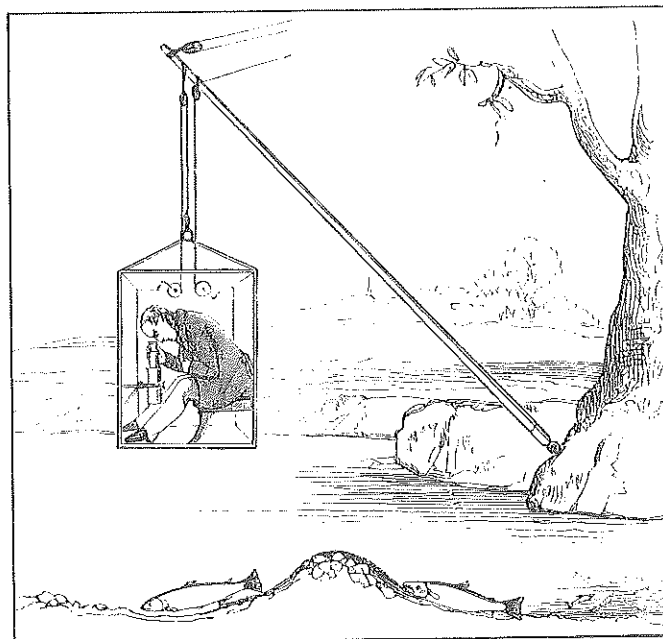


Nr 15 1988

Information från

SÖTVATTENS- LABORATORIET

Drottningholm



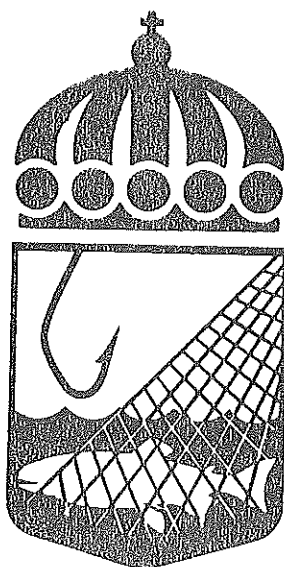
**GUNNAR SVÄRDSON
OLOF FILIPSSON
MAGNUS FÜRST
MARIA HANSON
NILS-ARVID NILSSON**

**Glacialrelikternas betydelse
för Vätterns fiskar**

Författare:

Gunnar Svärdson
Olof Filipsson
Magnus Fürst
Maria Hanson
Nils-Arvid Nilsson

Sötvattenslaboratoriet
170 11 DROTTNINGHOLM



FISKERIVERKET

ISSN 0346-7007

GLACIALRELIKTERNAS BETYDELSE FÖR VÄTTERNS FISKAR

Gunnar Svärdson
Olof Filipsson
Magnus Fürst
Maria Hanson
Nils-Arvid Nilsson

INLEDNING	1
MATERIAL OCH METODER	2
GLACIALRELIKTERNA	4
<u>Pontoporeia affinis, vitmärlan</u>	4
<u>Saduria (Mesidothea) entomon, skorv</u>	6
<u>Pallasea quadrispinosa, taggmärsla</u>	7
<u>Mysis relicta, pungräka</u>	8
<u>Gammaracanthus lacustris (loricatus), sjösyrsa</u>	10
<u>Limnocalanus macrurus</u>	11
<u>Relikternas upptäckt</u>	11
<u>Relikternas spridning</u>	12
PLANKTONÄTARE SOM SAKNAS I VÄTTERN	14
<u>Planktonsik</u>	14
<u>Blåsik</u>	15
<u>Vårlekande siklöja</u>	15
<u>Bythotrephes cederstroemii, långhalaloppa</u>	15
SIKARNA	16
<u>Arter</u>	16
<u>Föda</u>	17
<u>Bestånd</u>	20
SIKLÖJA OCH NORS	23
<u>Föda</u>	23
<u>Bestånd</u>	25

RÖDING	27
<u>Föda</u>	27
<u>Bestånd</u>	29
ÖRING OCH LAX	31
<u>Historik</u>	31
<u>Föda</u>	33
<u>Bestånd</u>	34
<u>Laxen som hot mot rödingen</u>	36
LAKE, GERS OCH HORNSIMPA	39
<u>Två sorters lake</u>	39
<u>Arternas föda</u>	40
<u>Hornsimpa</u>	42
<u>Gers</u>	43
<u>Beståndsförändringar</u>	43
ABBORRE OCH MÖRT	46
<u>Föda</u>	46
<u>Abborrbeståndet</u>	48
DISKUSSION	49
ERKÄNNANDEN	53
LITTERATUR	53
ENGLISH SUMMARY: THE SIGNIFICANCE OF GLACIAL RELICTS FOR THE FISH FAUNA OF LAKE VÄTTERN	59

INLEDNING

Varje svensk sjö är unik. Det betyder att ingen kopia finns. Att säga att Vättern är unik känns otillräckligt. Man frestas - något oegentligt - hävda att Vättern, som varken är landets största eller djupaste sjö, ändå är den mest unika sjö, som finns i vårt land.

I Vättern fångas lika mycket sik årligen, som längs hela kusten av vårt sikrikaste län, Norrbottens. Det rör sig även om samma två arter av sik. I Vättern fångas dessutom lika mycket röding som i alla Norrbottens (Lapplands) sjöar sammantaget. Detta är så mycket märkligare som sik och röding, enligt en bred norsk och svensk erfarenhet, har svårt att samexistera i insjöar, där siken som regel tränger undan rödingen.

I Vättern fanns, fram till 1918, då den utrotades av människan, landets mest grovvuxna öring, med en maximivikt av 23 kg. Den lekte i sjöns utlopp, i Motala Ström.

Som enda sjö i landet har Vättern belysts med statistiska uppgifter om fiskets avkastning sedan 1914. Från 1967 har statistiken insamlats, granskats och publicerats av Bengt Brodin på Fiske-nämnden i Jönköping. Statistiken möjliggör analyser av fiskbeståndens växlingar på ett sätt som helt saknar motsvarighet inom landet.

Sötvattenslaboratoriet har alltid intresserat sig för Vättern. Gunnar Alm, laboratoriets skapare, började sina studier av sjön redan 1920. Han skrev om både öringen (Alm 1929, 1939) och rödingen (Alm 1934, 1960).

Delvis på laboratoriets initiativ utfördes en försöksutsättning av lax 1959. Resultatet blev så positivt att årliga smoltutsättningar började 1971. Därmed erhöles i viss mån en ersättning för den bortfallna fångsten av den stora öringen, som kallades "vätterlax". I och med utsättningarna av lax uppstod en diskussion rörande konkurrens mellan lax och röding om bytesfiskarna i sjön

(Adolfsson 1960, Svårdson 1960, 1961). Denna diskussion pågår fortfarande. Problemet har utlöst insamling av magprover från sjön, från yrkesfiskare, sedermera kompletterade genom laboratoriets egna provfisker (Filipsson 1983). Preliminära redogörelser för maganalyserna skrevs av Fürst (1971), Nilsson (1980) och Hanson (1987). Av olika skäl blev de ej publicerade men sammanfattas i denna rapport.

Vid provfiskena påvisades att Vättern även har stora bestånd av fiskarter som yrkesfisket ej fångar: nors, mört och gers. Prov med olika maskstorlekar kunde även belysa den överbeskattning, genom fångst av unga rödingar, som rådde och som delvis mildrades genom ändrade stadgebestämmelser, som en följd av provfiskena.

Vättern är den sjö, där de s k glacialrelikterna först upptäcktes. Ingen annan svensk sjö har så rika bestånd. När två av relikterna utsatts i norrländska regleringsmagasin och resultaten började bli överblickbara (Fürst, Hammar och Hill 1986) uppstod frågan vilken betydelse relikterna egentligen hade i Vättern, för planktonbeståndet där och för Vätterns särart. En jämförelse med Väterns fiskar kunde göras, efter laboratoriets fleråriga satsning på denna sjö (Almer 1978, Nilsson 1979).

Det har synts oss lämpligt att, i samband med redogörelsen för maganalyserna, lyfta fram tillgängliga rön om Vättern till en sammanfattning. Nya problemställningar kan formuleras, både för Vättern och de norrländska sjöar som erhållit glacialrelikter.

MATERIAL OCH METODER

Det material, som närmare diskuteras i det följande, omfattar följande antal magar:

sik	230 st	lake	54 st
siklöja	44	gers	146
nors	107	hornsimpa	60
röding	226	abborre	35
öring	38	mört	64
lax	151		

Dessa magar har vid analystillfället varit antingen fulla med föda eller innehållit så pass mycket att analysen ansetts ge någon information. Däremot har alla tomma eller nästan tomma magar uteslutits. Dessas antal var, för vissa arter, ganska stort.

De identifierade resterna, ofta till art men stundom bara till grupp, har uppskattats som procentuella delar av innehållet. De framkomna talen har sedermera slagits samman till större grupper av fisk, fördelat på storleksklasser eller årstid för insamlingen. Analyserna har gjorts av specialutbildad personal, under en följd av år.

Fiskar är vid sitt födoval opportunister. När något byte finns i överskott blir det utnyttjat. Maginnehållet återspeglar därmed i viss mån bytesorganismernas tillgänglighet, något som växlar starkt med årstiderna (t ex kläckning av fjädermyggor, svärmning av myror). Många fiskar äter rom, egen såväl som andra arters. Vid leken kan därför fiskmagar innehålla stora mängder rom.

Dieten hos en fiskart ändras normalt med fiskens tillväxt. Som nykläckt eller unge äter fisken andra objekt än senare i livet. Detta blir särskilt tydligt när fiskar, med stigande storlek, går över till predatoriska vanor, till fiskdiet.

Fiskens näringsmiljö växlar självklart med dess uppehållsplats. En sik på djupt vatten kan ha andra organismer omkring sig än när den betar nära stranden.

Alla dessa faktorer påverkar representativiteten hos undersökta magprover. Man kan knappast göra några statistiska beräkningar över hur stor "säkerhet" olika procentsiffror för dieten har. Grunden för all statistik är beräkningar över slumpens roll för olikheter mellan stickprov, tänkta som alla tagna ur en enhetlig population. En sådan tänkt population finns inte för fiskens näringsval.

Slutligen bör kanske påpekas vanskligheten med procenttal. Om en gers under sikløjans lek frossat på rom, kan detta ge höga

procenttal för magens volymminnehåll. Är antalet gersar från denna tid stort, i förhållande till gersar fångade under resten av året, blir automatiskt "siklöjerom" en betydande post i gersens redovisade diet. I själva verket kanske den intet betyder för gersens tillväxt, och siffran blir extra stor genom att gersen i kallt vatten om hösten smälter födan långsamt (vilket ger ovanligt fyllda magar). Men övriga poster i dieten sjunker procentuellt.

Dessa påpekanden görs här, inledningsvis. Därmed kan tabellerna diskuteras som de står, med skillnader som kan, eller inte kan, vara signifikanta för de olika fiskarnas val av näring.

GLACIALRELIKTERNA

Glacialrelikterna i Vättern är av mycket stor betydelse för fiskfaunan. De olika kräftdjuren utgör inte bara en viktig föda för flertalet fiskar, de påverkar även den övriga botten- och planktonfaunan. Detta får i sin tur nya konsekvenser för talrikheten av de olika fiskarterna. Glacialrelikterna i Vättern har ett speciellt intresse därför att det var där den omfattande diskussionen började om dessa djurs invandring och beroende av den forntida fördelningen mellan land och hav. De blev även, låt vara indirekt, orsaken till en konflikt mellan två av vårt lands första fiskeribiologer.

Pontoporeia affinis, vitmärulan

Antalsmässigt är denna art den viktigaste. Den förekommer från ungefär 10 meters djup ner till de djupaste bottnarna på 120 meter. Ekman (1915) fann den vara talrikast på ett djup av 60-70 meter medan Wiederholm (1974) anger vitmärulan till 500-700 ex/m² på 20-40 meter och 1400-2300 ex/m² på djupen över 100 meter. Även Grimås (1969) rapporterade vitmärulan som synnerligen talrik. Om våren, i maj, utgör de nykläckta ungarna upp till 75% av hela populationen. De är så små att ett såll med 0.6 mm maska bara fångar ungefär en tredjedel av dem. De lever ytligare än de större exemplaren (Hill 1984).

Vitmärslan blir 8-10 mm och lever i sedimentet, där detritus är huvudfödan. Som alla amfipoder är den predatorisk och Hessle (1924) visade att, i Östersjön, vitmärslan är i stånd att reducera musslan *Macoma*, så att denna främst förekommer där *Pontoporeia* är fåtalig. Elmgren m fl (1986) fann att vitmärslan är direkt predator på musslans larver. Widegren (1863) noterade att mollusker var relativt fåtaliga på Vätterns botten, något som troligen beror på den stora mängden *Pontoporeia*.

Även andra organismer är känsliga för vitmärslans konkurrens och predation. Det framgår av att, där *Pontoporeia* av någon anledning minskar i antal, fjädermygglarver och oligochaeter genast börjar öka (Wiederholm 1974).

Dadswell (1974) och Kinsten (1986) har bägge studerat vitmärslans miljökrav genom jämförelse mellan olika sjöar i Nordamerika och Sverige. Dadswell fann att vitmärslan var talrikast i djupa sjöar med ett bottensediment som inte får vara alltför starkt organiskt belastat och därmed syrgaskrävande. Kinsten noterade en tendens till minskad förekomst i sjöar med lågt pH, låg halt av kalcium+magnesium samt lägre täthet i vitmärslbeståndet i sjöar med lägre alkalinitet.

I Vättern har, sedan Ekmans undersökningar på 1910-talet, påvisats en minskad förekomst av *Pontoporeia* i Jönköpingsområdet (ersatt av fjädermyggor och oligochaeter) men en ökad mängd vitmärslor på nordligare stationer. Ökningen kunde uppgå till en tredubbling eller mer (Grimås 1969, Wiederholm 1974). I området söder om Visingsö har nyligen en trend neråt observerats (Wiederholm 1982). Därtill kommer årliga fluktuationer, som tycks bero på rika eller fattiga årsklasser. Det förefaller troligt, att växlingarna beror på att ökad organisk belastning, upp till en viss nivå, gynnar vitmärslan som får mer föda, men att syrgashalten kan bli för låg över vissa tröskelvärden. Persson (1988) fann att en mycket rik kiselalgproduktion vårarna 1978 och 1981 sammanföll med misslyckad rekrytering av vitmärslor. Från marina studier har ett positivt sådant samband rapporterats. Det tycks alltså vara mängden organisk substans på botten som är den stora faktorn.

Det har länge varit känt att vitmärlan, vid fortplantningen på senhösten, rör sig högt uppe i vattnet, något som särskilt gäller hanarna (Segerstråle 1937, Hill 1984). Hanarna har vid denna tid förlängda antenner, vilket förr uppfattades som att det gällde en särskild art.

Men det finns även äldre uppgifter om att vitmärlor kunde fångas i planktonhåvar utanför fortplantningstiden. Nyligen (Cederwall 1988) har bekräftats att vitmärlor nattetid rör sig ovanför botten, främst under försommaren. Beteendet sätts i samband med näringssök eller ses som ett skydd mot predatorer. Det har nämligen för andra arter påvisats att den del av populationen som rör sig ovan botten till stor del består av djur som befinner sig i skalbyte: en känslig tid för alla kräftdjur.

Oavsett förklaringen betyder vitmärlornas aktivitet ovanför sedimentet, att de kan bli mer tillgängliga för sådana fiskar, som inte är specialister på att beta i det översta skiktet av sedimentet.

Saduria (Mesidothea) entomon, skorv

Om vitmärlan lämnar sedimentet för att undgå predation, bör det vara skorven den söker undvika. Skorven är nämligen beroende av vitmärlor för sin förekomst (Hessle 1924). Men denna isopod tar även många andra byten, inklusive yngre exemplar av egna arten (Haahtela 1962, 1988, Leonardsson 1988). Bland Östersjöns yrkes- och husbehovsfiskare är den ökänd genom att ge sig på agn och fångad fisk.

Skorven blir i Vättern 40 mm (honor) eller 50 mm (hanar). I Östersjön, där den tål en salthalt av 18^o/oo, blir den ännu större (Haahtela 1988). Den lever i Östersjön som regel i vatten som ej är varmare än 5^o, i Vättern på djup vanligen mellan 30-80 meter (Ekman 1915). I Östersjön går den ner till 300 meters djup.

Skorven i Östersjön har sin fortplantning på sensommaren eller hösten (Haahtela 1962) då den uppehåller sig i fria vattnet. Den simmar långsamt på rygg och blir då ett lättfångat byte. Ungarna

är små, 3-4 mm, då de lämnar honans marsupium. Detta sker på våren. Första hösten är de 15-20 mm och de blir ej köns mogna förrän i tredje levnadsåret. Beståndet består därmed av flera samtidiga årsklasser. De största exemplaren lever djupast, de unga förhållandevis grunt. Kannibalismen är stark. Leonardsson (1988) erbjöd i laboratoriet äldre exemplar av skorv alternativa byten: vitmärlor eller yngre skorv. De senare föredrogs.

Skorven finns, i mycket glesa bestånd, i några få svenska insjöar men är vanlig i Vättern. Vintertid kan den där visa sig ända inne vid land, sannolikt i samband med fortplantningen.

Man kan karakterisera skorven som en predator som äter praktiskt taget allt i sin normala omgivning. Den är i sin tur ett eftersökt byte för vissa fiskar, främst lake och hornsimpa, i Östersjön torsk.

Pallasea quadrispinosa, taggmärsla

Arten blir större än vitmärlan och når 10-15 mm som vuxen. Den lever på hårdare och grundare bottnar och har enligt Ekman sitt maximum i Vättern på 10-20 meters djup. Men den förekommer ända ner till 100 meter. Den kan även uppträda så grunt som 4-5 meter, då ofta i vegetationen. Med gängse fångstredskap är det vanskligt att erhålla säkra uppgifter om dess talrikhet.

Grimås (1969) fann att Asellus och Gammarus spelar obetydlig roll i Vätterns djupzon mellan 40-100 meter, men även högre upp är de relativt fåtaliga. Sannolikt utövar Pallasea ett negativt inflytande på dem, liksom på Pontoporeia. Pallasea som överflyttats till norrländska regleringsmagasin livnär sig på kisel- och påväxtalger, cladocerer, copepoder samt fjädermygglarver (Fürst, Hammar och Hill 1986).

Pallasea lever så pass nära strandlinjen att den bör bli den bottenlevande relik som lättast blir isolerad, när en vik avsnörs till en självständig sjö. Fynd av Pallasea i sjöar inom Viråns och Emåns vattensystem (Kalmar län) bekräftar att den finns i sjöar nära Baltiska Issjöns högsta strandlinje (Lettevall 1962).

Pallasea finns bara i Östersjöns mest utsötade vikar. Den saknas vid ishavskusten och har släktingar i Bajkalsjön. I Sävveåns reliktsjöar saknas arten, sannolikt för att de isolerats från ett tämligen salt Yoldiahav. Taggmärslan har stor betydelse för botten- och fiskfaunan i Vättern.

Mysis relicta, pungräka

Denna art är den mest kända relikten bland kräftdjuren. Den är 15-20 mm lång, leker på senhösten varefter hanarna dör. Ungarna kläcks på senvintern, sedan honorna burit dem i marsupiet (pungen). Livscykeln är ettårig men överflyttning till norrländska sjöar har visat att, vid sämre tillväxthastighet, Mysis kan bli tvåsomrig innan den blir könsmogen.

Fürst (1972) fann i några sjöar, som Väneren, Ärtingen och Yxningen, att en population av Mysis hade sommarfortplantning. Denna population levde vid sidan av den med vinterfortplantning, vilket tydde på att Mysis relicta i själva verket representerar två arter, med olika ekologi. Nyligen har Väinölä (1986) visat att Mysis verkligen uppträder i flera (tre) arter med samma morfologi, skilda åt av väsentligt olika genfrekvenser för vissa proteiner. Två förekommer i Östersjön, Mysis I och Mysis II, varvid den senare håller sig i saltare och djupare vatten, utomskärs. Men i Båven kunde Väinölä påvisa bägge arterna. Om sommarfortplantning utmärker Mysis II eller om förhållandet är ännu mer komplicerat, är tills vidare en öppen fråga.

Mysis lever om dagen nära botten men i mycket djupa eller mörka sjöar kan den skicka in sig på t ex 50 m djup. Den stiger i skymningen hastigt mot högre belägna vattenskikt och kan röra sig 120 meter på en timme (Fürst 1968). Vid ett eventuellt språngskikt stannar den och vänder i gryningen åter mot botten.

Den är svår att antalsbestämma. Tätheten i Vättern varierar mellan noll och 300 exemplar per m², beroende på ström, djup, bottentyp, temperatur och ljus. Den praktiska erfarenheten från trålningar i många svenska sjöar visar att Mysis är mycket talrik i Vättern (Fürst op.cit.).

Tidigare trodde man att pungräkan levde mest på detritus. Vistelsen i det fria vattnet antyder dock att Mysis jagar zooplankton. Numera är det klarlagt att predation på cladocerer är utmärkande för Mysis.

Mysis har, i avsikt att förbättra näringsmängden för fiskar, flyttats till sjöar, dit den ej kommit av egen kraft. Detta har skett både i Nordamerika och Skandinavien. Erfarenheterna blev överraskande, men entydiga. Kinsten och Olsén (1981) fann t ex i Mesvattnet (Jämtland) att Mysis medförde tillbakagång av Eubosmina longispina och Holopedium gibberum, medan Daphnia och Cyclops scutifer klarade sig antalsmässigt, detta trots att burförsök visade att Mysis tog även dessa. Eurycerus, som lever litoralt och är en viktig fiskföda, minskar kraftigt eller försvinner helt när Mysis kommer in i sjön (Fürst, Boström och Hammar 1978). Nero och Prules (1986a) jämförde sjöar där Mysis förekom spontant med liknande sjöar utan Mysis i Kanada. Planktonbetånden var olika: Daphnia longiremis, Eubosmina longispina och Cyclops scutifer, alla i hypolimnion, var fåtaligare i Mysis-sjöarna. I speciella akvarieförsök kunde samma författare (Nero och Sprules 1986b) visa att Mysis åt de arter, som var sparsammare i naturliga Mysis-sjöar. Den stora rotatorien Asplachna var allra mest känslig för pungräkans predation. Seale och Binkowski (1988) visade att Mysis t o m kan ta kläckande yngel av en sik, Coregonus hoyi, som finns på djupt vatten i sjön Michigan.

Litteraturen om Mysis' predation på plankton är redan ganska stor. Förskjutningen mot större mängd copepoder inom zooplankton leder till ökad parasitering av pelagiskt levande fiskar. Konkurrensen från Mysis åstadkommer en tillbakagång i planktonätande fiskars numerär (Hammar och Henricson 1983, Fürst, Hammar, Hill, Boström och Kinsten 1984, Hammar 1988).

Man bör vänta sig att den stora mängden Mysis i Vättern påverkar zooplanktonbeståndet. Så tycks också vara fallet. Grönberg (1975) fann planktonbeståndet vara glest. I maj dominerar copepoder över cladocerer, och utgör 95% eller mer. Talrikast är Eudiatomus gracilis, Eurytemora lacustris och Cyclops, fåtaligare är Lim-

nocalanus macrurus och Heterocope appendiculata, som bara uppträder enstaka. Av cladocererna är Eubosmina coregoni den talrikaste, särskilt om våren. Daphnia galeata och cristata blir vanligare på sensommaren och särskilt i de norra, grundare delarna av Vättern. Daphnia cucullata och Chydorus sphaericus saknas nästan helt i sjön, medan Holopedium, ansedd som typisk för renvattensjöar, är sparsam.

Om Mysis åstadkommit detta mönster borde rotatorierna vara talrika. Även detta tycks stämma (Grönberg 1975). Artantalet är dock ej så stort. Mest anmärkningsvärt är att sådana arter, som anses utmärka lågproduktiva sjöar, förekommer endast sporadiskt.

Den helhetsbild som framträder är att Vätterns täta Mysisbestånd åstadkommit en relativt fattig zooplanktonfauna, särskilt beträffande cladocerer. Pelagiskt levande fiskar, beroende av zooplankton, bör därmed uppleva ett konkurrenstryck från pungräkorna.

Gammaracanthus lacustris (loricatus), sjösyrsa

Det är tveksamt om relikten är densamma som den art (loricatus) som finns i bräckt vatten vid ishavskusten. Holmqvist (1966) anser det vara samma art, men populationen i Ishavet tål tämligen salt vatten medan sjösyrsan ej finns i Östersjön och saknas i de västsvenska reliktsjöar (Säveån), som avsnörts från ett måttligt salt Yoldiahav.

Sjösyrsan (namnet används av fiskarna i Vättern) blir könsmogen vid två år, då hanarna är 20-25 mm och honorna 25-30. Ungarna är mycket små, bara några millimeter stora. De kan påträffas på alla djup, även de största. Ekman (1915) fann denna relik från 12 meter ner till 120. Men han fångade inte många själv, de flesta fick han från yrkesfiskarna. Gammaracanthus fastnar i näten särskilt när rullar av kransalger trasslat in sig i redskapen. Det är Vätterns starka vattenströmmar som sliter loss algerna.

Naesjé (pers.medd.) har i den norska sjön Mjösa funnit att *Gammaracanthus* främst lever av *Mysis* och *Pallasea*. Dess förekomst i vattnet, med nattlig jakt i högre vattenskikt tyder på aktiv predation. Yngre sjösyrsor går högre upp i vattnet, möjligen mest efter zooplankton, medan de större håller sig något djupare, rimligtvis jagande *Mysis* och *Pallasea*. Predationen kan troligen också gå åt andra hållet. 20 000 *Gammaracanthus* från Vättern, överflyttade till sjöarna Suorva och Kultsjön, gav få återfynd under några år. Sjöarnas då mycket täta *Mysis*-bestånd kan ha utgjort hinder för överlevnad av *Gammaracanthus*' små ungar.

Överflyttad till sjön Håckren i Jämtland (utan *Mysis*) visade sig *Gammaracanthus* leva av cladocerer, copepoder och fjädermygglarver, enligt analyser gjorda av Catherine Hill (Fürst, Hammar och Hill 1986).

Liksom skorven torde sjösyrsan få anses vara en på relikter specialiserad predator. Det är därför förståeligt att bägge uppträder i Vättern med de tätaste bestånden bland svenska insjöar.

Limnocalanus macrurus

Denna copepod (1-2 mm) saknar svenskt namn. Den lever i hypolimnion och torde främst äta rotatorier, alger och copepoditer.

Ekman (1907) ansåg *Limnocalanus* vara den mest utpräglade relikten av alla. Dess totala oförmåga till egen spridning anses bero på att den - till skillnad från många andra copepoder - ej utbildar viloägg, samt att honan ej bär äggsäckar utan låter äggen droppa, ett efter ett, mot botten. Fortplantningen sker om vintern och arten är ettårig.

Relikternas upptäckt

Gustaf Cederström (1806-1898), fr o m 1855 anställd som statens undervisare i fiskodling, är den egentlige upptäckaren av relikterna. Tidigt på våren 1859, nära Aspa i Vättern, fann han en skorv vid stranden. Boende på Sandemar i Stockholms skärgård och

väl förtrogen med Östersjöns fauna, blev han förvånad över skorpens förekomst i en insjö. Samma år fann han en pungräka vid Jönköping. Året innan hade han sänt en samling djur från Vänern (innehållande en Pallasea) till professor Sven Lovén på Riksmuseet. De nya fynden överlämnades också. Nu blev Lovén intresserad. Som handledare till en ung zoolog, Hjalmar Widegren, som fått i uppdrag av Kongl. Landtbruksakademien att undersöka Sveriges Fiskerier, uppdrog Lovén åt Widegren att skrapa efter de intressanta djuren i Vättern och Vänern sommaren 1860. Så skedde. Widegren besökte även Glafs fjorden och Fryken, skaffade Lovén ett rikt material och lade genom sina intervjuer med fiskare grunden till det fiskeribiologiska vetandet om både Vättern och Vänern.

Widegren blev 1864 landets förste fiskeriintendent och, som akademiker, överordnad Gustaf Cederström, som hade en lägre teknisk utbildning. Cederström var självlärd med stor entusiasm för fiskodling och fiskevård. Han torde ha känt sig förbigången, kanske också besviken över Lovéns bristande intresse för den första samlingen djur från Vänern. Alltnog, Cederström skänkte sina övriga samlingar till professor Schoedler i Berlin, som 1863 beskrev den nya arten Bythotrephes cederstroemii och 1866 Bosmina cederstroemii (numera rasen B. mixta cederstroemii). Båda namnen är giltiga än idag (Lieder 1988). Två hundra provrör med Cederströms material finns ännu kvar i Berlin-museet.

Relikternas spridning

Lovén höll föredrag på Vetenskapsakademien höstarna 1861 och 1862 (Lovén 1862, 1863) om fynden från Vättern och Vänern. Han beskrev den nya arten Mysis relicta. Man visste att kräftdjuren ifråga fanns i Östersjön och vid ishavskusten. Man visste också att ett "ishav" en gång sträckt sig över mellersta delarna av landet. Det var tydligen från den tiden djuren härstammade.

Inget annat djurgeografiskt problem i Skandinavien har rönt ett så starkt intresse som detta. Först kallades de "marin-glaciala relikter" men efter det man upptäckt att de funnits redan i Baltiska Issjön, som innehöll sött vatten, har man övergått till

att kalla dem glacialrelikter. Några författare vill inte ens benämna dem relikter. Med den definition, som särskilt Sven Ekman omhuldade, är många djur relikter i sina sjöar, eftersom nuvarande miljöförhållanden ej tillåter dem att återinvandra - om de skulle försvinna. Men det som utmärker relikterna, till vilka då kan räknas hornsimpa och nors, är de utomordentligt stora spridningssvårigheterna, d v s de kan bara bli kvar i delar av ett större vatten i vilket de förekommit. Men de kan ej aktivt ta sig uppför strömmande vatten eller passera grunda pasströsklar. De finns därmed bara nedanför HK (högsta kusten), dvs de strandlinjer som bildats av Baltiska Issjön, Yoldiahavet, Ancylussjön eller Litorinehavet.

Det dröjde innan man fick klart för sig att relikterna ej var marina utan sötvattensformer som tål bräckt vatten. De finns bara i den del av Östersjön som även bebos av sötvattensfisk. Detsamma gäller ishavskusten. Ett marint ursprung kan flera av dem ha haft, men detta ligger långt tillbaka i tiden.

För att förklara, dels hur de utvecklats ur marina stamformer, dels spritts över så enorma områden som det relikterna numera bebor (Brittiska öarna-Västeuropa-Sibirien-Nordamerika) har man tänkt sig uppslussning från havsvikar till stora isdämda sjöar, där de utvecklats mot sötvatten, varefter spridning skett utefter de stora landisarnas sydsida, i huvudsakligen öst-västlig, riktning.

Sedan Väinölä (1986) påvisat förekomsten av två syskonarter av Mysis relicta i Östersjöområdet och en tredje vid ishavskusten, har den sannolika tiden för invandring av pungräkan till Östersjöns sänka förskjutits bakåt i tiden, till tiden före sista nedisningen, kanske ytterligare en istid bakåt. Detaljkunskapen om strandlinjer och isdämda sjöar från denna avlägsna tid är bristfällig. Vi får nog nöja oss med att alla relikterna fanns i den dåtida Östersjön, redan när den senaste istiden började. Samt att de övervintrade i isdämda sjöar vid iskantens sydsida.

Spridningen till Vättern vet vi mer om. Enligt nyare rön (Björck och Digerfeldt 1986) tappades den stora Baltiska Issjön i två

steg, då iskanten passerade Billingens nordspets. Detta skedde i Yngre Dryas, för 11 000 och 10 500 år sedan. I bägge fallen nådde Baltiska Issjön in i Vättern (vid Ödeshög) något hundratal år före tappningen vid Billingen. I mellantiden vände iskanten söderut igen, ända ner till Jönköping (Waldemarsson 1986). Efter den första mindre tappningen (ca 10 meter) kunde bara havsvandrande fisk ta sig in västerifrån till Vättern, men efter den andra (30 meter) nådde havet in i Vättern som fick bräckt vatten i knappt tusen år. Relikterna kom från öster vid bägge inbrotten av Baltiska Issjön, möjligen också från väster (Mysis II). De torde ha överlevt isframstöten, eftersom Pallassea finns i Landsjön. Dit kan den inte ha kommit på annat sätt än vid södra Vätterns kraftiga uppdämning vid framstöten av inlandsisen under Dryas.

PLANKTONÄTARE SOM SAKNAS I VÄTTERN

Vätterns bräckta vatten under Yoldiatiden bör ha slagit ut vissa arter, t ex siklöja. Denna art tål inte mer än 2-3 promille salthalt. När vissa fiskar nu saknas i Vättern kan man fråga sig om de ej haft möjlighet till återinvandring efter Yoldia-tiden. En jämförelse med Vänern är intressant. Det finns nämligen indikationer på att glacialrelikterna - särskilt Mysis - utövat större inflytande i Vättern än i Vänern och att detta kan vara förklaringen till vissa arters frånvaro i Vättern.

Planktonsik

Planktonsik finns sparsamt i Vänern, längs västra stranden (Svärdson 1979). Uppströms finns bestånd i Fryken och Femunden som kan fylla på med nerdrivna yngel. Planktonsiken har invandrat från sydväst och har säkerligen funnits i Vänern mycket länge, möjligen var den borta under Yoldia-havets minst utsötade stadium (denna sik tål ej Östersjöns vatten). I Vättern finns ingen planktonsik, men väl i Huskvarnaån, i sjön Stora Nätaren. Den har nått dit genom Vättern och har alltså funnits. Om den slogs ut under Yoldia borde den ha kunnat återkolonisera, genom nerdrift av yngel.

Blåsik

Blåsik är Vänerns vanligaste sik (Svärdson 1979). Den äter åtskilligt med plankton, även om dieten även omfattar andra objekt. Även denna har funnits i Vättern, genom vilken den har koloniserat sjön Ylen i Huskvarnaån samt Unden och Kyrksjön. Möjlighet till återkolonisering av Vättern efter Yoldia bör ha förelegat, men arten saknas helt. Blåsiken saknas i Östersjön.

Vårlekande siklöja

Vårlekande siklöja har funnits i Vättern och har, förmodligen under Yngre Dryas, genom uppdämning kommit in i sjön Ören (ovanför Gränna). Till sina andra förekomster i övre Ätran och mellersta Viskan har den kommit, antingen genom uppdämning av issjöar i Tabergsdalen eller i övre Tidan eller, efter utdrift förbi Billingen, räddat sig ur det bräckta vattnet genom att ta sig upp i Viskans och Ätrands dalgångar. Yoldia bör ha slagit ut den ur Vättern. Den kanske ej har lyckats återkolonisera sjön från Ören genom att driva ner genom Röttleån. En viss reservation bör göras för att arten kan finnas i Vättern, trots de negativa resultaten av gjorda efterforskningar.

Bythotrephes cederstroemii, långhalaloppa

I Väneren (Nilsson 1979) är denna art vanlig och viktig för flera fiskarter. Den finns även i flera mindre sjöar i Gullspångsälven (Kinsten 1988) och sjön Saxen är typlokal, dvs det var där Cederström först fann den.

Långhalaloppa är predator på cladocerer. Den kan på kort tid reducera Daphnia-arter, som den nyligen gjort då den kommit in i de stora amerikanska sjöarna (Lehman 1988). Den föder, partenogeniskt, kullar om 4-5 ungar, tills födan tryter, då den i stället bildar viloägg. Om dagen söker den sig ned till hypolimnion, där ljuset bara är en tusendel av värdet vid ytan. Detta möjligen för att undgå predation från fiskar.

I Vättern har arten ej påträffats, trots spridningsmöjligheten genom Göta Kanal och förhärskande SV-vindar. Eftersom den lever av bl a Daphnia, som är relativt fåtalig i Vättern, är dess frånvaro, liksom de planktonätande sikarnas, ett indicium på att Vätterns planktonbestånd är kient. Mysis, nors och siklöja torde beta ner zooplanktonbeståndet så kraftigt att övriga planktonätande arter får det svårt att överleva.

SIKARNA

Arter

Vättern bebos av tre sikarter, som alla även finns i Vänern. Men de är mer hybridiserade med varandra i Vättern. En av dem, storsiken, Coregonus fera, har ingen känd lekpopulation utan påträffas bara som enstaka exemplar. I september 1974 fångades t ex en trolig storsik på 8.5 kg, åldersbestämd på Sötvattenslaboratoriet till 18 eller 19 år. Hög ålder är typisk för storsik. Tyvärr räknades aldrig antalet gälräfständer på denna sik. I Ören, uppströms Vättern, finns ett storsikbestånd med 21 gälräfständer och i Unden finns indikationer på en sällsynt, mycket grov sik. Storsiken har - även i andra sjöar - svårigheter att klara konkurrensen från de två andra bottendjursätande sikarna.

De vanligare sikarna i Vättern är älvsiken, Coregonus lavaretus oxyrhynchus och sandsiken, C. acronius widegreni. Den senare namngavs av finländaren Malmgren 1863 just från Vättern. Älvsiken har förlängd nos, liksom i Vänern, och kallas därför näbbsik. Även namnen asp och blånäbb förekommer.

Älvsiken har endast en säkert känd lekplats, vid Kråk. På grundet Flisen, inte långt därifrån, hybridiserar den med sandsiken. Denna är den vanligaste siken i Vättern, känd från olika lekplatser runt sjön under skilda namn som grundsik, djupsik, stensik, grässik, kulsik m fl.

Älvsiken har 29.7 gälräfständer i medeltal vid Kråk (308 undersökta) och sandsiken 24-26 (totalt 690 undersökta). Älvsiken är

en vandrare medan sandsiken är mer lokaltrogen. I Östersjön, där enbart dessa bägge sikar finns, rör sig älvsiken från Bottenviken 700 km söderut ända till Ålands hav under sin näringsvandring. I Vättern stryker den omkring och spelar en större roll för fisket än vad dess enda kända lekplats antyder. Ekman (1916) berättar om en fiskare vid Jönköping som en gång fick hela nätet fullt med "blånäbbar", tydligen ett sammanhållet stim.

Tillväxten är något bättre hos älvsiken. Försprånget på några cm vinnns redan första sommaren och bibehålls sedan livet ut (Svärdson 1979).

Föda

Om vi först ser på det samlade materialet av sik (Tabell 1) framgår det klart att Pallasea och Mysis, med 22 resp 17% av maginnehållet, är de viktigaste ingredienserna. Pontoporeia når 7-8% men där finns också den obestämda posten "Amphipoda, rester", som höjer de tre viktiga relikterna till drygt 50% av sikens föda. I det samlade materialet ingår en stor post sikar fångade på hösten, delvis under lektid. Exemplaren från 1971-76 har hela 37% av maginnehållet bestående av sikrom. Medeltalet dras därmed upp till 16% för siken som art, en mycket för hög siffra för att ge en rättvisande bild av vad siken äter.

Tabell 1. Maginnehåll (volymsprocent) från totalt 230 sikar, fångade i Vättern 1964-76.

Asellus	1.7	Cyclops	0.3
Mysis	17.1	Mollusker	12.5
Pallasea	22.2	Insekter	4.7
Pontoporeia	7.5	Rom	16.3
Gammaracanthus	0.1	Fiskrester	0.1
Amphipoda, rester	5.8	Grus/växtrester	11.7

Intressantare är då en annan del av materialet, insamlat 1964-67, där en uppdelning gjorts på storleksklasser, årstid då fångsten togs samt slutligen antalet gälräfständer (Tabell 2 och 3). Man kan då se att Pallasea betyder mest för större sikar, och vintertid, medan Pontoporeia äts främst om sommaren. Mysis tas mest av små sikar.

Tabell 2. Maginnehåll (%) från 129 sikar, fångade 1964-67, ordnade efter storlek resp årstid.

Storleksklass, sik	30-39	40-49	≥50 cm	Totalt
Mysis, sommar*	36.0	19.6	22.6	22.9
vinter	-	20.1	28.6	21.5
Pallasea, sommar	6.8	34.5	12.9	24.4
vinter	-	29.2	44.2	31.6
Pontoporeia, sommar	15.5	16.0	16.7	16.1
vinter	-	5.9	11.4	6.8
Amphipoda, rest. sommar	-	3.7	1.1	2.4
vinter	-	13.4	-	11.2
Asellus, sommar	8.5	3.7	0.1	3.5
vinter	-	-	-	-
Mollusker, sommar	5.9	8.7	12.7	9.4
(Pisidium, vinter Lymnea)	-	15.5	1.4	13.2
Insekter, sommar	10.0	6.1	13.5	8.7
(Chironom. vinter terrestr.)	-	4.3	14.4	5.9
Övrigt, sommar	17.3	7.7	20.4	12.6
(Grus, växtd) vinter	-	11.6	-	9.8
Antal undersökta, sommar	13	49	23	85 st
vinter	-	37	7	44 st

* Med sommar menas april-september, resten av året är vinter.

Mollusker (Lymnea och Pisidium) spelar en viss roll för större sik med 10-15%. Detsamma gäller gruppen insekter, vilket i praktiken betyder främst chironomidlarver samt terrestra insekter. Mycket anmärkningsvärt är att plankton nästan helt saknas i de undersökta sikmagarna. Sikarna är också praktiskt taget fria från parasiterna Diphyllbothrium och Triaenophorus, något som bekräftar att copepoder äts i mycket ringa utsträckning.

När materialet uppdelas efter antalet gälräfständer framkommer tendensen att Pallasea, men även Pontoporeia, dominerar hos sandsikarna. I gruppen med 29-36 gälräfständer, troliga älvsikar, är istället Mysis den viktigaste relikten. Detta kan tyda på ett liv i fria vattnet, överensstämmande med vad som är känt om älvsikens vandringsvanor. Men det förutsätter att älvsikarna kan fånga Mysis i fria vattnet, något som ej tycks gälla de sikarter som finns i de norrländska reglerade sjöarna (Hammar 1988).

Tabell 3. Maginnehåll (%) hos 119 sikar*, ordnade efter antal gälträfständer.

Gälträfständer	19-22	23-25	26-28	29-31	32-36
Mysis, sommar	19.4	16.2	24.0	51.4	52.6
vinter	14.4	27.4	-	54.0	95.0
Pallasea, sommar	25.6	32.6	15.5	5.3	27.0
vinter	51.2	25.2	42.3	-	-
Pontoporeia, sommar	24.4	12.5	17.0	15.3	-
vinter	-	10.0	10.0	-	-
Amphipoda, rest. sommar	-	1.2	7.4	3.3	-
vinter	19.4	5.9	12.7	6.0	-
Asellus, sommar	15.0	6.3	0.1	-	-
vinter	-	-	-	-	-
Mollusker, sommar	2.4	12.0	9.7	6.5	-
vinter	6.6	18.6	8.3	26.0	-
Insekter, sommar	7.9	6.3	14.7	1.8	5.5
vinter	-	4.1	15.9	1.0	-
Övrigt, sommar	5.3	12.9	11.7	16.4	14.9
vinter	8.4	8.8	10.8	13.0	5.0
Antal undersökta, sommar	9	24	25	15	2 st
vinter	8	17	13	5	1 st

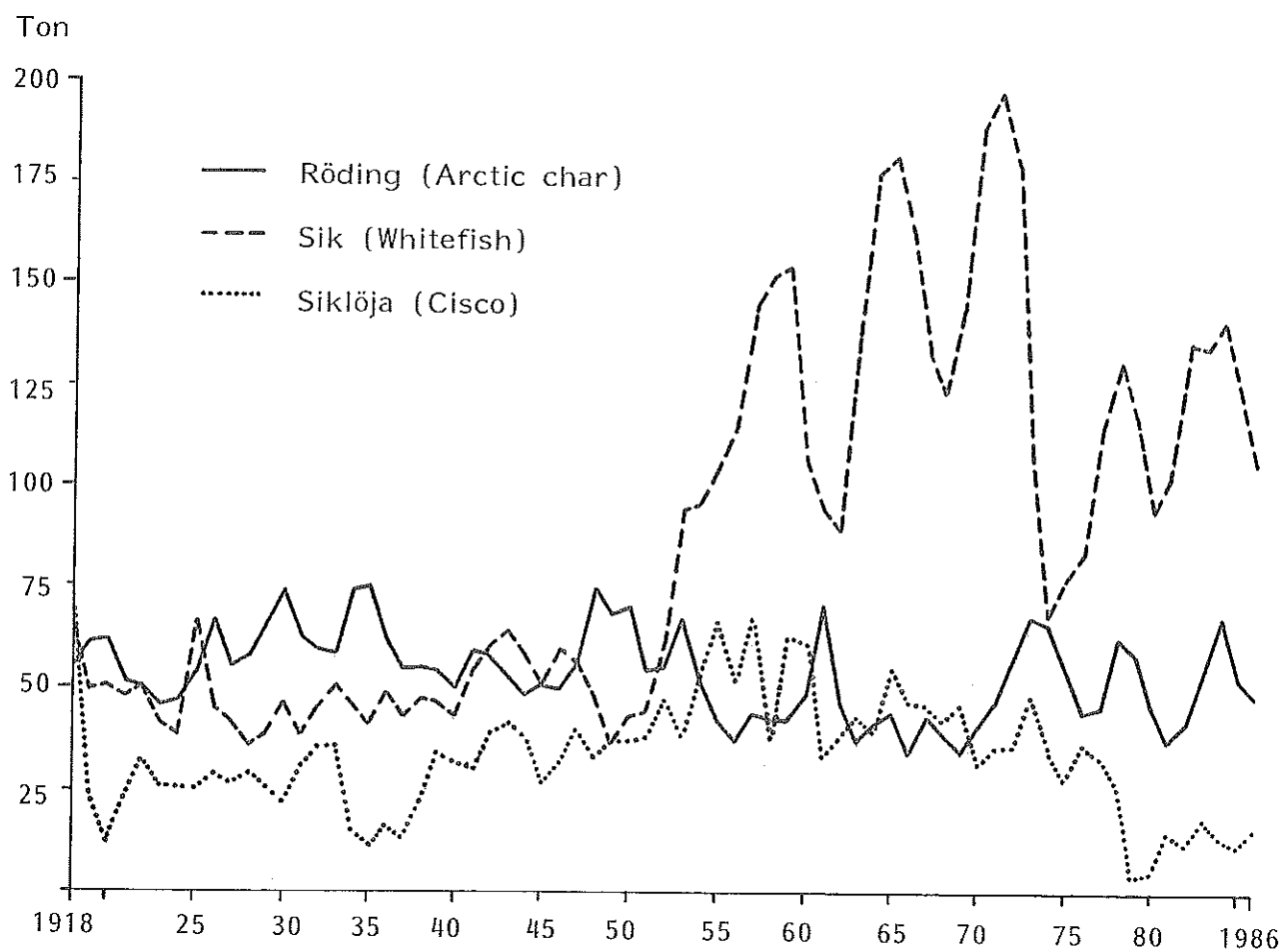
* Enskilda sikar kan ej artbestämmas med säkerhet, de med 19-25 gälträfständer är troligen sandsikar, de med 29-36 älvsikar.

I Vätern (Svärdson och Freidenfelt 1974), där älvsikar undersökts, är dieten tämligen likartad. Vuxna sikar åt främst Pontoporeia. Men Pallasea och Mysis förekom också, liksom Pisidium och fjädermygglarver som antydde bottendjursdiet. Å andra sidan fanns hos några unga exemplar Mysis, Diaptomus, Cyclops och Bythotrephes, som troligen har tagits i det fria vattnet. De sikar som Nilsson (1979) redovisade från Vätern tillhörde en annan art: blåsiken.

I den norska sjön Mjösa (Huitfeldt-Kaas 1917), med samma sikarter som i Vättern, var dieten mindre starkt präglad av relikterna även om Mysis och Pallasea förekom. Chironomidlarver och Pisidium noterades vår och höst, plankton med Daphnia och Bythotrephes på sensommaren. Några hade t o m ätit fisk, liksom även några få sikar gjort i Vättern.

Bestånd

Widegren (1863) gjorde vissa uppskattningar av fiskets avkastning i Vättern. Han utgick från stickprov på vissa fiskares fångster och multiplicerade med antalet båtar och uppskattade fiskenätter. Metoden tenderar att ge för höga värden. Alltnog: Widegren kom fram till att i Vättern fångades 40 ton älvsik, cirka 150 ton sandsik, tillsammans 190 ton. I Figur 1 återges en kurva över den officiella statistiken från 1918. Arpi (1958) har diskuterat denna statistiks tillförlitlighet. I denna rapport har de fyra första åren (1914-1917) utelämnats, då intrimning av insamlingsarbetet och kristiden torde ha medfört extra osäkerhet.



Figur 1. Fångst av röding, sik och siklöja i Vättern 1918-86.

Sikfångsten i Vättern varierar mellan 40 och 50 ton fram till 1953. Detta år är det stora genombrottsåret för nylonnät, först gjorda av tvinnad nylontråd, sedan av heldragen. Molin (1955) visade att de nya näten av tvinnad nylon i stort sett gav för-

dubblad fångst, jämfört med bomullsnät och att heldragen tråd höjde fångsten ytterligare. Han gjorde sina försök bl a i Vättern. Fångsten steg på några få år till en helt ny nivå, kring vilken den pendlat sedan dess. Även andra fiskar fångades i ökad utsträckning i Vättern med de nya näten men utslaget blev kraftigast på sik, möjligen för att den fångas relativt grunt, men också på grund av dess allmänt försiktiga beteende inför ett nät.

En tydlig effekt av nylonnäten var att mängden yngre fisk ökade (Svärdson 1963). Av 364 exemplar redovisade i Sötvattenslaboratoriets fjällarkiv från 1918-1952 var ingen sik yngre än 5 år. Av 579 sikar, tagna med nylonnät 1954-1962, var däremot hela 119 eller 19% 4 år eller yngre.

Alla fiskbestånd fluktuerar upp och ner i biomassa, beroende på att rikare årsklasser växer sig upp genom beståndet och dör bort. Bortsett från när det gäller siklöja har de fiskande i vårt land varit tämligen obekanta med denna helt normala variation i alla fiskbestånd, helt enkelt för att statistik normalt saknas från svenska insjöar. Man har då istället tolkat in andra faktorer varje gång bestånden gått upp eller ner, sett på några års sikt. Men fångsttopparna av sik 1957-59, 1963-66 samt 1970-72 i Vättern har på fjällprov visats åstadkomna av årsklasserna 1953, 1959 samt 1966 respektive. Dessa år bjöd på sådan väderlek att rika årsklasser av olika fiskarter uppstod i flera sjöar, bl a Hjäl-maren, Mälaren, Hornavan samt i Kalmarsund (de två sista enbart 1953). Den gemensamma faktorn var högtryck med värme i juni, för 1966 därutöver snöfall i april, högvatten vid islossningen med ökat utflöde av närsalter som trolig följd (Svärdson och Molin 1981). Svärdson (1976a) beräknade merfångsten av sik i Vättern till 200 ton från 1959 års klass och 150 ton från 1966 års kull. De två senaste fångsttopparna i Vättern har ej analyserats på fjällprov men kan förmodas ha skapats av 1973 och 1980 års generationer. Båda åren hade varmare junimånader än normalt. Som synes är det ganska regelbundna intervaller mellan de rika årsklasserna. Detta är känt från sikbestånd på andra håll liksom också för siklöjan.

De kraftiga spetsarna på sikkurvan beror alltså på rika årsklasser och ytterst på väderleken. Men varför stiger de tre första topparna till en kulmen, för att sedan sjunka ner igen? Ja, även på den frågan finns det svar, t o m två olika förklaringar.

Den första, och mest sannolika, är tillförseln av organiskt material och totalfosfor till sjön. Enligt sammanställningar gjorda av Kommittén för Vätterns vattenvård ökade gödningen av Vättern kraftigt från 1940-talet till en kulmination i slutet av 1960-talet. Det var då som "sikttopparna" steg till rekordhöjden i närheten av 200 ton. Därefter har ansträngningarna att rena vattnet, med nya reningsverk, haft effekt och tillförseln av organiskt material har minskat, liksom totalfosfor. Det kan ge en god förklaring till varför årsklasserna 1973 och 1980 gav lägre toppar i avkastningskurvan.

Den andra, helt fristående, tänkbara förklaringen till sikens upp- och nedgång är interaktionen mellan sik och lake. Som nedan skall klargöras mer i detalj steg lakfångsten (delvis på grund av nylonnäten men främst av en annan orsak) till en rekordfångst 1957, vilken knäckte lakebeståndet, som sedan hastigt sjönk till låga värden. På senare år har en viss svag återhämtning skett.

Tideman (1956) som diskuterade den ökade lakefångsten på 1950-talet hoppades att den skulle fortsätta (vilket den alltså ej gjorde) därför att "ökad fångst av lake torde vara till fördel för sik- och rödingbestånden" då laken är "storkonsument av sikrom".

Dessa bägge förklaringar utesluter naturligtvis ej varandra, tvärtom. De sammanfaller helt i tid med sikavkastningens stegring och senare (relativa) tillbakagång. Att gödning och varma försomrar förbättrar sikynglets överlevnad genom bättre näringsutbud är ganska klart. I reliktfria sjöar är det zooplanktonproduktionen som ökar, i den reliktrika Vättern kanske *Pontoporeia*, möjligen också *Pallasea* eller *Mysis*, är den avgörande faktorn. Att *Pontoporeia* reagerar har tidigare redovisats.

Det är unikt, liksom så mycket annat i Vättern, att en 70-årig serie av fångstsiffror i ett fiske kunnat analyseras så ingående

och brytas ned till olika delfaktorer: normala årsklassvariationer, reaktion på nya redskap samt svar på gödningens ökning och relativa minskning, samt en statistiskt säker negativ korrelation i fångsterna av två arter, sik och lake, där ett biologiskt samband är fullt möjligt (se sid 45).

SIKLÖJA OCH NORS

Föda

Siklöja och nors är bägge planktonätare. I den näringskonkurrens som uppstår dem emellan är siklöjan den dominerande (Svärdson 1966). Detta yttrar sig i att siklöjan tenderar att helt slå ut norsen ur mindre sjöar. I större vatten tar siklöjan den näringsrika epilimnion, medan norsen kan överleva i det kallare och näringsfattigare hypolimnion. Men i frånvaro av siklöja, som t ex i Hjälmaran och Erken, visar sig norsen trivas utmärkt även i en grund och varm sjö.

Tabellerna 4 och 5 visar arternas föda i Vättern. Tyvärr är materialet fåtaligt. *Bosmina* som dominerar på våren (Grönberg 1975) utnyttjas av bägge arterna. På sommaren och hösten blir *Daphnia* vanligare, vilket återspeglas i magarna. Norsens vistelse i djupare vattenskikt medför också att *Cyclops* registreras för högre värde än *Daphnia* eller *Bosmina*. Hos siklöjan utgör de bägge

Tabell 4. Maginnehåll (%) hos 44 siklöjor.

	Maj	Augusti	December	Totalt
<i>Daphnia</i>	-	30.6	26.5	25.3
<i>Bosmina</i>	38.2	25.9	20.8	26.2
<i>Bythotrephes longimanus</i>	-	10.5	-	6.2
<i>Leptodora kindti</i>	-	11.1	-	6.6
<i>Cyclops</i>	20.8	9.7	20.7	14.2
Calanoida	8.3	3.9	26.5	10.7
<i>Eurytemora</i>	4.4	4.0	-	3.2
<i>Limnocalanus</i>	-	1.9	0.1	1.2
Chironomid larver	2.2	-	2.0	0.8
" puppor	24.3	-	-	3.3
Coleoptera larver	-	-	1.7	0.4
Grus/frön	1.8	2.4	1.7	2.1
Antal undersökta	6	26	12	44 st

Tabell 5. Maginnehåll (%) hos 107 norsar.

	Maj	Augusti	Nov-Dec	Totalt
Daphnia	-	7.3	2.5	5.8
Bosmina	15.0	9.6	1.1	7.1
Bythotrephes l.	-	1.2	0.3	0.9
Leptodora kindti	-	3.9	-	2.6
Cyclops	25.0	12.0	1.5	9.0
Calanoida	37.5	1.2	1.5	2.0
Eurytemora	-	1.2	-	0.8
Limnocalanus	22.5	1.9	2.6	2.5
Mysis	-	36.2	37.9	36.0
Pallasea	-	4.3	5.8	4.7
Pontoporeia	-	1.6	21.4	7.7
Gammaracanthus	-	0.3	-	0.1
Amphipoda, rester	-	-	13.6	4.2
Fisk (bl a nors)	-	9.4	3.0	7.4
Rom (trol. siklöja)	-	-	6.0	1.9
Chironomidlarver	-	1.2	0.5	0.9
" puppor	-	2.7	-	1.7
Diptera	-	1.5	-	1.2
Insekter, rester	-	2.9	-	1.9
Grus, frön, alger	-	1.6	2.3	1.6
Antal undersökta	2	72	33	107 st

cladocererna hälften av maginnehållet medan Cyclops når knappt 10%. Den mer ytligt levande copepoden Eurytemora når i siklöjans magar dubbelt så höga frekvenser som den djupare levande Limnocalanus, medan hos norsen den senare är något vanligare.

Insekter upptar bara 4-6% av bägge fiskarnas diet. Chironomidpuppor är viktigare än larver, naturligt nog, eftersom ingen av fiskarterna är bunden till botten. Larverna torde ha tagits när de lämnat bottensubstratet för nattliga utflykter i det fria vattnet.

Den stora skillnaden i diet mellan siklöja och nors är att glacialrelikterna upptar mer än 50% av norsens föda. Alla relikterna utom skorv är representerade men det är Mysis som dominerar, med ungefär en tredjedel av maginnehållet. Siklöjan äter, av glacialrelikterna, bara Limnocalanus, och detta som sagt i ringa grad (cirka 1%). Mysis tycks ätas av siklöjor bara i undantagsfall, då siklöjan är storvuxen som i Ladoga eller över 32 cm som i sjön Alstern. Intressant nog förekommer Pontoporeia med över

20% i norsens maginnehåll i november-december. Det torde sammanhänga med att vitmärslan då har sin fortplantning. Segerstråle (1937) påvisade att norsen i Finlands skärgård vintertid frossade på vitmärslans hanar vid denna arts lektid. Det var följande Segerstråle som klarlade att det rörde sig om könsmogna hanar av Pontoporeia affinis, ej om en särskild art: P. weltneri.

Nilsson (1979) fann siklöjan i Vänern vara en cladocer-ätare medan norsen åt Mysis. Bythotrephes cederstroemii dominerade i siklöjornas magar både 1972 och 1973 medan norsen utnyttjade på denna art främst under 1972. Vallin (1969) undersökte 160 siklöjor från Lambarfjärden, Mälaren. Limmocalanus utgjorde hela 53% av maginnehållets vikt medan djuplevande Cyclops (flera arter) utgjorde 24%. Bythotrephes longimanus, Bosmina och Daphnia spelade en obetydlig roll för siklöjan i Mälaren, likaså Eurytemora.

Bestånd

Näringskonkurrensen mellan siklöja och nors mildras starkt i Vättern genom förekomsten av relikter som norsen kan utnyttja. Ekointegrering har prövats i sjön (Braband 1984) och ger en uppskattad fiskmängd per hektar i vattenprofiler över olika djup. Över 50 meters djup eller mer var antalet fiskar 230-780 per hektar, med nors i storleken 11-12 cm i stor majoritet. Över grundare djupområden, 35 meter, steg fiskantalet till 1800-3300 per hektar, fortfarande med nors helt dominerande. Det kan inte råda någon tvekan om att norsen är mycket talrik i Vättern (Enderlein 1981). Så skulle inte vara fallet om siklöja och nors bara hade zooplankton att konkurrera om. Norsens mycket tät bestånd ger dock dålig tillväxt. Vätterns nors är småväxt jämfört med Vänerns. Men småväxt nors är ett ännu lämpligare byte för rovfiskar (röding, öring, lax, abborre) än storvuxna exemplar. En av grundvalarna för Vätterns höga avkastning av värdefull fisk är näringskedjan: talrika glacialrelikter-småväxt nors-rovfisk.

Widegren (1863) uppskattade fångsten av siklöja i Vättern till årligen 80-90 ton. Den officiella statistiken har som högst nått 70 ton (1918). I samband med införandet av nylonnäten steg

fångsten 1957 till 68 ton och medelfångsten 1954-60 var 64 ton mot bara 25 ton åren 1930-41. Stora svängningar i fångst, och bestånd, utmärker alla siklöjsjöar (Figur 1).

Siklöjan i Vättern, som är talrikast i norra halvan av sjön, har förlorat en del av sitt saluvärde på senare tid, liksom i andra sjöar. Beståndet anses vara för glest för romtäkt. Angrepp av parasiten *Henneguya* har inte gjort situationen bättre. Numera fiskar man siklöja mestadels för att få agn. Fritidsfisket med nät är begränsat till 180 meters länk. Den enskilde fiskaren satsar då hellre på de viktigare arterna (Essvik pers.medd.).

Men siklöjan utnyttjas indirekt. Numera fångas en stor mängd lax (detaljer sid 35), i medeltal cirka 12 ton. Laxens maginnehåll består till cirka 60% av siklöja. Laxens avbetning av siklöjbeståndet kan uppskattas till 20-25 ton, vilket alltså bör adderas till den officiella fångsten siklöja på 11 ton (i medeltal) på senare år. Fångsten ligger då i storleksklassen 30-35 ton, dvs ganska nära medeltalet innan laxen kom till Vättern. Siklöjbeståndet torde alltså vara oförändrat, trots den skenbart alarmrande statistiken.

Normalt är även sik och siklöja näringskonkurrenter, särskilt på yngelstadiet och gällande de sikar som äter plankton i större omfattning. Siklöja tenderar att undantränga sikar (Filipsson 1975, Svärdson 1976). Nu vet vi att Vätterns sikar, åtminstone som vuxna, inte äter plankton. Avkastningssiffrorna för siklöja och sik i Vättern är positivt korrelerade. För hela perioden 1918-86 är koefficienten 0.2729 ($P=0.0233$). Om de tio sista, för siklöja missvisande, åren tages bort blir koefficienten 0.5216 ($P<0.001$). Hela 27% av sikens variation kan förklaras med siklöjans - ett ovanligt högt värde.

Siklöjans yngel äter plankton: det kan vi vara säkra på utan speciella magundersökningar. Siken fick rika årsklasser efter varma juni-månader, resp vårligt högvatten. Bägge arterna fluktuerar parallellt i Vättern, i andra sjöar (utan relikter) råder motsatta förhållanden. Den slutsats vi bör dra är att sikynglet redan tidigt äter något annat än plankton. De mycket små - och

talrika - årsungarna av vitmärta kommer då i åtanke. Detta särskilt som vi vet att Pontoporeia reagerar positivt för kiselalgbloomningar och gödning, allt i måttlig mängd. Om sikynglet/-ungarna genom förekomsten av Pontoporeia lockas till djupare bottnar i stället för att leva ytligt/pelagiskt kan de också utnyttja de copepoder som siklöjan ej fångar.

RÖDING

Det finns tre olika arter av röding i vårt land. Samtliga har haft möjlighet att kolonisera Vättern. Där finns dock bara en art, storrodningen Salvelinus salvelinus kvar (Nyman, Hammar och Gydemo 1981). Den torde vara genetiskt påverkad av en eller två av de andra, ty enligt äldre fiskares utsago, fanns det förr tre olika lekar eller "kullar" av röding (Lindhe 1953). Först kom en mellanstor sort, så de största, som hade vita munnar, och slutligen de minsta, med svarta munnar, som dessutom bara lekte nattetid. Den gamle fiskaren T.F. Rylander, som berättade detta, mindes också faderns erfarenhet, att det var lättare skilja på rödingarna förr i världen.

Föda

Materialet omfattar 226 rödingar, uppdelade på storleksklasser och årstid under vilken de fångats. Med sommar menas april-september, övriga månader registreras som vinter (Tabell 6).

De minsta rödingarna, 20-29 cm, är bara representerade av 8 exemplar, alla från sommaren. De har ätit Mysis (50%) och Pontoporeia (40%), i mindre utsträckning Pallasea (6-7%). Om man vågar dra några slutsatser av ett så obetydligt material, är det intressant att Pallasea kommer sist av relikterna, eftersom just denna relik tycks ha ätits i stor utsträckning av unga rödingar i norrländska regleringsmagasin (Fürst, Hammar och Hill 1986).

Nästa storleksgrupp av rödingar, 30-39 cm, har ändrat diet. Nu är de fiskpredatorer med magar till 60% fyllda av nors, både sommar och vinter. Mysis har fortfarande stor betydelse medan

Pontoporeia sjunkit ner till 2-3%, samma värde ungefär som Pallasea. Den stora amfipoden Gammaracanthus dyker upp sommartid i magarna. Plankton, insektslarver och mollusker äts endast tillfälligt, medan rom på siklöjans lekplatser kan spela en roll, upp till 25%.

Tabell 6. Maginnehåll (%) hos 226 rödingar.

Storleksklass	20-29	30-39	40-49	>50 cm	Totalt
Nors, sommar	-	60.3	46.7	59.0	47.9
vinter	-	58.4	49.5	15.2	41.1
Siklöja, sommar	-	-	38.9	29.2	29.9
vinter	-	-	12.1	43.5	18.6
Storspigg, sommar	-	-	7.1	11.8	6.7
vinter	-	-	11.1	7.6	6.6
Lake, sommar	-	-	-	-	-
vinter	-	-	2.8	2.4	1.8
Fiskrester, sommar	-	-	-	-	-
vinter	-	-	7.9	22.5	10.2
Fiskrom, sommar	-	-	1.1	-	0.7
vinter(siklöja)	-	25.1	7.2	3.0	11.3
Mysis, sommar	50.1	25.3	0.5	-	6.5
vinter	-	0.2	2.8	0.1	1.2
Pallasea, sommar	6.5	3.2	0.2	-	0.9
vinter	-	7.9	0.6	3.2	3.6
Pontoporeia, sommar	38.7	3.2	-	-	2.8
vinter	-	2.8	-	-	0.8
Gammaracanthus, sommar	-	5.6	3.0	-	2.6
vinter	-	0.4	2.6	-	1.1
Saduria, sommar	0.6	-	0.6	-	0.4
vinter	-	-	-	1.2	0.4
Amphipoda, rester, sommar	-	1.8	0.7	-	0.6
vinter	-	-	2.8	1.0	1.4
Leptodora, sommar	-	-	0.7	-	0.4
vinter	-	-	-	-	-
Chironomider, sommar	0.2	-	0.1	-	0.1
vinter	-	3.8	0.3	-	1.3
Lynnea, Pisidium, sommar	0.2	0.2	0.1	-	0.1
vinter	-	-	-	-	-
Grus, frön, m m, sommar	3.7	0.4	0.3	-	0.4
vinter	-	1.4	0.3	0.3	0.6
Antal undersökta, sommar	8	16	81	25	130 st
vinter	-	29	36	31	96 "

I nästa grupp, 40-49 cm blir siklöjorna byte för rödingen. Nästan 40% av maginnehållet sommartid utgörs av siklöjor men nors är ännu vanligare (47%). Vintertid sjunker andelen siklöja medan nors och storspigg ökar. Storspigg är sedan gammalt känd som eftersökt föda av rovfiskar: spiggen går i stora stim, är lättfångad och fettrik. Den var förr i skärgården rentav en källa till oljeutvinning och gamla spigg-grytor kan ännu vittna om hur man kokade ur storspiggen dess fett. Ekman hörde fiskare säga att rödingen var talrikare de år det fanns mycket storspigg.

De största rödingarna, 50 cm eller däröver, är utpräglade fiskätare med nors, siklöja och storspigg, även något lake, som de viktigaste ingredienserna i födan. Nors tas mest om sommaren (59%) men siklöja främst om vintern (44%). Siffrorna torde återspegla att röding och siklöja lever mer åtskilda, genom vattentemperaturen, på sommaren. Siklöjan, som är ett större byte än nors föredras av stora rödingar, förutsatt att de finns i samma vattenskikt. Mysis, liksom Pontoporeia, är nu borta ur magarna, medan några få Pallasea finns kvar, vintertid.

Materialet ger samma bild av rödingens föda i Vättern, som de äldre författarna rapporterade (Widegren 1863, Alm 1934). Widegrens påpekande att mollusker äts om sommaren, inne i vikarna, stämmer, ehuru mängden är obetydlig (några promille).

Bestånd

Widegren uppskattade rödingfångsten till 50-60 ton, en troligen mer riktig siffra än motsvarande för sik och siklöja. Alm (1934) fann medelfångsten 1918-22 vara 56 ton, 1923-27 55 ton men 1928-32 hela 64 ton. Han tolkade uppgången som en följd av yngelutsättningarna från Borens hults fiskodlingsanläggning. Men senare (Alm 1960) nödgades han ta tillbaka denna tolkning. I stället såg han nu avkastningens variation som resultatet av normala årsklassväxlingar. Borens hult, en statlig anläggning, lades ner 1 juli 1961. Figur 1 återger rödingfångsten 1918-86. Det mest slående är den stadiga trenden kring 50 ton, dvs som på Widegrens tid. Under en så lång period som cirka 120 år har således rödingbeståndet

hållit sig tämligen konstant, trots talrika årsrapporter om hotande nedgång av olika orsaker, såsom överfiskning, förorening, skjutövningar på lekgrund etc.

Men de registrerade svängningarna i avkastning kan kommenteras ytterligare. En av de mest grundmurade sanningarna inom svensk fiskeribiologi är att sik negativt påverkar röding (i fjällsjöar) och att orsaken är konkurrens om zooplankton. Sikens effektivare munapparat ger den möjlighet att fånga mindre planktonobjekt, varigenom hela zooplanktonbeståndet ändrar karaktär (Nilsson och Pejler 1973). Rödingen har helt utrotats av sik i åtskilliga sjöar (Ekman 1910).

Vätterns rika rödingbestånd, vid sidan av en ännu rikare sikpopulation, är alltså en paradox. Men konkurrensen arterna emellan är inte borta. Alm (1960) och Svärdson (1960, 1963) kunde konstatera en negativ samvariation mellan arterna, statistiskt säkerställd. Det nu tillgängliga större materialet av årsavkastningar ger möjlighet till förnyad prövning. Korrelationen är fortfarande negativ, med koefficienten -0.3012 för tiden 1918-52 (före nylonnäten) och -0.3530 för tiden 1953-86. För hela årssviten blir koefficienten -0.5403 (P mycket mindre än 0.001). Sambandet är mycket säkert, statistiskt sett, och detta trots den våldsamt ökade sikavkastningen. Eftersom siklöjan är positivt korrelerad till sik blir sambandet siklöja-röding också negativt och likaledes statistiskt säkert.

Den förklaring, som gäller i fjällsjöarna, är sannolikt inte aktuell i Vättern. Näringskonkurrensen mellan yngel av sik och röding kan knappast i högre grad gälla zooplankton. Maganalyserna - som visserligen gjorts på äldre exemplar - tyder ej på någon planktondiet, däremot på att någon relik kan vara det som yngre fisk konkurrerar om. Det ynglen äter bör vara rikligt förekommande, eftersom så stora mängder ungfisk "släpps igenom". Pontoporeias ungar har samma storlek som zooplankton och finns i oerhörda mängder. Pontoporeia har reagerat på Vätterns gödning på samma sätt som siken. Det tycks finnas starka årsklassväxlingar i Pontoporeias reproduktion, påminnande om sikens årsklasser.

Att rödingavkastningen ej sjunker katastrofalt vid de siktoppar, som följde införandet av nylonnäten, visar att sikavkastningens kurva ej bara speglar sikbeståndet utan även markerar ökat uttag. De undersökta årsklassväxlingarna visar å andra sidan att beståndet av sik även spelar roll. Rödingfångsten sjönk något vid nylonnätens debut, troligen som följd av ökad ekonomisk överfiskning, dvs rödingarna togs vid för låg ålder. Grimås, Nilsson och Wendt (1972) visade att medelvikten landad Vätter-röding sjönk från 1.16 kg till 0.70 kg under tiden 1954-61. Redan Alm (1934) var fullt på det klara med att rödingen är ekonomiskt överfiskad. Han rekommenderade ett minimimått av 43 cm. Laboratoriets provfisken (Filipsson 1983) underströk fenomenet och påvisade att gamla exemplar saknades och att många rödingar ej var köns mogna. Minimimåttet höjdes 1975 från 36 till 38 cm och 1 januari 1984 till 40 cm. Fångsten steg från 47 ton (1953-74) till 51 ton (1975-86). Ett högre minimimått skulle höja fångsten än mer. Alms exempel visade att 1000 rödingar i storlek 32-35 cm väger 300 kg medan samma antal 43 cm långa rödingar väger 700 kg. Den naturliga dödligheten i detta storleksregister är låg hos röding, så de sparade fiskarna skulle troligen mestadels finnas kvar som större, och tyngre, i fångsten. Största kända röding i Vättern, 9.3 kg och 89 cm, fångades 1944 utanför Huskvarna (Arvidsson 1944).

ÖRING OCH LAX

Historik

Den stora öringen i Vättern - kallad vätterlax - utrotades 1918 genom att dess lekström, översta delen av Motala Ström, överbyggdes. Öringen var känd sedan 1200-talet. Fisket skedde bl a med laxkistor, där de två översta tillhörde Kronan och utarrenderades för 30 tunnor råg och 30 tunnor korn. Nedanför kistorna användes fyra notar. Allt enligt Widegren (1863).

Det har påståtts av folk kring Vättern att vätterlaxen flyttades till Bolmen, där den också etablerade sig som nedströmslekare. Denna senare så kända Skeen-öring lär ha inplanterats av J.H.

Lantzius i samband med att han köpte Skeens egendom 1890. Kihlbom (1936) beskriver denna stam och citerar uppgiften "detta fiskslag fanns icke förut där". Hur som helst är denna nedströmsöring nu utrotad även vid Skeen.

Länge fanns den kvar vid Kälarnes fiskeriförsöksstation, där den ingick i en serie experiment över arvets och miljöns inverkan på öring (Alm 1939). Försöken visade att Vätterns öring hade en ärftlig tendens till kraftig tillväxt, i alla miljöer.

Alm (1929) trodde först att ungarna, som blev ganska gamla innan de vandrade upp till Vättern, delvis representerade en egen population, som lekte i strömmen. Men senare (1939) kunde han omtolka fynden så att det verkligen gällde ungar. De morfologiska skillnader han funnit kunde återföras till skilda tillväxthastigheter mellan olika individer.

Medelvikten på i Vättern fångad öring anger Alm till 3-3.5 kg. Den nådde dock ofta 10-15 kg. Rekordet är från Motalaviken före 1918 på 23 kg (Olofsson 1963), vilket är högsta svenska kända notering. Den delar det skandinaviska rekordet med en öring från Mjösa och 1800-talet med samma vikt (Sunde 1938). Möjligen fanns anlagen fortfarande en tid kvar i Vättern eftersom en öring på 19 kg togs 1925 vid Motala (Ekman 1926) och en på 16.4 kg vid Bankeryd år 1955 (Lüning 1956). Kramning för romtagning ägde rum vid Motala Ström ännu på 1930-talet. En mycket liten del av de forna lekplatserna finns alltjämt kvar men elfiske hösten 1988 gav negativt resultat vad öringungar beträffar (Essvik, pers. medd.).

Saknaden efter den stora öringen kunde inte stillas av de mer småvuxna stammar, som fanns kvar i västgötasidans bäckar. Redan tidigt talade man bland yrkesfiskarna om att inplantera lax från Vänern och fiskeriintendenten Elias Dahr lovade 1945 att försöka ordna detta. Det dröjde till 1951 innan 40 000 rom kunde läggas in i Borensnult. Ynglet skulle dras upp till ensomriga där och i dammar vid Almnäs, söder om Hjo. Utsättningarna gav dåligt resultat men vid några tillfällen i mitten av 1950-talet insändes "mystiska" fjällprov till Sötvattenslaboratoriet för analys. Det

befanns att de tagits från laxar med utomordentlig tillväxt. På laboratoriet kände man vid den tiden inte till utsättningarna utan förvåningen blev stor.

Eftersom smoltutsättningar av lax i Östersjön slog igenom vid denna tid yrkade laboratoriet på att östersjösmolt skulle provas i Vättern genom Vandringsfiskutredningens (Laxforskningsinstitutet) försorg. Det dröjde flera år innan Börje Carlin, som var skeptisk till projektet, fick en grupp överblivna, tilltänkta avelsfiskar, som han kunde avvara. De sattes ut i Jämtlands Storsjö och i Vättern 1959. Resultaten var goda, i Vättern storslagna. De ledde till flera års experiment med olika laxstammar i norrländska sjöar (administrerade av Tage Ros) samt småningom regelbundna smoltutsättningar i Vättern. Sedan halvannat decennium ger dessa nu en stadig och mycket hög avkastning på mellan 500 och 1000 kg per utsatta tusen smolt.

Föda

Tabell 7 ger detaljer om öringens och laxens föda. Det är sedan gammalt känt att den nutida öringen i Vättern (liksom den utrotade stora rasen) lever av nors, siklöja och storspigg. Laxen har en liknande diet.

Tabell 7. Maginnehåll (%) hos öring och lax.

	Öring	Lax
Nors	20.7	16.3
Siklöja	15.4	59.7
Storspigg	8.8	13.2
Abborre	-	1.0
Fiskrester, obest.	28.8	5.4
Mysis	2.4	0.8
Pallasea	0.5	2.6
Pontoporeia	0.3	-
Gammaracanthus	0.4	0.5
Amphipoda, rester	1.6	-
Plankton	-	0.5
Akvatiska insekter	3.8	-
Terrestra "	16.9	-
Grus/växtdelar	0.4	-
Antal undersökta	38	151 st

I siffror räknat står norsen för 21%, siklöjan 15% och storspiggen 9% av öringens maginnehåll. Därtill kommer hela 29% fiskrester som ej säkert kunnat analyseras men som sannolikt mest utgjorts av nors. Hos laxen blir proportionerna annorlunda: siklöja 60%, nors 16 och storspigga 13 med bara 5 procent obestämbara rester. Man kan säga att örningen är principiellt en norspredator - liksom rödingen - medan laxen spelar samma roll gentemot siklöjan.

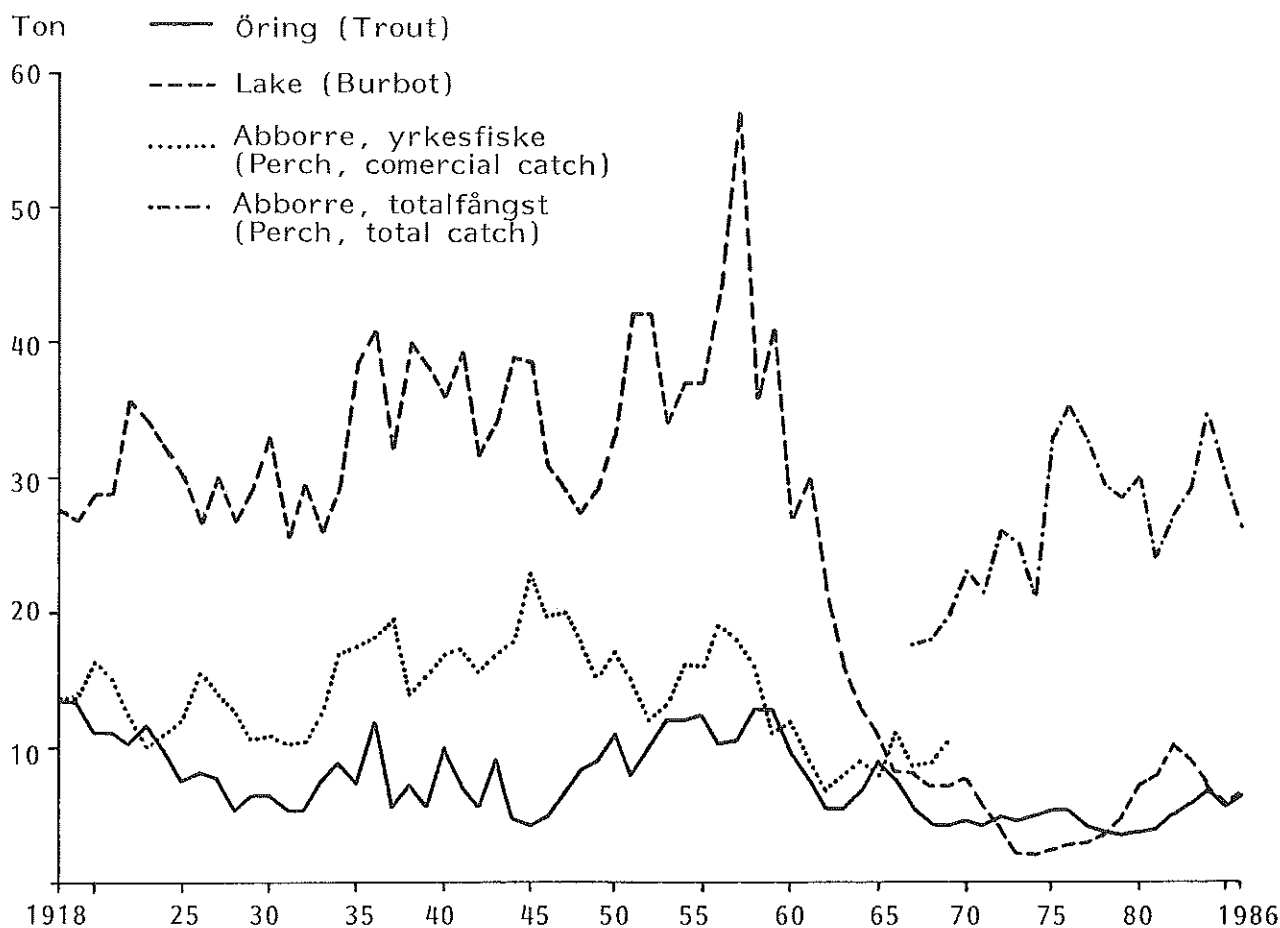
Glacialrelikter är fåtaliga i maginnehållet, 5% för örningen (mest Mysis) och 3% för laxen (mest Pallasea). Dock måste påminnas om att de undersökta fiskarna är ganska stora och att unga exemplar troligen har en annan diet.

Detta gäller särskilt insekter. Örningen har till 20% ett maginnehåll, bestående av mestadels terrestra insekter, tagna på vattenytan eller strax under. Unga laxar, postsmolt, anses i viss utsträckning leva av luftburna insekter som de tar i sig vindråkar, dvs skumränder där nedåtgående kastvindar träffat vattenytan. Inga spår av denna diet finns dock i föreliggande material.

Bestånd

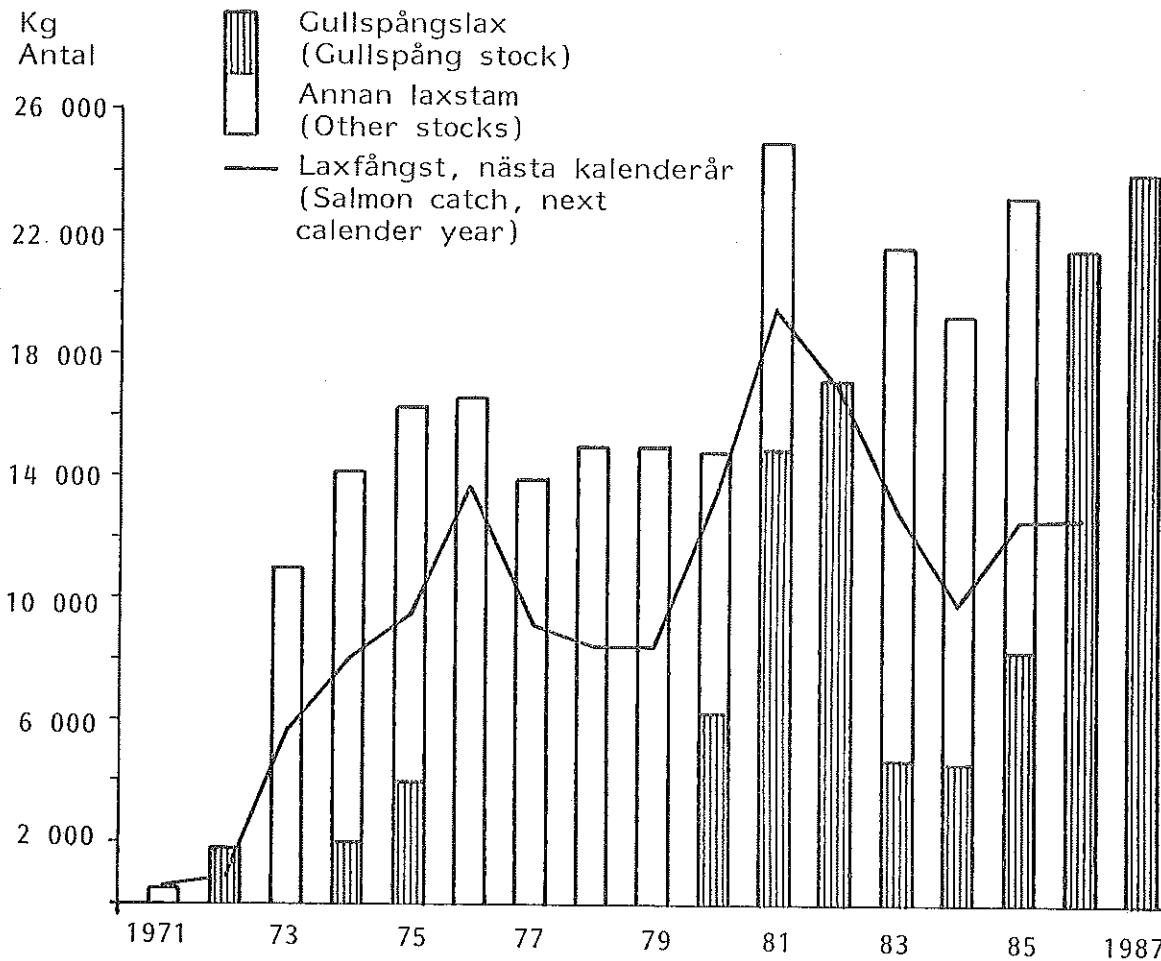
Öringens beståndsutveckling återges i Figur 2. I stort sett minskar örningen kontinuerligt under hela perioden 1918-86. De första åren efter överbyggnaden vid Motala Verkstad fångades strax över 10 ton öring men i början av 1930-talet var avkastningen nere i 5 ton. En tillfällig topp på nära 12 ton 1936 följdes av ny nedgång och åren 1944-46 nådde fångsten ej upp ens till 5 ton. 50-talet betydde en återhämtning, troligen delvis en följd av nylonnäten, men 1968-74 kom sju år i svit med lägre fångst än 5 ton öring. I slutet av 70-talet dalade fångsten under 4 ton men 80-talet har betytt en viss återhämtning, till 5-7 ton.

Orsaken till denna gradvisa kräftgång är okänd. En utredning, avslutad 1988, anger cirka 40 öringbäckar runt sjön med en sammalagd smoltmängd av 15 000-25 000, dvs samma antal som de utsatta laxsmolten. Sannolikt produceras nu fler öringungar än på 1950-talet (Essvik, pers.medd.).



Figur 2. Fångst av öring, lake och abborre i Vättern 1918-86.

Laxens avkastning är helt beroende av antalet utsatta smolt. Med början 1971 har regelbundna utplanteringar skett, åren 1974-80 med cirka 14 000 smolt årligen och en fångst av drygt 10 ton, åren 1981-86 cirka 20 000 smolt med en fångst av 15 ton. De årliga växlingarna återges i Figur 3, där fångsten ett år efter utsättningen lagts in på resp års stapel över utsättningen. Gullspångslax markeras särskilt. När fångst och utsättning når samma värde, som 1982, betyder det att 1000 smolt gett 1000 kg fångad lax - ett utomordentligt resultat. När fångsten når halva stapeln är fångsten i stället 500 kg per 1000 smolt. Under detta värde når resultatet ej under hela tiden. En siffra på 500 kg/1000 smolt är å andra sidan ett värde, som öringutsättningar nästan aldrig kan ge. Laxen är klart mera lönsam att sätta ut än öring-smolt. Laxsmolt, utsatta i bäckmynningar, återvänder som könsmogna exemplar. Detta bör utnyttjas för att säkra stammen av gullspångslax, som då också har utsatts för naturligt urval.

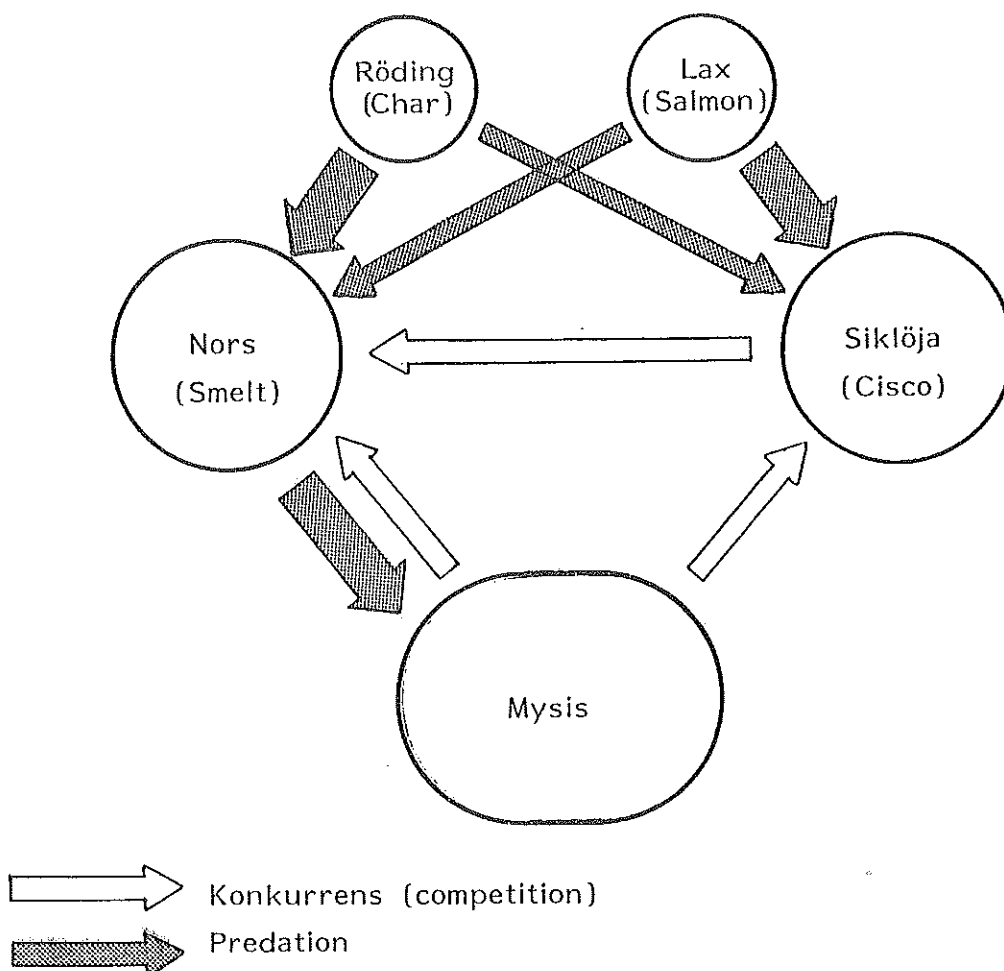


Figur 3. Smoltutsättning (antal) och fångst av lax (kg) i Vättern 1971-87.
(Smolt release and salmon catch 1971-87.)

Laxen som hot mot rödingen

Redan tidigt redovisade dåvarande föreståndaren vid Borenhult (Adolfsson 1960) farhågor för att laxen skulle vara ett hot mot siklöjefisket och rödingen. Hans kalkyl - som dock kritiserades - antydde att en laxfångst värd 1 krona motsvarades av en foderåtgång på siklöja, värd 7 kr. I dagens penningvärde är 1 kg lax värt 35-40 kr, en smolt kostar cirka 15 kr och ett kg svårsåld siklöja ger fiskaren en tia. Vid en årlig utsättning av 20 000 smolt är kostnaden 300 000 kr plus den bortfallna siklöjefångsten (se ovan) om 20 ton, värd 200 000 kr. Laxfångstens värde pendlar kring 600 000. Kalkylen går ihop, förutsatt att laxen ej inkräktar på rödingens bestånd.

Rödingen äter nors och siklöja, mest nors. Laxen samma arter, mest siklöja. Men siklöja och nors står i balans mot varandra och bägge gentemot Mysis. Figur 4 åskådliggör balanserna mellan alla arter, sådana de kan bedömas med nuvarande kunskap.



Figur 4. Mysis, nors, siklöja och rovfiskarna röding och lax lever i ett komplicerat balansförhållande med näringskonkurrens och predation.

Mysis är predator på plankton, därmed konkurrent till både siklöja och nors. Siklöjan är bättre planktonjägare än norsen, som i sin tur äter Mysis. Om Mysis ökar, så minskar siklöjan. Då ökar norsen som betar av fler Mysis. Jämvikten återställs. Om Mysis å andra sidan minskar, gynnas siklöjan, trycket på norsen ökar och dess bestånd minskar liksom avbetningen av Mysis. Balansen återställs igen.

Laxen äter mest siklöja, medan rödingen äter mest nors. De bägge arterna kompletterar varandras avbetning bättre än vad röding-

öring gör, eftersom den nutida öringen äter mycket nors. Laxen bidrar till att stabilisera den balans som de lägre nivåerna i födo kedjan intar.

Rödingen tar också något mindre byten än laxen. Norsen är vanligen 10-12 cm, siklöjan större. Av siklöjor i fiskmagarna, som kunde mätas, var storleken denna:

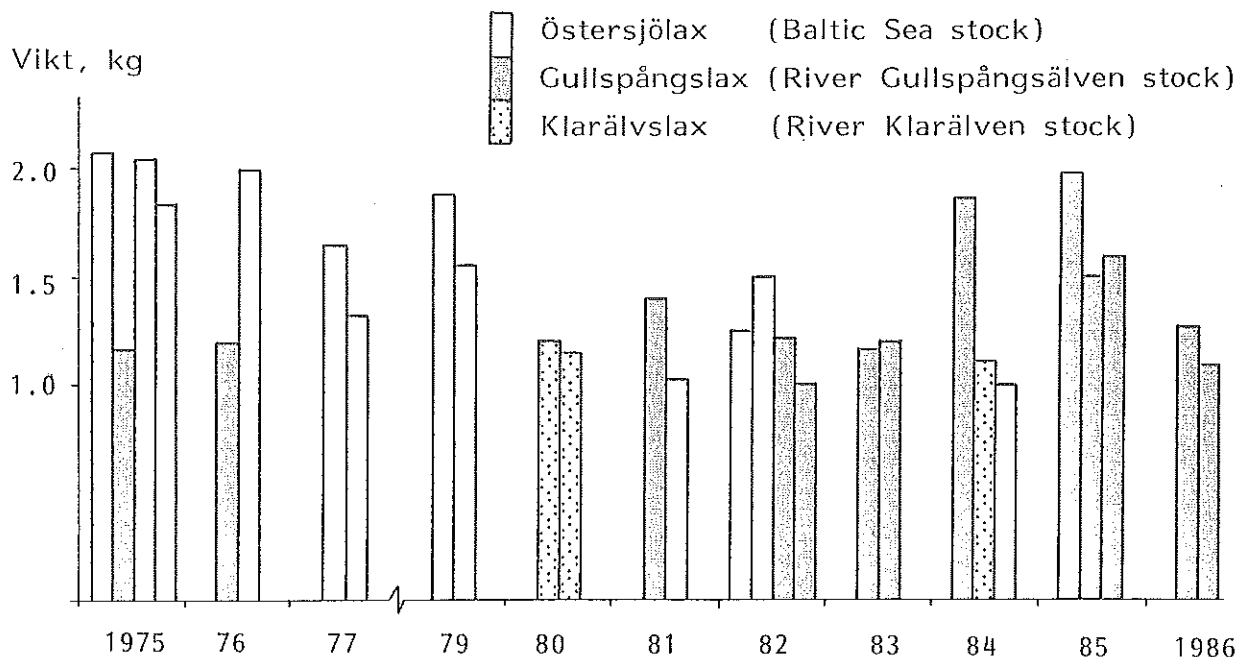
	13	14	15	16	17	18	19	20 cm	antal	medelstorlek
röding	2	7	15	13	3	-	-	- "	40	15.2 cm
lax	1	6	17	7	14	7	11	3 "	66	16.6 "

Uppdelat på olika storleksklasser av röding blev materialet tunnare, men en tendens var att 30-40 cm rödingar ej tog större siklöjor än 14 cm. Rödingens selektion av mindre bytesfiskar stärks än mer om man betänker att unga siklöjor går högre upp i vattnet än de äldre och större. Laxen jagar ytligare än rödingen, dvs där de minsta siklöjorna går. Att rödingens magar ändå innehåller siklöjor av mindre storlek än den i laxmagarna understryker de olika predatorernas selektionstryck gentemot större eller mindre bytesfiskar.

Denna delvis hypotetiska diskussion bör kanske kompletteras med att äldre siklöjor är kända för att hålla nere sin egen reproduktion genom näringskonkurrens med årsyngel. En ökad avbetning av gamla siklöjor tenderar följaktligen att förbättra rekryteringen, ytterligare en stabiliserande faktor.

Om laxen vore ett omedelbart hot mot rödingen, skulle den senare ha reagerat starkt negativt på att en ny predator tillkommit som avkastar 12-15 ton årligen. Så har ej skett. Hur högt man kan låta laxutsättningarna stiga över nuvarande nivå går knappt att beräkna i förväg, beroende på den inbyggda stabiliseringen. Rent praktiskt bör man nog låta utsättningen av laxsmolt öka till en nivå där effekten på röding är tydlig. Men dessförinnan torde siklöjefångsten sjunka ytterligare. Får siklöjan ett högre ekonomiskt värde, t ex genom tillvaratagande av rom, som sker i Mälaren och Vänern, blir kalkylen snart negativ redan med nuvarande nivå på laxutsättningen.

Det vore rimligt om den första effekten av att närma sig den kritiska gränsen är en försämring av laxens tillväxt. Figur 5 som sammanställts av Bengt Brodin, antyder ännu ingen sådan trend nedåt av medelstorleken, ett drygt år efter utsättningen av smolt.



Figur 5. Vikt av lax andra sommaren efter smoltutsättningen i Vättern.
(Salmon weight in second summer after smolt release.)

LAKE, GERS OCH HORNSIMPA

Lake, gers och hornsimpa bildar en grupp av starkt bottenbundna fiskarter. De har relikter som viktigt inslag i födan, de är eller har varit talrika i Vättern och har nyligen genomgått kraftiga beståndsväxlingar. De står i ett komplicerat konkurrens- och predationsförhållande till varandra.

Två sorters lake

Laken är circumpolär och likformig över hela sitt utbredningsområde. Tidigare skilde man ut tre geografiska raser, en i Gamla Världen, två i Nordamerika, en östlig och en västlig. Men Scott och Crossman (1973) anser att det rör sig om kliner (gradvisa övergångar) och att inga namngivna raser kan upprätthållas.

Mot denna bakgrund kan det förefalla egendomligt att uppgift finns om två olika lakar i Vättern, djup- och stenlake (Fürst 1971). I ett senare arbete (Fürst 1985) påvisas att de två lakarna har olika antal gälträfständer, skilda tillväxthastigheter samt olika lektider. Djuplaken leker, enligt yrkesfiskarna, djupare än 50 meter, på senvintern fram till mars, medan stenlaken leker nära stränderna vid jultid. Storlaken var tidigare densamma, 0.5-0.7 kg, men efter kraschen i lakbeståndet (se nedan) blev djuplakarna stora, mellan 2 och 4 kg. Grundfärgen är gul hos djuplaken, mörk hos stenlaken. Fläckarna är brunsvarta hos båda. Gula exemplar blandas med mörka när stenlaken leker. Dessa observationer tyder på att färgen främst torde bero på det ljusklimat, där laken uppehåller sig. Bjärtare färgkontraster hos fiskar från djupare vatten kan man se hos andra arter, t ex gädda.

Hur denna dubbelhet skall uppfattas är tillsvidare oklart och tyvärr har tillbakagången i lakebeståndet på senare år försvårat fortsatt studium av problemet.

Arternas föda

Laken och hornsimpan liknar varandra mest när det gäller födan (Tabell 8). Gersen har en mer varierad diet. Det större magmaterialet för denna art har uppdelats i tre grupper, från maj, augusti och december (Tabell 9).

Eftersom de undersökta lakarna är ganska stora, dominerar fisk i maginnehållet. Av de säkert identifierade bytena är siklöjan förvånande nog vanligast med hela 28%. Den pelagiska siklöjan borde vara skyddad mot predation från en bottenlevande rovfisk. Övriga byten: nors, storspigg, gers och hornsimpa i ungefär likstora poster om 5-7% av maginnehållet, kan lakarna ha tagit vid botten eller högre upp i pelagialen. Detsamma kan gälla siklöjorna. Norsarna återfanns uteslutande hos en liten grupp lakar, som av yrkesfiskaren som sänt in dem, kallades djuplake. En så stor post som 14% består av fiskrester som ej kunnat artbestämmas men som bör uppdelas på de redan nämnda arterna. Abborre och småspigg finns representerade med 1-2%. Laken framstår som en ovanligt flexibel och opportunistisk predator på fisk.

Tabell 8. Maginnehåll (%) hos lake och hornsimpa.

	Lake	Hornsimpa
Mysis	0.2	8.7
Pallasea	14.2	25.5
Pontoporeia	-	7.6
Gammaracanthus	1.3	13.2
Saduria	0.4	18.2
Amphipoda, rester	-	12.6
Asellus	1.0	-
Gammarus	0.9	-
Siklöja	28.1	-
Hornsimpa	6.7	-
Gärs	5.8	-
Småspigg	0.9	-
Storspigg	7.0	-
Abborre	2.5	-
Nors	5.3	-
Fiskrester	13.8	2.6
Fiskrom	6.1	1.5
Mollusker	1.8	-
Cyclops	-	0.3
Trichoptera, larver	0.2	1.0
Grus/växtdelar	3.8	8.8
Antal undersökta	54	60 st

Tabell 9. Maginnehåll (%) hos görs.

	Maj	Aug	Dec	Totalt
Bosmina, Daphnia	-	1.2	-	0.5
Eurycercus	-	1.6	-	0.6
Cyclops/Diaptomus	0.8	6.0	-	2.6
Asellus	2.4	2.0	1.3	2.0
Gammarus	7.3	0.5	-	3.4
Pallasea	9.3	28.7	12.0	17.1
Pontoporeia	16.5	13.0	10.9	14.1
Mysis	0.2	0.4	2.0	0.6
Gammaracanthus	-	2.2	7.6	2.2
Saduria	1.5	1.0	-	1.0
Amphipoda, rester	4.9	4.2	5.4	4.7
Ostracoda	0.3	0.6	-	0.4
Mollusca	0.9	2.5	-	1.3
Hirudinea	0.2	-	-	0.1
Ephemeroptera, larver	-	-	9.7	1.8
Trichoptera, larver	0.6	1.3	0.4	0.8
" puppor	1.2	1.3	-	1.0
Chironomidae, larver	34.9	26.3	6.3	26.5
" puppor	18.9	3.4	-	9.6
Fiskrester, obest.	-	1.2	4.1	1.2
Fiskrom (trol. siklöja)	0.1	-	40.2	7.5
Grus/växtdelar	-	2.6	0.1	1.0
Antal undersökta	64	55	27	146 st

Av glacialrelikterna är Pallasea vanligast (14%) medan Pontoporeia märkligt nog saknas. Möjligen är den för liten. Både Gammaracanthus och Saduria är talrikare än Mysis, alla dock med mycket små tal, en procent eller mindre. I norrländska sjöar är laken känd som en utpräglad Mysisätare i de vatten där denna relik introducerats. I sydsvenska sjöar är lakens förkärlek för relikter så utpräglad att undersökning av några lakmagar kan vara bekvämas- te sättet att klarlägga om relikter överhuvud taget finns i en viss sjö.

Asellus och Gammarus är ovanliga i fiskmagar från Vättern. De finns med hos laken men bara i små tal, kring en procent. Mollusker är något vanligare, det gäller Lymnea och Planorbis. Trichoptera-larver finns också med som en obetydlig post.

Hornsimpa

Hornsimpan är Vätterns mest specialiserade relikttätare. Den är ju också själv en relik och har levt samman med de relikta kräftdjuren under mycket lång tid. De 60 undersökta simporna hade till 86% ätit relikter. Större simporna hade, naturligt nog, ätit större relikter.

	44 hornsimpor < 20 cm	16 hornsimpor >20 cm
Pontoporeia	14%	1%
Pallasea	27	29
Mysis	30	1
Gammaracanthus	7	21
Saduria	17	30

Ingen annan fisk i Vättern äter så mycket skorv som hornsimpan. Dietskillnaden mellan stora och små simporna illustrerar även vanskligheten med maganalyser. Resultatet blir beroende på materialets sammansättning. Westin (1968) undersökte ett litet antal stora hornsimporna i Vättern och fick ett liknande resultat. Han förklarade vätter-simpornas gula romfärg med frånvaro av Pontoporeia i dieten under den tid rommen anlades. Andra hornsimpebestånd har grön eller blågrön romfärg. Det förefaller troligare att det är totala mängden kräftdjur, jämfört med andra inslag i födan, som avgör om färgen blir gul eller inte. Horn-

simpan i Vättern äter ytterst obetydligt med fisk, fiskrom, plankton eller insektslarver, totalt bara omkring 5%. Liksom hos andra fiskar, som rör sig utmed botten, förekommer i hornsimpans mage gruskorn och växtdelar, som tagits i misshugg samtidigt med ett mer smältbart byte.

Gers

Gersen är känd som en specialist på att äta fjädermygglarver. Så är fallet också i Vättern. En fjärdedel av alla gersars maginnehåll bestod av chironomid-larver och ytterligare 10% av puppor. Även dag- och nattsländelarver och puppor förekommer, men med små tal.

Att den bottenlevande gersen skall äta relikter är väntat: Pallasea är vanligast, följd av Pontoporeia, tillsammans drygt 30%. Mysis rör sig förmodligen för högt upp för gersen, så att både Gammaracanthus och Saduria oftare blir byte, alla dock med frekvenser kring bara 1-2%. Asellus och Gammarus är oftare representerade i gersens mage än hos andra fiskarter, som undersökts i Vättern. Tillsammans når de upp till 5%.

Småposter av Bosmina, Eurycercus, Cyclops, ostracoder, mollusker och iglar avrundar gersens mångsidiga diet. Den äter även rom, i december uppgår siklörrom till mycket höga tal, 40%. Av övriga säsongmässiga förändringar märks insektslarvernas och puppornas dominans i maj med undantag för dagsländelarverna som, med ny generation, blir begärliga i december.

Gersen kan ta byten djupt ner i sedimentet och är föga specialiserad. Dess maginnehåll har rentav betecknats som mer representativt för bottenfaunan än någon av människan uppfunnen bottenhämtare (Larsson och Landner 1974). Det illustrerar i så fall att fjädermygglarven utgör en stor del av djurlivet på en sjös botten.

Beståndsförändringar

Widegren (1863) hade tydligen bara fått uppgifter om djuplaken från de fiskare han intervjuade. Han säger nämligen att laken leker på 30 famnars djup från början av februari. Den vistas

hela året på djupt vatten, där den fångas med rev. "Den blir i Wättern ingalunda stor". Han jämför då med Vänern, där laken blott om sommaren finns på djupt vatten och där "mesta parten af dem som fångas väger 6 skålp."

Att Widegren fann laken småvuxen i Vättern måste tolkas som att arten på hans tid var vanlig. Enligt yrkesfiskarnas uppgifter (Fürst 1985) har kraschen i lake-beståndet främst drabbat djup-laken, som då också blivit mer storvuxen, dvs nått samma storlek som i Vänern.

Enligt den officiella statistiken (Figur 2) var avkastningen av lake cirka 30 ton årligen fram till mitten av 1930-talet, då den ökade till 35 ton. Fisket efter lake bedrevs mest med rev, som bifångst vid nätfiske efter sik och röding samt slutligen från "stugor" eller "lakbusor" på isen, de år då Vättern var isbelagd. Detta isfiske sker med "käxe" eller "kräggla", dvs en korg av krokor med ett ovanför upphängt bete. Det äger rum nattetid och har beskrivits som "mer roande än givande". Lakstrutar användes i Vättern sedan gammalt men fick ej stor användning i sjön förrän 1954. Då ordnade hushållningssällskapet i Östergötlands län en studieresa till Vänern. De fiskare, som deltog, fick med sig hem några nya lakstrutar, gjorda av nylon. De provades och befanns vara mycket rikt givande. De kunde också stå ute längre tid utan att förstöras. Redan vid 1956 års början fanns mellan 1500-2000 lakstrutar av nylon enbart på sträckan från Vadstena ner till Jönköpings läns gräns (Tidemann 1956). Fångsterna var stora, i genomsnitt 3 kg per vittjning och med upp till 400 kg som rekord. Varje fiskare hade 50-225 strutar.

Redan 1957 nåddes i Vättern en topp med 57 ton som samtidigt tog knäcken på lakens bestånd. 1963 gick fångsten ner under 20 ton, 1966 tio ton och 1974 nåddes en bottennotering på 2 ton. På 80-talet har en svag återhämtning skett, till 5-7 ton, dvs en tiondel av 1957 års fångst. Ett klassiskt fall av biologisk överfiskning med andra ord, som följd av införandet av ny och effektivare redskap. Förvånande är att överfiskning kan drabba en art med så utomordentlig hög romproduktion. En stor hona kan ha mer än en miljon ägg.

Det är nog inte heller reproduktionen som sådan som skadats. Snarare gäller det överlevnaden hos unga lakar. Gersen är nu så vanlig att den vid Sötvattenslaboratoriets provfisken (Filipsson 1983) noterades som överlägset talrikast i individantal. Även hornsimpan är ganska talrik. Bägge arterna har ökat i antal efter det att lakens bestånd kraschat, enligt en rundfråga till yrkesfiskarna som Fürst (1985) gjorde. Gers och hornsimpa är båda näringskonkurrenter till unga lakar och troligen predatorer på de lakyngel, som efter ett pelagiskt stadium börjar sitt liv vid botten. Försvinnandet av äldre predatoriska lakar medförde därmed försvårad överlevnad för lakens ungar och en minskad rekrytering till beståndet av fångstbara exemplar.

Redan Widegrens uppgift om att Vätterns djuplake på hans tid var ganska småvuxen, jämfört med storleksökningen efter kraschen på 1950-talet antyder, att laken upplever intraspecifik näringskonkurrens. Det finns även konkurrens under det första yngelstadiet. Ynglet uppehåller sig då i samma miljö som siklöja och nors och lever av zooplankton. Clady (1976) diskuterar lakens och siklöjans yngelförekomst i Oneida Lake, New York. I maj uppträdde de i samma vattenskikt men lakens yngel var något mer spridda ner mot ett djup av 20-30 meter medan siklöjan höll sig i de översta tio meterna. Oneida är en ganska grund sjö.

Som tidigare nämnts är lakens fångstsiffror negativt korrelerade med sikens (koefficient -0.5378 , $P < 0.0001$). Därutöver är laken positivt korrelerad till avkastningen av öring ($r = 0.6141$, $P < 0.0001$). Frågan är vad som ligger bakom dessa rent statistiska samband.

När det gäller öringen torde det vara ett skenbart samband. Båda arterna går tillbaka, öringen sakta men tydligt, laken hastigt efter en topp. Båda kurvorna går långsiktigt åt samma håll, vilket åstadkommer en positiv korrelation. Någon rimlig biologisk förklaring är svår att finna. Möjligen skulle man kunna hävda att bägge arterna äter siklöja och, om denna art minskar, de bägge predatorerna också gör det. Men öringen äter mera nors än siklöja och ingen av arterna torde vara allvarligt beroende av siklöja som föda.

Med siken kan det förhålla sig annorlunda. Laken äter sikens rom. Bägge arternas yngel och ungar har ett pelagiskt stadium och sänker sig senare mot botten, lakens ungar främst mot litoralen. Hur mycket plankton sikynglet äter innan de går över till Mysis och Pontoporeia har tidigare diskuterats. Lakens yngel och ungar kan göra detsamma som sikens. Det kan alltså finnas en grund för en negativ korrelation och sikens våldsamt rika årsklasser fr o m 1950-talet kan delvis ha berott på den kraftiga minskningen av lake i sjön vid samma tid till följd av de nya lakstrutarnas effektivitet.

ABBORRE OCH MÖRT

Widegren (1863) jämförde Vättern och Vänern och fann både abborre och mört betydligt sparsammare i den förra sjön. Abborren "finns i ringa mängd" säger han om Vättern.

Vid 1974 års provfiske med översiktsnät fann Filipsson (1983) att abborren var tredje art i antal och fjärde, räknat i vikt. Mörten var vid samma fiske den fjärde i antal men den första i vikt räknat. Detta var en överraskning och gällde för stora delar av sjön. Mörten är ej föremål för fiske i Vättern och blir därför gammal. Mörten är, i näringsfattiga sjöar i Norrland, känd för att främst uppträda i de näringsrikaste vikarna. Både abborre och mört är vanligast i den grunda och varmare norra Vättern. Widegrens allmänna omdöme står sig därmed än idag, även om mörten säkert ökat sedan hans tid.

Föda

Abborrens diet är ganska omväxlande. Det är välkänt att arten som ung äter plankton, som äldre fisk. Stickprovet från Vättern (Tabell 10) omfattar bägge kategorierna. Av plankton äts cladocererna Eurycercus och Bosmina, av relikterna Mysis och Pallasea (ej Pontoporeia), av insekter främst chironomid-puppbor och av fisk slutligen nors, stensimpa, småspigg och lakungar. En mycket stor post på 17% utgör obestämda fiskrester. Antalet undersökta abborrmagar är bara 35 och materialet sålunda väl knappt för djupare analyser.

Tabell 10. Maginnehåll (%) hos abborre och mört.

	Abborre	Mört
Bosmina	4.8	-
Daphnia, Alona	0.1	0.3
Bythotrephes longimanus	0.9	-
Eurycercus	11.1	3.7
Cyclops	1.8	0.1
Eurytemora	1.0	-
Heterocope	1.0	-
Asellus	0.3	-
Gammarus	4.4	-
Mysis	10.4	-
Pallasea	8.9	1.2
Amphipoda, rester	4.3	7.1
Nors	2.3	-
Lake	1.7	-
Mört	0.7	-
Småspigg	1.7	-
Stensimpa	2.9	-
Fiskrester	17.0	0.2
Fiskrom	3.1	-
Coleoptera	0.1	0.2
Trichoptera, larver	0.2	68.3
" puppor	5.7	-
Chironomidae, larver	1.2	1.3
" puppor	12.9	1.7
Mollusca	-	8.7
Ostracoda	-	0.1
Turbellaria	1.1	-
Alger	-	7.0
Grus	0.4	0.1
Antal undersökta	35	64 st

Av mört har undersökts 64 exemplar, vilket därmed kan ge säkrare resultat (Tabell 10). Mörten har ej så varierad diet som abborren. Den framstår i det undersökta materialet som Vätterns på nattsländelarver mest specialiserade fiskart, med nära 70% av maginnehållet bestående av denna föda. Däremot har mörten ej (till skillnad från abborren) tagit några nattsländepuppor. Mörten, särskilt de större exemplaren, är från andra sjöar känd som molluskätare. Omkring 9% av det undersökta maginnehållet utgjordes av musslor och snäckor. Av relikter åts Pallasea och de obestämda amfipodrester, som noterades, hänför sig sannolikt till denna art. Den bottenlevande cladoceren Eurycercus, slutligen, uppnår ungefär 4%. Helhetsbilden av mörstens näringssök blir en strikt bottenbunden diet från ett ganska ringa vattendjup. Alger är hos mörten en "nödföda", som i vissa vatten kan bli nästan dominerande. Men i Vättern spelar den en ringa roll (7%).

Abborrbeståndet

Abborren har omfattats av den officiella statistiken sedan 1914. Men när dåvarande Lantbruksnämnden i Jönköping övertog ansvaret för insamlingen av primäruppgifter, ombads även fritidsfiskare delta med uppgifter. Det medförde en höjning av den registrerade abborrfångsten med nära tio ton fr o m 1967.

Abborren är känd för att reagera på varma somrar (vårar) med rika årsklasser. Under det varma 30-talet nådde fångsten (bara yrkesfisket) nästan 20 ton men på det allmänt kyliga 60-talet kröp den under 10 ton. Avsättningssvårigheter kan ha påverkat avkastningen under efterkrigstiden, i stigande omfattning. När fritidsfiskets fångster inräknats, ligger den årliga abborrfångsten nära nivån 30 ton. Toppen åren 1975-77 tyder på en rik årsklass, möjligen från den varma juni 1973.

Den utökade statistiken fr o m 1967 försvårar beräkningarna över eventuella samvariationer med andra arter. Sik dominerar över abborre i kalla sjöar (Svärdson 1976b) och en svag negativ korrelation finns i Vättern men når ej statistisk säkerhet.

Det gör däremot det positiva sambandet mellan abborre och lake (koefficient 0.5970, $P < 0.001$). Lakens variation förklarar 34% av abborrens, en hög siffra. En möjlig biologisk förklaring kan vara att lakens yngel, liksom abborrens som kläcks några månader senare, reagerar likartat på utsvämning av närsalter och på vårens-försommarens temperatur. De är samtidigt så relativt fåtaliga, jämfört med ynglen av nors, siklöja och sik, att de ej inbördes påverkar varandra men kan reagera parallellt inför svängningar i det konkurrenstryck, som utövas av de tre talrikare arternas yngel.

Men detta är föga mer än en spekulaton. Liksom beträffande flera av de andra interaktioner, som statistiken om Vätterns fiskar berättar om, måste mer underbyggda förklaringar skapas genom fortsatt forskning över fiskynglets näring i sjön.

DISKUSSION

Av de sjöar inom landet, som fått sina relikter genom naturlig spridning, har Vättern erbjudit dem den bästa miljön. Sjöns karaktär av gravsänka längs den östra strandens förkastningsbrant skapar ett många mil långt område med vattendjup omkring 100 meter. Stränderna blir branta och utsatta för stark vågrörelse. I norr är Vättern grundare och mer lik vanliga sjöar. Där blir faunan likaledes mer allmängiltig, om man bortser från de utsläpp av metaller från industri, som sedan länge satt sin prägel på sediment och bottenfauna i denna del av sjön (Grimås 1969).

Det är individrikedomen hos de tre viktigaste relikterna *Pontoporeia*, *Mysis* och *Pallasea* som gör Vättern så enastående. De utgör grunden inte bara för de mer predatoriska *Gammaracanthus* och *Saduria* utan även för hornsimpan. Dessa tre senare arter har likaledes sin talrikaste svenska sötvattensförekomst i Vättern.

Det har tidigare framhållits att relikterna mycket starkt påverkar den övriga lägre faunan, den som i reliktlösa sjöar utgör den egentliga fiskfödan. *Mysis*' inverkan på zooplanktonbeståndet innebär att fiskfaunans inslag av pelagiska arter blir fåtaligt. Siklöjan är, relativt sett, fåtalig och har alltid, ända sedan Widegrens tid, noterats som större än Vänerns siklöja, sannolikt ett resultat av glesare bestånd. Norsen, som utnyttjar *Mysis* som föda vid sidan om zooplankton, kan bygga upp en mycket tät population, bestående av småvuxna exemplar. Norsen är mindre i Vättern än i Väneren, där den kan bli storvuxen (sлом).

Grimås (1969) tolkade litoralens relativa fattigdom i Vättern som en följd av den branta strandprofilen. Den fick organiskt material att lätt spolats ner mot profundalen. Detta är säkerligen en medverkande faktor men relikternas närvaro skärper troligen detta förhållande. Grimås fann att frekvensen djur i profundal och litoral tenderade att vara negativt korrelerade, dvs i områden med rik profundal var högre upp liggande litoral fattig. Eftersom åtminstone *Pallasea* går ganska högt upp längs stränderna kan man tänka sig att det starka populationstrycket bland relikterna i profundalen ger reliktflyttande även längs branterna uppåt.

Både Grimås och Wiederholm pekar på att chironomider vandrar in där Pontoporeia viker undan inför en stark organisk belastning av sedimenten och att oligochaeterna följer i ett senare, mer avancerat skede. I söder har eutrofieringen varit starkast. Av en total årlig tillförsel av fosfor, som på 50 år stigit från 60 till 200 ton, har cirka 130 ton kommit med vattendrag mynnande i sjöns sydände. Av de beräknade mängderna organiskt material om 50 000 ton kommer hälften från söder (Ahl 1968, Grimås 1969). Detta gällde vid den tid då tillförseln kulminerade, numera är den på tillbakagång till följd av reningsåtgärder. Reliktfaunan i söder har förändrats i motsvarande riktning. Längre norrut har den gynnats av gödningen.

Uppenbarligen är det av största vikt för framtiden att Vätterns eutrofiering hålls tillbaka och att utsläppen av metaller och gifter stoppas. Svartlistning av laklever, relativt höga halter av DDT, PCB och dioxin hos Vätterns fiskar talar ett dystert språk. Men värdena på kvicksilver och DDT har sjunkit under 1980-talet, vilket skapat viss optimism hos berörda fiskemyndigheter.

Det i maganalyserna redovisade inslaget av relikter (plus Asellus och Gammarus) har sammanfattats i Tabell 11. Arterna är ordnade efter den procentuella volym som relikterna upptar av maginnehållet. Hornsimpan är mest specialiserad med 86% relikter, sik och nors når över 50%, gersen cirka 40, abborre 23 och laken 16%. För de tre viktiga arterna röding, öring och lax har relikterna dubbel betydelse, dels som direkt föda, dels indirekt genom att laxfiskarna äter nors, rödingen till hela 45%.

Fångststatistiken ger möjlighet till beräkningar över olika fiskarters samvariation. Negativ korrelation föreligger mellan sik och röding samt mellan sik och lake. Sannolikt också mellan siklöja och nors, där siffror över fångst av nors dock saknas. Provfisken vid Vista kulle 1973-88 av Fiskenämden och Fiskeristyrelsens utredningskontor i Jönköping ger en negativ korrelation för siklöja-nors, men denna är ej statistiskt säker. Säkra positiva samband föreligger å andra sidan mellan sik och siklöja, mellan lake och öring samt mellan lake och abborre.

Tabell 11. Bottenbundna kräftdjur och pelagiska fiskar i elva Vätterfiskars diet (%).

	Hornsimpa	Sik	Nors	Gers	Abborre	Lake
Asellus	-	1.7	-	2.0	0.3	1.0
Gammarus	-	-	-	3.4	-	0.9
Mysis	8.7	17.1	36.0	0.6	10.4	0.2
Pallasea	25.5	22.2	4.7	17.1	8.9	14.2
Pontoporeia	7.6	7.5	7.7	14.1	-	-
Gammaracanthus	13.2	0.1	0.1	2.2	-	1.3
Saduria	18.2	-	-	1.0	-	0.4
Amphipoda, obest.	12.6	5.8	4.2	4.7	4.3	-
Totalt, kräftdjur	85.8	54.4	52.7	45.1	23.9	18.0
Nors	-	-	7.4	-	2.3	5.3
Siklöja	-	-	-	-	-	28.1

	Röding	Mört	Öring	Lax	Siklöja
Asellus	-	-	-	-	-
Gammarus	-	-	-	-	-
Mysis	4.2	-	2.4	0.8	-
Pallasea	2.0	1.2	0.5	2.6	-
Pontoporeia	2.0	-	0.3	-	-
Gammaracanthus	2.0	-	0.4	0.5	-
Saduria	0.4	-	-	-	-
Amphipoda, obest.	0.9	7.1	1.6	-	-
Totalt, kräftdjur	11.5	8.3	5.2	3.9	-
Nors	45.0	-	20.7	16.3	-
Siklöja	24.5	-	15.4	59.7	-

Siklöjan dominerar normalt över sik (särskilt planktonätande sikarter) och ett positivt samband dem emellan i Vättern tyder på att siken ej äter plankton. Det negativa, mycket starka samband mellan sik och röding som finns i norrländska sjöar, relaterar sig till konkurrens om plankton (Nilsson och Pejler 1973). Sambandet finns i princip kvar i Vättern men samtidigt ger siken 150 ton och rödingen 50, dvs bägge arterna är talrika. Som tidigare framhållits är förklaringen troligen att konkurrensen ej längre gäller zooplankton utan relikter, kanske speciellt Pontoporeia.

I Norrlands inland var utsättning av sik under 1800-talet en viktig åtgärd för att öka mängden matfisk. Samtidigt råkade många rödingsjöar ut för sikinplantering med ödesdigert resultat. Om

den biologiska grundvalen för sympatriska rika bestånd av bägge arterna, som tydligen finns i Vättern, kunde överföras till norrländska f d rödingsjöar vore detta en ofantligt viktig fiskevårdsåtgärd. Rödingen i Torneträsk minskar t ex för närvarande som följd av sikens expansion efter en inplantering, som ej är belagd med dokument men som troligen ägt rum under 1800-talet.

Detta synnerligen viktiga fiskevårdsproblem bör utlösa fördjupade studier i Vättern för närmare analys av sik- och rödingynglets tidiga biologi där. Men också försöksvisa överföringar av *Pontoporeia* bör äga rum till lämpligt utvalda försökssjöar och under förhållanden som ej sprider fiskparasiter.

Norsen i Vättern spelar stor roll som länk i näringskedjan mellan relikterna och rovfisk som röding, öring och lax. Norsens utpräglade *Mysis*-diet blir ett viktigt argument i frågan om den fortsatta fiskevården i norrländska sjöregleringsmagasin. Där har utsättningar av *Mysis* medfört en icke avsedd nedgång i beståndet av pelagisk röding, på grund av *Mysis*' predation på cladocerer. Ett logiskt nästa steg är att låta nors beta ner *Mysis*-beståndet och samtidigt utgöra en för rödingen lämplig foderfisk. Norsens individstorlek blir då viktig, den skall helst vara liten. Vätterns röding övergår till att i stor utsträckning äta nors vid 30 cm storlek. Möjligen kan genetisk benägenhet spela en roll. Hos sikar finns i varje fall, arter emellan, en ärftligt betingad tendens att äta olika slags föda (Svårdson 1979). Vätterrödingar under 30 cm äter stora mängder *Mysis* och *Pontoporeia*. Denna röding borde, under kontrollerade förhållanden, testas på sina egenskaper i något regleringsmagasin där den inhemska rödingen minskar i närvaro av introducerad *Mysis*.

Sjöns topografi betyder mycket för Vätterns relikter. Sjöns stora djupområden ger bottnar där epilimnions primärproduktion hinner mineraliseras under sitt långsamma fall nedåt. Särskilt *Pontoporeia* gynnas därav. En "vätterisering" av norrländska sjöar är därmed självfallet inte bara en fråga om introduktion av de rätta reliktarterna utan är även beroende av sjöns djuptopografi, näringsstandard och humushalt.

I normala sjöar är epilimnions produktion - via zooplankton - jämte den översta litoralen det som bär upp en fiskpopulation som kan beskattas. I Vättern tar epilimnions produktion delvis omvägen över bottnarnas reliktbestånd innan energin når fiskbeståndet. I de norrländska regleringsmagasin, som fått introducerade relikter, har en del av epilimnions produktion slussats ner till relikterna men ej kommit fiskbeståndet till godo i en omfattning som kompenserar bortfallet av zooplankton.

Vätterns unika produktion av värdefulla fiskar utgör inte bara en enastående naturresurs utan även en illustration av hur solenergin kan transformeras till värdefull fisk - en stimulerande förebild för fiskevården.

ERKÄNNANDEN

Förutom till maglaboratoriets assistenter Inger Nordahl, Leif Sörensen, Gunnel Hasselrot och Gun Svensson, som utfört det tidsödande analysarbetet, vill författarna rikta ett varmt tack till fiskerikonsulent Bengt Brodin för hans medverkan med diverse uppgifter och Figur 5 samt till Magnus Appelberg för de statistiska analyserna. Yrkesfiskarna Henning och Erik Johansson, Hästholmen, har bidragit med material. Monica Bergman ritade figurerna och redigerade. Bo Essvik, Johan Hammar och Per Nyberg gav värdefulla synpunkter på manuskriptet.

LITTERATUR

- Adolfsson, I. 1960. Laxutsättningen i Vättern. Svensk Fisk.Tidskr. 69:87-88.
- Ahl, T. 1968. Redogörelse för de kemiska undersökningarna i Vättern och sjöns viktigaste tillflöden under tiden augusti 1966-oktober 1967. Mälarundersökningen. 36 p. (Stencil.)
- Alm, G. 1929. Undersökningar över laxöringen i Vättern och övre Motala Ström. Medd.Kungl.Lantbruksstyr. Nr 276:1-60.
- Alm, G. 1934. Vätterns röding. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 2:1-26.
- Alm, G. 1939. Undersökningar över tillväxt m m hos olika laxöringsformer. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 16:1-91.

- Alm, G. 1960. Rödingfisket i Vättern och orsakerna till dess fluktuationer. Svensk Fisk.Tidskr. 69:82-87.
- Almer, B. 1978. Fiskar och fiske i Väneren. Väneren - en naturresurs. Statens Naturvårdsverk, Liber förlag. p. 212-236.
- Arpi, B. 1958. Om vätterfiskets regionala fördelning. Svensk Fisk.Tidskr. 67:5-9.
- Arvidsson, G. 1944. Stor röding fångad i Vättern. Svensk Fisk. Tidskr. 53:169.
- Björck, S. & G. Digerfeldt. 1986. Late Weichselian-Early Holocene shore displacement west of Mt. Billingen, within the Middle Swedish end-moraine zone. Boreas 15:1-18.
- Brabrand, Å. 1984. Registrering av fiskebestanden i Vättern med hydroakustisk utstyr. Lab.Ferskvannsökol.Inlandsfiske, Rapp. 65:1-22.
- Cederwall, H. 1988. Diurnal pelagic swimming activity of *Pontoporeia* - A waste of energy? Biol.Ecol.Glacial relict Crustacea, Abstr., Tvärminne zool.stat. 1988:24.
- Clady, M, 1976. Distribution and abundance of larval ciscoes, *Coregonus artedii*, and burbot, *Lota lota*, in Oneida Lake. Internat.Assoc.Great Lakes Res. 2(2):234-247.
- Dadswell, M. 1974. Distribution, ecology and postglacial dispersal of certain Crustaceans and fishes in eastern north America. Nat.Mus.Can.Ottawa Publ.Zool. 11:1-110.
- Ekman, S. 1907. Über das Crustaceenplancton des Ekoln (Mälaren) und über verschiedene Kategorien von marinen Relikten in Schwedischen Binnenseen. Zool.stud.prof. Tullberg:42-65.
- Ekman, S. 1910. Om människans andel i fiskfaunans spridning till det inre Norrlands vatten. Ymer 30:133-140.
- Ekman, S. 1915. Die Bodenfauna des Vättern, qualitativ und quantitativ untersucht. Int.Rev.Hydrobiol. VII:146-204, 275-425.
- Ekman, S. 1916. Om Vätterns näbbsik. Svensk Fisk.Tidskr. 25:101-106.
- Ekman, Th. 1926. Stor vätterlaxöring. Svensk Fisk.Tidskr. 35:87.
- Elmgren, R., S. Anker & B. Marteleur. 1986. Adult interference with postlarvae in soft sediments: the *Pontoporeia*-*Macoma* example. Ecology 67(4):827-836.
- Enderlein, O. 1981. Resultat av konventionell trålning, bongotrålning och strandnotning i Vättern 1981. 12 p. (Stencil.)
- Filipsson, O. 1975. Siklöja tränger undan sik. Fiskerinytt (1):2-5.

- Filipsson, O. 1983. Vätterns fiskbestånd belysta genom provfisken med bottennät. (English summary: The fish stocks of Lake Vättern as seen from bottom-set gillnets.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (1). 61 p.
- Fürst, M. 1968. Glacialrelikterna i Vättern. Komm.Vätterns vatten-vård, Rapp. 4, Bil. 8:1-6.
- Fürst, M. 1971. P.M. ang. undersökning av näringsval hos huvudsakligen sik, röding och öring i Vättern m m. Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. 11 p. (Stencil.)
- Fürst, M. 1972. Livscyklar, tillväxt och reproduktion hos Mysis relicta Lovén. (English summary: Life cycles, growth and reproduction in Mysis relicta Lovén.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (11). 41 p.
- Fürst, M. 1985. Sibling populations of burbot (Lota lota L.). Institute of Freshwater Research, Drottningholm. (Manuskript.)
- Fürst, M., U. Boström & J. Hammar. 1978. Effekter av nya fisknäringdjur i Blåsjön. (English summary: Effects of new fish-food organisms in Lake Blåsjön.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (15). 94 p.
- Fürst, M., J. Hammar, C. Hill, U. Boström & B. Kinsten. 1984. Effekter av introduktion av Mysis relicta i reglerade sjöar i Sverige. (English summary: Effects of the introduction of Mysis relicta into impounded lakes in Sweden.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (1). 84 p.
- Fürst, M., J. Hammar & C. Hill. 1986. Inplantering av nya näringsdjur i reglerade sjöar. Slutrapport från FÅK, del II. 78 p.
- Grimås, U. 1969. The bottom fauna of Lake Vättern, central Sweden, and some effects of eutrophication. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 49:49-62.
- Grimås, U., N.-A. Nilsson & C. Wendt. 1972. Lake Vättern: effects of exploitation, eutrophication, and introductions on the salmonid community. J.Fish.Res.Board Can. 29:807-817.
- Grönberg, B. 1975. Djurplankton i Vättern 1974. NLU, Inf. 1:1-13.
- Haahtela, I. 1962. Spånakäringen - biologi och fångst. Fiskeritidskr. Finland 1:4-10.
- Haahtela, I. 1988. What do the Fennoscandian studies tell about Saduria entomon? Biol.Ecol.Glacial relict Crustacea, Abstr., Tvärminne zool.stat. 1988:14.
- Hammar, J. & J. Henricson. 1983. Effects of introduced Mysis relicta on the infestation of Arctic char by Diphyllobothrium. Proc.Second ISACF Workshop, Institute of Freshwater Research, Drottningholm, Inf.Ser. 2:47-66.
- Hammar, J. 1988. Planktivorous whitefish and introduced Mysis relicta: ultimate competitors in the pelagic community. Finnish Fish.Res. 9. (In press.)

- Hanson, M. 1987. Fiskens näringsval i Vättern: konsekvenser för fiskevården. Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. 32 p. (Manuskript.)
- Hessle, C. 1924. Bottenbonitering i inre Östersjön. Medd.Kungl. Lantbruksstyr. 250:1-52.
- Holmqvist, C. 1966. Die sogenannten marin-glazialen Relikte nach neueren Gesichtspunkten. Arch.Hydrobiol. 62:285-326.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1917. Mjösens fisker og fiskerier. Kgl.Norske Videnskap.Selsk.Skrifter 1916, Nr 2:1-257.
- Kihlbom, N. 1936. Skeen-öringen. Sportfiskaren 1:1-2, 14-15.
- Kinsten, B. 1986. Förekomst av relikta kräftdjur i mellersta Sverige med speciell inriktning på effekter av försurning. (English summary: The occurrence of glacial relict crustaceans in central Sweden with emphasis on the effects of acidification.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (11). 42 p.
- Kinsten, B. 1988. Inventering av glacialrelikta kräftdjur i Örebro län 1987. Länsstyrelsen i Örebro län, Naturvårdshetens Publ. 7:1-16.
- Kinsten, B. & P. Olsén. 1981. Impact of Mysis relicta Lovén introduction on the plankton of two mountain lakes, Sweden. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 59:64-74.
- Lehman, J. 1988. Algal biomass unaltered by food-web changes in Lake Michigan. Nature 332:537-538.
- Leonardsson, K. 1988. Cannibalism as a population regulating mechanism in the brackishwater isopod Mesidotea entomon (L.). Biol.Ecol.Glacial relict Crustacea, Abstr., Tvärminne zool. stat. 1988:15.
- Lettevall, U. 1962. Mysis relicta, Pontoporeia affinis, Pallasea quadrispinosa och Mesidotea entomon funna i sjöar i mellersta Kalmar län. Fauna och Flora 57(1-2):66-76.
- Lieder, U. 1988. Gustav C.U. Cederström and his role in Schoedler's contributions to Cladocerozoology. Mitt.zool.Mus.Berl. 64(1):117-129.
- Lindhè, C. 1953. Så var det förr: i Vättern. Svensk Fisk.Tidskr. 62:114-115.
- Lovén, S. 1862. Om några i Vetteren och Venern funna Crustaceer. Öfvers.K.Vet.-Akad.Förhandl. 1861(6):285-314.
- Lovén, S. 1863. Till frågan om Ishafsfaunans forna utsträckning öfver en del av Nordens fastland. Öfvers.K.Vet.-Akad.Förhandl. 1862(8):463-468.
- Lüning, G. 1956. Stor vätterlaxöring. Svensk Fisk.Tidskr. 65:15.

- Molin, G. 1955. Resultat av fortsatta nylonfiskeförsök. Svensk Fisk.Tidskr. 64:40-43.
- Nero, R. & G. Sprules. 1986a. Zooplankton species abundance and biomass in relation to occurrence of Mysis relicta (Malacostraca: Mysidacea). Can.J.Fish.Aquat.Sci. 43:420-434.
- Nero, R. & G. Sprules. 1986b. Predation by three glacial opportunists on natural zooplankton communities. Can.J.Zool. 64:57-64.
- Nilsson, N.-A. 1979. Food and habitat of the fish community of the offshore region of Lake Vänern, Sweden. Rep.Inst.Freshw. Res., Drottningholm 58:126-139.
- Nilsson, N.-A. 1980. Beståndsfluktuationer och näring hos röding, öring, lax och sik i Vättern. Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. 11 p. (Stencil.)
- Nilsson, N.-A. & B. Pejler. 1973. On the relation between fish fauna and zooplankton composition in north Swedish lakes. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 53:51-77.
- Nyman, L., J. Hammar & R. Gydemo. 1981. The systematics and biology of land-locked populations of Arctic char from northern Europe. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 59:128-141.
- Olofsson, O. 1963. Ett par vackra insjöringar. Svensk Fisk.Tidskr. 72:33.
- Persson, G. 1988. Vätterns limnologiska status i ett 20-årsperspektiv. Komm.Vätterns vattenvård Rapp. 26:1-12.
- Scott, W. & E. Crossman. 1973. Freshwater fishes of Canada. Fish.Res.Bd Can.Bull. 184. 966 p.
- Seale, D. & F. Binkowski. 1988. Vulnerability of early life intervals of Coregonus hoyi to predation by a freshwater mysid, Mysis relicta. Env.Biol.Fish. 21(2):117-125.
- Sejerstråle, S. 1937. Om norsens (Osmerus eperlanus L.) föda under senhösten i södra Finlands kustvatten. Fiskeritidskr. Finland (6-7):1-6.
- Sunde, S. 1938. Stor ørret. Jakt og Fiske (11):12.
- Svärdson, G. 1960. Laxutsättningen i Vättern. Svensk Fisk.Tidskr. 69:88-89.
- Svärdson, G. 1961. Rödningen. Fiske 1961:25-38.
- Svärdson, G. 1963. Balansen mellan sik och röding i Vättern. Svensk Fisk.Tidskr. 72:149-152.
- Svärdson, G. 1966. Sikløjans tillväxt och utbredningsgränser. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (4). 24 p.

- Svårdson, G. 1976a. Fiskar och fiske i de stora sjöarna. Diagnos. Sjöar under påverkan. Statens Naturvårdsverk Publ. (2):61-72.
- Svårdson, G. 1976b. Interspecific population dominance in fish communities of Scandinavian lakes. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 55:144-171.
- Svårdson, G. 1979. Speciation of Scandinavian Coregonus. Rep. Inst.Freshw.Res., Drottningholm 57:1-95.
- Svårdson, G. & Th. Freidenfelt. 1974. Sikarna i Vänern. (English summary: The whitefishes (Coregonus) in Lake Vänern.) Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (10). 62 p.
- Svårdson, G. & G. Molin. 1981. The impact of eutrophication and climate on a warmwater fish community. Rep.Inst.Freshw.Res., Drottningholm 59:142-151.
- Tideman, M. 1956. Fiske med s k lakstrutar i Vättern. Svensk Fisk.Tidskr. 65:57-58.
- Waldemarson, D. 1986. Weichselian lithostratigraphy, depositional processes and deglaciation pattern in the southern Vättern basin, south Sweden. Lundqua, thesis. Vol. 17:1-128.
- Vallin, S. 1969. Sikløjans näringsbiologi i Lambarfjärden, Mälaren. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (7). 57 p.
- Westin, L. 1968.. Environmentally determined variation in the roe colour in the fourhorn sculpin Myoxocephalus quadricornis (L.). Oikos 19:403-407.
- Widegren, Hj. 1863. Berättelse om verkställda undersökningar rörande fiskfaunan och fiskerierna vid Wetteren, Wenern med flera sjöar. Kongl.Landtbruks-Akad.Handl.o.Tidskr. (2)199-212, 275-280, 321-330.
- Wiederholm, T. 1974. Studier av bottenfaunan i Vättern. Statens Naturvårdsverk, SNV PM 416:1-63.
- Wiederholm, T. 1982. Bottenfaunan i Vättern, 1971-1981. Komm.Vätterns vattenvård Rapp. 23:41-46.
- Väinölä, R. 1986. Sibling species and phylogenetic relationships of Mysis relicta (Crustacea: Mysidacea). Ann.Zool.Fenn. 23:207-221.

ENGLISH SUMMARY: THE SIGNIFICANCE OF GLACIAL RELICTS FOR THE FISH FAUNA OF LAKE VÄTTERN

Lake Vättern, the next largest lake of Sweden, is very rich in glacial relicts. Pontoporeia affinis, Pallasea quadrispinosa and Mysis relicta (first described from the lake) are all very abundant. Gammaracanthus lacustris, Saduria entomon and Limnocalanus macrurus are also frequent. The relicts have modified the benthic as well as pelagic fauna by reducing chironomids, molluscs and cladocerans to relatively low abundance. The ecology of the various relict species is shortly reviewed.

Two whitefish species, Coregonus lavaratus oxyrhynchus and C. fera widegreni are feeding on relicts (more than 50% of their diet as adults) (Tables 1-3). The whitefish catch was raised strongly by the nylon gillnets in the early 50s (Figure 1) and eutrophication favoured the stocks as well. Some prominent year-classes could be referred to warm early summers.

The cisco (C. albula) and smelt (Osmerus eperlanus) feed on zooplankton, cisco to a larger extent on cladocerans, smelt on copepods. But smelt takes more than 50% of its food from relicts (Tables 4 and 5). The cisco population has slowly decreased, the commercial catch rapidly so in the last few years, possibly because of salmon predation.

The Arctic char (Salvelinus salvelinus) catch has been rather stable around 50 metric tons since the 1860s (Figure 1). It is an ecological paradox that whitefish (100-150 tons) and char are the most important species, economically, because in relict-free lakes the species are strongly negatively correlated, the whitefish often 'exterminating' the char. There is still a negative correlation between the catch figures also in Lake Vättern. The species here probably compete, not for zooplankton as in other lakes, but for relicts, of which Pontoporeia may be the crucial species. The consequences for the management of northern lakes, now without char but with abundant whitefish, are discussed.

The native brown trout (Salmo trutta) spawns in some small streams on the western shore and did spawn also in the outlet, up to 1918, when the Motala stream was blocked by a hydroelectrical plant (Figure 2). The outlet-spawning stock was the largest-sized in Sweden, specimens up to 23 kg formerly being taken. The recent catch is about 5-8 tons. Atlantic salmon (S. salar) was introduced, experimentally as smolts, in 1959. From 1972 annual release of salmon smolts have given a catch of 500-1 000 kg/1 000 smolts. Presently some 12 tons of salmon are landed annually. The competition between char, trout, and salmon (Tables 6 and 7) is discussed. This competition is judged not to be too strong: salmon take preferably cisco, char take more smelt. Smelt-cisco and Mysis function as a rather stable sort of feedback system (Figure 3).

The burbot (Lota lota) is said to occur in two forms. They may be just ecomorphs spawning in shallow and deep water, respectively. The catch (Figure 2) reached a maximum in 1957 by some 57 tons, after introduction of nylon fyke nets. The burbot population then crashed and produced only 2 tons in 1974. The crash was probably caused not so much by reproduction failure but by deteriorated environment for the young burbot because of the sudden increase in four-horned sculpin (Oncocottus quadricornis) and ruffe (Gymnocephalus cernua). The diet of the three species, as adults, is given in Tables 8 and 9. Relicts are important food items for all three, but especially for the sculpin. The diet of fry and young specimens is probably more similar and the recruitment of burbot may have been lowered. Thus the overfishing has had long-time effects.

There is a negative correlation between the catch figures of whitefish and burbot and a positive correlation between trout and burbot. The possible biological background is discussed.

Finally, the diets of perch (Perca fluviatilis) and roach (Rutilus rutilus) are presented (Table 10). The annual recorded catch of perch was increased by some ten tons in 1967 when the landings not only of commercial fishermen but also other fishermen (in-

cluding anglers) were summarized (Figure 2). The reason for the significant positive correlation between the catches of perch and burbot is discussed.

The Lake Vättern fish fauna is outstanding in terms of quality. Char and non-parasitized whitefish are highly valued, not to speak of trout and salmon. The rich relict fauna, thriving in the deep lake (100-120 m) is of utmost importance. Because the introduction of Mysis relicta in northern lake reservoirs has given some negative results, the positive influence of the relict fauna in Lake Vättern should be more thoroughly analyzed. Studies of the diets of fish fry and yearlings, although hard to perform, should be given highest priority in future studies, as well as studies on the significance of Pontoporeia, which is the most 'influential' relict, in terms of biomass.