

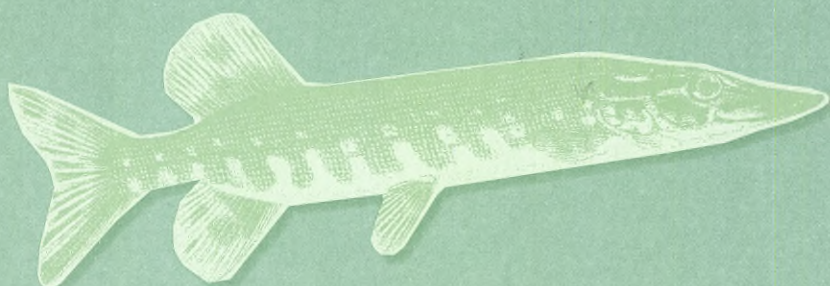


Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket 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.



FISKERIVERKET RAPPORT 1999:4

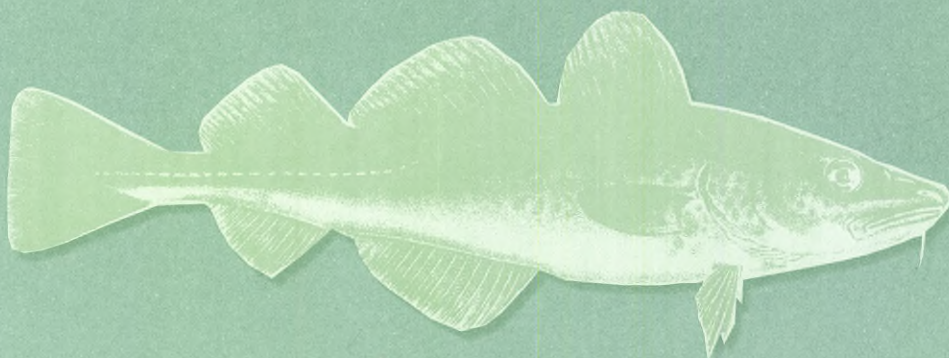


*Biologiska kontrollundersökningar
vid Barsebäcks kraftverk 1985–1997*

STIG THÖRNQVIST

*Biologiska recipientkontroll vid
kärnkraftverken
Årsrapport för 1998*

JAN ANDERSSON
KERSTIN MO
STIG THÖRNQVIST



FISKERIVERKET

Ansvarig utgivare: Generaldirektör Karl Olov Öster
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
Artiklar publicerade under 1999, se insidan på pärmens baksida

Tryckt på Storafine miljövänligt papper i 400 ex
Juni 1999
Göteborgs Länstryckeri AB

ISSN 1104-5906

FISKERIVERKET RAPPORT 1999:4

*Biologiska kontrollundersökningar
vid Barsebäcks kraftverk 1985–1997*

STIG THÖRNQVIST

*Biologiska recipientkontroll vid
kärnkraftverken
Årsrapport för 1998*

JAN ANDERSSON
KERSTIN MO
STIG THÖRNQVIST

Innehåll

Biologiska kontrollundersökningar
vid Barsebäcks kraftverk 1985–1997 sid 5-23

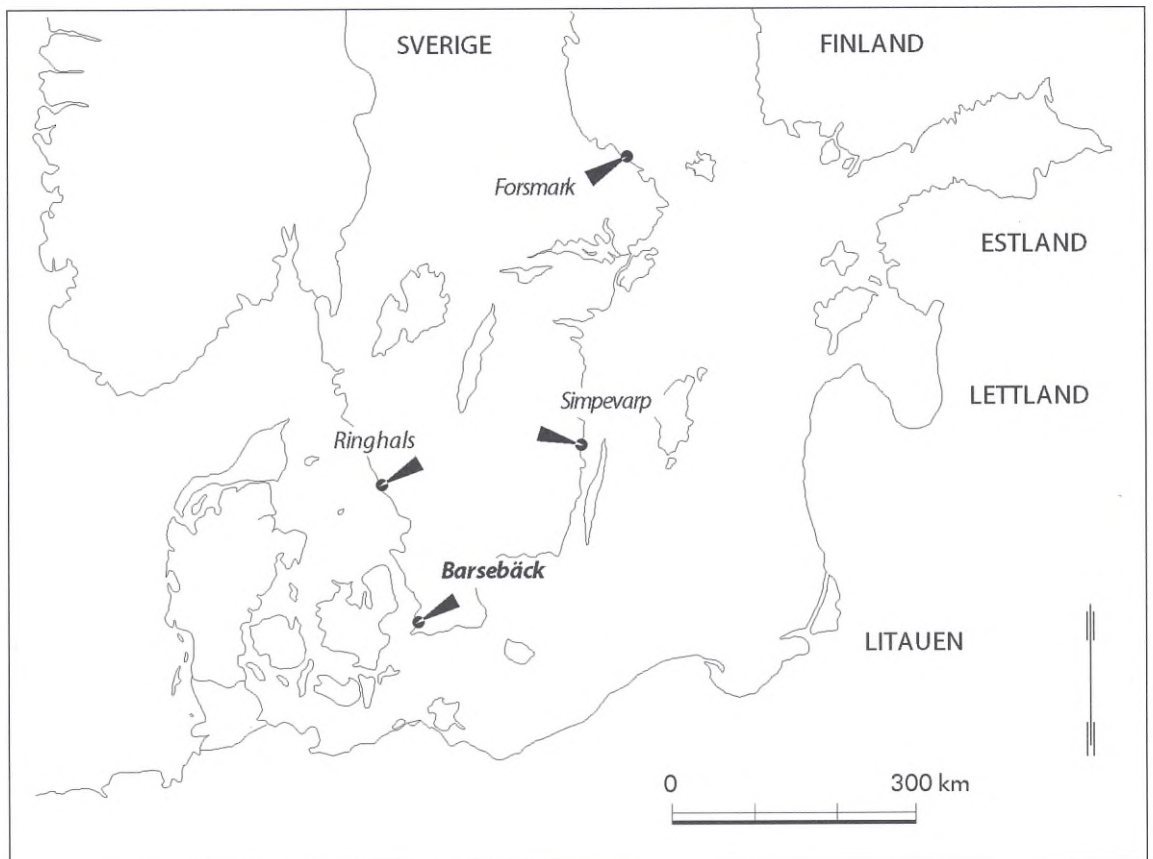
Biologiska recipientkontroll
vid kärnkraftverken
Årsrapport för 1998 sid 25-79

Biologiska kontrollundersökningar vid Barsebäcks kraftverk 1985–1997

Stig Thörnqvist

Fiskeriverket, Kustlaboratoriet, Nya Varvet, Byggnad 31, 426 71 V. FRÖLUNDA

Sammanfattning	7
Inledning och bakgrund	8
Zon 1. Kylvattensystemet	8
Zon 2. Utsläppsområdet	9
Zon 3. Blandningszonen	9
Zon 4. Fjärrzonen	9
Senare års undersökningar	10
Metoder	10
Resultat	12
Undersökning av könsorgan på tjockläppad mulle	19
Kontroll av ålförekomst i silstationen	19
Referenser	22
English summary: Biological monitoring at Barsebäck nuclear power plant 1985–1997	23



Sammanfattning

Resultaten från de biologiska undersökningarna vid Barsebäcks kärnkraftverk under åren 1985–97 sammanfattas i denna rapport. Undersökningarna har omfattat studier av fisksamhället genom provfisken med små ryssjor i det kylvattenpåverkade området nära kraftverket. Vidare har förluster av ålyngel, som sugts in med kylvattnet, skattats. Skador på fiskars könsorgan genom kylvattenpåverkan har registrerats vid undersökningar i andra kärnkraftverksrecipienter, varför en studie av gonader från multe genomförts vid Barsebäck.

Några förändringar gentemot tidigare vad avser fångstmängder eller artfördelningar, som skulle kunna tolkas som effekter av kylvattenutsläppet, har inte registrerats. Årsproduktionen vid kraftverket har minskat något under perioden och var c:a 10% mindre 1994–1997 och 30–40% mindre 1992–1993 jämfört med 1989–1991. Den minskade energitillförseln till omgivningen som detta medför kan vara en förklaring till att temperaturskillnaderna inom det provfiskade området blivit mindre. Detta till trots kvarstår en tendens för några av de vanligaste arterna att fångas i högre utsträckning i det av kylvattenutsläppet mest påverkade området. Tydligast är denna tendens för gulål under våren och sommaren. Det kan som tidigare tolkas som en anlockning till varmare vatten men också bero på att fiskens rörelseaktivitet stiger med temperaturen.

En av stationerna belägen i den så kallade blandningszonen, där temperaturpåverkan är liten och mycket variabel, avviker från den allmänna tendensen i

rangordningen mellan stationerna genom att ofta uppvisa de högsta fångsterna av flera arter. Troligtvis skiljer sig biotopen här från de andra i något annat avseende än temperaturen.

Fångsterna av gulål har ökat under början av 90-talet, sannolikt på grund av en kombination av högre temperatur under fiskeperioderna och nyrekrytering till det fiskbara beståndet. Likaså avspeglas den förbättrade rekryteringen av ungtorsk under senare år i fångsterna, medan däremot rekryteringen av tånglake försämrats. Att resultaten i provfiskena, förutom att de ingår i en recipientkontroll, belyser storskaliga variationer i fiskars rekrytering gör dem ytterligare värdefulla.

Mängden ålyngel, som sugts in med kylvattnet, har varit mindre under senare år jämfört med resultaten från början av 80-talet. Antalet kontroller per år har dock minskat, vilket ökar risken att den skattning som ligger till grund för kompensationsutsättningarna blir felaktig. Om storleksfördelningen för de ålyngel som passerar kylvattnet liknar den för ålyngel som fångas i undersökningar vid Öresundsbron, är dödligheten troligtvis större än vad som tidigare antagits. Det kan därför inte uteslutas att förlusterna av ålyngel genom kylvatteninsuget har underskattats, och att de därför inte kompenserats fullt ut. Metodiken vid ålyngelkontrollen bör förbättras. De hittillsvarande resultaten visar, att förekomsten av glasål kulminerar i mars, medan förekomsten av pigmenterade ålyngel når sin kulmen i juli. Kontrollerna av rensmaterialet från silstationerna bör därför koncentreras till denna period.

Inledning och bakgrund.

Barsebäcks kärnkraftverk är beläget på Sveriges västkust vid Öresund mellan Malmö och Landskrona (figur 1). Kraftverkets första aggregatet, om 580 MW, startades 1975. Sommaren 1977 togs ett andra aggregat med samma effekt i bruk. Totalt kräver dessa vid full drift 45 m³ vatten per sekund för sin kylning.

Vid planeringen av byggandet av kraftverket gav vattendomsstolen i uppdrag till Naturvårdsverket att utreda de biologiska effekterna av produktionen. Dessa undersökningar som startade 1969 utfördes av dåvarande kustvattenenheten vid Naturvårdsverket. De pågick i ett inledande skede fram till 1983. Resultaten beskrevs i en sammanfattande rapport (Grimås och Neuman 1983), varefter en begränsad del av undersökningarna bedrevs vidare i ett löpande kontrollprogram. Vid omorganisationen av Naturvårdsverket 1991 överfördes Kustlaboratoriet och därmed även ansvaret för kontrollprogrammet till Fiskeriverket.

Kylvattnet tillför energi till det omgivande ekosystemet och påverkar de organismer som lever där. Exempelvis fisk som är växelvarma djur anpassar sin kroppstemperatur till omgivningens. De livsuppehållande biokemiska processernas hastighet styrs av temperaturen, vilket innebär att organismer som är växelvarma tenderar att optimera sina beteenden i förhållande till den temperaturgradient som normalt råder i deras livsrum. Mängden energi som en organism kan frigöra för rörelseaktivitet, tillväxt och uppbyggnad av könsprodukter är maximal inom ett artspecifikt temperaturområde. Teoretiskt innebär det att arter, som föredrar lägre temperatur än den som råder i det kylvattenpåverkade området, kommer att undvika detta, medan tätheten av fiskar med högre preferenstemperatur kommer att öka, och deras rörelseaktivitet och tillväxt bli högre under de perioder de attraheras till utsläppen, naturligtvis förutsatt att de kan finna tillräckliga mängder föda.

Att rörliga organismer som fisk kan reagera på temperaturgradienter medför en risk att betydligt fler individer påverkas av ett kylvattenutsläpp än de som normalt skulle leva i ett sådant relativt begränsat område. Detta är ett av huvudmotiven till att tyngdpunkten i kontrollprogrammen vid de svenska kärnkraftverken ligger just på fisk.

I förundersökningarna och de mer omfattande undersökningarna fram till 1983 ingick studier av flera nivåer i ekosystemet. Förutom fisk studerades bottenfauna och flora liksom zooplankton. För en fullständig förteckning över undersökningarna hänvisas till den sammanfattande rapporten 1983.

I sammanfattningen av resultaten indelades påverkansområdet i fyra huvudzoner.

- Kylvattensystemet – kylvattenvägar, silstation och kondensorer
- Utsläppsområdet – stor temperaturhöjning under längre perioder
- Blandningszonen – snabbt sjunkande och variabla övertemperaturer
- Fjärrzonen – små temperaturförhöjningar som är svåra att skilja från naturliga variationer

Zon 1. Kylvattensystemet.

Kylvattnet tas in via ett ytintag. I silstationen renas vattnet från större partiklar. Sista steget i avsilningen utgörs av bandsilar med 2 mm maskstorlek. Vattnet går sedan vidare i kondensorer där det värms 10–12 °C varefter det återförs till havet. Effekter undersöktes avseende förluster av planktoniska kräftdjur, ägg och larver av fisk samt vuxen fisk. Förlusten av planktoniska kräftdjur var i storleksordningen 25% och orsakades främst av filtrerande organismer (Karås 1981). Mängden ägg och larver av fisk som sugas in är relativt ringa, eftersom ägg av tex torsk och plattfisk inte flyter i den normala salthalten (<10‰) i Öresunds övre vattenlager (Andersson 1981).

Ål bedömdes vara den enda art för vilken bortfallet i silstationen kan ha nämnvärd ekologisk eller ekonomisk betydelse (Jacobsson 1983). Kontroller av förlusten av ål har därefter fortlöpande gjorts, bl a med syfte att fastställa behovet av kompensationsåtgärder.

Zon 2. Utsläppsområdet.

Det av värme ständigt påverkade området är ungefär en halv kvadratkilometer stort. Blandningen styrs av det naturliga ström-systemet som i huvudsak är nordgående. Det gör att utbredningen av detta område nästan alltid når ca 1000 m nordväst från utsläppet. Området ligger till övervägande delen innanför tremeterskurvan och temperaturhöjningen är även i zonen yttre del 5–8 °C vid full drift.

Omfattande påverkan på vegetationens sammansättning konstaterades inom området. Grön- och rödalger ökade på bekostnad av brunalger (Nyquist 1983, Stjernquist 1981). Inom zonen ansamlas tidvis stora mängder fisk av olika arter eftersom de attraheras av värmen. Genom den snabba temperaturhöjningen blir utsläppsvattnet gasöversättat, särskilt under våren, vilket orsakat dödlighet p g a gasblåsesjuka hos näbbgädda (Jacobsson 1981). Varmvattenområdet har också inneburit en refug för tjockläppad mulle som därigenom kunnat övervintra i Öresund. Denna fiskart har annars sitt huvudsakliga utbredningsområde i sydligare delar av Atlanten.

Anlockning och skyende p g a temperaturen studerades genom provfisken. Fångst av varmvattenarterna ål och strandkrabba gynnades, och under vintertid var fångsterna av torsk betydligt högre än i referensområdet (Neuman 1981). Analyser av näringsval hos gulål visade också att näringsstillgången var tillräcklig i utsläppsområdet (Karås 1981). Det ansågs leda till att temperaturhöjningen i zonen kunde tillgodogöras för snabbare tillväxt och därmed ge ökad produktion av ål.

Zon 3. Blandningszonen.

Utbredningen av denna zon varierar men är i huvudsak nordlig. Den utgörs av det område inom vilket temperaturhöjningar om minst 1 °C påträffas. Ytan av detta område är i storleksordningen 20 km², varav högst 5 km² samtidigt har mätbar övertemperatur. Inom området konstaterades en ökad diversitet i växtsamhället (Stjernquist 1981). Vid undersökningar av bottenfaunan fann man indikationer på, att till de nya förhållandena bättre anpassade arter vandrade in, och att ett nytt bottenfaunasamhälle var på väg att etableras (Ljungberg och Smith 1981).

Liksom i utsläppsområdet gav provfiskena större fångster av torsk under vinterhalvåret i förhållande till referensområdet. Särskilda undersökningar gjordes beträffande den ekonomiskt viktiga blankålen (Neuman och Thoresson 1981). Några skyende- eller anlockningsreaktioner som störde yrkesfisket kunde inte påvisas.

Zon 4. Fjärrzonen.

Temperaturhöjningen inom denna zon överstiger ej 1 °C, vilket gör att den inte går att urskilja från de naturliga variationerna. Området utnyttjas därför som referens till närzonerna. Undersökningarna visade inte några effekter på fisk, som kunde antas ha betydelse inom denna zon, förutom vad gäller förlusterna av ål i silstationerna.

Fisket efter blankål med bottengarn var tidigare det ekonomiskt viktigaste kustfisket i Öresund. De vikande fångsterna under 70-talet ledde till att detta fiske numera är nedlagt. Den minskande tillgången på ål kunde också följas i provfiskena kring kraftverket. Under åren 1971–1989 ingick i undersökningarna fiske med bottengarn på två platser, ett i utsläppsområdet och en referens. Fångsterna i dessa redskap avspeglade den allmänna nedgången i torsk- och ålbestånden. Torskfångsten var i storleksordningen en tiondel i slutet av 80-talet jämfört med början av 70-talet. Ålfångsterna beskrev samma utveckling.

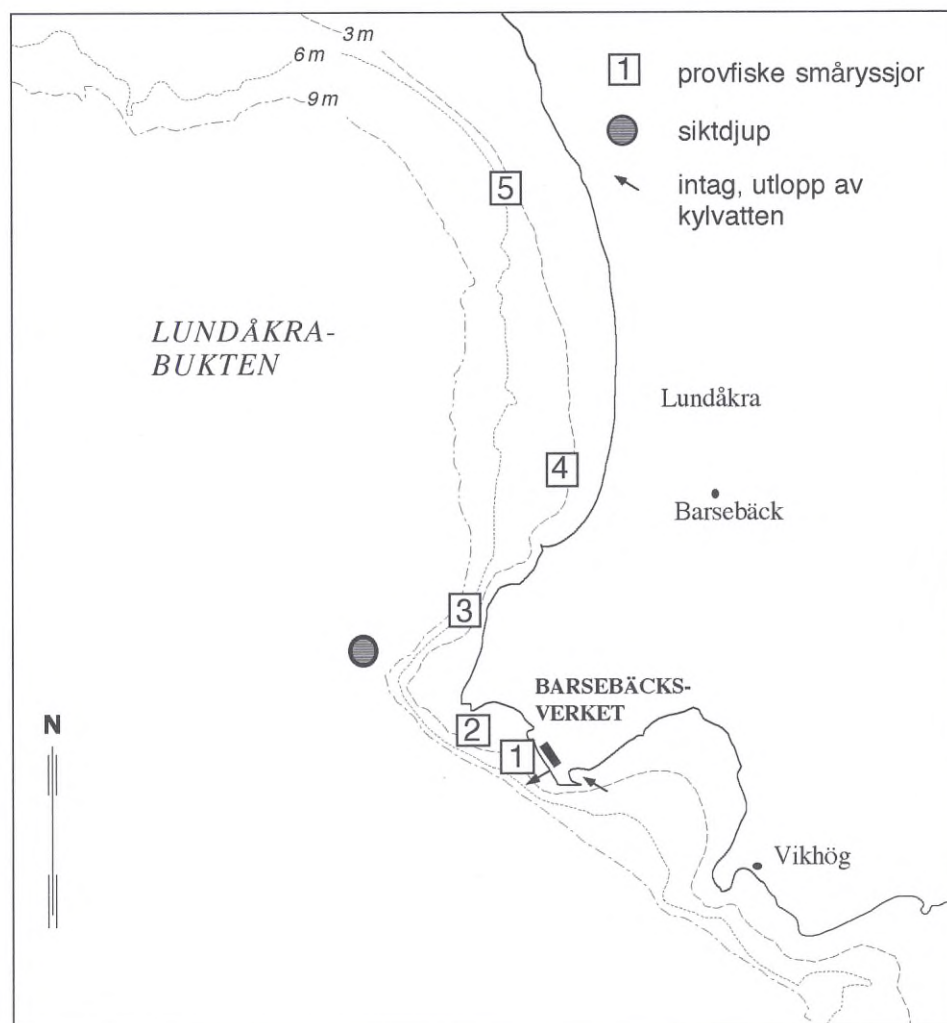
Senare års undersökningar

Efter utvärderingen 1983 begränsades undersökningarna till studier av fisksamhället genom provfiske med småryssjor i april och augusti samt stickprovskontroll av ålförekomst i rensmassorna från silstationen.

Metoder

Påverkan på fiskbestånden studeras genom provfiske med småryssjor. För en utförligare beskrivning av fiskeredskapet hänvisas till "Handbok för kustundersökningar" (Thoresson 1992). Fisket är genomfört så att det följer den indelning i påver-

kanszoner som tidigare skisserats. Temperaturzonerna är inte klart avgränsade områden utan påverkansområdet har karaktären av gradient. Provfisket har bedrivits på fem sektioner, som representerar de olika påverkanszonerna, två inom utsläppszonen och två inom blandningszonen, medan den femte sektionen, som är referens, är placerad i fjärrzonen (figur 1). Sektionernas placering följer den huvudsakligen nordliga strömriktningen och därmed utbredningen av varmvattensplymen.

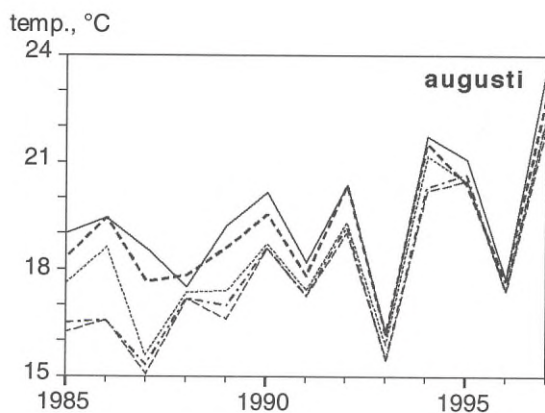
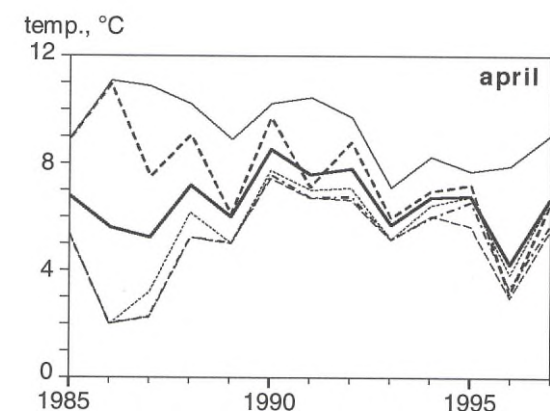


Figur 1. Undersökningsområdet utanför Barsebäck. Sektion 1 och 2 är inom utsläppszonen. Sektion 3 och 4 är inom blandningszonen. Sektion 5 är referens.

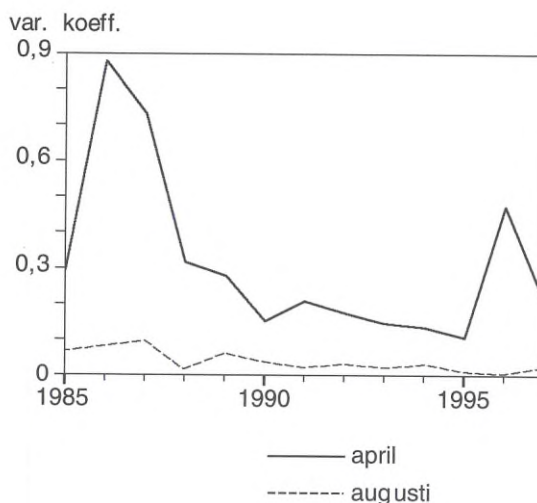
Under de inledande undersökningarna studerades fiskfångsternas fördelning över temperaturskalan (Neuman 1981). Med ledning av dessa resultat kunde arterna grupperas efter sin temperaturpreferens i kallvattenarter och varmvattenarter. För att kunna studera påverkan av kylvattenutsläppet på båda dessa kategorier av fiskarter genomfördes det fortsatta fisket dels på våren i april, dels under sommaren i augusti. Inom varje

sektion fiskades med minst sex ryssjehus per fiskenatt. Totalansträngningen har varierat något mellan år, men varje sektion har fiskats minst tio nätter i vardera temperaturregimen och de flesta år mer. Redskapen vittjades varje dygn, och fångsten registrerades så att en natts fiske med ett ryssjehus utgör minsta enheten en fiskeansträngning. För varje art registrerades antal och totalvikt. All fisk längdmättes och registrerades i 2,5 cm längdgrupper.

Vattendjupet på sektionerna är mellan tre och sex meter. Vid varje vittjningstillfälle registrerades temperaturen. Medeltemperaturen under fiskeperioden användes sedan för jämförelser av temperaturförhållandena på sektionerna (figur 2). Temperaturdifferensen var större under kallvattenfiskena i april än vid varmvattenfiskena i augusti. Skillnaden mellan lokalerna minskade dock över tiden både i april och augusti (figur 3).



— sektion 1 - - - - sektion 4
 - - - - sektion 2 - - - - sektion 5
 - · - · - sektion 3 — medel



Figur 2. Medeltemperaturen på provfiske-sektionerna under fiskeperioderna.

Figur 3. Variationskoefficient för medel-temperaturen på provfiske-sektionerna under fiskeperioderna i april och augusti.

I silstationerna passerar kylvattnet silar med 2 mm maska. Det bortsilade materialet samlas i container för att efter kontroll tippas i kylvattenutsläppet. Förekomsten av ål i rensmassorna kontrollerades genom stickprov i containrarna. Med ledning av stickproven beräknades totala mängden ål av olika storlekar som sugts in med kylvattnet. Förlusten skattas genom stickprov från rensmaterialet fördelat på glasål, liten gulål (<50 gram) och stor gulål (>50 gram). Detta ligger sedan till grund för kompensationsutsättningar i Öresund. Sumpningsförsök har visat att 100% av glasålen och 25% av småålen dör genom hanteringen. Större ålar skadas ej.

Resultat

Totalt fångades 26 fiskarter, 17 under vårfiskena i april och 21 under sommarfiskena i augusti (tabell 1). Torsk, tånglake, skrubbskädda, rötsimpa och gulål utgjorde tillsammans 97% av fiskfångsten. Under augustifiskena fångades också mycket strandkrabba. Strandkrabba och ål kan klassificeras som typiska varmvattenarter, d v s de har en hög preferenstemperatur och fångas i större utsträckning vid högre temperaturer. Torsk, tånglake och skrubbskädda däremot räknas till kallvattenarterna.

Övriga arter förekom sporadiskt, och fångsterna av dessa analyseras inte här.

Tabell 1. Totalfångst av alla arter 1985–1997 vid provfisken i Barsebäcks recipientkontrollprogram.

	april		augusti	
	totalantal	% av fångsten exkl. krabba	totalantal	% av fångsten exkl. krabba
abborre	4	0,1	44	0,8
mört			5	0,1
id	1		5	0,1
sill			1	
horngädda			1	
torsk	919	31,2	251	4,6
vitling	4	0,1	145	2,7
gråsej			2	
lyrtorsk	2	0,1		
piggvar			5	0,1
rödspätta	8	0,3	3	0,1
sandskädda	1			
skrubbskädda	510	17,3	435	8
tunga	6	0,2	32	0,6
skärsnultra	19	0,6	134	2,5
stensnultra			18	0,3
svart smörbult			7	0,1
obest. snultror	23	0,8	592	10,9
sjurygg	14	0,5		
blankål	4	0,1	65	1,2
gulål	304	10,3	2524	46,6
rötsimpa	393	13,3	210	3,9
tånglake	725	24,6	920	17
tångspigg	7	0,2	1	
större havsnål	4	0,1	16	0,3
strandkrabba	25		3686	

Gulål.

Gulålen var förutom strandkrabba den dominerande arten i fångsterna i augusti. Den är en typisk varmvattenart och fångsten är starkt positivt korrelerad med temperaturen. Fångsterna var också betydligt större på alla sektioner i augusti. Sektion 1 och 4 gav de i genomsnitt högsta fångsterna både i april och augusti (tabell 2). Rangordningen mellan lokalerna följde med undantag för sektion 4 väl temperaturgradienten. Temperaturskillnaderna har varit små mellan sektion ett och två liksom mellan de andra sektionerna, särskilt i augusti (tabell 3). En jämförelse av fångsterna efter denna sektionsindelning visade att fångsterna i augusti var signifikant högre på sektion 1 och 2 än på sektion 5, medan däremot ingen skillnad

förelåg mellan sektion 1 och 4 (tabell 4). De förhållandevis höga fångsterna på sektion 4 antyder att förhållandena där skiljer sig från de övriga i något annat avseende än temperatur, vilket visar att effekterna på ålfångsterna av högre temperatur inte givit variationer som var större än vad som förekom naturligt.

Mellanårsvariationen följde i stor utsträckning samma utveckling på alla sektioner vid både varm- och kallvattenfiskena. Den generella tendensen var att fångsterna ökade under senare år i augusti, men att någon sådan tendens inte märktes i aprilfiskena (figur 4). De högsta aprilfångsterna erhöles under de varma vårarna i början av 90-talet. Temperaturens inverkan på fångsten analyserades med normerade årsvärden av fångst/ansträngning

Tabell 2. Sektionsvisa medelfångster av de vanligaste arterna per natt och ryssjehus för perioden 1985–1997.

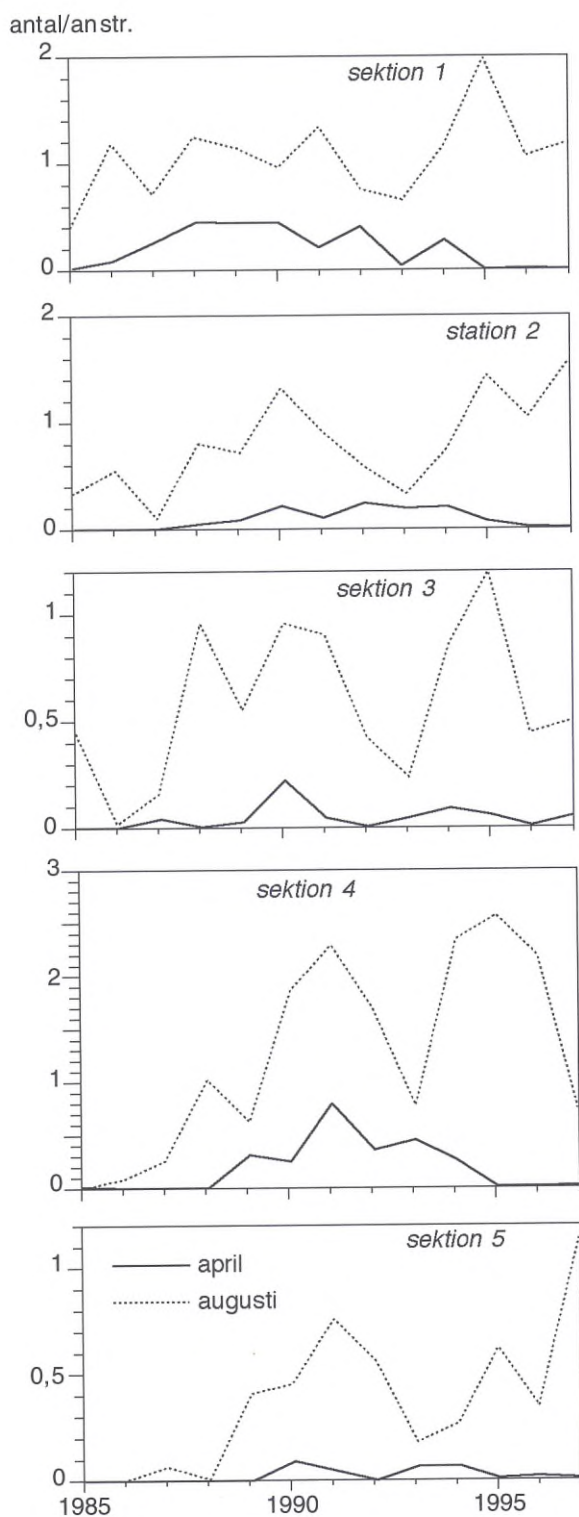
sektion	gulål	april			gulål	augusti		
		torsk	skrubba	tånglake		torsk	skrubba	tånglake
1	0,20	0,31	0,13	0,37	1,04	0,10	0,18	0,36
2	0,09	0,31	0,09	0,22	0,80	0,07	0,11	0,49
3	0,04	0,20	0,11	0,14	0,59	0,07	0,09	0,38
4	0,19	0,39	0,27	0,56	1,26	0,06	0,10	0,37
5	0,02	0,20	0,18	0,02	0,37	0,07	0,17	0,04

Tabell 3. Sektionsvisa medeltemperaturer under fiskeperioderna.

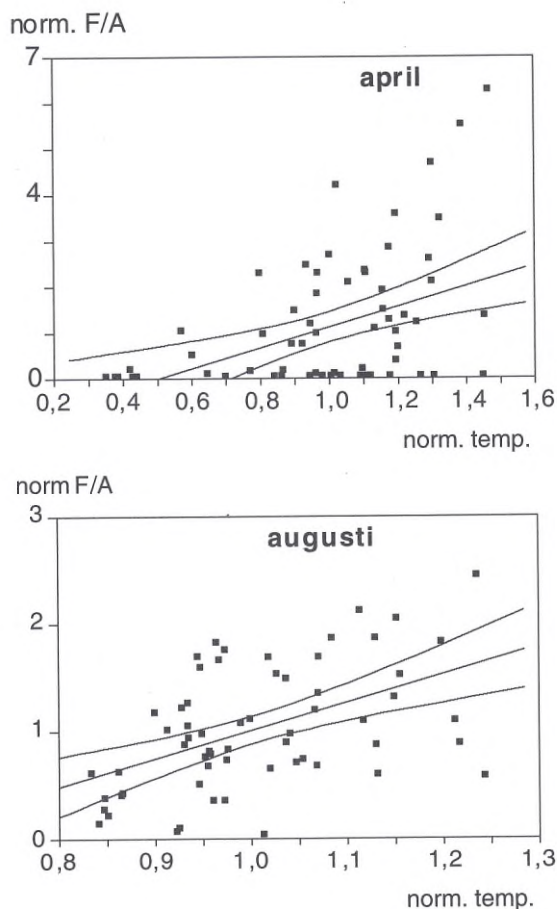
sektion	medeltemperatur	
	april	augusti
1	9,2	19,5
2	7,5	19,1
3	5,6	18,4
4	5,2	18,0
5	5,1	17,9

Tabell 4. Tukey's test av absolut skillnad mellan medelvärden, gulål i augusti. $\Delta_{krit} = 0,38$.

sektion	2	3	4	5
1	0,25	0,46*	0,19	0,71*
2		0,23	0,42*	0,48*
3			0,65*	0,25*
4				0,90*



Figur 4. Tidsutveckling av fångst / ansträngning av gulål.

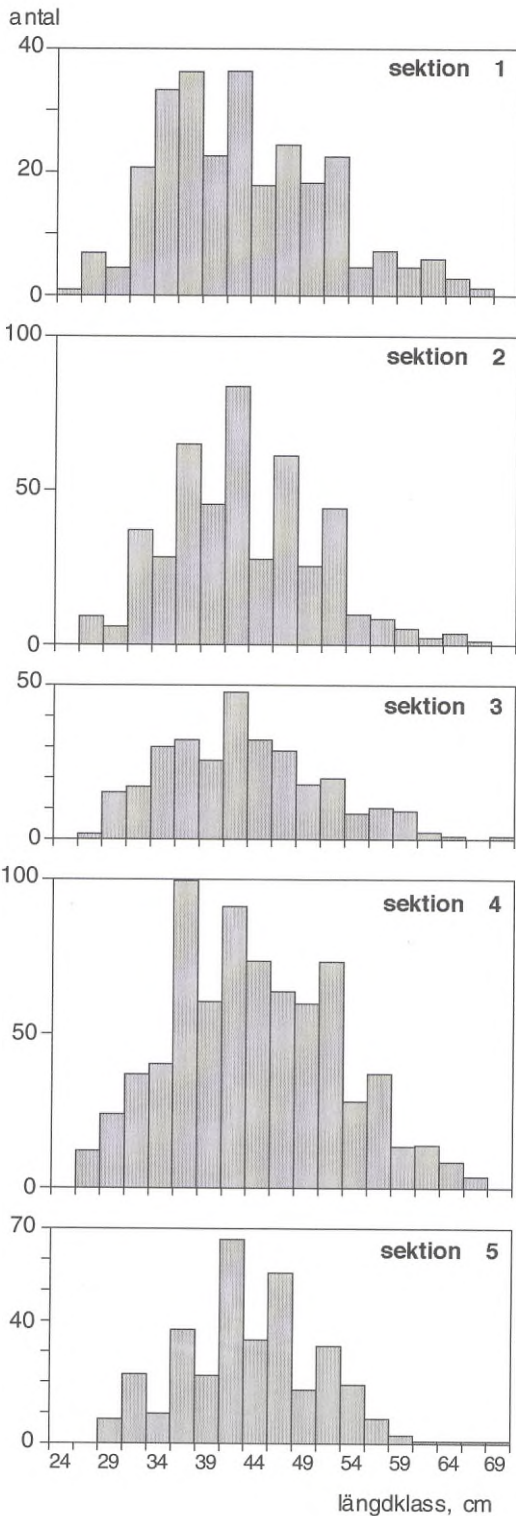


Figur 5. Regression för normerad fångst / ansträngning mot normerad temperatur; gulål.

och temperatur (figur 5). Som norm användes medelvärdena för hela perioden på respektive sektion. Sambandet var signifikant positivt både i april ($r=0,43$, $p<0,001$) och augusti ($r=0,49$, $p<0,001$).

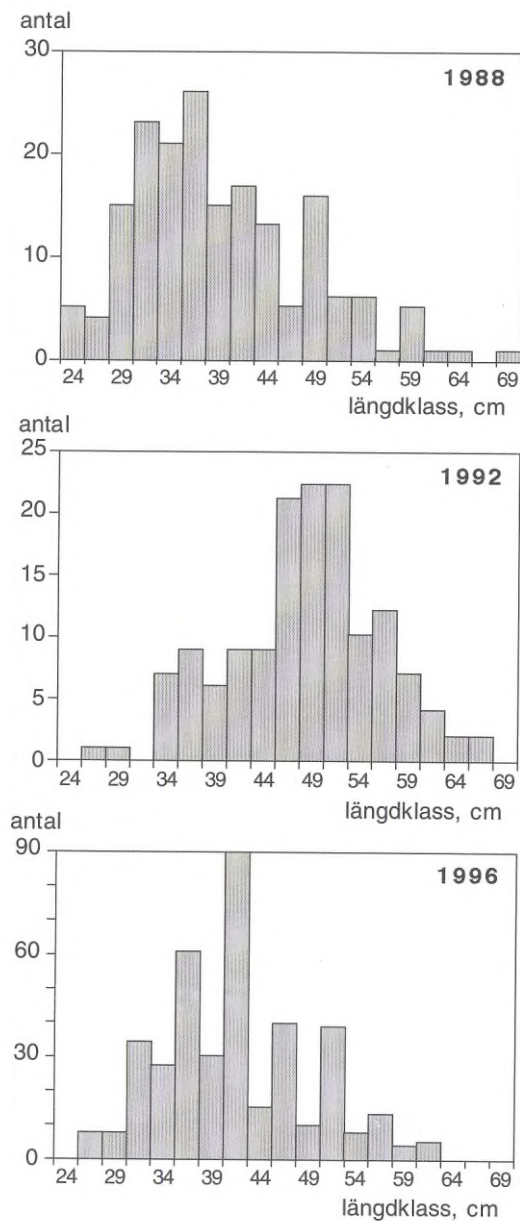
Rörelseaktiviteten är större vid högre temperaturer, vilket leder till högre fångster. Det är därför troligt att åtminstone en del av förklaringen till de ökande fångsterna i augustifiskena under senare år är den ökade aktiviteten i de högre temperaturerna under denna period.

Längdfördelningen i fångsterna skiljer sig inte åt mellan sektionerna sett över hela perioden (figur 6). Däremot ökade medellängden i totalfångsterna under



Figur 6. Sektionsvis längdfördelning för hela perioden, gulål.

perioden 1988 till 1992 med ungefär 10 cm (figur 7). Det kan tolkas så att rekryteringen till det fiskbara beståndet under denna period var svag. Under de senaste åren har medellängden minskat igen, vilket kan betyda att en del av ökningen i ålfångsterna kan förklaras av förbättrad rekrytering under 1990-talets första år.



Figur 7. Längdfördelning hos gulål i augusti alla sektioner sammanslagna.

Strandkrabba.

Med början 1989 bokfördes fångst av strandkrabba i provfisket. Det är en varmvattenart, och fångsten är positivt korrelerad med temperaturen. Fångsterna minskade i början av 90-talet men ökade på alla sektioner 1997 (figur 8). Rangordningen mellan lokalerna vad avser fångst/ansträngning följde väl temperaturgradienten, men sektion fyra avvek från mönstret genom större fångster (tabell 5).

Tabell 5. Fångst/ansträngning av strandkrabba i augusti, hela undersökningsperioden.

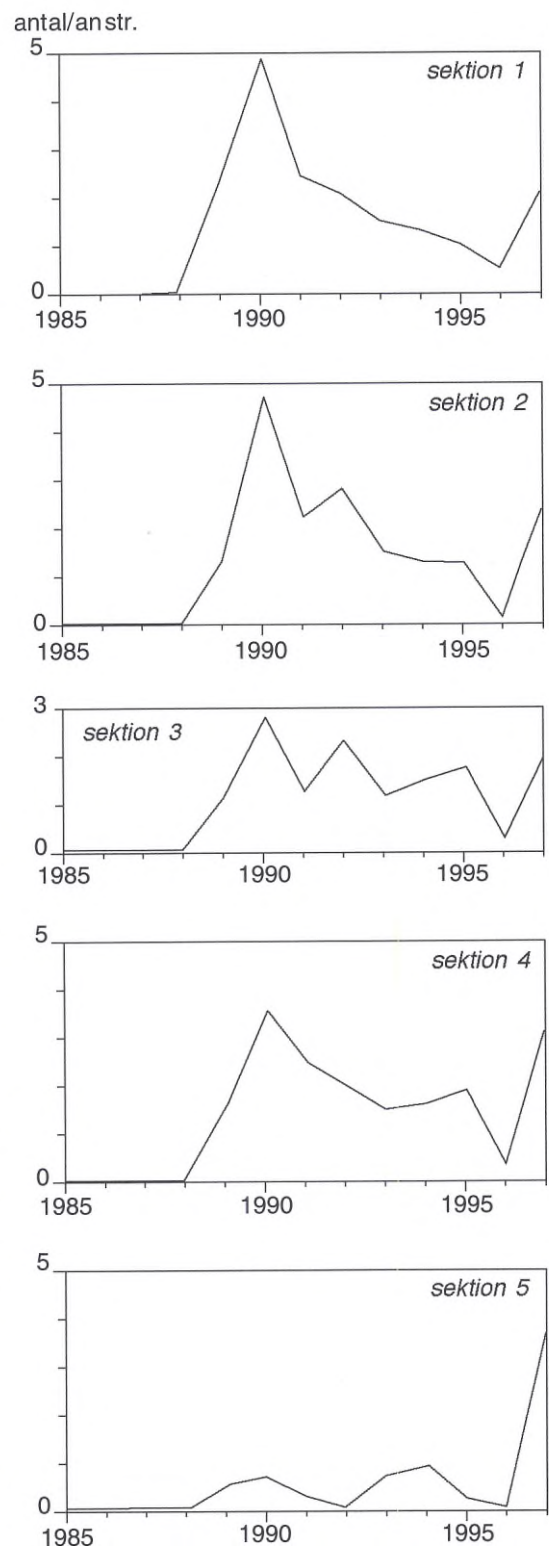
sektion	fångst/anstr.
1	2,04
2	2,00
3	1,54
4	2,01
5	0,85

Torsk.

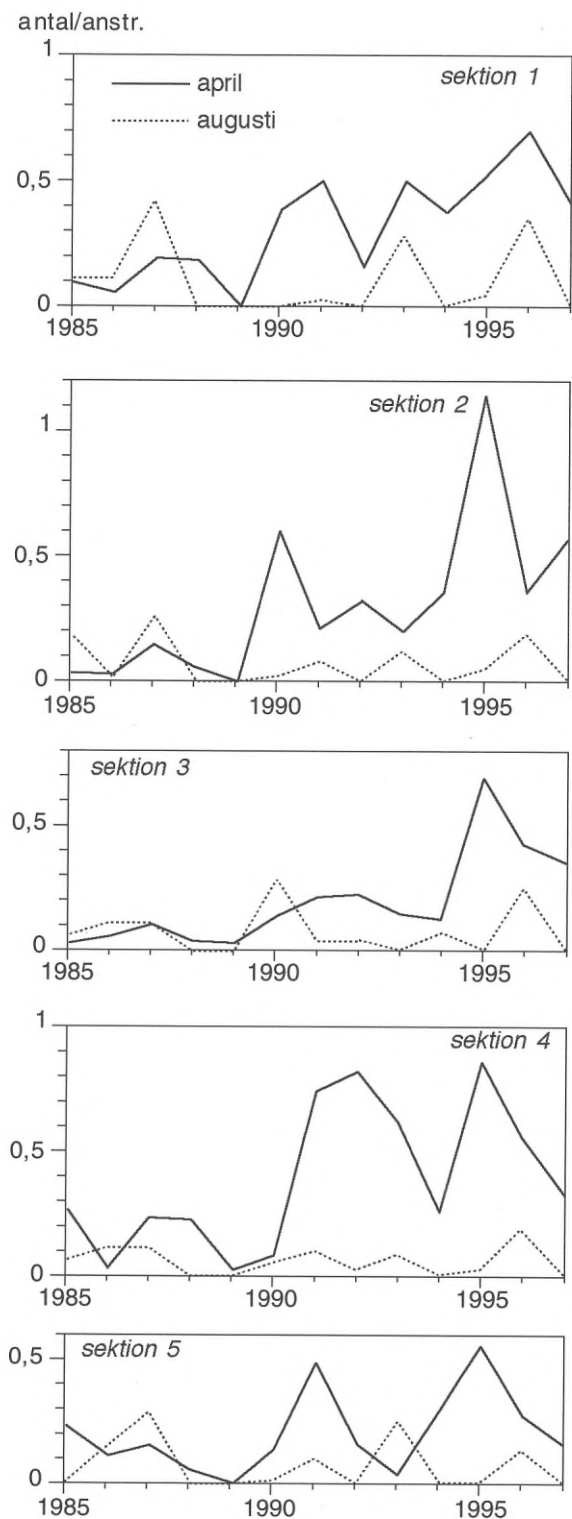
Fångsterna av torsk var större i april än i augusti på alla sektioner (tabell 2). De största fångsterna erhöles på sektion fyra, men skillnaden mellan sektionerna var mycket liten. Överensstämmelsen i mellanårsvariationen var god (figur 9). Den generella tendensen är att fångsterna har ökat sedan 1985 och framåt. Regressionsanalys med normerade värden av fångst/ansträngning mot tid gav ett signifikant ($p < 0,0001$) positivt samband (figur 10). Däremot fanns inget samband mellan fångst och temperatur inom det temperaturintervall som rådde under aprilfiskena. De ökande fångsterna under 90-talet tyder på att rekryteringen av torsk har förbättrats i Öresund under senare år.

Skrubbskädda

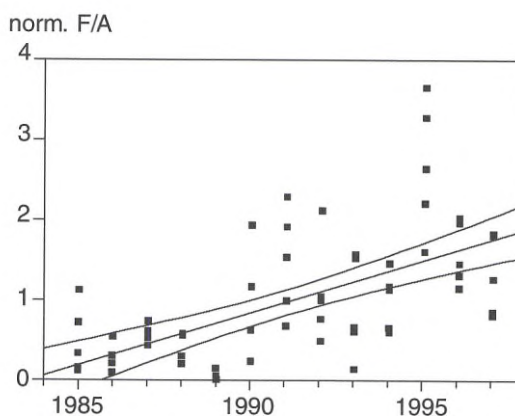
Skrubbskädda anses vara en kallvattenart. De högsta fångsterna erhöles under aprilfiskena på sektion fyra. Rangordningen mellan sektionerna skiljde sig åt mellan april och augusti. På sektion ett och två var fångsterna högre i augusti,



Figur 8. Fångst/ansträngning av strandkrabba i augusti.



Figur 9. Fångst/ansträngning av torsk i augusti och april.



Figur 10. Regression för normerad fångst/ansträngning av torsk i april mot tid.

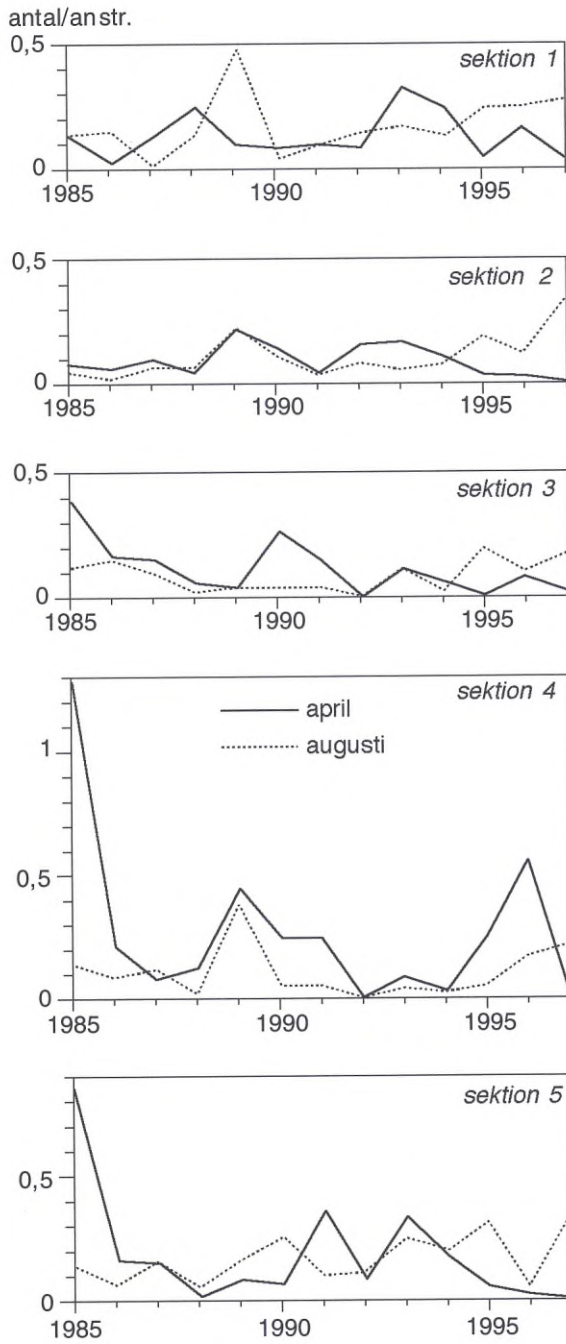
medan det omvända gällde för de tre andra sektionerna (tabell 2). Skillnaderna var dock mycket små.

Det föreligger en viss samvariation mellan år (figur 11). Exempelvis var fångsterna höga på flera av lokalerna 1989, och sedan början av 90-talet har fångsterna ökat i augusti. Den generella tendensen är att fångsterna ökar i augusti och minskar eller ligger på ungefär oförändrad nivå i april. Det finns inte något samband mellan fångst och temperatur.

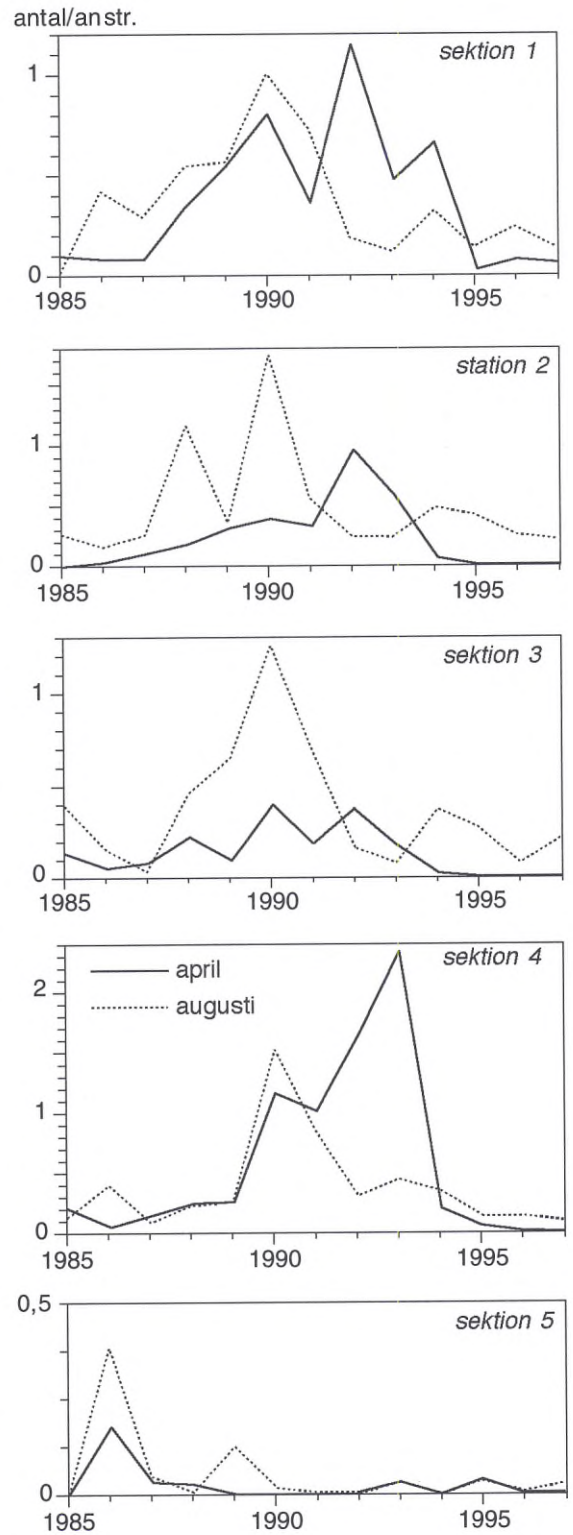
Tånglake

Tånglake är en utpräglad kallvattenart. Den är dessutom mycket stationär och föder levande ungar. Den används därför ofta i kontroll av miljöstörande verksamhet. Fångsterna var likvärdiga i april och augusti, men rangordningen mellan sektionerna skilde sig åt. Det var dock betydligt högre fångster på samtliga lokaler inom påverkansområdet än i referensområdet (tabell 2).

Mellanårsvariationen var likartad på sektionerna både i april och augusti (figur 12). Fångsten var högst under åren 1989–90 för varmvattenfiskena och 1992–93 för kallvattenfiskena. Därefter har den



Figur 11. Fångst/ansträngning av skrubbskädda i april och augusti.



Figur 12. Fångst/ansträngning av tånglake i april och augusti.

minskat drastiskt. Utvecklingen överensstämmer med resultaten på andra lokaler, där provfiske med småryssjor görs. I exempelvis recipientkontrollen vid Ringhals kärnkraftverk har fångsterna också minskat under senare år (Thörnqvist *et al.* 1998). Samma utveckling har kunnat iakttas på en referenslokal i norra Bohuslän (Jacobsson 1997).

Det fanns inga tydliga samband mellan temperatur och fångst av tånglake. Tendensen var emellertid att fångsterna var större vid högre temperaturer under kallvattenfiskena och mindre vid högre temperatur under varmvattenfiskena. Det kan tolkas så att den optimala temperaturen för tånglakens rörelseaktivitet ligger mellan de två temperaturintervallen.

Undersökning av könsorgan på tjockläppad multe

När fisk anlockas under längre tid till uppvärmda områden, finns en risk att fortplantningssystemet skadas. De första mer omfattande studierna gjordes vid litauiska och ryska värmekraftverk. I Ignalina-verkets kylsjö och vid det fossilbränsleeldade verket Elektreini i Litauen observerades allvarliga skador på äggutvecklingen hos braxen, mört och gädda. Motsvarande studier har därefter gjorts vid Forsmarks- och Oskarshamnsverken, såväl i den slutna Biotestsjön som i de öppna utsläppsområdena. Liknande skador som i de tidigare undersökningarna noterades. Äggutvecklingen hos de vårlekande fiskarna abborre, mört och gädda stördes tydligt av den höga temperaturen, medan de sommarlekande arterna gers och björkna tycktes gynnas av värme.

Vid Barsebäcksverket förekommer tidvis en betydande anlockning av tjockläppad multe. Anlockningen sker mest vintertid. Det fanns alltså en anledning att befara liknande skador som tidigare observerats på anlockad fisk.

Under vintern 1996–97 insamlades 10 honor av tjockläppad multe i könsmo-

gen storlek. Könsorganen konserverades och sändes till Litauen för en mikroskopisk analys. Av dessa fiskar var sex helt normala. De övriga fyra visade tecken på att äggcellerna skadats tidigare under utvecklingen. Rester av döda, resorberade, äggceller förekom hos dessa fiskar. En tendens till asynkron utveckling hos äggcellerna sågs också hos en av multarna. Sådana förändringar var också mycket vanliga hos abborre, mört och braxen i ovannämnda kylvattenrecipienter.

Sammanfattningsvis visade undersökningen, att skador förekom på anlockad multe, men att de inte var av lika stor omfattning som hos andra undersökta arter. Ett problem vid tolkningen av resultaten var svårigheten att erhålla jämförelsematerial. Tjockläppad multe kan inte utan mycket stora ansträngningar fångas vintertid utanför Barsebäcksområdet. Resorbationer förekommer normalt hos fisk i varierande omfattning, men hur vanligt detta är hos nordliga bestånd av tjockläppad multe kan alltså inte fastställas.

Kontroll av ålförekomst i silstationen.

I denna rapport görs en sammanställning av förlusterna av ål i silstationen under åren 1984 till 1997. Eftersom kontrollerna inte alltid genomförts med jämna mellanrum, och containrarna många gånger tömtes mellan kontrolltillfällena, blir inte alla ålyngel som passerar silstationen registrerade. Därför har den totala mängden ål som passerar kraftverket per månad beräknats med ledning av stickproven. I beräkningarna antogs att de vid kontrollerna observerade ålarna var insugna under det sista dygnet. På så sätt erhöles ett dygnsmedelvärde för varje månad, och med detta beräknades den totala mängden ål som passerar kylvattenvägarna in till silstationen.

Totalt gav beräkningarna att nära 5 000 kg gulål (<50 gram) passerat kylvattenvägarna under de elva år kontrollen genomförts. Kontrollen av glasål har på-

gått under sju år, då totalt c:a 40 000 ålar beräknas ha transporterats in i kraftverkets silstation (tabell 6). De första åren gjordes ingen åtskillnad mellan glasål och nypigmenterade ålyngel. Dödligheten efter hanteringen i silstationerna har skattats genom sumpningsförsök och visat sig vara beroende av ynglens storlek. För glasål var den 100% och för yngel upp till 50 gram 25%.

Det är osäkert hur viktfordelningen bland de räknade ålynglen har sett ut. En uppskattning av denna fördelning kan emellertid erhållas från undersökningar som Kustlaboratoriet under de senaste åren gjort i samband med byggandet av Öresundsförbindelsen. Ålyngel fångas i juli–augusti vid dessa undersökningar med fallfälla inne på grunt vatten. Sannolikt är storleksfördelningen i det materialet (figur 13) densamma som hos de ålyngel som suggs in med kylvattnet. Storleksfördelningen i de utförda sumpningsförsöken är okänd. Då dödligheten var 100% för glasål, torde den även vara mycket hög för de nypigmenterade ynglen, d v s ålar mindre än två gram. Då dessa dominerade i Öresundsmaterialet kan man inte utesluta att den totala dödligheten

inom gruppen ålyngel <50 gram är högre än det tidigare antagna 25%.

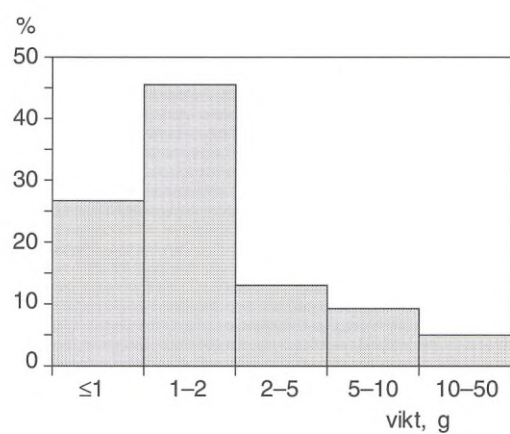
Under år 1993 och 1994 gjordes kompensationsutsättningar om 100 kg per år vilket inte kompenserar de totala förlusterna under år 1993–1997 om dödligheten, vilket de nya beräkningarna tyder på, varit högre än man tidigare ansett.

Skattningarna under senare år är osäkra, eftersom antalet kontroller varit lågt. Det är också troligt, att både mängden glasål och pigmenterat yngel underskattas, eftersom de är mycket svåra att upptäcka bland rensmassorna. Ofta kommer ålen samtidigt som det också suggs in mycket vegetation. Att ständigt gå igenom allt detta material är för tidsödande, men någon form av skattning av antalet ålyngel som upptäcks vid en ur tidssynpunkt rimlig arbetsinsats bör kanske göras. Kontrollerna bör också om möjligt koncentreras till den tid under året då huvuddelen av ålynglen kan förväntas komma. Fördelningen över året av hela materialet under 1984–1997 visar att 99% av glasålen och ålynglen registrerats under februari–april respektive april–oktober (figur 14).

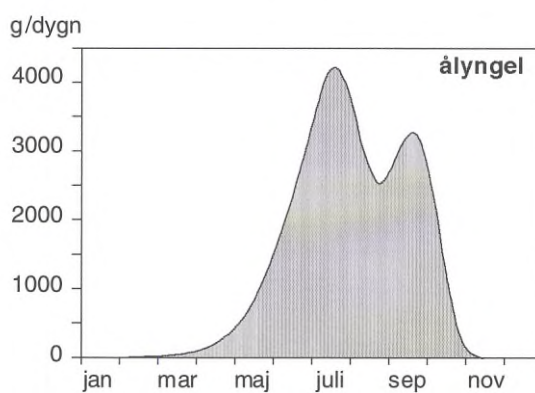
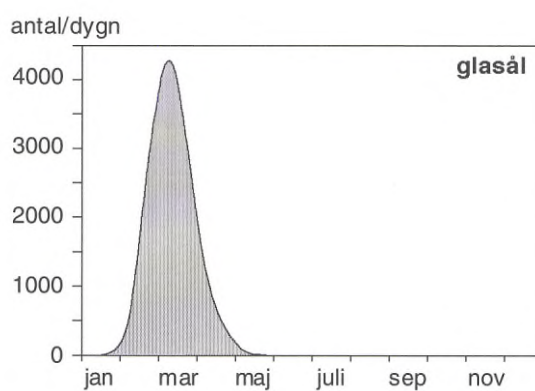
Tabell 6. Observerat och beräknat antal och vikt av "liten" gulål och glasål i silstationskontrollen samt kontrollfrekvens. Uppgifter från journaler.

år	antal kontroller	gulål <50 g, kg		glasål antal	
		observerat	beräknat	observerat	beräknat
1984	168	281	1728		
1985	uppgift saknas				
1986	110	71	459		
1987	157	500	1130		
1988	97	81	187		
1989	124	95	266	4966	8700
1990	121	103	215	145	268
1991	128	52	244	0	0
1992	102	21	60	1609	3215
1993	92	14	45	13209	22236
1994	61	27	106	735	3798
1995	42	11	138	640	1532
1996	3		29*		0*
1997	29		185*		0*

*Uppgifter från årsrapporter.



Figur 13. Viktfördelning hos 100 ålyngel från Öresund fångade med fallfälla.



Figur 14. Mängden glasål resp. ålyngel i silstationen, medelvärden för perioden 1984–1995.

Referenser

- Andersson, J. 1981. Fiskägg och fiskyngel i kylvattenintaget vid Barsebäcksverket 1979–1980. Statens Naturvårdsverk, opublicerad rapport.
- Grimås, U. och E. Neuman. 1983. Biologiska undersökningar vid Barsebäcks kärnkraftverk 1969–1983, sammanfattning. Statens Naturvårdsverk, SNV PM 1690.
- Jacobsson, A. 1983. Fisk i silstationerna för Barsebäcksverket 1982–1983. Statens Naturvårdsverk opublicerad rapport.
- Jacobsson, A. 1981. Död av horngädda utanför Barsebäcksverket. Statens Naturvårdsverk, opublicerad rapport.
- Jacobsson, A. 1997. Integrerad fiskövervakning i referensområden, Fjällbacka. Årsrapport för 1996. Opubl. rapport. 7 s.
- Karås, P. 1981. Zooplanktonstudier i kylvattenvägarna vid Barsebäcks kärnkraftverk. Statens Naturvårdsverk, SNV PM 1439.
- Karås, P. 1981. Näringsval hos gulål vid Barsebäcks kärnkraftverk åren 1979 och 1980. Statens Naturvårdsverk, SNV PM 1420.
- Ljungberg, P. och S. Smith. 1981. Bottenfaunistiska undersökningar i anslutning till varmvattenutsläppen från kärnkraftverket i Barsebäck 1976–1979. Statens Naturvårdsverk opublicerad rapport.
- Neuman, E. 1981. Temperaturen inverkan på fiskfångster vid Barsebäcks kärnkraftverk 1971–1980. Statens Naturvårdsverk, SNV PM 1441.
- Neuman, E. och G. Thoresson. 1981. Fisket efter blankål kring Barsebäcksverket 1972–1979. Statens Naturvårdsverk, SNV PM 1428.
- Nyquist, B. 1983. Undervattensvegetationens storskaliga utbredning och sammansättning i Barsebäcksområdet 1981. Statens Naturvårdsverk, SNV PM 1660.
- Stjernquist, U. 1981. Undersökning av bottenfloran utanför Barsebäcks kärnkraftverk under 1978 och 1979. Statens Naturvårdsverk, opublicerad rapport. 13 s.
- Thoresson, G. 1992. Handbok för kustundersökningar. Recipientkontroll. Kustrapport 1992:4.
- Thörnqvist, S., E. Neuman, A. Jacobsson och O. Sandström. 1998. Biologiska undersökningar vid Ringhals kraftverk 1988–1996. Fiskeriverket Rapport 1: 57–76.

English summary: Biological monitoring at Barsebäck nuclear power plant 1985–1997

The results of biological monitoring at the Barsebäck nuclear power plant during the period 1985–1997 are summarised in this report. Comparisons are made with a previous report from 1969–1983. The fish community was studied by fyke net test fishings in the cooling water effluent area along a gradient out to unaffected sites. The loss of young eels in the cooling water intake was estimated annually. Damage on female grey mullet oocyte development was analysed on samples of cooling water exposed fish.

There were no evident changes compared to previous monitoring periods when abundances and species compositions in fyke net catches were compared. The annual electricity production at the plant was reduced about 35% in 1992–1993 and 10% in 1994–1997, compared to 1989–1991. The resulting heat exposure may explain why the temperature differences were less expressed along the study gradient during the later period. However, the tendency for some species to appear in higher abundances close to the plant has been consistent. This has been most evident for the yellow-eel. As in previous reports this difference is interpreted as a temperature related attraction effect, but it is also probable that the higher temperature in the effluent area leads to increased locomotor activity and hence a higher risk for the fish to be caught in passive gears. Yellow-eel catches did increase in the beginning of the 1990's, likely a combination of high temperatures during the sampling periods and an improved recruitment to the local stock. In a similar way the generally increased recruitment of cod in the region was mirrored in the catches. The catch levels of viviparous blenny, a normally common ben-

thic species, have decreased on all sampled stations, indicating that this species has suffered from poor recruitment during a number of years. The possibility to document not only site-specific effects but also large-scale temporal variations in fish stocks adds to the value of the monitoring programme.

One of the major problems at the Barsebäck power plant has been the risk that large amounts of young eels will be lost as they follow the cooling-water stream and either are caught on the intake screens or killed when passing through the plant. In early spring, March, the number of glass-eels culminates, followed by a maximum of elver abundances in the samples during July. The eel losses have been low during later years compared to in the beginning of the 1980's according to the monitoring results. Damages on the eel stock are to be compensated by stockings, based on the calculation of annual losses according to a size-related mortality model. The monitoring effort, however, has been reduced and these estimations may not be as accurate as before. The previous estimations were moreover based on assumptions no longer fully valid. Length distributions in eel samples from the Öresund area indicate that the mortality in eels transported into the power plant will be underestimated if the original mortality model is applied.

Biologisk recipientkontroll vid kärnkraftverken

Årsrapport för 1998

Jan Andersson¹⁾, Kerstin Mo²⁾, Stig Thörnqvist³⁾

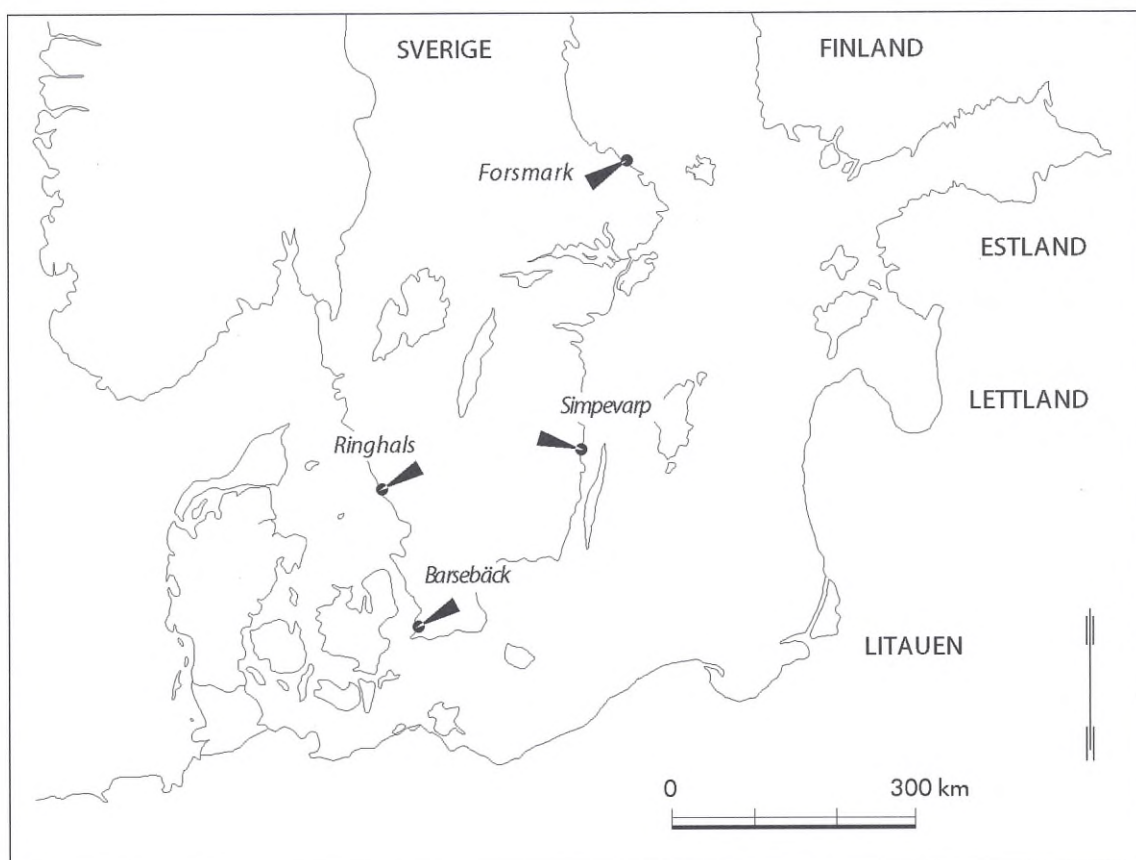
¹⁾ Fiskeriverket, Kustlaboratoriet, Ävrö 16, 572 95 FIGEHOLM

²⁾ Fiskeriverket, Kustlaboratoriet, Gamla Slipvägen, 740 71 ÖREGRUND

³⁾ Fiskeriverket, Kustlaboratoriet, Nya Varvet, byggnad 31, 426 71 V. FRÖLUNDA

Innehåll

Sammanfattning	27
Förord	29
Forsmark	31
Oskarshamn	43
Barsebäck	57
Ringhals	65
Referenser	74
English summary: Biological monitoring at Swedish nuclear power plants in 1998	75
Appendix	77



Sammanfattning

Den biologiska recipientkontrollen vid kärnkraftverken 1998 utfördes med smärre undantag enligt fastställda program.

Forsmark

Liksom tidigare varierade bottenfaunan i Biotestsjön kraftigt under året. Individtätheter och biomassor var under början av året ganska låga men högre än vanligt under senare delen av året. I fiskena har fångsterna av mört ökat under senare delen av 1990-talet men minskade under 1998. Mörten rekryteras inte inne i Biotestsjön utan vandrar in genom fiskgalleren som små. Fångsterna av abborre, som varit vikande under några år, ökade återigen 1998 och bestod mestadels av ett- och två- och treåriga fiskar.

Bottenfaunans individantal utanför Biotestsjön ökade på samtliga stationer i Forsmarksområdet. I fiskena var fångsterna 1998 genomgående låga, troligen beroende på låga sensommartemperaturer. Fångsterna av abborre var dock fortsatt höga i referensområdet i Finbofjärden. I de tre senaste årens fångster dominerade totalt sett abborrar födda 1994 både i Forsmarks- och referensområdet. De högre abborrfångsterna i referensområdet 1998 bestod till stor del av dessa nu 4-åriga abborrar, medan de försvunna ur fångsterna i Forsmarksområdet.

Produktionen av årsyngel i skärgården var relativt liten och tillväxten hos abborryngel var synnerligen låg, troligen beroende på den kalla sommaren. I Biotestsjön blev temperaturen däremot nära optimal för abborrynglens tillväxt, varför skillnaderna mellan in- och utsida blev extremt stora under 1998.

Vid kontrollen av skador på könsorganen hos abborre och mört i F3:s kanal återfanns under 1998 ingen abborre med synliga skador och endast 3% av mörtarna hade skador. En riktad insats under 1998 var att räkna ålar i F3:s svallschakt under varannan månad. Det visade sig att en stor mängd ål uppehöll sig i kylvattenvägarna under sommarhalvåret, men

vandrade ut under vintern. Provfiskena efter kallvattenarter som brukar utföras i oktober måste inställas 1998 på grund av hård och långvarig blåst.

Oskarshamn

Fångsterna av abborre och mört i provfiskena i Hamnefjärden har varit höga sedan slutet av 1980-talet. Under 1998 noterades vår och sommar, högre fångster av abborre än 1997, medan förändringarna var små för mörten. Ålfångsterna minskade något för andra året i rad och det är sannolikt att effekten av utsättningar i slutet av 1980-talet börjar avklinga.

Resultatet av abborrens lek i Hamnefjärden har varit svagt sedan 1994 och förbättrades inte märkbart under 1998. Andelen stora abborrhonor (>30 cm) med för ögat synliga skador på könsorganen uppgick till 16% i augusti i Hamnefjärden. I Kvädöfjärden påträffades inga skador vid kontroll i oktober. Hos mörten var skadefrekvensen för alla kontrollerade mörthonor 9% i Hamnefjärden och 1,5% i Kvädöfjärden.

Abborrfångsterna i den omgivande skärgården och i referensområdet i Kvädöfjärden var små till följd av låga temperaturer och en vikande trend för mörten fortgick, med undantag för inomskärslokalen i Kvädöfjärden. Tvååriga abborrar var vanligast vid Oskarshamnsverket och indikerar en måttlig till god årsklass från 1996. En nedåtgående trend för strömmingen vid Simpevarp bröts, medan fångsterna av torsk och rötsimpa låg kvar på en mycket låg nivå, avspeglade en generellt svag rekrytering under senare år.

Utvecklingen för bottenfaunan i Simpevarp och Kvädöfjärden har varit likartad under en lång följd av år och 1998 utgjorde inget undantag. På de djupare lokalerna i båda områdena har indikatorer på syrebrist i sedimenten förekommit under flera år på 1990-talet.

Barsebäck

Provfisken med ålryssjor gav för fjärde året i följd mycket små fångster av gulål i april på alla lokaler. En generell nedgång noterades för ålen i augustifisket mellan 1997 och 1998, och fångsterna har varit vikande efter höga nivåer i mitten av 1990-talet. Även för tånglaken finns en allmänt vikande trend under 1990-talet, medan fångsterna av torsk har varit större under 1990-talet än under föregående decennium. Fångsterna av torsk i augusti 1998 var rekordhöga. Den mängd småål som följer med kylvattnet in i silstationerna beräknades 1998 uppgå till ca 80 kg. Några kompensationsutsättningar till följd av utslagningen genomfördes ej på grund av tidigare överkompensation.

Ringhals

En anlockning av gulål till utsläppsområdet har visats genom provfisken med ålryssjor i april och augusti. Ålfångsterna i augusti minskade mellan 1997 och 1998, och en markerad tillbakagång har ägt

rum efter 1994 i både recipienten och i referensområdet i Vendelsöfjorden. I båda områdena var fångsterna de minsta som noterats sedan början av 1980-talet. Den mest utpräglade anlockningen till kylvattnet har observerats för strandkrabban, vars förekomst 1998 förändrades i förhållandevis ringa omfattning i förhållande till tidigare år.

Arter som föredrar kallt vatten har visats sky det varma kylvattnet. Effekten har varit tydligast för rötsimpa och tånglake. Generellt vikande utveckling har påvisats hos oxsimpa och tånglake under 1990-talet. Förekomsten av torsk i ryssjorna påverkas främst av artens rekryteringsframgång. Stora fångster i augusti dominerades av torskar födda 1997 och 1998. Torskägg och torsklarver har förekommit rikligare i intagskanalen under flera år på 1990-talet än tidigare. Detsamma gäller för ägg och larver av plattfiskar, vars förekomst dock steg redan i slutet av 1980-talet. Larver av rödspotta, sandskädda och skrubbskädda var talrika våren 1998.

Förord

Recipientkontrollen vid kärnkraftverken omfattar dels en övervakning av spridningen av radioaktiva ämnen, dels undersökningar av kylvattnets påverkan på miljön. Fiskeriverkets Kustlaboratorium ansvarar för den biologiska recipientkontrollen vid landets samtliga kärnkraftverk samt biträder Statens Strålskyddsinstitut vid genomförandet av de radiologiska programmen. I Forsmark och Oskarshamn sker den biologiska kontrollen i samverkan med länsstyrelserna, som är tillsynsmyndigheter för programmen. Vid de övriga två anläggningarna, Ringhals och Barsebäck, har programmets omfattning fastställts i Vattendomstolens slutdomar, varefter Kustlaboratoriet uppdragits att genomföra kontrollen.

Den biologiska recipientkontrollen består dels av långsiktiga program för att följa främst fisk- och bottenfaunasamhällenas utveckling, dels av mer speciella insatser som kan föranledas av t ex observationer i dessa basprogram. Ett aktuellt exempel är de undersökningar som vi anser vara motiverade med anledning av att iakttagelser i Biotestsjön i

Forsmark och i Hamnefjärden utanför Oskarshamnsverket tyder på att könsorganen kan skadas hos fiskar som vistas i varmt vatten.

I kontrollarbetet ingår att årligen sammanställa och rapportera de observationer som görs. Dessa årsrapporter överlämnas till bolagen och till länsstyrelserna under början av året. Ungefär vart femte år görs dessutom sammanfattande beskrivningar av undersökningresultaten. Under 1997 publicerades sådana rapporter från undersökningarna vid Forsmarks- och Oskarshamnsverken samt år 1998 från Ringhalsverket. En sammanfattande rapport för Barsebäck publiceras 1999. Totalt sett är kontrollprogrammen omfattande och ger ett avsevärt bidrag till den svenska miljöövervakningen — inte minst då undersökningarna även täcker referensområden. Det kan alltså finnas ett intresse även för en större publik att ta del av resultaten, varför vi från och med 1994 publicerat årsrapporterna i samlad form i vår serie "Kustrapport". Från år 1998 publiceras årsrapporterna i Fiskeriverkets rapportserie "Fiskeriverket Rapport".

Inledning

Årsrapporten ger en översiktlig redovisning av den biologiska kontrollverksamheten i vattenrecipienten utanför Forsmarks kraftstation 1998. Undersökningar har pågått sedan 1978 och med nuvarande omfattning sedan 1991. En sammanfattning och fördjupad diskussion av kontrollverksamheten åren 1990–1995 ges i Mo m fl 1996. En utförlig beskrivning av kontrollprogrammets metodik beskrivs i Thoresson 1992, och hur årets kontrollprogram genomförts ses i appendix.

I undersökningarna studeras kraftverkets påverkan på fisk och bottendjur. Resultaten jämförs med referensområden öster om Gräsö och i Finbofjärden (NV Åland).

För recipientkontrollens genomförande ansvarar Fiskeriverkets Kustlaboratorium i Öregrund.

Forsmark

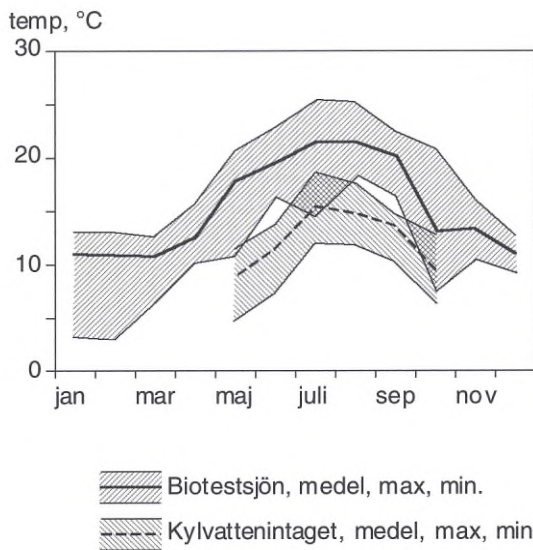
Inledning	31
Kraftverkets drift	32
Fiskförluster i silstation	33
Biotestsjön	34
Öregrundsgrepen	37
Riktade undersökningar	41
Kommentarer till kontrollresultaten	42

Kraftverkets drift

Längre uppehåll i kraftverkets drift skedde endast under sommaren i samband med de årliga revisionerna.

Kylvattnet släpptes genom reservutskovet direkt ut i skärgården väster om Biotestsjön vid sex tillfällen under 1998. Reservutskovet var öppet under en längre period från 28 september till 22 oktober (23 dygn) i samband med reparation av fiskspärren vid reservutloppet. De övriga öppethållandena varade mindre än 2 dygn per tillfälle.

Månadsmedelvärdena för temperaturen var under maj till oktober 1998 mellan 6,0 och 8,9 grader högre i Biotestsjön än i intagsvattnet. De högsta uppmätta värdena var 25,6 grader i Biotestsjön respektive 18,7 grader i intagsvattnet, vilka uppmättes i juli.

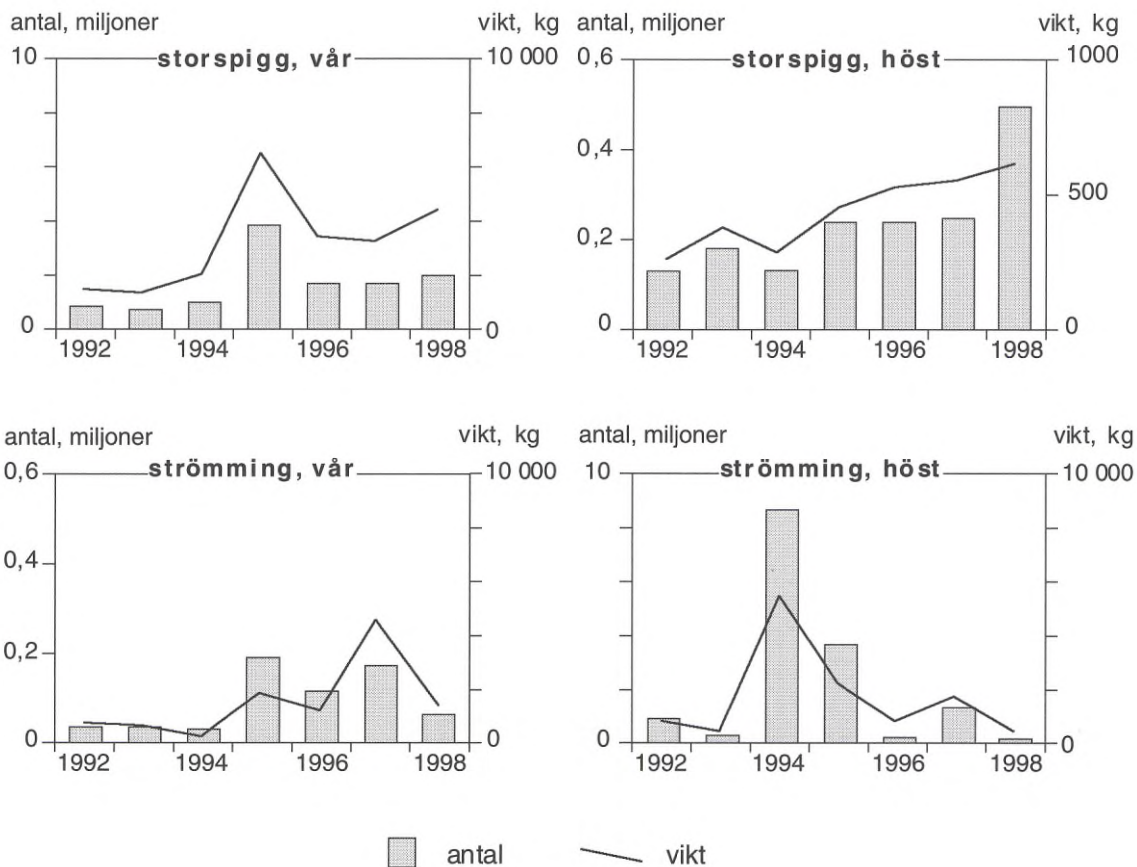


Figur 1. Månadsmedelvärden för vattentemperaturen vid kylvattenintaget (2 m djup februari och maj–oktober) samt i en mätpunkt inne i Biotestsjön (1,9 m) under 1998.

Fiskförluster i silstationen

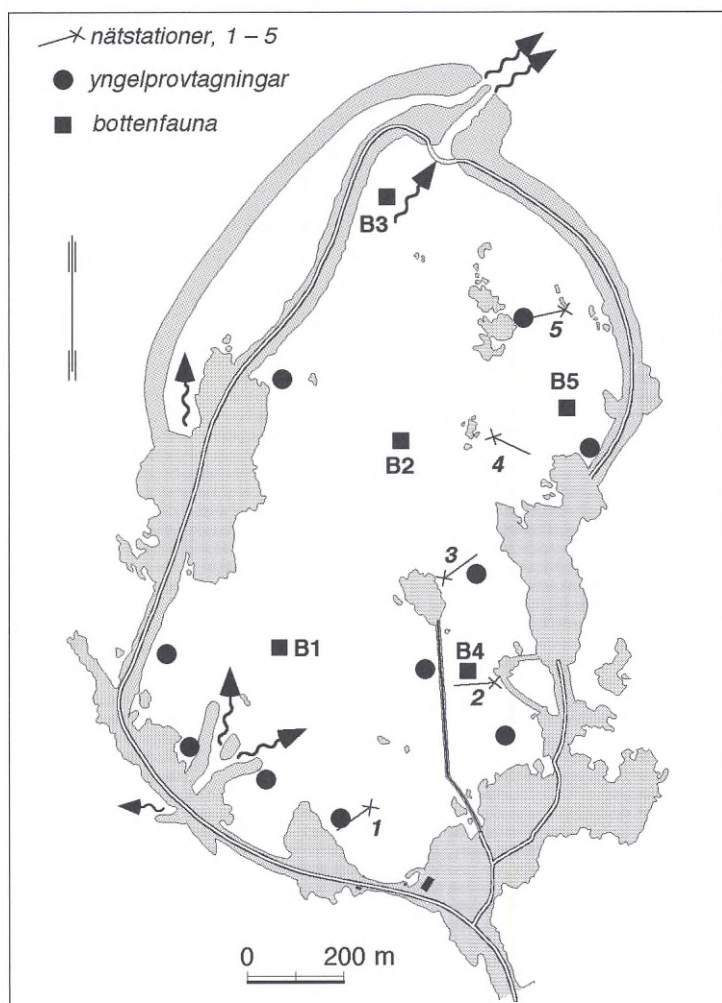
I den kvantitativa kontrollen av förluster av fisk i silstationen vid block 1 och 2, vilken genomfördes under åtta veckor på våren och tolv veckor på hösten, har de totala förlusterna av samtliga fiskarter i kraftverket beräknats. De fiskar som omkommer i silstationen är mestadels yngel och speglar förekomsten av dessa i området. På vårarna är det således yngel födda året innan och som överlevt vintern som noteras i kontrollen, medan de

som förekommer på höstarna är årets yngel. De totala förlusterna under vårperioden 1998 var 2 400 000 fiskar med en sammanlagd vikt av 13 000 kg fördelade på 28 arter. Under hösten var förlusterna totalt 740 000 fiskar med en sammanlagd vikt av 1 900 kg fördelade på 29 arter. Av de mängdmässigt mest betydelsefulla arterna var förlusterna högre av storspigg och lägre av strömming än föregående vår och höst (figur 2).



Figur 2. Förluster av storspigg och strömming i intaget till Forsmarks kraftstation 1992–1998. Vår: vecka 17–24. Höst: vecka 37–48.

Biotestsjön



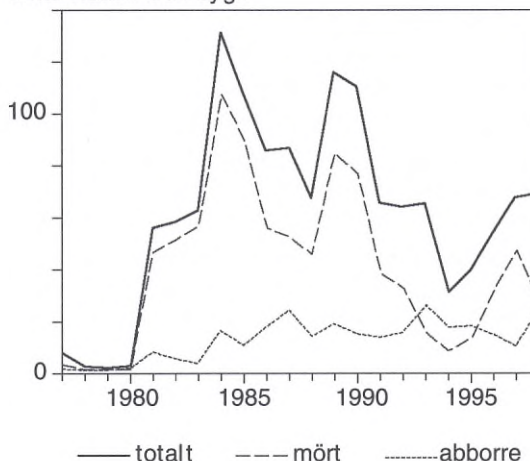
Figur 3. Provtagningsstationer i Biotestsjön.

De olika provtagningsstationernas lägen framgår av figur 3.

Fiskbeståndens utveckling

Från en mycket hög nivå under 1980-talet minskade fångsterna av mört fram till 1994. Under de första åren av 1990-talet skedde förmodligen en invandring av små mörtar varför fångsterna 1996 och 1997 ökade till ungefär samma nivå som 1991. Under 1998 var fångsterna återigen något lägre än året innan. Fångsten av abborre ökade fram till 1993, men minskade därefter långsamt fram till 1997. Fångsterna ökade återigen 1998 (figur 4).

antal/station och dygn



Figur 4. Fångster i Biotestsjön under oktober – november, 1977–1998.

Årsklasstyrka

Ett-, två- och treåriga abborrar dominerade fångsten 1998 och var något fler än under de föregående två åren. Ingen årsklass var dock anmärkningsvärt stark (figur 5).

Täthet hos yngel

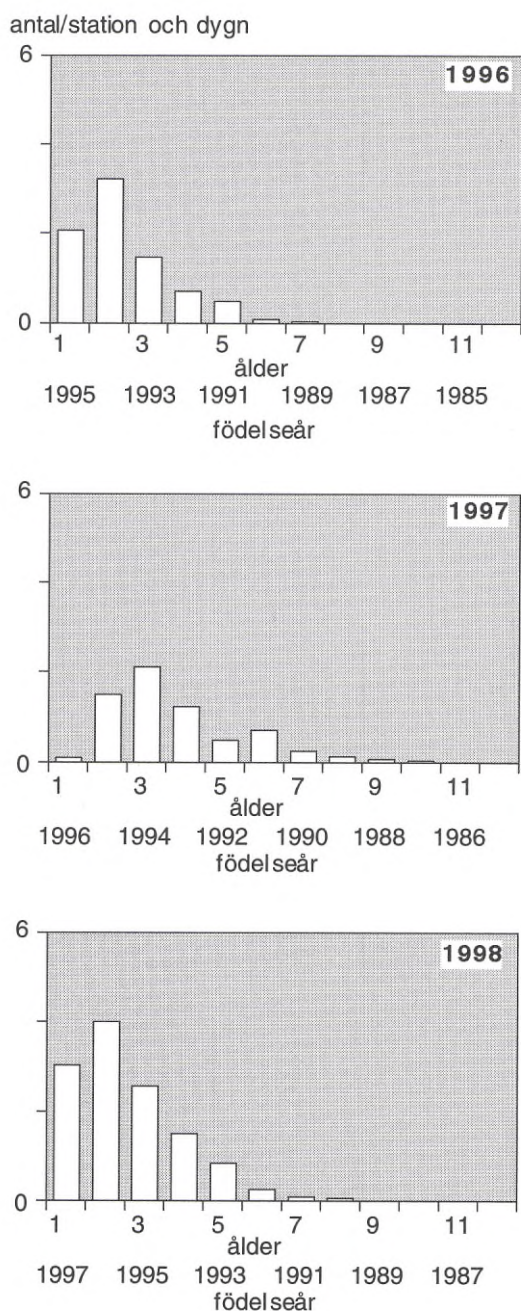
Tätheten av abborryngel i Biotestsjön var medellåg (figur 6). Tillväxten hos abborrarna första levnadsåret var, liksom tidigare år, högre än vid referensområdet vid Ön på utsidan (figur 7).

Förekomst av fisksjukdomar

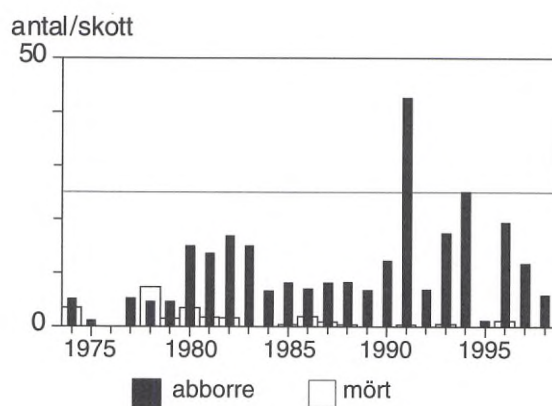
I samband med provfisket granskades samtliga fiskar med avseende på förekomst av yttre sjukdomssymptom. Vid årets fiske noterades ett fåtal sjuka fiskar (0,3%).

Bottenfauna

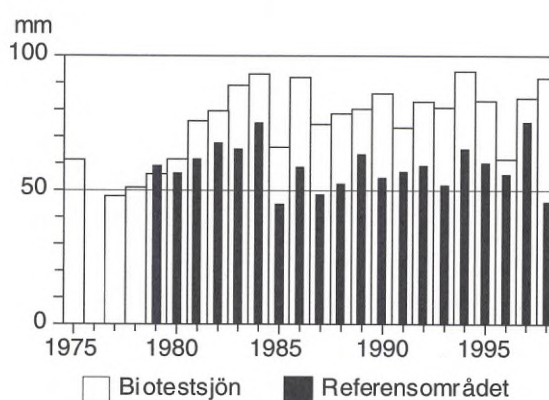
När kraftverket startade 1980 gynnades främst tusensnäckor (*Potamopyrgus antipodarum*), men också slammärlor (*Corophium volutator*) och glattmaskar (*Oligochaeta*), medan märkräftor (*Gammarus spp*), fjädermyggor (*Chironomidae*) och Östersjömusslor (*Macoma balthica*) minskade i antal.



Figur 5. Fångsterna av abborre i Biotestsjön fördelade på ålder 1996, 1997 och 1998.

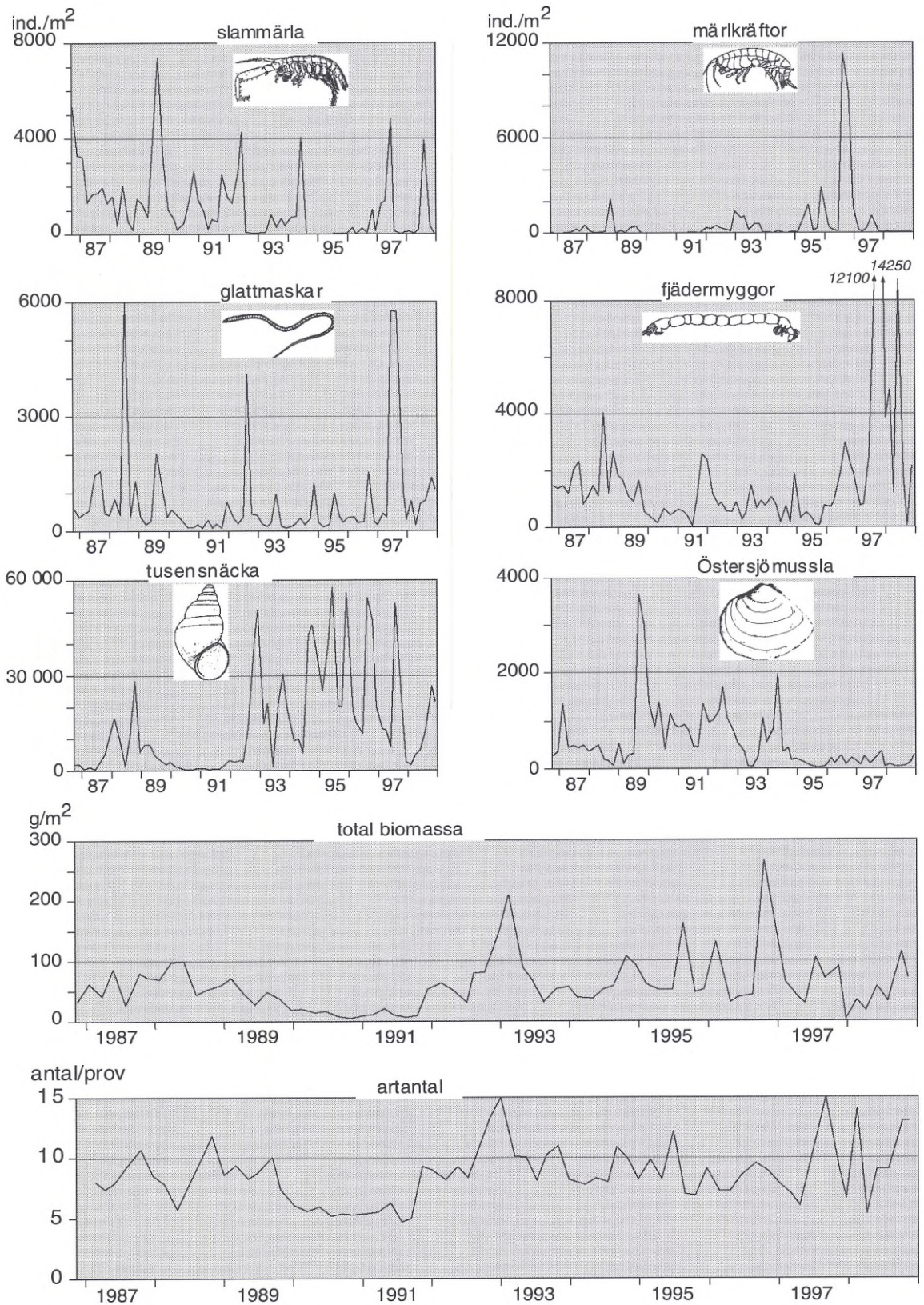


Figur 6. Medelfångst av årsyngel av abborre och mört i Biotestsjön.



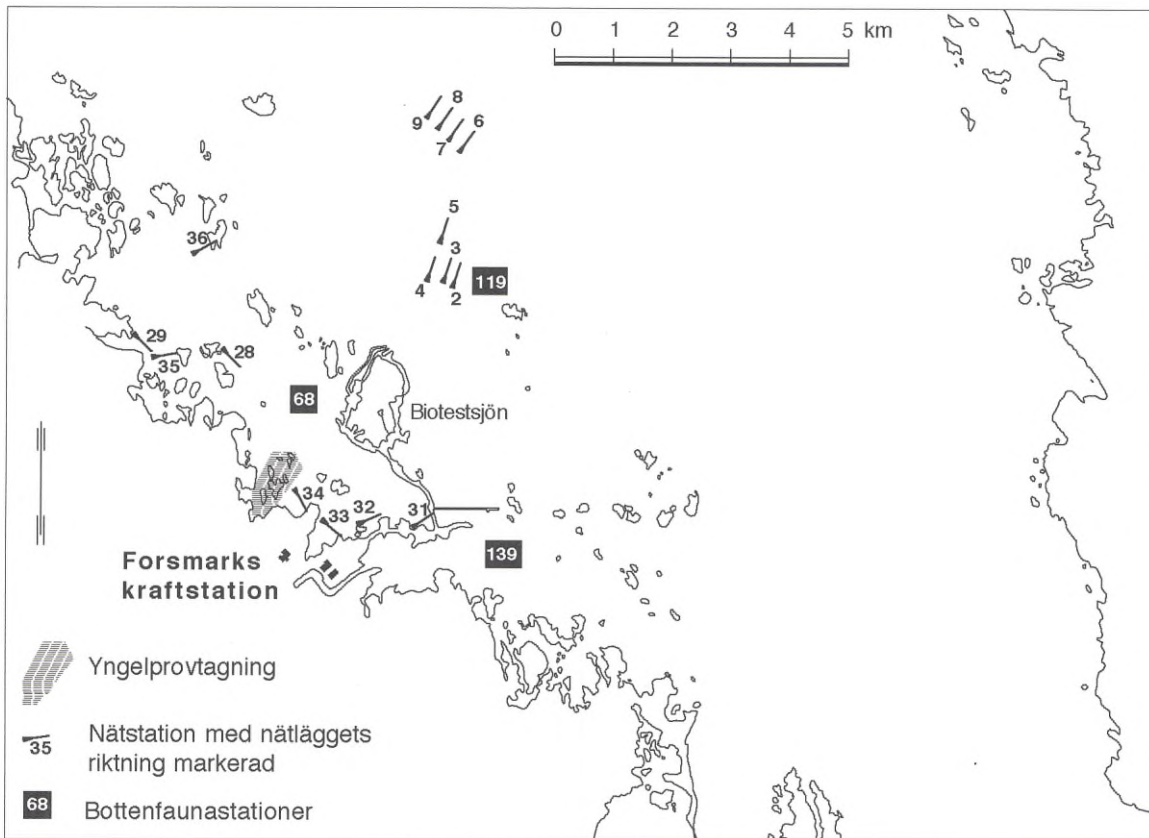
Figur 7. Längdtillväxt hos årsyngel av abborre i Biotestsjön och referensområdet vid Ön.

Under 1998 var totalt sett individtättheter och biomassor ganska låga i början av året, men högre än vanligt under senare delen av året. Även detta år dominerade tusensnäckorna mestadels faunan. Av de övriga varmvattengynnade arterna var glattmaskarna synnerligen talrika vid alla provtagningar utom i april, men det var ont om slammärlor hela året utom i augusti. Av de tidigare missgynnade arterna fanns märkräftor enbart i februari och det var vid samtliga provtagningar färre Östersjömusslor än vanligt. Fjädermyggorna var däremot talrikare än vanligt vid samtliga provtagningstillfällen.



Figur 8. De viktigaste botten djuren samt den totala biomassan och artantalet på station 5 i Biotestsjön under perioden 1987–1998.

Öregrundsgrepen



Figur 9. Provtagningsstationer i Öregrundsgrepen.

De olika provtagningsstationernas lägen framgår av figur 9.

Beståndsutveckling hos varmvattenarter

Fångsterna av abborre var betydligt lägre än åren innan i Forsmarksområdet, medan de var fortsatt höga i referensområdet i Finbofjärden (figur 10). Även fångsterna av mört minskade sedan året innan, men var i båda Forsmarks delområden fortfarande jämförelsevis höga.

Årsklasstyrka hos varmvattenarter

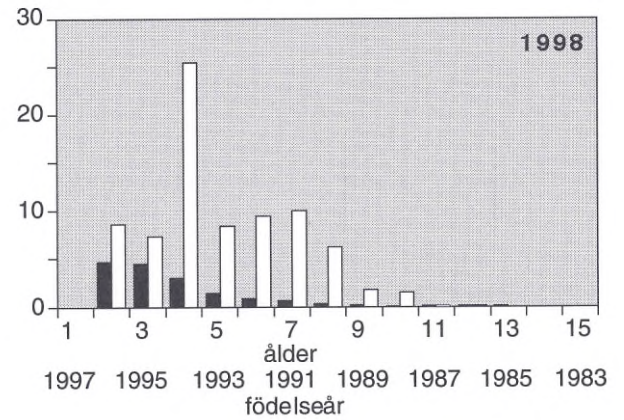
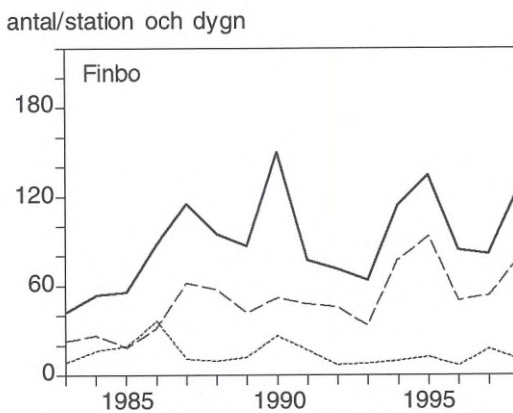
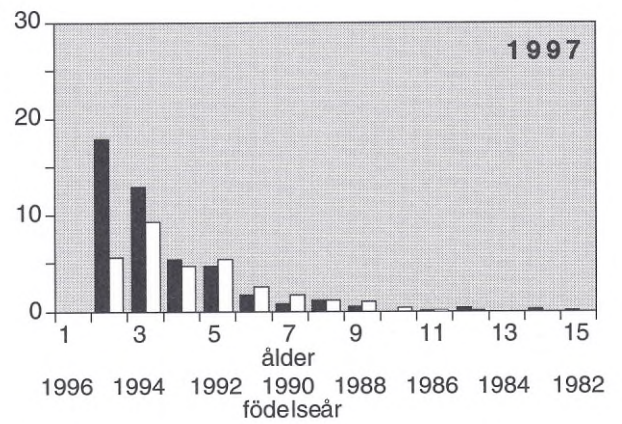
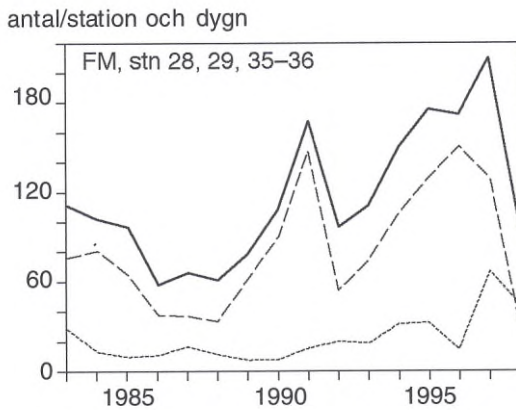
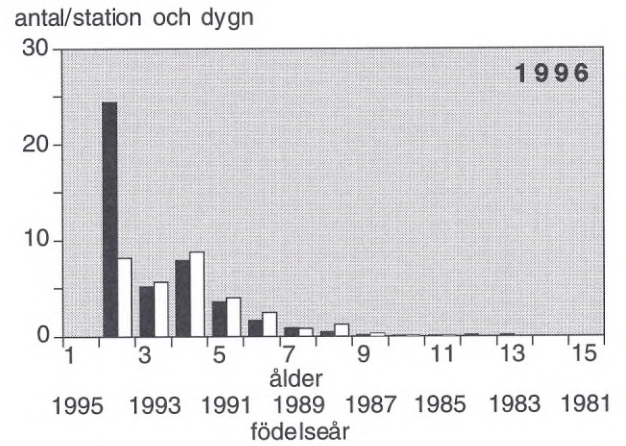
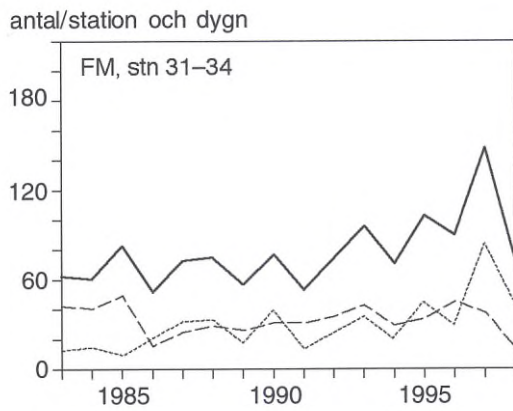
I fångsterna från 1996, 1997 och 1998 dominerade abborrar födda 1994, både i Forsmarksområdet och i referensområdet i Finbofjärden. I Forsmarksområdet representerades årsklassen främst i fångsterna 1996 och 1997 och i referensområdet i fångsterna 1998 (figur 11).

Täthet hos yngel

Produktionen av årsyngel av abborre och mört i skärgården väster om Biotestsjön var relativt liten under 1998 (se tabell nedan). Tillväxten hos abborryngel i referensområdet var betydligt lägre än normalt – troligen beroende på den kalla sommaren – och har under undersökningsperioden endast varit lägre den likaledes mycket kalla sommaren 1985 (figur 7).

Sjukdomar hos varmvattenarter

Från fiskena efter varmvattenarter fanns ett fåtal fiskar med yttre sjukdomssymptom noterade i Forsmarksområdet (0,3%) och i referensområdet i Finbofjärden (0,1%).



— totalt
- - - abborre
... mört

■ Forsmark
□ Finbofjärden

Figur 10. Beståndsutveckling hos två varmvattenarter i två delområden i Forsmarks skärgård, ett beläget söder om Biotestsjön (station 31–34) och ett väster om Biotestsjön (station 28, 29, 35 och 36) samt referensområdet i Finbofjärden.

Figur 11. Fångsterna av abborre i Forsmark och i referensområdet i Finbofjärden fördelade på ålder 1996, 1997 och 1998.

Medelfångst per skott av yngel och småfisk vid Ön.

år	antal skott	abborre åy	mört åy	gers åy	gädda åy	id åy	björkna	löja	elritsa	spiggar	gobider	strömning åy	sarv åy	nors
79	12	10,4	7,1		0,8	0,1	0	0	4,1	0,1	+++	+++		
80	27	10,1	6,1		0,7	0,1	0	0	3,8	1,9	+++	+++		
81	27	9,1	18,7		0,1	0,1	0,1	0	2,5	0,7	+++	+++		
82	30	5,0	0,8		0,1	0,8	0	2,9	12,1	0,3	+++	+++		
83	12	2,1	0,1		0,1	1,2	1,1	1,8	1,8	0,1	+++	+++		
84	30	1,2	0,3	0,2	0,1	0	0	0	3,5	0	0,1	+++		
85	30	2,2	3,0	0,1	0	0	0	0,1	2,1	8,0	0,5	0,9		
86	30	0,9	0,6	0	0	0	0	0	2,3	0	2,5	17,9		
87	30	13,5	0,8	0,1	0	0	0	0	3,8	1,6	0,4	298,2		
88	29	62,1	59,3	0,1	0	0,1	0	22,8	76,3	0	0,2	271,7		
89	10	2,2	85,0	0,2	0,1	0	0	10,0	28,0	0	6,0	102,5	0,2	
90	30	64,8	18,0	0	0	0	0	26,7	5,2	1,7	0	71,7	0	
91	30	7,3	17,4	0,1	0	0	0,3	37,7	0,7	0	0	6,5	0	
92	30	22,7	7,7	0,0	0,0	0	0,0	45,7	0,4	0,0	0,0	29,6	0	
93	30	12,6	0,3	<0,1	0,1	0	0,8	4,2	0,7	6,7	<0,1	25,7	0	0,1
94	30	34,0	1,5	0	0,2	0	1,1	108,4	3,6	0	4,3	29,0	0	0
95	30	19,0	1,4	0,4	0	0,0	0	121,6	1,5	0	0	203,1	0	0
96	30	6,6	4,8	0	0,1	0	4,2	163,0	0	0	0	224,0	0	0
97	30	4,3	0,7	0	0	0	1,0	91,4	0	0	0	243,4	0	0
98	30	6,8	0,8	<0,1	<0,1	0	0	0,2	0,5	0	0,1	6,2	0	0

åy=årsyngel +++=höga tätheter

Skador på könsorganen hos abborre och mört

Vid fiskena i F3:s kylvattenkanal erhöles totalt 50 köns mogna abborrhonor. Ingen av dessa hade synbara skador på könsorganen (20% 1997).

Av totalt 95 köns mogna mörtar hade tre (3%) synbara skador på gonaderna i form av ej normalt utvecklade rom eller med partier av eller helt döda romsäckar.

Bottenfauna

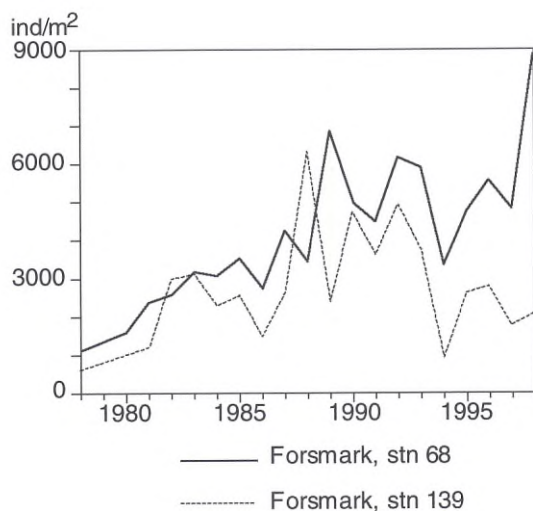
På de två grunda provtagningsstationerna utanför Biotestsjön var utvecklingen hos totala antalen bottenlevande djur relativt likartad (figur 12). Sedan slutet på 1980-talet har antalet djur i proverna varit högre än under den tidigare perioden. Efter en nedgång i individantal 1994, ökade de återigen på båda stationerna.

På stationen utanför reservutskovet (stn 68) var ökningen i individantal stor 1998 och berodde på en ökning av glattmaskar, medan den moderata ökningen vid intaget (stn 139) orsakades av Östersjömusslor.

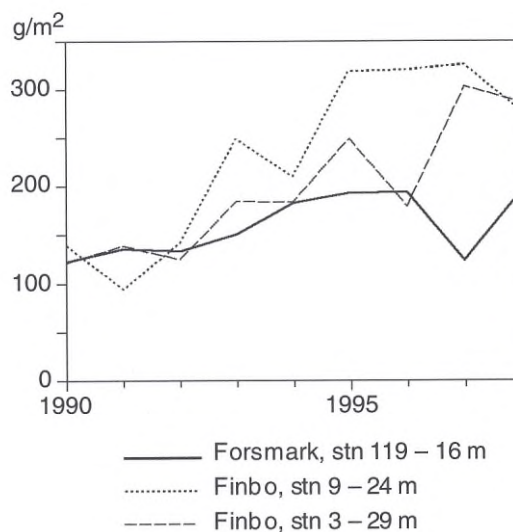
På den medeldjupa stationen (16 m vid Länsman) i Forsmarksområdet ökade individantal och biomassor under perioden 1992–1996, men minskade under 1997 (figur 13). Under 1998 ökade återigen biomassorna på stationen i Forsmarksområdet, men minskade något i referensområdet. Kylvattenplymen påverkar främst ytvattnet på stationen, medan botten inte berörs. Temperaturpåslag i ytvattnet kan medföra ökad produktion i området och därmed öka organisk halt på bottenarna, vilket skulle kunna förklara den observerade biomasseökningen.

Antal köns mogna honor i fångsterna från F3:s kylvattenkanal fördelade på längdgrupper.

längdgrupp	abborre		mört	
	totalantal	% fiskar med skadade gonader	totalantal	% fiskar med skadade gonader
21			15	0
24	1	0	31	3
26	4	0	32	6
29	8	0	15	0
31	8	0	2	0
34	13	0		
36	10	0		
39	4	0		
41	1	0		
44	1	0		
totalt	50	0	95	3



Figur 12. Antalet bottendjur vårarna 1978–1998 på två grunda stationer (9 m) i Forsmarksområdet.



Figur 13. Bottendjurens biomassor vårarna 1990–1998 på en station i Forsmarksområdet (16 m) och två stationer (24–29 m) i referensområdet i Finbofjärden.

Riktade undersökningar

Utöver det ordinarie kontrollprogrammet pågick under 1998 följande undersökningar:

Skador på fiskars könsorgan

Under 1998 sammanfattades tidigare utförda undersökningar rörande skador på fiskars könsorgan i kylvattenutsläpp, som förväntas publiceras under 1999.

Abborre, mört, gädda, gers och björkna insamlades från Biotestsjön och F3:s kylvattenkanal samt Hamnefjärden utanför Oskarshamns kärnkraftverk och Drukšiai, en sjö som är recipient till Ignalinas kärnkraftverk. Resultaten påvisar reducerad förökningskapacitet hos abborre, gädda och mört utsatta för höga temperaturer i alla fyra undersökningsområdena. Skadorna visade sig ofta som asynkron äggutveckling, dvs att rommen inte utvecklades samtidigt. Andra skador som observerades var romkorn med flera cellkärnor och tvekönade fiskar. Ingen säkerställd negativ effekt på könsorganen sågs hos björkna. Gers reagerade med att producera en extra fullt utvecklad romgeneration under lektiden. Könsorganen hos mört från kustområden var ofta infekterad med en parasit (*Pleistophora mirandellae*), som förorsakade allvarlig skada på könsorganen. Parasiterna upptäcktes också hos gädda, men varken hos abborre eller i den provtagna sjöpopulationen av mört. Fisk som levde i öppna kustområden undvek inte negativa effekter på könsorganen genom att röra sig bort från de uppvärmda områdena.

Kontroll av ålarna i svallschaktet

I september 1996 observerades ett större antal ålar i kraftverkets kylvattensystem. För att se om anlockningen av ålar till kylvattenströmmen varierade säsongsmässigt samt om anlockningen kunde ha en negativ inverkan på ålarnas näringsstatus, utfördes varannan månad under 1998 ålräkningar från kanten av F3:s svallschakt. Vid ålräkningen i mars observerades ingen ål alls, i maj observerades i medeltal ca 80 ålar i minuten, i juli 200 ålar i minuten, i september 100 ålar i minuten och i november observerades återigen ingen ål alls.

Under vår, sommar och höst följer stora mängder plankton och andra näringsorganismer med kylvattnet. Troligen söker sig ålarna då upp i kylvattenvägarna eftersom födotillgången då är god där. Under vintern då ålarnas aktivitet normalt är låg och födoundlaget sviktar söker ålarna sig ut igen. Fett- och åldersanalys utfördes på sex ålar fångade i F3:s svallbassäng. Fetthalten hos ålarna fångade i svallbassängen avvek inte speciellt från fetthalten hos ålar i samma storlekar fångade i referensområden. Åldersanalyserna tyder på att ålarna troligen mestadels härstammar från utsättningen av ålyngel som gjordes i Biotestsjön 1989.

Kommentarer till kontrollresultaten

Temperaturerna var under sommarmånaderna juni till augusti 1998 ca 3 grader lägre än under 1997, både i intagsvattnet och i Biotestsjön. De låga temperaturerna är trolig orsak till både de små fångsterna av vuxen fisk i Forsmarksområdet, den låga rekryteringen av yngel, liksom den låga tillväxten hos abborryngel i referensområdet vid Ön. I Biotestsjön däremot blev temperaturen nära optimal för abborrynglens tillväxt, varför skillnaden mellan in- och utsida Biotestsjön blev extremt stor under 1998.

De skador på fiskars könsorgan som observerats under större delen av 1990-talet i kylvattenutsläpp var under 1998 ganska fåtaliga. Om detta beror på att det varit kallare eller på andra storskaliga förändringar i omgivningen är oklart.

Inledning

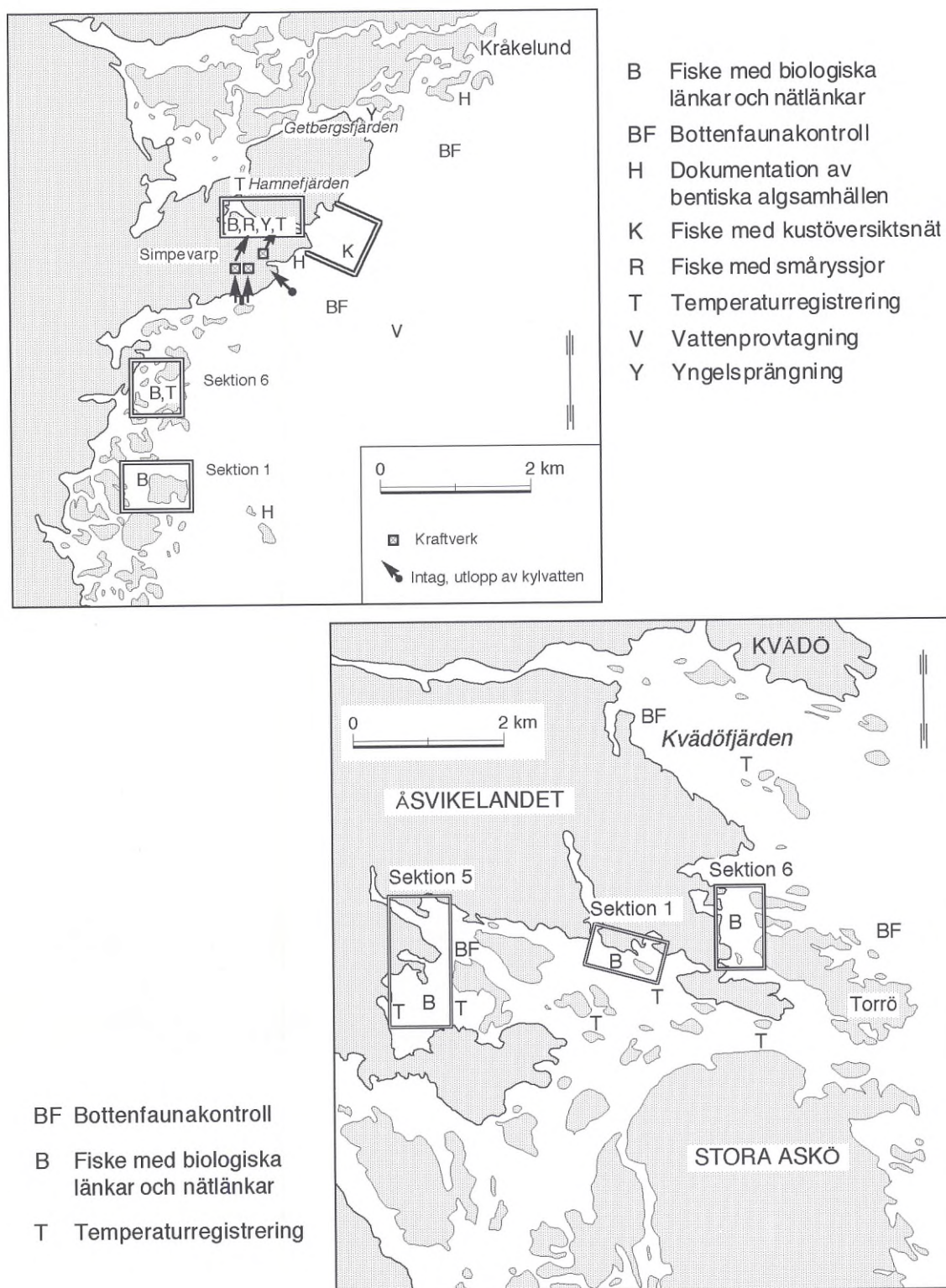
Den biologiska kontrollen av vattenrecipienten vid Oskarshamnsverket har efter 1988 bedrivits i enlighet med vad som föreslagits i brev från Naturvårdsverket (SNV) till OKG 1988-12-13 (SNV 82-5377-88) med överenskomna kompletteringar enligt brev från OKG till SNV 1989-03-06. Ett biologiskt kontrollprogram för vattenrecipienten fastställdes av länsstyrelsen i Kalmar 1990-12-27. Fr o m 1997 utgick fiske med nätlänkar inom sektion 1 söder om Simpevarp och fiske med djupnät under hösten enligt beslut av länsstyrelsen i Kalmar 1997-09-10 (Dnr 245-5166-97).

Basundersökningar inför lokalisering av ett kärnkraftverk till Simpevarps-halvön inleddes redan 1962 och vissa moment har pågått sedan dess. Vissa av undersökningarna har hela tiden bedrivits parallellt i Simpevarp och i ett referensområde, Kvädöfjärden, nära Valdemarsvik (figur 14). Det senare området har tidigare benämnts "Jämförelseområdet". Verksamheten under 1980-talet t o m 1988 sammanfattas av Neuman och Andersson (1990). En sammanfattning och utvärdering av resultaten t o m 1995 presenteras av Andersson *et al.* (1996).

Årsrapporten redovisar översiktligt kontrollverksamheten under 1998 tillsammans med preliminära resultat, främst från de moment som följer långsiktig utveckling hos fisk, bottendjur och algsamhällen. För en detaljerad beskrivning av undersökningarnas praktiska genomförande hänvisas till Thoresson (1992 a,b).

Oskarshamn

Inledning	43
Kraftverkets drift och temperaturförhållanden	45
Fiskförluster i silstation	46
Fiskbeståndens långsiktiga utveckling	47
Bottenfauna	53
Bentiska algsamhällen	54
Riktade undersökningar	54
Kommentarer	55

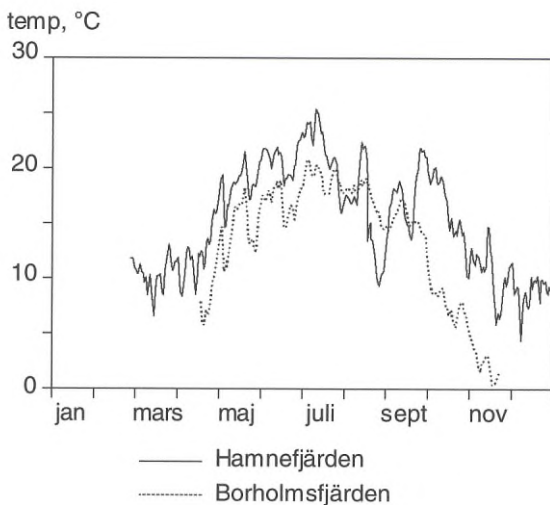


Figur 14. Undersökningsområdena i Simpevarp och Kvädöfjärden.

Kraftverkets drift och temperaturförhållanden i recipienten

Block 1 vid Oskarshamnsverket var avställt för revision under en stor del av 1998. Stationen var i drift fram till slutet av april, med ett längre uppehåll i februari-mars och ett kortare i april. Produktionen återupptogs efter revision i början av november och pågick till årets slut med ett kortare uppehåll. Driften vid block 2 avbröts för revision under ca en månad med början 16 augusti. Under resten av året rådde jämn drift, dock under längre perioder med reducerad drift till följd av kraftbalansreglering. Revisionen vid block 3 varade en månad från 6 juni. Även vid detta block förekom nedreglering av effekten i ovanligt stor omfattning. Driften var i övrigt jämn, dock avbruten av ett fåtal kortare stopp. Effektsänkningarna innebar att temperaturerna i det utgående kylvattnet var något lägre än under ett normalår.

Temperaturen i den inre delen av Hamnefjärden var lägre än normalt, dels till följd av nedregleringar, dels på grund av låga bakgrundstemperaturer i havet. Medeltemperaturer över 25 °C registrerades endast under två dygn i mitten av juli (figur 15). Under en längre period från slutet av juli till mitten av september, till stor del sammanfallande med revisionen av block 2, var Hamnefjärden kallare än referenspunkten i Borholmsfjärden. Skillnaden mellan Hamnefjärden och referensen var mindre än normalt under vår och sommar, men återgick till normala nivåer (8–10 °C) under hösten.



Figur 15. Dygnsmedeltemperaturer i Hamnefjärden och Borholmsfjärden 1998.

Fiskförluster i silstationerna

Till följd av den långa revisionsavställningen förekom ingen fiskräkning i silstationen för block 1, och den period då fiskskador var tänkbara, inskränkte sig till ett par veckor i april. Vid block 2 genomfördes kontroller vid 82 tillfällen från april till oktober. Den totala utslagningen av ål har beräknats till ca 2 400 individ, varav ca 80% var kortare än 40 cm. Strömming registrerades i mindre

omfattning än tidigare år (5 500 ind). Förekomsten av flundra hade minskat betydligt sedan rekordnivån 1997, med en beräknad förlust av ca 1 800 individ. Värdet för abborre var dock det högsta som registrerats för O2 (4 400 ind).

Kontrollen av O3 inskränker sig till anmälningsplikt för driftpersonalen vid situationer som avviker från de normala. Inga rapporter har inkommit.

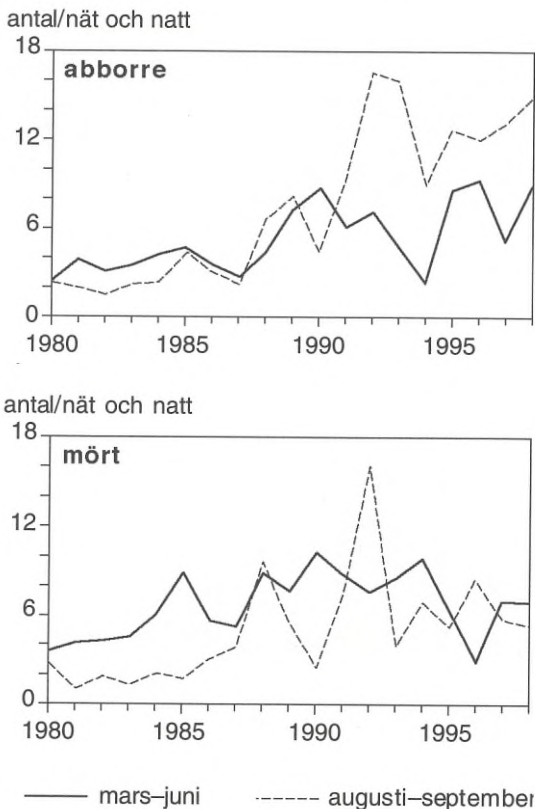
Fiskbeståndens långsiktiga utveckling

Beståndsutveckling för stationära varmvattenarter i Hamnefjärden

Fisket i Hamnefjärden är uppdelat på sju fisken under perioden mars–juni och en intensivinsats om sex fisken under sensommaren. Resultatet 1998 för de fem vanligaste arterna redovisas nedan:

art	vår		sommar	
	antal	vikt (kg)	antal	vikt (kg)
abborre	918	176	1083	326
mört	714	89	384	57
björkna	768	93	353	20
gers	271	12	29	1
sarv	137	11	21	4

Utvecklingen för abborre och mört i Hamnefjärden sedan 1980 redovisas i figur 16. Abborrfångsterna ökade både vår och höst till nivåer som är bland de högsta

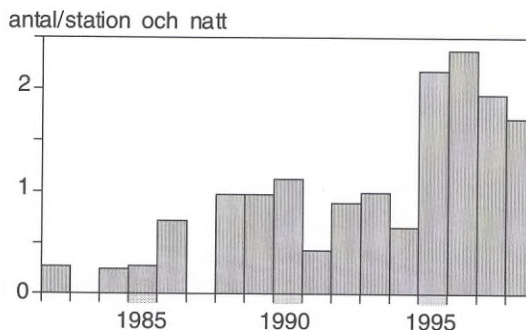


Figur 16. Fångst av abborre och mört med biologiska länkar i Hamnefjärden åren 1980–1998.

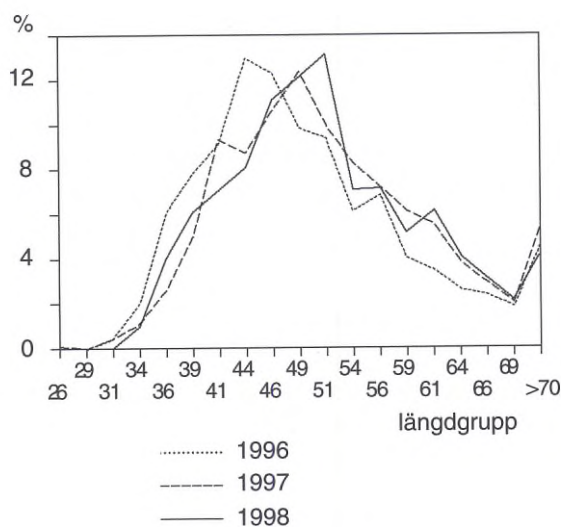
som registrerats. Medelvikten under sommaren hade ökat från 230 g till 301 g mellan 1997 och 1998. Mörtfångsterna var i stort sett oförändrade både vår och höst. Fångsterna av björkna var mindre än 1997, i synnerhet i sommarfisket. Gersen var något vanligare både vår och sommar. Sommarfångsterna av sarv var endast en tiondel så stora som under 1997. Temperaturerna under sommarfiskena var tidvis mycket låga (<10 °C), vilket påverkar fångstbarheten för här aktuella arter i negativ riktning. Den stora fångsterna av abborre bör av denna anledning återspegla en ovanligt hög täthet i Hamnefjärden, sannolikt beroende på att låga havsvattentemperaturer har motverkat utvandring ur fjärden.

Beståndsutveckling för ål i Hamnefjärden

Under 1998 fiskades på fyra stationer i Hamnefjärden under perioden mars–juni. Totalt fångades 577 gulålar eller i genomsnitt 1,65 ålar per station och natt (figur 17), en fortsatt tillbakagång från den rekordhöga nivån 1996. Gulålens längdfördelning (figur 18) var mycket likartad den under 1997.



Figur 17. Fångst av gulål med småryssjor i Hamnefjärden under perioden mars–juni åren 1982–1998. Uppehåll i fisket gjordes 1983 och 1987. Observera att förändrad fiskemetodik mellan 1986 och 1988 innebär att en viss försiktighet måste iakttas vid en jämförelse av perioderna före och efter förändringen.



Figur 18. Längdfördelning för gulål i Hamnefjärden 1996, 1997 och 1998.

Sjukdomar och parasiter hos fisk från Hamnefjärden

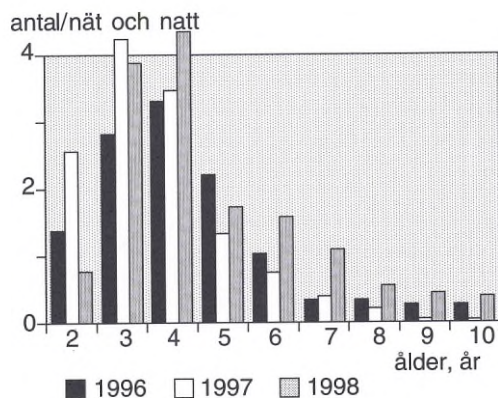
Yttre tecken på sjukdomar observerades hos 26 (0,4%) av totalt 5 895 fiskar från Hamnefjärden. Elva gulålar (1,9%) av totalt 577 hade yttre sjukdomssymptom, vilket innebär en halvering från 1997 (4%). Hudsår svarade för knappt hälften av observationerna hos ålen. Nedan sammanfattas den totala sjukdomsbelastningen (%) för de vanligaste arterna i fångsten med biologiska länkar i Hamnefjärden (det totala antalet kontrollerade fiskar ges inom parentes). Den relativt höga frekvens av hudsår som observerats för mört och björkna under senare år hade avklingat våren 1998. Sjukdomsfrekvensen var fortsatt mycket låg under sommarfisket.

	vår	sommar
abborre	0,1 (1132)	0,2 (1083)
mört	0,7 (726)	0 (384)
björkna	0,4 (801)	0 (353)

Infektion hos ål med nematoder av släktet *Anguillicola* observerades för första gången i Hamnefjärden 1988. Den upp till 5 cm långa parasiten uppträder i ålens simblåsa, där den livnär sig av värdjurets blod. Parasiten har införts till Europa från Sydostasien och är numera starkt etablerad i Hamnefjärden. Under våren genomfördes kontroll av 199 ålar från Hamnefjärden. Av dessa hade 109 st (55%) parasiter i simblåsan, vilket innebär en något lägre andel än föregående år (60%). Inga negativa effekter har kunnat konstateras på värdjurets kondition, men en lindrig anemi har observerats hos hårt infekterade fiskar. Den största delen av ålarna var lindrigt infesterade. Av de parasiterade ålarna hade majoriteten färre än tio parasiter. Som mest observerades 81 parasiter i en ål.

Abborrens årsklasstyrka

Tre och fyra år gamla abborrar dominerade Hamnefjärdens abborrbestånd 1998 liksom föregående år, medan inslaget av tvååringar var betydligt mindre (figur 19). Äldre abborrar var genomgående vanligare än under 1996 och 1997.

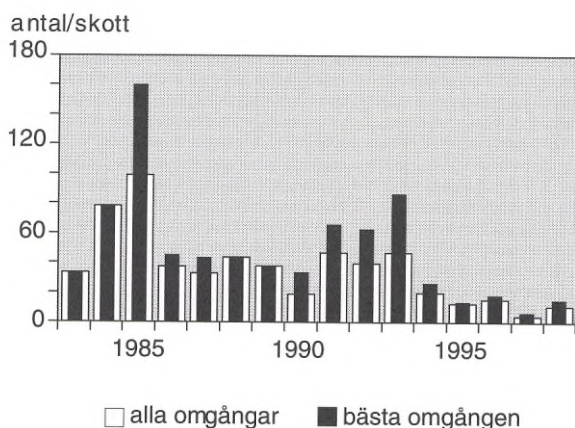


Figur 19. Fångst av abborre (≤10 år) per nät och natt för enskilda åldersgrupper Hamnefjärden åren 1996–1998.

Täthet av årsyngel

Täthet och tillväxt hos årsyngel registreras varje höst i Hamnefjärden. Ett referensmaterial för tillväxt samlas samtidigt in i den närbelägna men ouppvärmda Getbergsfjärden (figur 14). Förekomsten av abborryngel har varit låg i Hamnefjärden efter 1993, även om en viss uppgång noterades 1998 (figur 20). Förekomsten av mört yngel var mycket liten – endast åtta yngel noterades vid tre sprängningstillfällen. I Getbergsfjärden gjordes inga kvantitativa registreringar, men förekomsten av abborre bedömdes vara svag till måttlig, medan mört bedömdes förekomma förhållandevis rikligt.

Medellängden för abborryngel uppgick till 69 mm i Hamnefjärden och 51 mm i Getbergsfjärden och för mört yngel till 72 respektive 41 mm. Ynglen var betydligt mindre än under ett föregående år.



Figur 20. Antal årsungar av abborre per skott vid sprängningar i Hamnefjärden åren 1983–1998. Då flera sprängningsomgångar gjorts, anges resultatet från den omgång som gett det högsta medelvärdet.

Beståndsutveckling hos stationära varmvattenarter i skärgården

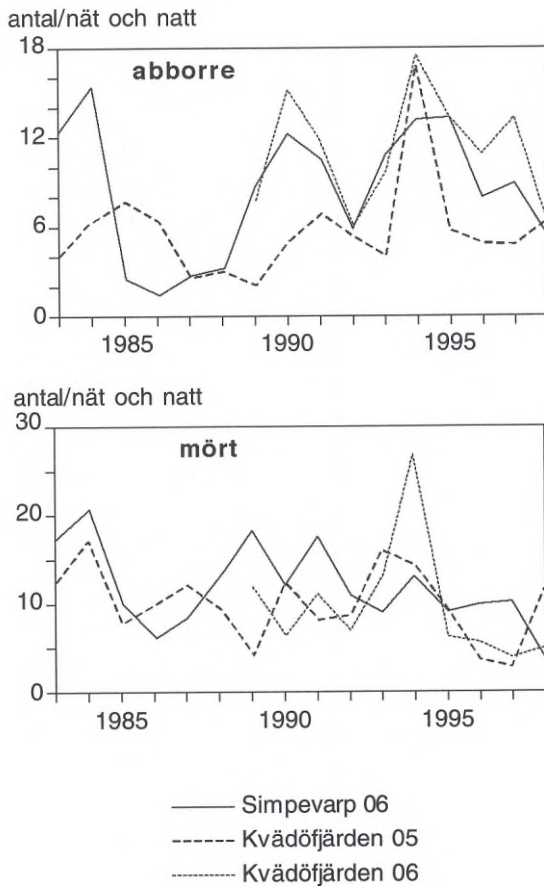
Skärgårdens fisksamhällen följs genom fisken med nätlänkar under högsommaren. Detta fiske bedrivs inom ett delområde söder om Simpevarp och inom två områden i Kvädöfjärden (figur 14). Mellan

1989 och 1996 gjordes samma fiske i ytterligare ett område vid Simpevarp. Detta lades dock ner på grund av att resultaten i de båda områdena var mycket likartade. Fiskena är främst inriktade på fångst av ungfisk. På grund av detta användes en delvis annorlunda sammansättning av maskstorlekar än vid fisket i Hamnefjärden. Totalfångst av de fem vanligaste arterna redovisas nedan:

	Simpevarp	Kvädöfjärden	
	sektion 6	sektion 5	sektion 6
abborre	707	951	972
mört	592	1692	776
björkna	293	168	15
gers	128	33	54
sarv	9	23	1

Utvecklingen för abborre och mört i Simpevarp och Kvädöfjärden sedan starten 1983 presenteras i figur 21. Fångsterna av abborre minskade markant mellan 1997 och 1998 i Simpevarp och på den yttre lokalen (sektion 6) i Kvädöfjärden, medan den ökade något i innerskärgården (sektion 5). Även mörten ökade i innerskärgården i Kvädöfjärden, medan förändringar för arten på de yttre lokalerna inskränker sig till en relativt kraftig nedgång i Simpevarp. För övriga arter noteras att rekordnoteringen för björkna i Simpevarp 1997 inte satte några spår efterkommande år. Förändringarna mellan 1997 och 1998 kan till stor del tillskrivas en mycket stor temperaturförändring mellan åren, från 21–22 °C till 11–12 °C vid redskapen.

Utöver fiskena med nätlänkar företas ett fiske med biologiska länkar inom ett område vardera i Simpevarp och Kvädöfjärden (figur 14). Detta fiske görs vid ett enda tillfälle i augusti och har bedrivits sedan början av 1960-talet. Fångsterna av abborre under 1998 (6–10 abborrar per nät), var förhållandevis goda, mot bakgrund av de låga vattentemperaturerna, medan övriga arter förekom sparsamt.



Figur 21. Fångst av abborre och mört med nätlänkar under augusti åren 1983–1998 i skärgården söder om Simpevarp och i Kvädöfjärden.

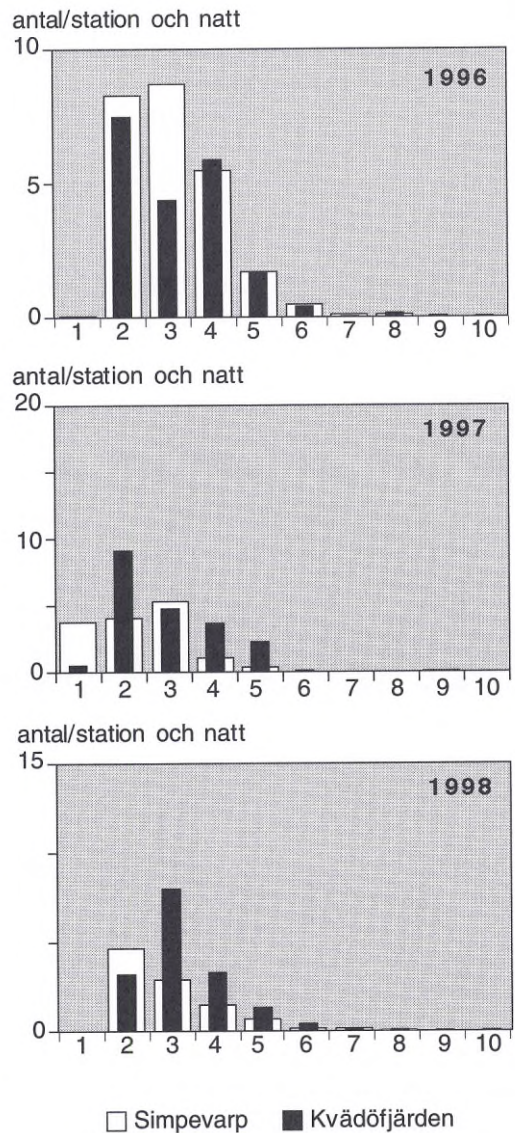
Sjukdomar och parasiter i skärgården

Den totala fångsten i sommarens fiske i skärgården söder om Simpevarp uppgick till drygt 2 000 fiskar. Bland dessa påträffades endast elva fiskar (0,6%) yttre tecken på sjukdomar eller skador, vilket är en mycket låg frekvens. Frekvensen för de vanligaste arterna ges nedan: (det totala antalet kontrollerade fiskar ges inom parentes).

abborre	0,3 (869)
mört	0,2 (654)
björkna	0,3 (359)

Abborrens årsklasstyrka

Tvååriga abborrar var vanligast i Simpevarp, där de trots den låga vattentemperaturen var vanligare än tvååringarna 1997 (figur 22). Detta indikerar att årsklassen från 1996 är starkare än den från 1995. I Kvädöfjärden dominerade för andra året årsklassen från 1995, medan fiskar födda 1996 gav något mindre fångster än i Simpevarp.



Figur 22. Fångst av abborre (honor) för enskilda åldersgrupper i Simpevarp och Kvädöfjärden åren 1996–1998.

Beståndsutveckling för kallvattenarter

Fisket med kustöversiktsnät (tidigare benämnda djupnät) under våren beskriver utvecklingen i området där det uppvärmda kylvattnet möter och blandas med havsvattnet (figur 14) och registrerar i första hand arter med låga temperatur-optima. Anlockning av strömming under vinter och vår har konstaterats i området, likaså stora populationssvängningar för såväl stationära som vandrande marina arter. Från och med 1997 fiskas endast vid sex tillfällen under perioden april-maj. Efter utvärdering drogs slutsatsen att enbart vårfisken räcker för att belysa utvecklingen för kallvattenarter. Resultaten för några av de historiskt vanligaste arterna redovisas nedan:

	<i>antal</i>
strömming	5313
mört	211
flundra	127
rötsimpa	5
tånglake	92
abborre	54
sik	5
torsk	2

Strömmingsfångsterna vände åter blygsamt uppåt efter tre år med vikande fångster (figur 232). Strömmingen var fortfarande relativt småvuxen, även om medellängden ökat något sedan 1997. Torskfångsten var rekordlåg, med endast två fångade exemplar (figur 23) och fångsten av rötsimpa var den lägsta sedan början av 1980-talet (figur 23). Flundra var fortfarande relativt vanlig och den tidigare sällsynta tobiskungen fanns kvar i samma omfattning som 1997.

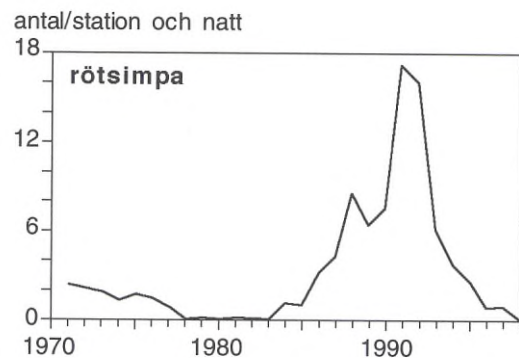
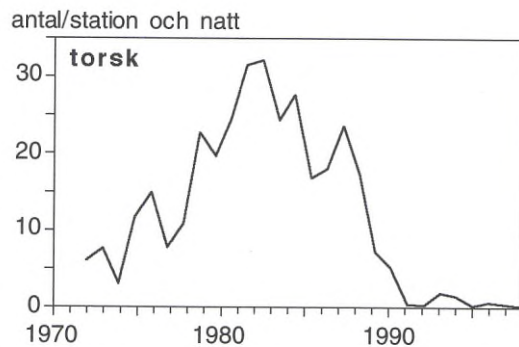
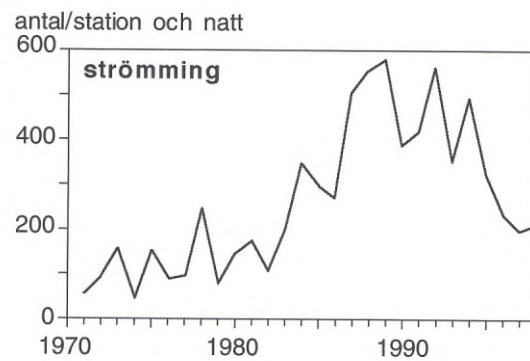
Sjukdomar och parasiter hos kallvattenarter

Sjukdomsfrekvensen i djupnätsfisket uppgick till 0,4% eller 24 fiskar av en totalfångst på 5 900 individ. Alla observerade symptom hänförde sig till flundra och utgjordes antingen av hudsår eller hudtumörer. Virussjukdomen *Lymfocystis* är

vanlig hos flundror i Östersjön och orsakar druvliknande tumörbildningar på hud och fenor.

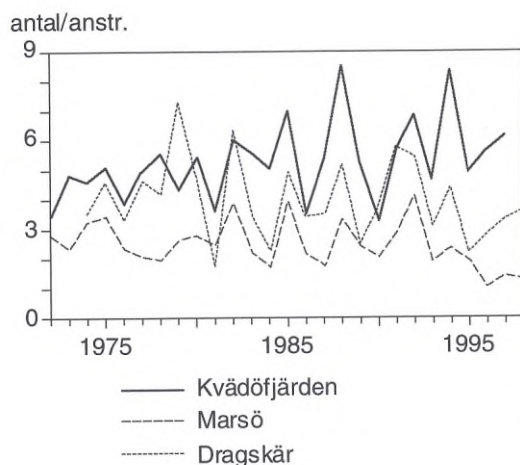
Journalföring av yrkesfiskefångster

Fångsterna av blankål med ålflytgarn t o m 1998 redovisas i figur 24 för de två största fiskena vid Simpevarp (Marsö och Dragskär) och för Kvädöfjärden. Fångsterna i Marsö och Dragskär har utvecklats ne-



Figur 23. Fångst av strömming, torsk och rötsimpa med kustöversiktsnät vid Simpevarp åren 1970–1998.

gativt efter 1992, vilket innebär ett trendbrott efter en lång följd av år med en stabil grundnivå. Den måttliga uppgången i Dragskär 1998 är en effekt av att antalet ålflytgarn reducerades till ett enda. Under den föregående femårsperioden användes två till tre redskap och neddragningen 1998 innebar att det redskap som gav minst fångster togs ur drift. Fångsterna i Kvädöfjärden, uttryckt som antal per fiskeansträngning, uppvisar en positiv trend under undersökningsperioden. Fångsterna från 1998 saknas dock i figuren.

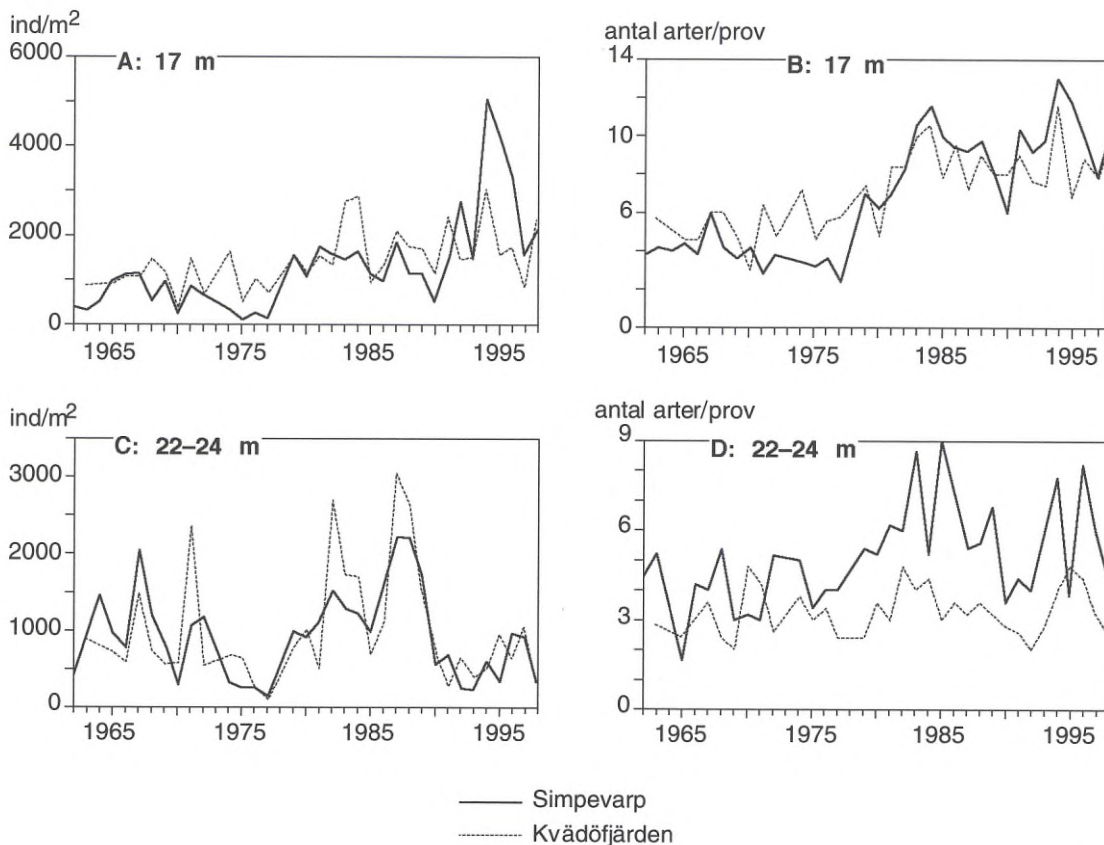


Figur 24. Fångster av blankål med ålflytgarn i områdena Marsö och Dragskär vid Simpevarp och i Kvädöfjärden 1972–1998 (antal per redskap och dygn).

Bottenfauna

Bottenfaunasamhällets utveckling i Simpevarp och Kvädöfjärden har följts sedan 1962. Individrikedom och artantal vände åter uppåt på de grundare lokalerna (17 m) efter nedgången 1997 (figur 25). Dessa lokaler ligger i havsbandet och karaktäriseras som transportbottnar med låg organisk halt i sedimentet och en stark dominans av blåmusslor och Östersjömusslor. En markant förändring inträffade på dessa bottnar i början av 1980-talet, då både abundans och artrikedom ökade påtagligt. En koppling till den generella eutrofieringen av Östersjön är sannolik. En motsvarande förändring observerades på de djupare lokalerna (22–24 m),

med ett mera organiskt sediment (figur 25). På dessa bottnar förekom tidigare stora fluktuationer för det lilla kräftdjur, vitmärlan, som fram till och med 1980-talet dominerade antalsmässigt. Under 1990-talet har dominansen övertagits av Östersjömussla och abundansen följaktligen legat på en betydligt lägre nivå. Både abundans och artantal föll mellan 1997 och 1998. Östersjömusslor minskade i båda områdena och i Simpevarp gick även tusensnäckor tillbaka. Svavelväteförekomst har observerats på båda lokalerna under senare år och vid provtagningen 1998 konstaterades stark svavelvätelukt i Kvädöfjärden.



Figur 25a–d. Bottenfaunasamhällets utveckling i Simpevarp och Kvädöfjärden åren 1962–1998.

A: totala antalet individer per kvadratmeter på 17 m djup.

B: antal arter per prov på 17 m djup.

C: totala antalet individer per kvadratmeter på 22–24 m djup.

D: antal arter per prov på 22–24 m djup.

Bentiska algsamhällen

De hårda bottnarnas algsamhällen inventeras årligen på en lokal med stark kylvattenpåverkan och på två lokaler med ringa påverkan av uppvärmt vatten. Inventeringen ingår i den samordnade kustrecipientkontrollen för Kalmar län. Undersökningen inleddes 1989 och stationerna vid Simpevarp har tillhört de bästa i länet vad beträffar täckningsgrad och djuputbredning för blåstång. Skador på blåstångsbältet på grund av betning av tånggråsugga har observerats under senare år. Hösten 1998 konstaterades att återetableringen av det tidigare utslagna tångbältet vid Stubbskär fortgår och att antalet dykprofiler med sammanhängande tångbälte ökat från två till tre av totalt fem. Söder om utsläppet och vid Stora Rönnen förekom sammanhängande bälten på alla profiler. Rödalsbältena vid Simpevarp har under senare år tillhört de art- och individrikaste i Kalmar län, både avseende djur och växter. Analyserna av materialet från 1998 pågår, och preliminära resultat indikerar att de rika samhällena bestod även detta år.

Riktade undersökningar

Under senare år har grava skador konstaterats på könsorganen hos flera fiskarter i kylvattenrecipienterna för kraftverken i Forsmark och Oskarshamn. Ett stort antal prover har insamlats, vilka analyserats histologiskt av forskare i Vilnius, Litauen, där erfarenhet finns av liknande skador från bl a recipienten för Ignalinaverket. Skadebilden för mört har presenterats (Lukšiene och Sandström, 1994), och resultaten visade att en stor del av honorna bar på ägg som dött under utvecklingen och att könsorganens funktion blivit arytmisk och inte längre kopplad till årstiderna. Preliminära resultat tyder på att andra arter drabbats på ett liknande sätt som mörten. Uppenbara skador har konstaterats hos abborre och gädda. I Hamnefjärden och Forsmark är påverkan tydlig nog att kunna observeras

med blotta ögat hos äldre fisk. En hög andel av de abborrar och mörtar som är större än 30 cm har haft så grava skador att de sannolikt inte längre kunnat fortplanta sig. Andelen för abborre i denna storleksklass med för ögat synliga skador var 1998 16%, vilket innebär en marginell minskning sedan föregående år. Skadefrekvensen för mört uppgick till 9% i hela materialet från Hamnefjärden, även i detta fallet en obetydlig förändring sedan 1997. Under oktober genomfördes gonadkontroll av ett referensmaterial från Kvädöfjärden. Gonadstörningar påträffades där hos tre mörtar (1,5%) av totalt tvåhundra. Hos abborre påträffades inga störningar. Under våren 1995 och 1996 gjordes försök med kläckning av abborrom från recipienterna i Simpevarp och Forsmark. Resultaten påvisade en hög, och i vissa fall total, dödlighet hos befruktade ägg från abborrar i recipienterna (Sandström *et al.* 1997). Uppgifter från senaste åren indikerar att störningar av fortplantningsorganen kan ha ett samband med förekomst av en encellig parasit (*Pleistomorpha mirandellae*) i gonadvävnaden. Under sommaren 1998 sammanfattades tidigare utförda undersökningar rörande skador på fiskars könsorgan i kylvattenutsläpp av Sandström, Andersson och Lounasheino. En publicering av resultaten förväntas under 1999.

Kommentarer

Provfiskena med nät och ryssjor i närområdet visar att bestånden av vuxen stationär fisk är starka. Förekomsten av yttre sjukdomstecken var liten inne i fjärden, medan flundran utanför fjärden fortfarande var relativt kraftigt påverkad av hudsår och *Lymfocystis*. Dessa symptom kan dock sannolikt inte kopplas till kraftverkets drift, eftersom flundran i huvudsak uppehåller sig i området under lektiden på våren. Den svaga reproduktionen av abborre och mört i Hamnefjärden inger dock oro och har nu konstaterats under en period av fem år. Ett samband med observerade gonadstörningar kan inte uteslutas. Något samband mellan den svaga reproduktionen i fjärden och bestånden av vuxen fisk har dock ännu inte observerats. Den ovanligt kalla sommaren medförde att fisket i skärgårdarna gav små fångster för de flesta arterna. Låga vattentemperaturer har en negativ effekt på reproduktion och tillväxt hos flera av de dominerande arterna i skärgården och förhållandena under 1998 kan av den anledningen förväntas påverka framtida fångster i negativ riktning. De mycket låga vattentemperaturerna kan även ha bidragit till de observerade fångstminskningarna i det yrkesmässiga ålfisket under 1998. De vikande blankålsfångsterna i Marsö och Dragskär inger dock oro för det framtida fisket. En generell nedgång har observerats i södra Östersjön under den senaste 20-årsperioden, men har inte haft samma genomslag i de fisken som

studerats inom kontrollprogrammet för Oskarshamnsverket. En hög medelålder hos de utvandrande ålarna och en konstaterat svag rekrytering har dock föranstaltat att en sådan nedgång kan inträffa. Att fångsterna ökar i Kvädöfjärden kan dock ses som motsägelsefullt och svårförklarat. Omfattande utsättningar i de stora sjöarna och förändrade fiskemönster kan dock ha bidragit till att hålla fångsterna uppe. Ett samband mellan nedgångarna och kraftverkets drift är osannolikt, eftersom minskningen är lika stor eller större uppströms i vandringsriktningen och eftersom inga förändringar i driften kan sättas samman med den plötsliga förändringen under 1990-talet.

Förändringarna för bottenfaunan sammanfaller väl i recipient och referens och en påverkan av kylvattnet är osannolik. De tre stationerna med kontroll av hårdbottensamhällena påverkas alla i olika grad av kylvatten. Några negativa effekter har dock inte observerats, och den återhämtning av tångbältena som observerats på ett par av stationerna är glädjande och sammanfaller delvis med motsvarande observationer i andra delar av länets kustvatten. Den generella utvecklingen för länets tångbälten har dock varit negativ, sedd över ett längre tidsperspektiv.

Inledning

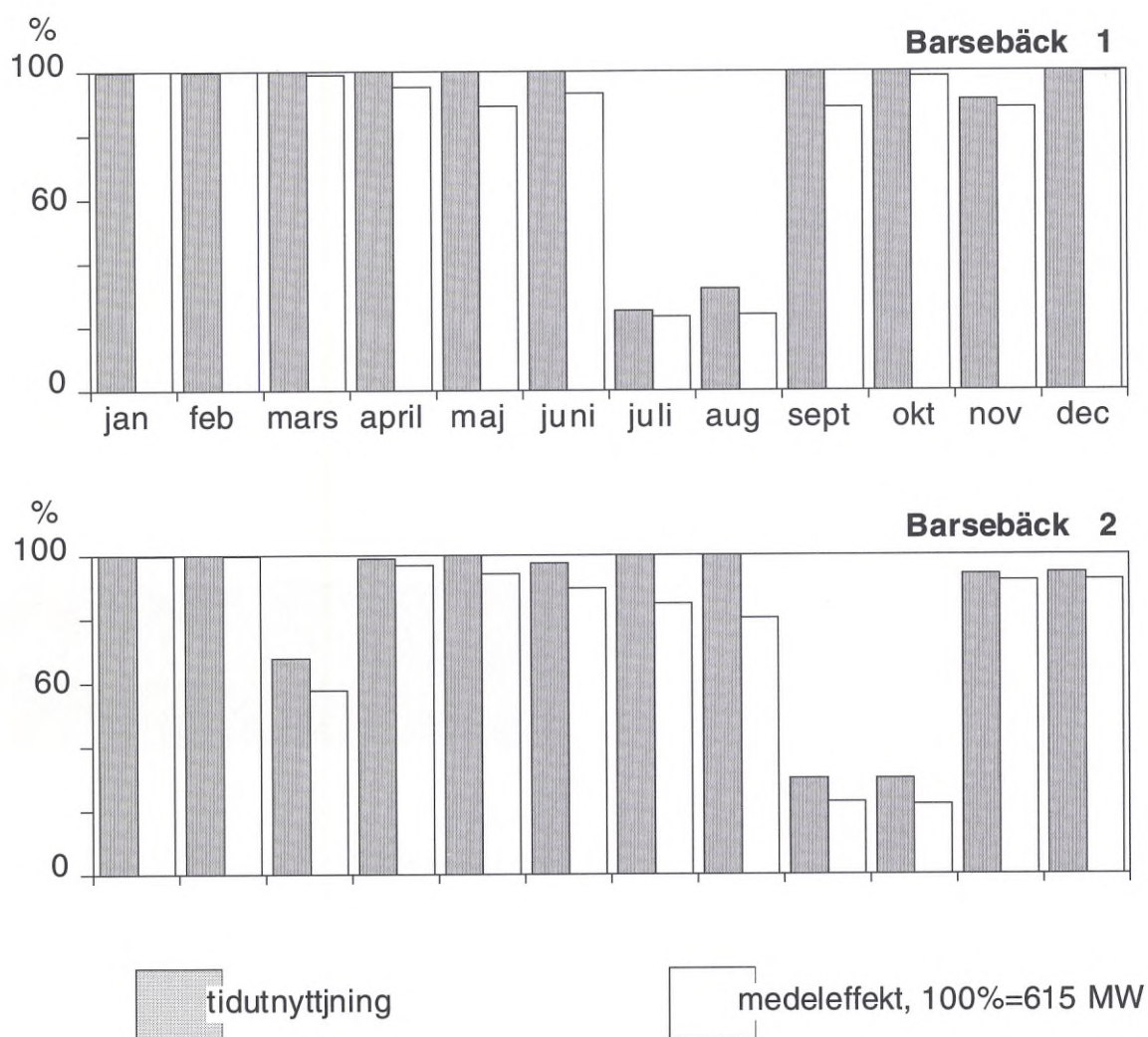
Fiskeriverkets kustlaboratorium driver ett kontrollprogram i kylvattenrecipienten utanför Barsebäcks kärnkraftverk. Resultaten redovisas årligen i rapporter som överskådligt sammanfattar resultaten. Undersökningarna har pågått sedan 1969 och syftar till att studera kylvattnets effekter på det kustnära fisksamhället. Det uppvärmda vattnet som släpps ut från kraftverket tillför energi till omgivningen vilket kan påverka bl a fiskförekomsten. Fisk kan av flera olika anledningar ansamlas i eller sky det område där temperaturen höjs av kylvattnet. Med kylvattnet sugas också fiskägg, fisklarver och vuxen fisk in i kraftverket där de skadas, vilket kan förorsaka förluster för det kustnära fisket.

Barsebäck

Inledning	57
Kraftverkets drift	58
Metoder	59
Resultat	60

Kraftverkets drift

Båda reaktorerna har varit i planerad drift hela året (figur 26). Revision utfördes under juli–augusti i Barsebäck 1 och under september–oktober i Barsebäck 2. Produktionen var lägre i aggregat 2 under mars månad då vissa mindre reparationer utfördes.

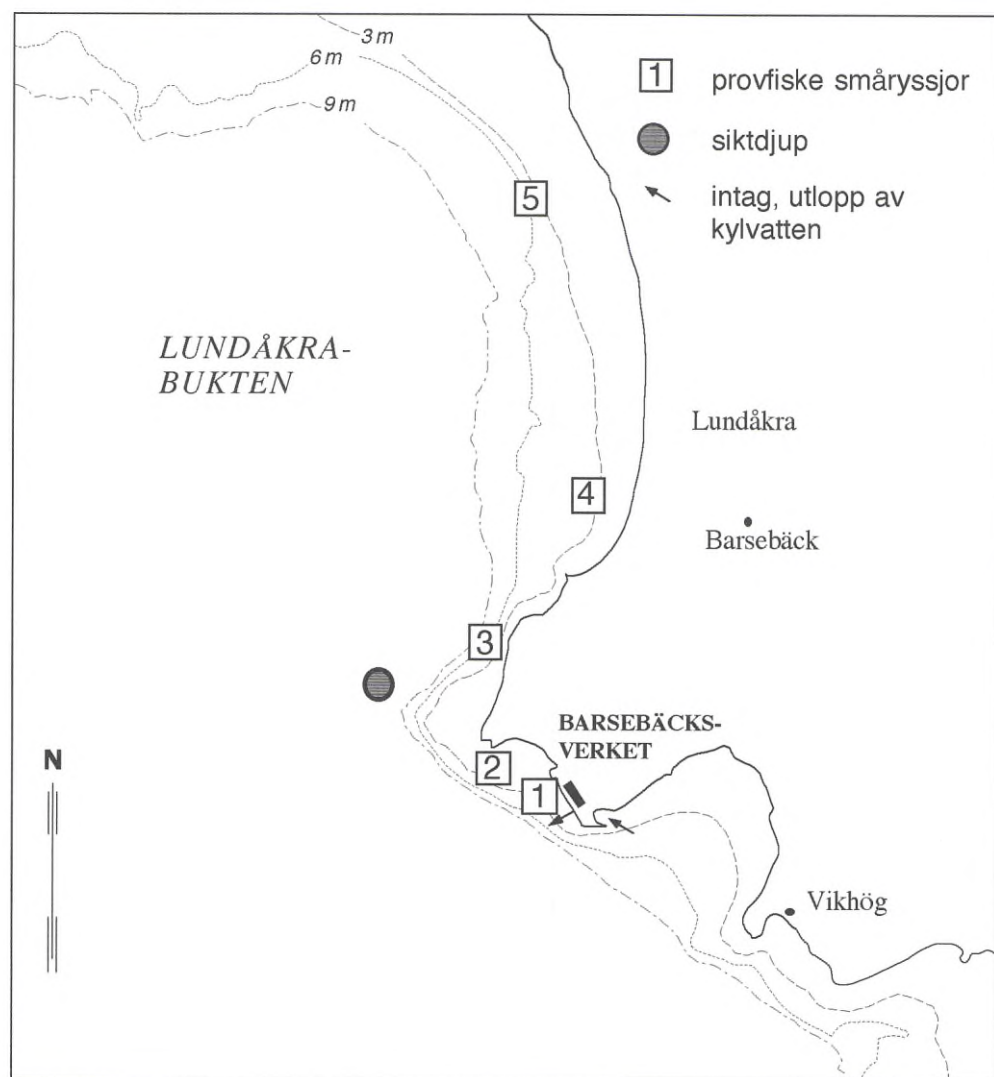


Figur 26. Driften vid Barsebäck 1 och 2 under 1998.

Metoder

Provfisken med småryssjor bedrivs på fem sektioner längs en gradient inom varmvattenplymens huvudsakliga utbredning (figur 27). Inom varje sektion fiskas på 3 stationer. Fisket utförs enligt standardiserade rutiner för recipientkontroll i kustområden (Thoresson 1992) och syftar till att beskriva variationer i täthet hos olika fiskarter. För att kunna beskriva utvecklingen för täthet av arter som i huvudsak kan karaktäriseras som kall- respektive varmvattenanpassade genomförs fisken både i april och augusti.

Kontrollen av de skador som orsakas av att organismer sugas in med kylvattnet har koncentrerats på småål, då det bedömts vara den enda förlusten som kan ha ekonomisk betydelse. Kontrollen utförs med stickprov i de rensmassor som silas ifrån kylvattnet i silstationerna och resultaten ligger till grund för kompensationsutsättningar av ålyngel i Öresund (Thoresson 1992).



Figur 27. Provfiskestationer utanför Barsebäck.

Resultat

Fiskfångster

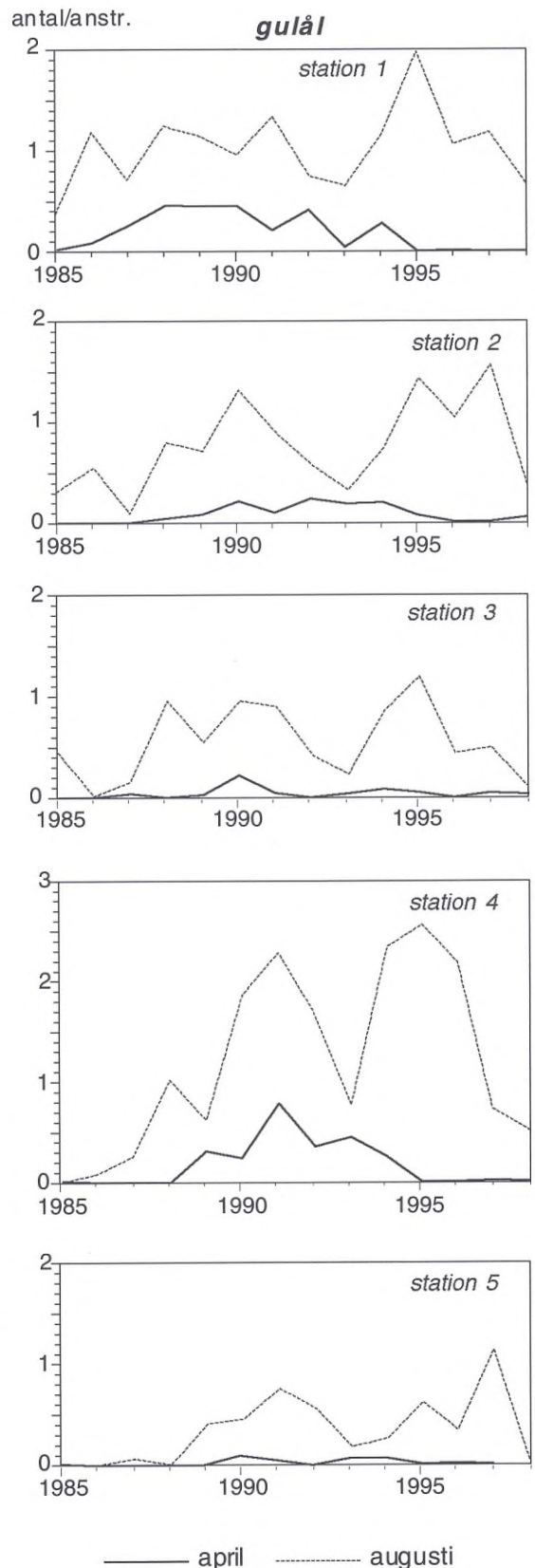
Fiskfångsterna domineras av några få arter av vilka gulål betraktas som varmvattenanpassad medan torsk och tånglake är arter som föredrar lägre temperaturer. Förutom dessa arter redovisas fångstutvecklingen för skrubbskädda i årsrapporterna. Gulål fångas främst i augustifiskena medan torsk normalt fångas i större antal i april. Tånglake och skrubbskädda har ingen tendens att fångas i högre utsträckning under någon av fiskeperioderna. Effekter av temperaturvariationerna inom utsläppsområdet har tydligast visat sig i gulålfångsterna.

Gulål

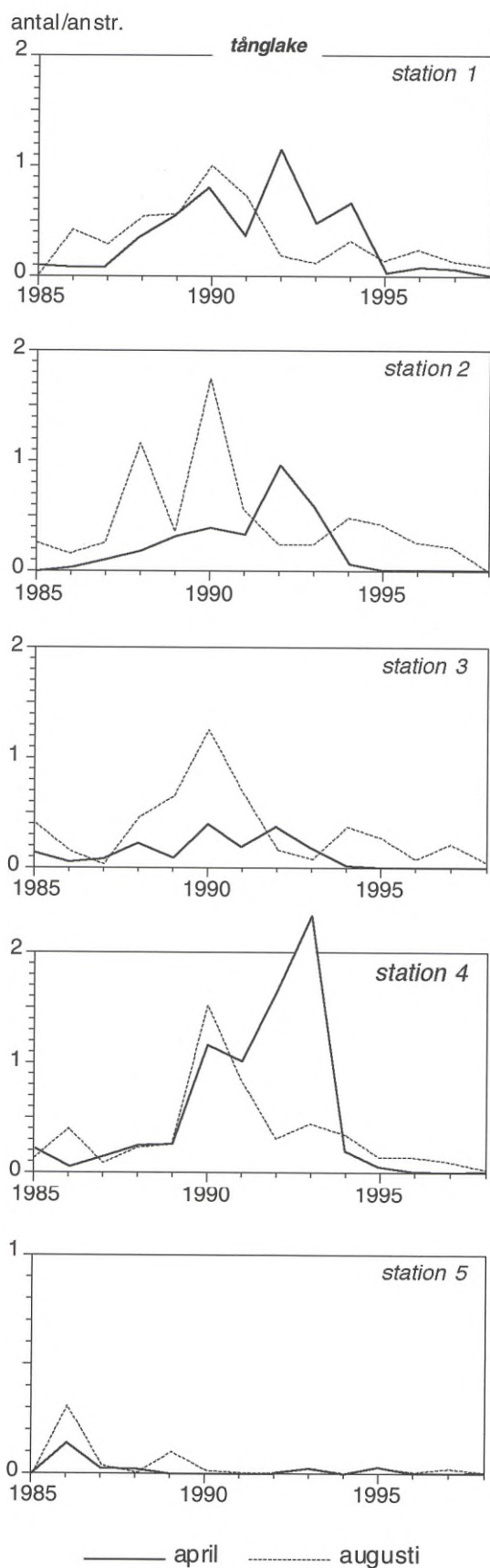
Gulål är en typisk varmvattenart och ger högre fångster vid högre temperaturer. I april 1998 låg fångsterna på en fortsatt låg nivå, medan de minskade i augusti på alla sektioner (figur 28). Nedgången i augusti förklaras troligtvis till stor del av den ovanligt kalla sommaren som gav jämförelsevis låga temperaturer under provfiskeperioden. Medellängden hos de fångade ålarna, 38 cm, var liksom längdfördelningen, oförändrad gentemot de närmast föregående åren.

Tånglake.

Tånglake fångas främst under augustifiskena, vilket kan synas svårförklarat, eftersom denna art är en typisk kallvattenart och normalt ger högre fångster vid lägre temperaturer. Arten är också stationär och föder levande, mycket väl utvecklade yngel, vilket leder till en begränsad spridning av dessa. Tånglake gav jämförelsevis goda fångster vid Barsebäck i slutet av 80-talet och början av 90-talet (figur 29). Under senare år har fångsterna varit



Figur 28. Fångstutveckling för gulål.



mycket låga i april och vikande i augusti och var sammantaget 1998 de lägsta under hela perioden från 1985. De under flera år varma somrarna under 90-talet är troligtvis en starkt bidragande orsak till den negativa trenden. Sommaren 1998 var visserligen en av de kallare under perioden, men att detta inte får något genomslag i högre fångster tyder på att den vikande trenden under senare år inte bara orsakas av att vuxen fisk undviker den högre temperaturen inom påverkansområdet. En förklaring kan istället vara tånglake haft en svag rekrytering i området under en följd av år.

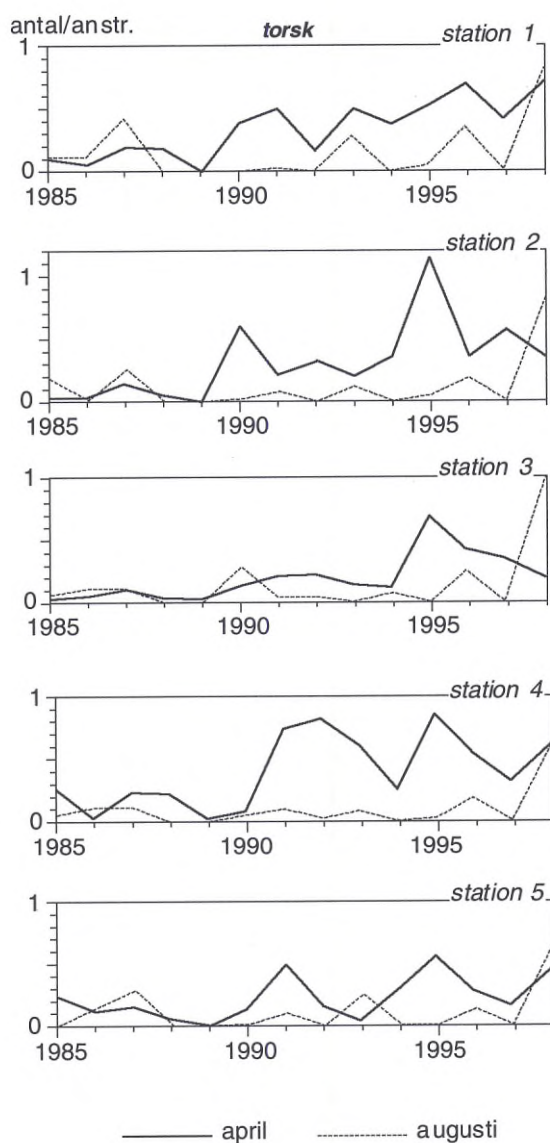
Torsk

Fångsterna av torsk har visat en positiv utveckling under 90-talet, vilket höll i sig under 1998. Särskilt stor var uppgången under augustifisket, vilket gjorde att, till skillnad från tidigare, dessa gav högre fångster än aprilfiskena (figur 30). I april dominerades fångsten av torsk i längder mellan 16 och 21 cm medan inslaget av större torsk i längder upp till 46 cm var större under augusti. I aprilfiskena fanns dock också ett inslag av större torsk, som helt saknades i augustifiskena.

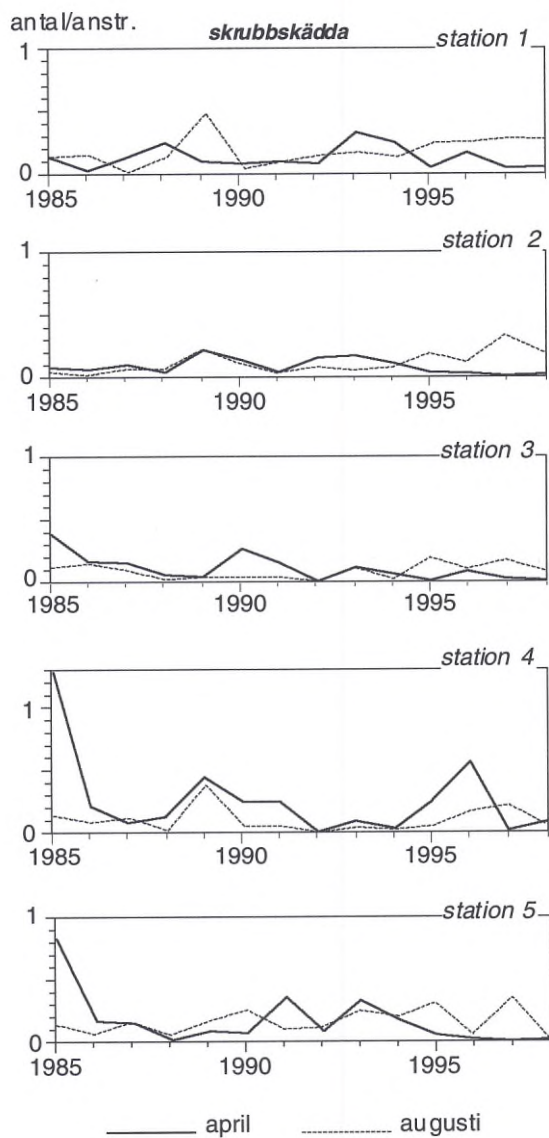
Skrubbskädda

Fångsterna av skrubbskädda var fortsatt låga. Någon trend är svårt att urskilja men tendensen under senare år är att fångsterna minskat något i april och ökat svagt under augusti (figur 31).

Figur 29. Fångstutveckling för tånglake.



Figur 30. Fångstutveckling för torsk.



Figur 31. Fångstutveckling för skrubbskädda.

Kontroll av ålförekomst i silstationen.

De avsilade rensmassorna från bandsilarna i silstationen deponeras i containers. Stickprovskontroll av hur mycket ål av olika storlekar som finns med i dessa genomförs innan de töms i kylvattenutloppet. Med ledning av dessa observationer görs beräkningar av hur mycket ål totalt som följer med kylvattnet. Dödligheten vid denna hantering har skattats till 100%

för glasål och 25% för gulål <50 g. För större ål är dödligheten mycket liten. Totalt gjordes 36 kontroller under året (tabell 1). Inga glasålar observerades, men skattningen av dessa är mycket osäker, eftersom de är svåra att se bland allt annat material som följer med vid avsilningen. Den beräknade förlusten av ålyngel, <50 g 1998 (tabell 1), ger ett kompensationsbehov av ca 10 kg vid beräknad dödlighet av 25%.

Tabell 1. Kontroll av ålförekomst i silstationen 1998. Observerad och beräknad mängd för kompensationsbehov.

	antal	glasål, antal		gulål <50 g, kg		gulål >50 g, kg	
	kontroller	observerat	beräknat	observerat	beräknat	observerat	beräknat
januari	0	0		0		0	
februari	5	0		0,25	1,4	1,3	7,3
mars	8	0		0		0	
april	1	0		0		0,55	16,5
maj	5	0		0,35	2,2	0,98	6,1
juni	4	0		0		0,45	3,4
juli	7	0		8,5	37,6	0,75	3,3
augusti	3	0		0		0	
september	1	0		0		0	
oktober	1	0		0		0	
november	1	0		0		0	
december	0	0		0		0	
totalt	36				41,2		36,6

Inledning

Fiskeriverkets Kustlaboratorium genomför biologisk recipientkontroll vid Ringhals kraftverk. Resultaten redovisas årligen i rapporter som överskådligt sammanfattar resultaten. Undersökningar i vattenområdet utanför kraftverket påbörjades 1968 och har sedan dess pågått och förändrats efterhand som erhållna kunskaper utvärderats och sammanfattats. Inriktningen är nu koncentrerad på att

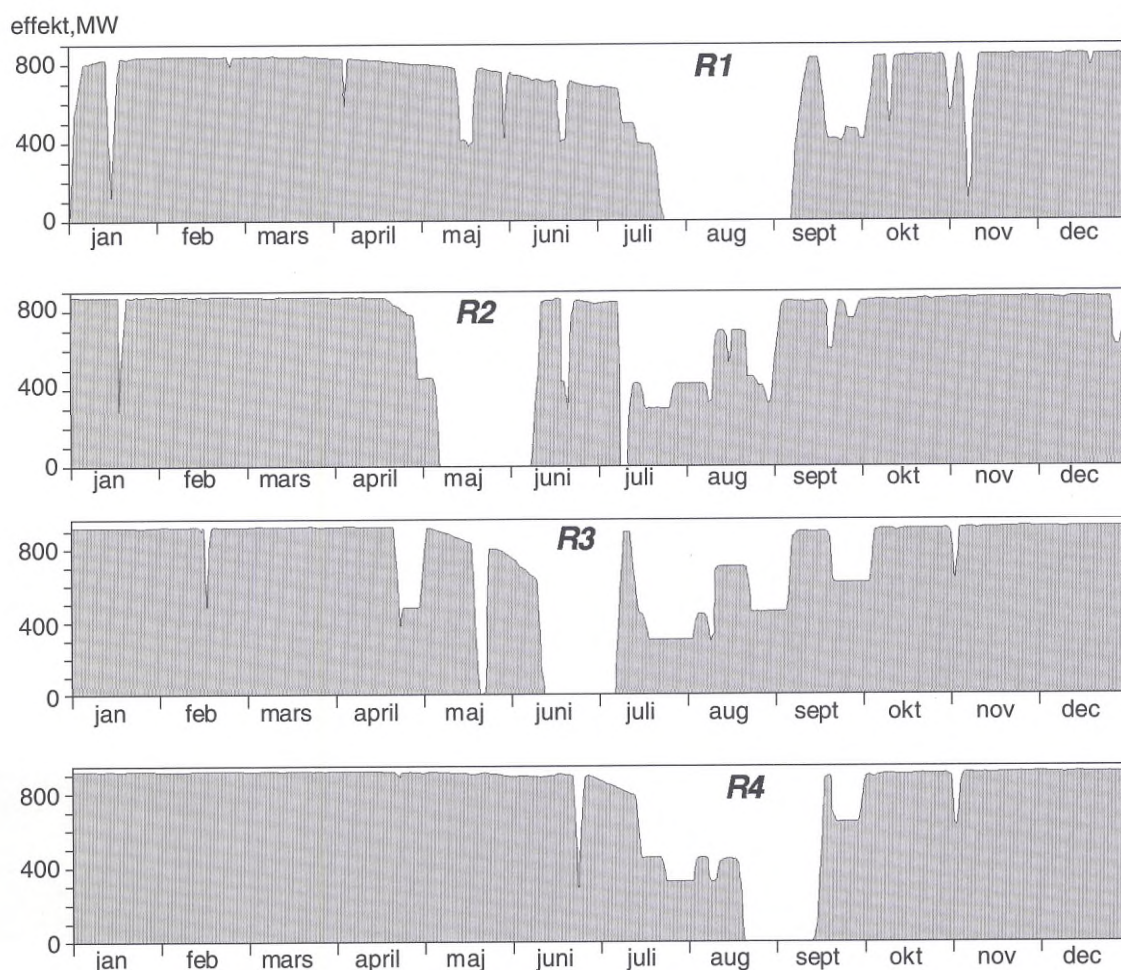
följa variationer i täthet av olika fiskarter. Det uppvärmda vattnet som släpps ut från kraftverket tillför energi till omgivningen och fisk kan av olika anledningar ansamlas eller sky det område där temperaturen höjs. Fiskägg, fisklarver och vuxen fisk sugas också in i kraftverket med kylvattnet, där de skadas, vilket kan förorsaka rekryteringsförluster.

Ringhals

Inledning	65
Kraftverkets drift	66
Metoder	67
Resultat	68

Kraftverkets drift

Driften av de fyra reaktorerna har varit normal under året. Driftsinskränkningar för revision och nedfasningar i samband med dessa, samt produktionsminskningar vid smärre reparationer och inspektioner varit av normal omfattning (figur 32).



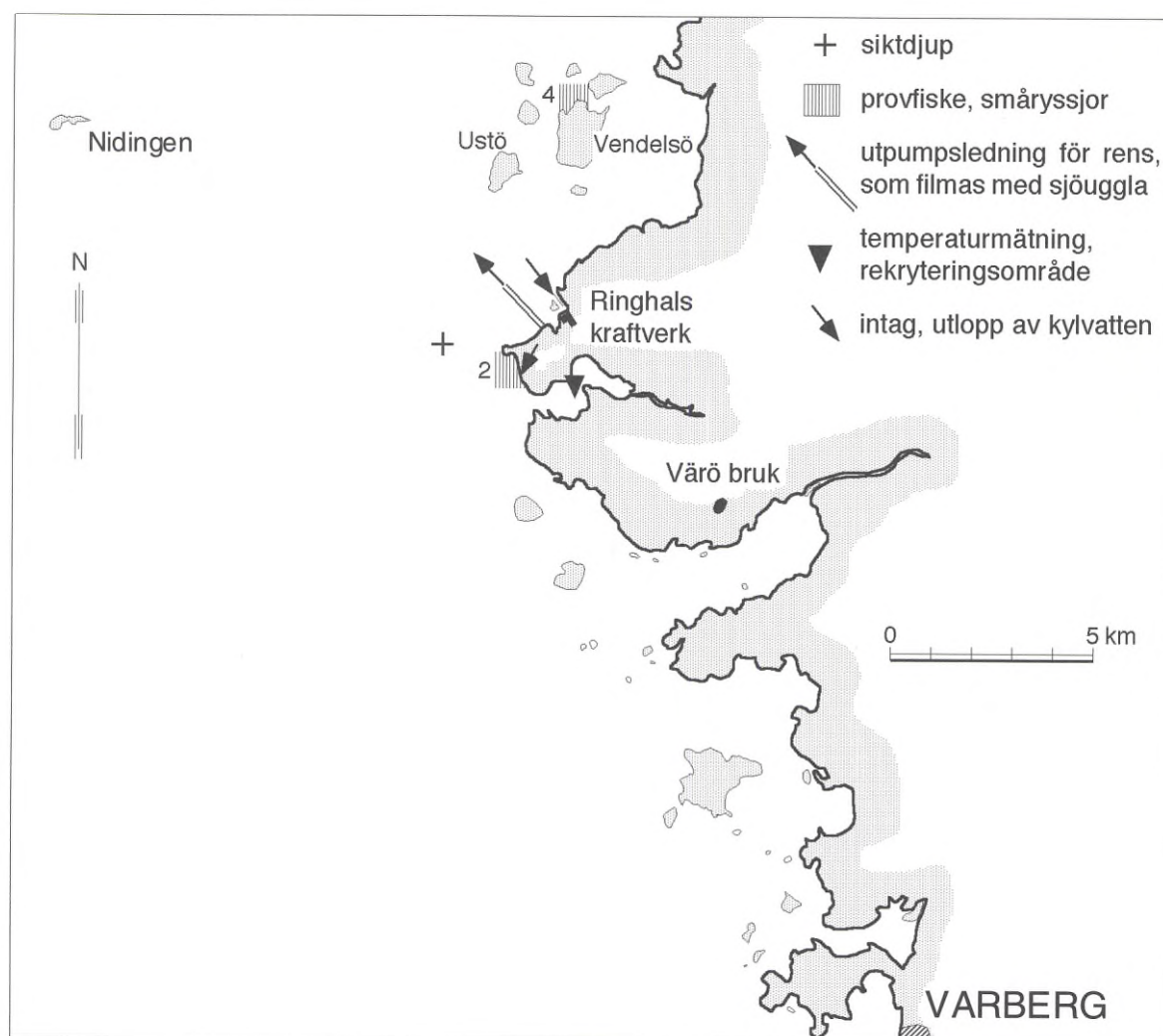
Figur 32. Driften vid Ringhals 1, 2, 3 och 4 under 1998.

Metoder

Täthet av fisk studerades genom provfiske med småryssjor, vilket bedrevs inom två områden, sektion 2 och sektion 4 (figur 33). Sektion 2 är belägen inom utsläppsområdet och karaktäriseras av stabila övertemperaturer under längre perioder. Sektion 4, ca 7 km norr därom vid Vendelsö, tjänar som referens. Inom varje sektion fiskades på sex stationer med två ryssjor kopplade strut i arm (Thoresson 1992). Fram till 1997 fiskades varje station under 12 dygn, dels i april, dels i

augusti, men från och med 1998 skars fiskeansträngningen ned till 9 dygn. Stationerna för småryssjefisket ligger innanför tremeterskurvan.

Transporten av fiskägg, larver och yngel in i kylvattenssystemet kontrollerades i intagskanalen till aggregat 1 och 2 (figur 33). Ägg och larver samlades in kvantitativt med hjälp av en s k bongohåv och större larver fångades med Isaacs-Kiddtrål (Thoresson 1992). Dessa provtagningar pågick februari–april.



Figur 33. Översiktsskarta med fiske och provtagningslokaler.

Resultat

Totalt fångades 21 arter i ryssjefisket 1998 (tabell 2). De flesta av fiskarterna i fångsten var små bottenbundna kustnära arter utan ekonomiskt värde. Men också ål och unga exemplar av torsk fångades och för dessa ger provfiskena viktig information som bidrar till att beskriva variationer i rekryteringen. Strandkrabban dominerade utom på sektion 4 i april. Strandkrabba är en varmvattenart, d v s den ger högre fångster vid högre temperatur. Tånglake, rötsimpa, torsk och femtömmad skärlånga är typiska kallvattenarter och har under åren oftast givit högst fångster i aprilfiskena (Thörnqvist *et al.* 1998). Gulål och skärsnultra är däremot utpräglade varmvattenarter.

Varmvattenarter

Gulål

Fångsterna var högre i augusti och i utsläppsområdet vilket är normalt (figur 34).

Fångsterna minskade däremot något i augusti jämfört med året innan, särskilt på sektion 2. En förklaring till detta är den ovanligt kalla sommaren vilken ledde till relativt låga vattentemperaturer under augusti.

Skärsnultra

Skärsnultra är den art som efter strandkrabba fångas i störst antal under augusti (figur 34). Fångsterna ökade något 1998 i augusti på båda sektionerna.

Stensnultra

Fångsten av stensnultra visar inga klara samband med temperaturförhållandena i utsläppsområdet över ett längre tidsperspektiv (figur 34). Det föreligger emellertid en tendens till vikande trend i fångsterna i augusti på sektion 2, vilken höll i sig under 1998.

Tabell 2. Fångster vid provfisker med småryssjor i recipientkontrollen för Ringhals 1998.

	april		augusti	
	sektion 2	sektion 4	sektion 2	sektion 4
gulål	24	8	47	20
torsk	31	41	55	212
gråsej			3	65
vitling				4
rödspotta	3	5	4	1
skrubbskädda	59	57	10	15
tunga			1	
slätvar				1
tånglake	34	106	2	40
oxsimpa	64	14	8	6
rötsimpa	21	211		29
skärsnultra	15	1	1046	1253
stensnultra	39	16	104	151
berggylta		1	2	6
svart smörbult	13	14	11	8
femtömmad skärlånga	10	1	8	1
tejstefisk	2			1
randig sjökock	1			
strandkrabba	1510	147	2777	2292
krabba			1	

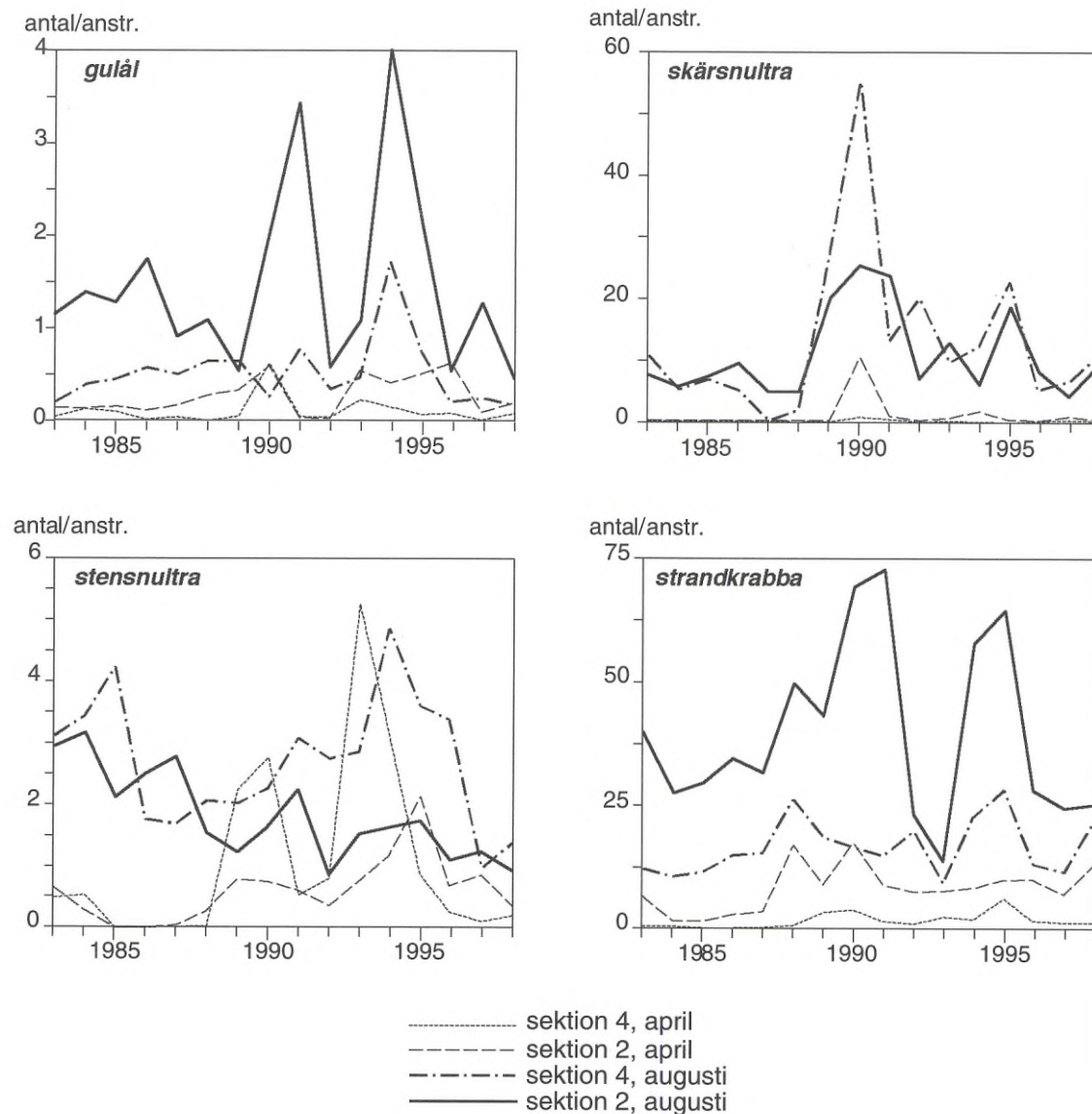
Strandkrabba

Strandkrabba är den till individantalet dominerande fångsten och effekten av varmvattenutsläppet avspeglas tydligt i fångsterna av den (figur 34). Fångsterna ökade något på sektion 2 i april och sektion 4 i augusti.

Kallvattenarter

Oxsimpa

Fångsten av oxsimpa har minskat i utsläppsområdet, både i april och augusti sett över ett längre tidsperspektiv. Tydligast har denna trend varit under augusti (figur 35). Fångsterna 1998 tydde inte på något trendbrott.



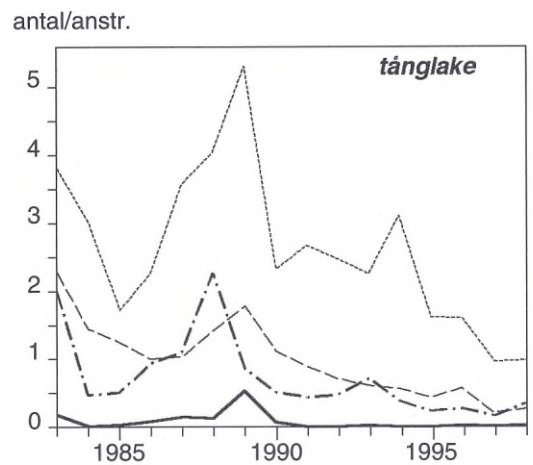
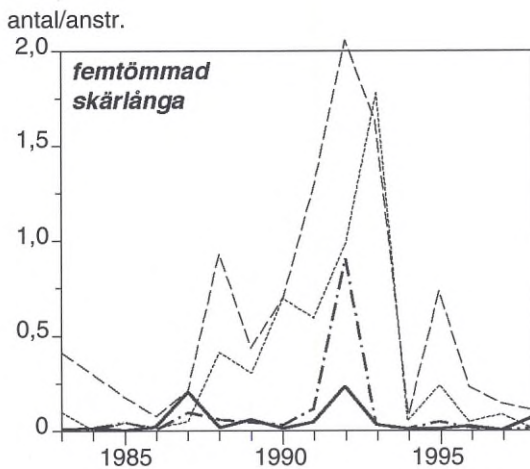
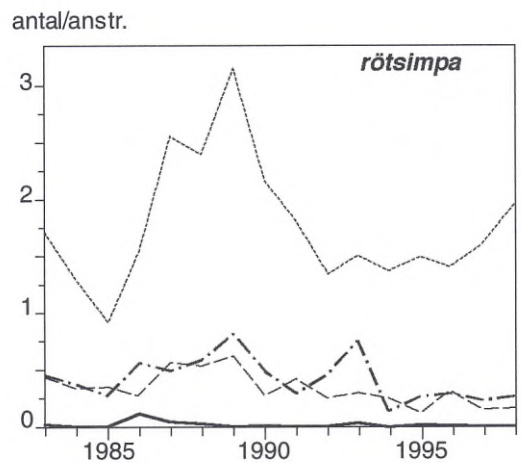
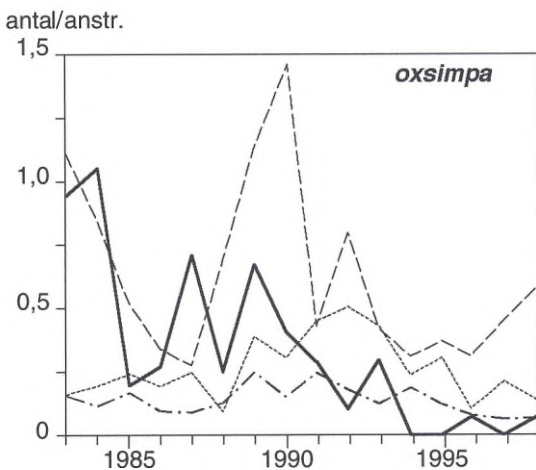
Figur 34. Fångstutveckling för gulål, skärsnultra, stensnultra och strandkrabba.

Rötsimpa

Förhållandet mellan sektioner, beträffande fångsten av rötsimpa, har varit stabilt och var så också 1998 (figur 35). Fångsterna har varit högst i referensområdet i april och lägst i utsläppsområdet i augusti. Rötsimpan visar alltså en tydlig skyende-reaktion för den högre temperaturen i utsläppsområdet.

Femtömmad skärlånga

Femtömmad skärlånga förekom rikligt i början av 1990-talet, främst under våren. Under senare år har fångsterna varit små och de förändrades endast marginellt mellan 1997 och 1998. Skillnaden mellan värmepåverkat område och referens är mindre än för de mest utpräglade kallvattenarterna.



- sektion 4, april
- sektion 2, april
- · - · - sektion 4, augusti
- sektion 2, augusti

Figur 35. Fångstutveckling för oxsimpa, rötsimpa, femtömmad skärlånga och tånglake.

Tånglake

Tånglake visar en tydlig skyendereaktion för den högre temperaturen i utsläppsområdet. Högst fångster uppvisar referensområdet i april och lägst är fångsterna inom utsläppsområdet i augusti (figur 35). Under 1990-talet föreligger en trend med vikande fångster, både i augusti och april, vilket tyder på att rekryteringen har försämrats.

Skrubbskädda

Fångsterna av skrubbskädda i recipienten minskade något i augusti (figur 36). Relationen mellan lokalerna i fångst av arten uppvisar annars inga tendenser som kan tolkas som reaktioner på varmvattenutsläppet.

Torsk

Fångsten av torsk var oförändrad i april men ökade kraftigt i augusti (figur 36).

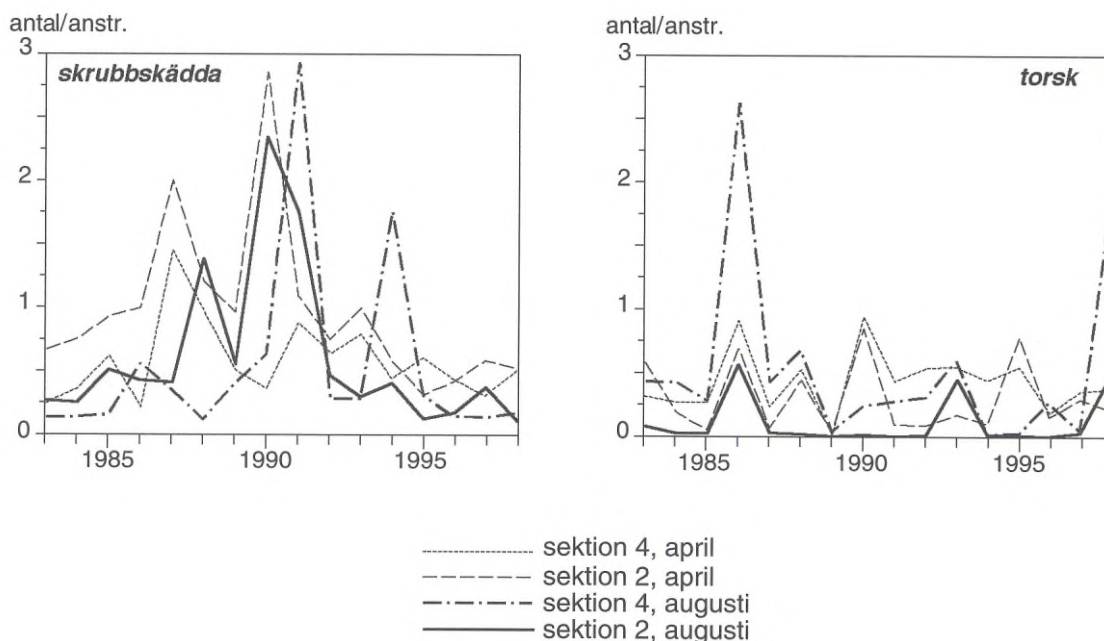
Huvuddelen av torskfångsterna utgörs av en och tvåsomriga individer vilket innebär att fångsterna speglar årsklasstyrkan.

Sjukdomskontroll

Förekomst av yttre synliga sjukdomssymptom noteras regelmässigt vid de provfisken som utförs av Kustlaboratoriet. Sådana symptom förekommer normalt i mycket låga frekvenser, vilket också var fallet vid Ringhals 1998.

Ägg och larver

Med kylvattnet följer, under vinter och vår, ägg och larver av ekonomiskt viktiga arter som torsk och flera olika plattfiskarter. Samtidigt med dessa suggs också larver av kustbundna arter, vilkas larvutveckling sker under vintern, med in i kraftverket. Skadan på torsk och plattfisk har bedömts vara så ringa att den inte har någon betydelse, men för de kust-

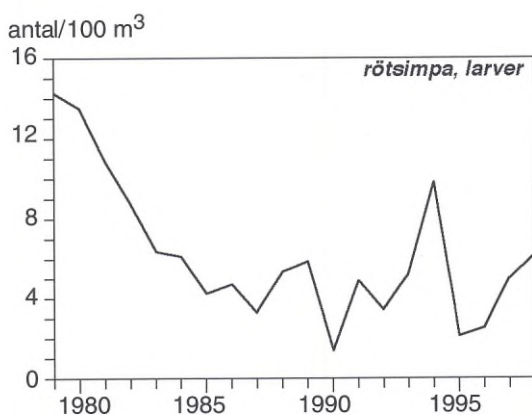


Figur 36. Fångstutveckling för skrubbskädda och torsk.

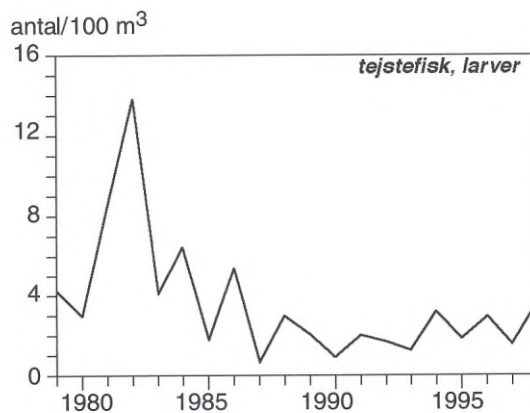
bundna arterna har det inte uteslutits att det årliga bortfallet kan ha inverkan på den lokala rekryteringen.

Under vecka 1–18 skattades mängden ägg och larver kvantitativt i kylvattenintaget till Ringhals 1 och 2 med så kallad bongohåv. Larver av rötsimpa och tejstefisk, som är de vanligaste i kategorin kustbundna arter, minskade under 80-talet (figur 37 och 38). Under senare år har nivåerna stabiliserats och för rötsimpa kan en ökning skönjas från 1990.

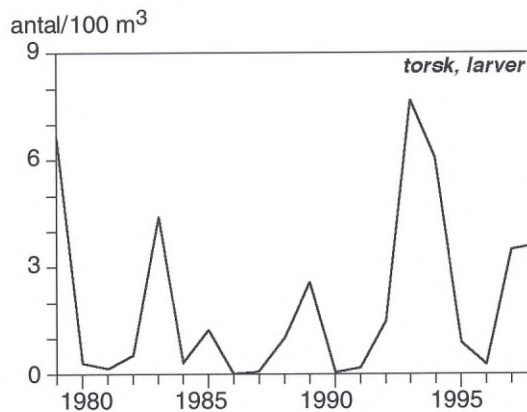
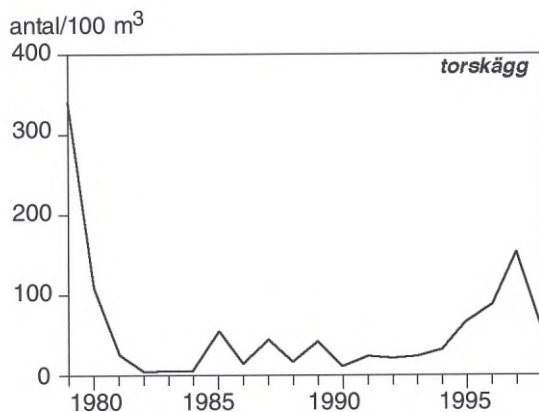
Mängden torskägg i kylvattnet minskade kraftigt i början av 80-talet och har sedan legat på jämförelsevis låga nivåer (figur 39). De senaste åren har inneburit en vis uppgång och 1997 var den uppmätta koncentrationen den högsta sedan 1979. Koncentrationen av torskklarver har däremot varit relativt hög flera av de år som det varit ont om torskägg. Den tidsmässiga utvecklingen i förekomsten av larver, ger en bild som förefaller att bättre överensstämmer med tidsutvecklingen av torskfångsterna i ryssjefisket än vad som är fallet med torskäggen.



Figur 37. Larver av rötsimpa i intagsvattnet till Ringhals 1 och 2.



Figur 38. Larver av tejstefisk i intagsvattnet till Ringhals 1 och 2.



Figur 39. Ägg och larver av torsk i intagsvattnet till Ringhals 1 och 2.

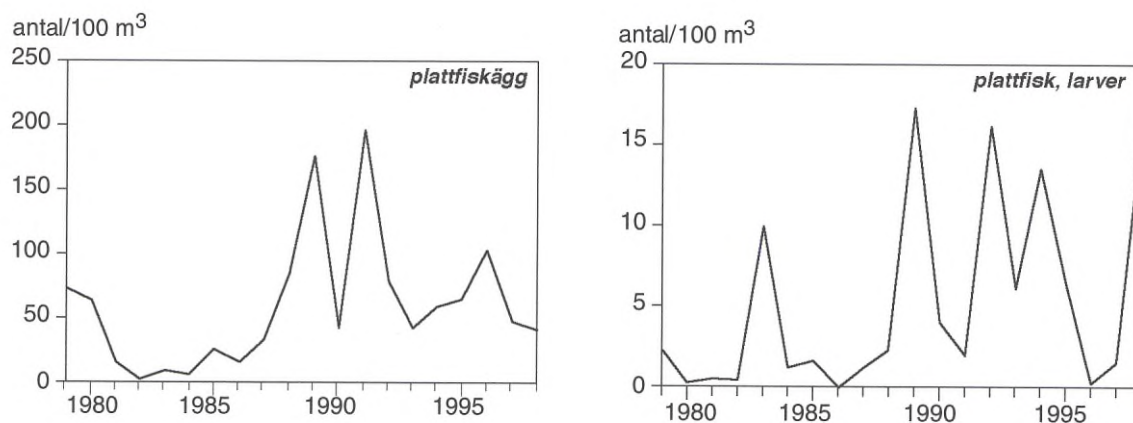
Ägg och larver av de olika arterna av plattfisk som förekommer under den aktuella perioden är svåra att säkert skilja ifrån varandra. Särskilt gäller detta ägg och mängden ej artbestämda plattfiskägg

var större än mängden ej artbestämda plattfisklarver 1998 (tabell 3). Plattfisklarver förekom i relativt höga koncentrationer 1998 medan det omvända gällde för ägg (figur 40).

Tabell 3. Procentuell fördelning av plattfiskägg och larver på olika arter. Bongohåv i intagsvattnet till Ringhals 1 och 2.

	<i>oidentifierade</i>	<i>rödspätta</i>	<i>sandskädda</i>	<i>skrubbskädda</i>
ägg	68	32	0	0
larver	31	24	23	22

start vecka 1
avslut vecka 18
antal prover: 35



Figur 40. Ägg och larver av plattfisk i intagsvattnet till Ringhals 1 och 2.

Referenser

- Andersson, J., 1993. Biologisk recipientkontroll vid Oskarshamnsverket. Årsrapport för 1992. Fiskeriverket, Kustrapport 1993:8.
- Andersson, J., Jacobsson, A. & Mo, K., 1994. Biologisk recipientkontroll vid kärnkraftverken. Årsrapport för 1993. Fiskeriverket, Kustrapport 1994:3.
- Andersson, J., Jacobsson, A. & Mo, K., 1995. Biologisk recipientkontroll vid kärnkraftverken. Årsrapport för 1994. Fiskeriverket, Kustrapport 1995:1.
- Andersson, J., Jacobsson, A. & Mo, K., 1996. Biologisk recipientkontroll vid kärnkraftverken. Årsrapport för 1995. Fiskeriverket, Kustrapport 1996:1.
- Andersson, J., Jacobsson, A. & Mo, K., 1997. Biologisk recipientkontroll vid kärnkraftverken. Årsrapport för 1996. Fiskeriverket, Kustrapport 1997:1.
- Andersson, J., Jacobsson, A. & Mo, K., 1998. Biologisk recipientkontroll vid kärnkraftverken. Årsrapport för 1997. Fiskeriverket Rapport 2:1998.
- Andersson, J., Mo, K., Sandström, O. och Svedäng, H., 1996. Biologiska kontrollundersökningar vid Oskarshamnsverket – Sammanfattning av resultaten t o m 1995. Fiskeriverket, Kustrapport 1996:5.
- Höglund, J. & Andersson, J., 1993. Prevalence and abundance of *Anguillicola crassus* in the European eel (*Anguilla anguilla*) at a thermal discharge site on the Swedish coast. *J. Appl. Ichtyol.* **9**: 115–122.
- Juhlin, B., Wickström, K., Andersson, J. & Smith, S., 1996. Samordnad kustvattenkontroll i Kalmar län. Årsrapport 1996. SMHI Norrköping.
- Lindqvist, K., Andersson, J. & Smith, S., 1998. Samordnad kustvattenkontroll i Kalmar län. Årsrapport 1997. SMHI Norrköping.
- Luksiene, D. & Sandström, O., 1994. Reproductive disturbance in a roach (*Rutilus rutilus*) population affected by cooling water discharge. *Journal of Fish Biology* **45**, 613–625.
- Mo, K., P. Karås, E. Neuman, O. Sandström, H. Svedäng 1996. Biologiska undersökningar vid Forsmarks kraftverk 1980–1985. Kustrapport 1996:6
- Neuman, E. & Andersson, J., 1990. Naturvårdsverkets biologiska undersökningar utanför Oskarshamnsverket under 1980-talet. Naturvårdsverket Rapport **3780**.
- Sandström, O., Abrahamsson, I., Andersson, J. & Vetemaa, M., 1997. Temperature effects on spawning and egg development in Eurasian perch. *J. Fish Biol.* **51**: 1015–1024.
- Sjöberg, B., Andersson, J. och Smith, S., 1996. Samordnad kustvattenkontroll i Kalmar län. Årsrapport 1995. SMHI, Norrköping.
- Thoreson, G., 1992a. Handbok för kustundersökningar. Metodbeskrivningar. Fiskeriverket Kustrapport 1992:1.
- Thoreson, G., 1992b. Handbok för kustundersökningar. Recipientkontroll. Fiskeriverket Kustrapport 1992:4.
- Thulin, J., Andersson, J. & Höglund, J., 1990. Fish diseases in a thermal discharge area in the Baltic. Manuscript.
- Thörnqvist, S., E. Neuman, A. Jacobsson och O. Sandström. 1998. Biologiska undersökningar vid Ringhals kraftverk 1988–1996. Fiskeriverket Rapport 1:1998, s. 57–76.
- Thörnqvist, S. 1999. Biologiska undersökningar vid Barsebäcks kraftverk 1985–1997. Fiskeriverket rapport 4:1999.
- Tobiasson, 1993. Samordnad kustvattenkontroll i Kalmar län. Årsrapport 1992. Kalmarsundslaboratoriet Rapport 93:3.
- Tobiasson, 1994. Samordnad kustvattenkontroll i Kalmar län. Årsrapport 1993. Kalmarsundslaboratoriet Rapport 94:5.
- Tobiasson, 1995. Samordnad kustvattenkontroll i Kalmar län. Årsrapport 1994. Kalmarsundslaboratoriet Rapport 95:2.

English summary: Biological monitoring at Swedish nuclear power plants in 1998

The biological monitoring at the Swedish nuclear power plants during 1998 was with minor exceptions performed according to the established programmes.

Forsmark

The monitoring at Forsmark is running in the enclosed Biotest basin at the cooling water outlet and in the surrounding archipelago. Reference data are collected at Finbo, NW Åland, and in the nearby Gräsö archipelago. In 1998 as in previous years the benthic macrofauna abundance within the Biotest basin showed strong variations. In the beginning of the year abundance and biomass were low, in the autumn though higher than average.

Roach increased in the test fishing programme in the 1990's, but a decrease took place between 1997 and 1998. This species is not recruited within the Biotest basin, but immigrates actively while small enough to pass the screens that prevent large fish from entering. Perch abundance increased in 1998 after some years of decrease and was dominated by one, two and three year old fish.

The benthic macrofauna abundance outside the basin increased at all stations. Catches in test fishings were generally low due to low late summer water temperatures. In the Finbo area catches of perch were still on a high level. In both areas the year-class of 1994 has dominated in the last three years and this year-class also dominated the high catches in Finbo in 1998. In the Forsmark area however, they were poorly represented.

The production of perch fry in the Forsmark archipelago was relatively low in 1998 and first year growth was poor due to low temperatures. As the temperature conditions within the Biotest basin were close to optimal, the difference in mean-length between inside and outside the basin was unusually high in 1998.

In the monitoring of reproductive organ status no disturbances were found in perch. In roach 3% of the controlled

individuals had gonad disturbances. A special effort was made in 1998 to monitor eel in the cooling water tunnel of the Forsmark 3 reactor. In the summer season high densities of eel were observed, but the eels appeared to leave the tunnel in the winter. The test fishings for cold water species, usually to be performed in October, were cancelled due to a long period of strong winds.

Oskarshamn

The monitoring is performed in the small effluent bay, Hamnefjärden bay, in the waters surrounding the cooling water plume and in a reference area, Kvädöfjärden, 100 km north of the power plant. Perch and roach catches have been high in the Hamnefjärden bay since the late 1980's. In 1998 catches of perch were on a higher level than in 1997, both in spring and in summer. The changes for roach were small. A moderate decrease in eel catches took place in 1997 and 1998, indicating a reduced effect of stockings in the late 1980's.

Perch recruitment in the bay has been weak since 1994 and it did not improve considerably in 1998. The frequency of gonad disturbances in large female perch (>30 cm) was 16% in August, compared to none in the reference area. For roach (all sizes) the frequencies in the two compared areas were 9% and 1.5% respectively.

The catches of perch in the archipelago near the power plant, as well as in the reference area, were small in 1998 due to low water temperatures. A decreasing trend for roach continued in both areas, with the exception of the most sheltered section in the Kvädöfjärden area. Two year old perch dominated the catches near the power plant, indicating a moderate to rich year class of 1996. In the fishing for cold water species a decreasing trend for herring was broken, while cod and sculpin remained on a very low level, revealing a generally very poor recruitment in recent years.

Benthic macrofauna has developed in a very similar way for many years in the recipient and the reference area. 1998 was no exception. In deeper stations (22–24 m) oxygen deficit has been indicated for several years in the 1990's.

Barsebäck

Monitoring is performed in the vicinity of the effluent area and in a reference area and is focused on fishing with fyke nets in April and August. Yellow eel catches in April have been low since 1995 and remained so in 1998. Catches in August 1998 decreased at all stations and a negative trend is revealed after a peak in the mid 1990's. A negative trend also exists for eel-pout in the 1990's. In the same period cod has been more abundant than earlier. The August cod catches of 1998 were the highest recorded from 1985 onwards. The biomass of small yellow eel trapped in the cooling water intake of the power plant was estimated to 80 kg in 1998. No stockings for compensation of the losses was undertaken, due to previous over-compensation.

Ringhals

The monitoring is performed in the area close to the cooling water outlet, which is located at an open coast, and in a reference

area. An attraction of yellow eel to the effluent area has been demonstrated with fyke net test fishings in April and August. Eel catches decreased in August from 1997 to 1998 and a marked decrease took place in the recipient as well as in the reference area after 1994. In both areas the 1998 catches were the smallest observed since the early 1980's. The most evident attraction to the cooling water effluent has been observed for the shore crab (*Carcinus maenas*), the abundance of which did not change much in 1998 compared to recent years.

Species preferring cold water have been shown to avoid the heated area. This effect has been most evident for sea sculpins and eel-pout. Long-term negative trends have been revealed for the long-spined bullhead and for eel-pout. The abundance of cod in the fyke nets is primarily influenced by the recruitment success in preceding years. Relatively large catches of cod in August 1998 were dominated by the year-classes 1997 and 1998.

The abundance of cod eggs and larvae in the intake channel for cooling water was richer in the 1990's than in the previous decade. The same stands for eggs and larvae of flatfishes. Larvae of plaice, dab and flounder were abundant in the spring of 1998.

Appendix. Genomförande av kontrollprogrammet.

Det program som föreskriver vilka moment som skall ingå i kontrollen fastställdes av länsstyrelsen i Uppsala 1992-03-13 (dnr 245-2294-92) och reviderades 1997-07-03 (dnr 245-3985-97). Metodbeskrivning över hur programmet skall genomföras ges i Thoresson 1992.

Fiskförluster i silstationen

Allt rensmaterial från silstationen vid block 1 och 2 avskildes under 2 dygn per vecka åtta veckor under våren (veckorna 17-24) och tolv veckor under hösten (veckorna 37-48). Alla fiskar artbestämdes, räknades och vägdes enligt programmet. Insamlade data är bearbetade.

Biotestsjön

Provfiske med kustöversiktsnät

Fisket genomfördes enligt programmet. Näten sattes på fem stationer under sex nätter under perioden 28 oktober-6 november. Vid en del av fiskena noterades påverkan av säl. Fångsterna i dessa fisken avvek dock inte nämnvärt från de övriga. Inga övriga störningar noterades. Insamlade data är bearbetade.

Täthet och tillväxt hos årsyngel

Rekryteringsundersökningarna genomfördes enligt programmet. Årsyngel samt småvuxna arter insamlades med sprängteknik på 10 stationer vid tre tillfällen under perioden 5-7 oktober. Insamlade material är bearbetade.

Ålders- och tillväxtanalyser på abborre och mört

Ålders- och tillväxtprover tas från fiskar (honor) i varje längdgrupp större än 12,5 cm. Insamlingar av gällock från 225 abborrar och fjäll från 219 mörtar genomfördes. Insamlade prover från abborre är bearbetade. Mörtproverna från 1998 är inte bearbetade.

Förekomst av fisksjukdomar

All fisk vid samtliga provfisken okulärbesiktigades vid fångsten enligt programmet.

Abundans och biomassa hos makroskopisk bottenfauna

Prover med Ekmanhämtare togs på en station varannan månad. Vid varje tillfälle togs fem bottenhugg. Proverna insamlades 12 februari, 7 april, 3 juni, 10 augusti, 27 oktober och 1 december. Proverna är bearbetade

Öregrundsgrepen

Provfiske med kustöversiktsnät för varmvattenarter

Fisket genomfördes enligt programmet. Näten sattes på åtta 3-6 m djupa stationer vid sex olika tillfällen under perioden 3-12 augusti. Referensfiske utfördes på åtta stationer i Finbofjärden under perioden 3-15 augusti. Inga störningar noterades. Insamlade data är bearbetade.

Täthet och tillväxt hos årsyngel

Rekryteringsundersökningarna genomfördes enligt programmet. Årsyngel samt småvuxna arter insamlades med sprängteknik på 10 stationer vid tre tillfällen under perioden 1-9 oktober. Insamlade data är bearbetade.

Ålders- och tillväxtanalyser på abborre

Ålders- och tillväxtprover tas från fiskar i varje längdgrupp större än 12,5 cm. Insamlingar av gällock från 316 abborrar (honor) i Öregrundsgrepen och referensinsamlingar från 327 abborrar i Finbofjärden utfördes enligt programmet. Proverna är bearbetade.

Provfiske med kustöversiktsnät för kallvattenarter

Enligt programmet ska näten sättas på åtta 15-20 m djupa stationer vid sex olika tillfällen i kylvattenplymens yttre del samt öster om Gräsö som referens. Fiskena ska utföras efter höstcirkulationen och när temperaturen understiger 12 °C, vilket brukar inträffa i oktober. Under 1998 var det hård och långvarig blåst under denna period varför fiskena tvingades inställas.

Förekomst av fisksjukdomar

All fisk vid samtliga provfisken okulärbesiktigades vid fångsten enligt programmet.

Förekomst av gonadskador på abborre och mört

Okulärbesiktning av gonadskador utfördes under hösten enligt programmet. Fiskena i F3:s kylvattenkanal utfördes 26 september och 13 november. Alla abborrar och mörtar insamlades och alla honor analyserades.

Abundans och biomassa hos makroskopisk bottenfauna

Prover insamlades enligt programmet 19 maj med Ekmanhämtare på två stationer och 29 maj med van Veenhämtare på en station i Forsmarksområdet. Referensinsamlingar med van Veenhämtare från fem stationer i Finbofjärden utfördes 19–20 maj. Proverna är bearbetade.

Kontrollprogrammet för Oskarshamnsverket

Närområdet

Till närområdet hänföres Hamnefjärden och havsområdet inom en kilometer från den punkt där kylvattenströmmen mynnar i havet.

Kontroll av fiskförlusterna i silstationerna
Fiskräkning har genomförts vid 82 tillfällen i silstationen för O2. Insamlade data har bearbetats.

Provfisket med biologiska länkar

Fisket genomfördes enligt programmet. Näten sattes sju nätter under perioden v12–v24 och sex nätter under perioden v33–v36. Inga störningar registrerades. Insamlade data är bearbetade.

Provfisket med ålryssjor

Fisket genomfördes enligt programmet på fyra stationer kontinuerligt under perioden v12–v24. Störning registrerades för 9 fiskedygn på en station. Insamlade data är bearbetade.

Ålders- och tillväxtanalyser

Åldersprover insamlades från 207 abborrar och 200 mörtar. Åldersanalys har utförts för abborre.

Yngelsprängningar

Sprängningar genomfördes enligt programmet vid tre tillfällen v41–44 på tio stationer i Hamnefjärden. Insamlade data har bearbetats.

Hydrografi

Automatiskt registrerande temperaturmätare var utplacerade i Hamnefjärdens inre del från 25 februari till 31 december. Insamlade data har bearbetats. Fysikalisk och kemisk vattenanalys utfördes vid sex tillfällen på en station i havsbandet vid Simpevarp. Stationen ingår i den samordnade kustrecipientkontrollen i Kalmar län. SMHI i Norrköping svarar för provtagning och utvärdering. Dygnsmedelvärden för temperaturen i inkommande och utgående kylvatten vid block 1, 2 och 3 beräknades av OKG. Ett långt driftsuppehåll för O1 och luckor i data för O2 har medfört att materialet utelämnats från årets redovisning.

Provfiske med kustöversiktsnät

Fisket genomfördes enligt programmet med fiske sex nätter under perioden april–maj. Störning noterades för en station vid ett tillfälle.

Bentiska algsamhällen

Undersökningen utfördes enligt programmet på en station. Blåstångens täckningsgrad och djuputbredning samt faunaprover och övriga algprover har analyserats.

Gonadkontroll

Gonadkontroll utfördes på den abborre och mört som samlades in för åldersanalys i Hamnefjärden i augusti.

Ytterområde och referensområde

Nätprovfisken

Fisket genomfördes enligt programmet. Fisken med biologiska länkar (redskapskod 10) genomfördes en natt under v33 på sektion 1 i Simpevarp, en natt under v31 på sektion 1 i Kvädöfjärden och en natt under v41 på sektion 2 i Kvädöfjärden. Fisken med nätlänkar (redskapskod 53) genomfördes under sex nätter vardera i sektion 6 i Simpevarp och sektion 5 och 6 i Kvädöfjärden. Inga störningar har registrerats och insamlade data har bearbetats.

Ålders- och tillväxtanalyser

Åldersprover insamlades enligt programmet från 197 abborrar i Simpevarp och från 285 abborrar i Kvädöfjärden. Åldersanalys har utförts.

Yngelsprängningar

Yngelsprängningar genomfördes i Getbergsfjärden vid Simpevarp under v. 43. Längdmätning har gjorts av 113 abborrar och 207 mörtar. Resultaten har bearbetats.

Journalföring av yrkesfiskets fångster

Journaler för 1997 och 1998 har inhämtats från tre fiskare i Simpevarpsområdet och från en av två fiskare i Kvädöfjärden. En tidigare journalförare i Simpevarpsområdet utgick från och med 1998 av åldersskäl. Insamlade data för fisket med ålflytgarn har bearbetats. Övriga data lagras i avvaktan på bearbetning.

Bottenfauna

Provtagning utfördes enligt programmet. Två stationer vid Simpevarp och tre stationer i Kvädöfjärden besöktes i april och fem hugg gjordes på vardera stationen. Insamlade data har bearbetats.

Bentiska algsamhällen

Två stationer vid Simpevarp inventerades genom dykningar under hösten. Blåstångens täckningsgrad och djuputbredning samt insamlade alg- och faunaprover har analyserats.

Hydrografiska observationer

Manuella temperaturmätningar utfördes årets samtliga dagar på station T9 i Kvädöfjärden och en gång per vecka under perioden 2 april–17 november på station T8 i Kvädöfjärden. Mätningar med automatiskt registrerande instrument utfördes under perioden 17 april–24 november i strandzonen i Borholmsfjärden i Simpevarp och 11 april–17 november på station T10 i Kvädöfjärden samt på två djup i Eköfjärden i skärgården söder om Simpevarp under perioden april–december. Manuella temperatur- och siktdjupsmätningar utfördes på stationerna T1–T3 i Kvädöfjärden en gång per vecka under perioden 5 april–28 oktober.

Insamlade temperaturdata har bearbetats, med undantag för materialet från Eköfjärden.

Gonadkontroll

Under vecka 41 genomfördes kontroll av gonaderna hos 200 abborrar och 200 mörtar från Kvädöfjärden. Det insamlade materialet har bearbetats.

FISKERIVERKET INFORMATION

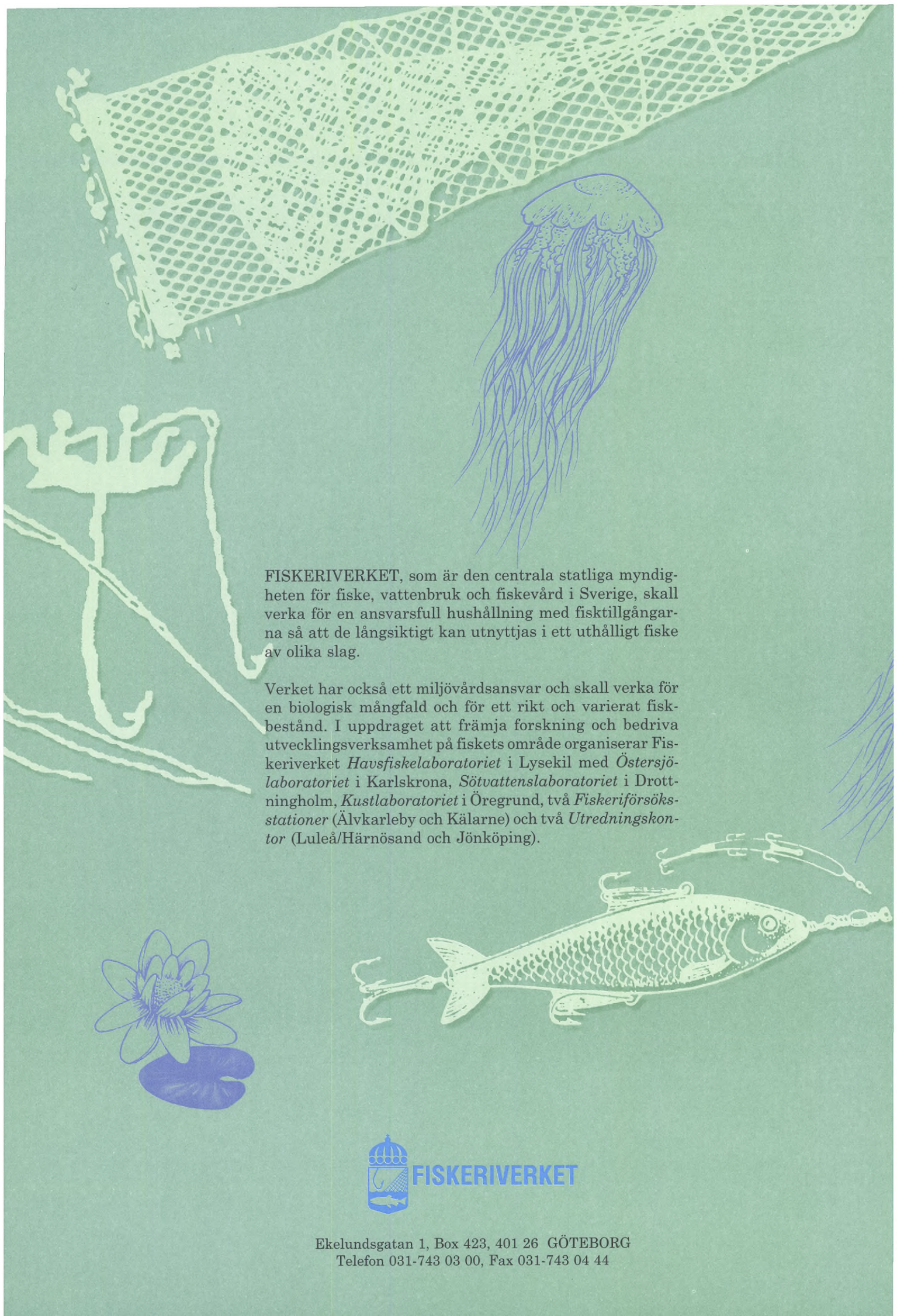
har under 1999 utkommit med följande nummer:

- | | | |
|--------|---|---------------------------------------|
| 1999:1 | Verksamhetsplan 1999 för Fiskeriverket | |
| 1999:2 | Flodkräftodling – En möjlig produktionsgren i Norrland | Sören Johansson
Tommy Odelström |
| 1999:3 | Elfiske | Erik Degerman, Berit Sers |
| 1999:4 | Miljö kvaliteten i 39 svenska sjöar – en bedömning grundad på fisk | Henrik C Andersson
Magnus Dahlberg |

FISKERIVERKET RAPPORT

har under 1999 utkommit med följande nummer:

- 1999:1
Flodkräftodling i Norrland – biologiska och ekonomiska förutsättningar
Tommy Odelström och Sören Johansson
- Utvecklingen av kräftodlingen i Sverige under 1980- och 90-talen**
Hans Ackefors
- 1999:2
A review of the literature on acoustic herding and attraction of fish
Magnus Wahlberg
- Visual ecology of fish – a review with special reference to percids**
Alfred Sandström
- Reproduction biology of the viviparous blenny (*Zoarces viviparus* L.)**
Markus Vetemaa
- 1999:3
Påverkan och skyddszoner vid vattendrag i skogs- och jordbrukslandskapet
En litteraturöversikt
Björn Bergquist



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 två *Utredningskontor* (Luleå/Härnösand och Jönköping).



FISKERIVERKET

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