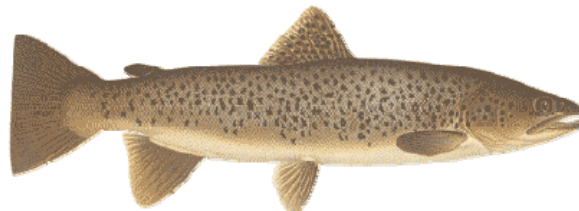


Information från Svenskt ElfiskeRegiSter

Nr 1, 2010

**Hur stora är årsungar och fjolårsungar av öring vid
elfiske?**

Erik Degerman, Berit Sers & Kristina Magnusson
Fiskeriverkets Sötvattenslaboratorium



2010-02-25

Sammanfattning

Föreliggande rapport presenterar två enkla ekvationer för att bedöma längden på största års- respektive fjolårsunge av öring vid elfiske. Att få ett hjälpmedel för att bedöma storleken på årsungar av öring är viktigt för att kunna tolka elfiskeresultat då årsungar oftast redovisas och behandlas separat från större öring. Storleken på fjolårsungar kan också vara viktigt att kunna avgöra för att studera mortalitet mellan år, eller för smoltproduktionsberäkningar.

Flera faktorer påverkar längden (tillväxten) och vi beaktade klimat, vattendragets storlek, inverkan av uppströms sjöar och förstås tidpunkt på året för att initialt bestämma längden på längsta 0+. Utifrån längden på 0+ beräknades längden på längsta 1+ efter hänsyn till tidpunkten på året.

Ekvationerna skall ses som ett stöd eftersom lokala avvikelser finns, t ex påverkar beståndstätheten tillväxten.

Inledning

Vid standardiserat elfiske beräknas tätheten av laxfiskar fördelat på årsungar (0+) och äldre öring (>0+). Detta görs för att öka precisionen av skattningen av populationen eftersom det kan vara olika fångstbarhet och variation för åldersgrupperna. Ofta går 0+ enkelt att skilja ut vid elfiske i juni-september. Upprättar man ett längdfrekvensdiagram så brukar 0+ utgöra en distinkt och tydlig grupp, men det finns tillfällen då det kan vara svårt att urskilja årsungarna. Det kan vara när man bara får ett fåtal fiskar. Andra tillfällen då det varit speciellt svårt är när utplantering av yngel skett. De är ofta lite större än normalt på eftersommaren. Det finns också exempel på att årsungar från huvudfåran vandrat upp i ett biflöde och man har fått två tydligt separerade längdgrupper som båda varit årsungar.

I denna rapport har vi försökt att prediktera hur lång den längsta årsungen av öring brukar vara utifrån omgivningsvariabler som latitud, höjdläge, avrinningsområdets storlek och avstånd till sjöar. Alla dessa variabler har visat sig vara korrelerade till årsungars tillväxt (ex Degerman m fl 1996). Tanken är att presentera en enkel ekvation som med hjälp av Excel ® eller liknande kalkylprogram kan ge ett stöd i bedömningen av vad som är årsungar.

Ibland går det också visuellt att avgöra vad som är fjolårsungar (1+) utifrån längdfördelningen. Det kan vara av intresse att kunna identifiera även denna åldersklass, speciellt om man skall ha underlag för beräkning av smoltproduktion. Årsungar och fjolårsungar av öring i ett vattendrag har oftast samma tillväxtbetingelser. De finns ju på samma plats, i samma klimat och med likartade näringsförhållanden. Därför kan man använda storleken på längsta årsonge för att prediktera storleken på längsta fjolårsunge. Vi presenterar också ett sådant samband för den som vill ha ett stöd i bedömningen. De formler som presenteras finns inlagda i ett kalkylblad (Excel ®) och vi skickar den till dem som hör av sig.

Material och metoder

Som underlagsmaterial för att bedöma längsta 0+ användes alla inrapporterade elfisken till Svenskt ElfiskeRegiSter (SERS) 2009-11-17. Ur dessa elfisketillfällen utvaldes sådana där tätheten av öring 0+ var minst 5 per 100 m². Detta gjordes för att minska risken för felklassningar orsakade av ett litet underlagsmaterial. Vidare undantogs elfisketillfällen före juli och efter november, samt elfiskelokaler belägna mer än 10 km uppströms sjö.

Som underlagsmaterial för att bedöma längsta 1+ (fjolårsunge) ingick samtliga elfisken inrapporterade fram till 2006-12-15 med förekomst av minst 5 öring >0+ per 100 m². Enbart elfisketillfällen med komplett längdmätning av öring till närmaste mm användes. Vidare uteslöts fisken under andra perioder än juli-oktober. Visuellt bedömdes utifrån längdfördelningen om det gick att avgränsa vad som kunde vara längsta 1+ (ja, det tog tid! Vi gjorde det då och då under tre år). För merparten av elfisketillfällena (ca 60%) kunde vi inte säkert avgränsa vad som var fjolårsungar. Dessa elfisketillfällen uteslöts. Totalt ingår 5324 bedömda elfisketillfällen.

För bedömning av storleken på längsta årsunge nyttjades latitud, altitud, avstånd till uppströms sjö, andel sjö i avrinningsområdet uppströms, avrinningsområdets storlek (km²) uppströms elfiskelokalen samt Julianskt dagnummer. Det senare, benämnt dagnummer, anger den dag på året då elfisket skedde angivet från 1 (1 januari) till 365/366 (31 december). För att bedöma längsta 1+ testades olika variabler (samma som ovan) tillsammans med längden på längsta 0+.

För att anpassa omgivningsvariablerna till en normalfördelning och stabilisera variansen transformerades data. Altituden (höjd över havet i meter) transformerades genom att dra kvadratroten ur den (höjd^{0,5}). Avståndet i km med en decimal till uppströms sjö (max 9,9 km) transformerades genom att lägga till 1 till avståndet och sedan logaritmera (10log(avstånd+1)). Avrinningsområdets storlek (km²) 10-loggades. Latituden angavs med den sexsiffriga X-koordinaten i Rikets nät (RAK) efter att den dividerats med 10 000 och sedan logaritmerats:

$$\text{Latitud} = \text{Log}10(x\text{-koordinat}/10\ 000).$$

Istället för dessa variabler (latitud och altitud) hade man lika gärna kunna använt årsmedeltemperatur. Vi har dock bedömt att den är svårare för folk att ta fram. Dock har vi med även variabeln andel sjö i avrinningsområdets uppströms (andel sjö). Den klassas i enlighet med hur den används i SERS, dvs <1%=1, <5%=2, <10%=3, >10%=4. Det är något oegentligt att ha med denna diskreta variabel i analysen, men med andel sjö medtagen förbättrades precisionen i skattningen.

Beräkningarna har skett med stegvis multipel linjär regression. Residualerna har plottats för att se att de var normalfördelade.

Resultat & diskussion

Prediktering av storlek på längsta årsunge (0+)

Storleken (längd i mm) på den längsta årsungen på en lokal kunde predikteras med 58% förklarad variation med sex omgivningsvariabler (multipel linjär regression, Anova $F_{6, 10654}=2432$, $p<0,001$, adjusted $r^2=0,578$). Resultatet av analysen framgår av tabell 1, och presenteras i form av en ekvation (Ekvation 1). Notera att ekvationen är angiven med tre siffrors noggrannhet. De standardiserade betavärdena visar att dagnummer hade störst effekt på storleken av årsungar och därefter avrinningsområdets storlek. I stora vatten växer årsungarna bättre och ju senare på säsongen, desto större är de. Notera även hur viktigt det är med sjöar uppströms, de påverkar genom att tillföra näringsdjur och stabilisera vattenföring och temperatur (Degerman m fl 1996).

Tabell 1. Regressionskoefficienter och konstant för multipel linjär regression av längd av längsta årsunge. Ostandardiserade Beta är de värden som används i regressionen. Standardiserade beta ger en möjlighet att jämföra effekten av de olika variablerna.

	Ostandardiserade		Standardiserade			Obs
	Beta	S.E.	Beta	t-värde	p	
Latitud	-154,154	6,152713	-0,18593	-25,0547	<0,001	Log10(x-koordinat/10000)
Altitud	-0,78648	0,021718	-0,27786	-36,2133	<0,001	Roten ur (höjd över havet)
Areal	5,978949	0,160337	0,25801	37,28981	<0,001	Log10(avrinningsområde)
Avstånd upp	-10,3295	0,44533	-0,16331	-23,1952	<0,001	Log10(avstånd upp till sjö+1)
Dagnummer	0,293408	0,004144	0,455344	70,80211	<0,001	Dagnummer, 1-365
Andel sjö	1,923527	0,119351	0,112076	16,11656	<0,001	Klassad 1-2-3-4
Konstant	284,8992	11,22852		25,37282	<0,001	

Ekvation 1.

$$\text{Längsta } 0+ = 285 - (\text{latitud} * 154) - (\text{altitud} * 0,786) + (\text{areal} * 5,98) - (\text{avstånd upp} * 10,3) + (\text{dagnummer} * 0,293) + (\text{andel sjö} * 1,92)$$

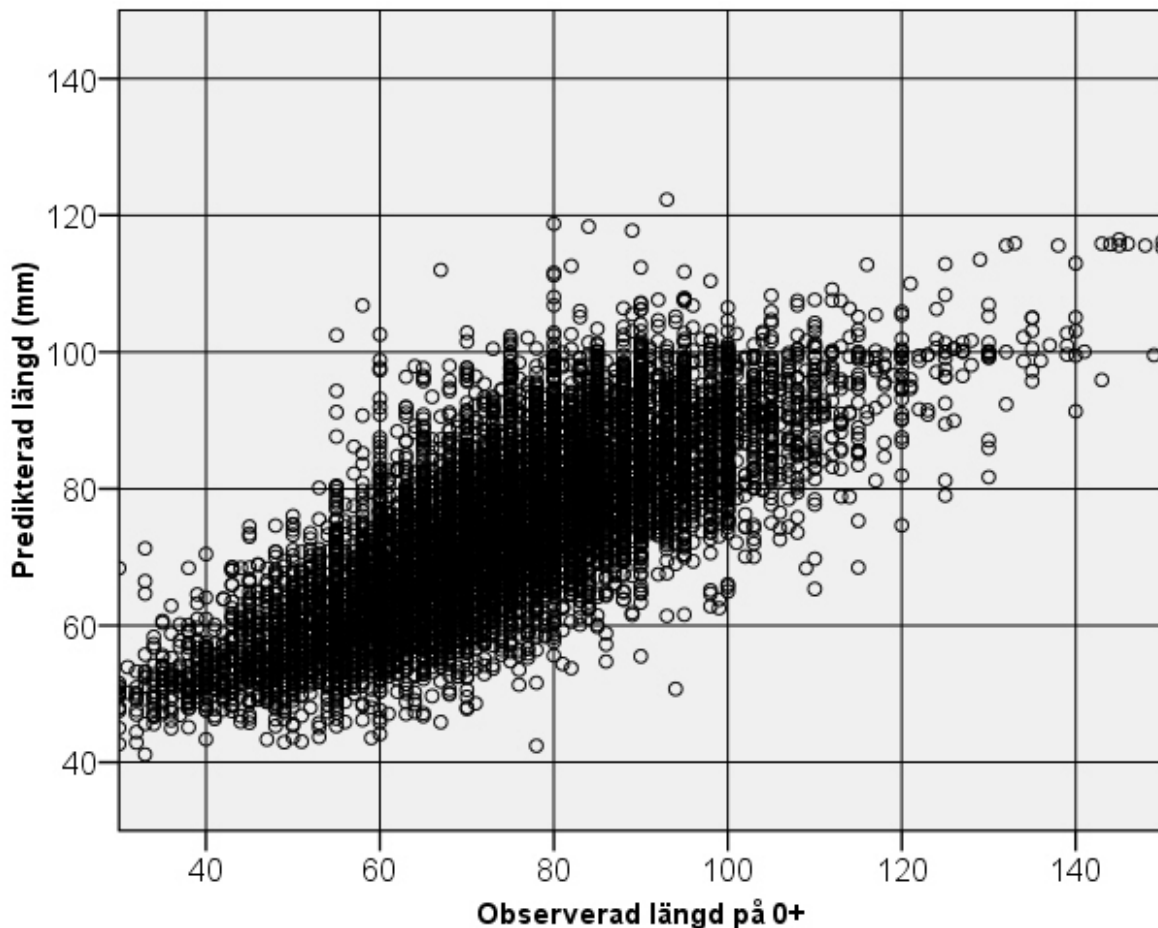
Denna formel finns, som nämnts, att få i Excel från oss på Fiskeriverkets lokalkontor (fältstation) i Örebro. Skriver ni in den själva och vill kolla att det är rätt så kan ni testa med dessa siffror; latitud=1,817 (dvs motsvarar x-koordinat 655000 som är på Örebro's latitud), altitud 6,3 (40 meter över havet), avrinningsområde 2 (100 km²), avstånd till uppströms sjö 0,30 (1 km), andel sjö=1 och dagnummer 244 (1 september). Då skulle de längsta årsungarna vara 82 mm. Hade lokalen legat på samma plats men 0,1 km nedströms en sjö i ett sjörikt system (andel sjö=4) skulle den predikterade längden ha blivit 90 mm.

Den ekvation som etablerades (Ekvation 1) ger inte en perfekt anpassning till observerade data (Figur 1). Det beror på flera orsaker. Dels kan det finnas utsatta yngel som ger ovanligt stora årsungar (det är fallet i de sex fallen som hade störst residual, dvs avvikelse mellan observerad och predikterad). Detta var utsättningar i Mörrumsån och Gullspångsälven. De skulle förstås ha undantagits, men det finns utsättningar även på flera andra ställen som vi inte känner till. I och med det stora materialet hoppades vi att effekten av dessa anomalier skulle vara försumbara.

Modellen predikterar sällan längder över 100 mm (Figur 1), men sådana årsungar förekommer, speciellt i vandrande bestånd som leker nedströms stora sjöar (Degerman m fl 1996). Orsaken att modellen inte ger bättre precision är att lokala faktorer som påverkar

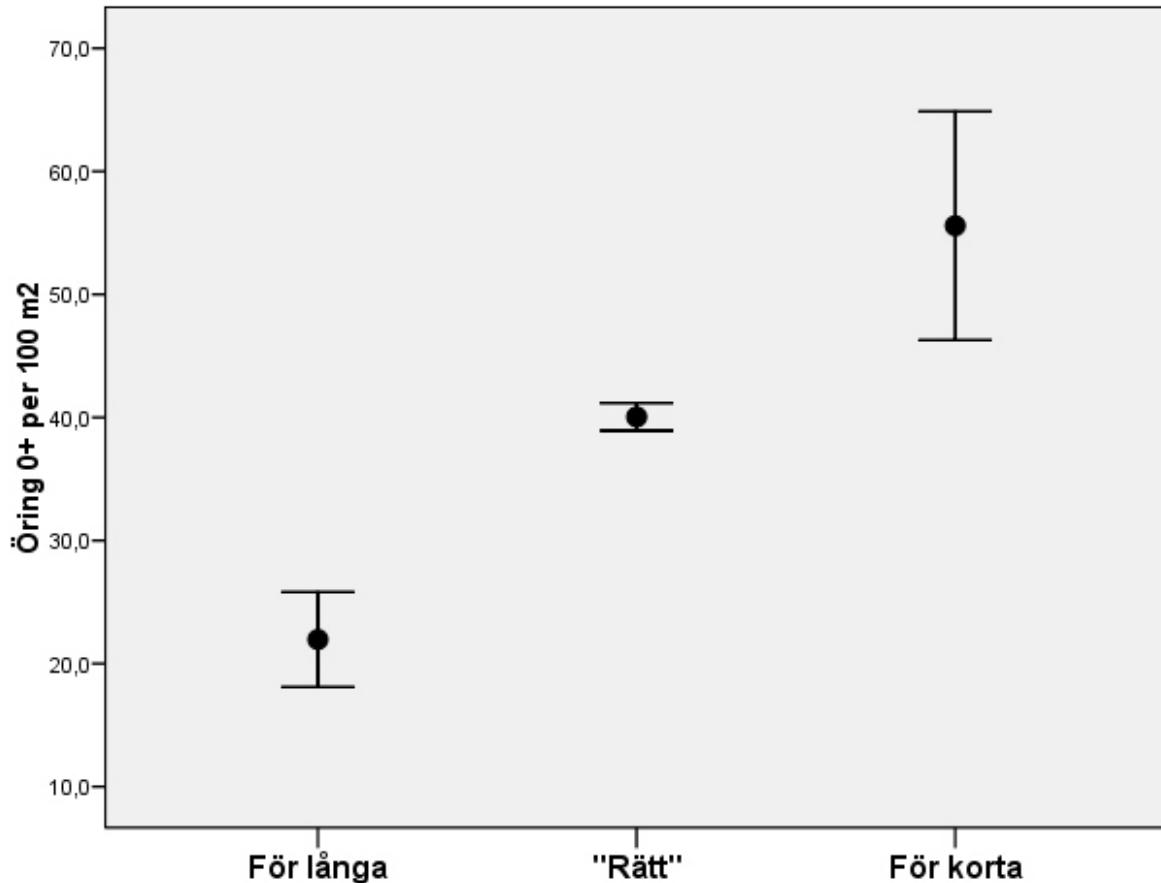
tillväxten inte kunnat vägas in bättre. Idealt hade vi också haft tillgång till data om fosforhalt och storleken på uppströms sjö.

Om man subtraherar predikterade längder från observerade får man felmarginalen i skattningen, residualen. Vi delade in materialet i tre grupper, sådana där skattningen var mer än 20 mm för liten, sådana där skattningen var mer än 20 mm för mycket och övriga (där skattningen var någorlunda korrekt). Detta gjordes för att söka igenom datamaterialet efter orsaker till att modellen inte ger fullgod precision för framför allt större årsungar.



Figur 1. Samband mellan observerad och predikterad längd (mm) på årsungar av öring med Ekvation 1.

I bestånd där storleken underskattats fanns generellt högre tätheter av årsungar. Om det finns många årsungar kan det dels av slumpskäl vara lättare att hitta en individ som är extremt stor, dessutom kan det ju vara så att en lokal faktor som ger god rekrytering också ger god tillväxt för de dominanta årsungarna. Vidare är det rimligt att höga tätheter av årsungar uppstår i vandrande bestånd som kan ha stora honor med stora romkorn, vilket ger stora ungar (Figur 2). Trots selektionen av materialet ingår det en del vatten med lax. I vatten med mycket årsungar av lax överskattade modellen storleken på årsungarna, vilket kan vara en konkurrenseffekt av lax (Milner m fl 2007). På samma sätt inverkar täta bestånd av öring >0+ negativt på tillväxten hos de längsta årsungarna, eftersom vår modell överskattade den predikterade storleken.



Figur 2. Tätheten av årsungar ($\pm 95\%$ konfidensintervall) av öring på lokaler där predikterad längd på längsta 0+ var för låg eller för hög.

Det fanns även andra faktorer som gav skillnad mellan de olika residualgrupperna, t ex skilde det signifikant beroende på lokalens värde (0-1-2) som skattas subjektivt av utföraren, vattnets grumlighet (subjektiv skattning) osv. Detta innebär att modellen (Ekvation 1) troligen kan förbättras något genom att addera täthet av årsungar m.m. Vi har dock valt att inte göra så. Det kändes som det var nog med variabler innefattade, och ytterligare variabler ökade bara precisionen till ringa grad. När vi lade till tätheten av årsungar och fjolårsungar av öring (10-loggade data) ökade den förklarade variationen till 60%, jämfört med nuvarande 58%.

Istället bör modellen betraktas som ett stöd för att identifiera den längsta årsungen. En modell ersätter aldrig sunt förnuft. Om ni har en längdfördelning där ni är tveksam på hur åldersgrupperna ska avgränsas är modellen ett stöd, inte facit. Tänk då också på att i vatten med speciellt bra förutsättningar underskattas längden och i vatten med mycket konkurrenser som lax och större öring överskattas längden.

Prediktering av storlek på längsta fjolårsunge (1+)

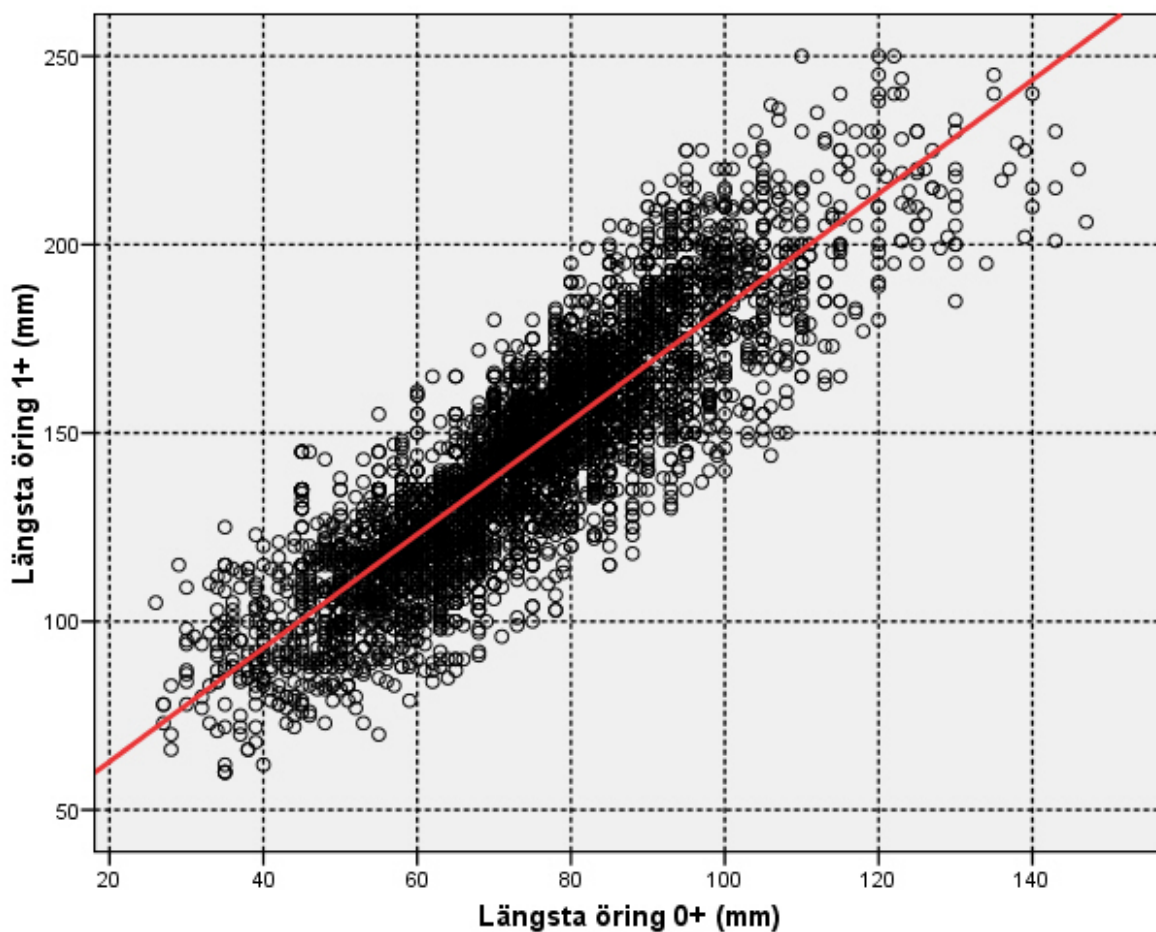
Beräkning sker genom att använda längden på längsta öring 0+. Denna bedöms idealt via åldersanalys eller okulärt från längdfördelningen, alternativt enligt Ekvation 1. Fördelen med att använda årsungars storlek för att bedöma fjolårsungars storlek är att de båda åldersgrupperna lever under samma förutsättningar vad avser t ex närsalttillgång, temperatur och födounderlag. Observera dock att om ni använder ekvation 1 för att bedöma 0+ storlek så har ni en stor felmarginal med er in i predikteringen av fjolårsungarnas storlek.

Beräkning av storleken på längsta 1+ gjordes med multipel linjär regression (Anova $F_{2,5321}=8004$, $p<0,001$, $r^2=0,75$), se Ekvation 2. I och med att öring 0+ växer något snabbare i längd successivt under säsongen så måste en kompensation av sambandet mellan 0+ och 1+ ske med hjälp av dagnummer.

Ekvation 2.

$$\text{Längsta } 1+ \text{ (mm)} = \text{Längsta } 0+ * 1,557 - 0,059 * \text{dagnummer} + 43,18.$$

Insatt i denna formel så är gränsen för längsta 1+ 139,7 mm den 1:a augusti om längsta 0+ var 70 mm.



Figur 3. Samband mellan längsta 0+ (mm) och längsta 1+ (mm) samma år vid elfiske på lokaler spridda över hela Sverige.

Som framgår av figur 3 var det stora variationer i materialet, om 0+ var 100 mm kunde 1+ vara från ca 150 till 225 mm. Återigen kan detta vara effekter av täthet av öring eller konkurrenter som inverkar, samt naturligtvis att det varit olika uppväxtbetingelser olika år. De som var 1+ kan ha haft en bättre första sommar än de 0+ vi fångade. Se alltså detta (Ekvation 2) som ett hjälpmedel.

Det är svårt att hitta jämförelsematerial för längsta års- respektive fjolårsunge. De bedömningar som finns av längsta 0+ i SERS bedöms dock goda, även om felaktigheter naturligtvis förekommer – något vi ständigt arbetar med att rätta till. Vi använder i första hand den bedömning som fältpersonalen gjort, men gör alltid rimlighetskontroller. Primärt görs dessa visuellt från längdfördelningen, sekundärt från tidigare fisken på samma lokal eller åtminstone i samma vattendrag och i sista hand utgående från Ekvation 1. Årligen genomsöks också databasen efter avvikande värden efterhand som mer material kommer in.

Mer problematiskt är väl den bedömning vi här presenterar på längsta 1+ eftersom vi saknar facit i form av åldersanalyser. Vi har bara valt ut elfisketillfällen då vi ansett att en tydlig 1+-grupp funnits. Det kan ju innebära att vi selekterat bort ”extrema” fall som varit viktiga. Problemet är att få våra bedömningar verifierade. Ibland presenteras i rapporter medellängd för en åldersgrupp plus minus ett konfidensintervall, men sällan extremerna – och det är ju vad vi arbetar med – att hitta den längsta årsungen/fjolårsungen.

Men längsta års- respektive fjolårsunge är förstås väl korrelerad till medellängd av 0+ resp. 1+ i SERS. Om man tillåter sig att använda medellängder för ett rimlighetstest visar det att Ekvation 2 troligen ger rimliga skattningar (Tabell 2).

Tabell 2. Rapporterade medellängder för årsungar och fjolårsungar av strömlevande och vandrande öring, samt predikterad längd på fjolårsungar (1+) från Ekvation 2. Observera då att modellen körts med medellängd för 0+ som ingångsdata samt 1 september som datum. Fel anger hur många millimeter predikterad längd översteg observerad.

Vattendrag	Plats	Observerad (mm)		Predikterad		Ref
		0+	1+	1+ (mm)	Fel (mm)	
Bjuråsbäcken	Västerbotten	41	87	92	5	Näslund m fl 1998
Storbäcken	Västerbotten	55	110	114	4	Näslund m fl 1998
Låktabäcken	Västerbotten	61	111	125	14	Näslund m fl 1998
Motala ström	Östergötland	64	135	139	4	Alm 1929
Vistula	Polen	94	172	186	14	Bartel 1988
Tweed	Skotland	67	140	144	4	Mills & Tomlinson 1985

Vi bedömer att Ekvation 2 väl kan vara ett stöd för att avgränsa gruppen fjolårsungar i en längdfördelning. Sedan något år pågår också ett arbete för att prediktera storleken på största 2+ utifrån längden på 0+. Detta för att ge ett underlag för bedömning av smoltproduktion i nordliga öringbestånd. Förhoppningsvis kan det presenteras 2011, då även en ny smoltproduktionsmodell beräknas vara klar.

Erkännande

Tack till Erik Petersson, Sötvattenslaboratoriet, för sedvanligt konstruktiva kommentarer.

Referenser

Alm, G. 1929. Undersökningar över laxöringen i Vättern och övre Motala ström. Meddelanden fr. Kungl. Lantbruksstyr. Nr 276, 68 s.

Bartel, R. 1988. Trouts in Poland. Pol. Arch. Hydrobiol. 35(3-4):321-339.

Degerman, E., Johlander, A., Sers, B. & P. Sjöstrand, 1996. The effect of lakes on growth in yearling brown trout (*Salmo trutta* L.). Ecol. of Freshw. Fish (5):116-122.

Mills, D.H. & A. Tomlinson, 1985. A survey of the salmon and trout stocks of the Tweed basin. Dep. of Natural Resources, Univ. of Edinburgh, Tweed foundation, 39 s.

Milner, N.J., Karlsson, L., Degerman, E., Johlander, A., MacClean, L.P., Hansen, L-P. 2007. Sea Trout (*Salmo trutta* L.) in European Salmon (*Salmo salar* L.) Rivers. In: Sea Trout: Biology, Conservation & Management. pp. 139-156. Blackwell Publishing Ltd, Oxford.

Näslund, I., Degerman, E. & F. Nordwall, 1998. Effects of biotic interactions on brown trout habitat use and life history in streams. Can. J. Fish. Aquat. Sci 55:1034-1042.