

Harrens tillväxt i Vättern



VÄTTERNFAKTA utgörs av en digital publikationsserie innehållande fakta som berör Vättern



Vätternvårdsförbundet

FAKTA från Vätternvårdsförbundet

Nr 1:2013

Fakta-serien från Vätternvårdsförbundet instiftades 2012 och utgörs av dokument med beröring till sjön som förtjänat att tillgängliggöras för en bredare krets. Ofta berör innehållet begränsad fråga. Faktaserien kompletterar därmed Rapportserien och ges endast ut digitalt.

Nr	1:2013
Framsida	Harr fångad mellan Gränna och Ödeshög. Foto: Mikael Hedin
Utgivare	Måns Lindell (red), Januari 2013.
Kontaktperson	Ann-Sofie Weimarsson, Länsstyrelsen i Jönköpings län. Telefon 036-395000,
e-post:	ann-sofie.weimarsson@lansstyrelsen.se
Webbplats	www.vattern.org
Författare	Kerstin Holmgren, Tanja Martins, Magnus Kokkin, Alfred Sandström och Olof Filipsson, SLU, Institutionen för Akvatiska Resurser, Sötvattenslaboratoriet. Beatrice Alenius, Länsstyrelsen i Jönköpings län
Övriga fotografier:	Tanja Martins

Innehåll

Abstract	4
Sammanfattning.....	4
Introduktion	5
Metoder	6
Arkiverade harrfjäll från Vättern:	6
Analys av ålder och tillväxt.....	7
Databearbetning och statistiska analyser	10
Resultat	11
Diskussion	16
Erkännanden	19
Referenser.....	19

Abstract

The population of grayling (*Thymallus thymallus*) in Lake Vättern is believed to be in decline in recent years. The decline has mainly been documented by local anglers and has been manifested in a markedly lower recreational catch. We analyzed a small collection of grayling scales collected occasionally in various sampling programmes during the years 1935-2012. Of a total of 177 fishes we distinguished five main time periods with grayling samples (1935-1936; 1964-66; 1971-80; 1987-2001; 2009-2012). The samples were collected either in multi-mesh gill net surveys or in commercial and recreational catches. All scales were analyzed for age and growth was back calculated for each age class using the relationship between scale radius and total fish length. Estimated scale age of grayling varied between one and eleven years. No clear signs of sigmoidal patterns associated to diet shifts could be observed. Even though the data set was limited some general conclusions could be drawn. The growth pattern differed between different periods. Particularly the last period (2009-2012) was different as regards to a more variable growth and a smaller size at age 2+ and 3+. The period with the fastest growth rate was 1964-66.

Sammanfattning

Beståndet av harr i Vättern har med stor sannolikhet minskat kraftigt på senare år. Harren fångas inte upp i tillräckligt hög grad av befintliga övervakningsprogram för fisk (dels pga sitt levnadssätt, dels övervakningsprogrammets utformning) men trenden för fångst i fritidsfiske och enskilda fiskares observationer tyder på att beståndet gått tillbaka sedan slutet av 1990-talet. Det är således viktigt att förbättra kunskapen om harr i Vättern. Vi har studerat tillväxten hos harr genom att analysera de tillgängliga åldersprover från Vättern som arkiverats genom åren. Eftersom harr fångas så sällan är materialet relativt litet. De totalt 177 harrar som vi funnit i olika arkiv delades in i fem olika tidsperioder baserat på fångstdatum. Perioderna var 1935-1936; 1964-66; 1971-80; 1987-2001 och 2009-2012. Harrarna fångades främst i provfisken med översiktsnät eller i kommersiellt fiske samt i samband med sportfiske antingen i flugfiske med spö eller med flugutter. I analyserna användes endast fjäll. Först skattades fiskens slutliga fjällålder. Därefter tillbakaräknades storlek vid given ålder genom att använda sambandet mellan fjällets totalradie och fiskens totallängd vid fångstillfället. Fjällåldern varierade mellan ett och elva år. Inga tecken på de sigmoidala tillväxtmönster som ibland finns hos fiskarter som skiftar födoslag kunde noteras. Tillväxten tycktes variera mellan de undersökta tidsperioderna. Särskilt den sista perioden (2009-2012) avvek med en väsentligt större variation i tillväxt och en lägre storlek vid åldrarna två och tre år. Harren tycktes ha snabbast tillväxt under perioden 1964-1966.

Introduktion

I Vättern finns Sveriges sydligaste bestånd av harr (*Thymallus thymallus*). Sedan slutet av nittioalet finns tecken på att harrbeståndet minskat. Dels har sportfiskare uppmärksammat minskade fångster och dels finns tydliga tecken på att fångsterna i fritidsfisket sjunkit (Alenius, 2012). Ett totalt fångstförbud på harr har därför föreslagits och frågan utreds i skrivande stund av Havs- och Vattenmyndigheten. Harren i Vättern har nyligen beskrivits i en rapport från Vätternvårdsförbundet (Nilsson, 2009). I denna omfattande sammanställning konstaterar man att kunskapen om harren i Vättern i många avseenden tyvärr är begränsad.

Harrens habitatval (grunda exponerade stenbottnar) och livshistoria gör att den sällan har fångats i några av Sötvattenslaboratoriets provfiskeri i Vättern, vilka främst riktats mot röding och sik och därför förlagts till områden med större djup. Trots en stor ansträngning med provfiskeri med översiktsnät under perioden 1973-1985 i många olika områden och på skiftande djup så fångades till exempel endast totalt två harrar. Harr har heller aldrig varit av någon större vikt för det yrkesmässiga fisket och därför har endast en marginell insamling av fiskar skett inom ramen för fisket. Totalt finns därför endast fjällprover från ett fåtal harrar i de befintliga arkiven och inga större ansträngningar har tidigare gjorts för att gå igenom insamlade material och analysera dem.

Arten är i viss mån fortfarande en viktig art för sportfisket. Enligt den senaste enkätundersökningen av fritidsfisket i Vättern 2010 fångas dock den största andelen harr (66%) med nät och endast 27% med handredskap och i utterfiske. Den största fiskedödligheten tycks därför vara när harren fångas som bifångst i nätfisket. Fångsterna i yrkesfisket har tidigare varit mer omfattande, under slutet av 60-talet överskred de till och med ett ton årligen (Officiell fångststatistik från Fiskeriverket/Havs- och Vattenmyndigheten, 1914-2011). Den senaste tioårsperioden har dock fångsten av harr i yrkesfisket varit i stort sett obefintlig (totalt 10 kilo har rapporterats på tio år). Den kraftiga minskningen i fångst beror sannolikt mestadels på att fiskeansträngningen med nät på grunt vatten numera är mycket låg, samt att harr i viss mån rapporteras som övrig fångst. Denna förändring i fisket beror till stor del på fiskets successiva övergång från nätfiske till fiske efter signalkräfta med burar.

Som en del i arbetet med att öka kunskapen om Vätterharren och därmed kunna hitta lämpliga åtgärder för att stärka och trygga beståndet har Länsstyrelsen i Jönköpings län gett i uppdrag åt SLU:s Sötvattenslaboratorium att sammanställa och analysera samtliga fjällprover från harr som funnits tillgängliga i Sötvattenslaboratoriets Biologiska arkiv samt motsvarande arkiv på Länsstyrelsen och Fiskeriverkets tidigare utredningskontor i Jönköping. Syftet har varit att undersöka om harrens tillväxtmönster förändrats över tiden.

Metoder

Arkiverade harrfjäll från Vättern:

Totalt identifierades fjäll från 178 individer av harr i de olika arkiven. En enstaka individ samlades in redan 1922. Denna individ användes dock inte i statistiska analyser. Vi identifierade fem perioder med insamlade harrfjäll (Tabell 1), nämligen perioderna 1935-36, 1964-66, 1970-1981, 1987-2001 och 2009-2012. I vissa fall är uppgifterna om hur insamlingen gått till och fiskarnas ursprung något ofullständiga. Särskilt för de äldre materialen har det varit svårt att veta exakt hur insamlingen gått tillväga, till exempel vilken fångstmetod som använts och vilken exakt plats harrarna samlats in på. Metodiken för insamlingen av harr tycks skilja sig mellan de olika perioderna. Under perioden 1970-1981 fångades en del av harrarna i provfisken med översiktsnät (delvis beskrivet i Filipsson, 1983) och en del samlades in på uppdrag av Sötvattenslaboratoriet av fiskare i Hästholmen. Perioden 1987-2001 samlades harrarna in av sportfiskaren Mikael Hedin i samband med flugfiske. Detta material karakteriseras av stora, vuxna och sannolikt något äldre fiskar. Det mest moderna material från 2009-2012 har samlats in vid flugfiske eller i samband med en flugutterinventering som genomförts på uppdrag av Länsstyrelsen i Jönköping. Majoriteten av detta material samlades in under juni till oktober.

Tabell 1. Antalet studerade harrar under olika tidsperioder:

Tidsperiod	Antal
1935-1936	55
1964-1966	21
1970-1981	24
1987-2001	26
2009-2012	51
TOTALT	177

Fångstplatserna för de olika harrarna varierar. De individer som fångats i provfisken är fångade på lokaler spridda längs strandlinjen över större delen av öppna sjön. Inga harrar ha fångats i skärgårdsområdena i norra Vättern. Exempel på vanliga fångstplatser i provfisken är Vista kulle, Hjo, Fingals, Rödån och Karlsborg. Ett större antal fiskar har som tidigare nämnts fångats i närheten av Hästholmen. De harrar som provtogs under perioden 1987-2001 fångades i östra Vättern, i området mellan Ödeshög och Gränna. Under den sista perioden 2009-2012 samlades harr från flera olika delar av Vättern. Exakta fångstplatser framgår av karta i Nilsson, 2012.

Analys av ålder och tillväxt

På Sötvattenslaboratoriet används fjäll som stöd vid åldersbestämning av flera fiskarter, till exempel karpfisk, gös och sik (Reizenstein, 2012). Åldern hos de nämnda fiskarterna bestäms i första hand via otoliter (hörselstenar), då dessa till skillnad från fjällen fortsätter att tillväxa och avsätta årsringar även efter att fiskens längdtillväxt avstannat. Fjälltillväxtens korrelation till fiskens tillväxt gör dock att dessa är att föredra framför otoliterna när det gäller att studera hur en enskild fisks längd ökat från år till år.

Fjäll av harr har tidigare använts vid åldersbestämning av harr (t.ex. Hellowell, 1969). Vid jämförelser mellan fjäll och otolit från samma individ av en närbesläktad harrart (arktisk harr, *Thymallus arcticus*) blev dock "otolitåldern" ofta högre än "fjällåldern" (Sikstrom, 1983).

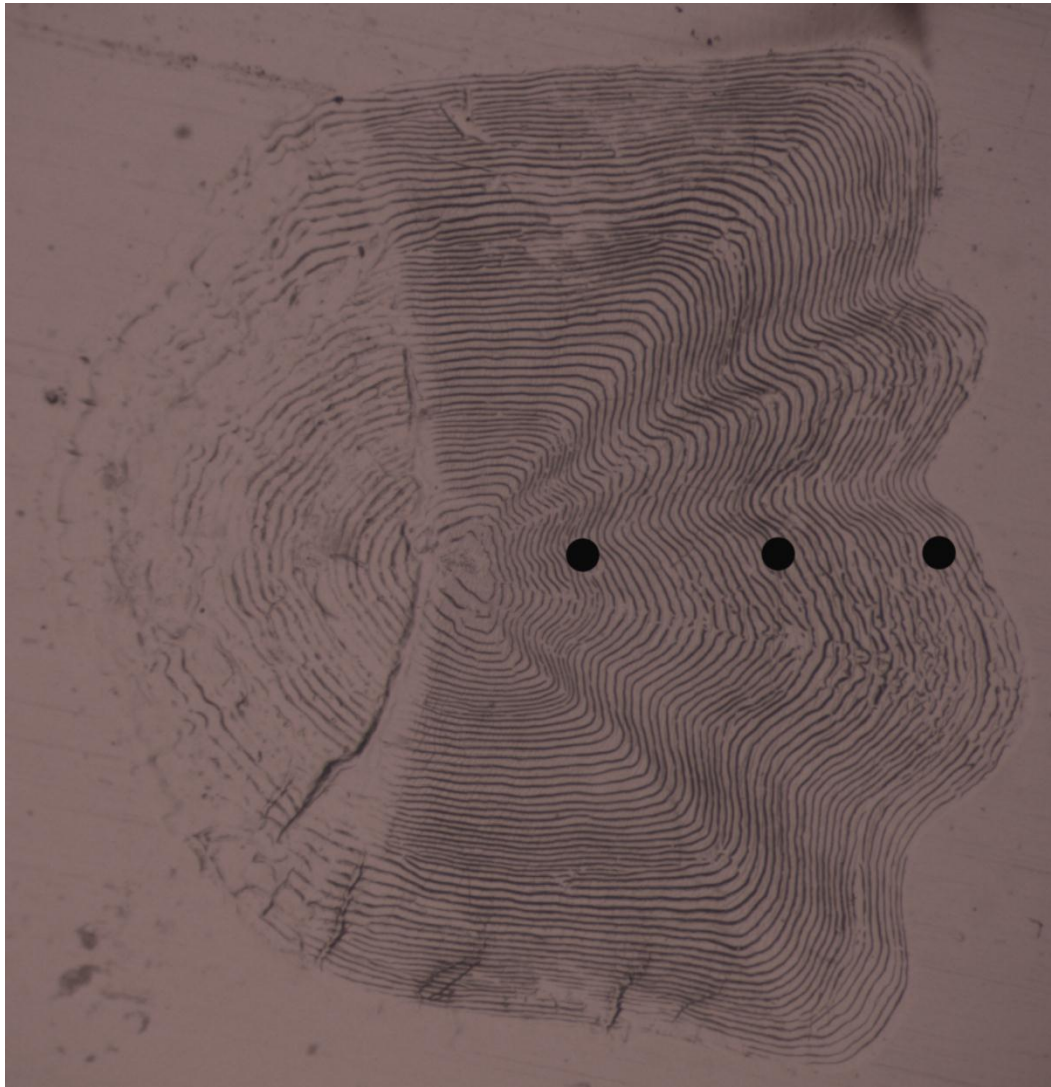
På Sötvattenslaboratoriets ålderslaboratorium har vi stor erfarenhet av åldersbestämning med hjälp av fjäll. Harr tillhör inte någon av de mest frekvent studerade arterna, men dess fjäll är rent generellt snygga och lättolkade vilket gör den till en av de mer lämpade arterna när det gäller att åldersbestämma utan otoliter. Som nämnts ovan innebär dock avsaknaden av otoliter en osäkerhet, eftersom fjällen enbart kommer att visa fiskens ålder upp till den tidpunkt då kroppstillväxten avstannat. I denna studie använder vi därför begreppet "fjällålder", vilket innebär att vi inte vill uttala oss om exakt vilka kalenderår enskilda fiskar föddes och genomlevde sina första tillväxtsåsönger.

De arkiverade harrfjällen preparerades enligt samma metod som används för alla fiskarter. Upp till 10 likformiga fjäll från varje fisk valdes ut och pressades mellan två platsplattor i en guldsmedsmangel. Avtrycken i plasten analyserades sedan i en Microficheprojektor vid 27 gångers förstoring.

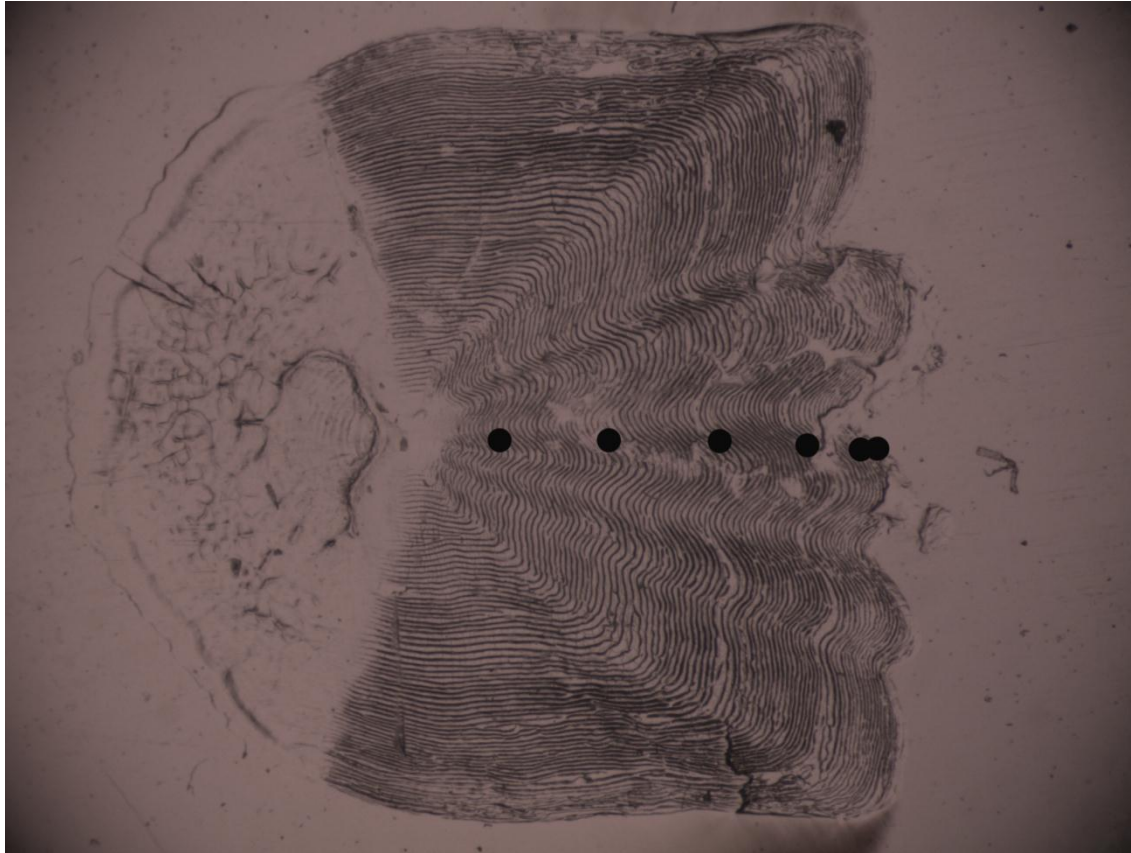
Årsringar på fjäll identifieras genom förändringar i avstånden mellan fjällets strior. Under tillväxtsåsöngen anläggs striorna glest, men med sjunkande vattentemperatur och avstannande tillväxt tättnar avstånden mellan striorna. Under vintern anläggs inga nya strior, men med ökande vattentemperatur framåt försommaren börjar de på nytt anläggas med gradvis ökande avstånd mellan. Årsringen framträder således som ett mörkt, förtätat band (Figur 1). Liknande band kan dock förekomma även om de inte är en äkta årsring, t.ex. som följd av ett födointagsuppehåll under tillväxtsåsöngen. Sådana falska årsringar kan ibland till utseendet te sig väldigt äkta, men kan bland annat genom sin placering i det generella mönstret avslöjas och avfärdas.

Åldersbestämningen av de harrar som ingick i denna studie var okomplicerad när det gäller att identifiera fjällens enskilda årsringar så länge fisken tillväxte. Vid tecken på avstannande tillväxt (Figur 2) blir dock åldersangivelsen osäkrare. Det är svårt att avgöra om fisken blivit fångad i slutet av sin tillväxtperiod (det vill säga att den senaste, avstannande tillväxtsåsöngen som syns

på fjällen tillhör fångstsäsongen), eller om den fortsatt att leva ett eller flera år efter det (utan att kroppsligen växa och avsätta strior på fjällen). Hur gamla fiskarna var när tecken på avstannande tillväxt börjar synas varierade, från 5 till 11 år. Detta innebär att åldersbestämningen rent generellt har hög säkerhet i åldersangivelsen upp till 5+ för att därefter avta.



Figur 1. Fjäll från en harr som är 3+. Årsringarna är markerade i den riktning som avståndsmätningen gjordes. Denna fisk var 38 cm lång och fångades 1966.



Figur 2. Fjäll från harr som är 6+. De två sista årsringarna ligger tätt i kanten och är en tydlig indikation på avstannande tillväxt.

När väl den individuella fisken åldersbestämts valdes det bästa fjället ut för den avståndsmätning som skulle ligga till grund för tillväxtanalysen. Med "bästa" fjäll menas det fjäll som var dels tydligt, dels minst deformerat. Med ett material som spänner över så lång tidsperiod och som insamlats på så många olika sätt är det naturligt att kvaliteten på de insamlade fjällen kan skilja sig åt. I många påsar fanns fjäll av olika storlekar, och det var uppenbart att inte alla fjäll tagits från korrekt ställe på fiskens kropp. En första sållning i detta avseende gjordes vid urvalet av de fjäll som skulle manglas, och en andra sållning vid urvalet av fjäll för avståndsmätning. Med ett digitalt skjutmått gjordes avståndsmätning längs en dorsal radie, från fjällets centrum till varje identifierbar årsring och till fjällets kant.

Databearbetning och statistiska analyser

Data om sjö, fångstdatum, fiskens längd, vikt, kön m.m. lagrades enligt mallen till Sövattnenslaboratoriets Åldersdatabas. På motsvarande sätt lagrades uppgifter om analysmetod, och resultat i form av "fjällålder" och avståndsmätningar på fjällen.

Avståndsmåtten från fjällens centrum till ytterkant skalades om till fjällradie i mm, för att undersöka förhållandet mellan fiskens längd och fjällradie i prover från olika tidsperioder. Proverna från perioden 2009-2012 uppvisade den största variationsbredden i både fjällradie och längd, följt av perioden 1970-1981 (Figur 3a). Data från dessa två perioder användes för att kalibrera en tillbakaräkningsmodell. Flera funktioner för kurvanpassning testades via IBM SPSS Version 20. Power- och S-funktionerna var de som förklarade mest av variationen ($R^2_{adj} = 0,876$ respektive $0,877$). S-funktionen verkade dock lägga för stor vikt vid den allra största fisken. Därför användes följande modell för att prediktera fiskens längd (mm, L_{pred}) från fjällradie (mm, FR);

$$L_{pred} = e^{(\ln(177.159) + (0.662 * \ln(FR)))}$$

Predikterad i förhållande till observerad längd fördelade sig någorlunda väl kring 1:1-linjen för de två perioder som användes för kalibrering (Figur 3b). Däremot hamnade fiskar från 1935-36 oftast över 1:1-linjen, och en liknande tendens fanns för prover från 1987-2001. En möjlig förklaring kan vara att fjällproverna inte alltid togs från samma del av kroppen. För att kunna inkludera prover från alla perioder i senare analyser måste vi anta att sambandet mellan fiskens längd och fjällradie ändå alltid var av samma svagt icke-linjära typ. Vid tillbakaräkning antogs också att varje individ hade en konstant avvikelse i predikterad längd vid varje avslutad tillväxtsång (Carlander, 1981). Den individuella längden efter varje avslutad tillväxtsång (L_t) uppskattades därför som;

$$L_t = (L_{obs} / L_{pred}) * e^{(\ln(177.159) + (0.662 * \ln(FR_t)))}$$

där L_{obs} = fiskens längd (mm) vid fångst.

Variationen i tillbakaräknad tillväxt illustrerades först med individuella tillväxtkurvor, till och med den sista tillväxtsången som kunde mätas på fjäll från enskilda fiskar. En av fiskarna från 1935 uppträdde som extrem outlier, och den uteslöts från senare analyser. Den tillbakaräknade tillväxten var orimligt hög, vilket kunde relateras till extremt låga värden på både fjällradie och fjällålder i förhållande till fiskens längd vid fångst. Ytterligare analyser av tillväxt gjordes genom att först anpassa och parameterisera Von Bertalanffys tillväxtfunktion samt en så kallad s-kurva till data.

Von Bertalanffys tillväxtfunktion: $L_{pred} = L_{\infty} * (1 - e^{(-k * \text{ålder})})$

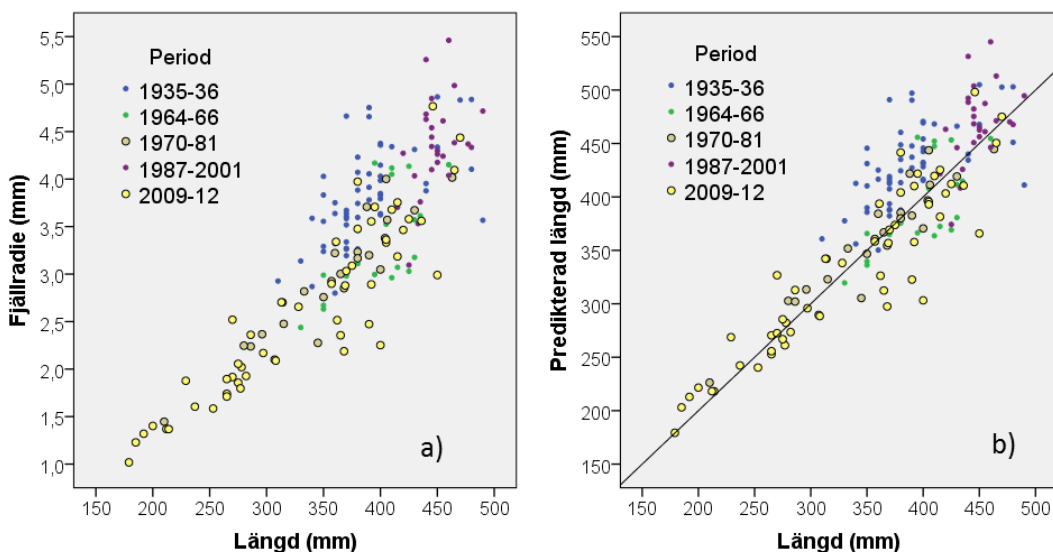
S-kurva: $L_{pred} = e^{(b_0 + (b_1/\text{ålder}))}$

L_∞ , k , b_0 och b_1 är konstanter.

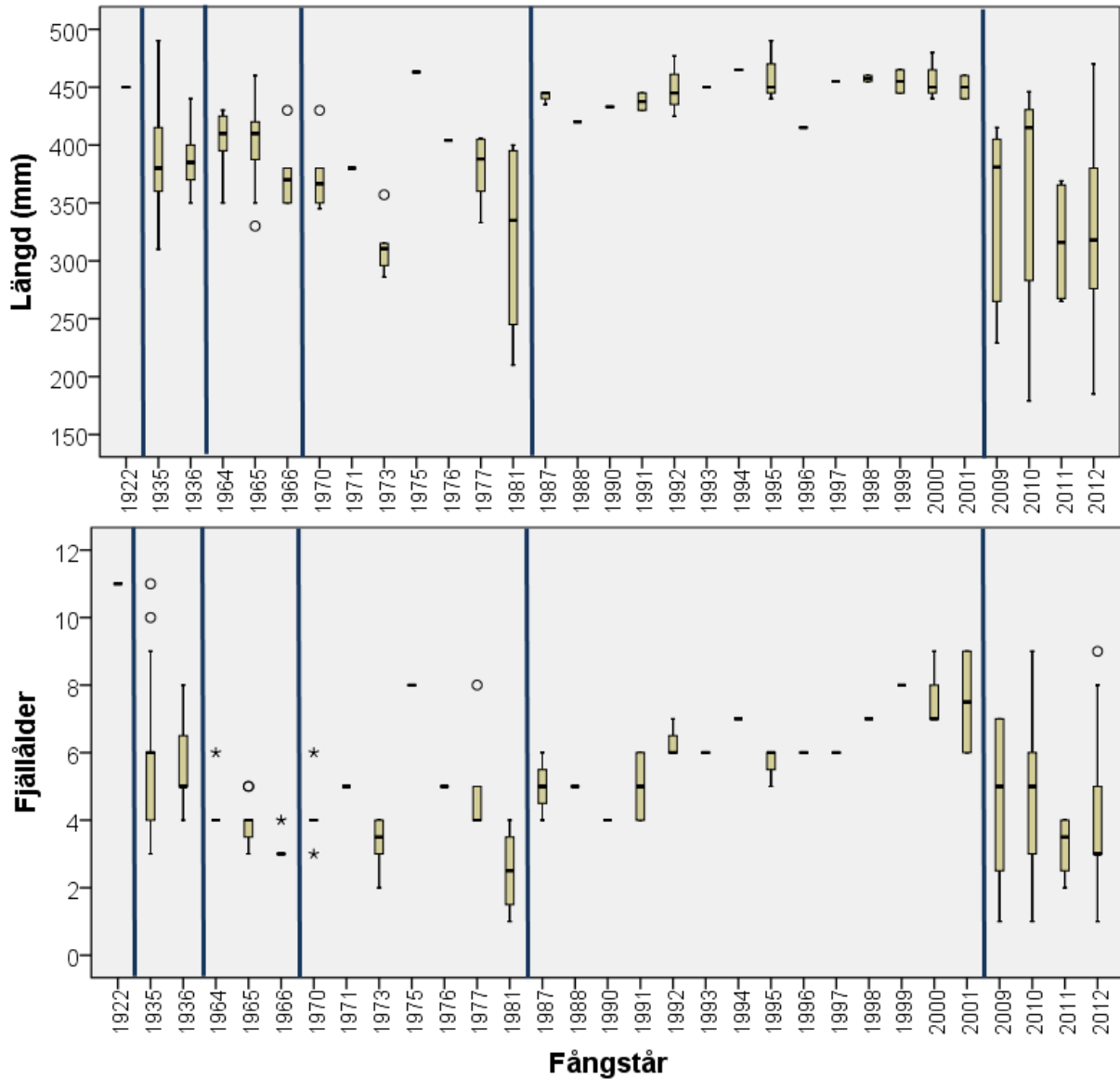
Fördelningar av tillbakaräknad längd vid given ålder indikerade inga allvarliga avvikelser från normalfördelning inom de undersökta tidsperioderna. Envägs ANOVA användes därför för att testa skillnader mellan tidsperioder i uppnådd längd efter vart och ett av de första 6 åren. Konfidensintervallen vid parvisa tester justerades med antingen Bonferroni eller Tamhane's T2, beroende på om Levene's testparameter indikerade lika eller olika varians mellan tidsperioder. Alla dessa tester kördes i IBM SPSS Statistics Version 20.

Resultat

Skattad fjällålder varierade mellan 1 och 11 år. Medelåldern och medianåldern för hela materialet var fem år. Endast ett mindre antal unga individer (1- respektive 2-åringar) fanns representerade, totalt 14 individer, de flesta insamlade under perioden 2009-2012. Åldersfördelningen varierade avsevärt mellan de olika tidsperioderna sannolikt på grund av skillnader i insamlingsmetoder. Perioden 1987-2001 bestod materialet endast av äldre och större individer (Figur 4). Övriga perioder var storlek och ålder något mer varierande. Särskilt den sista perioden samt insamlingsåret 1981 bestod materialet av fiskar från en större spridning av ålders- och storleksgrupper. De stora skillnaderna i urval mellan olika perioder försvårar i viss mån jämförelser över tid.



Figur 3: a) Förhållanden mellan dorsal fjällradie (mm) och fiskens längd (mm) vid fångst, och b) mellan predikterad längd via power-modell och fiskens uppmätta längd vid fångst under olika tidsperioder. I b) finns också en 1:1-linje

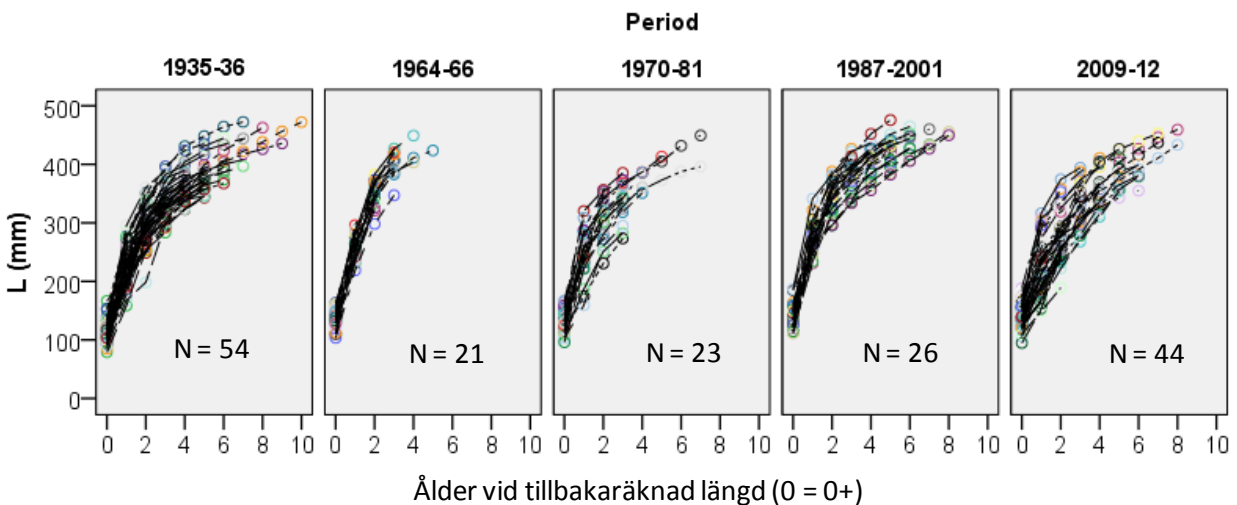


Figur 4: Fördelning av undersökta harrars längd (mm) vid fångst, och av deras "fjällålder", för prover tagna under enskilda år. De vertikala referenslinjerna markerar följande tidsperioder; "1922" (endast ett prov), "1935-36" (31 respektive 24 prover), "1964-66" (5-11 prover per år), "1970-81" (1-6 prover från olika nätprovfisken), "1987-2001" (1-3 prover från fiske med flugspö), och "2009-12" (4-28 prover per år från fiske med flugutter och flugspö).

Tillbakaräknad tillväxt visade att harrens tillväxtmönster överlag var relativt likartat över tiden. Inga av de tydliga tecken på stora tillväxtökningar vid given storlek som ibland karakteriserar arter som övergår till fiskdiet kunde observeras. Totalt 27 av de analyserade fiskarna bedömdes vid fjälläsningen ha tecken på avstannande tillväxt (perioden 1935-36 20 st, 1964-66 0 st, 1970-

81 2 st, 1987-01 2 st, och 2009-12 3 st). Detta kan i vissa fall ha berott på att fjällen var skadade men också på att fiskens tillväxt avstannat och att slutåldern därmed är högre än vad som kunde utläsas på fjället. För att med säkerhet kunna bedöma detta hade man behövt komplettera åldersanalyserna med otoliter vilket inte fanns tillgängligt i detta fall. Det gör också att eventuellt avstannande tillväxt för äldre individer inte kan analyseras med säkerhet. För att undvika problem förknippade med avstannande tillväxt och osäker åldersuppskattning har analyserna koncentrerats till tillbakaräknad storlek för åldrarna 1-6 år. En av perioderna (1964-66) saknades också äldre fiskar i materialet vilket ytterligare försvårade fördjupade analyser av tillväxt för åldrarna 7-11 år.

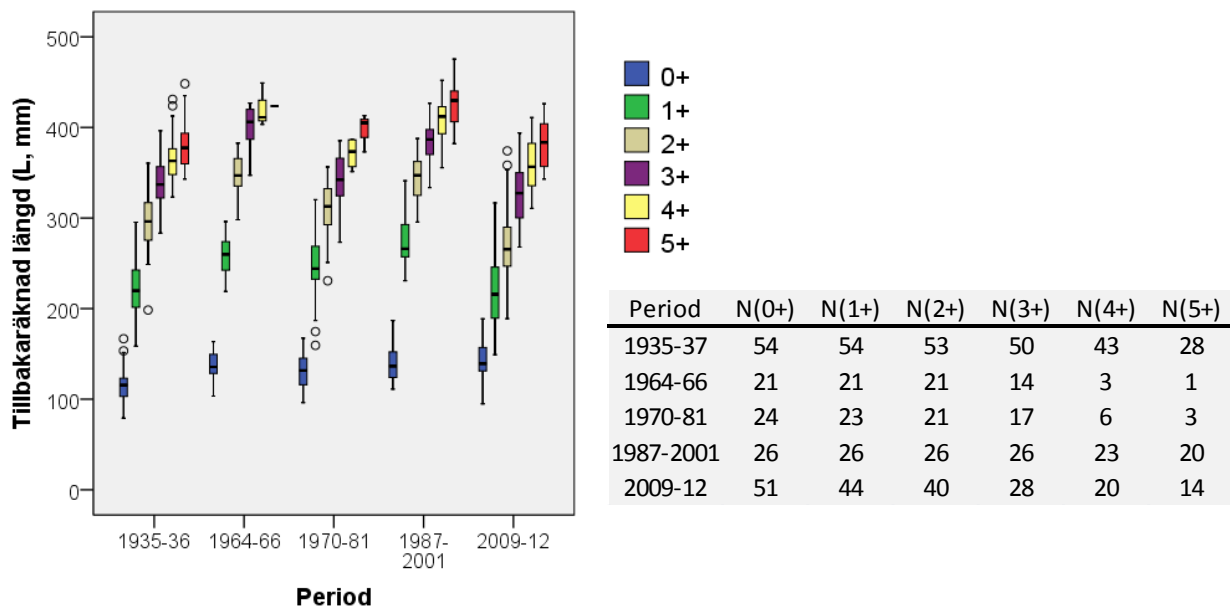
Tillbakaräknad storlek vid ålder visade att det fanns flera skillnader mellan grupper från olika tidsperioder (Figur 5 och 6). De herrar som samlats in under perioden 2009-2012 skiljde sig signifikant från flera av de tidigare insamlingsperioderna. Generellt sett var storlek vid ålder för denna grupp lägre än de övriga. Längd efter 2 år var i genomsnitt 36 mm lägre 2009-2012 än 1964-66 ($P < 0,001$) och 51 mm lägre än 1987-2001 ($P < 0,001$). Storlek vid 3 års ålder var signifikant lägre än samtliga övriga grupper, med medeldifferenser på 22-74 mm (P -värden $< 0,001 - 0,041$). Tillväxten hos gruppen 2009-2012 var också mer variabel än de övriga grupperna (Figur 3). Det var ingen signifikant skillnad mellan hannar och honor i storlek vid ålder (interaktion ålder \times kön med storlek som beroende variabel, $p = 0,12$).



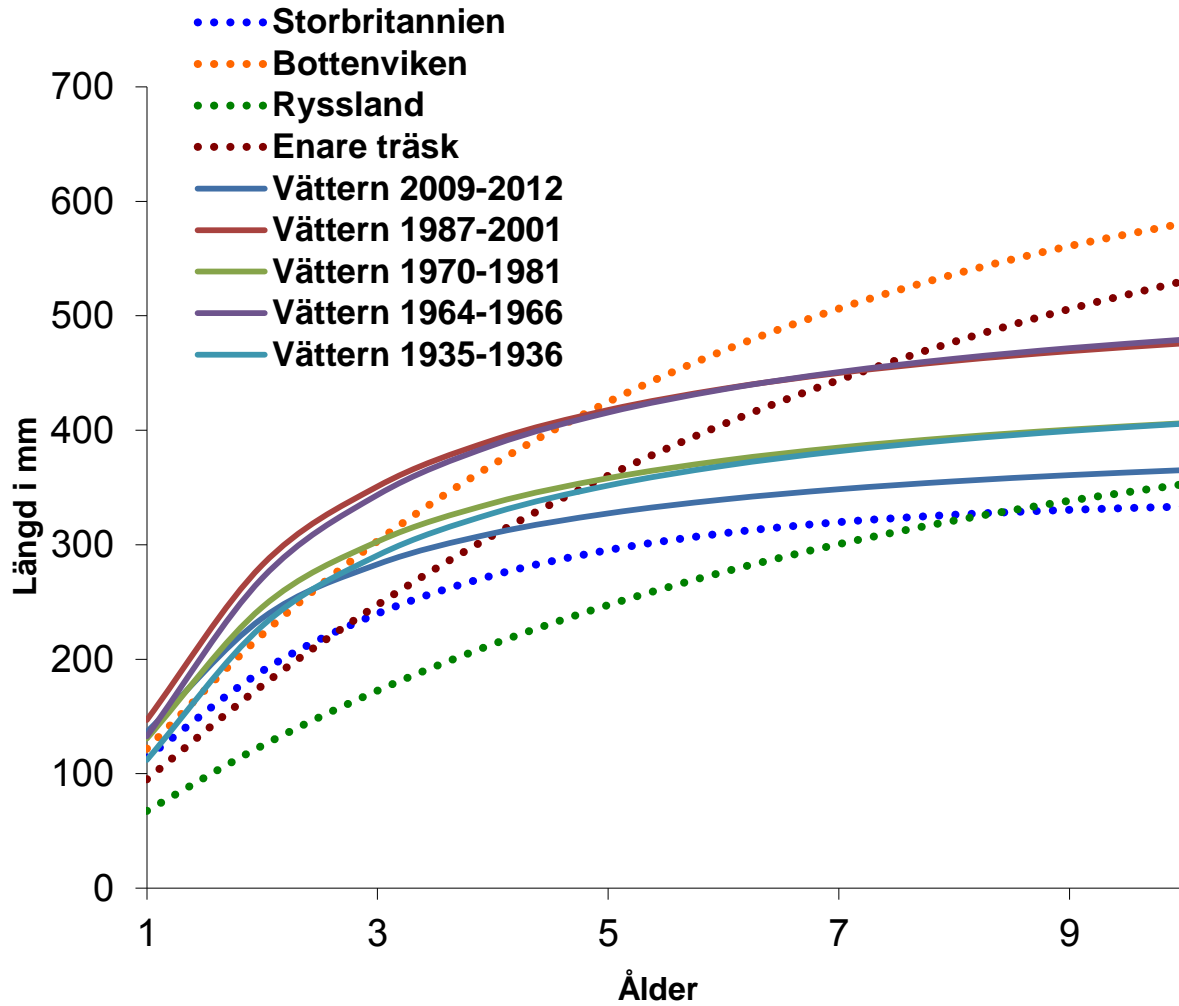
Figur 5: Tillbakaräknad längdtillväxt för enskilda herrar från olika fångstperioder. Fiskens uppskattade längd (i mm) vid varje avslutad tillväxtsång som kunde följas på fiskarnas fjäll. N = antal individer med mätning av minst två hela tillväxtsångar.

Det fanns inga signifikanta samband mellan fjällålder och tillbakaräknad förstaårstillväxt hos unga fiskar, det som brukar kallas Rosa-Lees fenomen (Lee, 1912; linjär regression, $r^2=0,005$).

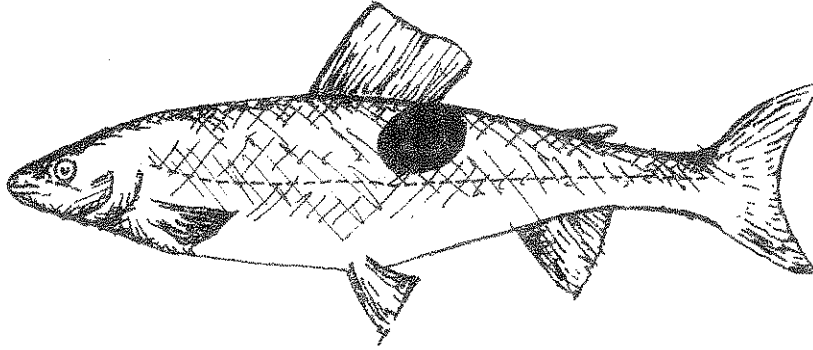
Det var överlag svårt att anpassa Von Bertalanffys tillväxtfunktion, som normalt används för att beskriva fiskars tillväxt, till de tillbakaräknade storlekarna vid ålder. Förmodligen för att åldersanalysen inte kunde kompletteras med otoliter fanns inga tecken på avstannande tillväxt. Därmed kunde endast en mindre del av variationen i tillväxt förklaras med denna modell (endast 40 % för den senaste perioden till exempel). Den modell som hade bäst anpassning till data var en S-kurva som förklarade 89-96 % av variationen i tillväxt för de fyra tidigaste perioderna. För den sista perioden med mer variabel tillväxt var förklaringsgraden dock endast 84 %. I jämförelse med de andra tillväxtdata som finns tillgängliga via fishbase.org så tenderar Vätterharren att växa något snabbare under de första åren och något långsammare som vuxen (figur 7).



Figur 6: Fördelningar av tillbakaräknad längd (mm) vid olika åldrar i harrprover från olika tidsperioder. Boxarnas färg indikerar åldrar från 0+ - 5+, med motsvarande uppskattning av längd efter 1-a, 2-a, 3-e, 4-e, 5-e och 6-e tillväxtsångerna. Tabellen till höger visar antalet observationer i varje kombination av period och ålder.



Figur 7. Tillväxtkurvor för harr i olika vatten. Exempler från andra sjöar och kustområden har hämtats från fishbase.org, i dessa fall har tillväxtdata anpassats till Von Bertalanffys tillväxtfunktion. Data från Vättern är istället anpassade till en s-kurva. Se texten för mer detaljer.



Figur 8. Rekommenderat område för provtagning av fjäll på harr.

Diskussion

Detta arbete är sannolikt den första studien av harrrens tillväxtmönster i Vättern under olika tidsperioder. Individuella tillväxtkurvor indikerar att de flesta harrarna hade vuxit lika bra eller bättre än genomsnittet i andra bestånd av vår harr eller den arktiska släktingen (t.ex. Hellowell, 1969, Northcote, 1995, Haugen & Rygg, 1996). Vuxna fiskars tillväxt och slutstorlek kan påverkas av om deras tillväxt som juveniler begränsats av låg temperatur eller av låg födotillgång (Atkinson & Sibly 1997). Vid låg temperatur kan fisken bli köns mogen när den har nått större storlek vid högre ålder. Den kan sedan, om födotillgången inte är begränsad, fortsätta att växa till större asymptotisk storlek. Det är kanske möjligt för Vätterns harrar att hitta optimala temperaturförhållanden under längre tid på året jämfört med andra studerade harrbestånd.

I utredningen om Vätternharrren (Nilsson, 2009) behandlades ålder och tillväxt väldigt kortfattat, med exempel från harrar insamlade av Per Sjöstrand 1994 och harr från yrkesfisket 1997. Både fjäll och otoliter studerades. Det framgick dock inte hur många fiskar som den redovisade tillväxtkurvan baserades på, eller hur data behandlades. Inga av dessa prover fanns med i det nu undersökta materialet. Tillväxtkurvan i Nilsson (2009) indikerade avstannande tillväxt och en medellängd på omkring 400 mm efter 4-5 års tillväxt. Samtliga nu undersökta harrar från motsvarande tidsperiod (1987-2001) uppnådde 400 mm längd efter 3-6 tillväxtsåsönger, och fjällerna indikerade fortsatt tillväxt under ett eller flera år.

Våra resultat visar att den första och den sista av de analyserade perioderna avviker från övriga perioder. Dessa perioder var storlek vid ålder lägre för 2-, 3- och 4-årig harr. Den tidigaste perioden karakteriserades förutom generellt långsam tillväxt också av en stor andel fiskar (20 av 54) med avstannande tillväxt. För 3-årig harr var storlek vid ålder allra lägst för de harrar som samlats in de senaste fyra åren. Perioderna 1964-66 och 1987-2001 var storlek vid ålder istället högre vid motsvarande åldrar. Mönstret för storlek hos ettårig harr skiljde sig från övriga åldersgrupper. För denna grupp fanns istället en tendens till snabbare tillväxt under de senare perioderna. Harrarna från perioden 2009-2012 hade också mer variabel tillväxt.

Jämförelse med sik och andra arter i Vättern

För sik och även röding från Vättern finns motsvarande tidsserier med tillbakaräknad tillväxt. Detta material är dock avsevärt större med över fyra tusen analyserade sikar (Bergstrand, Martins, Sandström opublicerat) och ett väsentligt större antal rödingar. Mönstret för storlek vid ålder har dock vissa likheter med det som vi observerat för harr. Tillväxten för 3- 5-årig sik var relativt långsam på 1920-talet och ökade sedan markant under perioden 1950-1970 för att sen minska successivt under senare decennier. Under 2000-talet har tillväxten för denna åldersgrupp minskat ännu mer och storlek vid fem års ålder är idag markant lägre än under 70-talet. Motsvarande mönster med minskande tillväxt under senare år finns även noterat för röding (Hammar, 2006). Detta mönster påminner om det som vi nu observerat för harr. Anledningen till förändringarna i tillväxt hos sik var i första hand drivna av förändringar i fiskeuttaget. Under perioder med höga fångster och stort fisketryck var tillväxten snabb, när sedan fisketrycket minskat har tillväxten avtagit. I fallet med röding kan även konkurrens med utsatt lax och produktivitet vara viktiga. Fisketryck är sannolikt inte en lika betydelsefull faktor för harr men kan heller inte helt uteslutas. En annan viktig förändring i Vätterns miljö under den undersökta perioden som kan påverka fiskars tillväxt är att halten av näringsämnet fosfor förändrats (Renberg m. fl., 2003). Fosfor har övervakats i Vättern sedan sent 60-tal och halten har minskat avsevärt sedan dess (Norborg Karlsson, 2012). Många andra viktiga förändringar har dock skett under den analyserade perioden.

Förändrad tillväxt kan bero på förändringar i födotillgång. Harrrens diet har beskrivits i Nilsson (2009). Vi har också gått igenom de fåtaliga maganalyser som funnits tillgängliga i Sötvattenslaboratoriets arkiv. Hos de sexton individer som fanns tillgängliga i arkivet dominerades födan av nattsländelarver, taggmärta (*Pallasea quadrispinosa*) och terrestra insekter av olika slag. Fiskdiet har observerats hos harr i andra sjöar och även i vattendrag samt i Bottenviken (Sjöberg & Henricson, 1985; Sandström opublicerat). Inga fiskrester fanns dock noterade för de arkiverade harrmagarna. Inte heller Nilsson (2009) beskrev annat än sporadiska inslag av fisk i magarna. År 1969 introducerades signalkräfta i Vättern. Drygt tjugo år senare

hade fiskbara bestånd etablerats i norra delen av sjön och idag är arten vitt spridd i de flesta habitat, särskilt i de grunda miljöer som också är viktiga för harr. Analyser av signalkräftans födoval visar att en stor del av konsumtionen består av snäckor, musslor och insektslarver (Nyström m. fl. 2001). Således finns ett potentiellt överlapp i födoval med harr men också med flertalet andra fiskarter som t. ex. mört, abborre och sik vilket skulle kunna innebära att kräftorna konkurrerar om föda med vissa fiskar. Att signalkräfta kan ha ett stort födoöverlapp med strandnära fiskarter fastslogs nyligen i en studie av Ruokonen m. fl. (2012) utförd i de finska sjöarna Päijänne och Saimaa. De kunde dock, trots detta, inte hitta någon skillnad i tätheten av stensimpa och nissöga mellan områden med och utan signalkräfta.

En annan viktig faktor som har stor betydelse för fiskars tillväxt är temperaturen. Ytvattentemperaturen i Vättern har ökat under perioden 1955-2010, särskilt under hösten har temperaturökningen varit tämligen markant den senaste 20-årsperioden (Jeppesen m. fl. 2012). Eftersom många av faktorer kan samverka med varandra är det svårt att avgöra vilken eller vilka faktorer som är viktigast för harrrens tillväxt, särskilt när underlaget i vårt fall dessutom är relativt begränsat.

Rekommendationer i samband med etablering av provtagningsprogram för harr

Mot bakgrund av de erfarenheter vi haft vid åldersanalyser av harr och övriga hänsyn i samband med insamling av fisk så finns vissa rekommendationer som eventuellt kan tillgodoses vid utformning av ett provtagningsprogram för harr i Vättern. En felkälla i våra analyser har sannolikt varit att fjällen plockats från olika delar av fisken. Vår rekommendation är att fjäll från harr ska plockas från fiskens vänstra sida strax nedanför ryggfenan (se markerat område i Figur 8). För att säkrare kunna avgöra harrrens ålder och även bedöma vilka problem som kan finnas med avstannande tillväxt så hade tillgång till otoliter varit att föredra. Harrrens svaga status gör visserligen provtagning av otoliter (då fisken måste avlivas) mer diskutabelt men att åtminstone kunna analysera ett fåtal större fiskar med avseende på otolitålder hade varit värdefullt för fortsatta analyser av tillväxt och åldersstruktur. Andra saker som kan vara viktiga att tänka på i utformningen av ett provtagningsprogram som innefattar analyser av ålder och tillväxt är att fisken samlas in vid ungefär samma tidsperiod på året och att det finns en spridning i de insamlade fiskarnas storlek. Arkivering av fjäll i provpåsar har visat sig vara en bra metod för att konservera genetiskt material. En annan viktig aspekt vid provtagning av fjäll är därför att fjällen provtas och förpackas på rätt sätt. Rekommenderat tillvägagångssätt är att snabbt plocka fjällen från fisken, att noggrant rengöra verktygen mellan provtagning av olika fiskar, att inte ta mer än cirka 10 fjäll per provpåse och att förvara provpåsar torrt, kallt och mörkt.

Erkännanden

Tack till Mikael Hedin, Kjäll Andersson, Rolf Andersson, Rolf Bjurström, Björn Eliasson, Lennart Grann, Kjell Jonsson, Dan Liliegren och Göran Malmborg för ovärderlig hjälp med insamling av harrfjäll. Rapporten har faktagranskats av Niklas Nilsson.

Referenser

- Alenius, B. 2012. Fritidsfisket i Vättern 2010. Rapport nr 114 från Vätternvårdsförbundet. 53 sidor.
- Atkinson, D. & R.M. Sibly. 1997. Why are organisms usually bigger in colder environments? Making sense of a life history puzzle. *Trends in Ecology and Evolution* 12: 235-239.
- Carlander, K.D. 1981. Caution on the use of the regression method of back-calculating lengths from scale measurements. *Fisheries* 6: 2-4.
- Filipsson, O. 1983. Vätterns fiskbestånd belysta genom provfisken med bottennät. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm, 61 s.
- Hammar, J. 2006. Varför har den unga storrödingens tillväxt minskat i Vättern under perioden 1972-2004? PM från Sötvattenslaboratoriet, 2006-02-06.
- Haugen, T.O. & T.A. Rygg. 1996. Intra- and interspecific life history differences in sympatric grayling and brown trout in a Norwegian reservoir. *Journal of Fish Biology* 48: 964-978.
- Hellawell, J.M. 1969. Age determination and growth of the grayling *Thymallus thymallus* (L.) of the River Lugg, Heresfordshire. *Journal of Fish Biology* 1: 373-382.
- Jeppesen, E., Mehner, T., Winfield, I. J., Kangur, K., Sarvala, J., Gerdeaux, D., Rask, M., Malmquist, H. J., Holmgren, K., Volta, P., Romo, S., Eckmann, R., Sandström, A., Blanco, S., Kangur, A., Ragnarsson Stabo, H., Tarvainen, M., Ventelä, A-M., Søndergaard, M., Lauridsen, T.L. & M. Meerhoff 2012. Impacts of climate warming on the long-term dynamics of key fish species in 24 European lakes. *Hydrobiologia* DOI 10.1007/s10750-012-1182-1.
- Lee, R. M. 1912. An Investigation into the methods of growth determination in fishes. *Cons. Perm. Int. Explor. Mer. Publ. Circonstance* 63.
- Nilsson, N. 2009. Vätternharren. Rapport nr 97 från Vätternvårdsförbundet, 61 sidor.
- Nilsson, N. 2012. Sammanställning av resultat från standardiseringsförsök av flugutterfiske 2009 – 2011. Vättern Fakta nr 8, 2012, 14 sidor.
- Norborg Karlsson, A-C. 2012. Vattenkvaliteten i Vättern. I: Årsskrift 2011, rapport nr 112 från Vätternvårdsförbundet.

Northcote, T.G. 1995. Comparative biology and management of Arctic and European grayling (*Salmonidae, Thymallus*). *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 5: 141-194.

Nyström, P., Svensson, O., Lardner, B., Brönmark, C., Granéli, W., 2001, The influence of multiple introduced predators on a littoral pond community. *Ecology* 82(4): 1023-1039.

Reizenstein, M. (redaktör). 2012. Metodhandbok för åldersbestämning av fisk. Institutionen för akvatiska resurser, SLU: Havsfiskelaboratoriet, Kustlaboratoriet, Sötvattenslaboratoriet. Utgåva 10, 2012-07-03, 40 sidor.

Renberg, I., R. Bindler, E. Bradshaw, O. Emteryd, J. Englund, J. & P. Leavitt, 2003. Paleolimnologiska undersökningar i Vättern och Vänern. Vätternvårdsförbundet, Rapport nr 75. 2003. ISSN 1102-3791.

Ruokonen, T., Karjalainen J., Kiljunen M., Pursiainen M. & H. Hämäläinen 2012. Do introduced crayfish affect benthic fish in stony littoral habitats of large boreal lakes? *Biological Invasions* 14:813–825.

Sikstrom, C.B. 1983. Otolith, pectoral fin ray, and scale age determinations for Arctic grayling. *The Progressive Fish-Culturist* 45: 220-223.

Sjöberg G. & J. Henricsson 1985. Harrens födoval i reglerade älvar. Information från Sötvattenslaboratoriet nr 9 1985, 43 sidor.