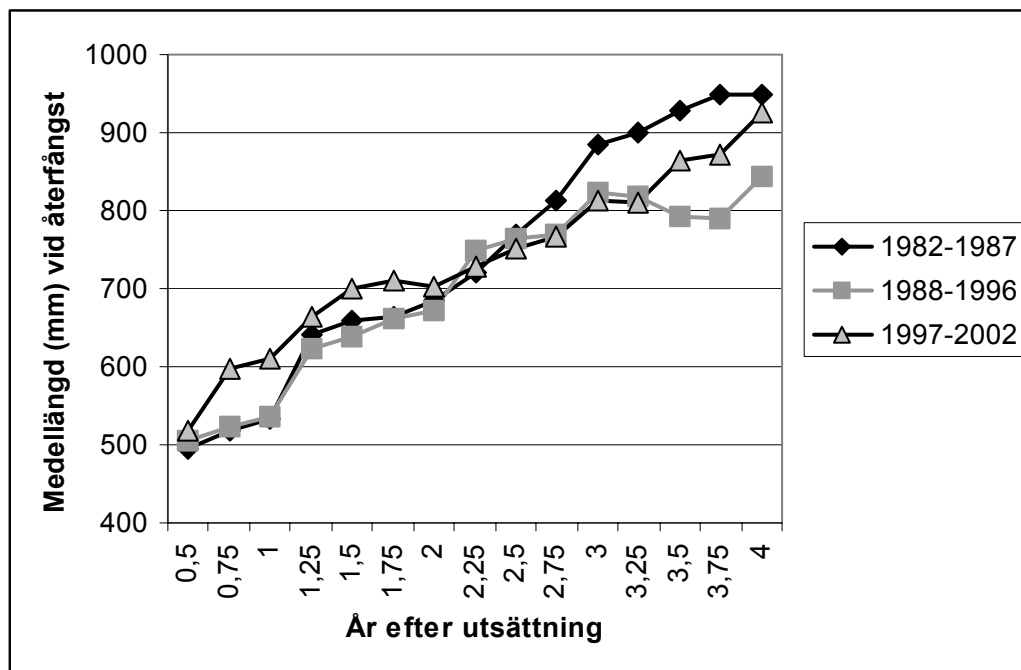
Vikten på laxen beror självfallet av fiskens ålder, dvs antalet dagar laxen varit ute i Vättern. Andra (signifikant) viktiga faktorer var hög temperatur på hösten samma år som utsättningen, hög temperatur totalt under laxens levnad (årstemperaturindex) samt storleken vid utsättning (multipel linjär regression, $r^2 = 0,63$, $p < 0,001$, $n = 1763$). Vi väljer att inte gå djupare in i dessa samband. Idealt hade vattentemperaturen i Vättern på de platser där laxen uppehåller sig varit känd. Då kunde tillväxtens (storlekens) beroende av temperatur och framför allt andra faktorer ha kunnat beskrivas genom en bioenergetisk modellering.

Tabell 8. Medelvikt (g) vid återfångst (av utsatta tvååriga smolt) upp till fyra år efter utsättning. År efter utsättning, 0,25 = tre månader, 0,5 = sex månader, 0,75 = nio månader etc. Skillnaderna mellan de tre perioderna testat med Mann-Whitney U-test. Chi-2 (χ^2) och signifikansnivå (p) angivet. Data redovisas i figur 16 resp 17.

Df=2						
År efter uts.	Period	Medelvikt åter (g)	Std. Dev.	n	χ^2	P
0,25	1982-1987	498	313	13	5,68	0,058
	1988-1996	396	285	12		
	1997-2002	1128	1427	10		
	Total	643	836	35		
0,5	1982-1987	1276	515	336	6,93	0,03
	1988-1996	1349	510	423		
	1997-2002	1440	569	117		
	Total	1333	522	876		
0,75	1982-1987	1377	396	110	58,83	<0,001
	1988-1996	1397	493	200		
	1997-2002	1939	402	44		
	Total	1458	488	354		
1	1982-1987	1443	508	272	103,67	<0,001
	1988-1996	1407	463	473		
	1997-2002	2153	970	141		
	Total	1537	644	886		
1,25	1982-1987	3029	946	187	52,62	<0,001
	1988-1996	2717	830	804		
	1997-2002	3343	1278	231		
	Total	2883	979	1222		
1,5	1982-1987	3366	958	113	95,04	<0,001
	1988-1996	2920	901	560		
	1997-2002	4001	1234	150		
	Total	3178	1062	823		
1,75	1982-1987	3347	1050	48	13,35	0,001
	1988-1996	3337	1027	123		
	1997-2002	3998	1390	101		
	Total	3585	1217	272		
2	1982-1987	3884	1238	37	4,32	0,115
	1988-1996	3507	1473	129		
	1997-2002	3919	1697	116		
	Total	3726	1551	282		
2,25	1982-1987	4762	1974	15	2,01	0,366
	1988-1996	4987	1695	105		
	1997-2002	4730	1790	53		
	Total	4889	1743	173		
2,5	1982-1987	6468	2499	17	4,03	0,134
	1988-1996	5640	1707	63		
	1997-2002	5401	2026	52		
	Total	5652	1963	132		
2,75	1982-1987	7818	2816	8	3,52	0,172
	1988-1996	5753	1694	23		
	1997-2002	6021	1688	11		
	Total	6216	2054	42		
3	1982-1987	8342	1315	13	5,19	0,075
	1988-1996	7130	2023	27		
	1997-2002	6702	2395	25		
	Total	7208	2122	65		

År efter uts.	Period	Medelvikt åter (g)	Std. Dev.	n	x ²	P
3,25	1982-1987	9405	2371	6	4,63	0,099
	1988-1996	7046	2185	14		
	1997-2002	6901	2408	13		
	Total	7418	2429	33		
3,5	1982-1987	10173	3664	4	3,61	0,164
	1988-1996	6211	2907	5		
	1997-2002	7598	2728	12		
	Total	7758	3095	21		
3,75	1982-1987	10415	4405	2	2,76	0,252
	1988-1996	5500	1556	2		
	1997-2002	7644	3246	5		
	Total	7783	3323	9		
4	1982-1987	11778	2048	4	5,03	0,081
	1988-1996	7885	2483	7		
	1997-2002	9535	1506	2		
	Total	9337	2746	13		

Figur 16 visade att medelvikten vid återfångst (av utsatta tvååriga smolt) var högst perioden 1982-1987. En liknande bild gav medellängden vid återfångst. Även här spelade minimimåttshöjningen år 1998 in (Figur 18).



Figur 18. Medellängd (mm) vid återfångst (av utsatta tvååriga smolt) fördelat på utsättningsperiod och år efter utsättning.

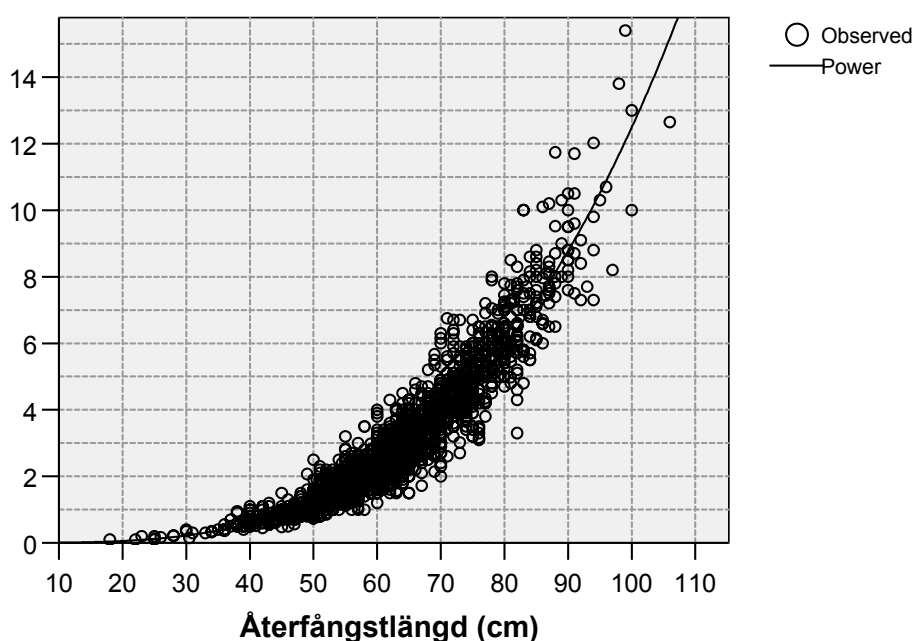
3.2.2 Längd-vikt-förhållandet för Gullspångslaxen i Vättern

Utgående från längden (L, som anges i mm) kan man med god säkerhet skatta vikten på en fångad lax i Vättern (linjär regression, $r^2=0,91$, $p<0.001$, $n=2\ 819$).

$$\text{Vikten (gram)} = L^{3,35} * 1,12 * 10^{-6} \quad (\text{Ekvation 2})$$

Utgående från denna regression vägde en lax på 500 mm 1,3 kg och en lax på 600 mm 2,4 kg (Figur 19). Notera att sedan varje cm ökad längd ger 0,1-0,2 kg ökning i medelvikt upp till 70 cm. Enligt inrapporteringen kan det skilja hela 4 kg på en lax som är 70 cm lång vilket är mycket och det är därför rimligt att tro att inrapporterade längd-/viktuppgifter inte alltid är korrekta.

Återfångstvikt (kg)



Figur 19. Längd-vikt förhållande för Gullspångslax (tvåsomriga ungar och tvååriga smolt) i Vättern. Endast återfångster där rapportören lämnat uppgift om återfångstdatum, längd och vikt. Inga skattade datum/längder/vikter ingår. Linjen är ritade med s k power-ekvation (Ekvation 2 ovan).

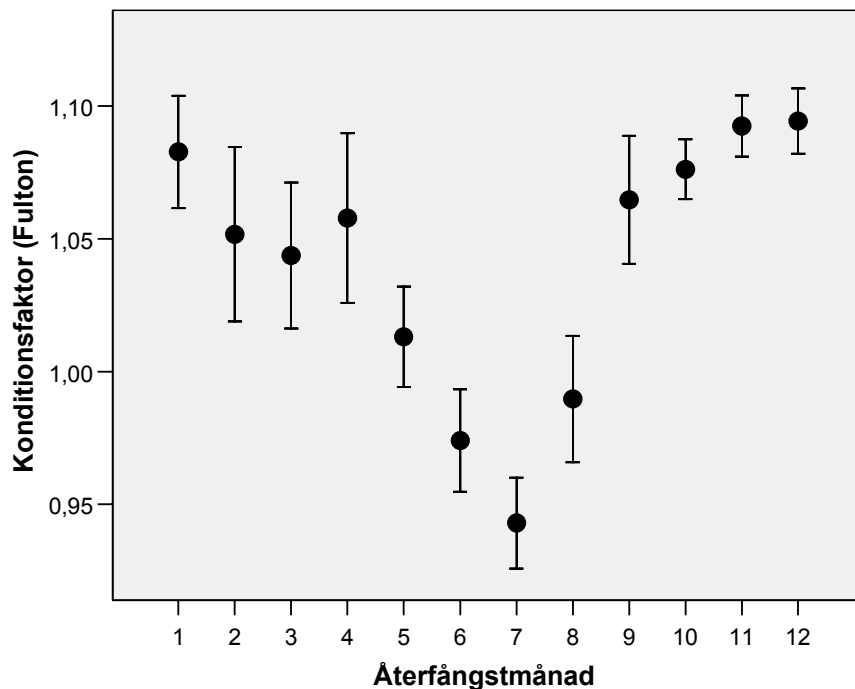
Det samband som finns mellan längd och vikt (Ekvation 2) kan användas vid beräkning av konditionsfaktorn för lax utsatt i Vättern i stället för den tidigare (Ekvation 1). Formeln för konditionsfaktorn blir då:

$$\text{Konditionen} = \frac{100 * \text{vikt i g}}{(\text{längd i cm})^{3,35}} \quad (\text{Ekvation 3})$$

För att förenkla jämförelser med andra undersökningar används dock Ekvation 1 (Fultons konditionsfaktor) vid fortsatta jämförelser.

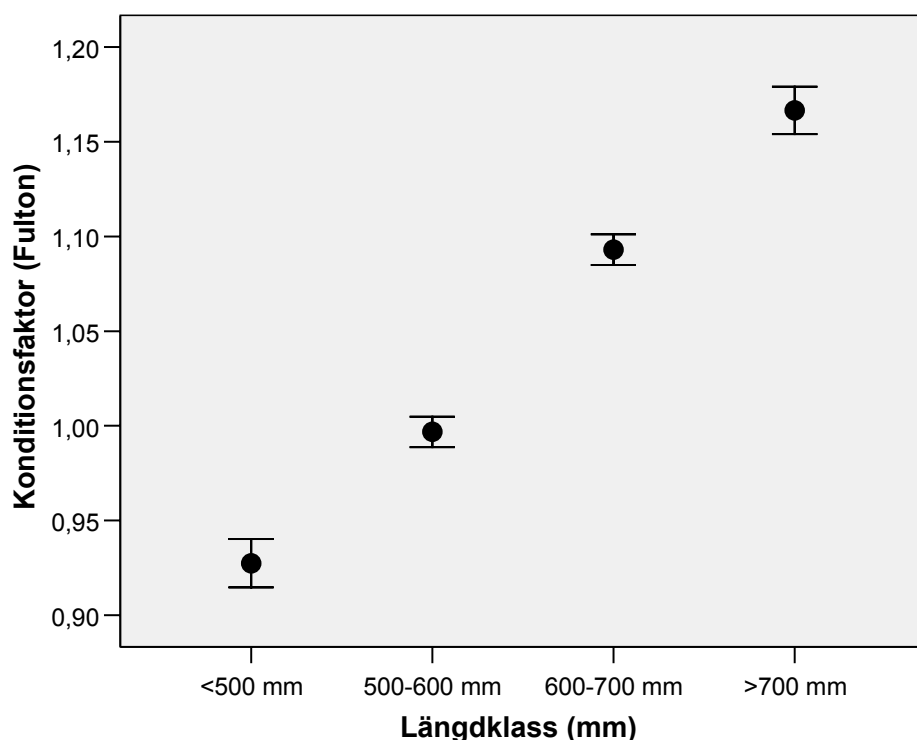
3.3 Konditionsfaktorn hos Gullspångslax

Konditionsfaktorn beräknades enligt Ekvation 1 och endast värden under 2,0 har medtagits då övriga troligen härrör från felaktiga längd- eller viktuppgifter. Konditionsfaktorn hos fångad Gullspångslax varierade över året och var som lägst i juli (Figur 20). Under hösten ökade successivt konditionen hos laxen.



Figur 20. Konditionsfaktor (medelvärde och 95% konfidensintervall) vid återfångst (av utsatta tvååriga smolt) fördelat på återfångstmånad. Endast återfångster där rapportören lämnat uppgift om återfångstdatum, längd och vikt. Inga skattade datum/längder/vikter ingår.

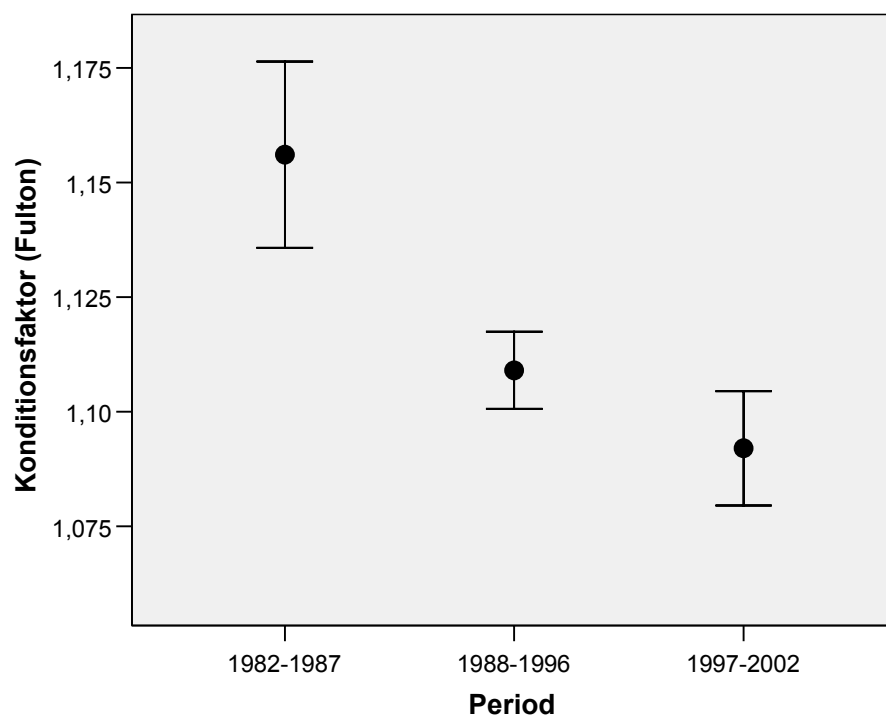
Konditionsfaktorn varierade, som nämnts ovan, med fiskens längd (Figur 21). Den ökande konditionsfaktorn med ökad storlek är delvis ett inbyggt fel i beräkningarna av konditionsfaktorn (eftersom formeln bygger på att vikten och längden har det samband som anges i Ekvation 1, när det faktiska sambandet är som i Ekvation 3). Konditionsfaktorn enligt Ekvation 1 bygger alltså på att laxen är lika knubbig hela livet, vilket den inte är.



Figur 21. Konditionsfaktor vid återfångst (av utsatta tvååriga smolt) fördelat på längdklass. Endast återfångster där rapportören lämnat uppgift om återfångstdatum, längd och vikt. Inga skattade datum/längder/vikter ingår.

Om man vill jämföra konditionen hos lax fångad olika år bör hänsyn således tas till storleken på laxen eftersom denna påverkar konditionen. Eftersom minimimåttet höjts till 60 cm år 1998 bör inte kortare laxar medtas i jämförelsen. Laxen hade signifikant högre konditionsfaktor perioden 1982-87 jämfört med senare perioder (Figur 22; (kovariansanalys; utsättningsperiod $p < 0,001$, $r^2 = 0,08$, Levene's test $p = 0,05$)). Förutom denna storskaliga trend så förelåg variationer mellan år. Enstaka utsättningsår skilde ut sig med betydligt sämre konditionsfaktor än andra år, t ex år 2002.

Noterbart var att laxar utsatta åren 1992 till 1996 hade successivt bättre konditionsfaktor år för år; 1,05, 1,08, 1,10, 1,12 resp 1,17. Därefter sjönk konditionen igen. År 1992 föddes en stark klass siklöja i sjön och det verkar som denna årsklass, som fanns kvar in på 2000-talet, var gynnsam för laxens kondition.



Figur 22. Konditionsfaktorn vid återfångst (för utsatta tvååriga smolt) avsatt mot utsättningsperiod. Endast återfångster där rapportören lämnat uppgift om återfångstdatum, längd och vikt. Inga skattade datum/längder/vikter ingår.



Foto: Mikael Johansson

4. Diskussion

4.1 Vad orsakar variationerna i återfångstresultaten?

4.1.1 Storleken på laxungarna

Medelstorleken på de utsatta laxungarna har successivt ökat och tycks vara en del av förklaringen till det successivt sämre utbytet. Det verkar vara en generell trend i Sverige (Vänern, Vättern, Östersjön) att utsatt odlad ”smolt” återfångas i allt mindre utsträckning. Det kan ha att göra med ökade fenskador eller alltför stor fiskstorlek som gör att de är mindre benägna att vandra. Storleken på tvåårig smolt förklarade 18,5% av variationerna i återfångstandel. Generellt brukar man ange att ju större utsättningsmaterial desto bättre överlevnad pga minskad predation och större energireserver inför vintern. När längden på de utsatta tvååriga ”smolten” översteg 22 cm upphörde dock den positiva effekten av storlek. Det senare är faktiskt exakt samma längd där man noterat negativa effekter av storlek vid utsättningar av Östersjölax (Salminen & Kuikka 1995). Detta indikerar möjligen att det inte är förändrad predation som är orsaken till det försämrade utbytet. Snarare bör det vara något hos smolten som är korrelerat till längden, möjligen är de stora ”smolten” inte längre vandringsbenägna, vilket indikeras av nya forskningsresultat på vänerlax (pers. komm. Ivan Olsson). Har de ställt in sig på ett liv i odling på grund av det allt fetare fodret? Man kan dock invända att vandringsbenägenheten borde vara av mindre betydelse för vätterutplanteringarna, där ju utsättningsmaterialet så att säga sätts mitt ut i ”det dukade bordet”.

En annan negativ faktor med att vara stor är att fisken tidigare kommer in i fisket (Salminen & Kuikka 1995). I Vättern finns därmed en risk att de små laxarna drabbas av fiske med finmaskiga nät, t ex i sikfisket. Det förligger dock ytterst få observationer av små laxar i bottenatta nät i Vätterfisket. Man kan anta att ung lax initialt livnär sig på antingen ryggradslösa djur, en föda som kanske är lättare att finna strand-/bottennära, eller spigg och nors och då lever pelagiskt. Övergår de direkt till pelagisk föda torde risken att konfronteras med finmaskiga nät vara ringa.

Ytterligare en komplikation med att ha smolt över 25 cm är att ung lax vid denna storlek normalt är fiskätande (Salminen m fl 1994). Kanske måste dessa stora laxungar, som är vana vid ett stort energiintag, direkt efter utplantering lära sig att äta fisk utan att ha en period då de lever på insekter och små kräftdjur.

Varför förelåg inte samma samband för tvåsomriga laxungar? Kanske främst för att de var något mindre vid utsättning, dvs effekten av storleksselektiv predation kan ha spelat in för några av de mindre utsättningsmaterialen. En annan möjlig förklaring är att det är bra att vara stor inför vintern, kanske får en större fisk längre tid på sig att lära sig fanga föda vid kall vattentemperatur.

Men även för tvåsomriga ungar var det ofta ett sämre utfall av utsättningarna den senare perioden (1997-2002). Det negativa sambandet mellan utsättningsår och återfångst förklaras troligen inte bara av utsättningsstorlek utan även smoltkvalitén torde spela in (se nästa avsnitt).

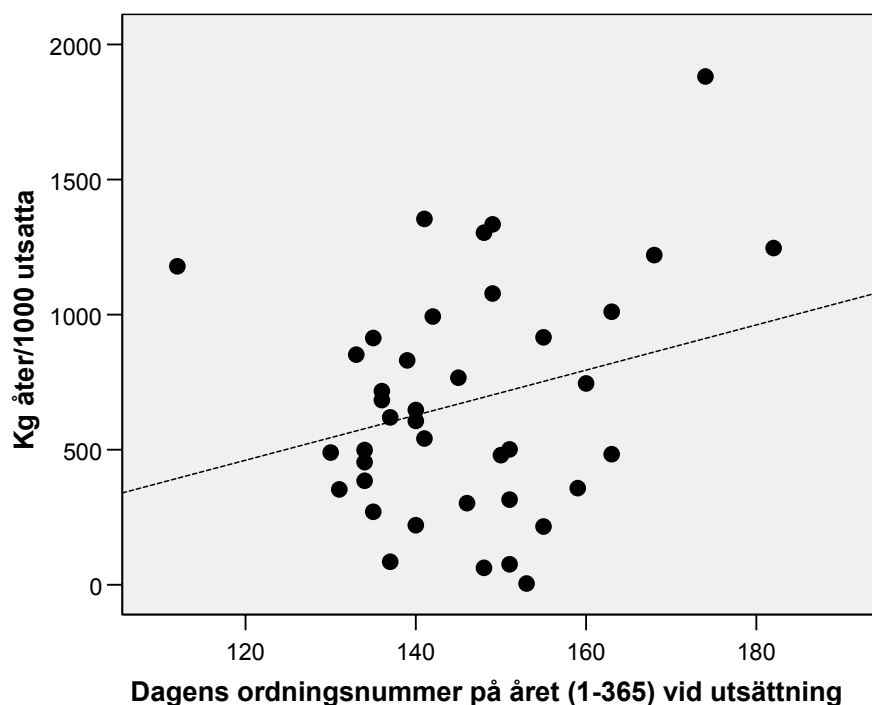
4.1.2 Kvalitén på utsättningsmaterialet

När det gäller tvåårig smolt så kan det konstateras att smoltkvalitén troligen har avgörande betydelse. Åren 1999 och 2002 gav de sämsta utbytena över tid och beror troligen på dålig smoltkvalitet från några enskilda fiskodlingar (Figur 6). Märkningarna av tvåsomriga ungar år 1999 gav samtidigt goda återfångster (20% och ca 600 kg/1000 utsatta) (Figur 5) och utsättning av tvååriga från en annan odling gick bra. Med andra ord tycks inte problemet med utsättningarna av tvååriga smolt år 1999 ha varit förknippade med dålig överlevnad för ung lax i sjön under sommaren-hösten. Vid märkningen av två femhundragrupper av tvååriga smolt år 2002 dog drygt 1% av smolten direkt efter märkning. Enligt uppgift hade man i den besättningen stora svampproblem redan i odlingen. Det var dessa två märkningar som uteslöts pga att inga återfångster inrapporterats. Det är väl känt att märkning och den hantering som krävs ökar dödligheten. Westerberg (1993) och Hansen (1988) visar på överdödlighet i storleksordningen 20-30%. I föreliggande material verkar överdödligheten tillsammans med underlåtenhet att rapportera märkta fiskar ge 30-40% i förlust av märkt fisk.

4.1.3 Utsättningstidpunkt

Varför åren 1999 och 2002 ”sticker ut” beror möjligen på att det var varma år. Smolten, dvs de tvååriga laxungarna, kanske därmed passerat det fönster i deras livsfas som initierar smoltegenskaper som vandringsbenägenhet. Mycket i föreliggande material tyder dock på att smoltifieringsnivån hos ungarna inte varit avgörande, t ex genom att vissa utsättningar i juni-juli (perioden 1965-86) gått bättre än vårutsättningar. Kanske finns det snarare ett samband med temperaturskillnaden mellan odling och Vättern. Där har vi dock för få data för att kunna göra analyser. Enligt uppgift torde dock inte skillnaden i vattentemperatur i odling resp Vättern ha varit speciellt stor ($<5^{\circ}\text{C}$). Andra möjliga orsaker är transportens genomförande, eller en kombination av alla komponenter; passerad smoltfas, värme, sen utsättning, svampangrepp, stor temperaturskillnad?

Man har diskuterat om utsättningsdatum är avgörande för återfångstresultatet. En svag, icke signifikant tendens fanns att utbytet (kg åter/1000 utsatta smolt) ökade för tvååriga smolt med dag på året (1-365) men förklaringsgraden var mycket låg, 4,3% (linjär regression, $p=0,105$, $n=39$), (Figur 23). Antalet återfångster (%) per 1000 utsatta smolt visade samma tendens men förklaringsgraden var också här låg, 4,6 % (linjär regression, $p=0,097$, $n=39$). Kanske riktigt tidiga utsättningar, före smoltifiering och då ännu vattentemperaturen är likartad i odling och i Vättern kunde ge bättre resultat? Det finns dock för få sådana utsättningar genomförda för att dra några slutsatser.



Figur 23. Utbyte (antal kg åter/1000 utsatta smolt) av tvååriga smolt (märkta under perioden 1965-2002) avsatt mot utsättningsdag (dagnr 120 = 30 april, dagnr 140 = 20 maj, dagnr 160 = 9 juni, dagnr 180 = 29 juni). Notera att regressionslinjen ej är signifikant.

Som framgår av Figur 23 verkar inte utsättningsdatum vara avgörande, men tydligen är temperaturen vid första hösten efter utsättning viktig för tillväxten. Laxens storlek var också positivt korrelerad med lufttemperaturen sett över laxens hela liv i Vättern, dvs laxen tillväxte bättre varma år. Samma tendens är ofta påvisad vid utvärdering av laxutsättningar i tempererade områden (ex Salminen & Kuikka 1995, Kallio-Nyberg m fl 2004). Vid utvärdering av märkningar av laxsmolt i Klarälven (Vänern) konstaterades att temperaturen i Klarälven och Vänern hade avgörande betydelse för utfallet (Nyberg m fl 1997). En kall vår följt av en snabb temperaturökning efter utsättning var mest fördelaktigt. Detta tolkades som att kalla vårar missgynnade predatorerna (abborre, gädda), medan en snabb temperaturökning efter utsättning var gynnsam för att laxungarna skulle få en snabb tillväxt och därmed god överlevnadschans. Sammantaget är vattentemperaturen den första hösten avgörande för laxens tillväxt och därmed rimligen för utfallet av utsättningarna, även om det senare inte gick att påvisa.

Att sena utsättningar på sommaren verkar bäst indikerar starkt att laxungarnas smoltifieringsnivå inte är avgörande för utfallet, eftersom smoltifieringsnivån är som högst på våren/försommaren då laxungarna normalt utvandrar. Det är inte lika viktigt att vara ett fysiologiskt smolt när man inte behöver vandra, inte behöver ställa om sig till ett liv i havsvatten och dessutom hamnar i en miljö med få predatorer.

För de tvåsomriga ungarna påvisades ingen skillnad i utbyte för utsättningar gjorda i september till mitten av oktober. Utsättningsdatum hade alltså ingen signifikant betydelse. Dock fanns en svag icke signifikant trend att utbytet minskade ju senare på året de sattes ut (Bilaga 1).

4.2 Är laxen födobegränsad?

Vi vet egentligen ganska lite om utbytet av laxutsättningarna i reella tal, men vi kan från data anta att en utsättningsmängd på 14000 laxungar givit ett utbyte kring 10 ton, ca 25000 laxungar har givit en fångst kring 20 ton och 40000 laxungar har enligt enkäter givit 32 ton. Om man tar sig friheten att använda dessa grova siffror så ger 1000 utsatta laxungar en återfångst runt 800 kg, oavsett utsättningsmängd i intervallet 14000-40000 utsatta laxungar. Detta grova sätt att räkna indikerar att laxpopulationen inte får ökad mortalitet vid successivt större utsättningsmängder (i intervallet 14000-40000 ungar), men tillväxthastigheten och kondition påverkas.

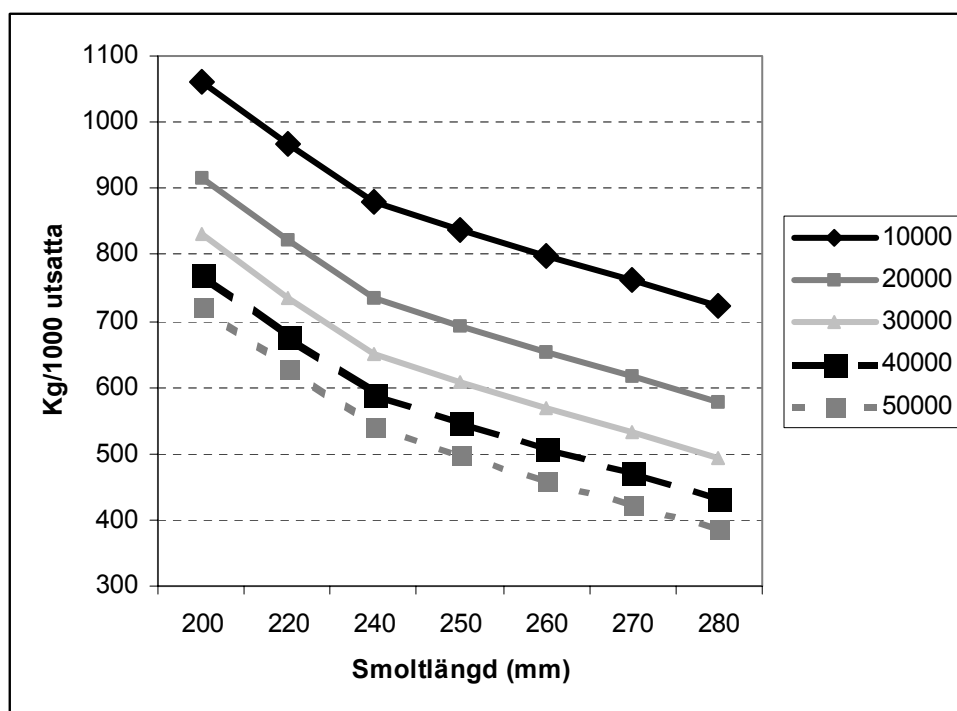
Laxens tillväxt och kondition var något bättre perioden 1982-87 när smoltutsättningsmängderna var ca 10000-15000 årligen än perioden 1988-96 med utsättningsmängder på 15000-40000 (Figur 1). Huruvida detta beror av utsättningsmängderna eller bytesfisktillgången går inte att utröna eftersom data över det senare saknas. Högst utbyte av laxutsättningarna erhöles vid mycket låga utsättningsmängder åren 1965-1972. Då var inte fisketrycket på lax så hårt eftersom laxfisket inte var utvecklat och laxen växte sig stor innan den fångades.

I ett försök att studera effekten av utsättningsmängden på utfallet i kg per 1000 utsatta laxungar så användes överslagsmässigt data från Tabell 1. Alla smolt utsatta år 0 medräknades, 50% av smolten år -1, 20% av smolten år -2 och 5% av smolten år -3. Detta summerades så att vid stadiga utsättningsmängder på 40 000 smolt skulle den summerade utsättningsmängden (summasmolt) vara 70 000 ($40000 + 0,5*40000 + 0,2*40000 + 0,05*40000$). Detta kan utgöra ett relativt mått på mängden lax i sjön. Trots stora variationer förelåg en signifikant minskning av fångstutbytet med summasmolt ($\text{Kg åter} = 2853 - (198,8 * \text{Log}_{10}(\text{summasmolt}))$; $r^2 = 0,35$, $p < 0,001$). Tillsammans med medellängden på utsatt smolt kunde summasmolt förklara hela 45% av fångstutfallet:

$$\text{Kg}/1000 = 8412 - (\text{Log}_{10}(\text{Medellängd}) * 2306) - (\text{Log}_{10}(\text{summasmolt}) * 482)$$

(Ekvation 4) ($r^2 = 0,45$, $p < 0,001$, $df = 28$).

De faktorer som förklarar nästan hälften av variationen i återfångst var således en faktor relaterad till smoltkvalitet och en faktor relaterad till utsättningsmängder. Om dessa data appliceras kan sambanden åskådliggöras som i Figur 24.



Figur 24. Applicering av Ekvation 4 visar hur effekten av olika smoltutsättningsmängd per år (konstant mängd antagen fler år i rad) samt smoltens medellängd påverkar återfångsten i kg/1000 utsatta ungar.

Sammantaget finns det således indikationer på att laxen är födobegränsad vid de utsättningsmängder som använts 1982-2002. Såväl tillväxt som kondition minskade vid högre utsättningsmängder. Det försämrade utfallet vid stora utsättningsmängder (Figur 24) pekar också mot en födobegränsning, alternativt en effekt av inomartspredation.

Successivt har rödingpopulationen minskat i Vättern och det föreligger en försämrad tillväxt för röding i sjön (Hammar 2006), en art som under vuxenlivet delvis delar laxens födoval (Svärdson m fl 1988, Johan Hammar personligen). Att laxen har sämre tillväxt och kondition vid höga utsättningsmängder, kan också innebära att rödingen påverkas negativt om mycket lax sätts ut så att det blir konkurrens om bytesfisken.

4.3 Kan man förbättra uppföljningen/inrapporteringen?

För framtiden bör en definition av ett utsättningsbart smolt fastställas. Baserat på denna studie skall en tvåårig smolt helst inte vara längre än 220 mm.

En beskrivning av det utsatta materialet bör också tas fram för framtida utvärderingar.

Det är rimligt att minst kräva uppgift om:

- Medellängd och medelvikt vid utsättning
- Antal döda efter märkning resp antal döda i referensgrupp från märkningstillfället
- Observerade skador på fisken
- Temperatur i odling vid lastning, temperatur i transportkärl och i Vättern vid utsättning
- Transporttid
- Utsättningsmetodik
- En person som är kvalitets- och dokumentationsansvarig vid utsättningen.

Därutöver krävs för framtida utvärderingar en mer omfattande övervakning av vattentemperaturen i Vättern. Vidare bör laxens födoval, framför allt som ung, studeras för att se om detta kan vara förklaringen till den dåliga överlevnaden vid större storlek.

Det är svårt att hitta åtgärder för att få de olika kategorierna fiskande i Vättern att rapportera de återfångade laxarna i större utsträckning. Försök för att förbättra inrapporteringen har gjorts i bl a Väneren. Där skickades portofria svarskuvert tillsammans med information om utsättningen ut till de som återfångat märkt lax och öring. Någon nämnvärd skillnad i inrapportering noterades dock inte. Eventuellt skulle det kunna provas även i Vättern. En högre ersättning, alternativt någon form av lotteri kanske också vore en väg. Under 2006 var det tänkt att ”Stiftelsen Mer lax i Vättern” skulle genomföra ett lotteri där alla som inrapporterat återfångst av lax i Vättern under 2005 och första halvan av 2006 skulle delta. Huruvida sådana lotterier kan öka intresset för inrapportering får framtiden utvisa.

4.4 Kan man optimera utsättningarna?

Vättern hyser ett flertal rödlistade arter och har ett av landets viktigaste rödingbestånd. Sjön utgör också en del av EU:s nätverk av skyddad natur (Natura 2000). Omfattande restriktioner har företagits för att begränsa fisket efter röding. I det perspektivet bör kanske inte laxutsättningarna optimeras, men detta problem ligger utanför föreliggande sammanställning. Med ökad tveksamhet till laxutsättningarna har myndigheterna dock minskat medelstillelningen till åtgärden. Sett ur denna aspekt kan utsättningarna behöva optimeras.

Uppenbart är att utsättningsmaterialet successivt blivit ’sämre’. Upphandling av utsättningsmaterial bör mer fokuseras på att få fram tvååriga smolt som har en storlek runt 20-22 cm med god kondition och utan fenskador. I princip finns inget sådant utsättningsmaterial idag, beroende på att ingen ställer krav på det. Samtidigt verkar det foder som används numera vara alltför energirikt varför laxungarna växer för fort i odlingsmiljö. Självklart bidrar också det allt varmare klimatet till tillväxtökningen. Tillväxtsåsongens längd för laxungar mätt som antalet dagar med en vattentemperatur över 6 °C har ökat ca 7% under 2000-talet jämfört med slutet på 1950-talet för Brattfors laxodling där Gullspångslax odlas (pers. komm. Robert Karlsson, Fortum).

Flera undersökningar visar att utbytet av utsättningar kan ökas genom en bra hantering av utsättningsmaterialet vid transport (Finstad m fl 2003). Korta resp långa transporter kan vara negativa för utbytet genom att de ger förhöjd stress. Effekten av detta, samt effekten av temperaturskillnader, syrehalt i transportkärlet eller hur utsättningen utfördes har inte utvärderats på grund av avsaknad av data.

Utsättningsplatsen Brevik (i norr) gav högre utbyte och återfångst jämfört med utsättningsplatsen Starbäck (i söder). Det kan bero på att norra delen av Vättern är mer varierad med öar och skärgård och näringsmöjligheterna är mer varierade, med möjlighet till konsumtion av siklöja, nors och spigg. Arvidsson (1935) skrev att ett liknande återfångstmönster förelåg vid utsättning av öring från Motala ström och han menade också att det var just den högre bytestätheten i norr som var avgörande. Om det är så att bytesfiskstätheten är viktig kan det vara möjligt att man kan optimera utsättningarna genom att sprida dem något mer så att inte alltför många laxungar skall starta sitt vätterliv på samma plats.

Slutligen kan det konstateras att om odlingsmaterialet vad avser tvååriga smolt inte kan förbättras kanske en övergång till utsättningar av tvåsomriga ungar kunde bli likvärdigt. Räknat i kilogram så avkastar de tvåsomriga ungarna 85% av vad utsättningar med tvååriga smolt gör. Detta kompenseras möjligen med prisskillnaden mellan tvåsomriga och tvååriga ungar som kan vara värt att räkna på. Kraven vad gäller storlek och oskadade fenor för de tvåsomriga ungarna måste dock uppfyllas.

Erkännanden

Tack till Anton Halldén, Länsstyrelsen i Jönköping, Mikael Johansson och Stefan Sjögren, Fiskeriverket, för konstruktiva synpunkter på rapporten.

Tack även till Mari Peters, Jennie Dahlberg, Martin Ogonowski, Teresa Soler och alla andra som har administrerat fiskmärkningsdatabasen på Sötvattenslaboratoriet.

5. Referenser

- Arvidsson, G. 1935. Märkning av laxöring i Vättern. Kungl. Lantbruksstyrelsen, Meddelanden från Statens undersöknings- och försöksanstalt för sötvattensfisket (4). 16 p.
- Elvingson, P., 1990. Odlingförsök med vänerlax. English summary: Growth and sexual maturation in searun Baltic salmon versus landlocked salmon and brown trout from Lake Vänern. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (3):19-24.
- Finstad, B., M. Iversen, & R. Sandodden, 2003. Stress-reducing methods for releases of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts in Norway. Aquaculture, vol 222(1-4);203-214,
- Hammar, J. 2006. Varför har den unga storrrödingens tillväxt försämrats i Vättern under perioden 1972-2004? PM, Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm, 2006-02-06. 11 p.
- Hansen, L.P., 1988. Effects of Carlin tagging and fin clipping on survival of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) released as smolts. Aquaculture 70(4):391-394.
- Hjälte, U., M. Johansson, A. Halldén & E. Degerman, 2003. Fritidsfisket i Vättern år 2000. Ur Fiske och fiskar i Vättern. Vätternvårdsförbundet, Rapport (62):102-146.
- Kallio-Nyberg, I., E. Jutila, I. Saloniemi & E. Joikokko, 2004. Association between environmental factors, smolt size and the survival of wild and reared Atlantic salmon from the Simojoki River in the Baltic sea. J. Fish. Biol. 65(1):122-134.
- Nyberg, P. & B. Sers, 2000. Utvärdering av laxmärkningarna i Vättern 1965-1996. PM, Fiskeriverket, Örebro, 2000-09-11. 15 p.
- Nyberg, P., B. Sers, & E. Degerman, 1997. Utsättningarna i Vänern 1988-92. PM Fiskeriverket, Örebro, 1997-02-28. 12 p.
- Salminen, M. & S. Kuikka, 1995. Annual variability in survival of sea-ranched Baltic salmon, *Salmo salar* L.: Significance of smolt size and marine conditions. Fish. Mgmt Ecol. 2(3):171-184.
- Salminen, M., S. Kuikka & E. Erkamo, 1994. Divergence in the feeding migration of Baltic salmon (*Salmo salar* L.); the significance of smolt size. Nord. J. Freshwat. Res. 69:32-42.
- Svärdson, G., O. Filipsson, M. Fürst, M. Hanson, N.-A. Nilsson. 1988. Glacialrelikernas betydelse för Vätterns fiskar. English summary: The significance of glacial relicts for the fish fauna of Lake Vättern. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (15). 61 p.
- Westerberg, H. 1993. Laxmärkningar i Vättern. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (1):1-15.

Bilaga 1. Märkningar av 1+ och tvåårig Gullspångslax 1982-2002 (undantaget två märkningar år 2002 där inga återfångster inrapporterats).

Märkesserie	Stam	Utsättningsplats	Uts.datum	Åld.	Stad.	Medell.	Mviktut	Kondition	Odling	Antaluts	Antalåter	Återproc	Kg1000
L198206702	G-LAX	VÄTTERN BORGHAMN	19820514	2		0	91			1085	278	25,6	498,6
L198306702	G-LAX	VÄTTERN RÖTTLE	19830531	2		243	195	1,36		497	104	20,9	501,0
L198406702	G-LAX	VÄTTERN VISINGSÖ	19840520	2		219	109	1,04		472	51	10,8	220,3
L198406703	G-LAX	VÄTTERN VISINGSÖ	19840613	2		218	120	1,16		381	85	22,3	482,9
L198406704	G-LAX	VÄTTERN VISINGSÖ	19840613	2		216	120	1,19		381	147	38,6	1010,5
L198506701	G-LAX	VÄTTERN ASPÖN	19850605	2		0	150			500	223	44,6	916,0
L198506702	G-LAX	VÄTTERN ASPÖN	19850605	2		230	150	1,23		672	79	11,8	215,8
L198506703	G-LAX	VÄTTERN RÖTTLE	19851016	1 +		0	123		LÅNGHULT	976	235	24,1	538,9
L198606701	G-LAX	VÄTTERN MOHOLMARNÄ	19860609	2		0	0			196	40	20,4	357,1
L198706701	G-LAX	VÄTTERN RÖTTLE	19870529	2		206	101	1,16		500	201	40,2	1334,0
L198706702	G-LAX	VÄTTERN STARBÄCK	19870603	2		156	0	0,00	SÄVENFORS	500	1	0,2	4,0
L198806701	G-LAX	VÄTTERN BREVIK	19880525	2		208	0	0,00	BRATTFORS	1000	278	27,8	766,0
L198806702	G-LAX	VÄTTERN BREVIK	19880601	2		251	150	0,95		1000	41	4,1	76,0
L198906702	G-LAX	VÄTTERN	19890526	2		0	102			484	49	10,1	301,7
L198906704	G-LAX	VÄTTERN STARBÄCK	19891005	1 +		0	112			999	312	31,2	954,0
L199006702	G-LAX	VÄTTERN BREVIK	19901011	1 +		204	126		GAMMALKROPPA	1000	185	18,5	417,0
L199106701	G-LAX	VÄTTERN BREVIK	19910515	2		224	136		GAMMALKROPPA	1000	307	30,7	913,0
L199106702	G-LAX	VÄTTERN BREVIK	19910920	1 +		234	0		LÅNGHULT	1000	390	39,0	1160,8
L199206701	G-LAX	VÄTTERN BREVIK	19920522	2		222	136		GAMMALKROPPA	1000	410	41,0	993,0
L199206702	G-LAX	VÄTTERN BREVIK	19920902	1 +		226	115		LÅNGHULT	991	412	41,6	1060,6
L199306701	G-LAX	VÄTTERN BREVIK	19930513	2		196	106	1,41	BRATTFORS	1000	325	32,5	851,2
L199306702	G-LAX	VÄTTERN BREVIK	19931004	1 +		203	116		GAMMALKROPPA	1000	109	10,9	228,0
L199406701	G-LAX	VÄTTERN BREVIK	19940929	1 +		199	104	1,32	BRATTFORS	999	90	9,0	179,1
L199406702	G-LAX	VÄTTERN BREVIK	19940510	2		212	120	1,26	GAMMALKROPPA	995	220	22,1	489,2
L199406703	G-LAX	VÄTTERN STARBÄCK	19940519	2		232	144	1,15	SJÖBONDEN	999	314	31,4	830,9
L199406704	G-LAX	VÄTTERN STARBÄCK	19940516	2		238	166	1,23	LÅNGHULT	1000	305	30,5	717,0
L199506701	G-LAX	VÄTTERN BREVIK	19950511	2		218	124	1,20	BRATTFORS	975	170	17,4	352,8
L199506702	G-LAX	VÄTTERN STARBÄCK	19950517	2		254	199	1,21	SJÖBONDEN	976	268	27,5	619,5
L199506703	G-LAX	VÄTTERN BREVIK	19951010	1 +		200	99	1,24	GAMMALKROPPA	999	51	5,1	154,2
L199506704	G-LAX	VÄTTERN STARBÄCK	19950911	1 +		220	130	1,22	LÅNGHULT	995	138	13,9	327,3
L199606701	G-LAX	VÄTTERN BREVIKS HAMN	19960520	2		259	184	1,06	SJÖBONDEN	1000	208	20,8	605,9
L199606702	G-LAX	VÄTTERN NEDRE STARBÄCK	19960520	2		255	184	1,11	SJÖBONDEN	995	237	23,8	646,8
L199606703	G-LAX	VÄTTERN NEDRE STARBÄCK	19960923	1 +		239	194	1,42	LÅNGHULT	1000	169	16,9	393,8
L199606704	G-LAX	VÄTTERN BREVIKS HAMN	19960930	1 +		198	99	1,28	BRATTFORS	1000	56	5,6	127,3
L199706701	G-LAX	VÄTTERN BREVIKS HAMN	19970516	2		228	154	1,30	GAMMALKROPPA	998	185	18,5	683,5
L199706702	G-LAX	VÄTTERN NEDRE STARBÄCK	19970515	2		281	262	1,18	SJÖBONDEN	999	148	14,8	270,4

Märkesserie	Stam	Utsättningsplats	Uts.datum	Åld.	Stad.	Medell.	Mviktut	Kondition	Odling	Antaluts	Antalåter	Återfproc	Kg/1000
L199706703	G-LAX	VÄTTERN BREVIK	19971016	1	+	224	152	1,35	SJÖBONDEN	998	76	7,6	177,6
L199706704	G-LAX	VÄTTERN STARBÄCK	19970902	1	+	208	142	1,58	LÅNGHULT	997	63	6,3	129,5
L199806701	G-LAX	VÄTTERN STARBÄCK	19980514	2		225	142	1,25	GAMMALKROPPA	999	152	15,2	454,0
L199806702	G-LAX	VÄTTERN BREVIK	19980514	2		214	113	1,15	BRATTFORS	999	134	13,4	384,1
L199806703	G-LAX	VÄTTERN BREVIKS HAMN	19980928	1	+	247	209	1,39	SJÖBONDEN	997	100	10,0	341,2
L199806704	G-LAX	VÄTTERN STARBÄCKS HAMN	19980929	1	+	245	209	1,42	SJÖBONDEN	1000	102	10,2	330,4
L199906701	G-LAX	VÄTTERN STARBÄCK	19990926	1	+	234	150	1,17	SJÖBONDEN	996	183	18,4	603,7
L199906702	G-LAX	VÄTTERN BREVIK	19990921	1	+	232	150	1,20	SJÖBONDEN	994	173	17,4	599,1
L199906703	G-LAX	VÄTTERN BREVIK	19990531	2		228	141	1,19	GAMMALKROPPA	986	89	9,0	315,2
L199906704	G-LAX	VÄTTERN STARBÄCK	19990528	2		222	137	1,25	LÅNGHULT	997	19	1,9	62,1
L200006701	G-LAX	VÄTTERN BREVIK	20000529	2		258	177	1,03	SJÖBONDEN	1005	254	25,3	1078,1
L200006702	G-LAX	VÄTTERN BREVIK	20000928	1	+	255	185	1,12	SJÖBONDEN	1001	190	19,0	618,7
L200006703	G-LAX	VÄTTERN STARBÄCK	20000914	1	+	248	188	1,23	LÅNGHULT	999	172	17,2	626,0
L200006704	G-LAX	VÄTTERN STARBÄCK	20000530	2		278	175	0,81	LÅNGHULT	785	95	12,1	479,5
L200106701	G-LAX	VÄTTERN STARBÄCK	20010927	1	+	249	186	1,20	SJÖBONDEN	998	101	10,1	367,6
L200106702	G-LAX	VÄTTERN STARBÄCK HABO	20010521	2		266	231	1,23	SJÖBONDEN	998	122	12,2	541,0
L200206701	G-LAX	VÄTTERN STARBÄCK HABO	20020517	2		243	170	1,18	SJÖBONDEN	997	25	2,5	84,3

Bilaga 2. Områdesindelning i Vättern.

