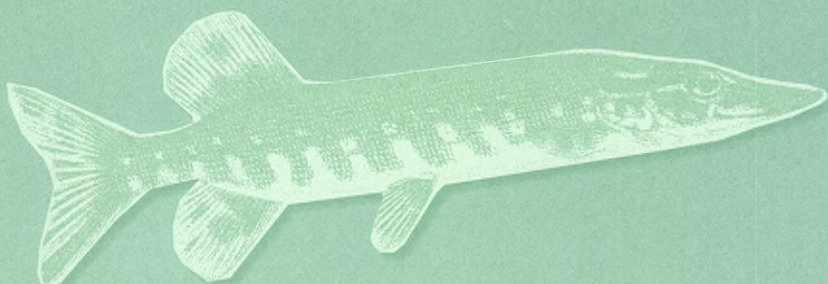




Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.





*Mellanskarvens ekologi och  
effekter på fisk och fiske*

HENRI ENGSTRÖM

*Undersökning av fritidsfisket vid  
Gålö-Ornö, Stockholms skärgård, 1995-96*

HENRIK SVEDÅNG, GUNNAR THORESSON,  
STEFAN THORFVE OCH ANDERS BERGLUND

*Biologiska undersökningar vid  
Ringhals kraftverk 1988-1996*

STIG THÖRNQVIST, ERIK NEUMAN,  
ALVAR JACOBSSON OCH OLOF SANDSTRÖM

*Från sediment till fisk -  
en översiktlig studie av Vombsjöns  
ekosystem 1994-95*

STELLAN F. HAMRIN, TERESA SOLER, MARIE ERIKSSON,  
JONAS SVENSSON, HENRIC LINGE, GERTRUD CRONBERG  
OCH PIA ROMARE



Ansvarig utgivare: Generaldirektör Per Wramner  
Huvudredaktör: Informationsassistent Monica Bergman  
Redaktionskommitté: Chef U-avdelningen, Ingemar Olsson  
Chef Havsfiskelaboratoriet, Jan Thulin  
Chef Kustlaboratoriet, Erik Neuman  
Chef Sötvattenslaboratoriet, Stellan F Hamrin  
Informationschef, Lars Swahn

FISKERIVERKET producerar sedan september 1997 två nya serier;  
**Fiskeriverket Information** (ISSN 1402-8719)  
**Fiskeriverket Rapport** (ISSN 1104-5906).  
Dessa ersätter tidigare serier;  
Kustrapport (ISSN 1102-5670)  
Information från Havsfiskelaboratoriet Lysekil (ISSN 1100-4517)  
Information från Sötvattenslaboratoriet Drottningholm (ISSN 0346-7007)  
Rapport/Reports från Fiskeriverket (ISSN 1104-5906).

För prenumeration och ytterligare beställning kontakta:  
Fiskeriverket, Sötvattenslaboratoriet, Monica Bergman,  
178 93 Drottningholm  
Telefon: 08-62 00 408, Fax: 08-759 03 38

Tryckt i 800 ex  
Juni 1998  
Göteborgs Länstryckeri AB

FISKERIVERKET RAPPORT 1:1998

*Mellanskarvens ekologi och  
effekter på fisk och fiske*

HENRI ENGSTRÖM

*Undersökning av fritidsfisket vid  
Gålö-Ornö, Stockholms skärgård, 1995-96*

HENRIK SVEDÄNG, GUNNAR THORESSON,  
STEFAN THORFVE OCH ANDERS BERGLUND

*Biologiska undersökningar vid  
Ringhals kraftverk 1988-1996*

STIG THÖRNQVIST, ERIK NEUMAN,  
ALVAR JACOBSSON OCH OLOF SANDSTRÖM

*Från sediment till fisk -  
en översiktlig studie av Vombsjöns  
ekosystem 1994-95*

STELLAN F. HAMRIN, TERESA SOLER, MARIE ERIKSSON,  
JONAS SVENSSON, HENRIC LINGE, GERTRUD CRONBERG  
OCH PIA ROMARE

## FISKERIVERKET INFORMATION har under 1997 utkommit med följande nummer:

**Nr 1:1997 (18 sid)**

### **Utvecklingsmöjligheter för det svenska östersjöfisket**

*En översyn av det svenska strukturstödet till fiskerinäringen med fokusering på ostkusten*

Staffan Larsson  
Fiskeriverket, Göteborg

**Nr 2:1997 (63 sid)**

### **RASKA - Resursövervakning av sötvattensfisk**

*RASKA är en sammanställning av statistik framtagen av Fiskeriverket och Laxforskningsinstitutet i samarbete med andra myndigheter, organisationer och ideella föreningar*

Fiskeriverket, Sötvattenslaboratoriet, Örebro  
Laxforskningsinstitutet, Älvkarleby

**Nr 3:1997 (25 sid)**

### **Resurs- och miljööversikt - kustfisk och fiske**

Gunnar Thoresson, Olof Sandström  
Fiskeriverket, Kustlaboratoriet, Öregrund

**Nr 4:1997 (19 sid)**

### **Swedish fishery in 1995 and 1996**

*A summary of basic data*

Tore Gustavsson  
National Board of Fisheries, Göteborg

**Nr 5:1997 (33 sid)**

### **Action plan on Biological Diversity**

*This document is a summary of the main part of a report submitted to the Swedish Government in September 1995*

Ingemar Olsson  
National Board of Fisheries, Göteborg

## Under 1998 har följande nummer utkommit:

**Nr 1:1998 (44 sid)**

### **Kustfisk och fiske vid svenska Östersjökusten**

Jan Andersson  
Fiskeriverket, Kustlaboratoriet, Öregrund

**Nr 2:1998**

### **Fiskeriverkets Årsredovisning 1997**

**Nr 3:1998 (60 sid)**

### **Har det nordiska sillfisket varit periodiskt?**

*Ett exempel på hur fiskeriundersökningar bedrevs under 1800-talets senare del*

Hans Höglund †  
Fiskeriverket, Havsfiskelaboratoriet, Lysekil

**Nr 4:1998 (87 sid) (Appendix 46 sid)**

### **Resultat från provfisket 1997**

*Provfiske sker varje år i ett antal sjöar inom den nationella miljöövervakningen och kalkuppföljningen*

Henrik C Andersson  
Fiskeriverket, Sötvattenslaboratoriet,  
Drottningholm

## Innehåll

Mellanskarvens ekologi och effekter på fisk och fiske	sid 5-29
Undersökning av fritidsfisket vid Gålö-Ornö, Stockholms skärgård, 1995-96	sid 30-56
Biologiska undersökningar vid Ringhals kraftverk 1988-1996	sid 57-76
Från sediment till fisk - en översiktlig studie av Vombsjöns ekosystem 1994-95	sid 77-105



# Mellanskarvens ekologi och effekter på fisk och fiske

Sammanställning av nuvarande kunskap om  
Mellanskarven *Phalacrocorax carbo sinensis*

Henri Engström

Fiskeriverket, Sötvattenslaboratoriet, 178 93 DROTTNINGHOLM  
Zoologiska Institutionen, Uppsala Universitet, 752 36 UPPSALA

## Innehåll

<b>Sammanfattning</b>	<b>7</b>
<b>Inledning</b>	<b>8</b>
<b>Artbeskrivning</b>	<b>9</b>
<b>Skarven förr och nu</b>	<b>12</b>
<b>Skarven - till nytta och nöje</b>	<b>14</b>
<b>Skarven som en del av ett ekosystem</b>	<b>15</b>
<b>Skarven och yrkesfisket i Danmark</b>	<b>18</b>
<b>Konfliktområden</b>	<b>20</b>
<b>Orsaker till den kraftiga expansionen, framtid - hot</b>	<b>23</b>
<b>Jakt och skyddsfrågor - vad säger EU?</b>	<b>25</b>
<b>Referenser</b>	<b>27</b>
<b>English summary: The ecology and effects of the Great cormorant on fish and fishing</b>	<b>29</b>





## Sammanfattning

Mellanskarven är såväl en insjö- som havsfågel. Den häckar i grunda kustområden och insjöar i Syd- och Mellansverige samt sällsynt i norrlands kustland. Kärnområdet för beståndet av svenska mellanskarvar är södra Kalmarsund där skarven etablerade sig på nytt i slutet av 40-talet efter att ha varit fördriven som häckfågel i Sverige under nära 50 år. Fram till mitten på 80-talet var antalet skarvar i Sverige mycket lågt men populationen har under de därpå följande tio åren genomgått en mycket kraftig tillväxt. Denna kraftiga beståndstillväxt är gemensam för stora delar av Västeuropa, och har satts i samband med förbättrat fågelskydd samt förändringar i fiskbestånden vilken kan bero på ökad eutrofiering.

Vad beträffar födan är skarven generalist och fångar de fiskarter som är vanligast förekommande och mest tillgängliga. Abborre och mört är de dominerande fiskarterna i sjöar och grunda kustområden och är också viktiga byten för skarven. I skärgårdsområden, under skarvarnas häckning, utgör även tånglake och strömming en stor andel av födan.

Den urgamla konfliktsituationen mellan människa och skarv har sitt ursprung i konkurrens om en gemensam resurs samt fåglarnas påverkan på vegetationen på de öar där de häckar. Skarvens effekter på yrkesfisket kan indelas i direkta och indirekta effekter. Till direkta effekter hör skador på fisk samt förlust av fisk i redskap genom skarvpredation. Till indirekta effekter hör långsiktiga förändringar av fisksamhällena orsakat av skarvens fiskkonsumtion. Ett annat problem är att ett mycket stort antal skarvar drunknar i redskap.

Bitskador på fisk av skarv i redskap förekommer lokalt i Sverige, och under vissa perioder. Av de platser där en dokumentation

och kvantifiering av skador på fisk ägt rum (insjöar i Skåne och Östergötland, kustområden i norra Kalmarsund och delar av Vänern) är omfattningen av skador för närvarande förhållandevis liten. Endast i Vänern (vissa områden) och Roxen, Ög, kan stundom ett större antal fiskar vara så pass skadade att de blir osäljbara för yrkesfiskaren. Storskaliga förändringar av fiskpopulationer genom skarvpredation har i studier ej kunnat beläggas men teoretiska beräkningar av skarvarnas fiskuttag i närheten av stora kolonier antyder att fåglarna rimligen kan påverka fiskbeståndens storlek. Förändringar i fiskarnas beteende och därmed uppehållsort är också att vänta i närheten av stora skarvkolonier.

En del yrkesfiskare uppfattar skarvens predation på ål som ett problem. Ålen har ett högt kommersiellt värde och är en viktig inkomstkälla för ett antal yrkesfiskare i Syd- och Mellansverige. Det är oklart hur mycket ål skarvarna konsumerar, men totalt sett är ålen av liten betydelse som föda för skarven. Ålinvandringen till svenska vatten har under senare decennier minskat utan fullgoda förklaringar. Med minskade åltätheter kan det inte uteslutas att skarvpredation, och omfattande yrkesfiske av ål, ytterligare kan krympa det redan svaga ålbeståndet. Yrkesfisket efter ål i insjöar och i Östersjön är idag dessutom mer eller mindre helt beroende av stödutsättningar.

Den kraftiga expansion av antalet skarvar som ägt rum under senare år har nu delvis avstannat. Orsaker kan vara populationsmättnad på grund av födokonkurrens, begränsande faktorer i övervintringskvarteren, brist på lämpliga boplatser samt mänsklig förföljelse vid skarvarnas häckningsplatser.

## Inledning

Skarven - denna urtidslika fågel har åter hamnat i fokus efter det att fåglarna under senare år ökat i det närmaste explosionsartat. Den snabba ökningen och återkolonisering av gammal mark har tagits emot med blandade känslor, och bland en del yrkesfiskare anses fåglarna inverka negativt på fiskerinäringen, medan ornitologer och bevarandebiologer ser fåglarnas återkomst som ett resultat av ett långsiktigt och framgångsrikt naturvårdsarbete. Bristen på kunskap om skarven och dess effekter på fisk och fiske har skapat ett omedelbart behov av förnyade studier, och mot den bakgrunden har en flerårig studie påbörjats av Uppsala Universitet (Zoolologiska institu-

tionen) och Fiskeriverket, Sötvattenslaboratoriet. Resultaten från dessa studier kommer att kunna användas inom det fortsatta naturvårdsarbetet och ligga till grund för bedömningar hos berörda myndigheter.

Målsättningen med denna rapport är att sammanfatta dagens kunskapsläge avseende skarven som en del av ett ekosystem, samt förklara de bakomliggande faktorer och förutsättningar som skapat den situation vi känner idag. Förutom en utförlig presentation av mellanskarvens biologi beskrivs ingående konfliktsituationen mellan skarvar och yrkesfisket.

## Artbeskrivning

### Arter, raser och utbredning

Skarvar tillhör gruppen pelikanfåglar och är utpräglade sjö/havsfåglar med dominerande förekomster i tempererade och tropiska områden. Några arter finns också på högre latituder. Av de omkring 30-talet skarvararter som finns i världen häckar tre i Europa. Storskarven är den vanligaste och mest spridda arten och förekommer i Europa i två raser; *Phalacrocorax carbo carbo* och *P. carbo sinensis* (Harrison 1983). *P. c. sinensis* eller mellanskarv beskrivs allmänt som en övervägande inlandsras knuten till sjöar och flodsystem men också vanlig i grunda kustområden. Utbredningsområdet sträcker sig över det kontinentala Europa och hela vägen österut över den asiatiska kontinenten. *P. c. carbo* eller storskarv är en kustbunden ras och häckar i norra Atlanten. Senare års kraftiga expansion, både till antal och geografisk spridning, gäller delvis båda raserna och delar av de båda rasernas ursprungliga utbredningsområde har numera

kommit att sammanfalla (Marion 1989). Raserna är för övrigt påfallande lika, och utanför häckningssäsongen oskiljbara i fält. Likheten även under häckningen har medfört en osäkerhet om rastillhörighet för delar av de kustnära bestånden i Storbritannien och Frankrike (Marion 1989). Samtliga i Sverige häckande skarvar är dock med största sannolikhet mellanskarv.

Typiska skarvlokaler i Sverige återfinns i grunda kustområden och näringsrika insjöar där tillgången på fisk som regel är god. Störningsfria häckningsplatser är också nödvändigt. Vattnen där skarvar häckar får inte heller vara isbelagda till allt för sent på våren för att den långa häckningscykeln skall kunna fullbordas innan fåglarna påbörjar flyttningen söderut. Dessa krav uppfylls mer eller mindre utmed hela svenska Östersjökusten, söder om Ålandshav, och i ett stort antal insjöar i Syd- och Mellansverige (Tabell 1). Idag är koncentrationen skarvar störst i skärgårdar

**Tabell 1.** Geografisk fördelning av häckande mellanskarv 1995. Större kolonier är ofta svåra att inventera och antalet häckande par kan i vissa fall avvika med mer än 10 procent. Kolumner till höger i tabellen anger antal kolonier inom respektive storleksklass.

	Antal häckande par	Antal kolonier	Procent av tot. pop.	<100 par	100-500 par	501- 1000 par	>1001 par
Bohuslän	26	1	<1	1			
Halland	2	1	<1	1			
Skåne	2240	4	15	1	2	2	
Blekinge	1700	1	11				1
Småland	5370	8	36	2	3	1	2
Öland	520	2	3	1		1	
Östergötland	2610	15	17	6	9		
Södermanland	330	5	2	4	1		
Gotland	1420	2	9		1		1
Värmland	166	2	1	1	1		
Västergötland	373	5	2	3	2		
Västmanland	7	1	<1	1			
Uppland	215	3	1	2	1		
Hälsingland	40	1	<1	1			
Ångermanland	2	1	<1	1			
Totalt insjöhäckn.	1910	19	14	11	7	1	
Totalt kusthäckn.	13100	33	86	14	13	3	4
Totalt	15000- 16000	52		25	20	4	4

i Småland och Blekinge. Från kärnområdet i södra Kalmarsund har en spridningsvåg gått i nordlig riktning till skärgårdsområden i Östergötland och i en västlig sektor till ett flertal insjöar i södra- och mellersta Sverige. Ringmärkningsåterfynd visar också att svenska skarvar står i förbindelse med skarvpopulationer i Danmark och länder på andra sidan Östersjön.

Av insjöar är antalet skarvar betydligt större i grunda och näringsrika sjöar jämfört med djupa och näringsfattiga sjöar. Detta beror på större tillgång av fisk på grunt vatten och skarvarnas preferens att fiska grunt. Den geografiska fördelningen av svenska mellanskarvar idag kan förklaras utifrån sjöarnas näringsstatus och fisktillgång, tillgång på lämpliga häckningsplatser, mänskliga aktiviteter och sabotage vid häckningsplatser, klimat och tidigare geografisk förekomst.

#### **Häckningsförhållanden, reproduktionsbiologi**

Mellanskarven är starkt social. Den häckar i kolonier som kan bestå av några enstaka par till mer än 8 000 par (Van Eerden & Gregersen 1995). I Sverige var tills nyligen mellanskarven i princip uteslutande trädhäckare men arten häckar numera lika ofta på marken. Förändringen kan bero på brist på lämpliga trädbevuxna öar.

Häckningen påbörjas vanligen under mars-april. Unga fåglar utan erfarenhet av reproduktion påbörjar ofta häckningen senare och ännu i augusti kan man finna icke flygfärdiga ungar i kolonierna. Boet är konstruerat av sammanflätade kvistar, tång och annat material, och varierar i storlek med tillgång på bomaterial, fåglarnas ålder, och erfarenhet av tidigare häckning (Johnsgard 1993). Hanen ansvarar huvudsakligen för insamlandet av bomaterial och honan för boets konstruktion. Bona används år efter år men byggs på eller nykonstrueras i de fall de förstörs under vintern. De till färgen svagt blåfärgade äggen (blivande vita efter några dagars ruvning) är vanligen 3-5 till antalet (max 7) och ruvas i 28-31 dagar (Cramp 1977). Liksom ruvningen sker matningen av ungarna av båda föräldrarna. Efter 43-55 dagar blir ungarna flygga och efter 8 veckor upphör föräldrarna med ungvårdnaden (Johnsgard 1993).

Ring- och färgmärkning från Danmark visar att 25% av skarvarna dör under det första levnadsåret. Fåglarna blir vanligen köns-

mogna och häckar för första gången vid tre års ålder. Häckning vid lägre ålder leder till sämre häckningsframgång. Hälften av skarvarna etablerar sig vid den koloni där de en gång kläcktes och utbyte av fåglar mellan kolonier är ovanligt.

Variationen i häckningsframgång är stor. Lokalt övervintrande fåglar producerar flera ungar jämfört med de som flyttar söder ut. När föräldrarparet består av två förstagångshäckare producerar de i genomsnitt 0,5 ungar/par medan en förstagångshäckare tillsammans med en äldre individ producerar 1,4 ungar i medeltal. Ett föräldrarpar bestående av två erfarna individer producerar i genomsnitt 2 ungar per år (Gregersen 1989).

Ringmärkning ger också information om överlevnad och dödlighet. I en undersökning från Nederländerna (Johnsgard 1993) uppskattades dödligheten till 9-14% per år för honor fyra år eller äldre. För yngre individer var dödligheten betydligt högre. Dödligheten var 36% första året, 22% andra året och 16% tredje året. Ovanstående data kommer från en population som expanderade med ungefär 10% årligen.

#### **Födoekologi**

Mellanskarven är en dagaktiv predator. Den fiskar framförallt tidigt på morgonen och fåglarna samlar vanligen föda vid två till tre tillfällen per dag (Jonsson 1977). Tiden mellan fisketillfällena tillbringas på stenar, botten-garnspålar och andra liknade platser där fåglarna kan finna lugn och ro för att smälta födan samt torka och underhålla fjäderdräkten. Den fångar byten med en storlek i intervallet 10-30 cm (Jonsson 1977, Marteiijn 1989), men bytena kan vara både större och mindre än så.

Allmänt kan sägas att skarven är en så kallad generalist vad gäller födan. Födan speglar i hög grad sammansättningen i det lokala fiskbeståndet och varierar med tidpunkt på året beroende av enskilda fiskars aktivitet och uppträdande. Det dagliga födointaget är ca 400 gram vilket är 15-17% av kroppsvikten (Jonsson 1977, Staub 1994). Födösöket sker på djup mellan 1 och 9 m, i undantagsfall djupare, mestadels i anslutning till häckningsplatserna. Enstaka fåglar kan dock vid födosök flyga upp till 50 km (Cramp 1977).

Skarvarna fiskar både ensamma och i grupp. Beteendet att fiska i grupp har blivit allt vanligare under senare decennier och det

har satts i samband med förändringar i fiskpopulationerna som beror av eutrofiering (Voslamber 1989). Eutrofieringen gynnar stimbildande fiskarter med tidig könsmodnads exempelvis abborre gers, nors, mört, braxen och andra karpfiskar. Stimbildande fiskar som lever pelagiskt är lätta att fånga för grupp-fiskande skarvar. I klara sjöar och i rinnande vatten fiskar skarven i huvudsak solitärt och lever då även av laxartad fisk (De Nie 1995).

Skarvar, liksom många andra fåglar, som sväljer byten hela lämnar efter sig spybollar bestående av osmältbara delar som ben, fjäll och otoliter. Genom analys av benrester i spybollar kan fiskens arttillhörighet och ursprungliga storlek fastställas. Undersökningar av benrester i spybollar, genomgång av innehållet i magar från skjutna fåglar eller insamlande av fiskrester funna på marken i kolonier är de vanligaste metoderna. Vissa undersökningar visar på övervägande god överensstämmelse metoderna emellan (Mellin 1989). Dock förekommer sällan benrester av riktigt små fiskar i spybollar trots att små fiskar är vanligt förekommande i skarvmagar eller i uppkastad föda. Förklaringen är att små ben bryts ner fullständigt i fågelmagen.

I Sverige finns två födovalsstudier gjorda baserade på innehållet i spybollar. Studierna utfördes 1977 (Jonsson 1977) och 1992 (Lindell 1994) i södra Kalmarsund och de visar på små skillnader i fåglarnas bytesval mellan provtagningstillfällena. Abborren utgjorde vid båda tillfällena 42% av födan. I 1975 års studie utgjorde rötsimpa 24% och mört 22% av födan. Rötsimpan utgjorde 1992 en blygsam del av dieten och istället var mört 35% frekvent förekommande (35%). Ålens förekomst var mindre än 1% i de båda undersökningarna.

I Nederländerna har i en studie skarvens födoval idag jämförts med motsvarande data insamlade 1938 (Dobben 1989). Studien visar på mycket stora förändringar i fåglarnas bytesval, som inte motsvaras av förändringar i själva fiskpopulationerna. Ål utgjorde i 1938 års material 35 viktprocent av födan men förekommer idag knappast alls. Den här påtagliga förändringen i skarvens dietval förklaras av eutrofiering och försämrat siktdjup som gör ålarna mindre lättåtkomliga än tidigare. Fiskbestånden har i övrigt delvis kommit att förändras. Gers var tidigare mycket vanlig men är numera ersatt av nors som den vanligaste småfisken.

Egna preliminära resultat från studier av skarvkolonier vid Östersjökusten visar att tånglake och strömming är de viktigaste bytena för skarven under häckningstiden. Dessa båda arter har ökat i antal under senare decennier, delvis som en möjlig konsekvens av eutrofiering.

### Flyttning

Återfynd av ringmärkta mellanskarvar i Sverige visar på att viktiga övervintringsområden finns i bland annat Medelhavsområdet och Centraleuropa. Några sena höstfynd finns också från danska och nederländska vatten varför det inte kan uteslutas att åtminstone en del av de svenska skarvarna tillbringa vintern betydligt längre norrut. Vintertid finns också ett betydande bestånd skarv i Östersjön och utmed svenska Västkusten, fåglar som troligen framför allt tillhör nominatrasen (*P. c. carbo*).

I Danmark där ringmärkningsverksamheten varit mera omfattande än i Sverige visar ringmärkningsdata på ytterligare områden av betydelse. 5-10% av den danska populationen övervintrar i Östersjön och danska vatten. 40% finns vid den franska och italienska medelhavskusten och 15% flyttar till afrikanska nordkusten vid Algeriet och Tunisien. Många sjöar och floder i det kontinentala Europa är viktiga rastplatser för förbiflyttande skarvar men utgör också övervintringsplatser (Gregersen 1989).

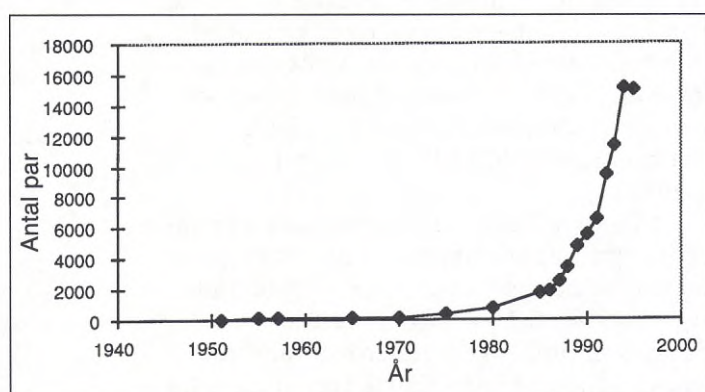
Det stora flertalet svenska mellanskarvar lämnar landet i augusti - september. Skarvar som därefter uppehåller sig i svenska vatten är storskarvar samt de mellanskarvar som valt att stanna. Storskarven har ett mera nordligt vinterutbredningsområde jämfört med mellanskarven. Den häckar närmast vid norska kusten norr om Trondheim och vid Storbritanniens kuster (Cramp 1977).

Efter avslutad häckning sker också en mera småskalig flyttning. De oerfarna ungar utvidgar successivt sitt hemområde och kan efter ett tag uppträda i helt nya vatten på flera mils avstånd från hemkolonin. Av den anledningen kan på sensommaren stora koncentrationer av skarvar uppträda i områden där antalet häckande par bevisligen varit mycket lågt.

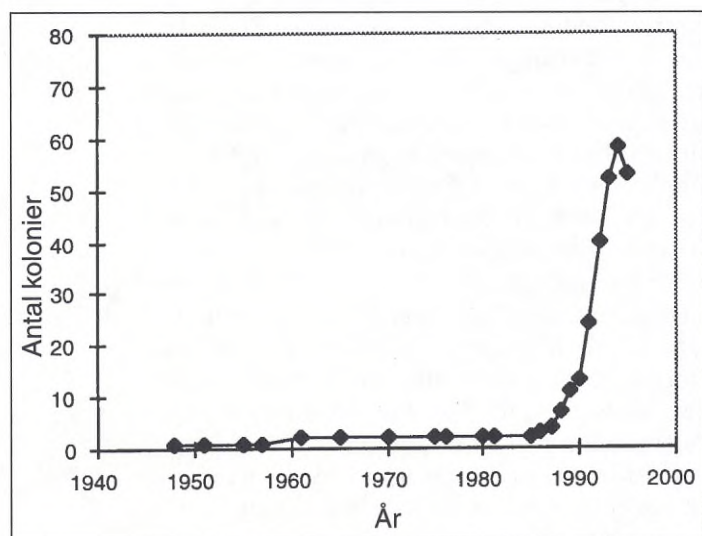
## Skarven förr och nu

Den västeuropeiska populationen av mellanskarv bestod kring sekelskiftet av färre än 1 500 par men har nu ökat till drygt 150 000 par (Veldkamp 1996). Ökningstakten har i en del områden legat på ungefär 30 procent årligen och skarvar har till och med börjat uppträda i områden där de aldrig observerats tidigare (Muselet 1989).

Det faktum att skarven konkurrerar med människan om en gemensam resurs har gjort skarven till en av vår fågelfaunas mest illa



**Figur 1.** Antal häckande par mellanskarv i Sverige 1951 till 1995. På grund av omfattande mänsklig störning i vissa områden under senare år har det varit svårt att fastställa det exakta antalet genomförda häckningar.



**Figur 2.** Diagrammet omfattar samtliga rapporterade skarvkolonier med mer än 2 häckande par. Utöver dessa kolonier finns spridda häckningar i form av enskilda par.

sedda medlemmar. Skarvens historia i Europa är därför fylld av massavskjutningar, skadegörelse och fördrivning genom mänsklig förföljelse (Jonsson 1977).

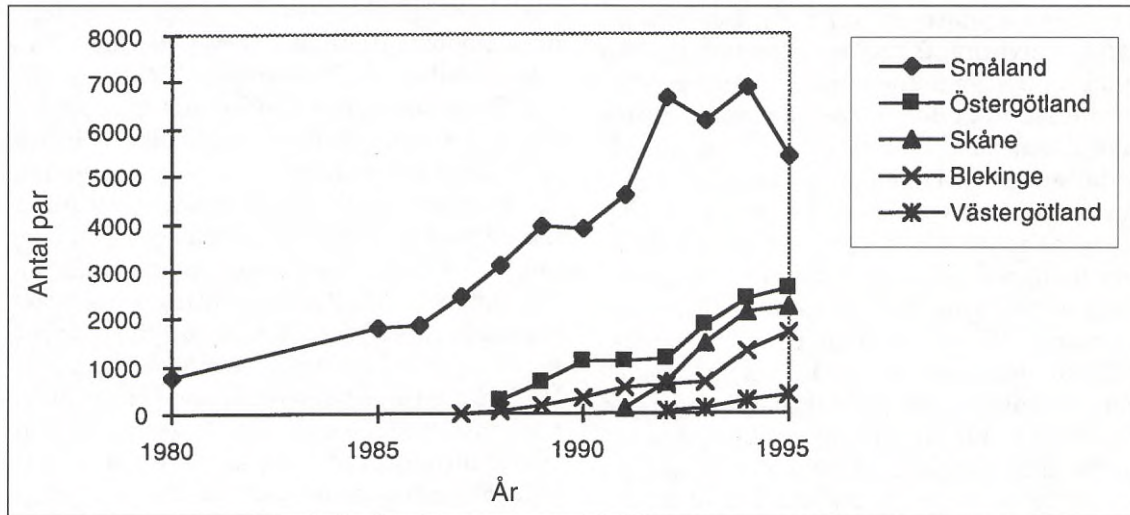
Vid skarvarnas kärnområden i Nederländerna ledde aldrig förföljelsen till att skarven försvann helt men i Danmark försvann fåglarna i slutet av 1800-talet. I Skåne var skarven försvunnen som häckfågel på 1890-talet och i Sverige som helhet 1909 (Blekinge). Mot slutet av 1930-talet började skarvar ånyo dyka upp i Danmark. Tio år senare (1948) började fåglarna häcka i Sverige på ön Svartö i södra Kalmarsund (troligen som konsekvens av mänsklig fördrivning av skarvar på ön Rügen, Tyskland). Utvecklingen var i början långsam och ännu så sent som 1980 fanns bara 750 par. Ytterligare en koloni uppstod på Gåsö, i norra Kalmarsund, 1961, men hade 20 år senare fortfarande bara några få häckande par (Jonsson 1977). Under andra halvan av åttiotalet började en mycket kraftig ökningstakt och skarvarna spreds till ett flertal nya områden. Denna kraftiga beståndstillväxt kom att beröra i princip hela Västeuropa men påbörjades 5 år tidigare i Nederländerna och Danmark jämfört med Sverige. Antalsökningen av skarvar sammanfaller väl i tiden med en samordning över hela Europa för att tillmötesgå naturvårdens krav på förbättrat fågelskydd. (Figur 1, 2 och 3, Tabell 2.)

I ett historiskt perspektiv är kunskapen om skarven sämre, dock finns spridda arkeologiska fynd som kan sprida ljus över skarvens tidigare förekomster. Från kärnområden i västra Europa finns ben bevarade daterade 4000-2000 f. Kr. (Zijlstra 1989). Från och med 1500-talet finns uppgifter om skarvförekomster men också hur de fluktuerar i antal. Fluktuationerna berodde på habitatsförändringar men också på mänsklig exploatering av ägg och ungar. Av arkeologiska fynd att döma har också skarven varit en del av den svenska fågelfaunan, med hemortsrätt i södra och mellersta Sverige, men förföljelsen var även här så omfattande att de till sist försvann.

Från Hagestad i Skåne har skarvben påträffats i samband med utgrävningar av boplatser från 1000 - 1300 talet e Kr (Andersson 1995). På Björkö (Birka) har 900 år gamla skarvben påträffats i avskrädeshögar varav

vissa ben tillhörde ungfåglar, vilket indikerar att arten då även häckade i området (Fredriksson 1996). Skriftliga uppgifter finns om häck-

ande skarvar från bland annat Krageholmssjön i sydöstra Skåne på 1870-talet (Andersson 1984).



**Figur 3.** Populationsutveckling i fem landskap 1980 till 1995. I skarvens kärnområden i södra Kalmarsund har skarvarnas antalsökning bromsats upp under senare år.

**Tabell 2.** Tabellen visar numerär och geografisk fördelning av Mellanskarv (*P.c. sinensis*) och Storskarv (*P.c. carbo*) i Europa 1995. De länder som finns upptagna i tabellen har till antalet flest skarvar i Europa. I Norge häckar enbart skarvar av rasen *P.c. carbo*. I Storbritannien häckar båda raserna och i övriga länder enbart *P.c. sinensis*. Antalet häckande par 1960 avser Nederländerna, Tyskland, Danmark, Sverige och Polen. I den högra spalten anges medelvärden på den årliga beståndstillväxten (Veldkamp 1996).

	Antal häckande par	Årlig tillväxt (%) 1980-95
Danmark	38 300	24
Norge	24 000	
Sverige	15 400	30 (1986-94)
Nederländerna	15 200	11
Tyskland	15 000	30
Rumänien	15 000	
Polen	11 000	
Storbritannien	7 500	
<i>P.c. sinensis</i> (1960)	3 500-4 300	
Tot. Europa <i>P.c. sinensis</i>	150 000	
Tot. Europa <i>P.c. carbo</i>	50 000	
Tot. individer Europa <i>P.c. sinensis</i>	700 000	



## Skarven - till nytta och nöje

### Fiske med tränade skarvar

I mer än två tusen år har man i vissa delar av Kina och Japan traditionellt fiskat med tränade skarvar. Den äldsta uppteckningen från Kina är daterad 317 f. Kr. I Japan används halvtama fåglar som fångats in från vilda populationer medan man i Kina använder fullständigt domesticerade fåglar. Sättet man fiskar på skiljer sig också åt mellan de båda länderna. De japanska skarvarna fiskar i grupp om vanligen 12 stycken och manövreras individuellt genom en lina förbunden mellan skarven och dennes tränare. I Kina är fåglarna helt fria under fisket och lyssnar då till kommandon från sin tränare. Fullständig domesticering kräver en lång och intensiv inlärningsperiod från det att ungen är precis nykläckt. De nyvärpta äggen tas därför från skarvföräldrarna och tillåts att ruvas av en höna. Efter kläckning matas ungen för hand för att vid fullvuxen ålder vingklippas och tränas att svara på sin tränares röst och visslingar (Johnsgard 1993).

Hatt (Johnsgard 1993), som bland annat beskrivit fiske med tränade skarvar i Kina, konstaterar att en skarvfiskare enkelt kan tjäna mer än fem gånger så mycket som en universitetsprofessor (ca 12 US dollar i veckan). Till och med fiske med en enda skarv kan inbringa fyra gånger så mycket pengar. Marknadsvärdet för en tränad skarv ligger i storleksordningen 130-250 dollar och den förväntade livsängden kan nå 20 år. Den mest produktiva åldern är dock mellan 5-10 års ålder.

Tränade skarvar har också använts i Europa och blev under medeltiden en populär sport i aristokratiska kretsar. I exempelvis England skapades en särskild hovtjänst med titeln "Master of the Royal Cormorants". Intresset kom att få ytterligare spridning då dresserade skarvar var omtyckta gåvor från engelska kungen till furstar på kontinenten. Fiske med tränade skarvar, motsvarande jakt med falkar, har dock aldrig utvecklats i Europa trots att skarvarna tycks förhållandevis lätta att dressera (Brusewitz 1994).

### Guanoöarna utanför Peru

De peruanska guanoöarna utgör exempel på de av människan bäst och sämst hanterade

sjöfågelkolonierna i världen. Öarna hade enorma avlagringar av fågelspillning, guano, som bröts och tillvaratogs som gödningsmedel på 1800-talet. Värdet av guanofåglarna i Peru har traditionellt varit så viktigt för landets ekonomi att guanoskarven kallades "the billion dollar bird" (Johnsgard 1993).

En koloni på 500 000 fåglar kunde producera 5 700 ton guano per år. Under de bästa åren bröts årligen en halv miljon ton guano och skeppades till Nordamerika och Europa där det ansågs vara det bästa av gödsel. I början av 1900-talet minskade guanodepåerna kraftigt, pga omfattande störning och överexploatering, och var till sist praktiskt taget uttraderade av de tidiga exploatorerna. Det ledde fram till att den peruanska regeringen tog kontroll över öarna och guanoutvinningen tillåts fortsättningsvis bara på ett uthålligt sätt. Fåglarna skyddades, häckningsmöjligheterna förbättrades och endast den årliga ackumuleringen av guano togs tillvara. Varje ö hade en vaktstyrka på två man och regeringen utfärdade lagar för att begränsa båt- och flygtrafiken kring öarna. Fiske tillåts inte heller inom området för fåglarnas aktionsradier. Åtgärderna resulterade i en ökning av de två viktigaste guanoproducerande fåglarna guanoskarv *P. bougainvilli* och Peruviansk sula *Sula variegata* som saknar motstycke i historien. Kring 1910 uppskattades populationen till cirka 4 miljoner fåglar och 1950 fanns, på ett 80-tal öar och några skyddade kuststräckor av fastlandet, mellan 16 och 20 miljoner fåglar (Duffy 1990).

På 1950-talet utvecklades en industri där fiskmjöl framställdes av anjovis *Engraulis ringens* som också var den huvudsakliga födan för skarvarna vilket föranledde en konflikt med guanoindustrin. Guanoproduktionen föll kraftigt och i samband med överuttag och klimatförändringar (El Nino 1972) kollapsade fisket vilket skapade ett stort överskott av båtar och manskap inom de båda industrierna. Efter kollapsen av anjovis har de väldiga havsfågelkolonierna bara delvis återhämtat sig och den en gång så viktiga guanoindustrin är idag bara en spillra av vad den en gång var (Duffy 1990).

## Skarven som en del av ett ekosystem

Ett sjöecosystem kan mycket enkelt beskrivas som en näringskjedja med fyra led (så kallade trofinivåer). Skarven som kan leva på rovfisk (ex stor abborre) utgör delvis, tillsammans med stor gädda och människa en 5:e trofisk nivå. Det första ledet utgörs av växtplankton och alger (primärproducenter), vilka utgör föda för den andra trofiska nivån, som utgörs av växtätande djur, exempelvis zooplankton. Dessa i sin tur utgör föda för mindre fiskar (t ex småabborre, mört och braxen), vilka bildar systemets tredje nivå. Dessa fiskar utgör i sin tur föda för rovfisk som gädda och stor abborre men också skarv och människor.

Skarven befinner sig således i systemets topp och är beroende av produktionen inom underliggande led för sin existens. Studier av skarvarnas uttag av fisk och hur det påverkar fiskesamhällena i naturliga vattensystem är fåtaliga och skriftliga belägg för storskaliga förändringar av fiskpopulationerna saknas (Suter 1991). Ett problem vid den här typen av studier är att kunskapen ofta är bristfällig om sjöarnas produktionsförhållanden, fiskbeståndens storlek och ekologiska samspel.

Generellt kan dock sägas att rekryteringen av fisk påverkas framförallt av miljöfaktorer och predation/uttag (t ex fiske). Den "spontana" dödligheten på grund av hög ålder antas vara mycket låg hos fiskar. Från ägg till yngelstadium är utvecklingen starkt beroende av konkurrensfaktorer, framförallt tillgången på föda. Därefter, med ökad ålder, följer minskad dödlighet, och oavsett orsak kan ett omfattande uttag påverka populationstätheten negativt (Staub 1994). Teoretiska resonemang stödjer också teorin att stora havsfågelkolonier rimligen kan påverka antalet fiskar inom ett födosöksområde. Problemet kompliceras dock av att storlekstillväxten kan öka för fiskar i ett glesare bestånd. Ett minskat numerär kan därför inte direkt översättas i minskad biomassa av fisk. Praktiska problem och det faktum att många havsfåglar livnar sig på en föda som är både spridd i tid och rum gör det svårt att testa hur fåglar påverkar numerär och biomassa av fisk (Ashmole 1963, Birkhead 1984, Furness 1984).

Ytterligare en effekt att vänta av skarvens predation på bytesfiskar är beteendemässiga förändringar hos fisken. Fiskarna

kommer att undvika områden med mycket fiskande skarvar och fördela sig mot platser med mindre predationstryck. I vilken omfattning denna omfördelning av fisken äger rum, och om vissa fiskarter påverkas mer än andra är ej studerat, men effekterna i närheten av stora skarvkolonier kan antas vara ganska stora (Stellan F. Hamrin muntl. medd.).

### Förändringar i fiskpopulationerna som reaktion på ökad eutrofiering och dess betydelse för skarven

Fiskbestånd påverkas även vid måttlig eutrofiering. Initialt ökar såväl fisk- som växtbiomassa utan några påtagliga förändringar i artsammansättning. Vid ytterligare närsaltbelastning kommer växtbiomassan och mängden av mindre, djurplanktonätande fiskar att öka oproportionerligt mycket. Om denna utveckling inte stoppas sker mycket snabbt en förändring av hela sjöecosystemet, som leder till en mycket stark (kanske 10-faldig) ökning av mängden djurplanktonätande fisk och mängden växter. Härvid uppstår en mycket kraftig konkurrens mellan olika arter och storleksklasser inom dessa två trofiska nivåer, vilket starkt gynnar mindre mörtfiskar respektive växtplankton samtidigt som mängden större växter med undantag av bladvass starkt minskar. Dessa djur- och växtgrupper (bland växtplankton främst blågrönalger) kommer då att kraftigt dominera hela ekosystemet vilket också leder till starkt försämrat siktdjup (Stellan F. Hamrin muntl. medd.).

Många övergödda sjöar har idag mycket individrika bestånd av småvuxna fiskar av arter som abborre, mört, braxen, och gers. Det har i flera studier (De Nie 1995) belagts att ett starkt predationstryck/uttag på denna typ av fisk i övergödda sjöar kan ha en positiv effekt på vattenbeskaffenheten med ökat siktdjup och återskapande av en livskraftig bottenvegetation som följd. Orsaken till den förbättrade vattenkvaliteten är att minskad mängd mörtfisk sänker predationstrycket på zooplankton och minskar omsättningen av fosfor i sjöecosystemet.

Småvuxna bestånd av mört och braxen livnar sig framförallt i sjöns öppna vattenmassa (pelagialen) av mjukbottnarnas botten-djur (braxen) samt pelagiska växt- och zoo-

plankton (mört). Härvid ökar fiskbiomassan i framförallt de pelagiska delarna av sjön, vilket kontrasterar mot förhållandena i näringsfattiga sjöar med klart vatten, där den mesta fisken finns i strandzonen (litoralt). Skarven gynnas av att fisken uppehåller sig pelagialt, där den är ett mer lättfångat byte. Beteendet att skarvar fiskar i grupp är sannolikt ett svar på ökad fiskbiomassa och minskat siktdjup (De Nie 1995, Van Eerden & Gregersen 1995, Veldkamp 1996).

### Skarvens effekter på fisksamhällena

Den kunskap som finns om skarvens effekter på bestånden av bytesfiskar i sjöar och kustområden är mycket begränsad. I Sverige där tillgången på lämpliga häckplatser är god är det rimligt att anta att födan är av stor betydelse som begränsande faktor för fåglarnas fortsatta expansion.

För att om möjligt kunna bedöma effekter av skarvens predation på bestånden av bytesfiskar i sjöar och kustområden behövs kunskap om fåglarnas dagliga konsumtion av fisk, antalet fiskande skarvar i ett givet område samt om produktionsförhållanden. Med den utgångsinformationen kan sedan skarvarnas uttag av fisk ställas i relation till den mängd fisk som årligen produceras i ett givet vatten. Vad som också påverkar systemet är kompensatoriska mekanismer vilka under "måttlig" predation motverkar en bestående minskning av fiskpopulationerna. Till kompensatoriska mekanismer räknas framförallt minskad konkurrens om föda hos de överle-

vande fiskarna samt en omförflyttning av fisk från områden med högre täthet mot områden med lägre fisktätheter.

Allmänt känt är också att fiskpopulationer "normalt" fluktuerar kraftigt i antal beroende på att år med god rekrytering bara infaller under vissa år. Starka årsklasser kan därför komma att dominera för flera år framöver. Fluktuationer i fisktätheter försvårar bedömningen av skarvarnas effekter på bytesfisken.

### Beräkningsunderlag för modeller

Antalet fåglar i en koloni beräknas vanligen utifrån antalet färdigställda bon (inventering görs lämpligen i andra halvan av maj). I kolonierna finns också närvarande ett antal icke häckande fåglar, framförallt tvååringar, vilka ännu inte är köns mogna. Hur mycket fåglar som uppehåller sig i och kring kolonierna, men avstår från att häcka, är mycket svårt att veta. Det kan vara så många som halva antalet häckande fåglar.

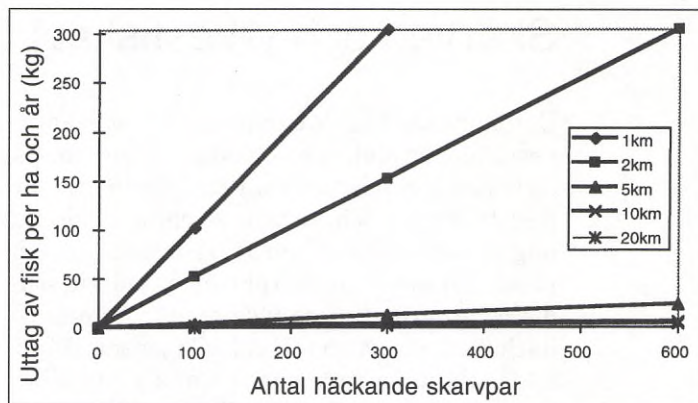
Under perioden för kläckningen av äggen och fram till att ungarna är flygfärdiga ökar födoåtgången ytterligare. På sensommaren sker en spridning av kolonins fåglar, mot delvis nya vatten, och konsumtionen av fisk närmast kolonin minskar jämfört med tidigare. I exemplet nedan redovisas beräkningsunderlag för en skarvkoloni med 1 000 häckande par. I augusti-september flyttar skarvarna mot övervintringsområdena. Kolonin konsumerar enligt beräkningarna omkring 318 ton fisk per år i sommarkvarteren (Tabell 3).

**Tabell 3.** Beräkningsunderlag för skarvarnas uttag av fisk under häckningssäsong i en koloni med 1 000 häckande par. Skarvarnas konsumtion av fisk har beräknats genom att multiplicera antalet fåglar (av respektive åldersgrupp), med 0,4 kg (daglig fiskkonsumtion) och antal dagar skarvarna uppehåller sig i vattnen närmast kolonin.

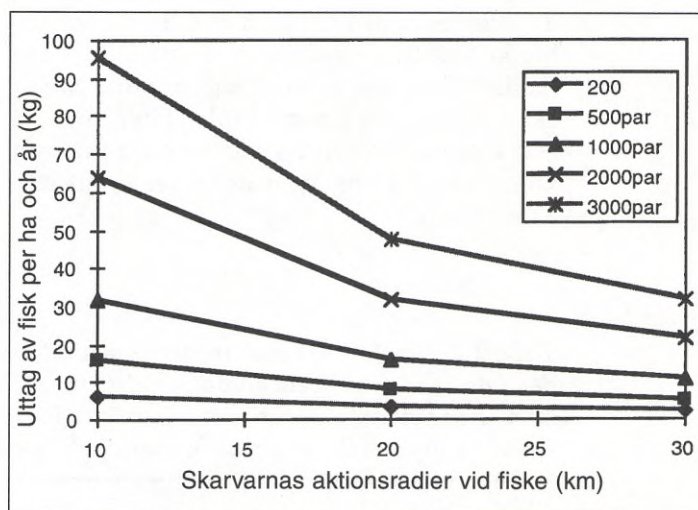
	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Totalt (kg) (Mar-Aug)
Ej köns m. fåglar		1000	1000	1000	1000	500	
Vuxna (häckande)	1000	2000	2000	2000	2000	1000	
Ungar		1500	3000	3000	3000	1500	
Totalt antal individer	1000	4500	6000	6000	6000	3000	
x30 dagar x 0,4kg	12000	54000	72000	72000	72000	36000	318000

De modeller som demonstreras nedan (Figur 4, 5) ger en antydning om hur stort skarvarnas uttag av fisk är vid kolonier av olika storlek. Skarvarnas uttag av fisk kan fastställas med godtagbar precision men otillräckliga data om produktionsförhållanden och storlek på födosöksområden försvårar beräkningar av skarvarnas effekter på fisksamhällena. Hur stora födosöksområden skarvarna utnyttjar beror exempelvis på fisktäthet, kolonistorlek samt lokala förhållanden. Produktionsvärden kan variera kraftigt med geografi, djup, antropogena utsläpp och lokala skillnader men det är rimligt att anta att värdena ligger i intervallet 30-100 (150) kg/ha/år (Stellan F Hamrin muntl. medd.). Hur stor andel av den årliga produktionen som omsätts av skarvarna och vad som står till förfogande för andra predatorer och människa är därför svårt att säga.

Givet dessa förutsättningar, predikterar modellerna (se nedan), att skarvarnas konsumtion av fisk kan vara omfattande vid stora kolonier men att komplexiteten i naturliga ekosystem också gör det svårt att förutsäga olika förlopp.



**Figur 4.** Modellen ger exempel på skarvarnas uttag av fisk i förhållande till kolonistorlek och födosöksområde i insjöar. 1 km aktionsradie i exemplet motsvarar ett födosöksområde på 314 ha. I de fall skarvkolonier är stora och födosöksområden små kan fåglarnas fiskkonsumtion vara omfattande i förhållande till årlig fiskproduktion. Endast ett fåtal sjöar i Sverige med häckande skarvar uppvisar för närvarande en sådan situation.



**Figur 5.** Skarvarnas uttag av fisk i ett kustområde i förhållande till kolonistorlek och storlek på födosöksområde. Modellen omfattar fem kolonistorlekar. Som exempel kan nämnas att Svartökolonins skarvar (ca 3 000 par), södra Kalmarsund, fiskar på upp till ca 30 km avstånd från kolonin enligt studier av Högskolan i Kalmar (Lars Erik Persson muntl. medd.) vilket motsvarar ett födosöksområde på omkring 300 km<sup>2</sup> (2 x 30 km x 5 km, djup <10 m).

## Skarven och yrkesfisket i Danmark

Danmark har idag Västeuropas största skarvbestånd med omkring 38 000 par fördelade på 35 kolonier. Studier av skarven i Danmark har pågått längre och varit mer omfattande än någon annanstans i Europa. De resultat som presenteras nedan härrör från en tioårig studie och representerar 98% av de i Danmark häckande skarvarna (Hald-Mortensen 1994). Födovalstudierna bygger på analys av olika benrester i uppstötta spybollar insamlade från 23 kolonier. Under tioårsperioden ökade antalet häckande skarvar i Danmark tio gånger.

Allmänt visar studierna att skarvarna fångar de fiskarter som är vanligast förekommande och mest lättillgängliga. De betydelsefullaste fiskarna (1992-94) som föda för skarven var: sandskädda, torsk, skrubbskädda och tånglake. Tillsammans utgjorde de 71,9 viktsprocent av det totala antalet fångade fiskar. Skarvarnas födoval från 1992-94 kan jämföras med situationen 1980-83 (Tabell 4 och 5) då artsammansättningen var delvis annorlunda, antalet fångade arter färre och enskilda fiskindivider storleksmässigt mindre. Sandskädda och torsk har med tiden blivit relativt sett mer betydelsefulla som föda för skarven vilket kan bero på att dessa arter totalt sett ökat i antal.

Skarvens predation på sandskädda och torsk sker uteslutande på icke könsmogna individer. Den torsk och vitling som skarven fångade var dessutom högre belastade med parasiten *Larvaeocera branchialis* jämfört med den genomsnittliga yrkesmässiga fångsten av samma fiskarter. Undersökningarna visar att skarvens uttag av stationära fiskarter som tånglake och rötsimpa kan förbättra näringsförutsättningarna för torsk och sandskädda då dessa är konkurrenter om födan.

Studierna visar också att ål, skrubbskädda, svart smörbult och abborre utgör en större andel av födan hos skarven vid nyetablerade kolonier jämfört med samma kolonier tio år senare. Andelen ål i skarvens föda var omkring 10% (början av 80-talet) och 1-3% (början av 90-talet). Förändringen kan bero på att ålbeståndet minskar på grund av skarvpredation men också möjligen på beteendemässiga förändringar hos ålarna som gör dem mer svårfångade för skarven.

Vid en jämförelse av det totala uttaget av fisk var skarvarnas fiskkonsumtion under häckningssäsong omkring en tiondel av människans uttag i samma områden. Skillnaden i uttag mellan skarv och människa var störst för de två migratoriska arterna sill och torsk

**Tabell 4.** Tabellen visar skarvarnas och människans uttag av fisk (ton / år) inom samma områden i danska vatten. Av kommersiellt viktiga fiskar är kvoten mellan skarvarnas och människans uttag större för stationära fiskarter jämfört med migratoriska arter. Torsk, ål (delvis) och sill är migratoriska arter, de övriga är stationära arter (Hald-Mortensen 1994).

Fiskart		Skarvens beräknade uttag under häcktid (ton/år)	Yrkesfiskets rapporterade fångst på årsbasis (ton/år)
Sandskädda	<i>Limanda limanda</i>	1198	2447
Torsk	<i>Gadus morrhua</i>	1353	10277
Skrubbskädda	<i>Platichthys flesus</i>	309	1941
Tånglake	<i>Zoarces viviparus</i>	430	7
Rötsimpa	<i>Myoxeph. scorpius</i>	508	0,07
Sv. smörbult	<i>Gobius niger</i>	150	0
Ål	<i>Anguilla anguilla</i>	141	525
Abborre	<i>Perca fluviatilis</i>	127	24
Sill	<i>Clupea harengus</i>	53	25155
Totalt		4269	40376

där människans uttag är betydligt större än skarvarnas. För stationära bottenlevande arter var skillnaden mellan skarvarnas uttag och människans uttag mindre jämfört med migratoriska arter (se vidare Tabell 4, 5).

Studier visar också att Vorskolonin (Danmarks äldsta och största skarvkoloni), på grund av födobegränsning stabiliserats kring 5 000 par. Jämfört med situationen för mer än 5 år sedan utnyttjar skarvarna idag ett större födosöksområde, producerar färre flygga ungar per par samt livnär sig till en mindre andel på stationära bottenlevande fiskarter (Thomas Bregnballe muntl. medd.).

De fiskarter där en konkurrenssituation mellan skarv och människa kan tänkas existera är främst sik, sandskädda, torsk? och ål.

**Tabell 5.** Tabellen visar skillnader i artsammansättning i skarvarnas diet mellan perioderna 1980-83 och 1992-94. Antalet fiskarter som skarvarna konsumerar har blivit flera och medelvikten högre under 90-talet jämfört med situationen under 80-talet (Hald-Mortensen 1994).

Fiskart		Skarvarnas utag av fisk	
		1980-83	1992-94
Sandskädda	<i>Limanda limanda</i>	24 (%)	43 (%)
Torsk	<i>Gadus morrhua</i>	17 (%)	23 (%)
Tånglake	<i>Zoarces viviparus</i>	21 (%)	7 (%)
Rötsimpa	<i>Myoxeph. scorpius</i>	26 (%)	5 (%)
Övriga		12 (%)	22 (%)
Antal arter		26 (st)	37 (st)
Medelvikt samtliga arter		23 (g)	32 (g)

## Konfliktområden

### Skarvarna och yrkesfisket

Den konfliktsituation som existerar mellan människa och skarv beror på konkurrens om en gemensam resurs. Konflikten uppstår då skarvarna plockar bort och skadar fisk i redskap samt effekter på fisksamhällena i närheten av skarvkolonier som leder till minskade fångster för yrkesfiskaren. Skador på fisk gör den i de flesta fall osäljbar för yrkesfiskaren. Orsaker till beståndsminskningar av fisk är betydligt svårare att fastställa och skarvens effekter på fiskpopulationerna i närheten av häckningskolonierna bygger därför oftast på teoretiska resonemang.

Ytterligare ett problem kan uppstå då skarvar fiskar invid fiskeredskap och skrämmer fisk. Fisken kan då fastna i delar av redskapen som inte regelbundet vittjas (ex botten-garnens fångstarm och fyrkant). Detta innebär att fisken självdör och ej kan tas tillvara. Omfattningen av detta problem är oklart men är i huvudsak förknippat med större koncentrationer av skarv och då fåglarna fiskar i grupp och driver fisken framför sig.

Ett mycket stort antal skarvar drunknar årligen i botten-garn. I Sverige handlar det om åtskilliga hundra och i Danmark flera tusen. Nästan alla skarvar som drunknar i botten-garn är ungfåglar. Särskilt många drunknar under sensommaren. I sällsynta fall kan skarvar fastna i ryssjorna på ett sådant sätt att de förhindrar ytterligare fisk att simma in i redskapen. Skarvar kan också med sina vassa näbbar och klor skada fiskeredskap. Skador på fiskeredskap berör framförallt nät.

I många fall har det visat sig svårt att förhindra eller minska skarvarnas skador på fisk i redskap. Skarvarna är mycket skygga och rör sig över stora vattenområden. Pågående studier i Danmark visar dock att övertäckning av botten-garnens förgård med flytande nät kan minska skador och direkt förlust av fisk orsakad av skarv och trut (Cornelisse 1993).

Utöver nämnda problem utgör fiskodlingar en stark lockelse på fiskätande fåglar som skarv och häger. Särskilt stort är problemet i vissa delar av Mellaneuropa där skarvarna kan orsaka förluster på mellan 20 och 50 procent av antalet individer i en fiskodling (Van Eerden et. al 1995). Problemen förekommer såväl sommar som vinter (förut-satt att sjöarna inte är istäckta) men är som

störst under tidpunkten för fåglarnas flyttning. Små dammar kan skyddas med nät. Vid större odlingsdammar är övertäckning inte möjlig. Försök att skrämja skarvarna på flykten med knallskott eller uppsättning av linor tvärs över dammarna för att försvåra skarvarnas start och landningar misslyckas ofta (Osieck 1989).

I en studie från före detta Östtyskland konstaterades att inom landet häckande skarvar utgjorde ett mindre problem jämfört med de stora antalet förbipasserande skarvar under flyttningen. Ett kontrollprogram igångsattes för att stävja problemen och mellan 1985-88 sköts 5 487 skarvar varav drygt 50% i kolonier och resten vid fiskodlingar. I övrigt förhindrades en rad nyetableringar, vilket också ansågs vara det enda som gav något bestående resultat (Zimmerman 1989).

De i Sverige förekommande områden där en konfliktsituation redan existerar eller kan tänkas uppkomma berör grunda kustområden samt sjöar i Syd- och Mellansverige.

Skador på fisk i yrkesfiskarnas fångstredskap förekommer periodvis och lokalt på en del platser i Sverige. Mina studier visar att mellan 5 och 30% av ålarna som fångas i de sydöstkånska sjöarna har bitskador, som dock endast undantagsvis försämrar försäljningsvärdet. I en av sjöarna, Ellestadsjön, har ålfisket försämrats påtagligt de senaste tre åren som en möjlig konsekvens av de mycket stora antalet skarvar som häckar och fiskar där. I Vänern är skador på framförallt sik och annan laxartad fisk ett problem. Som mest kan skadorna omfatta hälften av fångsten av exempelvis sik. Det är dock oklart i vilken omfattning också trut skadar och prederar på fisk i redskap. I sjön Roxen har drygt sju viktsprocent av den landade fångsten skador som kan relateras till skarv. I norra Kalmarsund förekommer skador på framförallt sik. Att siken är särskilt utsatt kan bero på att fisken gärna söker sig till ytan där den är ett exponerat byte. Att ål och laxfiskar tycks vara mer utsatta i redskap än andra fiskar (t ex abborre och karpfisk) kan bero på att skarvarna föredrar feta fiskar med högt energivärde. En alternativ förklaring är att ål och laxfiskar är svåra att hantera för skarvarna och därför ofta undgår att bli uppätta.

Oklart är också hur mycket fisk som försvinner ur redskap genom skarvkonsumtion. Tydligt är däremot att skarven i många fall försöker ta fiskar som är betydligt större än vad som är möjligt att hantera under naturliga förhållanden (i fria vattnet).

### Ålfisket och skarven

I Sverige är fiske efter ål framförallt koncentrerat till stora sjöar och kustområden i Syd- och Mellansverige. Ålen fångas bland annat i ryssjor och bottengarn. Fisket efter ål kulminerar under sensommaren och tidiga hösten under mörka nätter. För att ålen skall vara aktiv krävs en vattentemperatur på över 8°C. De flesta ålar som fångas är honor på vandring till Sargassohavet (Wickström 1986, Wickström 1993).

Sedan 1960-talet har ålinvandringen till svenska vatten minskat, vilket bland annat belagts med hjälp av ålyngelsamlare i Göta älv, Lagan, Motala ström och Dalälven. Stora fluktuationer i mängden uppvandrande ål har alltid förekommit men sedan 1960-talet har åluppvandringen varit genomgående liten. Ålfisket är ett ekonomiskt viktigt fiske och är efter fiske av torsk, sill/strömming och havskräfta det fiske som svarar för störst fångstvärde (Wickström 1986).

Skarven har tidigare beskrivits som en så kallad generalist och opportunist vilket innebär att den tar vad som är tillgängligt inom ett rimligt storleksintervall. Ålen utgör därför också föda för skarven. En lekmogen blankål kan väga närmare ett kilo eller mera vilket är ett för stort byte för skarven. Annorlunda kan det vara med gulål. Efter vinterns dvala är gulålarna tröga i det kalla vattnet och kan därmed vara lätta att fånga. Omfattningen av skarvens predation på gulål är oklar.

Ål är totalt sett av liten betydelse som föda för skarven och har förmodligen minskat ytterligare i betydelse med ökad eutrofiering, som gör ålen svår att upptäcka för skarven (Dobben 1989).

Då ålen generellt sett minskat i antal i Östersjön jämfört med tidigare kan det dock inte uteslutas att predation på ål ytterligare skulle kunna minska det redan svaga ålbeståndet. Något faktaunderlag som styrker det resonemanget finns dock ännu inte.

### Andra konfliktområden

Ett annat konfliktområde är skarvarnas påverkan på vegetationen vid häckplatserna. Boträden dör efter hand på grund av den frätande spillningen. Växtsamhället i övrigt förändras också och går mot näringstoleranta arter som exempelvis hallon, brännässla, hundkäx, skräppor, vissa arter av gräs m m. På Svartö, den äldsta skarvkolonin i Sverige, har de tallar som en gång i tiden gav ön laga skydd, fallit till marken. Skarvarna har dock fortsatt att häcka både på de omkullfallna träden och direkt på marken. Ur ekologisk synvinkel är förändringen- eller försvinnandet av vegetationen en del av en dynamisk process där en del arter missgynnas men förutsättningar för en del andra arter förbättras. Generellt kan sägas att den förbuskning som äger rum på många skärgårdsöar är till nackdel för en del fåglar som exempelvis vadare och tärnor. Att skarvarna tar död på vegetationen skulle i det här sammanhanget kunna bidra till att motverka igenväxning.

Som en konsekvens av upprepade störningar av skarvkolonier under senare år har många kolonier splittrats och fåglarna tvingats att uppsöka nya platser. Detta har medfört att skarvarna har kommit att ta flera platser (öar) i anspråk än vad som ursprungligen var fallet. Ytterligare ett resultat av störning (exempelvis äggprickning) och sabotage på öar där skarvarna häckar direkt på marken, är att fåglar flyttat över till trädbevuxna öar där skarvarna åtnjuter större skydd vilket troligen kommer att medföra att nya konflikter uppstår med exempelvis markägarintressen.

Det har ibland framförts att skarvarna skulle kunna tränga undan arter som exempelvis skräntärna, alkor eller andra fåglar i behov av skydd. Det finns få belägg som stödjer den teorin. Tärnkolonier byter "regelbundet" häckningslokaler och visar ingen motvilja att häcka i närheten av en skarvkoloni. Tvärtom finns det exempel på kolonier av tärnor och grisslor som slagit sig ner i omedelbar anslutning till skarvkolonier där de finner effektivt skydd mot rovdjur. I Gryts skärgård i Östergötland påbörjade en skräntärnekoloni häckning på Röskären efter det att skarvarna kommit till platsen. Skräntärnorna häckade tidigare på den intilliggande Örskären (Viking Olsson muntl. medd.). Det samma gäller för sillgrisslor som börjat häcka i nyetablerade skarvkolonier i Stockholms och Södermanlands skärgård på platser där sillgrissla ve-



terligen aldrig tidigare befunnits häcka (Roland Staav muntl. medd.). Vid mänsklig aktivitet och störning av skarvkolonier kan därför existerande och potentiella häckplatser för exempelvis tärnor och grisslor gå förlorade.

Från ön Svartingskär i norra Kalmarsund har fågelfaunan inventerats både före och efter det att skarvarna kom dit. Förändringarna är mycket små (Tommy Larsson muntl. medd.).

Den mycket kraftigt expanderande skarvkolonin på Lilla Karlsö har delvis påverkat antalet häckande grisslor på ön. Antalet sillgrisslor var i slutet på 80-talet omkring 1 600 par men har sedan 1992, då skarvarna började häcka på ön, halverats i antal. I Östersjön som helhet har antalet grisslor ökat under senare decennier och emigranter från Karlsöarna har givit upphov till flera nya kolonier bland annat i Stockholms skärgård och utmed Norrlandskusten. Tordmulen konkur-

rerar ej med skarvarna då de väljer annorlunda bohyllor. Antalet häckande sillgrisslor på Stora Karlsö, är "stabil" kring 9 000 par. Någon direkt födokonkurrens mellan grisslor och skarv tycks ej föreligga då grisslorna främst fiskar efter skarpsill och strömming långt ut till havs på djupt vatten och skarven på grundare vatten utmed Gotlands fastlandskust (Björn Hjernqvist muntl. medd.).

Skarven väljer ibland att etablera kolonier i redan befintliga hägerkolonier. Efterhand som skarvarna blir flera minskar antalet häckande hägrar (förmodligen genom konkurrens om lämpliga boplatser) och dessa får uppsöka nya platser där de kan etablera kolonier. Totalt sett har dock antalet hägrar ej minskat under perioden för skarvens kraftiga ökning.

## Orsaker till den kraftiga expansionen, framtid - hot

Orsaken till skarvens kraftiga ökning och spridning till nya geografiska områden under framför allt de senaste femton åren kan huvudsakligen sökas utifrån två grundorsaker. Mellan åren 1965 och 1980 gavs skarven ett kraftfullare skydd i många länder. Särskilt viktigt var ett EU-beslut (1979) att föra upp mellanskarven på EUs så kallade "Fågeldirektiv" med ett konsekvent skydd över hela Västeuropa som resultat (Staub 1994). Antalet skarvar var då så litet att endast med gemensamma skyddsinsatser över nationsgränserna fanns en möjlighet att rädda skarven från att försvinna helt.

För det andra har paradoxalt nog övergödning av sjöar och kustområden skapat ett större födounderslag och förbättrat skarvarnas möjligheter till fiske (exempelvis fiske i grupp) (De Nie 1995, Van Eerden & Gregersen 1995). Att eutrofiering kan påverka fågelpopulationer kraftigt visar inte minst det svenska Östersjöbeståndet av häckande ejder som idag (ca 350 000 par) är tre till fyra gånger så stort som på 1940-talet. Ejdern lever framförallt på blåmusslor som gynnas av ökad plankton-tillgång (Thoren 1996). En tredje faktor av betydelse är ett ökat intresse för fiskodling i många europeiska länder (Moerbeek 1987). Särskilt i samband med skarvarnas flyttning utnyttjas fiskodlingsdammar vid födosök.

Den snabba tillväxtfas som kunnat bevittnas under de senaste femton åren tycks delvis ha avstannat. Under den berörda perioden var ökningen årligen i västra Tyskland 29,8%, Danmark 23,8%, Nederländerna 10,8% (Van Eerden & Gregersen 1995). I Sverige ökade antalet skarvar som mest mellan 1986 och 1994 (29,6%). Ökningstakten i Danmark har nu sjunkit till 8% (1992-93) (Hald-Mortensen 1994).

Kärnområdet för de västeuropeiska beståndet av mellanskarv finns idag i Danmark och Nederländerna. I Nederländerna, Oostvaardersplassen, fanns Europas största skarvkoloni 1992 med 8 380 par men den hade på ett år halverats i antal (1993 4 400 par). Det finns ytterligare exempel på kolonier som minskat kraftigt i antal under senare år utan klara orsakssamband.

I Sverige kan en liknande trend skönjas med uppbromsning av tillväxten eller rent av minskning i några av de största kolonierna. I

Sverige ökade antalet skarvar med endast omkring 3% mellan 1994 och 1995. I sommarkvarteren kan tillgången på föda liksom lämpliga boplatser samt jakt och illegal förföljelse antas vara de faktorer som är mest dämpande på populationsutvecklingen. Mindre känt är huruvida faktorer under skarvarnas flyttningsresa och i vinterkvarteren påverkar populationsutvecklingen. Men det finns skäl att anta att situationen under vinterhalvåret möjligen är en än större reglerande faktor för fåglarna, jämfört med situationen under häckningstiden. Stöd för den teorin finns från exempelvis iakttagelser i Centraleuropa där antalet skarvar minskat i vissa sjöar vintertid som svar på minskning av biomassa av fisk (Suter 1995). Ökad konkurrens i traditionella övervintringsområden kan också tänkas tvinga fåglarna till sjöar av lägre kvalitet med sämre överlevnad som resultat.

Sjukdomar är en annan naturlig reglerande faktor som kan påverka tätheten av skarv. Hittills finns inga observationer där sjukdomar påverkat det europeiska beståndet av mellanskarv. Den nordamerikanska skarven *P. auritus* drabbades emellertid 1990 av en virussjukdom (Newcastle disease), och beståndet sjönk kraftigt i antal (Van Eerden et al 1995).

Som toppredator kan skarven påverkas negativt av miljögifter vilket också belagts i ett flertal studier. I en studie från Nederländerna konstaterades att hög konsumtionen av ål jämfört med konsumtion av andra icke feta fiskar kunde leda till en tvåfaldig ökning av organiska miljögifter i fåglarnas lever (Platteeuw 1995). I Sverige finns inga studier som visar att exempelvis försämrat häckningsresultat beror av ökad exponering av miljögifter.

Decimering av skarv (framförallt äggprickning) och illegal prickning av ägg samt ihjälslagning av ungar kan lokalt ha en mycket kraftig påverkan på skarvbeståndet. Enligt en uppskattning gjord av Östergötlands ornitologiska förening påbörjade 1994 omkring 3 000 par skarv häckning i Östergötland. Av dessa har hälften av häckningarna på olika sätt utsatts för någon form av åverkan. Även 1995 blev reproduktionen mycket låg på grund av sabotage och äggprickning och omkring 2 000 häckningar, två tredjedelar av antalet påbör-

jade häckningar, uppskattades ha blivit slutförda. Att flera skarvar lyckades med häckningen 1995 jämfört med föregående år kan bero på att skarvar som häckat i yttre skärgården (där fåglarna vid upprepade tillfällen utsatts för förstörelse) istället börjat häcka inom kolonier med mindre utsatt läge. 1996 har antalet skarvhäckningar inom länet minskat jämfört med 1995, som en möjlig konsekvens av äggprickning och fortsatt illegal förföljelse (Tabell 6).

I Kalmar län har skarvkolonier också varit utsatta för illegal förföljelse. Under stor uppmärksamhet förstördes 1993 den 3 000 par

stora skarvkolonin på Gåsö i norra Kalmar-sund. Idag är den illegala förföljelsen i Kalmar län inte lika omfattande som tidigare. Tre kolonier inom länet är undantagna jakt och prickning av ägg.

Att omfattande jakt och störningar vid skarvens häckplatser kan påverka fåglarna mycket negativt är tydligt, däremot kan den varaktiga nyttan av olika former av jakt ifrågasättas. Upprepade störningar vid kolonier tvingar fåglarna till nya platser med förnyade problem som följd. Skarvens höga fortplantningstakt möjliggör också till stor del kompensation för de fåglar som dödas vid jakt. Eftersom skarvens spridning är mycket god blir effekterna av jakt troligen verkningsfull först vid internationell samordning.

Den uppbromsning i tillväxtfasen som nu registrerats berör både Sverige och andra Västeuropeiska länder. En försiktig bedömning om framtiden är att antalet skarvar kommer att fortsätta att öka men i betydligt blygsammare omfattning än tidigare. Med största sannolikhet kommer också ytterligare skarvkolonier att etableras och det bland annat som resultat av utvandring från äldre kolonier. Stora kolonier i skarvens kärnområden kommer förmodligen att minska något i antal och inta en ny "stabil" nivå.

**Tabell 6.** Antalet påbörjade och genomförda skarvhäckningar i Östergötland 1994-96. På grund av upprepade mänskliga störningar i många kolonier har det i många fall varit svårt att fastställa antalet påbörjade och slutförda häckningar.

	1994	1995	1996
Totalt påbörjad häckning	3000	3000	2400
Totalt genomförd häckning	1500	2000	1900

## Jakt och skyddsfrågor - vad säger EU?

Mellanskarven är en av 74 fåglar som finns upptagen på EUs så kallade "fågeldirektiv". Listan omfattar sällsynta, sårbara och hotade arter som är i behov av skydd - särskilt med hänvisning till biotopskydd. Jakt, förstörelse av ägg och bon samt störning under häcknings-säsong är förbjudet. Några undantag från det allmänna skyddet är möjliga och finns under artikel 9 i fågeldirektivet. Det kan handla om exempelvis omfattande skador på fisket. EU-kommisionen har deklarerat att beslutande organ i berörd medlemsstat avgör om nödvändiga lagförslag uppfyllts i överensstämmelse med artikel 9 (Staub 1994).

Som konsekvens av skarvens kraftiga antalsökning under senare år pågår inom EU, i olika grupperingar, diskussioner om möjligheterna och följderna att avföra mellanskarven från den lista som ger arten dess nuvarande strikta skyddsstatus (Torsten Larsson muntl. medd.)

Det bör här understrykas att endast mellanskarven berörs av EUs fågeldirektiv vilket inte storskarven (*P. c. carbo*) gör. Detta kan förefalla märkligt då det västeuropeiska beståndet av mellanskarv i dag är betydligt större än beståndet av storskarv. Dessutom är storskarven geografiskt mer begränsad jämfört med mellanskarven. Mellanskarvens häckningsmiljöer är däremot generellt sett mer utsatta (exploaterbara) jämfört med storskarvens.

Bernkonventionen (The Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals) upptar ett antal arter, med kritisk populationsstorlek, otillräcklig biotopskydd osv, varav mellanskarven är en (Staub 1994). Sverige har ansvar för att följa ålagda direktiv från såväl EU som andra konventioner dit Sverige är anslutet.

Den paragraf (se ovan), i EUs fågeldirektiv, som medger visst utrymme för jakt och äggprickning har praktiserats i flera länder. I Danmark har yrkesfiskare tillåtelse att skjuta skarv inom 100 meter från fasta redskap förutsatt att redskapen är på ett avstånd av mer än 1 000 meter från en koloni. 1994 antogs i Danmark, då tidigare åtgärder ansågs otillräckliga, en nationell handlingplan för att stävja problemen. Åtgärderna omfattar nu förhindrande av nyetableringar samt äggprickning i några få utvalda markhäckande kolo-

nier. Den nya handlingsplanen till trots, så gäller fortfarande att i första hand skadorna och inte skarvarna skall reduceras. Vidare finns ingen specificerad övre gräns för det totala tillåtna antalet häckande par inom landet. Jakt och reglering av fåglar är endast tillåtet under kontrollerade former (under övervakning av lokala myndigheter) och då andra metoder (ex skrämsemetoder, nätövertäckning av redskap) visat sig verkningslösa (Veldkamp 1996).

I Tyskland varierar förhållningssättet med olika delrepubliker. I Schleswig-Holstein där fågel-fiskkonflikten är uttalad tillåts en begränsad avskjutning vid fiskodlingar. Alternativt sker viss ekonomisk kompensation. Den maximala avskjutningen är satt mindre än två procent av den övervintrande populationen, och utöver de tre kolonier som finns förhindras också nyetableringar (Staub 1994).

### Nuvarande jaktregler på skarv i Sverige

I och med Sveriges EU-inträde gäller, från och med 1 januari 1995, generellt jaktförbud på skarv. Undantag kan beviljas av länsstyrelse, med tillstånd av Naturvårdsverket, och har så skett i Kalmar-, Östergötlands- och Malmöhus län. Enligt Naturvårdsverkets motivering kan jakt accepteras i de fall uppkomna skador kunnat kopplas till skarv och ingen annan lösning ansetts möjlig för att förhindra fortsatta skadeverkningar. Under vissa speciella förhållanden kan också ingrepp i en koloni tillåtas under häckningstidens första skede, i första hand genom äggprickning. Naturvårdsverket understryker samtidigt att frågan om fiske-redskapens utformning uppmärksammas.

Den som önskar söka tillstånd för att bedriva jakt på skarv kan vara en enskild person eller organisation, och innehavare av jaktlicens. Länsstyrelsen beslutar om villkoren för jakten; exempelvis tidpunkt, plats, avstånd från koloni osv. Berörd fastighetsägare/jakt-rättsinnehavare skall ha medgivit tillstånd till jakten. Efter avslutad insats är tillståndsinnehavaren skyldig att lämna länsstyrelsen en rapport om insatsens omfattning. Detta är särskilt viktigt för att i efterhand kunna utvärdera jaktens verkningar.

I Kalmar län är fyra öar med häckande skarv undantagna från jakt: Svartö, Norra Sandholmen (Södra Kalmarsund), Svarting-

skär och Gåsö (Norra Kalmarsund). Gåsö är fortfarande skyddad trots att skarven inte längre häckar där. Skydds jakt i Kalmar län är tillåten från 1 januari-10 april samt den 21 augusti till 30 september (1995-97). Licensierade yrkesfiskare får även jaga skarv under tiden 11 april till 20 augusti inom 200 meter från fasta redskap. Jakt enligt denna punkt får även ske inom naturreservat och fågel-skyddsområde. Vidare tillåts även ingrepp i fåglarnas bon vilket inkluderar att äggen förstörs (Länsstyrelsen i Kalmar).

Rapporterad jakt på skarv i Kalmar län 1995 omfattade: 1 740 skjutna skarvar, omkring 1 800 prickade ägg samt 600 skarvar drunknade i redskap.

I Malmöhus län har tillstånd för skydds-jakt på skarv medgivits i Ellestadsjön och Krageholmssjön. Jakten omfattar båda sjöarna 21 augusti-31 december (1996) samt Krageholmssjön till och med 20 mars 1996 (Länsstyrelsen i Malmöhus län).

I Östergötlands län tillåts skydds jakt efter skarv under tiden 1 mars - 20 augusti (1995-97) inom 200 meter från fasta redskap. Tillstånd till äggprickning har givits på Bockskär i Sankt Anna (Söderköpings kommun) och Lilla Gjusbådan i Gryt (Valdemarsviks kommun). På ön Stenskar i Bråviken (Norrköpings kommun) har tillstånd givits att för-

hindra etablering av skarvkoloni på ön. I sjöarna Roxen och Glan tillåts skydds jakt inom 200 meter från fasta redskap. Allmän jakt på skarv gäller 21 augusti-28 (29) februari. Sammanlagt 2 800 ägg prickades 1995 i Östergötland med stöd av medgivna tillstånd. Utöver denna medgivna äggprickning har jaktbrott begåtts på ett flertal holmar med skarvkolonier i form av otillåten äggprickning och ihjälslagning av ungar (Länsstyrelsen i Östergötlands län).

#### **Erkännanden:**

Tack till Arne Lundberg, Stellan Hamrin, Jan Ekman och Torsten Larson för kommentarer och förbättringar av en tidigare version av detta arbete. Ett flertal personer har också på ett eller annat sätt bidragit med uppgifter och information. Till samtliga riktas ett varmt tack. Gunnar Andersson, Bo-Gunnar Blom, Nils Borgström, Boris Fröjd, Hans Kongbäck, Lars Lindell, Leif och Kaj Nilsson, Anders Nilsson, Sven Nilsson, Carl-Gustav Ottosson, Carlos Pieckari och Johan Wihlborg.

Studierna har finansierats med medel från WWF, Naturvårdsverket och Fiskeriverket.

## Referenser

- Andersson, G., J. Karlsson & N. Kjellén. 1984.** Storskarven *Phalacrocorax carbo* i Skåne. Tidigare förekomst och nutida uppträdande. - Anser Nr 23: 109-124.
- Andersson, G. 1995.** Mellanskarvens återkomst till Skåne. - Skånes Natur Nr 82: 73-79.
- Ashmole, N. P. 1963.** The regulation of numbers of tropical oceanic birds. - Skånes Natur 103b: 458-473.
- Birkhead, T.R. & R.W. Furness. 1984.** Regulation of seabird populations. p.147-167. - In: Sibley, R.M. & R.H. Smith (ed.) Behavioural ecology, ecological consequences of adaptive behaviour. Blackwell, London.
- Brusewitz, G. 1994.** Skarvar och människor. p. 71-73. - In: Lindell, L. & T. Jansson Skarvarna i Kalmarsund. Sveriges Ornitologiska Förening, Stockholm.
- Cornelisse, K.J. & K.D. Christensen. 1993.** Konflikten mellan bendegarnsfiskere og skarver. - Fisk og Hav 43: 33-37.
- Cramp, S., & K.E.L. Simmons. 1977.** Birds of the Western Palearctic. p. 200-207. - In: Cramp, S. (ed.) Birds of the Western Palearctic. Oxford University Press, Oxford.
- de Nie, H.W. 1995.** Changes in the inland fish populations in Europe and its consequences for the increase in the cormorant *Phalacrocorax carbo*. - Ardea 83: 115-122.
- Dobben, v. W. H. 1989.** The food of the cormorant: 51 years later. p. 139-142 - In: Second International Workshop on Cormorants, Lelystad, Netherlands.
- Duffy, D. C. 1990.** The guano islands of Peru: the once and future management of a renewable resource. p. 68-76. - In: The XX World Conference of the International Council for Bird Preservation. Bird Life International, Hamilton, New Zealand.
- Fredriksson, R. & M. Tjernberg. 1996.** Upplands fåglar - fåglar människor och landskap genom 300 år. - Fåglar i Uppland, suppl. 2. Uppsala. p. 232-233.
- Furness, R. W. & T.R. Birkhead. 1984.** Seabird colony distributions suggest competition for food supplies during the breeding season. - Nature 311: 655-656.
- Gregersen, J. 1989.** Colour-ringing of cormorants in Denmark. p. 61-66. - In: Second International Workshop on Cormorants, Lelystad, Netherlands.
- Hald-Mortensen, P. 1994.** Danske skarvers fødevalg 1992-1994. - Rapport från Miljö- og Energiministeriet, Skov och Naturstyrelsen 1995. p. 4-6.
- Harrison, P. 1983.** Seabird an identification guide. - A & C Black, London. p. 295.
- Johnsgard, P.A. 1993.** Cormorants, darters, and pelicans of the world. - Smithsonian Institution Press, Washington. 445 p.
- Jonsson, B. 1977.** Skarvarna och yrkesfisket. - Swedish National Environmental Protection Board. 63 p.
- Lindell, L. & T. Jansson. 1994.** Skarvarna i Kalmarsund. - Sveriges Ornitologiska Förening, Stockholm. 83 p.
- Marion, L. 1989.** The biogeographical problem of the cormorant on relation to its breeding and wintering status in France. p. 83-96. - In: Second International Workshop on Cormorants, Lelystad, Netherlands.
- Marteijn, E.C.L. & S. Dirksen. 1989.** Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* feeding in shallow eutrophic freshwater lakes in The Netherlands in the non breeding period: prey choice and fish consumption. p. 135-155. - In: Second International Workshop on Cormorants, Lelystad, Netherlands.
- Mellin, M. & A. Martyniak. 1989.** Food composition of cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* in north-eastern Poland; preliminary results. p. 175-181. - In: Second International Workshop on Cormorants, Lelystad, Netherlands.
- Moerbeek, D. J. 1987.** Cormorant damage prevention at fish farms in the Netherlands. - Biological Conservation 39: 23-38.
- Muselet, D. 1989.** Cormorants wintering in the Loire valley and the Brenne-Sologne fish ponds (France). p. 215-217. - In: Second International Workshop on Cormorants, Lelystad, Netherlands.
- Osieck, E. R. 1989.** Prevention of cormorant damage at the Lelystad fish farm. p. 205-211. - In: Second International Workshop on Cormorants, Lelystad, Netherlands.
- Platteeuw, M., M.R. van Eerden, M. R. & K. van de Guchte. 1995.** Variation in contaminant content of livers from cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* living nearby a polluted sedimentation area in lake IJsselmeer, the Netherlands. - Ardea 83: 315-324.

- Staub, E. & R. Ball. 1994.** Effects of cormorant predation on fish populations of inland waters. 43 p. - In: European Inland Fisheries Advisory Commission, Rome, Italy.
- Suter, W. 1991.** Der Einfluss fishfressender Vogelarten auf Süßwasserfisch-Bestände - eine Übersicht. (Effects of piscivorous birds on freshwater fish populations - a review). - J. Orn. 132: 29-45.
- Suter, W. 1995.** Are cormorants *Phalacrocorax carbo* wintering in Switzerland approaching carrying capacity? An analysis of increase pattern and habitat choice. - Ardea 83: 255-266.
- Thoren, R. 1996.** Tema Östersjön. - Sveriges Natur 87: 7-26.
- van Eerden, M. R. & J. Gregersen. 1995.** Long-term changes in the North West European population of cormorants, *Phalacrocorax carbo sinensis*. - Ardea 83: 61-79.
- van Eerden, M. R., K. Koffijberg & M. Platteeuw. 1995.** Riding on the crest of the wave: Possibilities and limitations for a thriving population of migratory cormorants *Phalacrocorax carbo* in man-dominated wetlands. - Ardea 83: 1-9.
- Veldkamp, R. 1996.** Report: Cormorants, *Phalacrocorax carbo* in Europe, a first step towards a European management plan. - The National Forest and Natur Agency, Denmark och The National Reference Centre for Nature Management, The Netherlands. 109 p.
- Voslamber, B. & M.R. van Eerden. 1989.** The habit of mass flock fishing by the cormorants at IJsselmeer, the Netherlands. p. 182-191. - In: Second International Workshop on Cormorants, Lelystad, Netherlands.
- Wickström, H. 1986.** Sötvattenslaboratoriets ålundersökningar 1977-85. (English summary: Studies on the European eel by the Institute of Freshwater Research 1977-85.) - Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. 43 p.
- Wickström, H. 1993.** Inför 1993 års ålutsättning. - Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. PM 2:1993, 11 p.
- Zijlstra, M. & M.R. v. Eerden. 1989.** Development of the breeding population of cormorants *Phalacrocorax carbo carbo* in the Netherlands till 1989. p. 53-60. - In: Second International Workshop on Cormorants, Lelystad, Netherlands.
- Zimmerman, H. & E. Rutschke. 1989.** The cormorant and fishing in German Democratic Republic. p. 212-214. - In: Second International Workshop on Cormorants, Lelystad, Netherlands.

## English summary: The ecology and effects of the Great cormorant on fish and fishing

This report summarises the current knowledge about the Great cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* in Sweden. Except for a presentation of the cormorant, and its distribution and history, this work emphasises on the ecology of the cormorant and the man-bird conflict.

In Sweden the cormorant is found as a breeding species in lakes and shallow coastal areas up to around latitude 60°N (1995). A few small colonies or single pairs breed north of latitude 60°N in the Baltic Sea. The core-area of distribution of Swedish cormorants is the southern part of Kalmar sound, where the cormorant became established in the late fifties after having been absent as breeding species for almost 50 years due to human persecution. Until around 1985 the number of cormorants in Sweden remained very low but during the following 10 years a rapid increase occurred. This rapid increase in numbers of cormorants is synchronous for most of Western Europe, and the causes are believed to have to do with several conservation measurements taken in the seventies and eightieth (most important being the EU Bird directive in 1979), and changes in the fish communities due to eutrophication.

The cormorant is a generalist feeder which means that the prey species are the most common and accessible ones. In Sweden, cormorants are found in shallow-brackish waters and inland lakes. In these water systems perch *Perca pluvialis* and roach *Rutilus rutilus* are the most common fish species and also important prey for the cormorants. In coastal waters, during the breeding season of the cormorants, herring *Clupea harengus* and eelpout *Zoarces viviparus* are important prey species.

The conflict between man and cormorants (when competing for the same resources) can be divided into direct and indirect effects. Bite marks on fish and bird consumption of fish in fishing gears can be regarded as direct effects. To indirect effects belongs long-trend changes in fish communities due to cormorant predation.

Bite marks on fish in fisherman's gears occurs locally in Sweden and at certain times of the year. In areas where a documentation and quantification has taken place (inland lakes in the landscape of Skåne and Östergötland, brackish water areas in northern Kalmar sound and certain areas of lake Vänern) the amount of injuries can at the moment be considered fairly low. Only in Lake Vänern and Lake Roxen (Ög), sometimes, a higher amount of the fishermen's landings are injured in such a way that fish cannot be sold. Large-scale changes of the fish populations due to cormorant predation has not been documented in Sweden but theoretical models support the idea that large seabird colonies possibly can affect fish densities close to breeding colonies. Changes in the behaviour and the distribution of fish is also a possible response of fish close to large cormorant colonies, where predation pressure can be extensive.

Some fishermen regard the cormorant predation on eel as a problem. The eel has a high economic value and is an important source of income for some fishermen in the south and middle parts of Sweden. The extent of cormorant predation on eel is unclear but, in relation to other prey-species, eel is not very important in the cormorant diet. The immigration of young eel to the Baltic has decreased during the last decades without satisfactory explanations. It can not be overseen that additional predation/withdrawal of eel can further lower the already small population of eel in the Baltic. The commercial fishery for eel is furthermore already dependent on 'catch and release'.

The substantial increase in numbers of cormorants during recent years has now partially come to halt. Reasons to the slowing up in population development could be competition for food, limiting factors in the wintering areas, lack of suitable breeding grounds and/or human persecution at the breeding colonies.





# Undersökning av fritidsfisket vid Gålö–Ornö, Stockholms skärgård, 1995–96

Henrik Svedäng<sup>1)</sup>, Gunnar Thoresson<sup>1)</sup>, Stefan Thorfve<sup>2)</sup> och Anders Berglund<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Fiskeriverket, Kustlaboratoriet, Gamla Slipvägen 19, 740 71 ÖREGRUND

<sup>2)</sup> Fiskeriverket, Utredningskontoret i Härnösand, Stora Torget 3, 871 30 HÄRNÖSAND

## Innehåll

Sammanfattning	33
Inledning	34
Material och metoder	35
Fältundersökningen	35
Postenkäten	36
Resultat	39
Synpunkter på fisket	44
Diskussion	45
Referenser	47
English summary: Investigation of the recreational fishing at Gålö–Ornö, Stockholm Archipelago, 1995–96	33
Bilaga 1	48
Bilaga 2	49
Bilaga 3	51



## Sammanfattning

Fritidsfisket i sydöstra delen av Stockholms skärgård karterades 1995 och 1996, dels genom postutskick till ett antal, slumpvist utvalda hushåll, dels genom intervjuer av fritidsfiskare i fält. Arbetet ingår som en del i Fiskeriverkets "Kustfiskeprojekt", vilket bland annat syftar till att erhålla kunskap om det totala fiskets, d v s både fritids- och yrkesfisket, struktur i representativa avsnitt av större, sammanhängande svenska kustområden.

Undersökningen visade att ca 4 600 hushåll (motsvarande ca 7 000 personer) bedrev fiske i undersökningsområdet. Den beräknade totalfångsten i fritidsfisket uppgår till 100-120 ton. Årsmedelfångsten per aktivt fiskande inom olika kategorier fritidsfiskare varierade mellan 17 och 38 kg. Fångsten dominerades av abborre, strömming och gädda, men även fångsterna av flundra, gös, sik och öring var

betydande. Andelen av totalfångsten för personer som fiskade med stöd av enskild fiskerätt uppgick till mindre än 20%. Deras fångst var högre för bottenlevande arter som flundra, piggvar, lake, ål och torsk, än för gädda, gös och strömming, vilket avspeglar skillnader i redskapsval mellan fiskare på enskilt vatten och övriga fritidsfiskare.

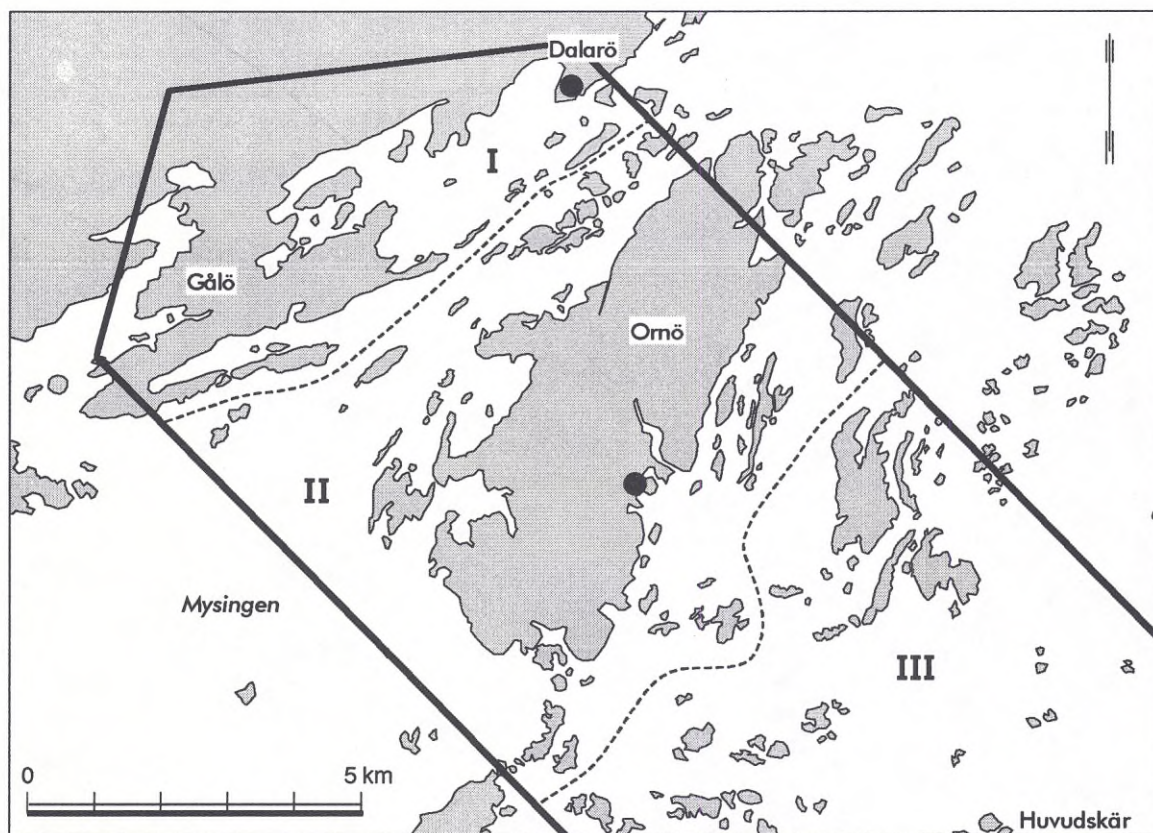
Fritidsfisket var koncentrerat till de inre delarna av skärgården nära fastlandet. Beskattningen av fiskbestånden sker alltså till största delen inom en begränsad del av skärgården. Trots detta var fångsttalen höga av framförallt abborre, gädda, gös, strömming och flundra, vilket visar på skärgårdens potential i fråga om fiskresurser och antyder att resursutnyttjandet är utomordentligt lågt i stora delar av Stockholms skärgård.

## Inledning

Fiskeriverkets Kustlaboratorium och Utredningskontor i Härnösand har genomfört en kartering av fisket i sydöstra delen av Stockholms skärgård. Arbetet ingår som en del i Fiskeriverkets "Kustfiskeprojekt", vilket bland annat syftar till att erhålla kunskap om det totala fiskets struktur, dvs både fritids- och yrkesfisket i representativa avsnitt av större, sammanhängande svenska kustområden. I tidigare undersökningar inom projektet har ett urval av fastighetsägarna inom ett område, medlemmar i båtklubbar etc utfrågats om sitt fiske genom postförsända enkäter (ex Andreasson *et al.* 1993). Däremot beaktades inte det fiske som utövas av tillfälliga besökare, då dessa inte ingick i någon av undersökningspopulationerna. Denna kategori, "turistfiskare", kan antas vara särskilt vanligt förekommande i områden som Stockholms skärgård med dess närhet till ett storstadsområde. Undersökningen

baseras därför både på postutskick till ett antal, slumpvis utvalda hushåll, och på intervjuer av fritidsfiskare i fält.

Undersökningens mål var först och främst att skatta fritidsfiskets resursutnyttjande i ett livligt frekventerat skärgårdsområde genom att samla uppgifter om fördelningen mellan olika typer av fritidsfiskare. Andelen turistfiskare relativt andelen fiskande med anknytning till området genom innehav av båtplats eller fastighet, samt respektive kategoris fångstnivå och årsfångst av olika fiskarter har uppskattats. Studien har även syftat till att beskriva fritidsfiskarnas ålders- och könsfördelning, redskapsval, fiskeansträngning per redskapstyp och fiskets rumsliga och temporala fördelning. Vidare har en målsättning varit att få en uppfattning om fördelningen mellan det fritidsfiske som bedrivs med stöd av enskild fiskerätt och det som sker utan detta stöd.



**Figur 1.** Område som berördes av enkätundersökningen. Undersökningsområdet indelades i "inner-" (I), "mellan-" (II) och "ytterskärgård" (III).

## Material och metoder

Undersökningsområdet ligger i skärgården sydost om Stockholm och avgränsas i norr av Dalarö, i sydväst av Gålö och i sydost av Huvudskär (fig. 1). Området ansågs lämpligt då det gav möjlighet dels att studera fritidsfisket där detta anses särskilt omfattande, dels att täcka hela zoneringsen från inner-, mellan- till ytter-skärgård.

### FÄLTUNDERSÖKNINGEN

#### Genomförande

Undersökningsområdet indelades i "inner-", "mellan-" och "ytterskärgård" (fig. 1). Under 1995 fastställdes inom vart och ett av dessa delområden tre resrutter, vilka följdes med så jämn spridning som möjligt med avseende på helg/vardag och tidpunkt på dagen. Under ett arbetspass, som varade i ca 2 timmar, intervjuades samtliga påträffade fiskare. Under 1996 följdes ej några fastställda resrutter, utan i stället täcktes en så stor del av enkätområdet som möjligt.

Fältstudien genomfördes under två tvåveckors perioder i juli (15:e-28:e) och augusti (12:e-25:e) 1995, samt under två fyradagarsperioder i maj (12:e-13:e och 15:e-16:e) och juni (15:e-18:e) 1996. Vid fältundersökningen användes små öppna båtar, vars marschhastighet uppgick till 6-7 knop under 1995 och till 15-20 knop under 1996. Den högre marschhastigheten under 1996 medförde att större skärgårdsområden kunde genomsökas per tidsenhet.

#### Fiskeintensitet

För att beräkna fiskeintensiteten per undersökt sträcka noterades under 1996 det antal fritidsfiskare som av en eller annan anledning ej utfrågades i ett visst område. Detta gav ett mått på antalet observerade fritidsfiskare per förflyttad sjömil inom ett delområde. Bredden på det undersökta området kom naturligtvis att variera med utseendet på skärgården i dess olika delar, men ger trots allt ett någorlunda likartat mått på besöksfrekvens.

#### Frågeformulärets utformning

En grundläggande avsikt var att så många fiskare som möjligt också skulle intervjuas enligt ett fastställt frågeformulär (se bilaga 1) enligt följande uppläggnings:

1. Typ av skärgårdsområde.
2. Tidpunkt på dygnet.
3. Vilket slag av fiske den tillfrågade bedrev vid intervjutillfället.
4. Kön.
5. Uppskattad ålder.
6. Om den tillfrågade ingick i ett sällskap. Om sällskapet motsvarade ett hushåll noterades totalfångst, redskapsval och fiskeaktivitet på en person, medan övriga personer noterades som medföljande. Enskilda fiskare ansågs alltid representera ett hushåll.
7. Om den tillfrågade fiskade från land eller från båt.
8. Om den tillfrågade eller dennes familj hade fastighet eller båtplats inom undersökningsområdet eller var turistfiskare<sup>1)</sup> i området.
9. Vilket län, alternativt land, som turistfiskaren kom ifrån (om den tillfrågade var ifrån Stockholms län även kommuntillhörighet).
10. Hur många gånger den tillfrågade hade fiskat i undersökningsområdet under de senaste tolv månaderna.
11. Hur många gånger den tillfrågade hade fiskat totalt sett under de senaste tolv månaderna.
12. Vilka typer av redskap som hade använts i fisket.
13. Vilka arter och hur mycket som hade fångats i området under de senaste tolv månaderna.

Frågorna i enkäten gjordes så enkla som möjligt (kryss i lämpliga rutor) i syfte att erhålla hög svarsprocent samt att undvika missuppfattningar. Det kunde också konstateras att svarsprocenten blev hög; endast 2 av 254 tillfrågade personer/sällskap kunde ej intervjuas fullständigt under 1995 respektive 4 av 204 under 1996.

<sup>1)</sup> "Turistfiskare" definieras som person som saknar anknytning till det definierade enkätområdet såsom varande fastighetsägare (egentligen bofast) eller båtplatsinnehavare.

Under det första undersökningsåret påträffades personer som redan tidigare hade intervjuats, totalt 22 gånger (5,8% av alla intervjutillfällena). Dessa observationer ingår ej i materialet. Under 1996 påträffades 7 personer (3,5%) som hade intervjuats året innan. Dessa personer utfrågades ytterligare en gång.

Vid fältundersökningarna under 1996 kompletterades enkätformuläret även med följande frågor för att bestämma medelfisketid och fångst per tidsenhet:

- a) Hur länge har ni fiskat idag?
- b) Hur länge till avser ni att fiska?
- c) Hur stor är fångsten hittills idag fördelat på art?

## POSTENKÄTEN

### Genomförande

Enkätundersökningar av kustfisket i delar av Bottniska viken och Östersjön har tidigare genomförts bland annat i Luleå 1976 (Wulff *et al.* 1977), Husum-Örnsköldsvik-Köpmanholmen 1980 (Andreasson 1981), Sundsvall 1981 (Andreasson 1983), Gävle 1988 (Anderson och Berglund 1989), Bottniska viken (Andreasson *et al.* 1993) samt i Kvädöfjärden och Gotland 1993 (opublicerade data). Metodiken som använts vid dessa undersökningar har legat till grund för den undersökning som företogs inom det aktuella undersökningsområdet.

Undersökningen har utförts som en postenkät till enskilda personer, där de medverkande tillsändes ett frågeformulär avseende deras fiske i området under 1995 (bilaga 2). Avsikten var att nå så stor del som möjligt av dem som fiskat i området. Enligt mönster från tidigare undersökningar utgjordes urvalspopulationen av (1) lagfarna ägare av fasta bostäder/fritidshus belägna inom området, (2) medlemmar i två båtklubbar belägna i anslutning till området samt (3) medlemmar i en fiskeklubb som bedriver fiske i området. Det kommersiella fisket belystes genom att registrerade yrkesfiskare tillfrågades.

Uppgifter om lagfarna ägare till fritidshus och fasta bostäder har erhållits från Centralnämnden för Fastighetsdata (CFD, numera Lantmäteriverket), som också gjort ett slumpvis urval av dessa. Från fiske-/båtklubbar har erhållits medlemsmatriklar och ur dessa har gjorts ett slumpmässigt urval. Fiskeenheten vid länsstyrelsen i Stockholms län har lämnat uppgifter om de yrkesfiskare som bedriver fiske i området. Denna kategori är antalsmässigt liten men kan vara betydelsefull för det totala uttaget av fisk i området.

Urvalspopulationen omfattar hälften av fastighetsägarna, en tredjedel av båtplatsägarna och samtliga yrkesfiskare samt fiskeklubbens alla medlemmar (tabell 1). Sammanlagt skickades enkäter till 1378 hushåll. Flera av de båtklubbar som finns i området lämnade inte ut uppgifter om sina medlemmar. Medlemsantalet i dessa har kunnat skattas till ca 2 000 st. Fisket har betraktats som jämförbart med de klubbar som ingått i undersökningen. Antalet utsända enkäter motsvarar endast ca 9% av det totala antalet båtklubbsmedlemmar. Detta har medfört en större osäkerhet i skattningen av totaluttag och fiskeintensitet hos denna grupp jämfört med övriga.

Frågorna i enkäten (bilaga 1) har gjorts så få (8 st) och enkla som möjligt (kryss i lämpliga rutor) för att erhålla hög svarsprocent samt undvika missuppfattningar vid ifyllande och uttolkande av svaren. Frågeformuläret utformades med rutor för färdiga intervall, där vikt och redskap kryssmarkeras samt ett avslutande öppet intervall, där nivån vid behov kan anges i precisa tal. Med detta förfaringsätt har ett ansträngningsmått erhållits för varje redskapstyp, eftersom produkten av antalet fisketillfällen och medelantal redskap anger den årsvisa fiskeansträngningen. Eftersom den tillfrågade har angett sin totalfångst, kan dessutom fångstvikten per fiskeansträngning och redskap beräknas.

Ett första enkätutskick gjordes 1996-02-09 och följdes därefter upp med två påminnelser med två veckors mellanrum. De resultat som redovisas är beräknade från den del av de svarande inom varje kategori som uppgivit fiske inom undersökningsområdet under 1995.

Jämfört med tidigare enkäter har 1995 års enkät utökats med en fråga där uppgiftslämnaren lämnar upplysning om fisket bedrivs med stöd av enskild fiskerätt. Eftersom ingen av de licensierade yrkesfiskare som har besvarat enkäten har uppgivit någon fångst i området har inte

yrkesfisket beaktats i resultatredovisningen.

### Redskapskategorier

Med smånät menas ca 2 m djupa och 30 m långa nät för fiske av sik, öring, abborre med flera arter. Med skötar avses nät för fiske efter strömming. Torsknät har en maskstorlek runt 60 mm och är i regel minst 3 m djupa. I kategorin ryssjor ingår även mjårdar. Sportfiskeredskap är det samma som spöfiske. Trolling avser fiske med släp eller dörj efter båt under väg. I kategorin övriga redskap har den svarande

**Tabell 1:** Totalpopulation, urvals- och svarsprocent – översikt. Totalantal avser hushåll.

område	total- population	urvals procent	svars procent	uppger fiske	(antal)	beräknat totalantal
	(antal)			(%)		fiskande
fastighetsägare	2064	50	90	36	332	743
båtplats	2617	9	95	42	89	1099
fiskeklubb	112	100	83	58	54	54
yrkesfiske	9	100	67	0	0	0
skattat antal turistfiskare <sup>1)</sup>						2800
<b>summa</b>						<b>4600</b>

1) Antalet turistfiskare skattas utifrån det beräknade antalet bofasta och båtplatsinnehavare som antas fiska i området. Fältstudien visade att ca 60% av de påträffade fiskande var turistfiskare (tabell 2a), d v s ej bosatta eller innehavare av båtplats inom enkätområdet.

**Tabell 2a.** Undersökningspopulationens hemort (baserat på hushåll)

kategori	juli		augusti		maj		juni	
	antal	andel	antal	andel	antal	andel	antal	andel
fastighetsägare	24	16	19	19	7	8	11	10
båtplatsinnehavare	33	22	24	24	18	19	36	34
turistfiskare	96	63	55	56	68	73	60	56

**Tabell 2b.** Turistfiskarens bostadsort (baserat på samtliga tillfrågade)

kategori	juli		augusti		maj		juni	
	antal	andel, %	antal	andel, %	antal	andel, %	antal	andel, %
Stockholms län	210	95	130	98	115	98	160	92
övriga län	7	3	0		2	2	11	6
utlandet	3	1	3	2	0		3	2



haft möjlighet att notera fiske med redskap, som ej finns med som egen kategori i enkäten. Här ingår främst olika former av krokfiske, t ex pilk, häckla, pimpel och angeldon samt fiske med flundregarn.

#### Beräkning av totalfångsten för ingående populationskategorier

Beräkning av totalfångsten enligt postenkäten har gjorts enligt Andreasson *et al.* (1993). Vid sammanställningen av resultatet har det antagits att fiskefrekvens och fångst är lika stor för dem som svarat och ej svarat. I enkäten har medelvärdet för det intervall som kryssats för, genomgående använts vid de olika beräkningarna; för exempelvis intervallet 1–5 kg blir värdet 3 kg.

Vid fältstudien multiplicerades det beräknade totalantalet fiskare inom respektive kategori med den estimerade årsmedelfångst per fiskande som erhöles i undersökningen. Det totala antalet fiskande

inom respektive kategori (fastighetsägare och båtplatsinnehavare) har erhållits från postenkäten. För att beräkna antalet "turistfiskare" användes relationen mellan andelen turistfiskare och övriga, till området knutna kategorier. Turistfiskarnas andel av av totalantalet fiskare varierade kring ca 60% i Gålöområdet under de fyra olika månaderna som fältstudien genomfördes (tabell 2a). Antalet turistfiskare beräknades enligt förhållandena:

$$P_{FB} = P_T \times A_{FB} \quad (2)$$

där  $P_{FB}$  är den sammanlagda populationen av fiskande fastighetsägare och båtplatsinnehavare,  $P_T$  är totalpopulationen fiskande och  $A_{FB}$  är andelen fiskande fastighetsägare och båtplatsinnehavare i fält.

$$P_{TUR} = P_T - P_{FB} \quad (2)$$

där  $P_{TUR}$  är populationen av turistfiskare.

## Resultat

### Andelen fiskande

Andelen svarande var hög för de flesta undersökningskategorier (mellan 83 och 95%) men otillfredsställande låg för yrkesfiskarkategorin (67%). Av de svarande uppgav 35% eller 475 att de fiskat någon gång i området under 1995 (tabell 1). Andelen fiskande var högre bland båtplatsinnehavare och medlemmar i fiskeklubben, 42-58%, än bland fastighetsägare, 36%. Den låga svarsprocenten bland yrkesfiskarna medför att undersökningen inte kan beakta det resursutnyttjande som yrkesfisket står för.

### Fritidsfiskarnas hemort

Kategorin turistfiskare dominerade till antal under samtliga undersökningsmånader. Andelen turistfiskare varierade mellan 50 och 70% från augusti till maj (tabell 2a), d v s ca 60% av alla fritidsfiskare utgjordes av tillfälliga besökare i området. De flesta turistfiskare kom ifrån Stockholms län, medan antalet fiskare från andra delar av Sverige eller andra länder var mycket lågt

(tabell 2b). Det kan härvid noteras att i termen "turistfiskare" ingår även utifrån kommande sällskap till bofasta och båtplatsinnehavare.

### Fritidsfiskarnas fördelning i tid och rum

Under den första fältstudien i juli 1995 utfördes 44 arbetspass, varav 20 i inner-, 21 i mellan- och 3 i ytterskärgården. I augusti samma år utfördes totalt 61 arbetspass och fördelningen i respektive område var 29, 55 och 8.

I juli påträffades 5,1 fritidsfiskare per arbetspass, medan antalet i augusti var betydligt lägre, eller 2,2 (tabell 3). Fisket var intensivare under helger än under vardagar; ett lika stort antal fiskare påträffades vid helger som sammanlagt under vardagar. Antalet fiskare ökade under dagen och var högst på kvällen. Det kan också konstateras att fiskeaktiviteten var betydligt högre i innerskärgården än i mellan- och ytterskärgården. Det låga antalet fiskare i mellan- och ytterskärgård medförde dessutom färre

**Tabell 3.** Undersökningspopulationens fördelning i tid och rum. Översikt av antal fiskande per loggad distans (sjömil) baserat på samtliga fiskande som observerats på en viss distans vid 1996 års fältstudie, d v s både tillfrågade och ej tillfrågade.

variabel	antal	antal per arbetspass	variabel	antal	antal per sjömil
<b>1995</b>			<b>1996</b>		
<b>hushåll</b>			<b>hushåll</b>		
hushåll	252		hushåll	200	
medföljande	102		medföljande	91	
<b>månad</b>			<b>månad</b>		
juli	221	5,1	maj	117	1,9
augusti	133	2,2	juni	174	2,6
<b>vecka</b>			<b>vecka</b>		
helg	166		helg	234	3,3
vardag	188		vardag	57	1,0
<b>tidpunkt under dagen</b>			<b>tidpunkt under dagen</b>		
förmiddag	89	2,5	förmiddag	76	1,1
eftermiddag	131	3,2	eftermiddag	184	2,7
kväll	134	4,8	kväll	31	4,2
<b>område</b>			<b>område</b>		
inre	246	6,4	inre	269	3,3
mellan	88	1,6	mellan	22	0,45
yttre	20	1,8			

avbrott för intervjuer och följlaktligen har betydligt större vattenområden i dessa skärgårdsområden genomsökts. Det verkliga antalet fiskare per kvadratkilometer eller kilometer strandlinje är således betydligt lägre utanför de innersta fjärdarna.

Måttet på fiskeintensitet som användes under 1996, d v s att totalantalet fiskande noterades liksom loggad distans i stället för antalet intervjuade fiskare per tidsenhet, visar tydligt fritidsfiskets koncentration till innerskärgården. Detta kan delvis förklaras av att undersökningen under 1996 utfördes under vår-försommar, då strömmingsfisket från land är intensivt.

### Karaktärisering av undersökningspopulationen

Bilden av fritidsfiske som en i huvudsak manlig sysselsättning bekräftades i undersökningen; kvinnornas andel varierade mellan 20 och 27% (tabell 4). Åldersgrupperna 20 till 60 år dominerade i samtliga kategorier med undantag för bofasta, i vilken även personer över 60 år var vanligt förekommande. Bofasta och båtplatsinnehavare fiskade i huvudsak från båt i motsats till turistfiskare, som till 70% fiskade från land. Bland de två först nämnda kategorierna uppgav omkring 50% att de fiskat mer än 20 ggr under de senaste 12 månaderna, medan ca 50% av turistfiskarna hade fiskat endast 1-5

**Tabell 4.** Karaktärisering av olika fiskarekategorier (baserat på samtliga tillfrågade)

	fastighetsägare		båtplatsägare		turistfiskare	
	antal	(%)	antal	(%)	antal	(%)
<b>kön</b>						
man	71	73	131	75	297	80
kvinna	26	27	44	25	75	20
<b>ålder</b>						
0-10	12	12	13	7	29	8
11-20	9	9	12	7	41	11
21-40	26	26	49	28	160	43
41-60	26	26	80	46	116	31
>60	25	25	21	12	26	7
<b>fiskeplats<sup>1</sup></b>						
land	26	26	35	20	259	70
båt	72	72	140	80	112	30
<b>fiskat i området antal gånger senaste tolv månader</b>						
1-5	10	16	17	15	138	49
6-10	13	21	21	19	61	22
11-20	4	6	21	19	25	9
>20	35	56	52	47	55	20
<b>fiskat totalt antal gånger senaste tolv månader</b>						
1-5	8	13	10	9	78	28
6-10	13	21	12	11	56	20
11-20	5	8	17	15	26	9
>20	36	58	72	65	119	43

1) Med fiskeplats avses var den fiskande påträffades.

**Tabell 5.** Redskapsutnyttjande i procent inom olika fiskarkategorier (baserat på hushåll).

undersöknings- metod	fastighets- ägare		båtplats- innehavare		turist- fiskare fält	fiske- klubb post
	fält	post	fält	post		
smånät	40	61	4	14	2	78
skötar		11		2		10
handredskap	90	62	100	89	100	67
långrev	0	3	0	2	0	6
ryssjor	6	5	0	1	0	2
torsknät	0	5	0	1	0	7
trolling	2	2	8	4	4	4
övriga redskap	5	17	1	16	0	17

gångar i området, d v s i medeltal fiskade bofasta och båtplatsinnehavare ca 16 gånger per år och turistfiskarna ca 9. Det totala antalet fisketillfällen de senaste tolv månaderna, d v s inklusive fiske i områden utanför det aktuella undersökningsområdet, var också lägre inom turistfiskarkategorin.

### Använda redskap och fiskeansträngning

Fastighetsägare och medlemmar i fiskeklubben fiskade framför allt med smånät och andra passiva redskap, medan fiske med handredskap dominerade bland båtplatsinnehavare och turistfiskare (tabell 5 och 6). Det kan också noteras en diskrepans mellan enkäten och fältstudien avseende andelen fastighetsägare, som utnyttjade smånät och andra typer av passiva fiskeredskap respektive handredskap; i enkäten framkom att fastighetsägare i betydligt högre grad var inriktade på passiva redskap än vad fältstudien visade.

### Årsmedelfångst per fiskande

Med utgångspunkt från antalet fisketillfällen var årsmedelfångsten den förväntade med ett högre genomsnitt bland båtplatsinnehavare och fastighetsägare än bland turistfiskare (tabell 7). De största fångsterna togs av strömming, abborre

**Tabell 6.** Antalet fiskeansträngningar per fiskare, redskap och år för olika kategorier enligt enkät.

redskap	fastighets	båtplats-	fiskeklubb
	ägare	innehavare	
smånät	17	4,4	23
skötar	0,8	0,1	1
flundregarn	0,1	0,1	0
torsknät	1,0	0,2	1
ryssjor	0,2	1,0	0
handredskap	7,5	11	11
övriga redskap	5,9	3,3	2
<b>totalt</b>	<b>38</b>	<b>22</b>	<b>39</b>

och gädda inom alla fiskarkategorier. I enkäten noterades en högre årsmedelfångst av flundra, liksom av ål och sik, bland fastighetsägare än vad som framkom i fältstudien, medan fångsten av gädda var betydligt lägre. De olika redskapens artselektivitet avspeglar väl skillnaderna mellan fastighetsägare och turistfiskare i resursutnyttjande (tabell 8), då turistfiskarna, som i stort sett endast använder sig av handredskap, nästan enbart fångar abborre, strömming, gädda och öring. Däremot föreligger ingen märkbar skillnad i fångst per ansträngning för samma typ av redskap mellan dem som fiskar med stöd av enskild fiskerätt och övriga fritidsfiskare.

**Tabell 7.** Medelvärdet ( $\pm$  S.D.) av uppgiven fångst (kg/år) inom respektive fiskarekategori (baserat på hushåll) enligt olika undersökningsmodeller (d v s antingen enkät eller fältintervju).

	fastighets- ägare		båtplats- innehavare		fiske- klubb	turist- fiskare
	post	fält	post	fält	post	fält
abborre	11 $\pm$ 19	8,9 $\pm$ 11	8,9 $\pm$ 22	11 $\pm$ 26	12 $\pm$ 9,6	4,8 $\pm$ 20
flundra	6,8 $\pm$ 21	1,3 $\pm$ 4,4	1,5 $\pm$ 5,0	0,05 $\pm$ 0,34	6,4 $\pm$ 12	0,0 $\pm$ 0,91
gädda	4,9 $\pm$ 12	9,0 $\pm$ 18	4,6 $\pm$ 11	8,3 $\pm$ 21	4,1 $\pm$ 6,0	3,5 $\pm$ 12
gös	1,1 $\pm$ 4,0	0,43 $\pm$ 1,3	0,84 $\pm$ 5,7	1,4 $\pm$ 4,8	1,67 $\pm$ 2,5	1,1 $\pm$ 7,2
lake	0,33 $\pm$ 2,0	0,24 $\pm$ 1,0	0,11 $\pm$ 0,7	0,15 $\pm$ 0,79	0,19 $\pm$ 0,9	0,08 $\pm$ 1,2
lax	0,40 $\pm$ 1,8	0,02 $\pm$ 0,13	0,66 $\pm$ 4,3	0,20 $\pm$ 1,3	1,1 $\pm$ 3,9	0,05 $\pm$ 0,72
piggvar	1,1 $\pm$ 2,5	2,4 $\pm$ 7,7	0,38 $\pm$ 2,0	0,71 $\pm$ 0,71	1,5 $\pm$ 3,0	0,02 $\pm$ 0,25
sik	1,8 $\pm$ 6,6	1,6 $\pm$ 4,2	1,3 $\pm$ 8,0	2,1 $\pm$ 2,1	5,2 $\pm$ 6,9	0,35 $\pm$ 2,1
strömming	6,7 $\pm$ 12	8,5 $\pm$ 26	6,3 $\pm$ 11	14 $\pm$ 30	15 $\pm$ 26	6,0 $\pm$ 25
torsk	0,36 $\pm$ 1,6	0,23 $\pm$ 0,9	0,02 $\pm$ 0,2	0,08 $\pm$ 0,72	0,85 $\pm$ 2,3	0
ål	0,09 $\pm$ 4,3	0,58 $\pm$ 2,6	0,07 $\pm$ 0,5	0,05 $\pm$ 0,25	0,28 $\pm$ 1,1	0,06 $\pm$ 0,63
öring	0,85 $\pm$ 3,6	1,7 $\pm$ 5,7	0,57 $\pm$ 2,3	1,8 $\pm$ 5,5	1,4 $\pm$ 2,6	0,66 $\pm$ 3,6
övrigt	0,43 $\pm$ 2,6	2,6 $\pm$ 15	0,06 $\pm$ 0,5	0,36 $\pm$ 1,2	1,2 $\pm$ 5,2	0,41 $\pm$ 2,6
<b>totalt</b>	<b>36 <math>\pm</math>53</b>	<b>38 <math>\pm</math>50</b>	<b>25 <math>\pm</math>43</b>	<b>38 <math>\pm</math>68</b>	<b>51 <math>\pm</math>43</b>	<b>17 <math>\pm</math>50</b>

**Tabell 8.** Årsmedelfångst per redskap och ansträngning (kg) 1995 enligt enkät.

redskap	abborre	flundra	gädda	gös	lake	lax	piggvar	sik	ström.	torsk	ål	öring	övriga	s:a
långrev	0,63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,83	0	0	1,46
ryssja	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,06	0	0	0,07
skötar	0,47	0,12	0	0	0	0	0	0,03	1,90	0	0	0	0	2,53
smånät	0,39	0,29	0,09	0,07	0,01	0,03	0,06	0,10	0,09	0,01	0,01	0,03	0,03	1,21
sportfiske	0,38	0,03	0,37	0	0	0,01	0	0,01	0,15	0	0	0,05	0	0,99
torsknät	0,18	0,46	0,04	0	0,04	0	0,07	0,11	0	0,15	0	0	0,04	1,08
trolling	0,45	0	0,45	0,45	0	0,45	0	0	0	0	0	0	0	1,82
övrigt	0,01	0,34	0,07	0	0,02	0	0,01	0,03	0,12	0	0,02	0	0	0,62
summa	0,25	0,22	0,10	0,03	0,01	0,02	0,03	0,06	0,12	0,01	0,02	0,02	0,01	0,90

**Medelfisketid och fångst per timme**

Fritidsfiskarnas genomsnittliga tidsåtgång per fisketillfälle, d v s den tid de vid intervjutillfället redan ägnat åt sitt fiske plus den tid de planerade att fortsätta fiska, var strax under 4 timmar (tabell 9). Fångstutbytet per tidsenhet var i genomsnitt relativt högt, ca 0,5 kilo fisk per timme. Eftersom denna del av undersökningen utfördes under våren-försommaren 1996, bestod fångsterna i övervägande grad av strömming.

**Tabell 9.** Fisketid vid intervjutillfälle (baserat på hushåll tillfrågade under 1996) samt kg fisk per fiskad timme (baserat på samtliga tillfrågade under 1996).

	antal tillfrågade	medel	S.D.
tid som använts för fiske	200	1,5	1,48
planerad ytterligare fisketid	200	2,2	2,12
totalfisketid	200	3,7	2,66
kg fisk per timme	291	0,47	0,91

**Tabell 10.** Beräknad totalfångst i fritidsfisket (kg) 1995 för olika kategorier fiskande enligt olika undersökningsmodeller samt andelen i procent av totalfångsten (enligt enkät för fastighetsägare och båtplatsinnehavare) för fiskare med enskild fiskerätt.

modell	fastighets- ägare		båtplats- innehavare		turist- fiskare fält	summa		enskild fiskerätt	
	post	fält	post	fält		fält	post <sup>1)</sup>	post	(%)
abborre	7968	6613	9616	12089	13440	32142	31024	5239	17
flundra	5028	966	1655	55	224	1245	6907	4080	59
gädda	3647	6687	5015	9122	9800	25609	18462	2364	13
gös	794	319	913	1539	3080	4938	4787	688	14
lake	243	178	122	165	224	567	589	214	36
lax	296	15	718	220	140	375	1154	506	44
piggvar	776	1783	414	780	56	2619	1246	734	59
sik	1333	1189	1400	2308	980	4477	3713	1122	30
ström.	4933	6316	6792	15386	16800	38502	28525	2420	8
torsk	263	171	24	88	0	259	287	140	49
ål	649	431	73	55	168	654	890	452	51
öring	631	1263	621	1978	1848	5089	3100	472	15
övriga	321	1932	61	396	1148	3475	1530	265	17
<b>totalt</b>	<b>26882</b>	<b>27862</b>	<b>27424</b>	<b>44180</b>	<b>47908</b>	<b>119950</b>	<b>102214</b>	<b>18696</b>	<b>18</b>

1) Summa totalfångst för bofasta och båtplatsinnehavare enligt enkät samt turistfiskare enligt fältundersökning.

### Det totala fisketrycket

Ca 4 600 fritidsfiskerhushåll (d v s totalt ca 7 000 personer, se tabell 3) bedrev fiske i Gålöområdet. Den beräknade totalfångsten i fritidsfisket uppgår till ca 100-120 ton (tabell 10). Årsmedelfångsten per aktivt fiskande fastighetsägare varierade mellan 36 och 38 kg beroende på beräkningsmodell. För båtplatsinnehavare varierade denna på motsvarande sätt mellan 25 och 38 kg. För turistfiskare uppskattades årsmedelfångsten till 17 kg och för medlemmar i fiskeklubben till 51 kg. I fångsten dominerade abborre, strömming och gädda, men även fångsterna av flundra, gös, sik och öring var betydande.

Med motsvarande skattning av totala årsfångsten fördelad på fiskande med stöd av enskild fiskerätt och övriga fritidsfiskare var andelen av totalfångsten för den förstnämnda gruppen mindre än 20% i genomsnitt. Andelen av totalfångsten var högre för bottenlevande arter som flundra, piggvar, lake, ål och torsk, men lägre för gädda, gös och strömming, vilket väl avspeglar skillnader i redskapsval mellan fiskare på enskilt vatten och övriga fritidsfiskare.

## Synpunkter på fisket

De intervjuade har haft möjlighet att på särskild plats i postenkäten ge synpunkter på sitt fiske. Antalet svarande var totalt 86 st fastighetsägare, 16 st båtklubbsmedlemmar och 11 fiskeklubbsmedlemmar. En sammanfattning av dessa kommentarer redovisas nedan. Siffrorna i sammanställningen avser antalet svarande fastighetsägare med antalet båtklubbsmedlemmar och fiskeklubbsmedlemmar inom parentes.

1. *Fisketillgång*: 45 (4, 2) personer påtalar att fisket har blivit sämre. Framförallt anser man att gädda och torsk minskat. Sex (1, 1) personer anser att en del arter ökat, framförallt strömming och flundra.
2. *"Sjukdom" (och dålig kvalitet på fisken)*: Nio (1, 0) personer har påtalat sjukdomar hos framförallt gädda (bulnader, sår, svulster).
3. *Fiskereglering/fredning*: Nio (1, 3) personer anser att fisket bör kontrolleras bättre genom införande av redskaps- och fiskeperiodsbegränsningar (speciellt yrkesfiske) samt förbud mot fiske i närheten av fåglarnas häckningsplatser.
4. *Fria handredskapsfisket*: Tolv (1, 2) personer anser att detta är bra och bör fortgå, medan sju (0, 3) anser att det skall begränsas.
5. *Militärt skyddsområde*: Sju (1, 0) personer anser att det militära skyddsområde som infördes i samband med ubåtsjakten i området bör avskaffas.
6. *Säl*: Inga synpunkter.

## Diskussion

Undersökningen omfattar en del av Stockholms skärgård, där fritidsfisket anses särskilt intensivt. Den skattade totala fångstnivån om ca 100 ton visar på ett betydande fritidsfiske, men är i och för sig inte anmärkningsvärt hög med tanke på den stora vattenareal som har inkluderats i undersökningsområdet. Exempelvis erhöles en likartad fångstnivå kring 100 ton vid Gräsö i norra delen av Roslagen (Andreasson *et al.* 1993). Föreliggande undersökning visade emellertid också att fritidsfisket är koncentrerat till de inre delarna av skärgården nära fastlandet, dvs beskattningen av fiskbestånden sker till största delen inom en begränsad del av skärgården. De höga fångsttalen av framförallt abborre, gädda, gös, strömming och flundra visar på skärgårdens potential i fråga om fiskresurser. Fångsten av såväl gädda som abborre överskrider av SCB:s statistik att döma vida yrkesfiskets landningar av fångster från hela Stockholms skärgård. Den låga andel av det totala resursutnyttjandet som kan noteras för fiskare på enskilt vatten pekar också på att resursutnyttjandet är utomordentligt lågt i stora delar av Stockholms skärgård, där det fria handredskapsfisket kan antas vara betydligt mindre intensivt än vid Gålö. Det är heller inte troligt att den höga fångstnivån i vattnen kring Gålö-Ornö skulle kunna förklaras med att dessa är speciellt fiskrika. Provfisken vid såväl Muskö som i ytterskärgården har visat på en hög täthet av framförallt abborre, strömming och flundra (Gunnar Thoresson opubl. data). Det skall dock också understrykas att den höga fångstnivån för speciellt gädda som kan bekräftas i detta skärgårdsområde, kan ge anledning till regleringar av fisket. Om den tendens som anses föreligga rörande ett vikande gäddbestånd i Stockholms skärgård (Nylander 1997) kan bekräftas, bör behovet av restriktioner av det handredskapsfiske som är inriktat på gädda utredas.

I denna studie av fritidsfisket i Stockholms skärgård har en ny intervjumetod

prövats, vilken inneburit ett aktivt uppsökande av fritidsfiskare i fält. För att kunna skatta totalantalet fiskare i området och deras totala fångstuttag har fältstudien kombinerats med en enkätundersökning i samma område. I tidigare undersökningar (ex Andreasson *et al.* 1993) antogs kategorin "turistfiskare", som den definieras här, vara numerärt försumbar för de kustområden som då karterades. Detta antagande kunde av lätt insedda skäl inte göras för Stockholms skärgård med dess närhet till storstaden. Undersökningen har också till fullo bekräftat att turistfiskarena såväl till antal som ur fångstsynpunkt är en synnerligen betydelsefull grupp. Detta torde även vara fallet i Öresund och för stora delar av Västerhavet. Det skall emellertid också påpekas att det totala antalet fritidsfiskare i denna undersökning (ca 7 000) är lågt i jämförelse med den skattning som gjorts i Fiskeriverkets och SCB:s gemensamma enkätstudie "Fritidsfiske 90" av det totala antalet aktiva fritidsfiskare boende i Stockholms län (ca 220 000, Anon. 1991). Även om det senare estimatet inkluderar personer som helt utövar sitt fritidsfiske på annat håll i Sverige än i Stockholms skärgård, tycks antalet vara en klar överskattning, då vårt undersökningsområde utgör ca 10% av kustlinjen mellan Arholma och Landsort. De fångstsiffror som räknats fram för saltsjön i Stockholms län (t ex 2 357 ton gädda, abborre och gös) kan därför misstänkas vara felaktiga.

Det kan noteras att de två oberoende metoder som använts i vår undersökning har gett en anmärkningsvärt likartad fångstnivå för jämförbara kategorier. De två metoderna gav emellertid olikartade resultat beträffande bland annat fångsten av flundra inom kategorin fastighetsägare. Skillnaden torde ha uppstått på grund av fångstredskapens artselektivitet, vilken är särskilt uttalad mellan passiva redskap å ena sidan och sportfiskeredskap å den andra. Postenkäten har till skillnad från fältstudien i högre grad fångat in dem som



använder sig av passiva redskap. Detta förhållande kan förklaras både av att enkäten på ett bättre sätt än fältstudien täckte in mellan- och ytterskärgårdarna, där många fastigheter har rätt till fiske med passiva redskap, och av att sannolikheten att påträffa fiskare som nyttjar passiva redskap är mindre jämfört med handredskapsfiskare, då de förstnämnda endast uppehåller sig på fiskelokalen i samband med sättning och vittjning. Troligen har enkäten på ett mer rättvisande sätt karterat fastighetsägarnas fångster och redskapsval än vad som var fallet i fältstudien.

En betydligt viktigare invändning kan göras mot den enkla modell som använts för att beräkna antalet turistfiskare. Eftersom turistfiskarnas återbesöksfrekvens i undersökningsområdet är lägre än den för båtplatsinnehavare och fastighetsägare (kvoten turistfiskare:

{båtplatsinnehavare och fastighetsägare} i besöksfrekvens är 1:1,8) måste fler besökare ingå i denna kategori jämfört med övriga, till området knutna kategorier, eftersom andelen turistfiskare i området är konstant. Antalet turistfiskare skulle således kunna vara underskattat. Å andra sidan torde de bofasta genom sin större inriktning på passivt fiske, som tar mindre tid i anspråk, bli underrepresenterade i en fältstudie. Dessa två effekter tenderar således att delvis ta ut varandra, varför ingen korrigering har gjorts vid skattningen av antalet turistfiskare.

#### Erkännande

Ett varmt tack riktas till Niklas Thoresson för hans ihärdiga arbete i fält sommaren 1995.

## Referenser

- Anderson, T. och Berglund, A. 1989. Fiskeribiologiska undersökningar i Gävlebukten 1988. PM mars 1989, Härnösand.
- Andreasson, S. 1981. Kustundersökningar av fiskbestånd och fiske i området Husum-Örnsköldsvik-Köpmanholmen. PM 1981-06-05, Härnösand.
- Andreasson, S. 1983. Kustundersökningar av fiskbestånd och fiske 1981-82 i Sundsvallsbukten. PM 1983-05-30, Härnösand.
- Andreasson, S., Berglund, A., Hasselborg, T. och Svedäng H. 1993. Undersökning av kustfisket i Bottniska viken 1991. *Kustrapport* **1993:9**.
- Anon. 1991. Fritidsfiske - 90. Fiskeristyrelsen, Statistiska centralbyrån. 56 s.
- Nylander, M. 1997. Förslag för bättre gädd- och gösfiske i Stockholms skärgård. *Sportfiske* **10**, 32-35.
- Wulff, F., Flygh C., Foberg, M., Hansson, S., Johansson, S., Kautsky, H., Klinteberg, T., Samberg, H., Skärlund, K., Sömlin, T. och B. Wibom. 1977. Ekologiska undersökningar i Luleå skärgård 1976. Slutrapport till Statens Naturvårdsverk. Askölaboratoriet, Stockholms Universitet.

## English summary: Investigation of the recreational fishing at Gålö–Ornö, Stockholm Archipelago, 1995–96

The leisure fishery in the southeastern part of the Stockholm archipelago was investigated in 1995–1996 by means of questionnaires sent by mail to a random selection of households in the area combined with a field survey. This study was a part of the National Board of Fisheries “Coastal Fishing Project”, investigating the structure of both leisure and professional fishery in representative parts of larger, ecologically coherent coastal areas.

The study showed that about 4 600 households (i.e. about 7 000 people) were actively fishing in the study area. The annual total yield was estimated to 100–120 tonnes. The annual yield per fisherman varied from 17 to 38 kilogram between different fishing categories. The catch was dominated by perch, herring and pike, but the catches of flounder, pike-perch, whitefish and sea trout were also significant. The proportion of the total fishing yield amongst private owners of

coastal waters was lower than 20%. (In contrast to other people, private owners in this part of Sweden have the exclusive right to use nets, fyke-nets, long-lines and other passive fishing gears in their waters). The proportions of demersal fish like flounder, turbot, burbot, eel and cod of the total yield were higher for private owners than for other fishing categories, but lower for pike, pike-perch and herring. These differences are explained by the differences in gear selection.

The leisure fishing was concentrated to the inner parts of the archipelago. The high yields of perch, pike, pike-perch, herring and flounder in this restricted area indicated that the full fishing potential of the archipelago should be considerable, and suggested that the utilization of fish resources were amazingly low in large parts of the Stockholm archipelago.

# Fiskeenkät



## FISKERIVERKET

Kustlaboratoriet  
Gamla Slipvägen 19  
740 71 Öregrund

Tel 0173/313 05

Fax 0173/309 49

Klockslag \_\_\_\_\_

Datum \_\_\_\_\_

Resrutt \_\_\_\_\_

Skärgårdsområde \_\_\_\_\_

Typavfiske \_\_\_\_\_

Fiskar från  båt  
 land

kön  man  
 kvinna

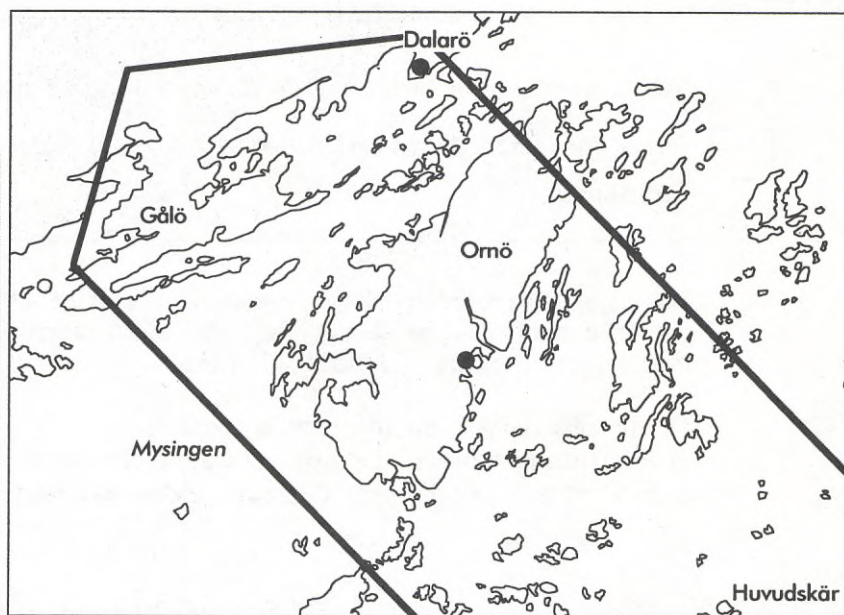
ålder  0-10 år  
 10-20 år  
 20-40 år  
 40-60 år  
 >60 år

### Hemort

1. Är den fiskande fastboende/sommarboende eller har båtplats inom detta område som markerats på kartan?

ja  fastighetsägare  
 båtplatsinnehavare  
 stöd av enskild fiskerätt

nej  Stockholms län, vilken kommun  
 annat län, vilket \_\_\_\_\_  
 annat land, vilket \_\_\_\_\_



2. Hur många gånger har den tillfrågade fiskat inom området tidigare under de senaste 12 månaderna?

1-5 ggr  11-20 ggr  
 6-10 ggr  >20 ggr

3. Hur många gånger har den utfrågade fiskat totalt under de senaste 12 månaderna?

1-5 ggr  11-20 ggr  
 6-10 ggr  >20 ggr

4. Vilka typer av redskap har använts i fisket under de senaste 12 månaderna

handredskap (spö, pimpel etc)  
 trolling, släp  
 abborre/sik/öring-garn  
 torsk-garn  
 ryssja  
 långrev  
 övrigt

5. Vilka är de arter som fångats i detta område?

Hur stor är totalfångsten i kilo under de senaste 12 månaderna?

<input type="checkbox"/> abborre	_____ kg	<input type="checkbox"/> simpa	_____ kg
<input type="checkbox"/> gädda	_____ kg	<input type="checkbox"/> skrubba	_____ kg
<input type="checkbox"/> gös	_____ kg	<input type="checkbox"/> strömming	_____ kg
<input type="checkbox"/> lake	_____ kg	<input type="checkbox"/> torsk	_____ kg
<input type="checkbox"/> lax	_____ kg	<input type="checkbox"/> ål	_____ kg
<input type="checkbox"/> piggvar	_____ kg	<input type="checkbox"/> öring	_____ kg
<input type="checkbox"/> sik	_____ kg	<input type="checkbox"/> övriga	_____ kg

6. Medelfisketid:

Hur länge har ni fiskat idag? \_\_\_\_\_

Hur länge avser ni att fiska? \_\_\_\_\_

7. Fångst idag?

<input type="checkbox"/> abborre	_____ kg	<input type="checkbox"/> simpa	_____ kg
<input type="checkbox"/> gädda	_____ kg	<input type="checkbox"/> skrubba	_____ kg
<input type="checkbox"/> gös	_____ kg	<input type="checkbox"/> strömming	_____ kg
<input type="checkbox"/> lake	_____ kg	<input type="checkbox"/> torsk	_____ kg
<input type="checkbox"/> lax	_____ kg	<input type="checkbox"/> ål	_____ kg
<input type="checkbox"/> piggvar	_____ kg	<input type="checkbox"/> öring	_____ kg
<input type="checkbox"/> sik	_____ kg	<input type="checkbox"/> övriga	_____ kg

<b>FRÅGEFORMULÄR</b>
----------------------

HAR DU ELLER NÅGON I DITT HUSHÅLL FISKET INOM KUSTOMRÅDET PÅ BIFOGAD KARTA (SISTA SIDAN) UNDER 1995?

**NEJ** TACK FÖR DIN MEDVERKAN! ÄVEN OM DU SVARAT NEJ, SKICKA TILLBAKA FORMULÄRET TILL OSS. TACK!

**JA** BESVARA NEDANSTÄENDE FRÅGOR SOM AVSER DITT FISKE INOM OMRÅDET PÅ KARTAN

Vilken typ av fiske bedriver Du? Kryssa i lämpligt alternativ.

Fiskar med stöd av enskild fiskerätt

Fritidsfiske

Till varje fråga hör en tabell. Kryssa/fyll i lämpligt alternativ i tabellerna nedan. Frågorna avser ditt fiske med olika redskap under 1995 inom området på bifogad karta. Om du inte fiskat med angivet redskap - fortsätt till nästa.

- 1) Hur ofta fiskade du med dessa redskap?
- 2) Hur många redskap per dygn användes vanligtvis vid ditt fiske?
- 3) Hur mycket fisk fångade du totalt under året med dessa redskap?

***Nät för sik/öring/gös/abborre etc***

		ANTAL TILLFÄLLEN (DYGN)						
		1-5	6-10	11-20	>20 ange antal			
1)	NÄT FÖR SIK/ÖRING GÖS/ABBORRE ETC							
		ANTAL REDSKAP						
		Ange antal/dygn						
2)	NÄT FÖR SIK/ÖRING GÖS/ABBORRE ETC							
		ANTAL KG (ORENSAD VIKT)						
		1-10	10-25	25-50	50-100	100-300	300-500	> 500 ange vikt (kg)
3)	ABBORRE							
	FLUNDRA							
	GÄDDA							
	GÖS							
	LAKE							
	LAX							
	PIGGVAR							
	SIK							
	STRÖMMING							
	TORSK							
	ÅL							
	ÖRING							
	ÖVRIG ART.....							

Kryssa/fyll i lämpligt alternativ i tabellerna nedan. Frågorna avser ditt fiske med olika redskap under 1995 inom området på bifogad karta.

- 1) Hur ofta fiskade du med dessa redskap?
- 2) Hur många redskap per dygn användes vanligtvis vid ditt fiske?
- 3) Hur mycket fisk fångade du totalt under året med dessa redskap?

### Skötar/Garn för Strömming/Sill

		ANTAL TILLFÄLLEN (DYGN)						
		1-5	6-10	11-20	>20 ange antal			
1)	SKÖTAR/NÄT FÖR STRÖMMING							
		ANTAL REDSKAP						
		Ange antal/dygn						
2)	SKÖTAR/NÄT FÖR STRÖMMING							
		ANTAL KG						
		1-10	10-25	25-50	50-100	100-300	300-500	> 500 ange vikt (kg)
3)	ABBORRE							
	FLUNDRA							
	GÄDDA							
	GÖS							
	LAKE							
	LAX							
	PIGGVAR							
	SIK							
	STRÖMMING							
	TORSK							
	ÅL							
	ÖRING							
	ÖVRIG ART.....							

### Torsknät

		ANTAL TILLFÄLLEN (DYGN)						
		1-5	6-10	11-20	>20 ange antal			
1)	TORSKNÄT							
		ANTAL REDSKAP						
		Ange antal/dygn						
2)	TORSKNÄT							
		ANTAL KG						
		1-10	10-25	25-50	50-100	100-300	300-500	> 500 ange vikt (kg)
3)	ABBORRE							
	FLUNDRA							
	GÄDDA							
	GÖS							
	LAKE							
	LAX							
	PIGGVAR							
	SIK							
	STRÖMMING							
	TORSK							
	ÅL							
	ÖRING							
	ÖVRIG ART.....							

## Bilaga 2

Kryssa/fyll i lämpligt alternativ i tabellerna nedan. Frågorna avser ditt fiske med olika redskap under 1995 inom området på bifogad karta.

- 1) Hur ofta fiskade du med dessa redskap?
- 2) Hur många redskap per dygn användes vanligtvis vid ditt fiske?
- 3) Hur mycket fisk fångade du totalt under året med dessa redskap?

### Mjärdar/Små ryssjor

		ANTAL TILLFÄLLEN (DYGN)			
		1-5	6-10	11-20	>20 ange antal
1)	MJÄRDAR/SMÅ RYSSJOR				
		ANTAL REDSKAP			
		Ange antal/dygn			
2)	MJÄRDAR/SMÅ RYSSJOR				

		ANTAL KG						
		1-10	10-25	25-50	50-100	100-300	300-500	> 500 ange vikt (kg)
3)	ABBORRE							
	FLUNDRA							
	GÄDDA							
	GÖS							
	LAKE							
	LAX							
	PIGGVAR							
	SIK							
	STRÖMMING							
	TORSK							
	ÅL							
	ÖRING							
	ÖVRIG ART.....							

### Långrev

		ANTAL TILLFÄLLEN (DYGN)			
		1-5	6-10	11-20	>20 ange antal
1)	LÅNGREV				
		ANTAL REDSKAP			
		Ange antal/dygn			
2)	LÅNGREV				

		ANTAL KG						
		1-10	10-25	25-50	50-100	100-300	300-500	> 500 ange vikt (kg)
3)	ABBORRE							
	FLUNDRA							
	GÄDDA							
	GÖS							
	LAKE							
	LAX							
	PIGGVAR							
	SIK							
	STRÖMMING							
	TORSK							
	ÅL							
	ÖRING							
	ÖVRIG ART.....							

Kryssa/fyll i lämpligt alternativ i tabellerna nedan. Frågorna avser ditt fiske med olika redskap under 1995 inom området på bifogad karta.

- 1) Hur ofta fiskade du med dessa redskap?
- 2) Hur många redskap per dygn användes vanligtvis vid ditt fiske?
- 3) Hur mycket fisk fångade du totalt under året med dessa redskap?

### Trolling/släp

		ANTAL TILLFÄLLEN (DYGN)						
		1-5	6-10	11-20	>20 ange antal			
1)	TROLLING/SLÄP							
		ANTAL REDSKAP						
		Ange antal/dygn						
2)	TROLLING/SLÄP							
		ANTAL KG						
		1-10	10-25	25-50	50-100	100-300	300-500	> 500 ange vikt (kg)
3)	ABBORRE							
	FLUNDRA							
	GÄDDA							
	GÖS							
	LAKE							
	LAX							
	PIGGVAR							
	SIK							
	STRÖMMING							
	TORSK							
	ÅL							
	ÖRING							
	ÖVRIG ART.....							

### Sportfiskeredskap

		ANTAL TILLFÄLLEN (DYGN)						
		1-5	6-10	11-20	>20 ange antal			
1)	SPORTFISKEREDSKAP							
		ANTAL REDSKAP						
		Ange antal/dygn						
2)	SPORTFISKEREDSKAP							
		ANTAL KG						
		1-10	10-25	25-50	50-100	100-300	300-500	> 500 ange vikt (kg)
3)	ABBORRE							
	FLUNDRA							
	GÄDDA							
	GÖS							
	LAKE							
	LAX							
	PIGGVAR							
	SIK							
	STRÖMMING							
	TORSK							
	ÅL							
	ÖRING							
	ÖVRIG ART.....							





Tabell 11a: Antal fiskeansträngningar inom fiskande kategorier

Kategori	Smånät	Skötar	Torsknät	Ryssja	Långrev	Trolling	Sportfiske	Övrigt	S:a
Enskild fiskerätt	3928	177	136	1451	24	11	839	1530	8096
Fritidsfiskare	3377	137	268	466	52	157	3235	802	8494
<b>Totalt</b>	<b>7305</b>	<b>314</b>	<b>404</b>	<b>1917</b>	<b>76</b>	<b>168</b>	<b>4074</b>	<b>2332</b>	<b>16590</b>

Tabell 11b: Antal fiskeansträngningar inom fiskande kategorier

Kategori	Smånät	Skötar	Torsknät	Ryssja	Långrev	Trolling	Sportfiske	Övrigt	S:a
Båtklubb	393	9	15	180	10	88	1001	294	1990
Fastighetsägare	5657	262	326	1729	45	71	2483	1945	12518
Fiskeklubb	1255	43	63	8	21	9	590	93	2082
<b>Totalt</b>	<b>7305</b>	<b>314</b>	<b>404</b>	<b>1917</b>	<b>76</b>	<b>168</b>	<b>4074</b>	<b>2332</b>	<b>16590</b>

Tabell 12a: Totalfångst (kg) av olika arter fördelade på redskap inom fiskande kategorier

Kategori	Redskap	Abborre	Flundra	Gädda	Gös	Lake	Lax	Piggvar	Sik	Strömring	Torsk	Äl	Öring	Övriga*	S:a
Enskild Fiskerätt	Långrev	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	35
	Ryssja	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	94	0	0	104
	Skötar	84	22	0	0	0	0	0	5	336	0	0	0	0	447
	Smånät	1529	1143	372	273	39	124	227	407	340	38	32	117	107	4748
	Sportfiske	318	25	307	0	0	5	0	5	127	0	0	40	3	830
	Torsknät	25	62	5	0	5	0	10	15	0	20	0	0	5	147
	Trolling	5	0	5	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	20
	Övrigt	10	526	107	0	32	0	8	45	179	7	37	0	0	951
	<b>Summa</b>	<b>1996</b>	<b>1778</b>	<b>796</b>	<b>278</b>	<b>76</b>	<b>134</b>	<b>245</b>	<b>477</b>	<b>982</b>	<b>65</b>	<b>183</b>	<b>157</b>	<b>115</b>	<b>7282</b>
Fritidsfiskare	Långrev	28	0	5	0	0	5	0	5	0	5	25	0	5	78
	Ryssja	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0	62	0	0	68
	Skötar	6	0	0	0	0	0	0	0	449	0	0	0	5	460
	Smånät	1374	854	269	126	20	70	213	367	401	50	32	79	66	3921
	Sportfiske	1418	6	1020	70	22	42	0	69	1421	0	10	164	18	4260
	Torsknät	75	5	17	5	0	0	0	0	0	46	0	0	0	148
	Trolling	20	0	76	42	0	0	0	0	5	0	0	10	0	153
	Övrigt	86	94	87	0	6	2	7	76	329	0	0	0	3	690
	<b>Summa</b>	<b>3008</b>	<b>959</b>	<b>1474</b>	<b>243</b>	<b>53</b>	<b>119</b>	<b>220</b>	<b>517</b>	<b>2605</b>	<b>101</b>	<b>129</b>	<b>253</b>	<b>97</b>	<b>9778</b>
<b>Totalt</b>	<b>5004</b>	<b>2737</b>	<b>2270</b>	<b>521</b>	<b>129</b>	<b>253</b>	<b>465</b>	<b>994</b>	<b>3587</b>	<b>166</b>	<b>312</b>	<b>410</b>	<b>212</b>	<b>17060</b>	

\* Domineras av arterna Brax, Id, Mört

Tabell 12b: Totalfångst (kg) av olika arter fördelade på redskap inom fiskande kategorier

Kategori	Redskap	Abborre	Flundra	Gädda	Gös	Lak	Lax	Piggvar	Sik	Strömring	Torsk	Äl	Öring	Övriga*	S:a
Båtklubb	Långrev	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4
	Ryssja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5
	Skötar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10
	Smånät	162	101	37	15	0	22	27	30	60	0	0	10	5	469
	Sportfiske	595	5	306	23	0	37	0	10	419	0	0	36	0	1431
	Torsknät	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
	Trolling	5	0	27	37	0	0	0	0	5	0	0	5	0	79
	Övrigt	25	30	42	0	10	0	7	75	64	0	0	0	0	253
	<b>Summa</b>	<b>790</b>	<b>136</b>	<b>412</b>	<b>75</b>	<b>10</b>	<b>59</b>	<b>34</b>	<b>115</b>	<b>558</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>51</b>	<b>5</b>	<b>2253</b>
Fastighetsägare	Långrev	25	0	5	0	0	0	0	5	0	0	39	0	5	79
	Ryssja	11	0	0	0	5	0	0	0	0	0	14	0	0	162
	Skötar	90	22	0	0	0	0	0	5	544	0	0	0	0	661
	Smånät	2384	1605	493	309	49	116	330	473	417	63	64	135	126	6564
	Sportfiske	909	26	920	42	22	10	0	54	867	0	5	143	8	3006
	Torsknät	100	67	22	0	5	0	10	15	0	48	0	0	5	272
	Trolling	15	0	44	5	0	5	0	0	0	0	0	5	0	74
	Övrigt	41	536	152	0	28	2	8	46	385	7	37	0	0	1242
	<b>Summa</b>	<b>3575</b>	<b>2256</b>	<b>1636</b>	<b>356</b>	<b>109</b>	<b>133</b>	<b>348</b>	<b>598</b>	<b>2213</b>	<b>118</b>	<b>29</b>	<b>283</b>	<b>144</b>	<b>12060</b>
Fiskeklubb	Långrev	15	0	0	0	0	5	0	0	0	5	5	0	0	30
	Ryssja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5
	Skötar	0	0	0	0	0	0	0	0	231	0	0	0	5	236
	Smånät	357	291	111	75	10	56	83	271	264	25	0	51	42	1636
	Sportfiske	232	0	101	5	0	0	0	10	262	0	5	25	13	653
	Torsknät	0	0	0	5	0	0	0	0	0	16	0	0	0	21
	Trolling	5	0	10	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
	Övrigt	30	54	0	0	0	0	0	0	59	0	0	0	3	146
	<b>Summa</b>	<b>639</b>	<b>345</b>	<b>222</b>	<b>90</b>	<b>10</b>	<b>61</b>	<b>83</b>	<b>281</b>	<b>816</b>	<b>46</b>	<b>15</b>	<b>76</b>	<b>63</b>	<b>2747</b>
<b>Totalt</b>	<b>5004</b>	<b>2737</b>	<b>2270</b>	<b>521</b>	<b>129</b>	<b>253</b>	<b>465</b>	<b>994</b>	<b>3587</b>	<b>166</b>	<b>31</b>	<b>410</b>	<b>212</b>	<b>17060</b>	

\* Domineras av arterna Brax, Id, Mört

Tabell 13: Fångst (g) per ansträngning av olika arter fördelade på redskap inom fiskande kategorier

Kategori	Redskap	Abborre	Flundra	Gädda	Gös	Lake	Lax	Piggvar	Sik	Strömning	Torsk	Äl	Öring	Övriga
Enskild Fiskerätt	Långrev	625	0	0	0	0	0	0	0	0	0	833	0	0
	Ryssja	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	0
	Skötar	475	124	0	0	0	0	0	28	1898	0	0	0	0
	Smånät	389	291	95	70	10	32	58	104	87	10	8	30	27
	Sportfisk	379	30	366	0	0	6	0	6	151	0	0	48	4
	Torsknät	184	456	37	0	37	0	74	110	0	147	0	0	37
	Trolling	455	0	455	455	0	455	0	0	0	0	0	0	0
	Övrigt	7	344	70	0	21	0	5	29	5	29	117	5	24
Fritids- fiskare	Långrev	538	0	96	0	0	96	0	96	0	96	481	0	96
	Ryssja	2	0	0	0	11	0	0	0	0	0	133	0	0
	Skötar	44	0	0	0	0	0	0	0	3277	0	0	0	36
	Smånät	407	253	80	37	6	21	63	109	119	15	9	23	20
	Sportfisk	438	2	315	22	7	13	0	21	439	0	3	51	6
	Torsknät	280	19	63	19	0	0	0	0	0	172	0	0	0
	Trolling	127	0	484	268	0	0	0	0	32	0	0	64	0
	Övrigt	107	117	108	0	7	2	9	95	410	0	0	0	4

# Biologiska undersökningar vid Ringhals kraftverk 1988–1996

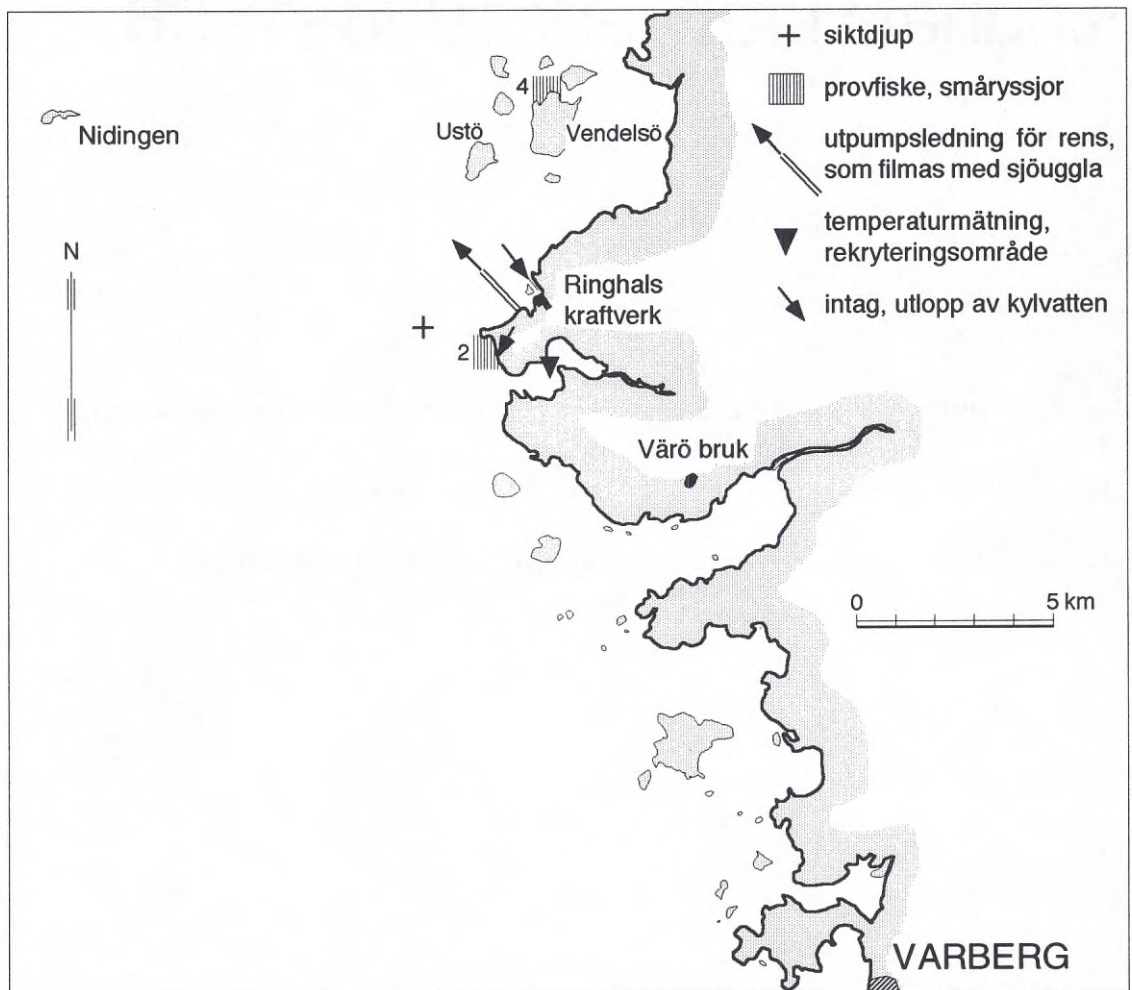
Stig Thörnqvist<sup>1)</sup>, Erik Neuman<sup>2)</sup>, Alvar Jacobsson<sup>1)</sup> och Olof Sandström<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Fiskeriverket, Kustlaboratoriet, Nya Varvet, byggnad 31, 426 71 V. FRÖLUNDA

<sup>2)</sup> Fiskeriverket, Kustlaboratoriet, Gamla Slipvägen 19, 740 71 ÖREGRUND

## Innehåll

<b>Sammanfattning</b>	<b>59</b>
<b>Inledning</b>	<b>60</b>
<b>Kraftverkets drift</b>	<b>61</b>
<b>Effekter i kylvattensystemet</b>	<b>62</b>
Förluster av fiskägg och larver	
<b>Effekter i utsläppsområdet</b>	<b>67</b>
Det strandnära fisksamhället	
<b>Effekter i fjärrområdet</b>	<b>73</b>
Fångster i yrkesfisket	<b>73</b>
Kustfisket	<b>74</b>
<b>Referenser</b>	<b>76</b>
<b>English summary: Biological monitoring at Ringhals nuclear power plant 1988–1996</b>	<b>76</b>



**Figur 1.** Översiktskarta med fiske och provtagningslokaler.

## Sammanfattning

Resultaten från de biologiska kontrollundersökningarna vid Ringhals kärnkraftverk under åren 1988–1996 sammanfattas i denna rapport. Undersökningarna har omfattat mätningar av förluster av fiskägg och fisklarver i kylvattenintaget. Effekterna i utsläppsområdet har undersökts genom provfiske med små ryssjor, medan en eventuell storskalig inverkan på fiskbestånden studeras genom analys av fångstutvecklingen i yrkesfisket.

Slutsatserna av kontrollundersökningarna är följande:

- Rekryteringen hos några stationära grundvattenlevande arter har sannolikt skadats som en följd av den kontinuerliga förlusten av ägg och larver i kylvattenintaget.
- Provfiskena indikerar att rekryterings-skadan hos dessa arter orsakat sjunkande tätheter av vuxen fisk, även om andra kylvattenrelaterade förändringar i utsläppsområdet också kan ha påverkat de lokala bestånden.
- Förekomsten av olika arter i utsläppsområdet styrs av deras temperaturpreferens. Såväl anlockning som skyende har visats.
- Naturliga eller mänskligt orsakade klimatsvängningar förstärker kylvatten-effekterna. Skyendereaktioner har varit tydligast under nittiotalets varma somrar.
- Fångstutvecklingen i yrkesfisket indikerar inga regionala effekter på fiskbestånden orsakade av kylvattenintag och värmepåverkan. Snarare har intensiteten på fisket avgörande betydelse.

## Inledning

Kärnkraftverket i Ringhals är beläget vid Kattegatt, ca 25 km norr om Varberg (figur 1). Det togs i drift 1975 och var fullt utbyggt i slutet av 1983. Fyra reaktorer producerar totalt 3600 MW vid full drift. Vid elproduktionen krävs stora mängder vatten för att kyla kraftverkets kondensorer. I Ringhalsverket pumpas 175 m<sup>3</sup>/s genom anläggningen, där vattnets temperatur höjs med ca 10° C vid full drift. Den miljöpåverkan som kylvattenanvändningen kan leda till följs i ett recipientkontrollprogram. Från början var Naturvårdsverket och dess kustvattenenhet huvudman för dessa undersökningar. Vid omorganisering av Naturvårdsverket 1991 överfördes kustvattenenheten till Fiskeriverket och ett nytt Kustlaboratorium med huvudkontor i Öregrund inrättades. I samband med detta överfördes ansvaret för recipientkontrollen vid Ringhalsverket till Fiskeriverket.

Som ett stöd för kontrollverksamheten vid de svenska kärnkraftverken har Kustlaboratoriet genomfört en rad olika forskningsprojekt. Denna forskning har tidigare främst genomförts vid Forsmarks kraftstation och den där liggande Biotestsjön. Efter ombyggnad av en befintlig fiskodling vid Ringhalsverket skapades 1996 en ny försöksanläggning, vilket har avsevärt ökat möjligheten att i kontrollerade försök studera organismers reaktion på värme. Kustlaboratoriet ansvarar för verksamheten i anläggningen, som även är öppen för andra intresserade forskare.

Liksom vid de andra svenska kärnkraftverken leds det uppvärmda kylvattnet från Ringhalsreaktorerna tillbaka till havet, när det passerat kraftverkets kylsystem. Förutom att organismer, som följer med det vatten som pumpas in i kylvattenanläggningen, kan skadas, påverkas omgivande ekosystem av den energi som det uppvärmda vattnet tillför det omgivande kustområdet. Vattenburen radioaktivitet kan också spåras i områdets organismer och sediment.

Effekterna på omgivningen kontrolleras årligen i ett program, som fastställdes

av vattendomsstolen 1993 och som är inriktat på att långsiktigt övervaka fiskbeståndens överlevnad och sammansättning. Fiskbestånden påverkas dels direkt genom förluster av ägg och larver i kylvattensystemet, dels genom förändrade förhållanden i omgivningen orsakade av den förhöjda temperaturen.

Resultaten av en förundersökning 1968–1974 samt de första årens recipientkontroll 1975–1987 sammanfattades av Grimås, Jacobsson och Neuman 1988. I rapporten konstaterades att recipienten vid Ringhals karaktäriseras av snabb vattenomsättning. Detta medför att kylvattnet snabbt blandas med det kallare havsvattnet. Det är därför relativt små områden som har förhöjda temperaturer. Vattenomsättningen gör också att förhållandevis många organismer transporteras in i området, där de riskerar att påverkas. Sammanfattningen identifierade fyra huvudzoner, där miljöpåverkan analyserades:

- Kylvattensystemet – kylvattenvägar, silstation och kondensorer.
- Utsläppsområdet – stor temperaturhöjning under längre perioder.
- Blandningszonen – snabbt sjunkande och variabla övertemperaturer.
- Fjärrzonen – små temperaturförhöjningar utan mätbara effekter.

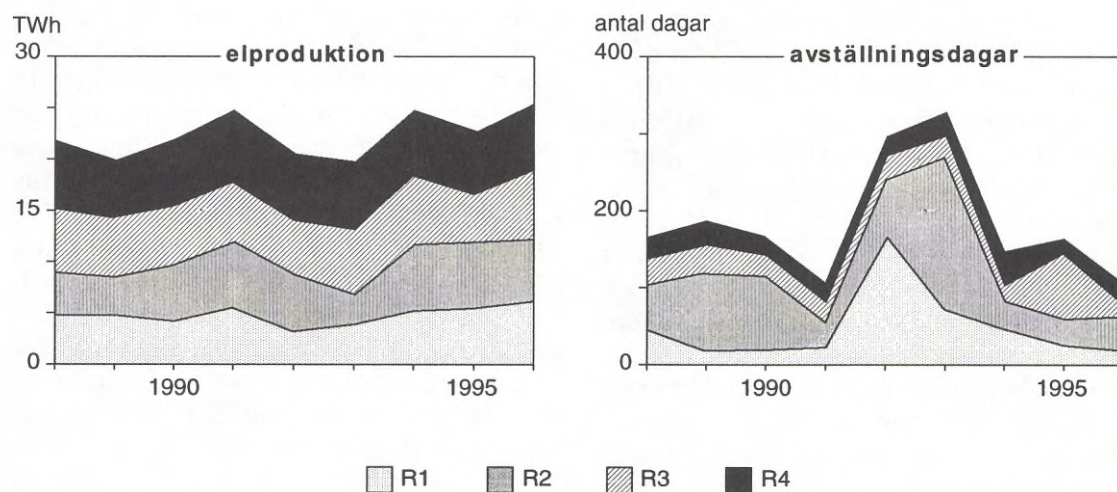
Kontrollprogrammet har en struktur som utgår från dessa påverkanszoner. Effekten i kylvattensystemet studeras genom kontroll av ägg och larver i kylvattenintaget från aggregat 1 och 2. Påverkan i utsläppsområdet undersöks genom provfiske med små ryssjor, där resultaten jämförs med ett referensområde. Risken för storskalig störning analyseras genom journalföring av yrkesfiskefångster i fjärrzonen.

Det fortlöpande kontrollprogrammet redovisas i en årlig rapport. Här ges en sammanfattning av resultaten i ett längre tidsperspektiv, i första hand perioden 1988–1996, men i vissa fall görs även återblickar ända till kraftverkets start.

## Kraftverkets drift

Elproduktionen vid Ringhals har successivt ökat från 21 703 GWh 1988 till 25 348 GWh 1996 (fig. 2). Energimängden som tillförs det omgivande kustområdet är direkt proportionell mot elproduktionen. Den mängd vatten som pumpas genom reaktorernas kylvattenvägar är dock lika stor även då produktionskapaciteten inte nyttjas fullt ut. Varje år genomförs en översyn av reaktorerna vilka då är avstängda ett 20-tal dagar, dessa revisioner är som regel förlagda till sommaren. Större

reparationer genomfördes i reaktor 1 och 2 1989, 1992 och 1993 vilket ledde till att energimängden som tillfördes omgivningen de åren var ca 20% lägre än tex 1996. Vid avställning stängs reaktorns kylvattenintag av vilket medför att varje reaktordag med avställning minskar det totala flödet i kylvattenvägarna med 25%. Variationen i den totala årsmängden vatten som pumpas genom kylvattenvägarna och därmed följande påverkan på omgivningen, avspeglas av antalet avställningsdagar (fig. 2).



**Figur 2.** Elproduktionen och antalet avställningsdagar vid Ringhals 1988–1996 (varje avställningsdag innebär att 25% mindre vatten pumpas genom kylvattenvägarna).



## Effekter i kylvattensystemet

### Förluster av fiskägg och larver

Risken för stora förluster av levande organismer, i första hand fisk, i silstationer, kondensorsystem och kylvattenvägar anses vara ett av de allvarligare miljöproblemen vid värmekraftproduktion. Större fisk fastnar i silanläggningen, medan ägg och larver kan skadas vid passagen av kraftverket, antingen av snabba temperatur- och tryckhöjningar, eller i samband med påväxtbekämpande klorering. Dödligheten är förmodligen stor för de ägg och larver som sugts in med kylvattnet, främst genom mekanisk påverkan.

Sedan 1979 görs årliga mätningar av mängden ägg och larver av fisk i kylvattenintaget till Ringhals reaktorer. Under 1979 kontrollerades mängden insugna ägg och larver hela året. Under vårperioden dominerade ägg av torsk och plattfisk, medan ägg och larver av skarp-sill och stensnultra dominerade under årets senare del. Totalförlusten för bestånden av de ekonomiskt viktiga arterna torsk och plattfiskar beroende på att ägg och larver sögs in med kylvattnet bedömdes som mycket liten i förhållande till dödligheten genom fiske och naturliga orsaker. Däremot utslöts inte effekter på mer kustbundna arter med få ägg och storvuxna larver. Skador på bestånden av stensnultra, tånglake, stubbar, rötsimpa, tejstefisk och andra småvuxna fiskar, som är viktiga bytesdjur för större fisk, ansågs sannolika.

Efter det första året begränsades provtagningarna till perioden januari-maj. Denna period täcker väl in förekomsten av torsk och olika plattfiskar. Den ger också data beträffande kustbundna arter, vilkas larvutveckling infaller under vintern. De i provtagningarna vanligaste arterna i denna grupp är tejstefisk och rötsimpa. Deras larver kläcks ur ägg fästade vid bottensubstrat och är relativt välutvecklade under provtagningsperioden. Mängden larver av dessa arter ger ett rekryteringsindex för närområdet. Rötsimpan är en typisk kallvattenart och kan därför vara särskilt intressant, då förändringar i dess

rekrytering i närområdet till kylvattenutskovet kan avspegla effekter av varmvattenutsläppen.

Vid provtagning fångades ägg och larver, som driver med kylvattenströmmen in till kraftverket. Med linor från land fixerades en stor håv i strömmen i intagskanalen till reaktor 1 och 2. Maskstorleken i håvduken var 0,5 mm. Den filtrerade volymen mättes med en flödesmätare monterad i håvöppningen. Kontrollen ger alltså kvantitativa data på mängden ägg och larver, som passerar in i anläggningen. Proverna analyserades i laboratoriet under stereolupp. Ägg och larver som fångades bestämdes så långt möjligt till art. Vid artbestämning av ägg används äggdiameter och kunskap om arternas lektider. En del arter som till exempel skrubbskädda och sandskädda har äggdiameter och lektid, som delvis överlappar varandra, och kan därför inte med säkerhet skiljas åt. Särskiljning av sådana närbesläktade arter är möjlig först i senare stadium, då embryot utvecklat pigmentering. I sammanställningen är plattfiskarterna därför behandlade som grupp eftersom det bland både ägg och larver av dessa finns en stor andel som inte har gått att bestämma till art.

**Tabell 1.** Äggdiameter och lektidens ungefärliga tidsutsträckning för de viktigaste arterna i provtagningarna

	äggdiameter, mm	lektid, månad
torsk	1,16–1,89	jan–april
rödspätta	1,66–2,17	dec–mars
skrubbskädda	0,80–1,13	feb–april
sandskädda	0,66–0,92	mars–maj
lerskädda	1,38–2,64	feb–maj
bergtung	1,13–1,45	april–sept

Medelvärden av koncentrationen ägg och larver beräknades för torsk och plattfiskarter, som har pelagiskt ägg- och larvstadium. Över tiden bestäms koncentrationen av lektiden och vattentransporten, som drivs av vindar och strömmar. Årsmedelvärden beräknades därför med

hjälp av exponentiell utjämning mellan mätpunkter. Ibland omöjliggjordes provtagningar av att en stor mängd alger och maneter slammade igen håvduken; för dessa veckor approximerades veckovärde med ledning av närmast föregående och efterkommande mätvärde. För de kustbundna arterna rötsimpa och tejstefisk användes ingen utjämningsmetodik vid beräkningarna, eftersom de i mindre utsträckning påverkas av variationen i vindar och strömmar.

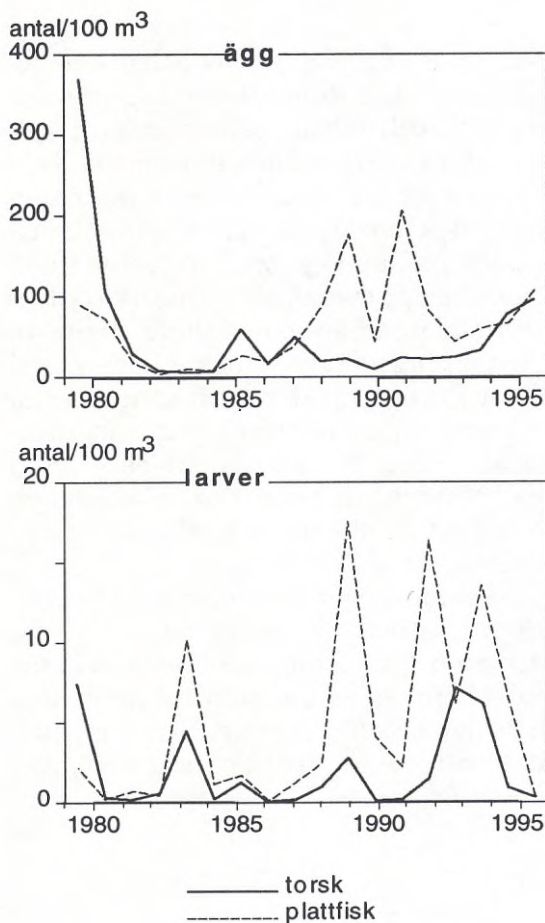
Förekomsten av ägg (antal/100 m<sup>3</sup>) (tabell 2) visar ungefär samma tidsutveckling både för torsk och plattfisk fram till 1987. Mängden minskar från de höga värdena 1979 och ligger sedan på en låg nivå. Från och med 1988 ökar tätheten av plattfiskägg, medan torsken fortsatt ligger kvar på låga nivåer. Över tiden finns en samvariation i koncentrationen av torsk och plattfisk, särskilt avseende larver (figur 3). Detta tyder på att de faktorer

som gynnar transporten av pelagiska ägg och larver till Ringhalsområdet verkar generellt och att koncentrationen i kylvattnet mera avspeglar variationen i dessa transporter än variationen i mängden genom leken producerade ägg. Samvariationen mellan ägg- och larvtäthet inom samma grupp över tiden är inte lika tydlig, utan här finns år som avviker (figur 4). Provtagningsperioden täcker in maximal täthet för ägg, medan täthetsmaximum för larver ofta inträffar i slutet av mätperioden (figur 5.). Detta betyder att risken för underskattning av årskoncentrationen för larver är större de år då maximum inträffar sent.

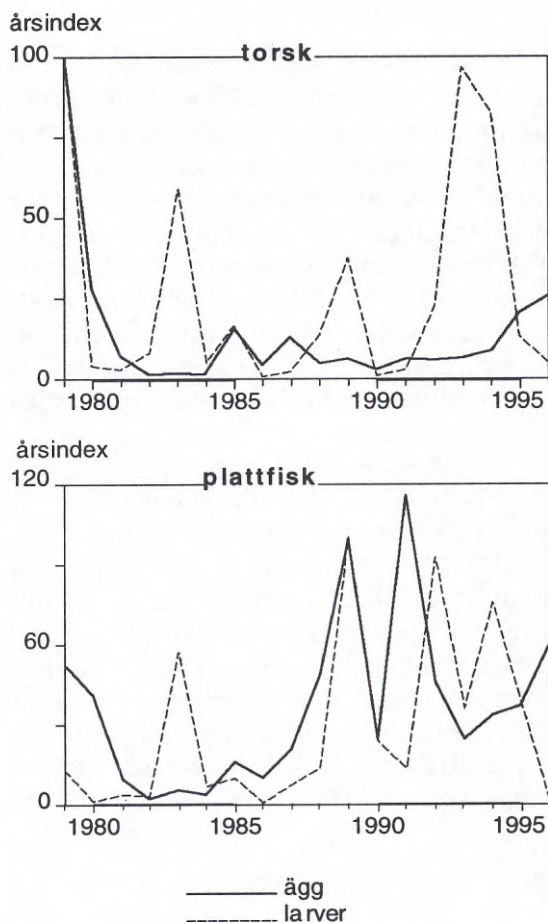
Det föreligger inget samband mellan tiden för täthetsmaxima för ägg och larver inom grupperna, utan variationen i vindar och strömmar är det som betyder mest för transporten. Den naturliga ägg- och larvdödligheten varierar också mycket mellan år.

**Tabell 2.** Ägg och larver av torsk och plattfisk jan.–maj. Faktiskt uppmätta veckomedelvärden och beräknade med exponentiell utjämning.

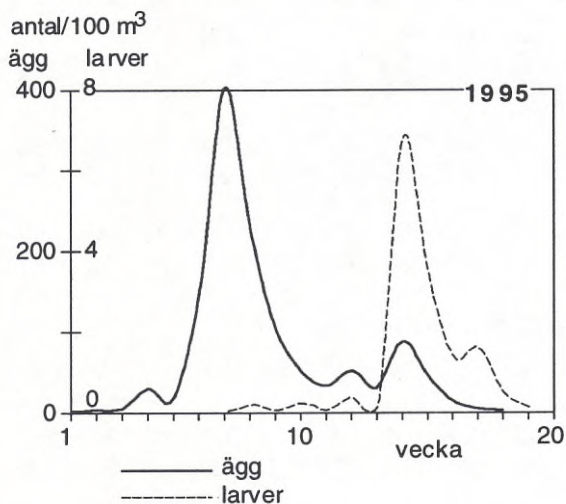
		antal ägg/100 m <sup>3</sup>																	
		1979	-80	-81	-82	-83	-84	-85	-86	-87	-88	-89	-90	-91	-92	-93	-94	-95	-96
torsk	uppmätt	368	103	28	6	6	7	56	16	49	19	23	9	24	22	24	33	77	93
	beräknat	213	76	21	1	3	4	30	7	23	15	26	10	20	16	18	26	68	77
plattfisk	uppmätt	92	73	17	3	10	7	27	17	37	88	177	43	205	81	43	60	66	107
	beräknat	58	54	10	1	5	5	14	7	19	72	108	39	163	58	37	44	52	79
		antal larver/100 m <sup>3</sup>																	
		1979	-80	-81	-82	-83	-84	-85	-86	-87	-88	-89	-90	-91	-92	-93	-94	-95	-96
torsk	uppmätt	7,4	0,3	0,2	0,6	4,4	0,3	1,2	0,0	0,1	1,0	2,8	0,1	0,2	1,6	7,1	6,2	0,9	0,4
	beräknat	4,3	0,2	0,1	0,1	2,1	0,2	0,6	0,0	0,1	0,8	1,6	0,1	0,2	1,1	5,3	4,5	0,8	0,3
plattfisk	uppmätt	2,1	0,1	0,6	0,4	10,0	1,2	1,7	0,0	1,3	2,4	17,3	4,1	2,2	16,2	6,2	13,3	6,7	0,3
	beräknat	1,4	0,1	0,3	0,1	4,7	0,9	0,9	0,0	0,6	1,8	10,0	3,4	1,7	10,8	5,2	9,7	5,2	0,2



**Figur 3.** Förekomsten av ägg och larver av torsk och plattfisk i kylvattenintaget till Ringhals 1 och 2. Medelvärde för januari-maj.



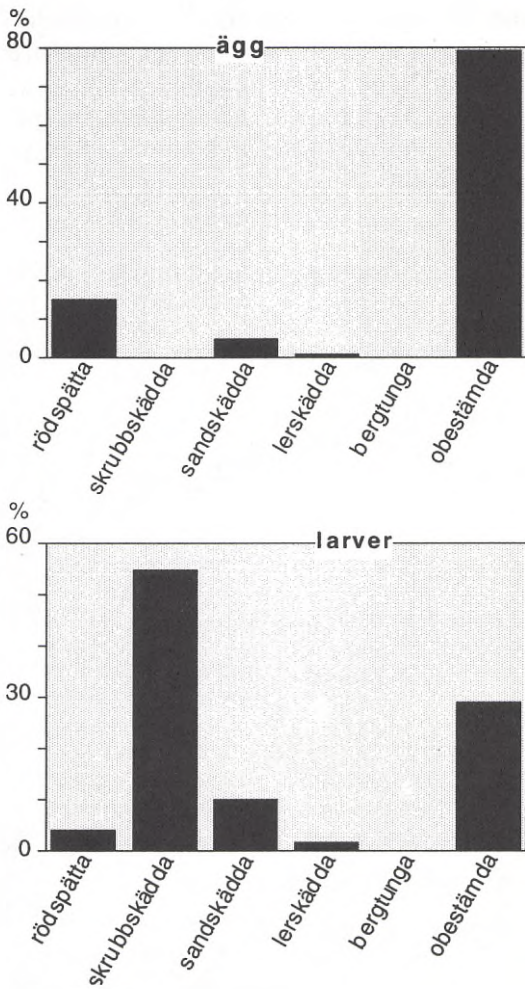
**Figur 4.** Relativa förändringar i förekomst av ägg och larver av torsk resp. plattfisk. Värdet för torsk 1979 samt för plattfisk 1989 sattes som index=100.



**Figur 5.** Ett exempel på hur täthetsmaximum för ägg resp. larver av torsk är skilda åt i tiden.

Bland plattfiskäggen dominerar gruppen obestämda (figur 6). Det är dock troligt att det mesta av dessa utgörs av skrubbskädda. Om samma förhållande mellan arterna gäller för de obestämda äggen som för larverna, utgör ca 80% av dessa skrubbskädda. Rödspätta utgör 15% av totalmängden ägg och 4% av totalmängden larver inom plattfiskgruppen. Lerskädda och bergtunga förekommer i ringa antal, bergtunga <1% och lerskädda 1-2%.

Vid full drift pumpas 80 m<sup>3</sup>/sekund till Ringhals reaktorer 1 och 2. Totalt betyder det ca 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> under undersökningsperioden. Det innebär att mellan 1×10<sup>7</sup>-200×10<sup>7</sup> torskägg och 1×10<sup>7</sup>-160×10<sup>7</sup> plattfiskägg årligen sugits in med kylvattnet. Vad detta

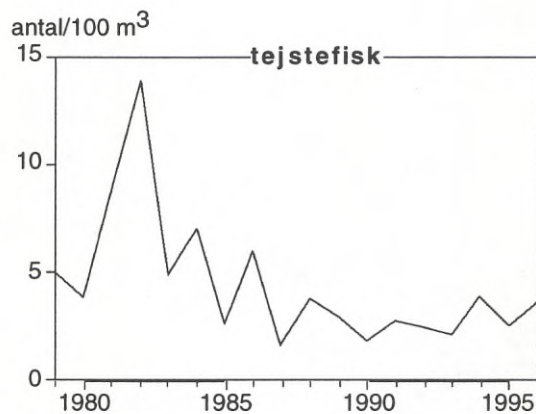
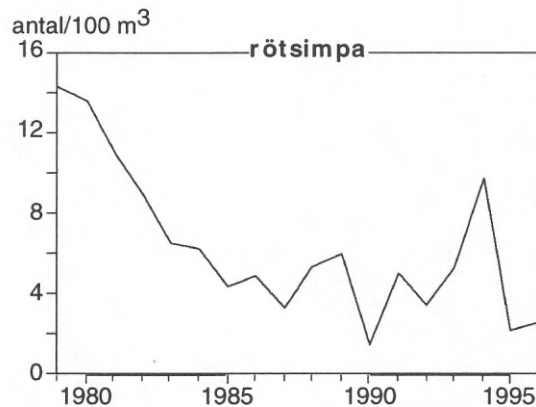


Figur 6. Plattfiskgruppens fördelning mellan arter (%).

betyder i förluster av vuxen fisk varierar mellan år, eftersom variationen i naturlig dödlighet är stor. Fisket efter torsk är idag så hårt, att endast en liten andel av beståndet reproducerar sig mer än en gång. En lekmogen torskhona producerar ca 0,5 miljoner ägg per kilo. En grov skattning av den totala förlusten 1979–1996 skulle kunna uttryckas i kilo lekande torskhona. Baserat på de med exponentiell utjämnning beräknade värdena ger detta en förlust av ägg producerade av totalt 12,5 ton torskhonor. Eftersom den årliga ägg- och larvkoncentrationen i intagsvattnet till stor del beror av vattentransporten, och denna kan

antas verka på samma sätt på ägg och larver, är det rimligt att anta att den reella rekryteringsförlusten blir lika stor i båda stadierna, d v s totalt en reproduktionsförlust motsvarande åtminstone 25 ton lekande torskhonor.

Rötsimpa och tejstefisk representerar arter som är kustbundna och som producerar ett relativt litet antal ganska stora ägg och larver. De är viktiga komponenter i fisksamhället på grunt vatten och har betydelse som föda åt de ekonomiskt viktiga arterna. Deras beståndsutveckling kan tjäna som indikator på en mer generell störning av det lokala ekosystemet. Mängden larver av dessa arter i kylvattnet minskar signifikant med tiden (figur 7). Denna minskning sammanfaller för röt-



Figur 7. Förekomsten av larver av röttsimpa och tejstefisk, uttryckt som årsmedelvärde.

simpan med en minskning av fångsterna av vuxna fiskar i provfiskena i april inom sektion 2, som är närområdet till kylvattenutloppet (figur 11). På referenslokalen, sektion 4 vid Vendelsö, ökar däremot rötsimpan svagt (figur 11). Om den minskande mängden larver i kylvattenintaget är en

effekt av minskat lekbestånd i närområdet eller beror på andra effekter, går inte att säga. Resultaten tyder dock på att den konstanta förlusten av tidiga utvecklingsstadier har påverkat rekryteringen hos dessa stationära fiskarter.

## Effekter i utsläppsområdet

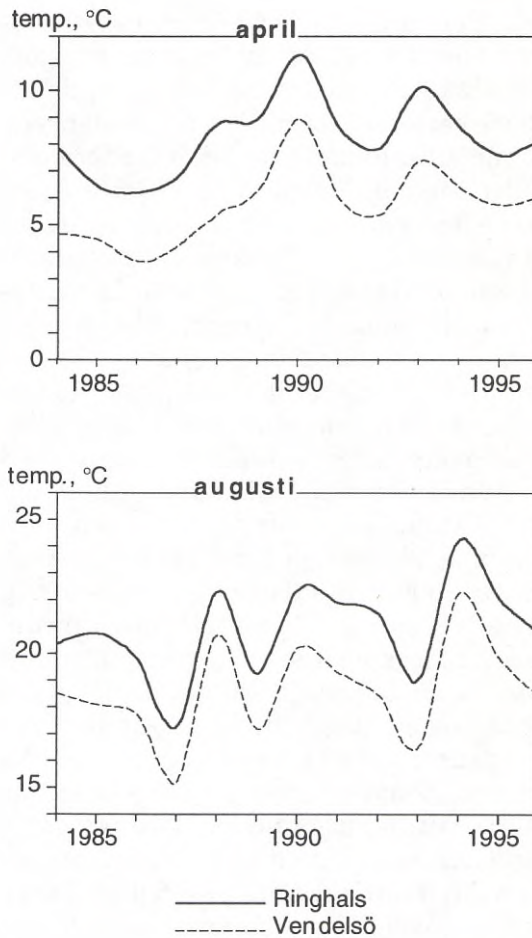
### Det strandnära fiskesamhället

Utsläppet av kylvatten påverkar fisk i utsläppsområdet på två sätt. Den tillförda värmen och strömmens transport av partiklar och närsalter skapar förändrade betingelser för fastsittande vegetation och bottendjur, med effekter på fiskens födosöksområden. Värmen ger också en direkt fysiologisk effekt på fisken. Beroende på artens preferenstempertur anlockas eller skyr fisken det uppvärmda området. Effekten varierar mellan årstider. Generellt sett kan de flesta arter anlockas under vintern, medan många, särskilt kallvattenarterna, skyr de uppvärmda områdena under sommaren.

Förekomsten av fisk i utsläppsområdet (Ringhals) studeras genom provfiske med små ålryssjor (Thoreson 1992). Jämförelsedata fås från ett referensområde i Vendelsöfjorden (Vendelsö). Analysen av resultat från detta provfiske inriktas huvudsakligen på åren 1984–1996, då kraftverket varit fullt utbyggt. Vad gäller mellanårsvariationer utnyttjas även data från perioden 1976–1983. I båda områdena fiskas på vardera sex stationer (figur 1) under tolv dygn i april och i augusti. På varje station sätts två ryssjor kopplade strut till arm. Den totala årliga fiskeinsatsen blir alltså 144 ryssjedygn per område.

Temperaturen mäts alltid vid provfisket. I genomsnitt var Ringhals 2,5 °C varmare än referensområdet såväl i april som i augusti (figur 8). De olika åren avviker relativt lite från dessa värden, trots att medeltemperaturerna varierat avsevärt mellan år.

Totalt fångades 39 arter: 33 fiskarter och tre skaldjursarter i Vendelsö och 27 fiskarter samt två skaldjursarter (hummer saknas) i Ringhals (tabell 3). Vissa arter förekom endast i ett av områdena, då i regel bara i enstaka exemplar. Enda undantaget är vitling, med 175 exemplar fångade i Vendelsö men inte ett enda i Ringhals. Av fiskar som endast observerats i Ringhals kan nämnas tio havsabborrar.



**Figur 8.** Medeltemperaturen vid Ringhals och Vendelsö under provfiskeperioderna i april och augusti, 1984–1996.

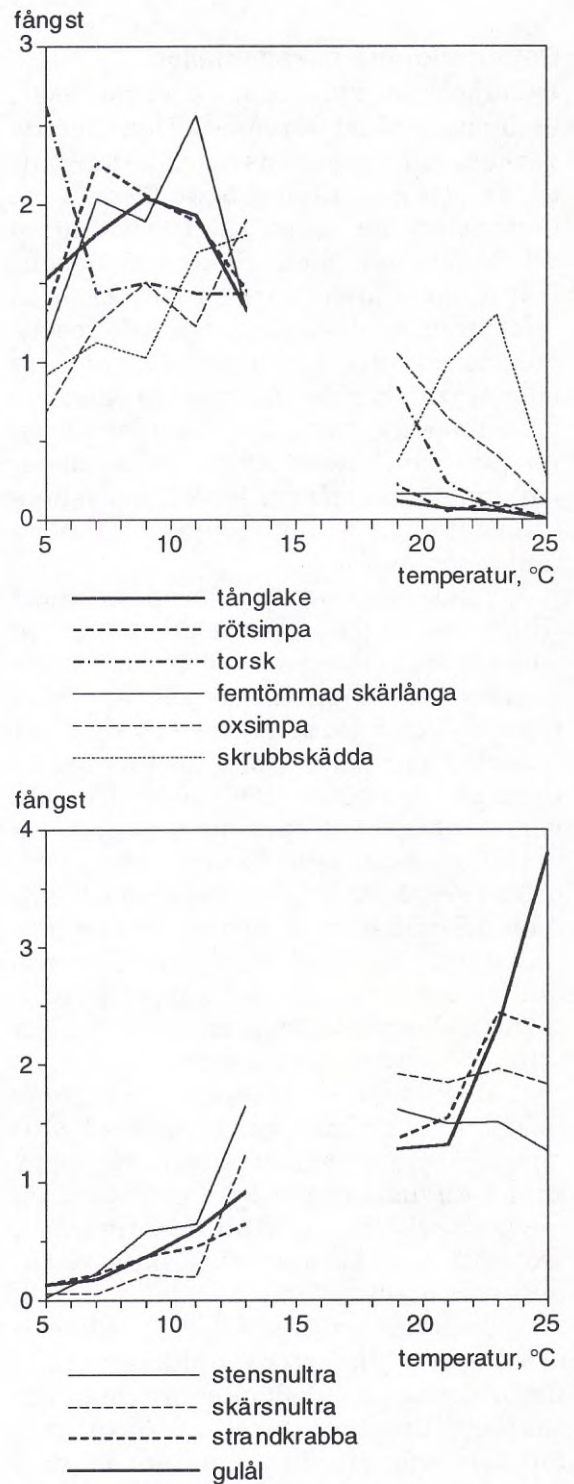
**Tabell 3.** Fångsterna av de vanligaste arterna 1984–1996.

	Vendelsö	Ringhals
strandkrabba	38564	102971
skärsnultra	29541	27303
stensnultra	8453	5139
tånglake	7465	2279
skrubbskädda	2653	3811
rötsimpa	4775	820
gulål	1448	3935
oxsimpa	913	2026
torsk	2018	770
femtömmad skärlånga	106	1578
alla arter	98646	152151
alla fiskar	60077	49179

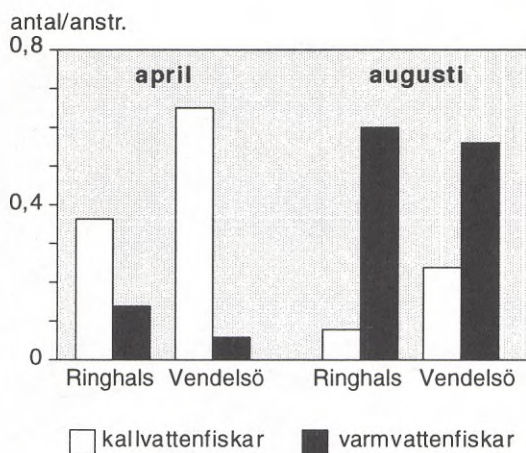
Den vanligaste arten har varit strandkrabban, vars andel av fångsten uppgått till 68% i Ringhals och 39% i Vendelsö. Nio fiskarter når över 2% av antalet fångade fiskar; tillsammans utgör de i vardera området minst 97% av fångsten. Detta visar, att de flesta arterna som observerats under provfisket endast förekommit i ett fåtal exemplar. De nedan genomförda analyserna begränsas till strandkrabban samt de nio vanligaste fiskarterna.

Genom att beräkna fångsternas fördelning över temperaturintervall har de vanligaste arterna kunnat grupperas i kall- och varmvattenfiskar (figur 9 och 10). Tånglake, rötsimpa, torsk och femtömmad skärlånga är utpräglade kallvattenfiskar med över genomsnittlig fångst även i de lägsta temperaturerna, medan förekomsten varit ringa när temperaturen överstigit 20 °C. Gulål (icke köns mogen, stationär ål), strandkrabba och skärsnultra är å andra sidan typiska varmvattenarter med små fångster när temperaturen legat under 12 °C och stora fångster även i de högsta temperaturer som förekommit under provfisket. Fångsten av övriga vanliga arter är jämnare fördelad över temperaturskalan, men oxsimpa och skrubbskädda får ändå föras till kallvattenfiskarna genom relativt goda fångster även i de lägsta temperaturerna och fångstmaximum vid så låg temperatur som 12–14 °C. Stensnultran har också maximum i detta intervall men bör ändå räknas som varmvattenart, eftersom förekomsten i temperaturer under 8 °C är låg, medan fångsterna varit relativt stora i de högsta temperaturerna.

Arternas temperaturpreferens åter speglas i vår- och sommarfångsterna i de två områdena. Medelfångsterna över hela perioden 1984–1996 (tabell 4) användes för en statistisk analys av skillnader i fångstmönster (t-test). Ål och strandkrabba har som förväntat både under månaderna april och augusti givit jämförelsevis högre fångster vid Ringhals, medan skärsnultran visar en säker skillnad endast i april.



**Figur 9.** Normerad fångst per ansträngning av de vanligaste arterna vid olika temperaturer i provfisket. Den övre figuren illustrerar kallvattenarter, den undre varmvattenarter.



**Figur 10.** Fördelning av kall- och varmvattenarter under provfiskeperioderna april och augusti.

Trots att den är en varmvattenart, har stensnultran givit lägre fångsvärden i Ringhals i såväl april som augusti. Bland kallvattenfiskarna gäller detta även rötsimpa, tånglake och torsk, medan däremot flest oxsimpor samt i april även skrubbskäddor och femtömmade skärlångor fångades i Ringhals. Alla skillnader utom de för skärsnultra och skrubbskädda i augusti var statistiskt signifikanta.

Mängden varm- och kallvattenfiskar (strandkrabban utesluten) jämfördes vad gäller vikt. I april dominerar kallvattenarterna starkt i den totala fiskbiomassan, speciellt naturligtvis i referensområdet. Förhållandet var det motsatta i augusti

**Tabell 4.** Medelantal per ansträngning för perioden 1984–1996.

	Vendelsö		Ringhals	
	april	augusti	april	augusti
rötsimpa	1,78	0,45	0,36	0,02
tånglake	2,79	0,71	0,98	0,08
torsk	0,47	0,49	0,29	0,07
skrubbskädda	0,63	0,63	1,10	0,70
oxsimpa	0,28	0,15	0,60	0,35
ål	0,12	0,59	0,32	1,61
strandkrabba	1,70	17,11	7,85	41,93
stensnultra	1,23	2,84	0,57	1,90
skärsnultra	0,15	14,32	1,39	11,85
femtömmad skärlånga	0,10	0,12	0,67	0,06

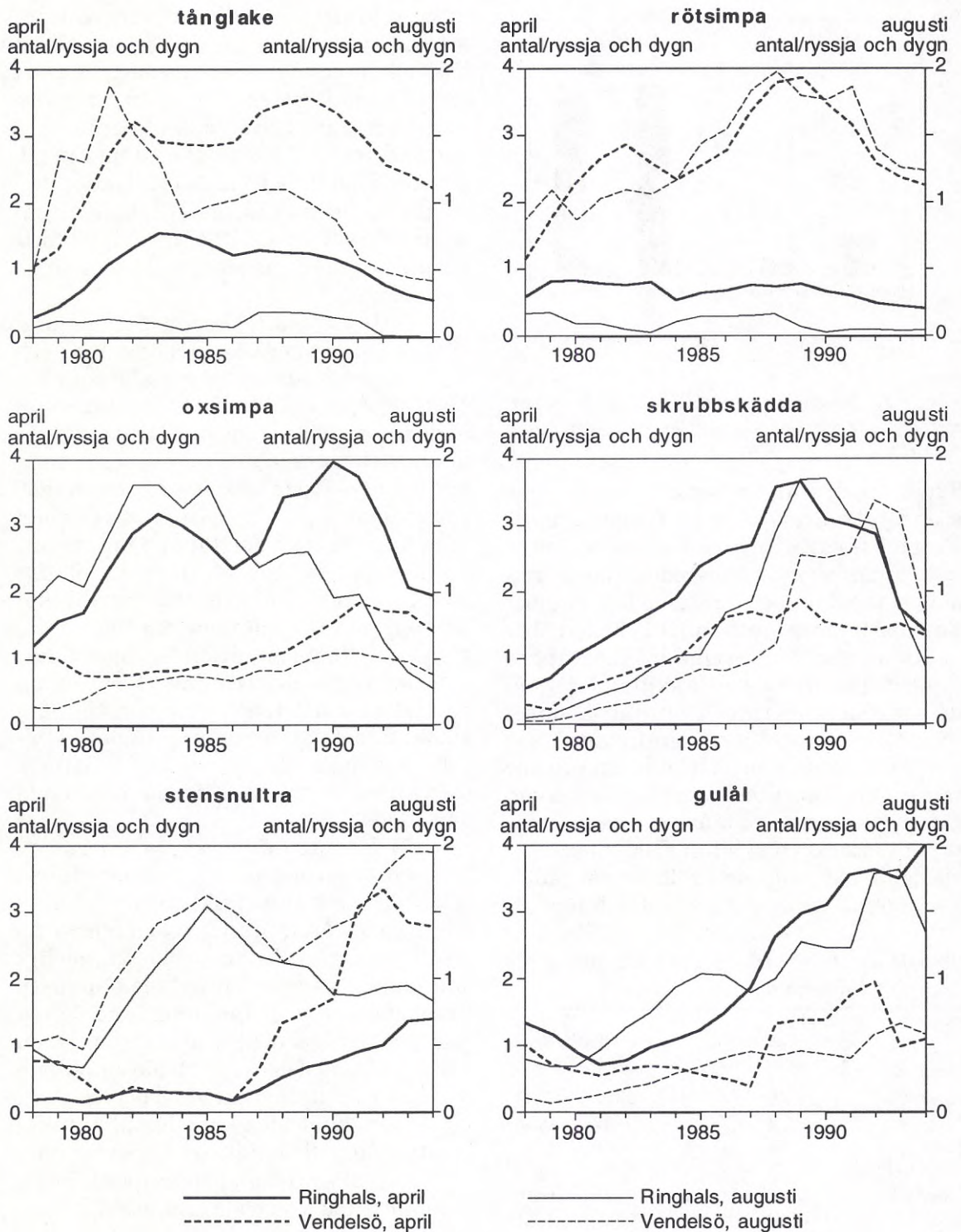
med en kraftig övervikt för varmvattenarterna, vilken var mest uttalad i Ringhals. Skillnaden mellan områden är klart större för kallvattenarterna än för varmvattenarterna. I Ringhals utgjorde kallvattenarterna 74% av fångsten i april, jämfört med 92% i Vendelsö. Under den varma årstiden sjönk andelen kallvattenarter i Ringhals till 12%, medan de fortfarande utgjorde så stor andel som 30% i Vendelsö.

Täthetsvariationerna och medelviktarna studerades för strandkrabba och de nio vanligaste fiskarterna under perioden 1976–1996 (figur 11). Efter ett maximum under 80-talet har fångsterna av tånglake minskat i båda områdena, dock mest uttalat i Ringhals. Beståndet av rötsimpa förstärktes kraftigt i Vendelsö under 80-talet men har därefter fortlöpande minskat. I Ringhals har fångsterna varit relativt stabila i april. Fångsnivån var mycket låg i augusti, särskilt under 90-talet. Uppgången i Vendelsö åtföljdes av en fördubbling av medelvikten. Från ett maximum på 190 g i april 1986 sjönk den till 60 g 1996. Medelviktens ökning under åttiotalet har ingen motsvarighet i Ringhals, men under 90-talet halverades den i båda områdena.

Då fångsten av torsk domineras av ett- och tvåårig fisk, speglar provfisket rekryteringens stora fluktuationer mellan närliggande år. Den enda trend som tycks föreligga i resultaten är kontinuerligt sjunkande fångster i Ringhals i augusti. Förekomsten av femtömmad skärlånga har varit ringa med undantag av åren 1987–1992, då den ökade i båda områdena särskilt i april. Mellan april och augusti 1993 minskade den emellertid mycket kraftigt ner till de tidigare låga värdena.

Vad gäller oxsimpan har utvecklingen varit olikartad i de båda områdena. I Vendelsö var den svagt positiv till 90-talets början, varefter den vänt svagt nedåt. I Ringhals ökade tätheten starkt till 1983. Augustifångsterna har därefter minskat fortlöpande, medan de i april efter några års





**Figur 11.** Fångst per ansträngning (glidande femårsmedelvärden) för de vanligaste arterna i provfisket: tånglake, rötsimpa, oxsimpa, skrubbskädda, stensnultra och gulål.

minskning nådde ett nytt maximum 1990, följt av en ny stark nedgång. Medelvikterna har sjunkit i båda områden under 90-talet.

Beståndet av *skrubbskädda* ökade starkt och kontinuerligt ända till slutet av åttiotalet eller början av nittiotalet. Därefter är bilden splittrad; aprilfångsterna i Vendelsö ligger kvar på en hög nivå, medan de övriga kurvorna pekar brant ner. Nedgången i Ringhals har pågått under längre tid, så att områdets tidigare klara övervikt försvunnit under de senaste åren. Medelvikten varierade mycket mellan närliggande år, men sett över hela perioden är en sjunkande tendens tydlig.

*Stensnultrans* förekomst ökade starkt sedan sjuttioalet. April- och augustiserierna visar olikartade bilder, men områdena följde varandra väl fram till slutet av åttiotalet. Därefter var utvecklingen betydligt mer positiv för Vendelsö än för Ringhals, där den t o m varit negativ i augusti. Medelvikterna följde varandra väl i de båda områdena med en minskning under nittiotalet. Fångsterna av *skärsnultra* var efter en mycket kraftig ökning 1989 och 1990 högre under nittiotalet än tidigare; 1996 sjönk de dock åter till åttiotalets nivå. Områdena har följt varandra väl. Detta gäller även medelvikterna, som efter en topp 1981 minskat långsamt och i stort sett kontinuerligt.

Fångsterna av *strandkrabba* var i båda områdena ungefär dubbelt så höga vid undersökningsperiodens slut som i dess början. Ökningen upphörde dock under nittiotalet, då t o m en mindre nedgång kan noteras för Ringhals. Nivån har under hela perioden legat klart högre i Ringhals än i Vendelsö. Detta gäller även *gulålen*. Områdena har följt varandra väl med allt högre tätheter till ett maximum i mitten av 90-talet. Uppgången var tydligast i Ringhals. Under de senaste två åren har dock, vilket inte framgår av figurens redovisade glidande medelvärde, tätheten minskat kraftigt i båda områdena. Gulålens medelstorlek minskade under nittiotalet, men lika låga värden noterades även under åttiotalets början.

Relaterar man fångsterna till arternas preferenstemperatur, är förhållandet mellan Ringhals och Vendelsö i flertalet fall det förväntade. De mest utpräglade kallvattenfiskarna – tånglake, rötsimpa och torsk – har förekommit i lägre tätheter i Ringhals även i april, medan femtömmad skärlånga, skrubbskädda och oxsimpa tycks föredra varmvattnet den kalla årstiden och anlockas till utsläppet. Förvånande är att oxsimpan även i augusti gav högre fångster i Ringhals. Relationen mellan områdena har dock varierat avsevärt mellan år. Gemensamt för alla de vanliga kallvattenfiskarna är att augustifångsterna i Ringhals varit mycket små de senaste tre åren och även för oxsimpa och skrubbskädda varit lägre än i Vendelsö.

Arterna med högst preferenstemperatur, ål och strandkrabba, har under hela perioden båda månaderna gett bäst fångster i Ringhals. För skärsnultran var detta fallet endast i april, och vad gäller stensnultran har i stället Vendelsö uppvisat de högsta tätheterna; de senaste åren ungefär dubbelt så höga som i Ringhals.

Bland de faktorer som vid sidan av temperaturens fysiologiska effekt på fiskens beteende kan påverka fisk i utsläppsområdet bör man även beakta betydelsen av att ägg och larver förloras i kylsystemet. När man studerar de här aktuella arterna kan man, som diskuterades ovan i kapitlet om förluster i kylvattenvägarna, inte utesluta att främst rötsimpans låga tätheter kan förklaras av en sådan påverkan på rekryteringen.

Vad gäller mellanårsvariationerna är den mest slående observationen att alla arter de senaste åren minskat i utsläppsområdet i augusti. Antal år med negativt avvikande fångster varierar från tolv för oxsimpa och stensnultra till de två senaste åren för ålen. Direkta temperatureffekter kan utgöra en del av förklaringen. Under nittiotalet har under fyra år temperaturer överstigande 25 °C registrerats under augustiprovfiskena i utsläppsområdet, något som tidigare endast skett ett år.

Detta innebär, att samtliga arters preferenstemperaturer åtminstone tillfälligt överskridits, vilket kan förklara deras skyendereaktion.

Indirekta effekter är måhända än mer troliga. Så har t ex vegetationen i utsläppsområdet alltmer kommit att domineras av fintrådiga grön- och brunalger, speciellt under sommaren, vilket i förening med nittioalets högre temperaturer (figur 8) lett till att blåstången minskat. En tidigare ovanlig art, sargassosnärja, har i stället etablerat sig i utsläppsområdet de senaste tre åren. Hur detta påverkat miljön för fisk kan vi ännu bara spekulera om, men förändringarna torde kunna förutsättas ha varit negativa för flertalet, kanske t o m samtliga, aktuella arter. Undersökningsresultaten visar också, att klimatsvängningar, antingen de är naturliga eller ett uttryck för växthuseffekten, ger kombinationseffekter i områden påverkade av kylvattenutsläpp. Fiskarnas reaktioner blir mer uttalade, och påverkan på samhällsnivå blir tydligare, om vi får en övergång till varmare klimat.

En anmärkningsvärd observation är att medelvikten sjunkit under den studerade perioden för flertalet arter. För några gäller detta flera år, för andra endast under nittioalet. Orsakerna till detta kan t ex vara att unga fiskar har högre temperaturoptima, och alltså inte skyr ens de allra högsta temperaturerna, eller att rekryteringsmönstren varierat. Medelviktsförändringarna har i regel varit likartade i de

båda områdena. Det mest påtagliga undantaget är rötsimpans parallella ökning av antal och medelvikt i Vendelsö under åttiotalet. Detta kan tolkas som ett resultat av några starka årsklassers rekrytering och tillväxt. Enligt ägg- och larvkontrollen förekom också ett stort insug av denna art under åren kring 1980.

De långa provfiskeserierna tyder alltså på, att bestånden av vissa stationära arter som lever i de grunda, strandnära vattnen kan ha påverkats negativt av antingen förlusterna av ägg och larver i kylvattenintaget eller av att miljön förändrats i utsläppsområdet. Det finns dock ytterligare en tänkbar orsak till att fiskbestånden påverkas av kylvatten. I såväl Oskarshamnsverkets som i Forsmarksverkets utsläppsområden har vi kunnat se allvarliga skador på fiskens könsorgan, effekter som kan förklaras av att fisken anlockas till så höga temperaturer att fortplantningsorganen störs. Särskilt tydligt har detta varit i Biotestsjön, där fisken är instängd och exponeras för maximal temperaturhöjning under hela livet. Förekomsten av årsyngel av mört i Biotestsjön är mycket svag, något som ansetts kunna bero på de skador i äggutvecklingen som visats förekomma. Även om förmodligen bara en mindre del av bestånden kan påverkas, finns en risk för att även fisk som exponeras för kylvatten från Ringhalsverket drabbas av fortplantningsstörningar. Detta har föranlett experiment på tånglake i den nya försöksanläggningen. De första resultaten av denna forskning förväntas inom något år.

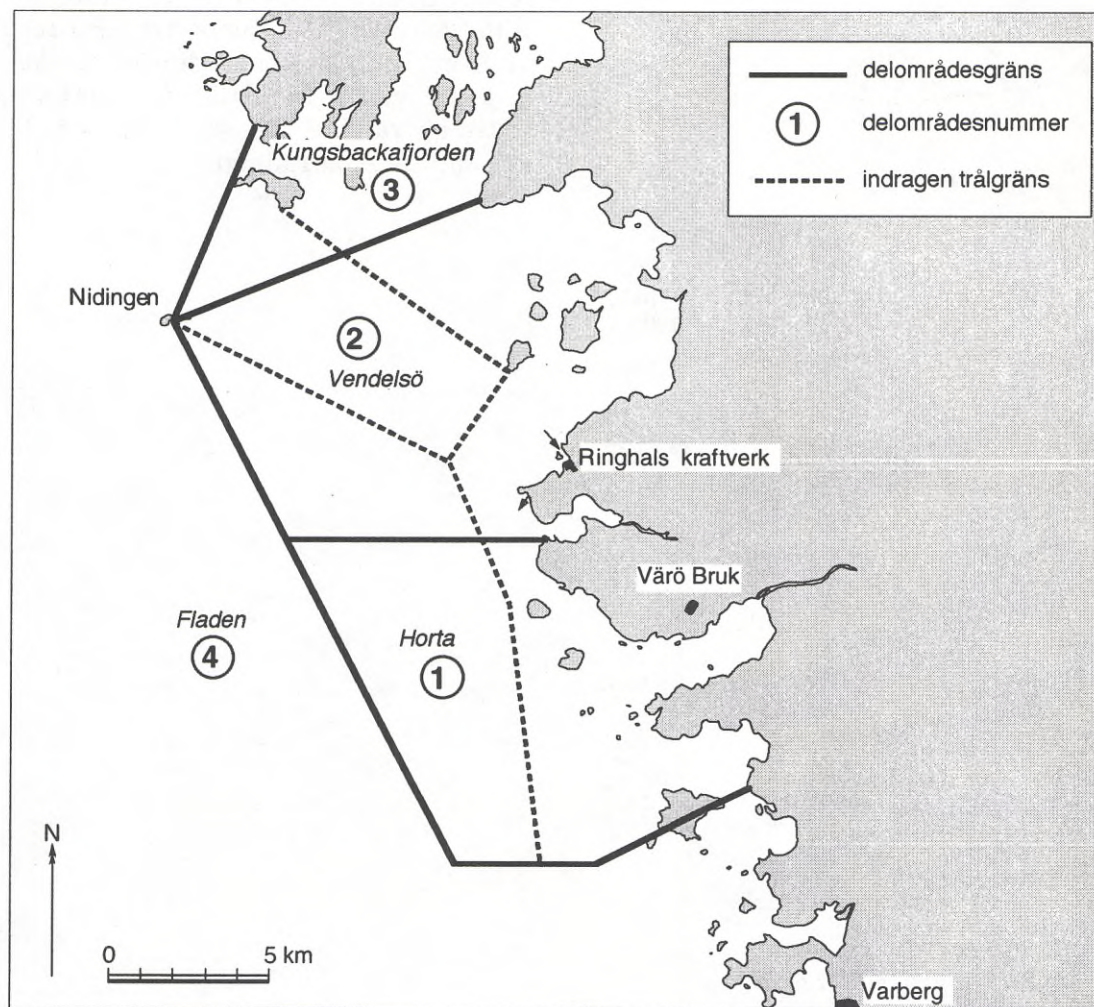
## Effekter i fjärrområdet

### Fångster i yrkesfisket

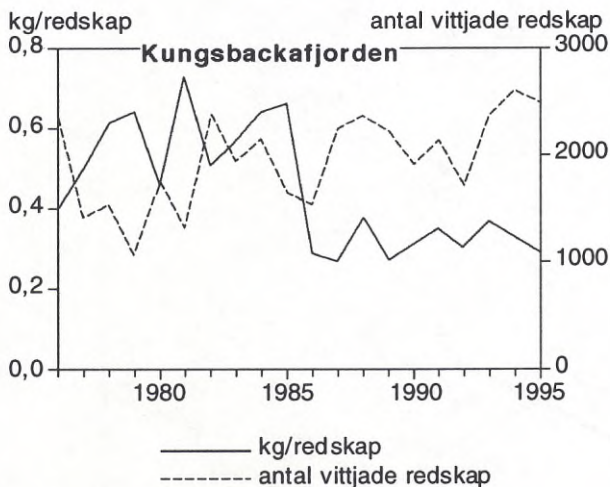
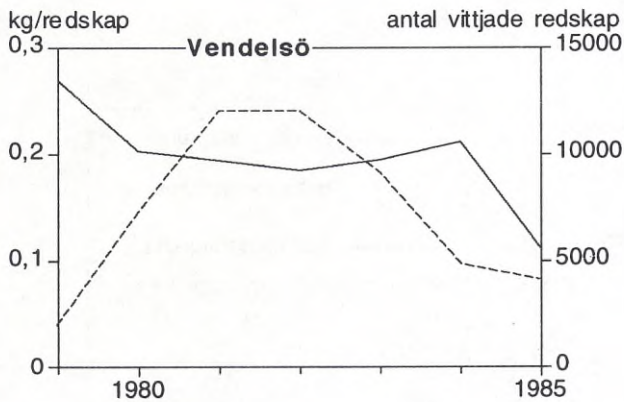
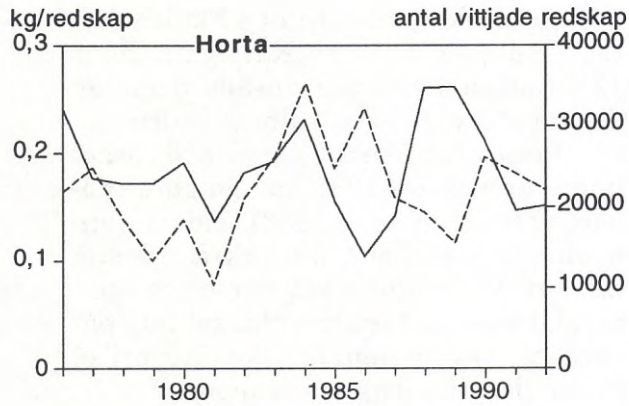
Yrkesfiske bedrivs i huvudsak utanför det område där mätbara temperaturförhöjningar orsakade av kraftverket förekommer. För att studera långsiktiga förändringar av fisket utsågs ett antal journalförare redan i slutet av 1960-talet. Journalförarna är utvalda bland två kategorier fiskare; kustfiskare med ett blandat fiske och utsjöfiskare som använder sig av trål. Det journalförda området är indelat i fyra delområden: 1 Horta, 2 Vendelsö,

3 Kungsbackafjorden samt 4 Fladen som täcker övriga delar av Kattegatt (figur 12). Endast inom begränsade delar av delområdena 1–3 får trålning bedrivas.

Resultaten från det journalförda fisket under åren 1968–1985 har tidigare rapporterats (Jacobsson 1988). Tidiga data medtages i aktuella fall också i denna rapport. Vår slutsats vid den första sammanfattningen var att trålfisket inte påverkats, varför denna fiskekategori ej behandlas i föreliggande rapport.



Figur 12. Yrkesfiskeområden.

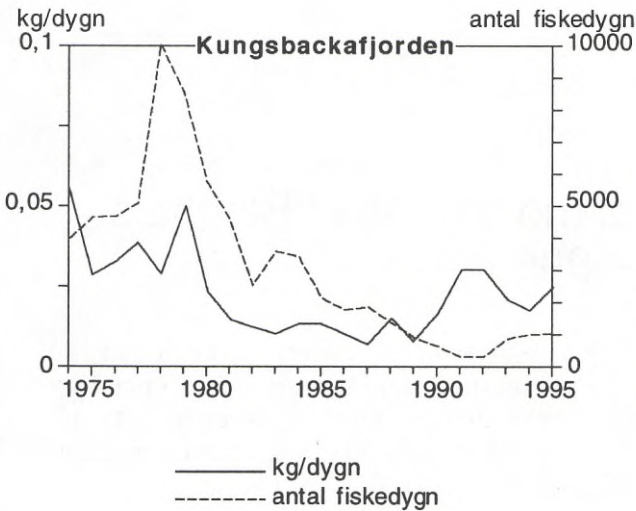
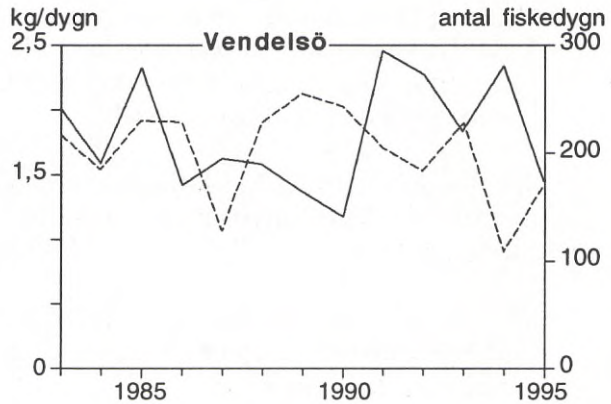
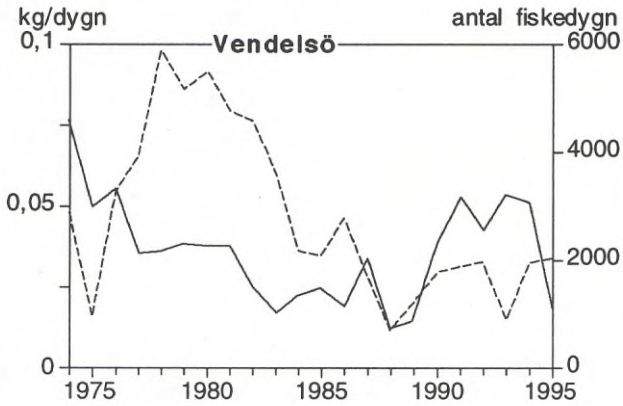


Figur 13. Fångstresultat för ål.

### Kustfisket

Inom kustområdena är fiske efter ål, hummer och lax dominerande. Fångstresultaten rapporteras som fångst per redskap och vittjning för ålryssjor; för hummertinor och kilnotar som fångst per redskap och dygn. I rapporten 1988 framfördes misstankar om att nedgångar i ålfisket var kopplat till ett alltför intensivt fiske. I figur 13 redovisas därför fångsten per vittjat redskap i jämförelse med antalet vittjade redskap.

Resultaten visar att ålfisket i de tre delområdena ligger på gränsen till överutnyttjande av beståndet; tydligast är detta efter 1985 i Horta, under hela den registrerade tiden i Vendelsö och framför allt i Kungsbackafjorden. För övrigt visar resultaten att Kungsbackafjorden är ett viktigt uppväxtområde för ål där fångsterna per vittjning var dubbelt så stora som i de två andra delområdena.



— kg/dygn  
 - - - - - antal fiskedygn

**Figur 15.** Fångstresultat för lax.

De journalförda kilnotarna för fiske efter lax har varit placerade vid Ringhals udde, mellan kraftverkets intag och utsläpp av kylvatten. Resultaten visar att fångsterna varit låga under åren 1986–1990 varefter de åter stigit till en jämförelsevis hög nivå. Jämförs antal fiskedygn med fångst per dygn indikerar detta att redskapsinsatsen påverkar fisket. Detta är dock mindre troligt då laxen vandrar inom stora områden och fångas vid sitt födosök. Resultaten bör alltså främst spegla variationer i beståndets storlek.

**Figur 14.** Fångstresultat för hummer.

Trots att redskapsinsatsen av hummertinor minskade kraftigt under åren 1978–1989 gav fisket allt sämre fångst per ansträngning, vilket tyder på att hummerfisket befann sig i en allvarlig krissituation. Under 1990-talet har både redskapsinsats och fångst ökat; speciellt tydligt är detta i Vendelsö. Hummerbeståndet tycks alltså ha återhämtat sig, åtminstone delvis beroende på förbudet att fånga rombara honor som infördes 1985, haft förväntad effekt.

## Referenser

Grimås, U., A. Jacobsson och E. Neuman. 1988. Biologiska och radioekologiska undersökningar vid Ringhals kärnkraftverk. Naturvårdsverket Rapport **3463**.

Jacobsson, A. 1988. Yrkesfiskets utveckling utanför Väröhalvön åren 1968–1985. Stencil. 24 s.

Thoresson, G. 1992. Handbok för Kustundersökningar. Recipientkontroll. Kustrapport 1992:4. 88 s

## English summary: Biological monitoring at Ringhals nuclear power plant 1988–1996

Results from the long-term biological monitoring at the Ringhals nuclear power plant during 1988–1996 are presented in this report. Losses of fish eggs and larvae were estimated at the cooling water intake screens, and the impact in the effluent area was studied by standardized fyke net fishing. The possible large scale influence on fish stocks was investigated by analyzing catch data in the commercial fishery.

The main conclusion are:

- The recruitment of some stationary littoral fish species has likely been damaged by the losses of eggs and larvae at the intake screens.
- Results from the fyke net fishing indicates that the recruitment damage in these species has resulted in a negative development of adult abundances, although other cooling water impacts in the effluent area may have contributed to this effect.
- The presence of different species in the effluent area is strongly influenced by their temperature preference. Attraction as well as avoidance has been documented.
- Climate variations, either natural or caused by human activities, add to the impacts of cooling water. Avoidance reactions have been stronger during the warm summers of the 1990's.
- Commercial catch data do not suggest any regional impacts on the fish stocks related to the intake of cooling water and the heated discharge.

# Från sediment till fisk - en översiktlig studie av Vombsjöns ekosystem 1994-95

Stellan F. Hamrin<sup>1)</sup>, Teresa Soler<sup>1)</sup>, Marie Eriksson<sup>2)</sup>, Jonas Svensson<sup>2)</sup>,  
Henric Linge<sup>2)</sup>, Gertrud Cronberg<sup>2)</sup> och Pia Romare<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Fiskeriverket, Sötvattenslaboratoriet, 178 93 DROTTNINGHOLM

<sup>2)</sup> Lunds Universitet, Ekologiska institutionen, Limnologiska avdelningen, 223 62 LUND

## Innehåll

Sammanfattning	79
Inledning	79
Metodik	80
Resultat	85
Diskussion	100
Erkännanden	102
Referenser	103
English summary: From sediment to fish - an outline of the Lake Vombsjön ecosystem 1994-95	104





## Sammanfattning

Vombsjön har under minst 50 år präglats av tidvis återkommande perioder med blom av blå-gröna alger. Detta har varit ett problem inte bara för fiske och rekreation utan också för sjöns funktion som råvattentäkt. Under de senaste åren har liknande problem åtgärdats genom mörtfiskreduktion. Denna undersökning har utförts för att försöka fastlägga orsakerna till Vombsjöns problem och föreslå åtgärder för förbättring.

Vombsjön kännetecknas av höga närsalt-halter och periodvis återkommande perioder med hög växtplanktonproduktion och lågt siktdjup. Även sommartid har däremellan förekommit perioder med relativt låg växtplanktonbiomassa och ganska klart vatten. Vombsjön har härigenom avvikit positivt från närliggande sjöar som Ringsjön och Finjasjön. Fisksamhället tycks mer långsiktigt ha pendlat mellan perioder med relativt låg fisktäthet som nu och perioder med mycket fisk som under början av 1980-talet. Sjöns växtsamhälle är mycket begränsat efter den ökning av regleringsamplituden som ägde rum för omkring 30 år sedan. Tillförseln av närsalter från främst Björkaåns jordbruksområden är hög och har sannolikt så varit under lång tid.

Vombsjöns ekosystem avviker från exempelvis Ringsjöns ekosystem under dess eutrofieringsperiod genom att trots en hög närsalttillförsel ha ett relativt litet fisksamhälle och relativt klart vatten. Sannolikt beror detta förhållande på avsaknaden av vegetation, vilket kan förväntas missgynna mörtfiskynglets tillväxt och överlevnad. Mörtfiskbeståndet är nu huvudsakligen beroende av de begränsade uppväxtmiljöer som finns i Björkaåns nedersta del. Detta innebär att sjöns ekosystem inte är i balans utan sannolikt styrs av sjöns reglering och dess inverkan på vegetationsutbredningen.

För att återföra sjön till ett stabilt stadium utan planktonblom krävs att först den externa tillförseln av närsalter minskas utan att kvoten mellan fosfor och kväve ökar och att därefter amplituden i vattenstandsregleringen reduceras under vegetationsperioden. Härigenom kommer också tillförseln av närsalter till Kävlingeån och till Öresund att väsentligt reduceras. Mörtfiskreduktion är inte lämpligt i Vombsjön.

## Inledning

Vattenbeskaffenheten i Vombsjön har sedan lång tid periodvis gett upphov till problem avseende såväl bad och fiske som sjöns funktion som råvattentäkt. I motsats till förhållandena i exempelvis Ringsjön och Finjasjön har problemen inte varit permanenta och åtgärdsprogram för sjöarna har därför inriktats på de sistnämnda vattnen. Dessa sjöar har under de senaste åren restaurerats genom mörtfiskreduktion och det är nu Vombsjöns tur att åtgärdas. Det har sedan lång tid

stått klart att problemen i Vombsjön delvis är av annan karaktär än i de övriga två sjöarna. En grundläggande skillnad mellan sjöarna är Vombsjöns stora regleringsamplitud (3 m) och den därmed sammanhängande avsaknaden av större vegetationstäckta strandpartier.

Föreliggande studie avser att försöka ge svar på frågan vad som är Vombsjöns grundläggande problem och vilka åtgärder som kan vidtas för att förbättra situationen.

## Metodik

### Vattenkemi, växtplankton och rotatorier

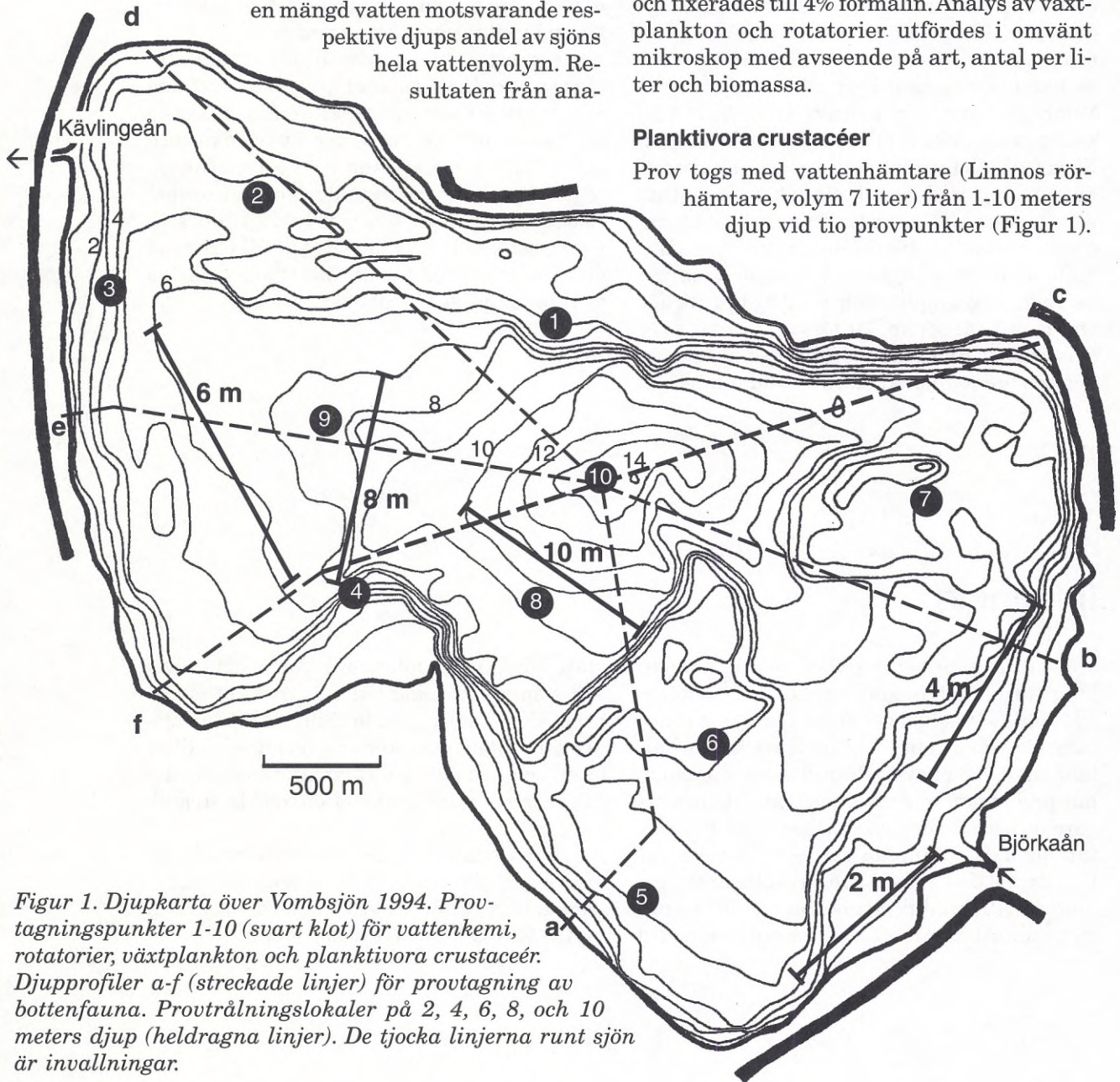
Vattenprov för analys av vattenkemi, växtplankton och rotatorier togs under sommaren 1995 var tredje vecka och under resten av året var fjärde till var femte vecka. Vid tio fasta provpunkter (Figur 1), varav fem över 0-5 och fem över 5-10 meters djup, togs ytvattenprov från de översta två metrarna med en rörhämtare. Över djuphålan togs dessutom vattenprov med Ruttnerhämtare på 4, 6, 8, och 10 meters djup för analys av vattenkemi. Från varje djup hämtades en mängd vatten motsvarande respektive djups andel av sjöns hela vattenvolym. Resultaten från ana-

lyserna av vattenprov från 4-10 meters djup (sammelprov) är därför djupvägda.

Kemiska analyser av vattnet gjordes enligt gängse vetenskaplig metodik (svensk standard) på Ekologiska institutionen vid Lunds universitet. Kvalitativa växtplanktonprover filtrerades genom en 10  $\mu\text{m}$  planktonhäv och fixerades med formalin till 4% konc, medan de kvantitativa proverna fixerades med Lugols lösning. Vidare filtrerades fem liter vatten genom en 45  $\mu\text{m}$  planktonhäv till ett kvantitativt rotatorieprov (1-2 m) och fixerades till 4% formalin. Analys av växtplankton och rotatorier utfördes i omvänt mikroskop med avseende på art, antal per liter och biomassa.

### Planktivora crustacéer

Prov togs med vattenhämtare (Limnos rörhämtare, volym 7 liter) från 1-10 meters djup vid tio provpunkter (Figur 1).



Figur 1. Djupkarta över Vombsjön 1994. Provtagningspunkter 1-10 (svart klot) för vattenkemi, rotatorier, växtplankton och planktivora crustacéer. Djupprofiler a-f (streckade linjer) för provtagning av bottenfauna. Provtråningslokaler på 2, 4, 6, 8, och 10 meters djup (heldragna linjer). De tjocka linjerna runt sjön är invallningar.

Vid punkt ett togs vatten från den översta metern, vid punkt två vatten från nivån 1-2 meter osv. Vatten från 1-5 meter respektive 5-10 meter sammanfördes till två sammelvprov. Proven filtrerades genom en planktonhåv med 150  $\mu\text{m}$  maskor och fixerades med formalinlösning till 4%. Djurplankton analyserades med avseende på art, antal och medelstorlek.

### Bottenfauna

Provtagning av bottenfauna utfördes den 25 april och den 29 augusti 1994, då vattenståndet var 20,80 respektive 19,75 m ö h. Längs med sex profiler fördelade över sjön (Figur 1) togs prov på nivåerna 19, 18, 17, 15, 13, 11 och 9 m ö h. Profilerna valdes för att få en mer övergripande uppfattning om sjöns bottenfaunasamhälle. Med en Ekmanhuggare togs ett prov per djup och profil (=sex replikat) som filtrerades genom ett såll med maskstorleken 0,5 mm. Djuren sorterades levande och frystes direkt i vatten (glattmaskar (*Oligochaeta* sp.) i 1% glutaraldehydlösning för att behålla form och vikt) för att senare räknas, vägas (våtvikt och torrsvikt (65 °C i 48 timmar)) och bestämmas till art eller grupp. Fjädermygglarver (Chironomidae) delades dessutom in i tre storleksklasser: små <7 mm, mellan 7-15 mm och stora >15 mm. Samtliga snäckor är vägda med skal medan dammusslan *Anodonta cygnea* är vägd både med och utan skal. Husbyggare vägdes utan hus.

För att 1994 års resultat skulle bli jämförbart med tidigare års värden djupvägdes\*) arternas abundans (individer/m<sup>2</sup>) och biomassa (våtvikt: g/m<sup>2</sup>; torrsvikt: g/m<sup>2</sup>). Vidare uteslöts 1994 två arter vid beräkning av den totala abundansen och biomassan - ett vattenkvalster (*Hydracarina*) och nymfen av vattenskinbaggen *Micronecta minutissima*, då vi bedömde att de inte inkluderats i de tidigare undersökningarna.

1983 utfördes en bottenfaunaundersökning i Vombsjön av Stellan F. Hamrin och Per

Erik Larsson. Provtagningar gjordes den 16 mars och 30 augusti då vattenståndet var 20,59 respektive 19,65 m ö h. Prov togs längs med två profiler (motsvarande profil ett och fem 1994) på följande djup: 20, 19, 18, 17, 15, 12, 9, och 7 m ö h. Fyra prov per djup och profil togs (utom på 20 m i augusti då två prov togs) med hjälp av en rörhämtare. Proven sållades genom ett 0,55 mm såll. Organismerna plockades och frystes in i vatten. Troligtvis förstördes glattmaskarna från den 16 mars pga infrysningen. Glattmaskarna räknades direkt efter provtagning den 30 augusti. Proven räknades och vägdes (våtvikt). Vid provtagningen i mars vägdes endast fjädermygglarver. Vid augustiprovtagningen vägdes glattmaskar frysta.

Rådata från 1983 har använts i största möjliga mån vid beräkningar för att få jämförbara data med 1994. Abundansen för glattmaskar i augusti 1983 har tagits från rapporten av Stellan F. Hamrin (1983). Därefter har dessa abundansvärden även använts för våren för att ha något mått även om det troligtvis är underskattat. Våtvikt för glattmaskar har beräknats med hjälp av vårens respektive höstens medelviker från 1994. Biomassa för organismerna (utom fjädermygglarver) tagna i mars har beräknats med hjälp av våtvikter från augustiprovtagningen.

För att se om någonting förändring har skett i bottenfaunasamhället från början av 70-talet har abundansvärden konstruerats utifrån Hans Berggrens undersökningar 1969-71 (Berggren, H. 1970, 1971 och 1974). Prov togs längs med samma profiler som 1983. Fyra prov per djup och profil togs 1969 med Ekmanhuggare och därefter med rörhämtare. För att konstruera ett värmedelvärde användes värden från profil ett i mars 1970 och april 1971. Båda profilerna i augusti 1969 och profil ett i augusti 1971 användes för att konstruera ett höstmedel. Därefter har årsmedel beräknats.

Materialet från 1969-71 och 1983 har härefter bearbetats på samma sätt som för 1994.

### Bentiskt fisksamhälle

Det pelagiska/bentiska fisksamhället i Vombsjön undersöktes med trålfångat material. Sjön provtrålades vid fyra tillfällen under 1994 - den 2 juni, 7 juli, 23 augusti och 25 oktober. Partrålning gjordes på 2, 4, 6, 8 och 10 meters djup (Figur 1) med en förminskad

\*) Eftersom lika stor yta provtagits per djup stämmer inte den totala provansträngningen överens med sjöns morfometri. För att erhålla ett jämförbart mått djupvägdes därför bottenfaunas abundans och biomassa, vilket innebär att antal, vikt etc per ytenhet multipliceras med respektive djups andel av totala bottenytan.

silltrål. Trålen var 17 meter lång, hade fem meter långa armar och 264 maskor längs öppningen. Minsta maskstorlek i kalven var 11 mm. Trålningen skedde med en hastighet av en meter per sekund (ca två knop). Två drag à 10 minuter gjordes. Trålfångsten anges i fångst per ansträngning (CPUE=Catch Per Unit Effort, kilogram fisk per 20 minuter). Fisken artbestämde, räknades, mättes och vägdes. Fångsterna djupvägdes enligt ovan med hänsyn tagen till rådande vattenstånd. För senare eventuell ålders- och tillväxtanalys insamlades under oktoberfisket fjäll från fisken. Även fiskmagar togs för eventuell analys av födoinnehåll.

1983 trålade man den 2 juni, 22 juli, 14 september och 8 november på djupen 4, 6, 8, 10, 12 och 14 meter. I juli trålades på 7 meter istället för 6 och 8 meter och i november trålades på 13 meter istället för på 12 och 14 meter. Vid trålningen användes en mindre silltrål. Dess längd var 20 meter och vingarnas längd vardera 5 meter. Maskstorleken i kalven var 5 mm och hastigheten var 3 knop. Varje djup trålades en gång under 15 minuter. Fiskfångsten mättes och vägdes utom i juli då den endast vägdes. Utifrån rådata från 1983 har fiskfångsten omräknats till CPUE/20 minuter och beräkningar har gjorts på samma vis som för 1994.

För att undersöka det litorala fisksamhället med avseende på art och längdfördelning elfiskade man från båt vid två tillfällen, den första september och den 28 oktober 1994, i sjöns sydöstra del och i Björkaåns mynning. Habitatet indelades i vegetationstäthet 1 till 6: 1=sand, 2=öppning i vegetation, 3=träd, 4=submers vegetation, 5=bladvass och 6=*Sparganium* sp. (igelknopp). För varje dopp artbestämde och mättes fiskarna och vegetationstyp noterades.

### Fiskyngel

Provtagning av fiskyngel gjordes vid sex tillfällen under sommaren 1995 (18 maj, 7 juni, 27 juni, 18 juli, 24 augusti och 21 september). En yngelhäv med 500  $\mu$ m maskor (maj och juni) resp 1 mm maskor (juli, augusti och september) drogs på en halv till en meters djup mellan två båtar. Den 18 maj och den 7 juni trålades ynglen dagtid och vid de övriga tillfällena en timme efter solnedgången. Trålning skedde litoralt över fyra meters djup längs östra och västra stranden och pelagialt

över 11-14 meters djup mitt i sjön. Ynglen bestämde till art, räknades och mättes och antal fångade yngel per 100 meter beräknades. En icke-parametrisk test gjordes (Kruskal-Wallis ANOVA, median test, poissonfördelning) för jämförelse av den litorala och pelagiala fångsten.

För att undersöka ynglens val av föda öppnades ett antal yngelmagar och innehållet analyserades med avseende på art eller grupp och antal i förhållande till ynglets längd och art.

### Primärproduktion

För beräkning av Vombsjöns primärproduktion gjordes *in situ* experiment med  $^{14}\text{C}$ -metoden (se Lindell & Tranvik 1994). Var tredje till var fjärde vecka från slutet av april till slutet av oktober placerades transparenta glasflaskor med 20 ml sjövattnet med en lösning av  $^{14}\text{C}$  på olika djup (0,2, 0,5, 0,75, 1,0, 1,5, 2,0, och 3,0 meter) under fyra timmar (klockan 10:00-14:00, sommartid 11:00-15:00). För att vidare kunna analysera det upptagna kolet i plankton större än 45  $\mu$ m filtrerades vattnet genom ett membranfilter med porstorleken 45  $\mu$ m. Den upptagna mängden radioaktivt kol i fraktionerna större än 45  $\mu$ m mättes i vätskescintillator. Upptaget beräknades i milligram kol per kubikmeter och timme.

### Fosforbudget för Vombsjön 1995

En översiktlig balansberäkning av totalfosfor i Vombsjön under 1995 gjordes med hjälp av tre komponenter.

Transport av fosfor till och från Vombsjön

Vombsjöns tillförsel av totalfosfor genom tillflöden respektive borttransport genom utflödet och Vombverkets uttag av vatten.

Värden för den månatliga transporten av totalfosfor i Vombsjön 1995 erhöles ur Svelabs rapport Kävlingeån 1995. Månadsvärdet är ett medelvärde av fyra provtagningar. Tillförseln utgörs av Björkaån, Övedsbäcken, Torpsbäcken, Hjälmarsbäcken, Borstbäcken, Djurgårdsbäcken och invallningspumpstationen söder Björkaån. Bortförsel av fosfor utgörs av Vombsjöns utflöde i Kävlingeån samt Sydvattnens uttag till Vombs vattenverk.

## Läckage av fosfor från Vombsjöns sediment

Läckage av fosfor från Vombsjöns sediment under 1995 beräknades utifrån ett laboratorieexperiment med sedimentproppar från Vombsjön och en kartering av sedimentens andelar av organiskt respektive oorganiskt material.

a) Ett experiment utfördes i laboratorium under oktober-november 1995 (Jonas Svensson, Limn. avd., Lunds Universitet) med avsikt att bestämma sedimentets läckage av fosfor till ovanliggande vattenmassa. Studien gjordes med ostörda sedimentkärnor (diameter = 75 mm) insamlade från båt med sediment-hämtare (Limn. Avd., Lunds Universitet; konstr. L. Okla) från Vombsjöns sediment under första delen av oktober 1995. Sedimentkärnor togs på 5, 7, 10 och 14 meters djup (Figur 1) i replikat om fem. Förekommande bottenorganismer togs ej bort.

På laboratorium överfördes fyra kärnor från varje djup till ett i konstantrum uppställt genomflödessystem. Filtretrat (GFC) och kontinuerligt luftbubblat Vombsjövatten cirkulerades över sedimentkärnorna med ett flöde av  $44,4 \pm 5,8$  ml per timme. Ledningsförmågan i det inflödande vattnet var 28,8 mS/m och pH var 8,2. Prov togs av inflödande och utflödande vatten och dess koncentration av ammonium, syrgas samt löst ortofosfat ( $PO_4-P$ ) analyserades. Ammonium och fosfat analyserades med spektrofotometriska metoder (svensk standard) och löst syre mättes direkt på utflödande vatten med makrosyrgas-elektrod. Ammonium och syrgas analyserades en till två gånger dagligen för att avgöra om de mikrobiella processerna var i jämvikt. Först vid ett jämnt utflöde/upptag av ammonium eller upptag av syrgas togs prover för analys av fosfat.

Resterande kärnor inkuberades i  $10^\circ C$  i minst 10 dagar. Beroende på övriga parametrars stabilitet valdes därefter under de fem till sex sista dagarna fyra i tiden sammanhängande prover och analyserades på löst fosfat. Därefter höjdes temperaturen i konstantrummet till  $18^\circ C$  och samma kärnor genomgick samma förfarande som vid  $10^\circ C$ . Upptag/frisläppning av fosfat ( $\mu g/m^2 \cdot timme$ ), ammonium ( $\mu g/m^2 \cdot timme$ ) respektive syrgas ( $mg/m^2 \cdot timme$ ) beräknades enligt formeln

$$Flux = (V_f / A) \cdot (C_{ut} - C_{in})$$

där  $V_f$  är flödet över sedimentytan,  $A$  är arean av sedimentkärnans yta,  $C_{in}$  och  $C_{ut}$  är kon-

centrationen av fosfat, ammonium eller syrgas i inflödande respektive utflödande vatten.

Efter uttag av prov vid respektive temperatur kopplades genomflödessystemet bort och varje individuell kärna bubblades med luft direkt till vattenfasen över sedimentet vilket garanterade 100% syrgasmättnad. Provtogs här direkt ur vattenfasen före och efter inkubering under kontrollerat tidsintervall (15-19 timmar). Fluxen av fosfor ( $\mu g/m^2 \cdot timme$ ), beräknades i detta försök enligt formeln

$$Flux \text{ av } PO_4-P = [(PO_4-P \text{ (ink.tid} = 0 \text{ t)} - PO_4-P \text{ (ink.tid} = 15-19 \text{ t)}) \cdot V_v] / (A \cdot Dt)$$

där  $A$  är arean av kärnans sedimentyta,  $V_v$  är volym vatten över sedimentet och  $ink.tid$  är inkuberingstiden i timmar.

Avslutningsvis avskildes de översta två centimetrarna sediment med en sediment-skivare från två proppar från varje djup. Det avskilda sedimentet centrifugerades därefter och interstitialvattnet analyserades med avseende på totalhalterna järn, kalcium, kisel och löst ortofosfat.

b) För beräkning av hela sjöns läckage av fosfor från sedimenten under 1995 antogs förhållandet mellan vattentemperatur och läckage vara linjärt (jfr Söndergaard 1989, Jensen & Anderssen 1992) vid temperaturer över  $10^\circ C$  och konstant vid temperaturer under  $10^\circ C$ . Vattnet antas vara mättat med syre. Fosforläckaget från sedimentkärnor tagna vid 5 meters djup antogs representera läckaget mellan 0-5 meter, 7 m representerar läckaget vid 5-7 m, 10 m representerar läckaget vid 7-10 m och 14 m representerar läckaget vid 10-14 m.

c) Andelen organiskt respektive oorganiskt material i Vombsjöns sediment karterades på hösten 1995 (2-10 oktober). Längs med elva transekter och på varje meters djup togs sediment från det översta lagret med en Ekmanhuggare. Ca två deciliter sediment torkades i  $105^\circ C$  i 24 timmar och torrvikten noterades. Därefter brändes proven i  $450^\circ C$  i minst två timmar. Glödförlusten motsvarade det organiska materialet och glödresten den oorganiska. Bottnar med lägre organisk halt än 10% antogs inte läcka någon fosfor till vattnet.

#### Fiskens exkretion av fosfor

Exkretion av fosfor från fisken i Vombsjön under 1995 har beräknats med hjälp av **1)** hastigheten av fosforläckaget som en funktion av fiskens storlek, **2)** en korrektion för Vombsjöns månadsmedeltemperatur och **3)** en uppskattning av mängden fisk i Vombsjön.

**1)** I Brabrands försök (Brabrand et al 1990) med mört från Gjersjøen var förhållandet mellan hastigheten av fosforläckaget ( $P$ :  $\mu\text{g PO}_4 \cdot \text{hr}^{-1} \cdot \text{gram}^{-1}$ ) och fiskens våtvikt ( $W$ , gram)  $P = 12,4 \cdot W^{-0,47}$ . Mer än 70% av små och stora mörtindividers maginnehåll i Gjersjøen bestod av sediment. I Gjersjøen läckte fisk som livnärde sig på djurplankton mindre än en tredjedel fosfor jämfört med fisk som åt sediment.

Vi antog ett lägre läckage,  $P = 10 \cdot W^{-0,47}$  vid 17 °C, för Vombsjöns fisk än den för mörtten i Gjersjøen på grund av en högre andel

djurplankton i födan. Läckaget per 5 cm-klass av mört respektive braxen kalkylerades.

**2)** Fiskens exkretionshastighet ( $R$ ) korrigerades för månadsmedeltemperaturerna i Vombsjöns vatten med Perssons (1982) ekvation:  $R = 0,032 \cdot e^{0,115 \cdot T}$  ( $T = 17$  °C).

**3)** För beräkning av det totala fosforläckaget per månad från fisk i Vombsjön antogs den totala mörtfiskbiomassan vara 100 kg per hektar eller 124 ton. Detta är ett lågt värde (Finjasjön omkring 500 kg/ha) baserat på de låga fångsterna vid trålningen. Med hjälp av viktfordelningen av mört och braxen i 1994 års provfiske och förhållandet mellan vikt och längd för dessa arter, fördelades de 124 000 kilona på 5 cm-klasser. Mängden fisk i varje storleksklass multiplicerades med läckaget per längdklass och korrigerades med exkretionshastigheten för månadens medeltemperatur i vattnet.

## Resultat

### Vattenkemi

Vattenståndet under 1994 (Figur 2) varierade med en amplitud på 1,7 m. Det högsta vattenståndet uppmättes i mitten av mars (21,3 m ö h) och det lägsta i mitten av september (19,6 m ö h). Årsmedelvärdet var  $20,5 \pm 0,4$  m ö h. Under 1995 (Figur 2) var vattenståndsvariationen nästan 2,4 m. I början av året uppmättes det högsta ståndet på 21,1 m ö h. Därefter sjönk det och i slutet på året var det endast 18,7 m ö h.

Vattentemperaturen i Vombsjön var under 1995 i genomsnitt  $10,5 \text{ }^\circ\text{C}$  (4-10 m över djuphålan) (Figur 3). Den 10:e augusti uppmättes den högsta temperaturen på  $21,4 \text{ }^\circ\text{C}$ . Som kallast var vattnet  $1,8 \text{ }^\circ\text{C}$  den 30 januari 1996. Någon nämnvärd temperaturskiktning förekom ej under sommarperioden. Den 10:e augusti var skillnaden mellan yt- och bottenvatten  $1,6 \text{ }^\circ\text{C}$ .

pH i Vombsjön varierade mellan 7,79 och 8,63 under 1995-96 och medelvärdet var 8,33 (Figur 4). Medelvärdet för alkaliniteten var 2,49 mekv/l. Ett högsta värde på 2,80 mekv/l uppmättes i mitten av maj. De lägsta värdena noterades i augusti-september (2,19 mekv/l) (Figur 4).

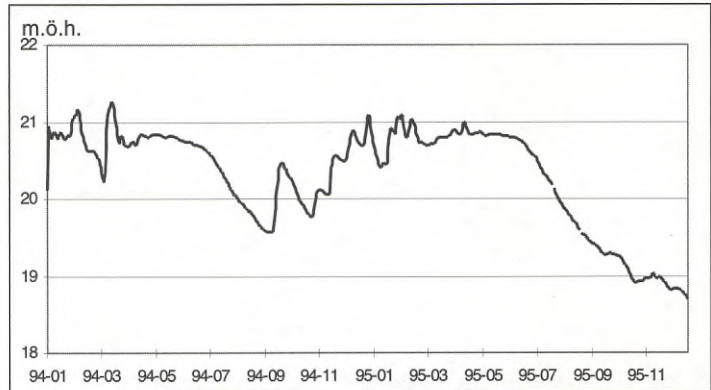
Medelvärdet för konduktiviteten var under 1995  $31,6 \text{ mS/m}$  med ett maximum på  $34,5 \text{ mS/m}$  i slutet på juni och ett minimum på  $28,5 \text{ mS/m}$  den 25 september (Figur 5).

Halterna av organiskt och oorganiskt material var relativt konstanta under hela året (Figur 6). Medelvärdet för organiskt material var  $68 \text{ mg/l}$  och för oorganiskt  $182 \text{ mg/l}$ .

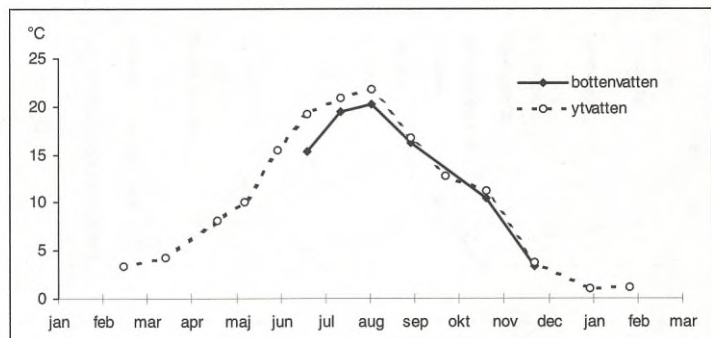
Vombsjöns siktdjup (Figur 7) varierade stort under hela året, men understeg en meter endast i september (5 september - 93 cm; 29 september - 82 cm). Mängden klorofyll-a korrelerade omvänt med siktdjupet och var  $48 \text{ mg/l}$  i slutet på september (Figur 7). Medelvärdet för klorofyll a under 1995-96 var  $19,4 \text{ mg/l}$ . Den lägsta halten klorofyll ( $5,3 \text{ mg/l}$ ) uppmättes i slutet på februari.

Den största grumligheten (Figur 6) noterades liksom klorofyll-a i slutet på september (30 JTU). Medelvärdet under 1995-96 var  $10,5 \text{ JTU}$  och minimum uppmättes i början på juni ( $3,1 \text{ JTU}$ ).

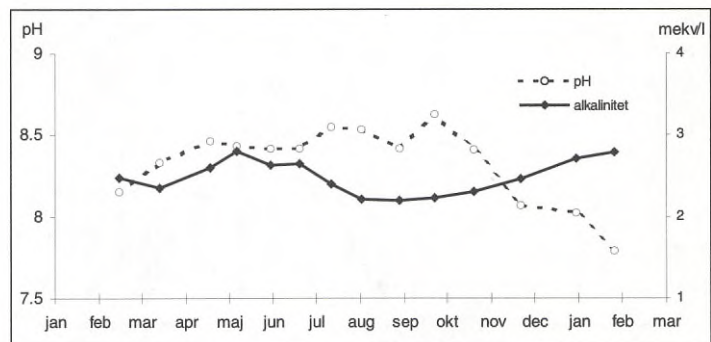
Halten fosfatfosfor (Figur 8) var relativt låg under den första halvan av året (medelvärdet =  $10 \text{ } \mu\text{g/l}$ ), ökade därefter tiofalt till 98



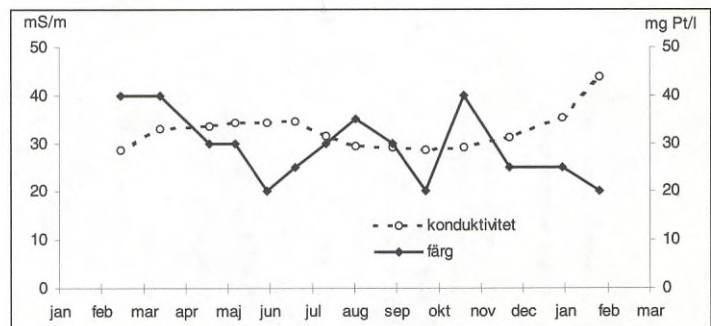
Figur 2. Vattenståndet (meter över havet) i Vombsjön 1994-95. Värden erhållna från Vombs vattenverk.



Figur 3. Temperatur i Vombsjöns vatten vid ytan och botten (14-15 m) under 1995.

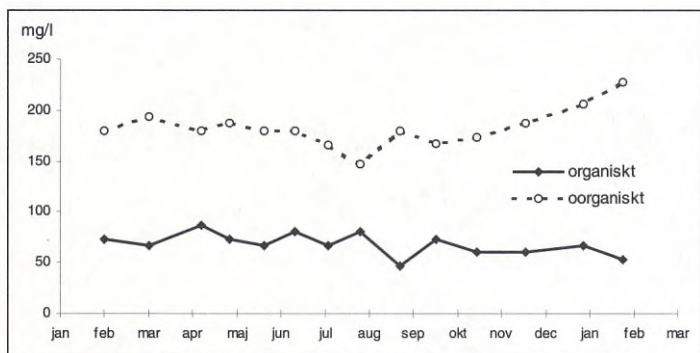


Figur 4. Alkalinitet (mekv/l) och pH i Vombsjön under 1995.

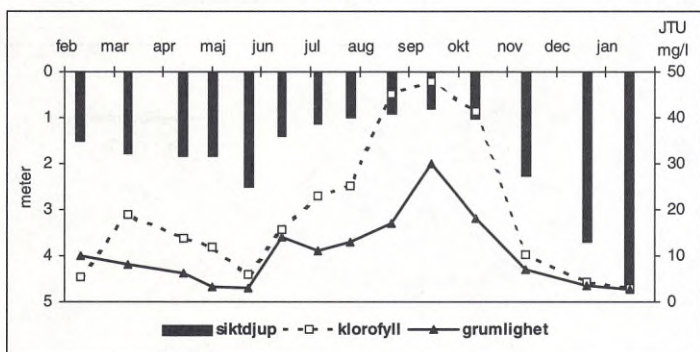


Figur 5. Konduktivitet (mS/m) och färg (mg Pt/l) i Vombsjön under 1995.

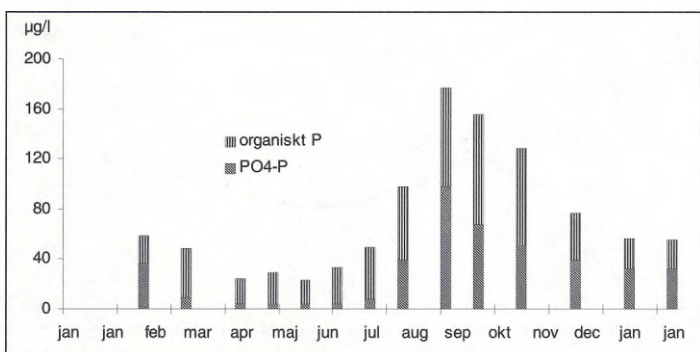




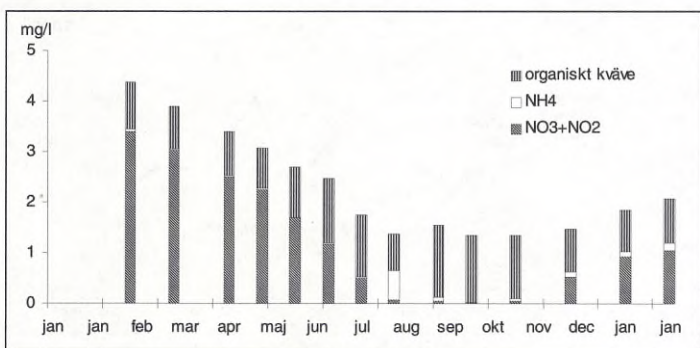
Figur 6. Halterna av organiskt och oorganiskt material (mg/l) i Vombsjöns vatten 1995.



Figur 7. Siktdjup (m), klorofyll-a (mg/l) och grumlighet (JTU) i Vombsjön 1995.



Figur 8. Organiskt fosfor och fosfatfosfor (µg/l) i Vombsjön under 1995.



Figur 9. NO<sub>3</sub>- och NO<sub>2</sub>-kväve, NH<sub>4</sub>- och organiskt kväve (mg/l) i Vombsjön under 1995.

µg/l i slutet på september för att sedan sjunka till 32 µg/l den 30 januari. Halten totalfosfor varierade mellan 0,18 mg/l (5:e september) och 0,023 mg/l (8:e juni) (Figur 8). Medelvärdet för 1995-96 var 0,072 mg/l. Sannolikt var Vombsjöns produktion inte begränsad av tillgången på fosfor.

De högsta halterna nitrat- och nitritkväve (Figur 9) uppmättes i början på året (3,4 mg/l den 24:e februari) och var som lägst under sommar och höst. Det lägsta värdet på 0,015 mg/l noterades mot slutet på september varefter det ökade mot slutet av året (0,5 mg/l den 27:e november). Medelvärdet för 1995-96 var 1,2 mg/l. Sannolikt var produktionen begränsad av tillgången på lösligt kväve fr o m augusti. Ammonium-kvävehaltarna varierade kraftigt under året (Figur 9) mellan 0,001 till 0,092 mg/l med ett mycket högt värde, 0,58 mg/l, den 10:e augusti. Provet är antingen kontaminerat eller så var bottenvattnet anoxiskt under en kort period. Medelvärdet för 1995-96 exklusive den 10:e augusti var 0,05 mg/l. Halten organiskt kväve (Figur 9) var som lägst 0,72 mg/l i augusti och steg upp till 1,4 mg/l i september. Under 1995 var medelvärdet 1,0 mg/l.

Långsiktiga förändringar

I praktiskt taget samtliga skånska sjöar har en märkbar eutrofiering inträffat under efterkrigstiden, vilket i sjöar som Ringsjön och Finjasjön lett till omfattande restaureringsåtgärder. Anmärkningsvärt nog kan en sådan utveckling inte ens skönjas i Vombsjön (Figur 10, 11, 12). Både grumligheten och siktdjupet har varit oförändrade sedan 1930-talet. Närsalthalter i sjön 1968-95 (Figur 12), tyder snarast på en viss förbättring, genom att de högsta värdena efterhand försvunnit. Koncentrationerna av närsalter och växtplankton i sjön är tidvis höga liksom den externa tillförseln av fosfor och kväve. Bristen på förändring i sjön bör därför i första hand tolkas som att Vombsjön redan på ett tidigt stadium var eutrofierad.

Växtplankton

Växtplanktonbiomassan var som lägst 0,19 mg/l i januari medan den största biomassan (12,36 mg/l) uppmättes i oktober. Medelvärdet för perioden var 5,3 mg/l (Figur 13).

Till och med juni dominerades växtplanktonsamhället nästan helt av kiselalger

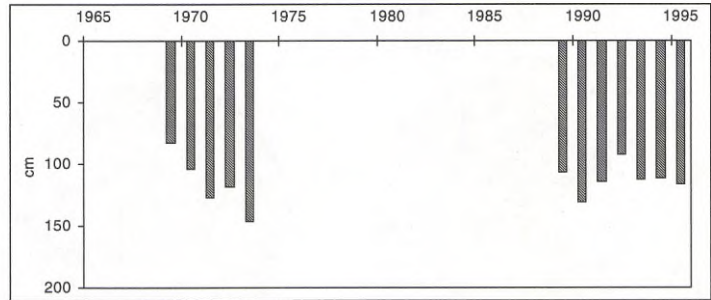
(Figur 13 och 14). Den dominerande arten i februari och mars var *Aulacoseira* spp. (88% av biomassan). I april dominerade *Stephanodiscus* sp. (67%) jämte kiselalgerna *Aulacoseira* spp. och *Asterionella formosa* samt små monader. I maj var kiselalgerna nere i 0,9 mg/l och dominerades av *Chrysochromulina parva* (drygt 70%). I slutet av juni och i juli bestod växtplanktonsamhället av pansarflagellater, kiselalger, rekylalger och de från och med nu snabbt ökande blågröna alger. Från slutet av augusti till november dominerades växtplanktonsamhället helt av blågröna alger, främst *Microcystis* spp. Årets högsta biomassa uppmättes i slutet av oktober (12 mg/l) och bestod till 98% av blågröna alger. Dominerande arter var *Planktothrix agardhii* och *Microcystis* spp.

### Primärproduktion

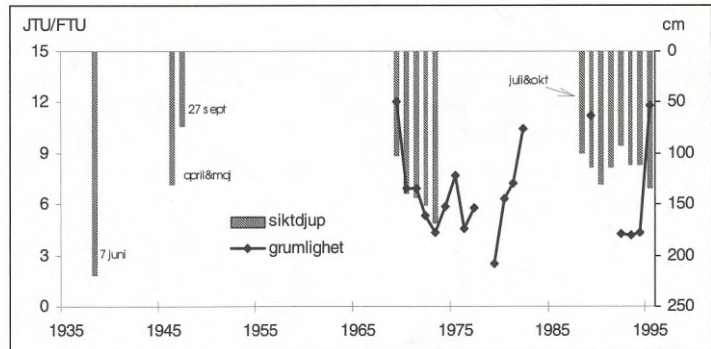
Primärproduktionen i Vombsjön var högst på omkring 0,5 m djup och mycket låg redan på 2-3 m djup beroende på den höga växtplanktonbiomassan (Figur 15). De högsta produktionsvärdena uppnåddes under perioden mellan mitten av juni och början av september, då produktionen uppgick till över 200 mg C/m<sup>2</sup>•hr. Detta motsvarar över 2 g C/m<sup>2</sup>•dygn eller 60g C/m<sup>2</sup>•månad. Den totala årsproduktionen kan uppskattas till omkring 600 g C/m<sup>2</sup>, vilket är ett högt värde. Liknande produktionsvärden uppmättes på 1970-talet (Gelin 1975). Detta innebär i runda tal att den årliga produktionen av växtplankton uppgår till 6 hg växtplankton per m<sup>2</sup> eller 6 000 ton per år.

### Rotatorier

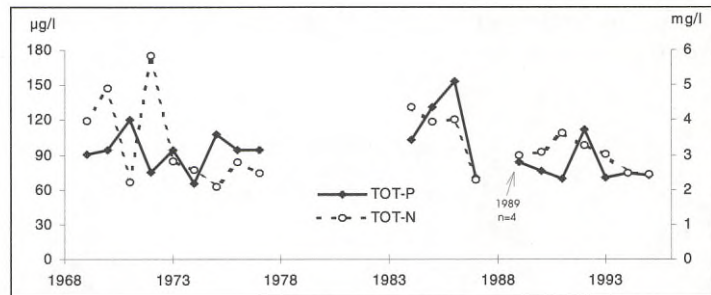
Vombsjöns rotatoriebiomassa nådde två toppar under 1995 (Figur 16). I maj var deras sammanlagda biomassa som högst under året (24,3 µg/l). Den andra toppen inträffade mot slutet av året och i början på 1996 då biomassan var 15,1 µg/l. Den dominant familjen under vår och höst var *Keratella*, varav *Keratella quadrata*, som trivs bra i eutrofa vatten, utgjorde nästan 100% av biomassan. I juni bestod biomassan till fyra femtedelar av arten *Pompholyx sulcata* som också indikerar eutrofa vatten. I slutet på juli dominerade arten *Trichocerca capucina* och i augusti var *Conochilus unicornis* mest frekvent. Även *K. quadrata* och *Polyarthra* spp. var då vanligt förekommande. I början på september



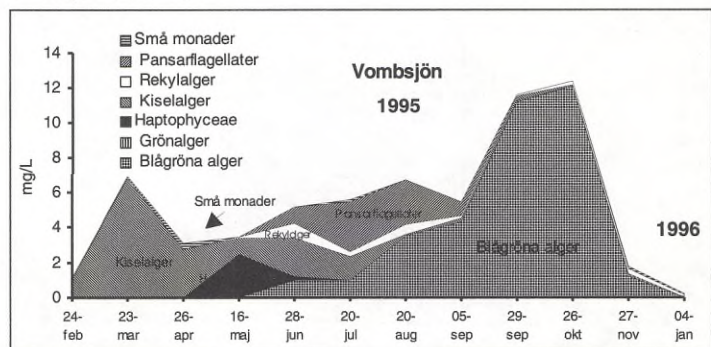
Figur 10. Årsmedelvärde av siktdjupet i april-oktober 1969-95 (n=7/år). (Data från 1969-94 ref 1 och 2.)



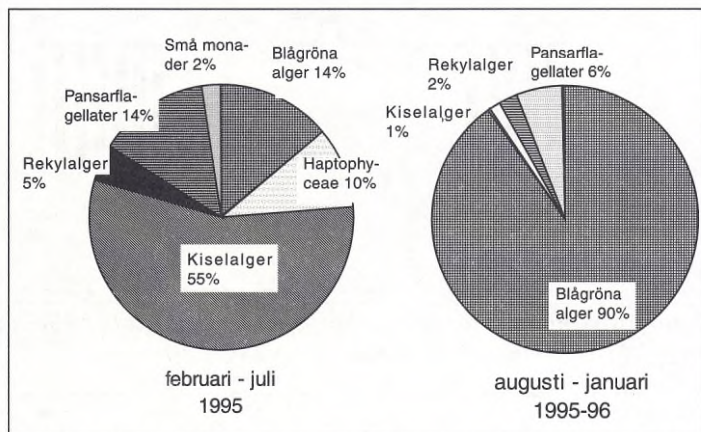
Figur 11. Årsmedelvärden för siktdjup (m) och grumlighet (JTU/FTU) i Vombsjön under 1900-talet. För siktdjup är n=7 fördelade över året utom 1938 (n=1), 1946 (n=2), 1947 (n=1) och 1988 (n=2). (Data från 1969-94 ref 1 och 2.)



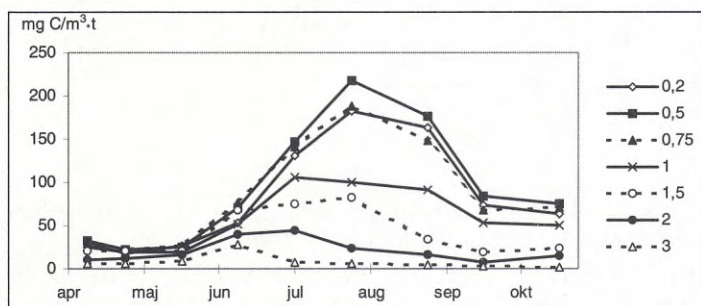
Figur 12. Halter av totalfosfor (µg/l) och totalkväve (mg/l) från 1969. 1989 års värden är baserade på fyra mätningar (januari-oktober) medan övriga värden är baserade på minst fem mätningar under ett år. (Data från 1969-94 ref 1 och 2.)



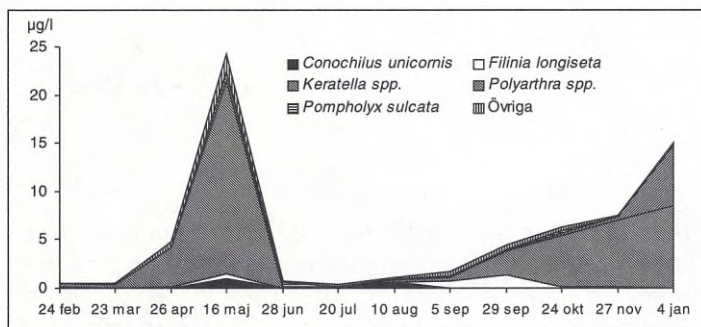
Figur 13. Växtplanktonbiomassa (mg/l) i Vombsjön 1995.



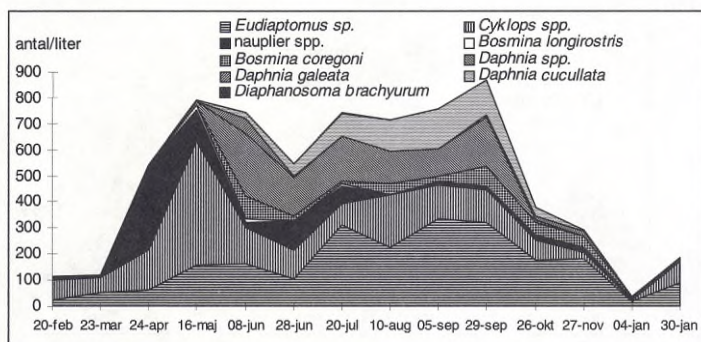
Figur 14. Den procentuella fördelningen av växtplanktonbiomassan i Vombsjön under februari-juli respektive augusti-januari 1995-96.



Figur 15. Primärproduktionen ( $\text{mg kol} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{timme}^{-1}$ ) i Vombsjön under perioden april-oktober 1995 på djup mellan 0.2 och 3 meter.



Figur 16. Rotatoriernas biomassa ( $\mu\text{g/l}$ ) i Vombsjön 1995.



Figur 17. Djurplanktonsamhället i Vombsjön 1995.

utgjordes ungefär hälften av biomassan av *Filinia longiseta* och 20% av *K. quadrata*. I oktober-december fanns förutom *K. quadrata* (60-90% av biomassan) också *F. longiseta*, *Polyarthra* spp. och *P. sulcata*.

### Planktivora crustacéer

Antalet pelagiska kräftdjur var under april-september ganska konstant med maximum i slutet av september med 869 individer per liter (Figur 17, 18, 19). Copepoder (inkl. nauplier) dominerade i antal under hela året utom den 8:e juni då grupperna *Bosmina* och *Daphnia* utgjorde mer än 50% av djurplanktonabundansen. Från februari till maj bestod mer än hälften av copepoderna av *Cyclops* sp. (63-484 ind/l) och de övriga copepoderna utgjordes av *Eudiaptomus* sp. (25-269 ind/l). Under resterande delen av året var förhållandet det omvända och *Eudiaptomus* sp. dominerade copepodsamhället. I medeltal var de 193 st per liter och *Cyclops* sp. 96 st per liter.

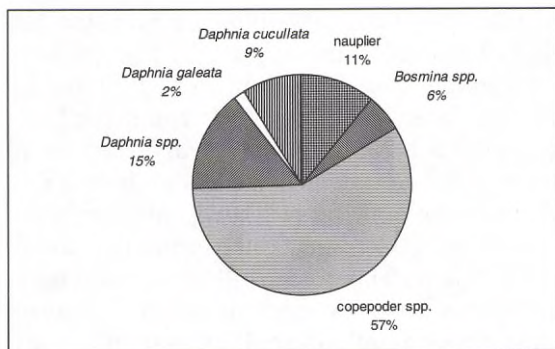
Den rikligast förekommande cladoceren var en eller två små obestämbara *Daphnia*-arter (hybrider?). Antalet under sommar och tidig höst var i medeltal 163 individer per liter. *Daphnia cucullata* förekom från maj till och med november med det största antalet i september (154 ind/l). *Daphnia galeata* förekom från april till juni med som mest 60 ind/l. Från september till januari var de inte lika frekventa (19 ind/l den 27/11).

Två arter av *Bosmina* förekom i Vombsjön, *Bosmina longirostris* och *B. coregoni*. Den förstnämnda förekom i början av sommaren (15 ind/l maj-juni). *B. coregoni* var i medeltal 43 ind/l från juni till november. *Diaphanosoma brachyurum* förekom endast vid provtagningen den 20 juli med 6 individer per liter.

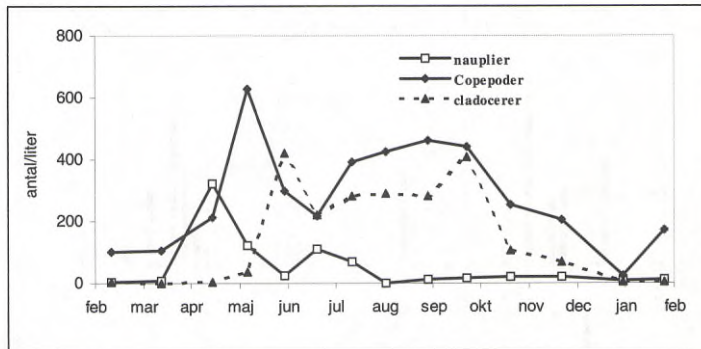
Gruppen *Daphnia* var knappt en millimeter stora under större delen av 1995 (Figur 20). Medellängden av *Daphnia cucullata* och *D. galeata* var ca 0,9 mm. Som störst var *D. cucullata* 1,1 mm i mitten av juni. *D. galeata* var i slutet av november 1 mm lång. *Bosmina coregoni* och *B. longirostris* hade en medellängd på 0,57 resp 0,46 mm (Figur 21).

### Bottenfauna

Under våren 1994 var faunans täthet ca 12 800 ind/m<sup>2</sup> (Figur 22, 23). Antalet fåborstmaskar ökade med djupet från nästan 500 ind/m<sup>2</sup> (19 m.ö.h.) till ca 19 000 ind/m<sup>2</sup> (9 m.ö.h.) med



Figur 18. Fördelningen av antalet djurplankton i Vombsjön 1995.

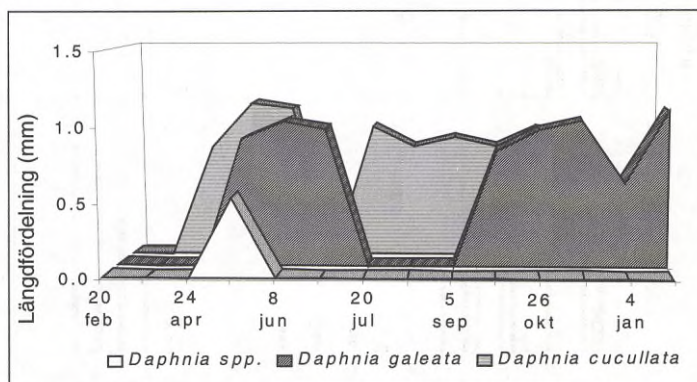


Figur 19. Antal cladocerer, copepoder och nauplier i Vombsjön 1995.

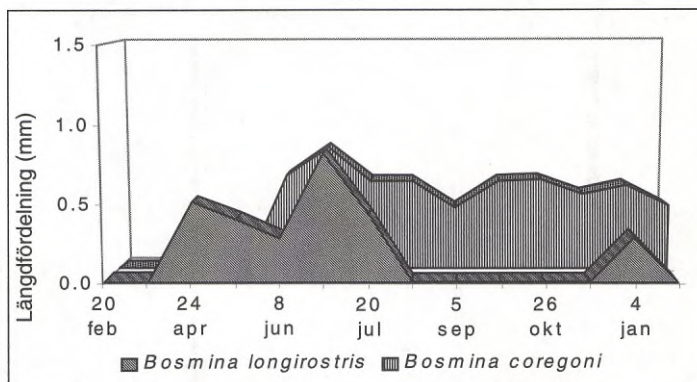
ett medelvärde på 9 600 ind/m<sup>2</sup>. Fjädermygglarverna fördelade sig jämt (medel 2 900 ind/m<sup>2</sup>) ned till 8 m.ö.h. Ärtmusslan *Pisidium* sp. och kvalstret *Hydracarina* sp. hade också en jämn djupfördelning med medelvärden på 70 respektive 150 ind/m<sup>2</sup>. Ned till djupet 15 m.ö.h. förekom dvärgbuksimmaren *Micronecta minutissima* med i genomsnitt 70 ind/m<sup>2</sup>. Övrig fauna förekom i litet antal ned till 15 m.ö.h. (<30 ind/m<sup>2</sup>).

På hösten 1994 minskade det totala antalet individer till ca 7 900 per kvadratmeter (Figur 22, 23). Fåborstmaskarna var i medeltal färre (5 800 ind/m<sup>2</sup>) men hade samma spridning som på våren. Förekomsten av fjädermygglarver minskade från 2 900 ind/m<sup>2</sup> på våren till 17 ind/m<sup>2</sup> på hösten. Detta berodde främst på ett minskat antal på djupare vatten. Kräftdjuret och glacialrelikten *Pallasea quadrispinosa* förekomst på våren var 27 ind/m<sup>2</sup>, men minskade på hösten till 1 ind/m<sup>2</sup>. Ärtmusslan *Pisidium* sp. minskade i antal från vår till höst från 70 till 30 ind/m<sup>2</sup>, medan dammusslan *Anodonta cygnea* ökade från 0 till 2 ind/m<sup>2</sup>. De på våren sparsamt förekommande dag- och nattsländorna ökade på hösten sin täthet på grunt vatten mycket starkt (höstmedel: dagsländor 46 ind/m<sup>2</sup>, nattsländor 15 ind/m<sup>2</sup>). Under hösten ökade också fjädergälsnäcken *Valvata piscinalis* på alla djup jämfört med vårens antal (4 till 13 ind/m<sup>2</sup>).

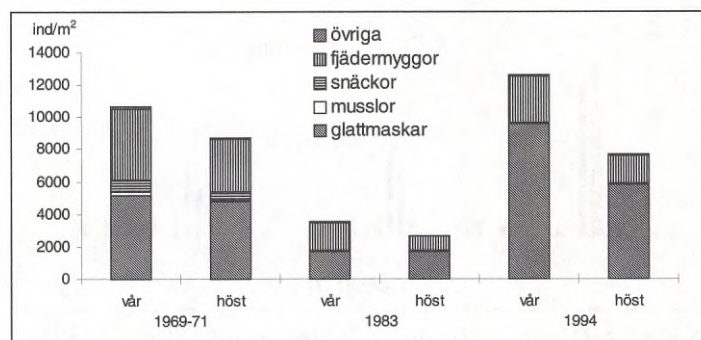
Om man jämför antalet bottendjur under perioden 1970-94 så uppgår de 1994 till ungefär samma antal som i den första undersökningen 1969-71 (medelvärde = 10 000 ind/m<sup>2</sup>). 1983 var medelantalet djur betydligt lägre; ca 3 000 ind/m<sup>2</sup> (Figur 23). 1994 var antalet fåborstmaskar ungefär lika många



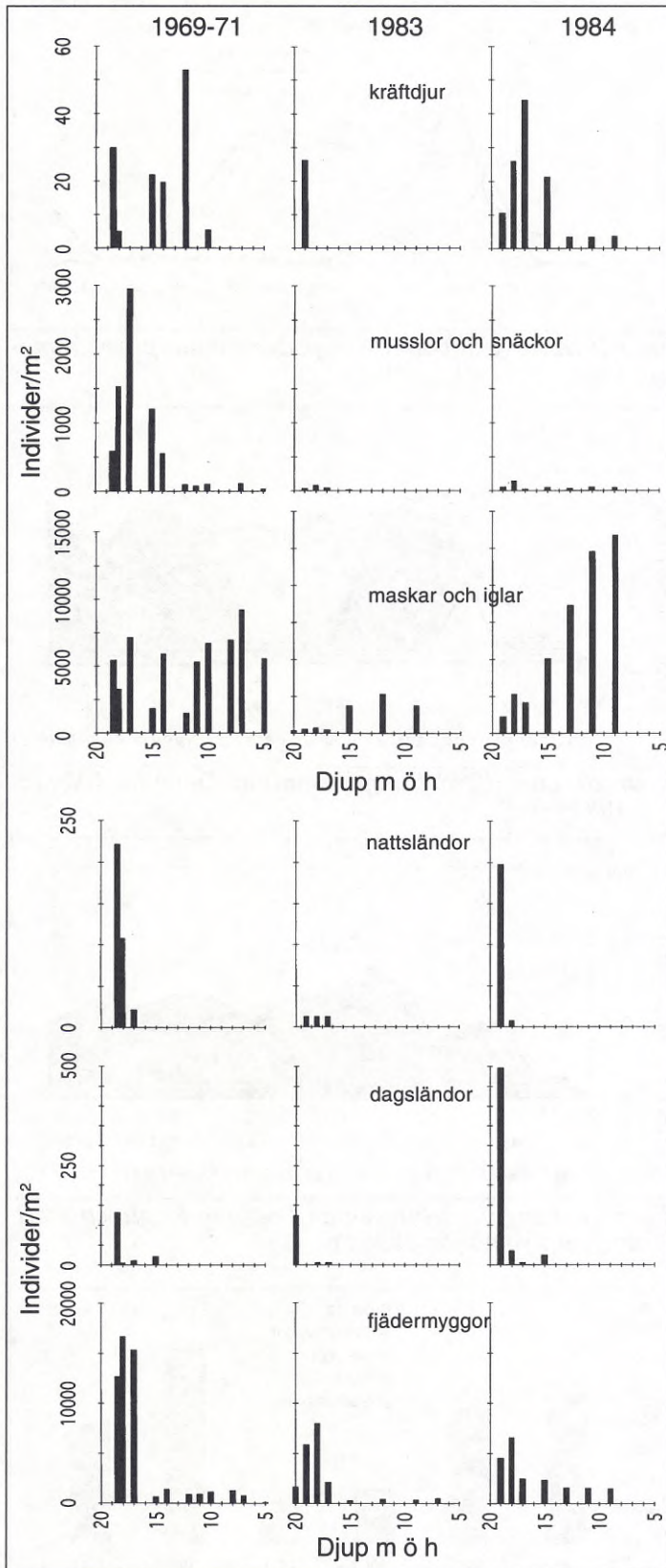
Figur 20. Längdfördelningen (mm) av *Daphnia* i Vombsjön 1995-96.



Figur 21. Längdfördelningen av *Bosmina longirostris* och *B. coregoni* i Vombsjön 1995-96.



Figur 22. Bottenfaunans abundans (ind/m<sup>2</sup>) i Vombsjön våren och hösten 1969-71, 1983 och 1994.

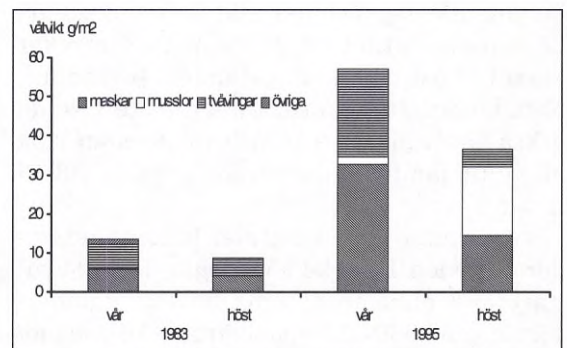


Figur 23. Djupfördelning av bottenfauna i Vombsjön (individer/m<sup>2</sup>) 1969-71, 1983 och 1994. För 1994 se även Tabell 7a och b.

som 1969-71 (ca 7 500 ind/m<sup>2</sup>), men betydligt lägre 1983 (2 500 ind/m<sup>2</sup>). Fjädermygglarverna däremot minskade från ca 15 000 ind/m<sup>2</sup> på grundare vatten 1969-71 till omkring hälften 1983 och 1994. Årsmedelvärdet av antalet musslor och snäckor var under åren 1969-71 omkring 800 ind/m<sup>2</sup>. 1983 var årsmedelantalet ca 20 ind/m<sup>2</sup>. 1994 fanns det något fler (60 ind/m<sup>2</sup>) jämfört med 1983. Jämför man 1994 med 1983 har dock musslan *A. cygnea* ökat något på alla djup. Dagsländan *Caenis* sp. som har förekommit sparsamt i tidigare undersökningar ökade till 500 ind/m<sup>2</sup> år 1994. Då fanns å andra sidan inga förekomster av dagsländan *Centroptilum luteolum*, som 1983 förekom i drygt 100 ind/m<sup>2</sup>. 1969-71 är det okänt vilka arter som räknats. Dagsländor fanns dock inte något år djupare än 15 m.ö.h. Antalet nattsländor var ungefär detsamma 1969-71 och 1994, men betydligt lägre 1983 (200 resp 15 ind/m<sup>2</sup>). Kräftdjur förekom i ungefär lika stora mängder 1994 som 1969-71. Förekomsterna utgjordes mestadels av *P. quadrispinosa* och då på djup ned till 8 m.ö.h. 1983 var antalet kräftdjur ca 25 ind/m<sup>2</sup> och förekom då endast på mycket grunt vatten.

1994 var bottenfaunans biomassa på våren nästan dubbelt så stor som på hösten; 57 respektive 37 gram våtvikt per m<sup>2</sup> (Figur 24) och 5,4 respektive 2,6 gram torrsvikt per m<sup>2</sup>. Mer än hälften av biomassan (våtvikt) på våren utgjordes av fåborstmaskar och 39% bestod av fjädermygglarver. På hösten var fåborstmaskarnas andel av biomassan lite mindre (39%). Dammusslornas våtvikt utgjorde då hela 48% och fjädermygglarverna 12%.

Sammanfattningsvis kan konstateras att bottenjurssamhället 1970 föreföll endast svagt påverkat av fiskpredation. 1983 var på-



Figur 24. Bottenfaunans våtvikt (g/m<sup>2</sup>) i Vombsjön våren och hösten 1983 och 1994.

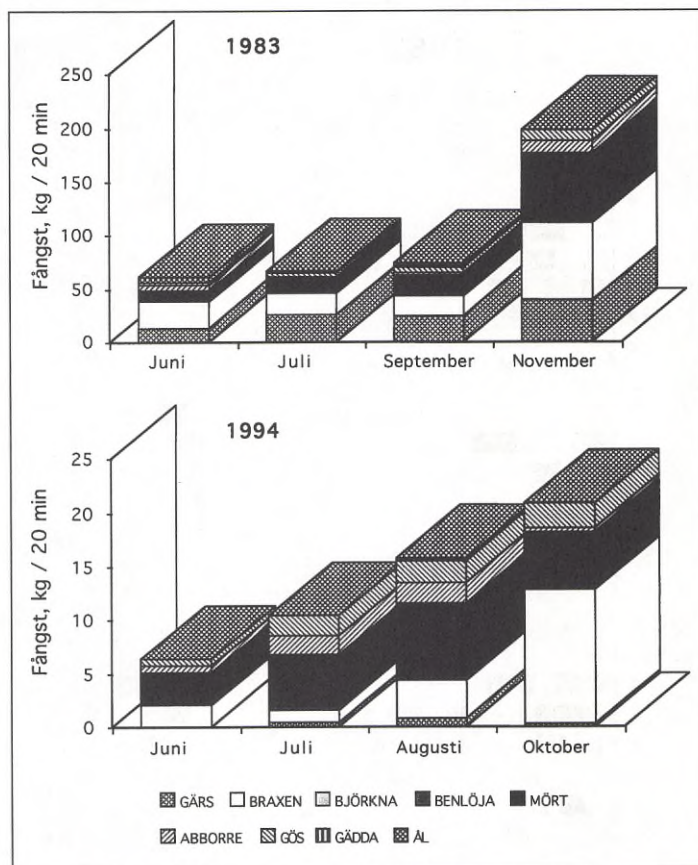
verkan som störst och nu (1994) har påverkan åter minskat utan att nå förhållandena omkring 1970.

### Bentiskt fisksamhälle

Fångsterna vid experimentell trålning (20 min) uppgick till mellan 7 och 20 kg. Detta är ungefär 90% mindre än vid trålningarna tio år tidigare (Figur 25, 26), vilket är mycket anmärkningsvärt och måste kommenteras speciellt. Vid tidigare trålningar användes en liknande trål, men försedd med 5 mm maskor i kalven istället för som nu 11 mm. Metodikstudier i Ringsjön har visat att fångsterna med den större maskstorleken ger tre gånger så stora fångster. Å andra sidan var trålhastigheten 1983 tre knop mot två knop under 1994. Prov har visat att den högre hastigheten inte ökar fångsterna av mörtfisk per tidsenhet. Däremot innebär fartskillnaden att den trålade ytan ökar med 50%. Då dessa skillnader i stort sett neutraliserar varandra har ingen korrektion skett för dessa skillnader. I övrigt har fisket skett på identiskt sätt. Vi betraktar det dock som mycket osannolikt att dessa eventuella skillnader kan förklara den betydande fångstminskning som inträffat under 1994. Vi utgår därför från att fisksamhället under 1994 verkligen är mycket mindre än under 1983. Denna tolkning stöds också av de förändringar i t ex bottendjurs-samhället som inträffat mellan 1983 och 1994.

För att verifiera 1994 års siffror genomfördes förnyade provtrålningar under augusti 1995 (Figur 26). Fångstens storlek och sammansättning var då inte skild från fångsten under 1994, vilket visar att metodproblem inte torde vara orsaken till de låga värdena under 1994. Resultaten visar också att fisksamhället inte ökat under 1995.

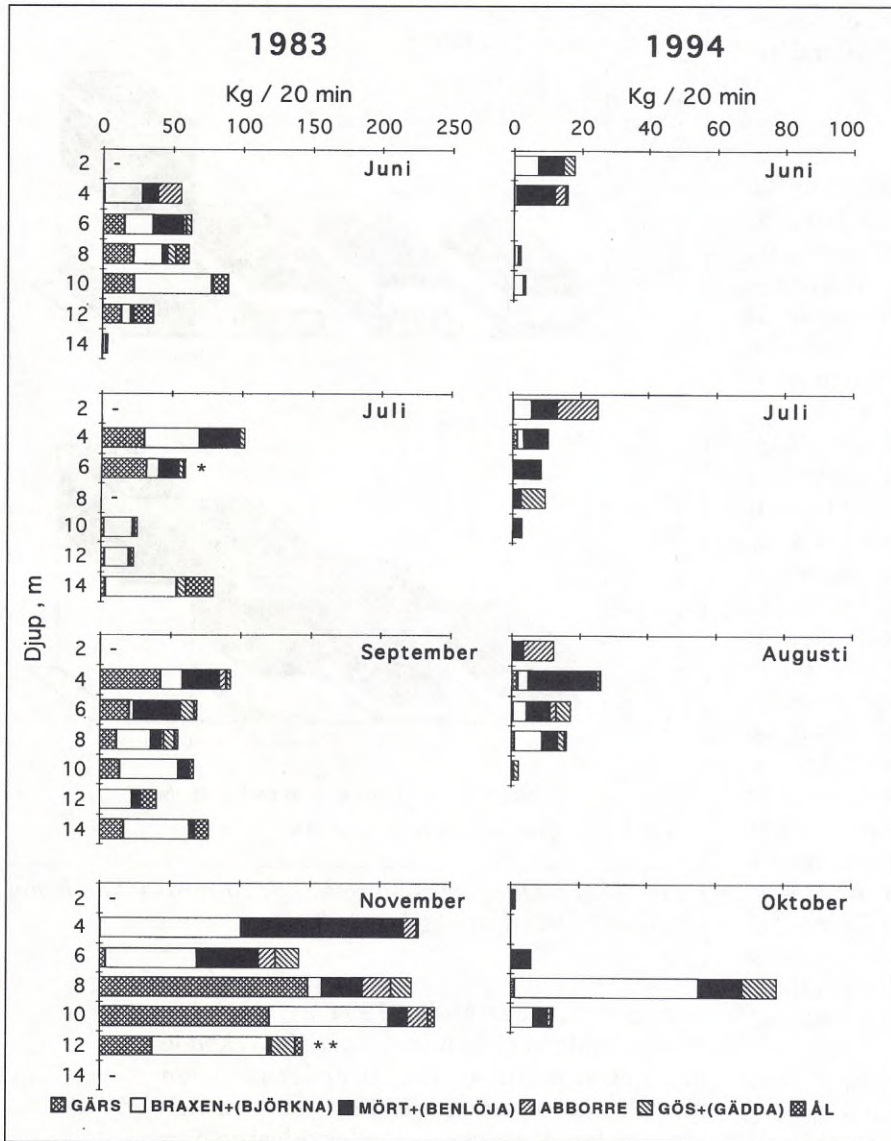
En starkt bidragande orsak till de lägre fångsterna under 1994 var den mycket kraftiga minskningen av mängden gärs (Figur 25, 26, 27). Under 1983 utgjorde gärsen 25% av fångsten, medan motsvarande värde under 1994 var ett fåtal procent. I övrigt var andelen braxen oförändrad medan alla övriga arter ökat relativt sett. I absolut mening har emellertid också beståndet av braxen minskat mycket starkt sedan 1983. Bortsett från minskningen i biomassa har också beståndets längd- (ålders-) sammansättning förändrats (Figur 28). Från att tidigare ha dominerats av individer över 400 mm (även antalsmässigt!),



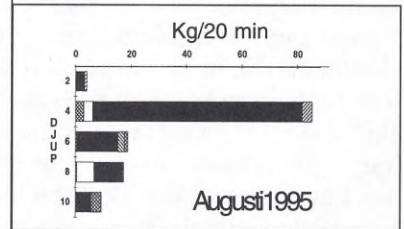
Figur 25. Fiskfångstens storlek (kg/20 min) i Vombsjön 1983 och 1994 (djupvägda värden).

dominerades beståndet 1994 av storleksklasser omkring 250 mm. Under 1983 skedde inte någon märkbar tillväxt under perioden juni till oktober, men under 1994 ökade medel-längden hos den nämnda storleksklassen från omkring 200 mm i juli till omkring 250 mm i oktober. Även detta tyder på att fiskbiomassan i Vombsjön var betydligt större under 1983. I övrigt var strukturen hos de olika fiskbestånden likartad mellan 1983 och 1994 bortsett från avsaknaden av större gös 1994 och förekomsten av en större mängd gösyngel samma år. Avsaknaden av större gös kan dock bero på den lägre trålhastigheten under 1994 som missgynnar fångsten av rovfisk.

Andelen rovfisk uppgick till omkring 25%, vilket är avsevärt mer än i exempelvis Ringsjön och Finjasjön före restaureringen. Under 1994 var fångsterna under sommaren störst på djup under 8 m och i oktober på 8-10 m (Figur 26). Under 1983 var fångsterna ungefär lika stora på alla djup, vilket också tyder på att fisksamhället var större under 1983.



Figur 26. Djupfördelning av trålfångsten (kg/20 min) i Vombsjön 1983, 1994 och 1995. \* = 7 meters djup; \*\* = 13 meters djup.



Under 1994 (Figur 25) dominerades fisk-samhället antalsmässigt av yngel av abborre, gös och i viss mån mört. Detta skiljer sig också i hög grad från tidigare förhållanden i Ringsjön och Finjasjön, där mörtfisk helt dominerade i de mindre storleksklasserna.

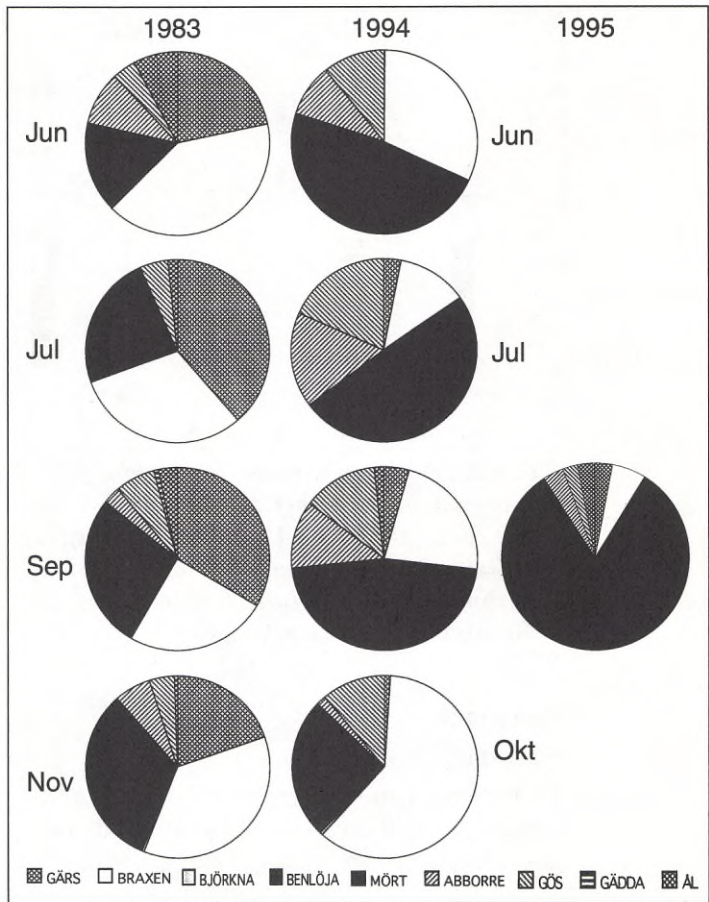
**Fisksamhället i Björkaåns mynningsområde och i litoralzonen**

För att få en relativ uppfattning av fisk-samhällets sammansättning i områden där trålning inte var möjlig elfiskades i Vombsjöns sydöstra hörn och i Björkaåns mynning (Figur 29, 30). Av metodskäl valdes områden med olika grad av vegetationstäckning, men dessa områden representerar också de delar av sjön där yngel kan ansamlas. Predations-

trycket från fisk och fågel inom områden som saknar skyddande strukturer är alltför stort för att möjliggöra förekomst av små fiskar. Detta styrks också av att fångsten på öppna sandområden var 0, även om detta delvis förklaras med undvikandereaktioner pga båt och elfiskeaggregat.

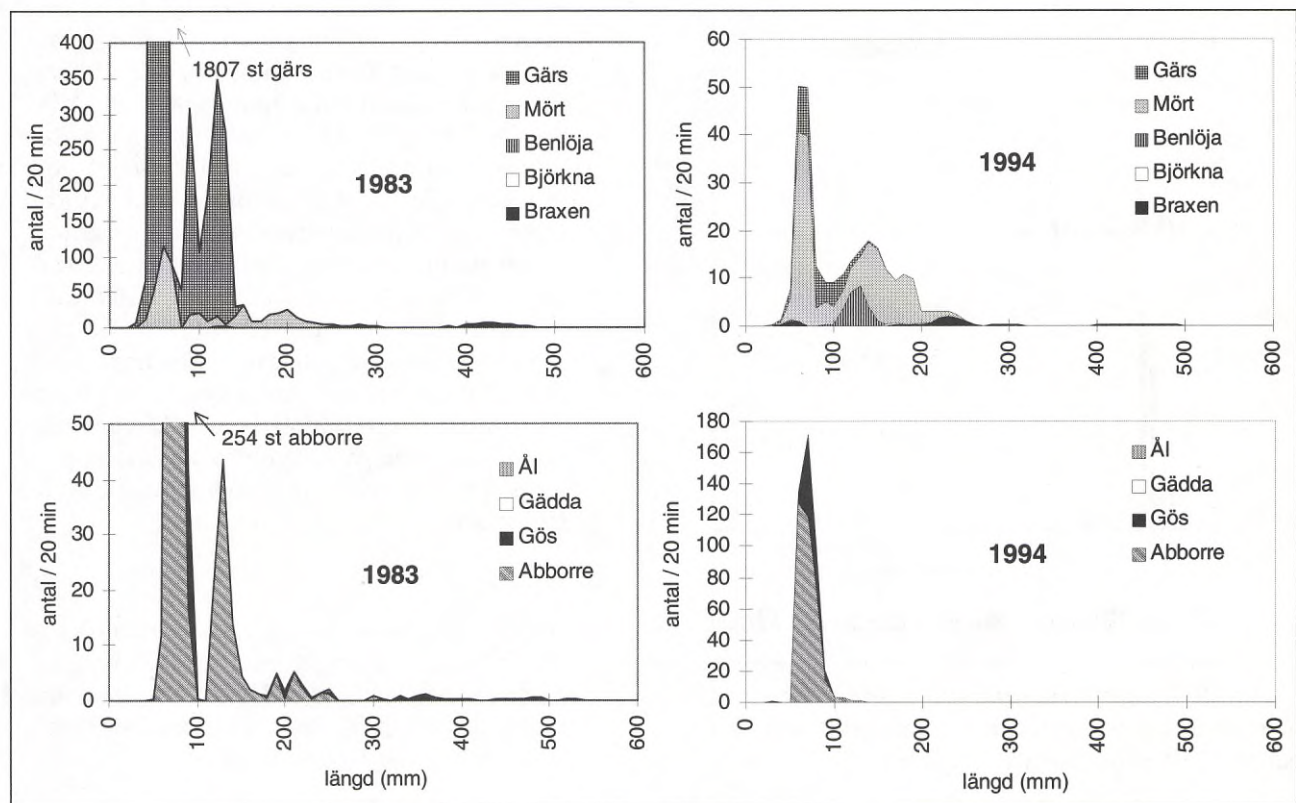
Litoralt dominerades fångsten av abborre och mört och på hösten benlöja. Medelstorleken hos abborre och mört var betydande och motsvarade storleken hos pelagialt fångad fisk (trålning). Det tycks uppenbart att det litorala fisk-samhället i huvudsak återspeglar delar av det pelagiskt förekommande samhället. Antalet års- och fjolårsyngel var mycket lågt och inte ens skyddade delar av strandzonen tycks erbjuda lämpliga habitat för fiskyngel.

I Björkaåns mynningsområde upp till nedersta vandringshinder (lågvattnen) dominerades fångsten under hösten av unga exemplar av mört och abborre. De lägre fångsterna under sommaren kan bero på att fisket då enbart ägde rum i åns allra nedersta del. Vid höstfisket förekom dessutom mycket stora stim av yngel av sannolikt benlöja och mört i åns "pelagiska" delar samt ett betydande antal stora gäddor, vilka sannolikt prederade på nämnda stim. Av metodskäl kunde dessa pelagiska fiskar inte fångas med elfiske.

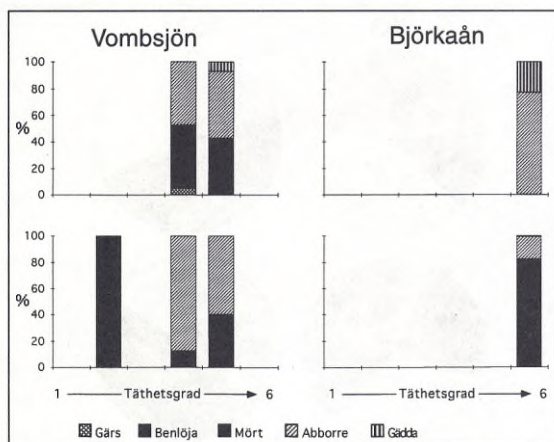


Figur 27. Viktfördelning (djupvägda värden) av trålfångsten i Vombsjön 1983, 1994 och 1995.

Figur 28. Längdfördelning av fångst per ansträngning (antal/20 minuter) i Vombsjön 1983 och 1984.







Figur 29. Andelar fisk per dopp vid elfiske i Vombsjöns litoral och i Björkaåns mynning 01.09 (överst) och 28.10 1994. Täckhetsgrad 1-6: 1=sand, 2=öppning i vegetation, 3=träd, 4=submers vegetation, 5=bladvass och 6=Sparganium sp. (igelknopp).

### Fiskyngel

#### Förekomst

De fiskyngel som fångades i Vombsjöns litoral och pelagial under 1995 var mört, abborre, gös och gärs. Mört, abborre och gös fångades

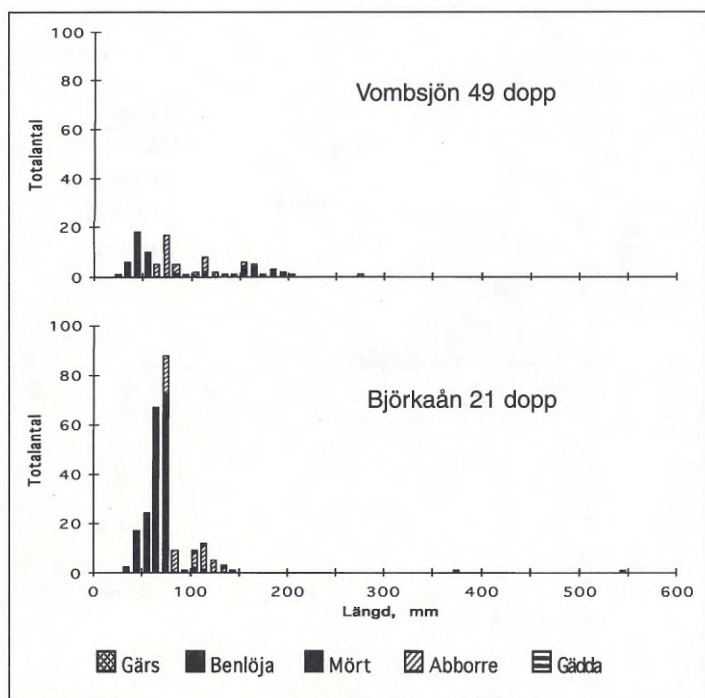
i pelagialen medan gärs även fångades i litoralen. Flest yngel trålades den 27 juni (Figur 31). Den största delen av denna fångst utgjordes av mört (63,1/100 meter) som inte förekommit under de två tidigare trålningstillfällena. Tre veckor senare var förekomsten av mört yngel ca 20 gånger mindre (2,9/100 meter) och den största fångsten togs då i litoralen. Abborryngel fångades vid alla tillfällen utom i september. Den 27 juni var förekomsten av abborre störst i pelagialen (6,6/100 meter) medan de under övriga trålningar förekom sparsamt i både pelagial och litoral (0,1-2,2 /100 meter). Gösyngel fångades vid de tre första tråltillfällena. Den 18 maj fanns ungefär 7,5 yngel per 100 meter i både litoral och pelagial. Den 7 juni fångades gösyngel i samma mängd i litoralen medan det i pelagialen endast fångades 1 per 100 meter. Den 27 juni trålades flest gösyngel i pelagialen (13,7 mot 2,7/100 meter i litoralen). Gärsyngel förekom vid alla tråltillfällen i både litoral och pelagial. Trålfångsten tenderade vara större i litoralen men endast den 24 augusti var skillnaden mellan fångst i pelagial och litoral signifikant.

#### Medellängd

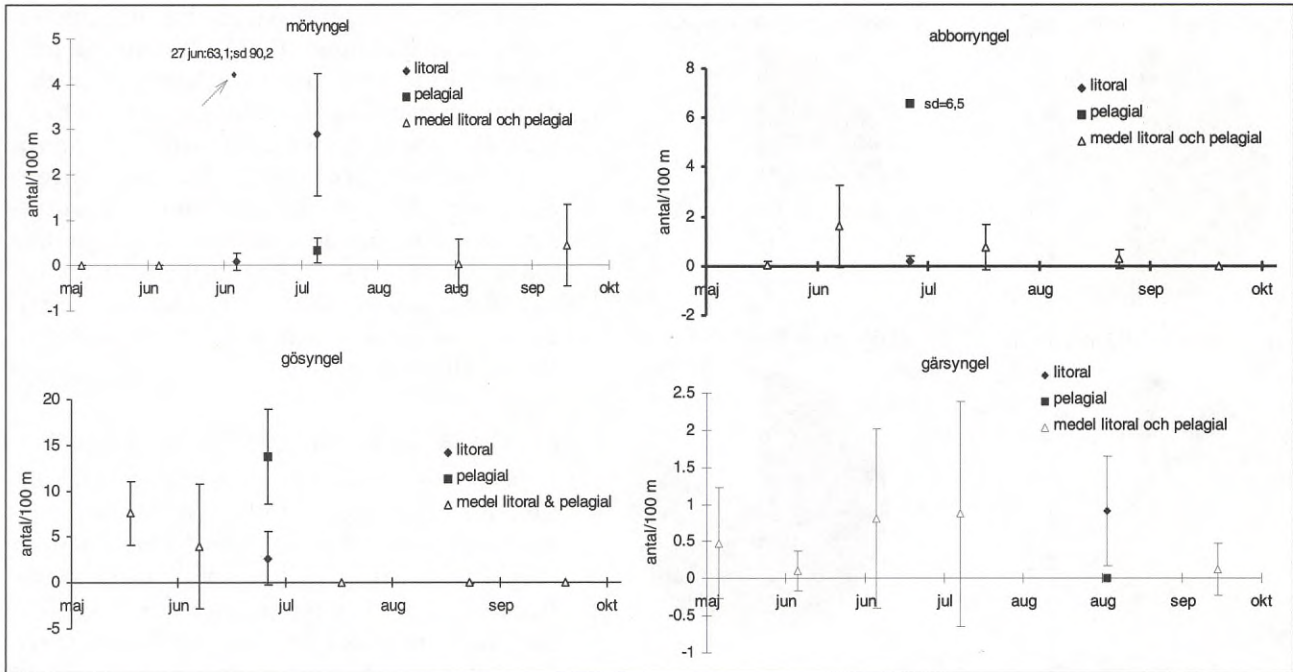
Ynglets längd har i första hand mätts för att underlätta artbestämningen. Mätningarna visar emellertid också att tillväxten hos ynglet är snabb och både mört och abborre uppnår en längd vid sommarens slut på 70-80 mm (Figur 32). Dessa värden är höga jämfört med andra sjöar och tyder på att konkurrensen är låg, dvs det totala antalet yngel i sjön är litet. Även tillväxten hos gärs är hög, vilket sammantaget gör att överlevnaden hos de yngel som finns i sjön under påföljande, ofta kritiska vinter, torde vara hög. Det hade varit intressant att följa tillväxten hos gös under sommarperioden, men tyvärr upphörde fångsterna redan i slutet av juni. Det är ovisst om detta beror på att ynglet dog/åts upp eller på att den använda metoden inte är lämplig för gös.

#### Födoval

Sammanlagt analyserades maginnehållet på 67 fiskyngel varav 16 mörtar, 20 abborrar, 14 gösar och 17 gärsar. Dessutom indelades mört, abborre och gärs i två storleksgrupper (0+ och 1+) (Figur 33).



Figur 30. Längdfördelning (mm) av det totala antalet elfiskade fiskar i Vombsjöns litoral och i Björkaåns mynning 1994.



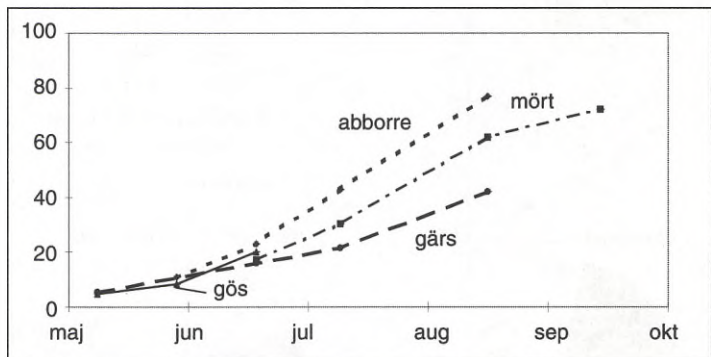
Figur 30. Antal yngel av mört, abborre, gös och gärs per 100 m (8 trålningar;  $\pm$  sd) i Vombsjön 1995. Signifikanta skillnader mellan pelagial och litoral har särredovisats (Kruskal-Wallis ANOVA).

Mörtynglens (0+; 15-35 mm, n=7) maginnehåll bestod till 90% av *Chydorous* spp och *Bosmina* spp. Resten utgjordes av *Daphnia* spp. och *Leptodora kindtii* (2%). Mer än halva maginnehållet hos fjolårsyngel (60-85 mm, n=9) bestod av *Daphnia* spp, en fjärdedel av *Chydoridae* spp, 17% av *Bosmina* spp och resten (2%) av *L. kindtii*.

Maginnehållet hos abborryngel (0+; 4-50 mm, n=16) bestod till dryga hälften av copepoder varav de flesta calanoida. *Daphnia* spp utgjorde nästan en tredjedel. Övrigt innehåll var *Bosmina* spp. *Chydoridae* spp. och *L. kindtii*. Abborrarna av klassen 1+ innehöll däremot 2/3 *L. kindtii*. Dessutom förekom *Chydoridae* spp., *Daphnia* spp., och *Bosmina* spp. men inga copepoder.

Gösynglets maginnehåll (n=14; 13-30 mm bestod till 84% av copepoder, till största delen calanoida. *L. kindtii* utgjorde 10% och en mindre andel utgjordes av *Daphnia* spp. och övriga crustaceaer.

Gärsynglens magar innehöll till drygt hälften *Daphnia* spp. *L. kindtii* utgjorde 17%, copepoder, 15% medan resterande 12% utgjordes av *Chydoridae* spp., *Bosmina* spp. och fjädermygglarver.

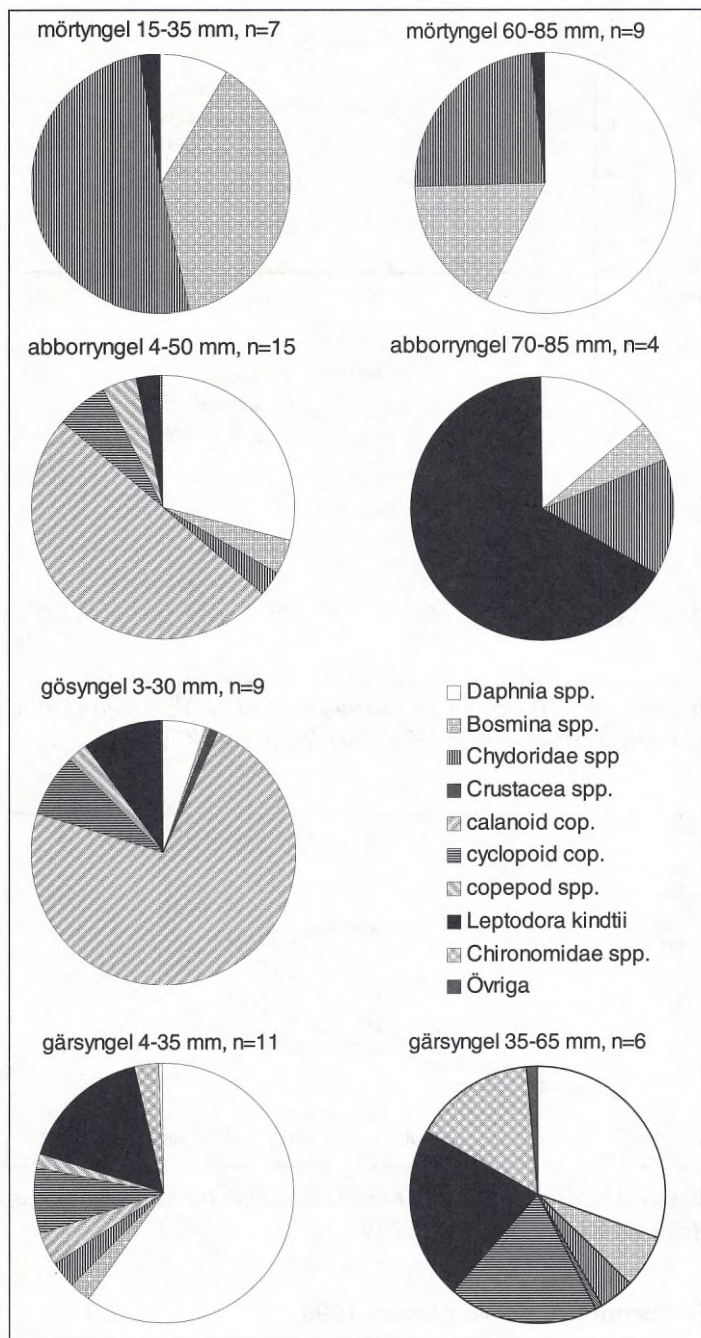


Figur 31. Medellängd (mm $\pm$ sd) av yngel av mört, abborre, gös och gärs i Vombsjön 1995.

### Fosforbudget för Vombsjön 1995

#### Transport av fosfor till och från Vombsjön

Extern tillförsel av totalfosfor under 1995 motsvarade i stort sett utförseln via Kävlingeån (75%) och vattenverket vid Vomb (25%) (Figur 34). Omkring 70% av tillförseln kom under januari och februari då också bortförseln var som störst. Betydande delar av den tillförda fosfor påverkar därför inte Vombsjön under den kritiska sommarperioden. Fosforhalterna är därför också låga i sjön under förvåren (drygt 20  $\mu\text{g/l}$  jämfört med drygt 50  $\mu\text{g/l}$  under vintern). Detta innebär



Figur 33. Maginnehåll (%) hos årsyngel och fjorårsyngel av mört, abborre, gös och gärs i Vombsjön 1995 (18/5, 7/6, 27/6, 18/7, 24/8, och 21/9).

att totalfosformängden i Vombsjöns vatten under vintern är omkring 2,5 ton och under våren drygt 1 ton. Under vintern tillförs omkring 3 ton fosfor per månad samtidigt som mängden fosfor i sjön är relativt konstant och knappt 2 ton lämnar sjön. Knappt hälften av den tillförda fosformängden torde därför deponeras i sedimenten huvudsakligen i form av oorganisk fosfor.

Under sommaren stiger fosformängden i sjön huvudsakligen till följd av interna processer i form av sedimentläckage och fosforekretion från fisk, djurplankton och botten-djur. Huvuddelen av denna fosfor härrör via ovan nämnda processer från sedimenten. Sannolikt utnyttjas då fosfor som sedimenterat i sjön föregående höst. Samtidigt sjunker mängden externt tillförd fosfor kraftigt till helt försumbara mängder (20 kg) i augusti. Först i november stiger åter den externa fosfortillförseln kraftigt.

#### Läckage av fosfor från Vombsjöns sediment

*Experimentella studier.* Den högsta konsumtionen av fritt syrgas ( $80 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{t}$ ) uppmättes i sedimentet hämtat från 14 meters djup (Figur 35). Någon skillnad mellan konsumtion av syrgas vid fem, sju och tio meter kunde däremot inte urskiljas (omkring  $60 \text{ mg/m}^2 \cdot \text{t}$ ). En höjning av temperaturen från 10 till 18 °C resulterade i en höjning av sedimentens syrgaskonsumtion med mellan 16 till 26%.

Den höga syrgaskonsumtionen i sedimentet medförde att förbipasserande vatten inte var 100% mättat under genomflödesexperimentet (52-66% vid 10 °C, 12-45% vid 18 °C). Syrekonsumtionen i vattenfasen var dock konstant under experimentet över de individuella sedimentkärnor. Inom varje temperaturgrupp var läckaget signifikant omvänt relaterat till syrehalten, vilken i sin tur är en funktion av respektive sediments syretäring. Vid syremättnadsvärden över 25% var linjens lutning lika oavsett temperatur och skillnaden mellan temperaturerna var omkring  $100 \mu\text{g PO}_4\text{-P/t}$  (Figur 36, 37). I samma figurer redovisas sedimentets läckage av fosfor då luft bubblades direkt till den stagnanta vattenfasen över varje individuell sedimentkärna. Vid 10 °C var fosforläckaget vid 3 tillfällen av 4 högre vid syremättnad än vid lägre syrehalter. Vid 18 °C var fosforläckaget vid samtliga tillfällen lägre vid full syremättnad.

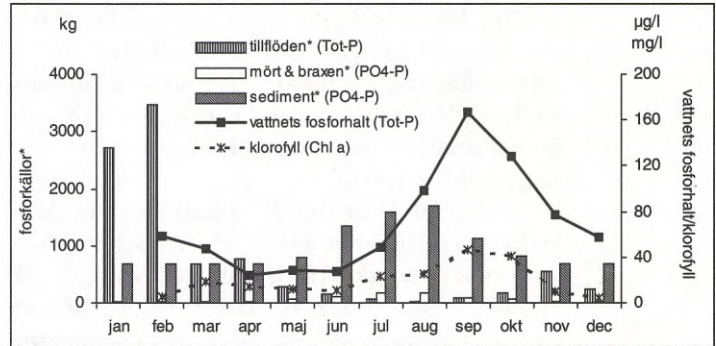
Vid 10 °C vid genomflödesexperimentet varierade läckaget mellan 35 och  $250 \mu\text{g PO}_4\text{-P/m}^2 \cdot \text{timme}$ . Vid 100% syremättnad varierade läckaget mellan 110 och  $170 \mu\text{g PO}_4\text{-P/m}^2 \cdot \text{timme}$ . Vid 18 °C var läckaget generellt högre jämfört med 10 °C vid alla djup. Vid genomflödesexperimentet läckte det mellan 210 och  $1\,200 \mu\text{g PO}_4\text{-P/m}^2 \cdot \text{timme}$  vid 18 °C och vid syremättnad läckte det mellan 160 och  $460 \mu\text{g PO}_4\text{-P/m}^2 \cdot \text{timme}$  (Figur 37). Ett

återkommande mönster för både Metod 1 och 2 och både vid 10 respektive 18 °C var att läckaget alltid var högst vid 14 meters djup, näst högst vid 10 meters djup, lägst vid sju meters djup, vilket återspeglar sedimentets syretätning.

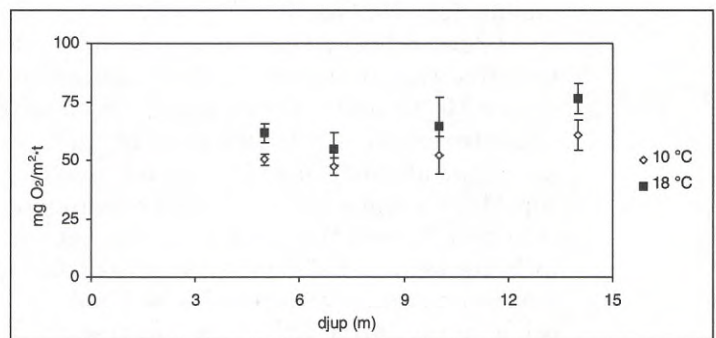
Att fosforläckaget *de facto* är mer omfattande vid 14 meters djup understryks, förutom av den högre syrgaskonsumtionen, av att interstitialvattnets koncentration av löst  $\text{PO}_4\text{-P}$  är som högst vid detta djup (Tabell 21). Att det sker en nettotransport av organiskt material till de djupare områdena i sjön indikeras också av att koncentrationen av kisel var högre vid 14 meters djup jämfört med de övriga djupen (Tabell 23). Kisel, som antas vara en restprodukt från nedbrutna alger, konkurrerar troligen med fosfor om adsorptionsytor. Detta har visats för järn- och aluminiumdominerade sediment (Tuominen et al. 1996). Sammantaget indikerar detta dels att den generella bakteriella omsättningen är som högst vid 14 meters djup (på grund av ansamlingen av organiskt material) men också att jonbindningskonkurrens om adsorptionsytorna förekommer, varför också läckaget av fosfor är som mest omfattande på detta djup. Den generellt sett högre syrgaskonsumtionen vid 14 meters djup skapar också andra förutsättningar för den kemiska inbindningen av fosfor till sedimentet då bildandet av anoxiska zoner underlättas. Någon skillnad i sedimentens organiska halt (glödförlust) mellan fem, sju, tio och 14 meter kunde inte konstateras (Tabell 22).

Låga koncentrationer av järn och höga koncentrationer av kalcium i interstitialvattnet bekräftar (Gelin 1975) att fosfor i Vombsjösedimentet i huvudsak är kalciumbundet (Tabell 23). Dock var både järnhaltarna och  $\text{PO}_4\text{-P}$ -haltarna lägre i vår undersökning än tidigare (Granéli 1975). Detta kan ha försökstekniska orsaker, men kan också återspegla reella förändringar i sedimentets sammansättning.

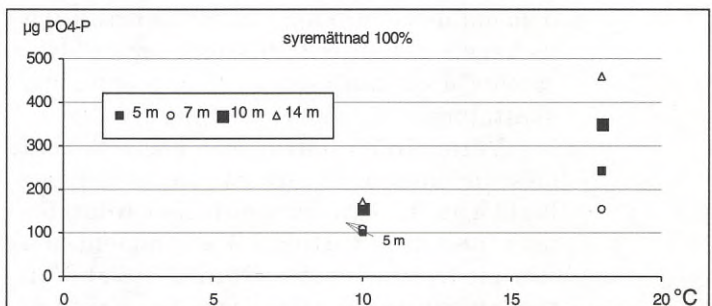
**Läckage av fosfor från hela sjöns sediment.** Utifrån de experimentella resultaten har vi beräknat fosforläckaget från hela sjöns sediment till vattnet (Tabell 24). Observera att det analyserade sedimentet är ackumulationssediment (gyttja) från respektive djup med hög organisk halt. Delar av Vombsjöns bottensediment är transportbottnar eller sandiga områden med låg organisk halt och be-



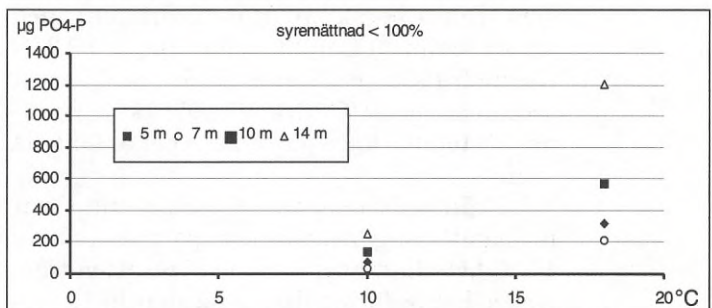
Figur 33. Olika fosforkällor i Vombsjön (tillflöden, fisk (100 kg/ha), sediment) respektive vattens fosfor- och klorofyllhalt under 1995.



Figur 34. Vombsjösedimentets konsumtion av syrgas ( $\text{O}_2$ ) på djup mellan 5 och 14 m (m och s.d.; n = 3-4).



Figur 35. Vombsjösedimentets läckage av fosfor (m; n=3-4) vid 10 och 18 °C från sediment från 5-14 meters djup vid olika syremättning (genomflödessystem).



Figur 36. Vombsjösedimentets läckage av fosfor vid 10 respektive 18 °C vid 100 % syremättning med stagnant vattenfas och sediment från djupen 5-14 meter (m; n=3-4).

tydligt lägre läckage. Bottnar med lägre organisk halt än 10% har antagits inte läcka någon fosfor till vattnet (Tabell 24). Mellan noll och fem meter är det t ex endast 13,5 % av sedimentytan som innehåller mer än 10% organsikt material.

Utifrån de ur Tabell 24 kalkylerade (Metod 2) fosforläckagen ( $\text{PO}_4\text{-P} / \text{km}^2 \cdot \text{dygn}$ ) har vi försökt uppskatta det årliga läckaget på två olika sätt. I den **första** uppskattningen antar vi att läckaget vid 10 °C är representativt för hela året. Detta med vetskap om att sjöns medelvattentemperatur under året ligger inom intervallet 9-10 °C. Det årliga läckaget från sedimentet till Vombsjövattnet är då mellan 6,1 - 10,2 ton  $\text{PO}_4\text{-P}$  per år.

I den **andra** uppskattningen antar vi att bottenvattnets temperatur under sex månader är 10 °C, under tre månader 18 °C och under tre månader 4 °C. Dessvärre har vi inga egna mätningar från 4 °C, men Kamp-Nielsen (1974) rapporterade i undersökningar från sjön Esrom i Danmark att under aeroba förhållanden var läckaget svagt negativt. Esrom kan antas vara relativt lik Vombsjön och vi antar därför att läckaget av fosfor vid 4 °C är 0. Dock reserverar vi oss för att det skulle kunna vara ett nettoupptag av fosfor även i Vombsjön vid denna temperatur. Därmed blir den andra uppskattningen av fosforläckaget mellan 6,2-10,4 ton per år, dvs i samma storleksordning som i den första uppskattningen.

Våra värden härrör från höstsediment, då sedimentationen varit hög. Detta återspeglas bl a av en högre koncentration av löst fosfat i interstitialvattnet i höstsediment jämfört med vårsediment (Granéli 1975). Våra värden kan därför vara i överkant. Från tidigare undersökningar av fosforläckaget i Vombsjön är det möjligt att uppskatta ett fosforläckage på totalt 4,3 ton per år för hela sjön. Detta beräknat från experiment med aerobt sediment från 14 meters djup vid 9,3 °C (Granéli 1975). Från experiment med aerobt sediment vid 20 °C (Granéli 1979) kan beräknas ett totalläckage på 12,2 ton per år för hela sjön.

Från sediment på 14 meters djup, var läckaget vid genomflödesexperimentet vid 18 °C betydligt högre än vid syresatt vatten. Detta beror förmodligen på den låga syrgasmättnaden i det första fallet (10-15%). Detta möjliggör en beräkning av fosforläckaget mellan 10-14 meter under en sommar-

period på en månad med stagnant syrgasfattigt vatten i hypolimnion under 10 meter. Bidraget under denna månad från denna yta skulle då bli mellan 0,7-1,1 ton. Då så långa stagnationsperioder inte förekommer innebär detta att effekten av stagnationsperioder i Vombsjön i detta avseende är begränsad.

#### Fiskens exkretion av fosfor

För att beräkna mörtfiskens läckage av fosfor har vi utgått från exkretionsvärden framtagna av Brabrand et al (1990). Vi har vidare - baserat på de låga fångstvärdena - utgått från att fiskbiomassan uppgår till omkring 100 kg/ha (Figur 34). Vid hög fisktäthet kan värdet vara 500 kg/ha (Finjasjön) (Figur 38). Fisksamhället har indelats i olika storleksklasser av mört och braxen baserat på resultaten från trålfångsterna. Dessa värden visade på en dominans av mört med relativt hög medelstorlek. Både de låga fångstvärdena och den höga medelvikten leder till relativt låga värden för fiskens exkretion av fosfor.

Om mörtfiskerna indelas i storleksklasser på 2 cm så kommer i Vombsjön över 50% av fosfor från fisk mellan 60 och 80 mm (årsyngel) och 140 och 200 mm längd (Tabell 20). Den mesta fosfor kommer ut i sjön under månaderna juni-september på grund av högre temperaturer. De högsta värdena uppmäts som regel i augusti, då temperaturen oftast är högst. Under denna period är också den externa tillförseln av fosfor som lägst.

#### Totala tillförseln av fosfor

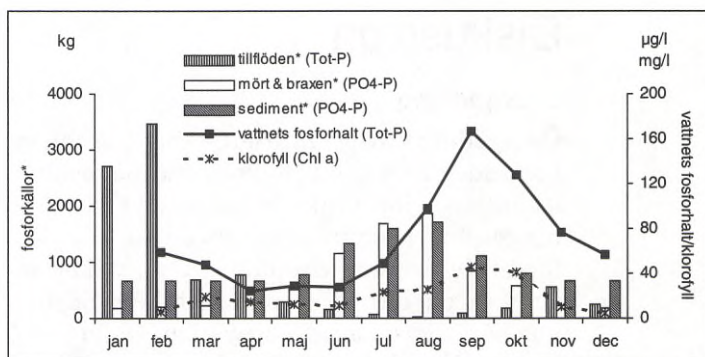
Utgående från beräknade värden för fosfortillförseln till Vombsjön under 1995 från sediment, tillflöden och fisk har den "totala" tillförseln beräknats (Figur 34, 38, Tabell 30). Totalt tillförs sjön från nämnda källor drygt 20 ton fosfor, varav drygt hälften kommer från sjöns sediment och knappt hälften från sjöns tillflöden. Exkretionen från fisk utgör på årsbasis en försumbar mängd. Av den till vattenmassan förda fosfor är det knappt hälften som lämnar sjön via avflöde och vattenverk. Resten tas upp av växtplankton, varav en del via djurplankton når fisken på nytt, eller deponeras i sjöns sediment. Denna mängd motsvarar ganska exakt den mängd som under året lämnar sedimenten i sjön.

Den för sjön ekologiskt kritiska perioden utgörs emellertid av sommarperioden från omkring juni till september. Under dessa 4

månader kommer omkring 85% av fosfor från sedimenten, omkring 10% från fisk och omkring 5% från tillflöden. Om vi enbart betraktar högsommaren juli-augusti, då problemen med växtplankton är som värst, kommer drygt 90% från sedimenten och 10% från fisk.

Förutom här beräknade närsaltkällor tillkommer emellertid två väsentliga källor nämligen djurplankton och bottenfauna. I Vombsjön var biomassan rotatorier liten ( $1\mu\text{g/l}$ ) och bidrar endast i begränsad utsträckning till fosforcirkulationen. Copepoder producerar fekalier som i stor utsträckning faller till botten och kommer därför att ingå i sedimentens fosforläckage. Cladocerer (hinnkräftor) däremot producerar mycket lättlösliga fekalier och deras bidrag bör inkluderas i diskussionen. I Vombsjön fanns under sommarperioden omkring 300 ind/l med en medellängd av omkring 0,5 mm. Deras bidrag kan uppskattas till omkring 1 000 kg fosfor per månad, vilket är i samma storleksordning som sedimentets fosforläckage.

I sjöns sediment finns också under sommaren omkring 8 000 oligochaeter och drygt 2 000 chironomider/m<sup>2</sup>. I princip bör dessa grupperas fosforexkretion ingå i värdena från sedimentläckaget, då sedimentpropparna är intakta och inga djur medvetet tagits bort. Å andra sidan noterades inga chironomider vid försöken, vilket kan tolkas som att dessa djur antingen inte kommit med eller dött på ett tidigt stadium. Det borde i medeltal funnits omkring åtta chironomider per sedimentpropp. Tidigare experiment i Vombsjön (Andersson et al. 1988) visar att fosforläckaget från sedimentet mer än fördubblas om man tillför 1 000 ind/m<sup>2</sup> av den storvuxna arten *Chironomus plymosus*. Detta innebär antingen att det uppmätta fosforläckaget från sedimenten till omkring hälften beror på chironomider eller att ytterligare en fosforkälla (chironomider) bör läggas till de tidigare uppskattade värdena.



Figur 38. Olika fosforkällor i Vombsjön (tillflöden, fisk (500 kg/ha), sediment) respektive vattnets fosfor- och klorofyllhalt under 1995.

I det sistnämnda fallet innebär detta att Vombsjön sommartid varje månad tillförs nästan fem ton fördelat på ungefär lika delar sediment, bottenfauna och djurplankton. Samtidigt finns en betydande extern tillförsel av fosfor främst vintertid, som sannolikt genom sedimentation av mer eller mindre lösligt fosfor också påverkar fosfordynamiken under sommarhalvåret. Nu är emellertid omsättningen av denna fosfor en dynamisk process, som kräver betydligt mer sofistikerade analyser (dynamiska, matematiska modeller) för att kunna förstås på ett användbart sätt.

Sammanfattningsvis kan därför konstateras beträffande fosfordynamiken i Vombsjön, att den externa tillförseln, sedimenten, djurplanktonsamhället och sannolikt också bottenfaunasamhället är de fyra stora pooler varur sjöns fosfor hämtas. Av dessa pooler är, sett på lång sikt, den externa tillförseln den avgörande faktorn. På mera kort sikt - omkring tio år - är sannolikt relationen mellan fisk, bottenfauna och djurplankton mera viktig. För närvarande innebär fisksamhällets relativt låga biomassa att betydelsen av främst bottendjur ökar, medan en större - och mera normal - biomassa av fisk inneburit att fisksamhället delvis övertagit bottenfaunasamhällets roll vad gäller fosforomsättningen i sjön.

## Diskussion

### Övergödning

Övergödning av sjöar är ett vanligt problem i områden med hög befolkningstäthet och/eller intensiv jordbruksverksamhet. Övergödningen har primärt orsakats av för hög tillförsel av fosfor (Schindler 1974), vilket så småningom lett till en ofta stabil förändring i de berörda sjöarnas ekosystem. Ökad kunskap ledde till kraftfulla åtgärder på 1960- och 70-talen för att genom förbättrad rening minska fosforutsläppen från tätorter. Dessa åtgärder hade i många fall god effekt, men vissa sjöar - främst i jordbruksområden - återhämtade sig inte (Ryding 1978). Detta berodde delvis på ett under denna tid ökat läckage av fosfor från odlad mark, men också på att interna processer i sjön motverkade effekterna av minskad extern fosfortillförsel (DeAngelis et al. 1989, Scheffer 1990). Detta var bl a fallet i Skåne, där sjöar som Ringsjön och Finjasjön under sen tid förbättrats genom biomanipulering (Bergman 1997 resp Bergman et al. 1994, Hansson, under tryckning).

### Mörtfiskreduktion

Mörtfiskreduktionen möjliggjordes genom ökad kunskap om fisksamhällets roll i övergödda sjöar och hur dessa effekter sprider sig i ekosystemet. Denna kunskap har förbättrats genom de storskaliga experiment som utförts. I dag kan vi konstatera att den ursprungliga hypotesen - nämligen att djurplanktonätande fisk genom selektiv predation på större djurplankton förändrar ekosystemet så att produktionen av växtplankton ökar - inte är tillräcklig som förklaringsgrund. Fisksamhällets direkta och indirekta effekter på fosforomsättningen i sjön tycks vara av större betydelse (Hansson in print). Dessa effekter kan delvis förklaras med existerande kunskap om olika organismers fosforexkretion (Andersson et al 1988, Brabrand et al 1990) och om sedimentens kemiska fosforläckage under olika betingelser (Söndergaard 1989, Jenssen & Anderssen 1992). Erfarenheterna från Ringsjön och Finjasjön tyder emellertid på att ytterligare mekanismer är verksamma.

### Vombsjön

Vombsjön har under lång tid under delar av sommarperioden haft problem med kraftig

blom av blågröna alger och även fiskdöd har förekommit. Dock har problemen inte varit lika stora som i Ringsjön eller Finjasjön och kompletterande åtgärder (utöver rening av avloppsvatten) har därför inte företagits. Då emellertid Vombsjön är vattentäkt för sydvästra Skåne och sjön dessutom till stor del bestämmer vattenkvaliteten i det vatten som via Kävlingeån når Öresund har beslutats att undersöka möjligheterna att förbättra förhållandena också i Vombsjön.

Den utförda studien visar att Vombsjön är en eutrof sjö med hög extern närsaltbelastning, stor vattenståndsamplitud (omkring 3 m), mycket begränsad makrofytevegetation, litet men snabbvuxet fiskbestånd och ett under sensommaren tillstötande problem med blom av blågröna alger. Den höga externa fosforbelastningen är jämförbar med Ringsjöns före restaureringen, men har inte gett upphov till lika stora problem. Orsaken härtill kan inte bestämmas, men en rimlig hypotes är att avsaknaden av makrofyter i sjön direkt eller indirekt är orsaken till den höga dödlighet på fiskyngel som konstaterats i denna undersökning. Detta har i sin tur resulterat i en relativt liten fiskbiomassa, vilket innebär att de problem som fisksamhället orsakat i andra skånska sjöar är betydligt mindre i Vombsjön.

### Fisk

Rekryteringen av främst mört men sannolikt också braxen sker troligen idag huvudsakligen genom den mängd yngel som under sitt första år förmår överleva i Björkaån och sedan utvandrar till Vombsjön. Fisksamhället i Vombsjön idag är som tidigare nämnts förhållandevis litet och dess beroende av yngel från Björkaån gör fisksamhället känsligt för störningar i Björkaåns vattenkvalité. En fiskdöd i åns nedre delar skulle kunna få mycket allvarliga följder för fisksamhället i Vombsjön. Med tanke på fiskets stora betydelse i sjön är det viktigt att sjöns fisksamhälle inte minskas ytterligare. Någon ytterligare beskattning av ex mörtfiskbestånden i sjön är därför inte tillräddlig eftersom detta skulle kunna få negativa effekter på bestånden av rovfisk. Fisksamhället i sjön är idag så litet att de negativa effekterna av en måttlig ökning av beståndet mycket väl kan uppvägas

av positiva effekter för sjöns fosfordynamik genom ökad predation på bottendjur.

Överhuvudtaget ger de låga fiskfångsterna i sjön anledning till viss oro. Även om vi inte kan utesluta vissa värdefel på grund av metod är inte detta den mest sannolika orsaken till låga fångster. Tills vidare måste sjöns fisksamhälle betraktas som känsligt och då inte minst med tanke på att uttaget av fisk i sjön torde vara högst i landet. Ytterligare minskningar i förekomsten av mörtfisk skulle kunna leda till stora minskningar i produktionen av rovfisk.

### Fosforbelastning

Såväl den interna som den externa närsalttillförseln i sjön är stor och måste begränsas för att Vombsjön långsiktigt skall kunna bli en produktiv sjö utan störande problem med blom av blågröna alger. Undersökningen tyder visserligen på att den externa fosforbelastningen är mindre än den mängd fosfor som frigörs internt, samtidigt som huvuddelen av den externa fosfor når sjön under vinterhalvåret. Detta skulle kunna användas som argument för att extern avlastning är onödig. Vi vet emellertid att en extern belastning av den storlek som råder i Vombsjön långsiktigt är skadlig för sjön. Det är också mycket sannolikt att betydande mängder av den under vintern tillförda fosfor efter sedimentation åter blir tillgänglig under sommaren. Vår kunskap om fosfordynamiken i sjöar är ännu mycket bristfällig och förutom mörtfiskreduktion - vilket inte är aktuellt i Vombsjön - kan vi idag inte ange någon metod för att påverka de interna förhållandena i önskvärd riktning. Den metod som därför återstår är att minska den externa tillförseln av närsalter till normal nivå.

Såväl Finjasjön som Ringsjön har idag en extern fosforbelastning på omkring 0,3 g P/m<sup>2</sup>·år, vilket möjliggjort en klar förbättring av dessa sjöars ekosystem. Det är nödvändigt att även Vombsjöns externbelastning reduceras till denna nivå. För att kunna optimera de resurser som måste satsas på närsaltreduktion i sjöns tillflöden är det väsentligt att bättre kunna förstå fosfordynamiken i sjön. Försök till dynamisk, matematisk modellering efter de riktlinjer som tidigare utarbetats av Sverdrup med medarbetare bör därför företas.

### Planktonblom

Resultaten från Vombsjön visar, att blommen av blågröna alger börjar när nitratkvävehalterna närmar sig 10 mg/l. Även om orsakerna till de blågröna algernas dominans inte är helt klarlagd är hypotesen att denna dominans induceras av brist på lösligt kväve mycket rimlig. Det är därför viktigt att reduktionen av den externa närsalttillförseln inriktas på fosfor. I annat fall kommer bristen på lösligt kväve att uppstå än tidigare under säsongen med ökande algblooming som följd.

Ur myndighetssynpunkt kan detta vara ett problem eftersom minskning i tillförsel av främst kväve är ett krav med tanke på situationen i Öresund. Denna motsättning är emellertid skenbar. En minskning av algbloomingproblemen i Vombsjön genom satsning på reduktion av främst fosfor leder troligen till ett sänkt läckage av kväve från Vombsjön till Öresund. Däremot skulle en satsning på kvävereduktion uppströms Vombsjön sannolikt leda till ökat kväveläckage från Vombsjön till sundet.

### Rekommendationer

- 1) Den externa närsaltbelastningen på sjön måste minskas på sådant sätt att fosforbelastningen reduceras till högst 0,3 g P/m<sup>2</sup>·år samtidigt som kvoten mellan kväve och fosfor ökar i tillrinnande vatten.
- 2) Åtgärderna måste åtföljas av ett löpande undersökningsprogram för sjön som tillåter en kontinuerlig uppföljning av förändringar i fisk-, plankton- och bottendjurssamhällen samtidigt som närsaltdynamiken följs upp med dynamisk, matematisk modellering.
- 3) Innan den externa fosforbelastningen reducerats bör inte sjöns vattenståndsreglering ändras på sådant sätt att makrofyterna i sjön tillåts öka i större omfattning. Konkret innebär detta att regleringsamplituden t v inte bör minska.
- 4) Åtgärder bör vidtas för att minimera risken för fiskdöd i Björkaåns nedre delar.
- 5) Ur fiskets synpunkt bör utvecklingen av sjöns fisksamhälle följas mycket noga.



## Erkännanden

Föreliggande studie har utförts under åren 1994 och 1995 och resultaten har bearbetats och analyserats under påföljande år. Fältharbetet har skett med hjälp av personal från Limnologiska avdelningen vid Ekologiska institutionen vid Lunds Universitet.

Sedimentprovtagning har utförts av Henric Linge vid Limnologiska avdelningen som jämte Jonas Svensson utfört analyserna. Jonas ansvarar för textavsnittet. Primärproduktionsmätningarna har utförts av Henric Linge medan Getrud Cronberg ansvarar för växtplanktonanalyserna. Djurplankton har analyserats av Birgitta Ekström under ledning av Eva Bergstrand. För bottenfaunaprovtagning och analys svarar Marie Eriksson och Pia Romare. För trålningarna svarar Marie Eriksson, Pia Romare och Stellan F. Hamrin. Pia Romare har provtagit och analyserat fiskyngel.

Marie Eriksson och Henric Linge har haft ansvar för koordinering av verksamheten i Lund och Marie har även ansvarat för sammanställning och omarbetning av tidigare fisk- och bottenfaunamaterial. Teresa Soler ansvarar för den slutliga sammanställningen och för övrigt skriftligt material. Stellan F. Hamrin har gjort den slutliga sammanställningen och ansvarar för diskussionskapitlet och för slutsatser och rekommendationer.

Till alla medverkande vill vi framföra ett stort tack och detta gäller även fiskarfamiljen Nilsson som liksom många gånger tidigare ställt upp med hjälp och råd vid provtagning och fiske.

Arbetet har bekostas av Sydvatten AB, vars långvariga och pålitliga stöd vid denna typ av undersökningar sedan lång tid varit av mycket stort värde.

## Referenser

- Andersson, G., W. Granéli & J. Stensson, 1988.** The influence of animals on phosphorus cycling in lake ecosystems. - *Hydrobiologia* 170: 267-284.
- Berggren, H. 1969.** Bentiska makrozoer i Vombsjön 1969. - *Limn. Inst., Lunds Univ. Stencil.*
- Berggren, H. 1971.** Bentiska makrozoer i Vombsjön 1970. - *Limn. Inst., Lunds Univ. Stencil.*
- Berggren, H. 1974.** Bentiska makrozoer i Vombsjön 1971. - *Limn. Inst., Lunds Univ. Stencil.*
- Bergman, E., 1997.** Ringsjön i Skåne. Restaurering genom cyprinidreduktion - effekten av fiskreduktion. *Limnologiska avd., Lunds Universitet.*
- Bergman, E., H. Annadotter, G. Cronberg, M. Eriksson och P. Romare 1994.** Sjörestaurering genom cyprinidreduktion. Finjasjöns status under 1992 och 1993 samt effekter av mörtfiskreduktionen. *Limn. avd. i Lund. Rapport.*
- Brabrand, Å., Faafeng, B. A. och J. P. M. Nilsson 1990.** Relative importance of phosphorus supply to phytoplankton production: Fish excretion versus external loading. - *Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol. 47:364-372.*
- DeAngelis, D.L., P.J. Mulholland, A.V. Palumbo, A.D. Steinmann, M.A. Huston & J.W. Elwood, 1989.** Nutrient dynamics and food-web stability. - *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 20:71-95.
- Gelin, C. 1975.** Nutrients, biomass and primary productivity of nanoplankton in eutrophic Lake Vombsjön, Sweden. - *Oikos* 26; 121-139.
- Granéli, W. 1975.** Eutrofiering. Tionde Nordiska symposiet om vattenforskning, Værløse 20-22 Maj 1974. Nordforsk, Miljövärdsssekreteriatet. *Publ. 1975:1.*
- Granéli, W. 1979.** The influence of *Chironomus plumosus* larvae on the exchange of dissolved substances between sediment and water. - *Hydrobiologia* 66, 149-159.
- Hamrin, F. S. 1983.** Fisksamhället och dess födoresurser i Vombsjön 1993. *Limn. Inst., Lunds Univ. Rapport.*
- Hansson, L.-A. 1997.** Biomanipulering som restaureringsmetod för eutrofierade sjöar - en kunskapssammanställning. *Ekologihuset, Lund. Manuskript.*
- Jensen, H. S. and F. Ö. Andersen 1992.** Importance of temperature, nitrate, and pH for phosphate release from aerobic sediments of four shallow, eutrophic lakes. *Limnol. Oceanogr., 37(3), 577-589.*
- Kamp-Nielsen, L. 1974.** Mud-water exchange of phosphate and other ions in undisturbed sediment cores and factors affecting the exchange. - *Archiv für Hydrobiologia* 73: 218-237.
- Svelab Miljölaboratorier. 1995.** Samordnad recipientkontroll. Kävlingeån 1995. - *Rapport.*
- Lindell, M. & L. Tranvik 1990.** Metodbeskrivningar för bestämning av fytoplanktons primärproduktion. - *Limnologiska Institutionen, Lunds Universitet.*
- Ref 1. Länsstyrelsen i Malmöhus län. 1983.** Vombsjön Faktasammanställning. - *Medd. nr 1983:1. Bil. 7 och 8.*
- Ref 2. Kävlingeåns Vattenvårdsförbund. Årsrapporter 1988-94.** *Scandiakonsult AB Malmö.*
- Ryding, S.-O., 1978.** Research on recovery of polluted lakes. Loading, water quality and responses to nutrient reduction. - *Acta Univ. Upsaliensis* 459.
- Scheffer, M. 1990.** Multiplicity of stable states in freshwater systems. - *Hydrobiologia* 200/201:475-486.
- Söndergaard, M. 1989.** Phosphorus release from a hypertrophic lake sediment: Experiments with intact sediment cores in a continuous flow system. *Arch. Hydrobiol.* 116(1), 45-59.
- Vollenweider, R. A. 1976.** Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. - *Mem. Inst. Ital. Idrobiol.* 33: 53-83.
- Länsstyrelsen i Malmöhus Län, Naturvårdsenheten. 1983.** Vombsjön - Faktasammanställning 1983. - *Meddelande Nr. 1983:1.*

## English summary: From sediment to fish - an outline of the Lake Vombsjön ecosystem 1994-95

During at least 50 years Lake Vombsjön in southernmost Sweden has been characterized by short periods of algae blooms. This has created problems for fishing and recreational activities as well as for the function of the lake as one of the two main sources for water supply for a population of 0.5 million people. This study has been undertaken in order to find suitable restoration methods for the lake.

The nutrient content in Lake Vombsjön is high and during summertime blooms of blue-green algae are frequent but interrupted by clear water periods. In this respect Lake Vombsjön is less eutrophic than the adjacent lakes Ringsjön and Finjasjön before these lakes were restored through strongly reduced external phosphorus input and through cyprinid removal. The fish community in Lake Vombsjön appears to oscillate between high and very low biomass stages. Due to the increased water regulation amplitude (3 m) 30 years ago macrophytes are now almost eliminated. This might be the reason for the less pronounced hypertrophic conditions of Lake Vombsjön and also for the low survival of cyprinid juveniles in the lake. Most juveniles are found in the lowest parts of their main tributary River Björkaån.

The phosphorus cycle is dominated by external input from agricultural areas in the winter and from sediment release (including bottom fauna) and to some extent from the zooplankton community in the summer. Due to the very low fish biomass in 1994-95 the phosphorus excretion from the fish community was insignificant. With a fish biomass normal for this type of lake, however, also fish would have had a phosphorus input in summer of the same order as the sediment.

To restore the lake and eliminate most of the algae blooms the external input of nutrients must be strongly reduced without increasing the quotient between phosphorus and nitrogen. After that the amplitude of water regulation during April to October should be reduced as much as possible. Hereby the nutrient content of the lake water will be reduced, the macrophytes will increase and the fish community will be stabilized at a relative high biomass level. This will in turn reduce the nutrient leakage to River Kävlingeån and to Öresund. Cyprinid removal is not a suitable method for Lake Vombsjön.

## Bilaga: Tabell 1-30

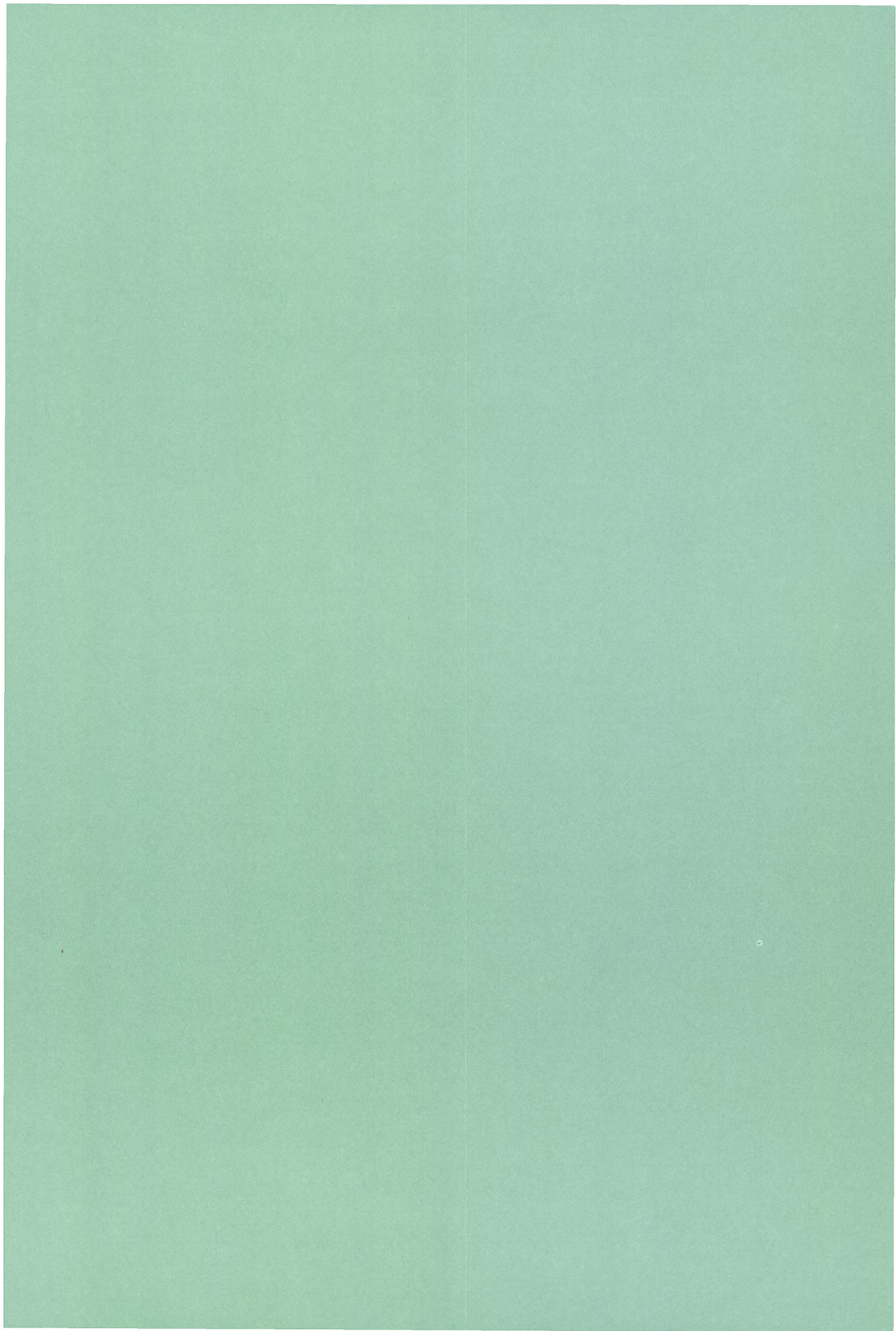
(Hela bilagan eller enstaka tabeller kan beställas.)

- Tabell 1. Sammanställning av vattenkemi och fältanalyser av vatten över djuphålan (14 m). Vattnet är hämtat på 4, 6, 8 och 10 m djup och har förts samman till ett sammelprov. Vattenvolymen från respektive djup är korrigerat för hela sjöns vattenmassa över det djupet.
- Tabell 2. Vombsjöns växtplanktonbiomassa 1995-96, mg/l.
- Tabell 3. Vombsjöns rotatoriebiomassa ( $\mu\text{g/l}$ ) 1995-96.
- Tabell 4. Rotatoriernas antal/liter i Vombsjön 1995-96.
- Tabell 5. Antalet planktonlevande crustacéer per liter i Vombsjön 1995-96.
- Tabell 6. Medellängdfördelningen hos de planktonlevande crustacéer i Vombsjön under 1995-96.
- Tabell 7a. Bottenfaunans abundans i Vombsjön den 25 april 1994 ( $\text{ind/m}^2$ ; medelvärde av sex profiler).
- Tabell 7b. Bottenfaunans abundans i Vombsjön den 31 augusti 1994 ( $\text{ind/m}^2$ ; medelvärde av sex profiler)
- Tabell 8a. Bottenfaunans våtvikt i Vombsjön den 25 april 1994 ( $\text{g/m}^2$ ; medelvärde av sex profiler).
- Tabell 8b. Bottenfaunans våtvikt i Vombsjön den 31 augusti 1994 ( $\text{g/m}^2$ ; medelvärde av sex profiler).
- Tabell 9a. Bottenfaunans torrsvikt i Vombsjön den 25 april 1994 ( $\text{g/m}^2$ ; medelvärde av sex profiler).
- Tabell 9b. Bottenfaunans torrsvikt i Vombsjön den 31 augusti 1994 ( $\text{g/m}^2$ ; medelvärde av sex profiler).
- Tabell 10. Fiskantaler per 20 min drag på djupen 2, 4, 6, 8 och 10 meter och det totala antalet (per 100 min) den 2/6, 7/7, 23/8 och 25/10 i Vombsjön 1994.
- Tabell 11. Fiskvikten (kg) per 20 min drag på djupen 2, 4, 6, 8 och 10 meter och den totala vikten (per 100 min) den 2/6, 7/7, 23/8 och 25/10 i Vombsjön 1994.
- Tabell 12. Fiskens medelstorlek (gram) per djup i Vombsjön 1994.
- Tabell 13. Fiskantalet per 20 min drag och det totala antalet (100 min) i Vombsjön den 2:a augusti 1995.
- Tabell 14. Fiskvikten (kg) per 20 min drag och den totala vikten (100 min) i Vombsjön den 2:a augusti 1995.
- Tabell 15. Fiskens medelstorlek (gram) per djup i Vombsjön den 2:a augusti 1995.
- Tabell 16. Resultat av elfiske i Vombsjöns litoral och i Björkaån den 1 sep och den 28 okt 1995. Tabellvärdena är medelvärden av ett antal dopp.
- Tabell 17. Den totala fångsten av fiskyngel i litoral respektive pelagial à 4 drag 1995.
- Tabell 18. Medellängd (mm $\pm$ sd) av fiskyngel i Vombsjön 1995.
- Tabell 19. Antal yngel per 100 meter i litoral och pelagial (medelvärde  $\pm$ SD; n=4).
- Tabell 20. Primärproduktionen ( $\text{mg C/m}^3\cdot\text{hr}$ ) i Vombsjön 1995 på djupen 0.2, 0.5, 0.75, 1, 1.5, 2 och 3 meters djup.
- Tabell 21. Läckage av  $\text{PO}_4\text{-P}$  ( $\mu\text{g}$ ) vid 10 respektive 18 °C och vid olika syrgaskoncentrationer (%  $\text{O}_2$ -mättnad). Medelvärde  $\pm$ SD, n = 3-4.
- Tabell 22. Resultat från karaktärisering av sediment från olika djup i Vombsjön efter torkning vid 105 °C till konstant vikt samt efter glödnig under fyra timmar vid 450 °C. Medel  $\pm$ SD.
- Tabell 23. Mängden järn, kalcium, fosfatfosfor och kisel i interstitialvattnet från de översta två centimetrarna sediment, centrifugerat och filtrerat. Medel  $\pm$ SD, n=2.
- Tabell 24. Vombsjösedimentets totala läckage av  $\text{PO}_4\text{-P}$  omräknat till kg per  $\text{km}^2$  och dygn (medelvärde  $\pm$ SD). Endast botten med mer än 10% organisk halt antas läcka fosfor. % ökning är den procentuella ökningen av fosforläckaget mellan 10 och 18 °C (medelvärden).
- Tabell 25.  $\text{O}_2$ -konsumtionen i sedimentproppar från Vombsjön vid försök på laboratorium i 10 resp. 18 °C. Medelvärde  $\pm$  SD, n = 3-4.
- Tabell 26. Läckaget av  $\text{PO}_4\text{-P}$  ( $\mu\text{g}$ ) från Vombsjöns sediment. Förhållandet mellan läckage och temperatur antas vara linjärt mellan 10 och 18 °C. För temperaturer under 10 °C antas läckaget vara detsamma som vid 10 °C.
- Tabell 27. Organiskt och oorganiskt material i Vombsjöns sediment 2-10 okt 1995.
- Tabell 28. Läckage av  $\text{PO}_4\text{-P}$  från mört och braxen i olika storleksklasser.
- Tabell 29. Det totala läckaget av  $\text{PO}_4\text{-P}$  ( $\text{kg/mån}$ ) från fisken i Vombsjön 1995 om det finns 124 ton fisk i sjön.
- Tabell 30. Fosforbudget för Vombsjön 1995.

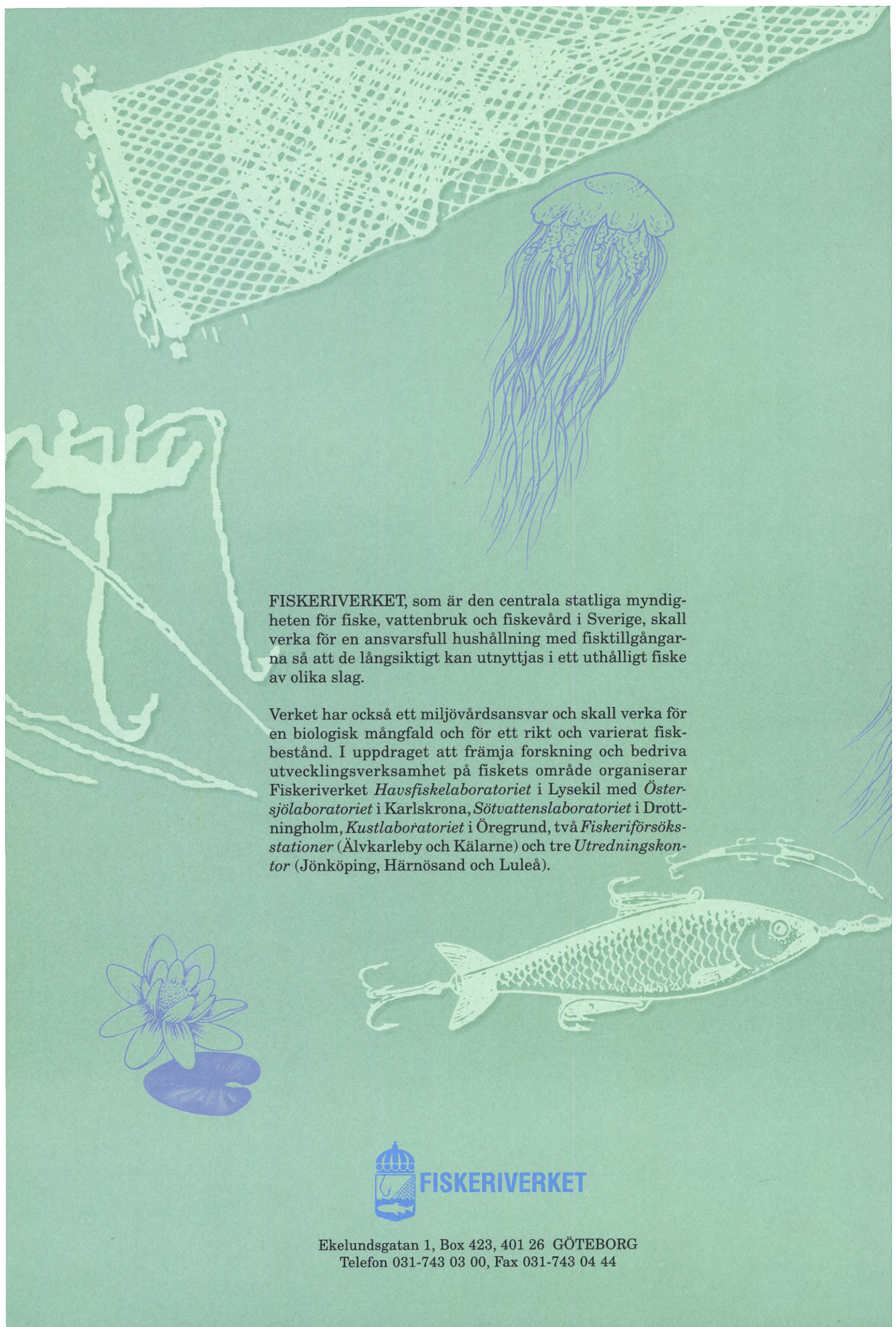












FISKERIVERKET, som är den centrala statliga myndigheten för fiske, vattenbruk och fiskevård i Sverige, skall verka för en ansvarsfull hushållning med fisktillgångarna så att de långsiktigt kan utnyttjas i ett uthålligt fiske av olika slag.

Verket har också ett miljövårdsansvar och skall verka för en biologisk mångfald och för ett rikt och varierat fiskbestånd. I uppdraget att främja forskning och bedriva utvecklingsverksamhet på fiskets område organiserar Fiskeriverket *Havsfiskelaboratoriet* i Lysekil med *Östersjölaboratoriet* i Karlskrona, *Sötvattenslaboratoriet* i Drottningholm, *Kustlaboratoriet* i Öregrund, två *Fiskeriförsöksstationer* (Älvkarleby och Kälarne) och tre *Utredningskontor* (Jönköping, Härnösand och Luleå).



FISKERIVERKET

Ekelundsgatan 1, Box 423, 401 26 GÖTEBORG  
Telefon 031-743 03 00, Fax 031-743 04 44