

Variation i rekrytering av abborre och mört i kalkade, sura och neutrala sjöar sedan 1980-talet

Av Kerstin Holmgren

Författaren är forskare vid Fiskeriverkets Sötvattenslaboratorium, Drottningholm

Inlegg på Svensk-Norsk Kalkingsseminar i Stavanger 2001

Sammanfattning: Inom den nationella kalkningseffektuppföljningen och miljöövervakningen samlas åldersprover in vid årliga provfisken. I denna studie användes upp till 13-åriga tidsserier för abborre (*Perca fluviatilis*) och mört (*Rutilus rutilus*) från fyra kalkade, fyra neutrala och två sura referenssjöar. Mellanårsvariationen i rekrytering (relativ årsklasstyrka eller abundans vid ålder 2+) gav stöd för följande hypoteser; att 1) rekryteringen varierar mer hos mört än hos abborre inom sjöar, 2) variationen i rekrytering är högst i de sura sjöarna, och 3) rekryteringen i sura sjöar har blivit mer regelbunden under senare år.

Variation in recruitment of perch and roach in limed, neutral and acidic lakes since the 1980-ies

English summary: Annual samples for ageing fish are taken within two monitoring programs in Sweden, the

Integrated Studies of the Effects of Liming Acidified Waters (ISELAW) and the National Environmental Monitoring Program. In this study, data from up to 13-years of perch (*Perca fluviatilis*) and roach (*Rutilus rutilus*) were analysed for four limed, four neutral and two acidic reference lakes. Between-year variation in recruitment (relative year-class-strength [Kempe 1962] or abundance at age 2+) supported the following hypotheses; that 1) within-lakes recruitment varies more for roach than for perch, 2) variation in recruitment is highest in the acidic lakes, and 3) recruitment in acidic lakes is more regular in recent years.

Introduktion

Abborre och mört är, tillsammans med gädda (*Esox lucius*), de vanligaste fiskarterna i svenska skogsjöar (Rask m.fl. 2000). Vid en tilltagande försurning minskar dock rekryteringen för att i extrema fall upphöra helt. Mörten är känsligare än abborren för surt vatten, och romutvecklingen uteblir vid pH < 5,5 respektive 4,7 (Milbrink & Johansson 1975). Om

vuxna individer finns kvar i sjön kan den negativa utvecklingen bromsas, t.ex. via kalkning. Minskad medellängd efter kalkning (Degerman m.fl. 1992) har på ett kvalitativt sätt indikerat återupptagen rekrytering i sjöar som tidigare haft lägsta uppmätta pH < 5,2 (abborre) respektive pH < 6,1 (mört).

Inom långsiktig miljöövervakning och kalkningseffektuppföljning är det mer relevant att söka trender i mellanårsvariation än att bara konstatera kvalitativa förändringar efter genomförda åtgärder. Surt vatten är dock inte den enda orsaken till varierande rekrytering av olika årsklasser, dvs. individer födda samma år. Styrkan av olika årsklasser regleras av både klimat och täthetsberoende faktorer, som t.ex. antal möjliga föräldrar, konkurrens och predation under det juvenila stadiet (Shepherd m.fl. 1984). Lehtonen & Lappalainen (1995) har visat att Årsklasstyrka och temperatur första sommaren samvarierar mer entydigt hos abborre än hos mört i Östersjöns kustområden. Orsaker till olika arters variation i årsklasstyr-

ka har även studerats hos sjölevande populationer (t.ex. Kempe 1962, Townsend m.fl. 1990, Le Cren 2001), men inte för att göra artvisa jämförelser inom sjöar.

Föreliggande studie syftar till att kvantifiera och jämföra mellanårsvariationer i rekrytering hos abborre och mört i svenska skogssjöar, samt att jämföra variationen i sura, kalkade och neutrala sjöar. Resultaten diskuteras utifrån följande hypoteser; 1) att rekryteringen varierar mer hos mört än hos abborre inom sjöar, 2) att variationen i rekrytering är högst i de sura sjöarna, och 3) att rekryteringen i de sura sjöarna blivit mer regelbunden under senare år.

Material och metoder

Inom den nationella miljöövervakningen och kalkningseffektuppföljningen utförs årlig analys av fisksamhället och dess omgivning i 18 sjöar med samlevande bestånd av abborre och mört. För denna studie valdes tio sjöar med analyserade åldersprover från minst sju år i rad för båda arter (Tabell 1).

	X-koordinat	Y-koordinat	Höjd (m)	Sjöarea (hektar)	Maxdjup (m)	pH (medel)	pH (min)	Temp. (°C)	Antal nät	Analyserade provfiskeår
Sura sjöar										
Brunnsjön	627443	149526	98	10	10,6	5,1 - 5,6	4,6 - 5,4	14 - 22	8	1989, 1994-2000
Rotehogstjärnen	652902	125783	121	17	9,4	5,0 - 5,9	4,6 - 5,1	17 - 21	8	1985, 1988-2000
Kalkade sjöar										
Gylltigesjön	629489	133906	66	36	21,6	6,7 - 7,2	6,3 - 7,0	15 - 21	16	1988-2000
Gyslätassjön	633209	141991	226	35	8,3	6,0 - 7,0	4,6 - 6,9	17 - 22	16	1989-2000
Stora Härnsjön	640364	129240	89	258	47,0	6,8 - 7,4	6,6 - 7,2	16 - 21	40	1987, 1989-2000
Stensjön (Åva)	656419	164404	35	41	21,1	6,7 - 7,1	5,5 - 6,7	18 - 21	24	1989-2000
Neutrala sjöar										
Allgjuttern	642489	151724	126	15	40,7	6,1 - 6,7	5,6 - 6,4	17 - 22	24	1987, 1989-2000
Fräcksjön	645289	128665	58	26	14,5	6,1 - 6,5	5,6 - 6,2	16 - 21	16	1987, 1991-2000
Stensjön (Delsbo)	683676	154083	268	59	8,5	6,0 - 6,5	5,7 - 6,3	15 - 20	24	1987, 1990-2000
Jutsajaure	744629	167999	423	110	9,0	6,4 - 6,7	6,0 - 6,3	12 - 18	24	1994-2000

Tabell 1: Sjöarnas geografiska läge och storlek, samt lägsta och högsta värden av pH (årsmedel och -minima) och sommartemperatur (medelvärden, juni - augusti). Dessutom anges standardiserad provfiskeinsats och de år (inklusive åldersprover) som ingår i analysen.

Standardiserade provfisken utfördes med bottenatta översiktsnät enligt Kinnerbäck (2001), dvs. under juli-augusti, med antal nät och djupzonsfördelning bestämt av sjöns area och maxdjup (Tabell 1). Antalet abborrar och mörtar inom varje 1 cm klass korrigerades för nätens selektivitet, via artvisa korraktionsfaktorer baserade på hur olika maskor (5 – 55 mm maskstolpe) fångar fisk av olika längd (Kurkilahti 1999).

Stickprover för åldersanalys togs från upp till 50-100 individer per art och år, så att varje prov representerade längdfördelningen i årets fångst. Abborrens ålder bestämdes via årsringar på gällock och otoliter (brända och knäckta), medan kombinationen fjäll och otoliter (slipade eller sågade) användes för mört. Totalt erhöles 7161 abborrar och 6452 mörtar av åldern 1+ (2-a sommaren) och äldre.

Åldersfördelningar (per art, sjö och år) beräknades utifrån stickprovets åldersfördelning inom längdklasser och längdfördelning i korrigerad fångst. Genomsnittliga åldersfördelningar beräknades per art utifrån samtliga sjöar och år. Beräkning av relativ årsklasstyrka (RÅS) enligt Kempe (1962) begränsades till åldersklasser som var för sig motsvarade minst 5% av artens medelåldersfördelning. RÅS motsvarar relativ förekomst (% av populationens genomsnitt) under alla år en årsklass kunde fångas, och mellanårsvariationen uttrycktes som standardavvikelse $s(RÅS)$ för årsklasser fångade vid minst 25%

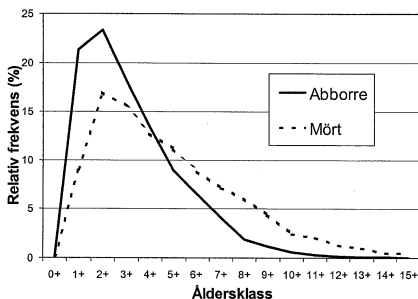
av populationens medelåldersfördelning. Årsklasstyrka beskrevs även som abundans vid åldern 2+ (A2), mätt som antal per nät via åldersfördelning i korrigerade fångster. Som ett relativt mått på variation i A2 användes variationskoefficienten ($vk(A2)$ i %) (se McArdle m.fl. 1990).

Jämförelsen av $s(RÅS)$ och $vk(A2)$ inom sjöar, baserades på årsklasser med relevanta uppskattningar för båda arter. Artvisa jämförelser mellan sura, kalkade och neutrala sjöar baserades istället på jämförbara årsklasser i alla sjöar, begränsat av de kortaste tidsserierna. Vid tolkning av resultaten utnyttjades pH- och temperaturmätningar från 5-9 tillfällen per år sedan 1990 och från 2-4 tillfällen per år sedan 1984-1985 i de sura och neutrala referenserna (www.ma.slu.se). Årsklasstyrkan relaterades till uppmätta värden (avseende pH och sommartemperatur) i ytvattnet under det första levnadsåret. (Tabell 1).

Resultat och diskussion

Förekomsten av 1+ fisk blev generellt underskattad även i selektivitetskorrigerade fångster, eftersom båda arter rekryterades maximalt först vid ålder 2+ (Figur 1). Skillnaden i åldersfördelningar indikerade en högre överlevnad hos etablerade mörtrekryter, möjligen relaterat till att mört kan leva med lägre ämnesomsättning än abborre (Lessmark 1983). Alternativt försvinner äldre abborrar i högre grad via småskaligt fritidsfiske. Optimal uppskattning av relativ årsklasstyrka

innebär en avvägning mellan fokusering på de bäst representerade åldersklasserna och en reduktion av antalet individer. Ca 90% av medelåldersfördelningarna inkluderades genom att välja bort abborre äldre än 6+ och mört äldre än 8+.



Figur 1: Genomsnittliga åldersfördelningar för abborre och mört, baserade på årliga åldersprover och provfiskefångster i tio sjöar.

Mellanårsvariationen i relativ årsklasstyrka ($s(R\dot{A}S)$) och abundans vid 2+ ($vk(A2)$) samvarierade hos både abborre ($r = 0,840$) och mört ($r = 0,932$). Hög $s(R\dot{A}S)$ betyder att vissa årsklasser är över- eller underrepresenterade i fångster från flera år, medan dominerande årsklasser får

hög styrka oberoende av populationstäthet. Hög rekrytering från närliggande år identifieras lättare med abundans vid en given ålder, men måttet $vk(A2)$ påverkas mer av mätosäkerheten i antal per nät, vilken för övrigt varierar mellan sjöar (Holmgren 1999).

I vissa sjöar noterades hög variation i rekrytering hos båda arter, i såväl $s(R\dot{A}S)$ som $vk(A2)$ (Tabell 2), vilket indikerar synkroniserad reglering via t.ex. pH eller temperatur. Samvariationen mellan arter var signifikant för $s(R\dot{A}S)$ ($r = 0,618$, $P = 0,029$) men ej för $vk(A2)$ ($r = 0,452$, $P = 0,095$). Rekryteringen varierade i genomsnitt mer hos mört ($s(R\dot{A}S) = 95\%$, $vk(A2) = 126\%$) än hos abborre ($s(R\dot{A}S) = 80\%$, $vk(A2) = 107\%$), men skillnaderna var inte signifikanta (parade t-tester, $P = 0,072$ respektive $P = 0,158$). Högre variation hos mört än hos abborre förväntades beroende på arternas olika känslighet för lågt pH (Milbrink & Johansson 1975, Degerman m.fl. 1992) och på att abborren verkar gynnas av rådande konkurrens- och predationsförhållanden även i kalkade sjöar (Appelberg 1998).

Sjönamn	$s(R\dot{A}S)$ (%)			$vk(A2)$ (%)		
	N	Abborre	Mört	N	Abborre	Mört
Sura sjöar						
Brunnsjön	10	110	139	8	115	141
Rotehogstjärnen	16	77	157	13	100	243
Kalkade sjöar						
Gyltigesjön	15	50	58	13	83	71
Gyslättaasjön	14	119	144	11	132	206
Stora Härsjön	15	65	75	13	114	102
Stensjön (Åva)	14	52	66	12	67	69
Neutrala sjöar						
Allgjuttern	14	48	84	12	78	106
Fräcksjön	14	53	64	11	56	98
Stensjön (Delsbo)	14	85	62	12	84	67
Jutsajoure	9	137	104	7	235	161

Tabell 2: Jämförelse mellan arter av variation i relativ årsklasstyrka ($s(R\dot{A}S)$) respektive abundans vid ålder 2+ ($vk(A2)$). N = antal jämförbara årsklasser inom sjöar.

För jämförelsen mellan sjöar reducerades antalet överlappande årsklasser (Tabell 3), men variationen i årsklasstyrka förblev oftast på samma nivå som i jämförelsen mellan arter (Tabell 2). Det var ingen signifikant skillnad i mellanårsvariation mellan sura, kalkade och neutrala referenssjöar, även om mörtens relativa

årsklasstyrka ($s(R\dot{A}S)$) tenderade att variera mest i de sura referenssjöarna (ANOVA, $P = 0,121$). Eventuella skillnader överskuggades av stor variation inom respektive sjögrupp, vilket antyder att faktorer utöver försurnings- eller kalkningsstatus har relativt stor betydelse för hur rekryteringen varierar i enskilda sjöar.

Sjönamn	$s(R\dot{A}S)$ (%)		vk(A2) (%)	
	Abborre 1990-1998	Mört 1988-1997	Abborre 1992-1998	Mört 1992-1998
Sura sjöar				
Brunnsjön	102	139	129	157
Rotehogstjärnen	97	191	96	250
Kalkade sjöar				
Gyltigesjön	52	63	66	77
Gyslättsjön	95	167	144	265
Stora Härnsjön	45	69	55	86
Stensjön (Åva)	63	54	73	58
Neutrala sjöar				
Allgjuttern	59	91	68	128
Fräcksjön	61	75	45	97
Stensjön (Delsbo)	82	66	90	68
Jutsajaure	137	119	235	161

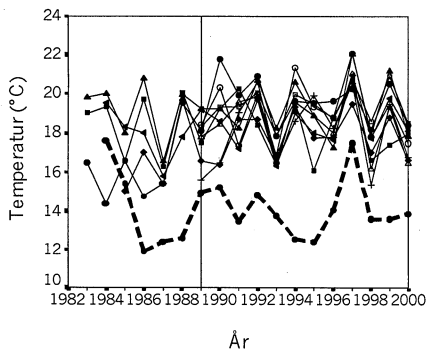
Tabell 3: Jämförelse mellan sjöar av variation i relativ årsklasstyrka ($s(R\dot{A}S)$) respektive abundans vid ålder 2+ (vk(A2)) för jämförbara årsklasser, inom abborre respektive mört.

I de två sura sjöarna uppmättes $pH < 5.5$ under vart och ett av de undersökta åren (Tabell 1), vilket generellt borde äventyra lyckad rekrytering hos både abborre och mört (Milbrink & Johansson 1975, Degerman m.fl. 1992). Flera låga pH -värden noterades även i Gyslättsjön, trots upprepad sjö- eller våtmarkskalkning minst vart tredje år sedan 1985. Som väntat noterades hög variation i rekrytering i dessa tre sjöar (Tabell 3). Sparsam rekrytering av båda arter noterades nästan varje år i Brunnsjön. Även i Rotehogstjärnen och Gyslättsjön fångades abborrar i de flesta årsklasser, men de allra flesta mörtarna härstammade från ett fåtal födelseår under 1980- och 1990-talen.

Dominerande årsklasser kunde dock inte härledas till högre medel- eller minimum- pH under rekryternas första levnadsår. Det kan möjligen bero på att vattenproverna från pelagialen inte precis avspeglade förhållanden i de strandnära områden där den befruktade rommen utvecklades.

I övriga sjöar låg pH oftast över 6 (Tabell 1), och enstaka värden ner mot 5,5 uppmättes endast vid låga vattentemperaturer i februari-mars. Variationen i sommartemperatur kan därför ha varit mer avgörande för variationen i årsklasstyrka. Medeltemperaturen i juni – augusti varierade synkroniserat och på likartad nivå i nio sjöar i södra och mellersta Sverige (Figur 2). Temperaturen var oftast betydligt lägre

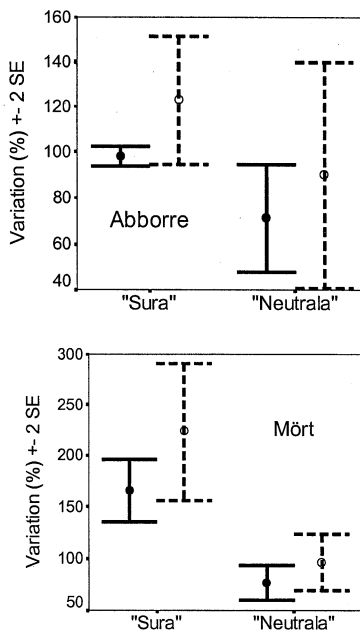
i Jutsajaure, där både abborre och mört lever nära nordgränsen av sin utbredning. Det sammanföll med avvikande hög variation i relativ årsklasstyrka hos båda arter (Tabell 3), trots en viss rekrytering varje år. De tre starkaste årsklasserna av mört (> 200% av genomsnittet) föddes följdriktigt under relativt varma somrar 1989, 1992 och 1997. Till skillnad från erfarenheter i Östersjöns kustområden (Lehtonen & Lappalainen 1995), så var abborrens rekrytering i Jutsajaure inte lika tydligt kopplad till gynnsamma temperaturförhållanden. Den i särklass starkaste årsklassen (442% av genomsnittet) föddes nämligen ett år innan den varma sommaren 1997.



Figur 2: Årlig medeltemperatur i ytvattnet under juni - augusti. Den vertikala linjen markerar starten för månatlig mätning i alla tio sjöar. Den nordligaste sjön (Jutsajaure) särskiljs med streckad linje.

Efter ovanstående utvärdering av avvikande resultat jämfördes variationen i rekrytering mellan två nya grupper. Till "sura" sjöar adderades Gyslättsjön, medan övriga sju sjöar betecknades som "neutrala". För abborre noterades fortfarande ingen signifikant skillnad i mellanårsvariation mellan grupper Anova,

$P=0,188$ (Figur 3). Mörtens rekrytering varierade dock signifikant mer i de "sura" än i de "neutrala" sjöarna, mätt både som $s(R\Delta S)$ och $vk(A2)$ (ANOVA, $P < 0,001$ respektive $P = 0,003$).



Figur 3: Artvis variation i årsklasstyrka i tre "sura" och sju "neutrala" sjöar (se text), presenterat som medelvärde och 2 standard error inom grupper, för $s(R\Delta S)$ med heldragna och för $vk(A2)$ med streckade linjer.

Svaveldepositionen över Sverige kulminerade på 1970-talet och sedan dess har en viss återhämtning av framför allt vattenkemi noterats (Warfvinge & Bertills 2000). På sikt bör det leda till positiv respons på biologiska variabler, t.ex. en mer regelbunden rekrytering av framför allt mört i de svagt sura sjöarna. Föreliggande resultat av relativ årsklasstyrka visade ingen tendens till förbättring av

mörtrekryteringen i de relativt kortare tidsserierna från Brunnsjön (årsklasser 1987-1998) och Gyslättsjön (årsklasser 1984-1997). Från Rotehogstjärnen fanns en något längre tidsserie (årsklasser 1980-1998). Här noterades sju saknade årsklasser av mört under 1980-talet jämfört med bara tre helt uteblivna årsklasser under 1990-talet.

Sammanfattningsvis tenderade mörtens rekrytering att variera mer än abborrens vid jämförelser inom sjöar. Mörtrekryteringen varierade definitivt mer i "sura" än i "neutrala" sjöar, även om den långa tidsserien i Rotehogstjärnen gav en viss indikation på återhämtning hos mörtpopulationen.

Erkännande

Den nationella miljöövervakningen och den Integrerade Kalknings-EffektUppföljningen (IKEU) finansierades huvudsakligen av Naturvårdsverket, men även Fiskeriverket bidrog till att laboratoriearbete och utvärdering kunde slutföras. Ett stort tack till Carin Ångström, Maja Reizenstein, Eva Bergstrand, Björn Ardestam och Magnus Kokkin för utförda åldersanalyser. De deltar i kvalitetsssäkringsarbetet inom Fiskeriverkets åldersanalyslaboratorier och inom det nordiska nätverket NOFF.

Referenser:

Appelberg, M. 1998. Restructuring of fish assemblages in Swedish lakes following amelioration of acid stress through liming. *Restoration Ecology* 6: 343-352.

Degerman, E., M. Appelberg & P. Nyberg. 1992. Effects of liming on the occurrence and abundance of fish populations in acidified Swedish lakes. *Hydrobiologia* 230: 201-212.

Holmgren, K. 1999. Between-year variation in community structure and biomass-size distributions of benthic lake fish communities. *Journal of Fish Biology* 55: 535-552.

Kempe, O. 1962. The growth of the roach (*Leuciscus rutilus* L.) in some Swedish lakes. Report of the Institute of Freshwater Research, Drottningholm 44: 42-104.

Kinnerbäck, A. 2001. Standardiserad metodik för provfiske i sjöar. Fiskeriverket Informerar 2001(2), 33 s.

Kurkilahti, M. 1999. Nordic multi-mesh gillnet – robust gear for sampling fish populations. Academic Dissertation. University of Turku, Finland.

Le Cren, E.D. 2001. The Windermere perch and pike project: an historical review. *Freshwater Forum* 15: 3-34.

Lehtonen, H. & J. Lappainen. 1995. The effects of climate on the year-class variations of certain freshwater fish species, p. 37-44. In R.J. Beamish (ed.) *Climate change and northern fish populations*. Canadian Special Publications of Fisheries and Aquatic Sciences 121.

- Lessmark, O. 1983. Competition between perch (*Perca fluviatilis*) and roach (*Rutilus rutilus*) in south Swedish lakes. Doctoral Dissertation, Lund University, 172 p.
- McArdle, B.H., K.J. Gaston & J.H. Lawton. 1990. Variation in the size of animal populations: patterns, problems and artefacts. *Journal of Animal Ecology* 59: 439-454.
- Milbrink, G. & N. Johansson. 1975. Some effects of acidification on roe of roach, *Rutilus rutilus* L., and perch, *Perca fluviatilis* L. - with special reference to the Åvaå lake system in eastern Sweden. Reports from the Institute of Freshwater Research, Drottningholm. 54: 52-62.
- Rask, M., Appelberg, M, Hesthagen, T., Tammi, J., Beijer, U. & Lappainen, A. 2000. Fish Status Survey of Nordic Lakes - Species Composition, Distribution, Effects of Environmental Changes. TemaNord 2000:508. Nordic Council of Ministers, Copenhagen.
- Shepherd, J.G., J.G. Pope & R.D. Cousens. 1984. Variations in fish stocks and hypotheses concerning their links with climate. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. Int. Explor. Mer.* 185: 255-267.
- Townsend, C.R., W.J. Sutherland & M.R. Perrow. 1990. A modelling investigation of population cycles in the fish *Rutilus rutilus*. *Journal of Animal Ecology* 59: 469-485.
- Warfvinge, P. & U. Bertills (redaktörer). 2000. Naturens återhämtning från försurning. Naturvårdsverket Rapport 5028, 96 s.