



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.





Biologisk recipientkontroll vid kärnkraftverken

Årsrapport för 1995

*Jan Andersson
Alvar Jacobsson
Kerstin Mo*

Biologisk recipientkontroll vid kärnkraftverken

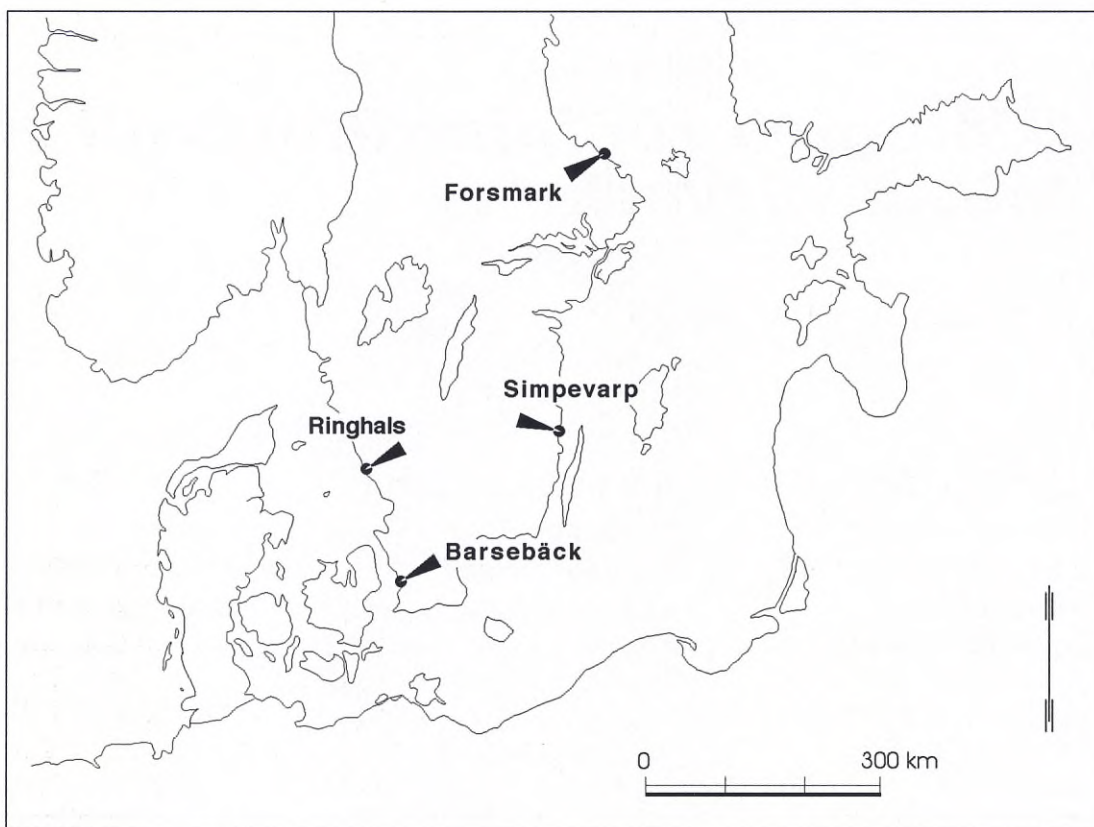
Årsrapport för 1995

Jan Andersson
Fiskeriverket
Kustlaboratoriet
Ävrö 16
572 95 Figeholm

Alvar Jacobsson
Fiskeriverket
Kustlaboratoriet
Nya Varvet Byggnad 31
426 71 Västra Frölunda

Kerstin Mo
Fiskeriverket
Kustlaboratoriet
Gamla Slipvägen 19
740 71 Öregrund

Inledning	3	Barsebäck	33
Forsmark	5	Inledning	34
Inledning	6	Kraftverkets drift	34
Kraftverkets drift	6	Provfisken med smårýssjor	35
Fiskförluster i silstationen	7	Beståndsutveckling hos varmvattenarter	35
Biotestsjön	8	Beståndsutveckling hos kallvattenarter	38
Öregrundsgrepen	12	Sjukdomskontroll	38
Riktade undersökningar	16	Kontroll av ålförekomst i silstationerna	38
Kommentarer till kontrollresultaten	16	Ålyngelutsättning	39
Forskningsprogram	17	Kommentarer	39
Övrigt	17	Litteratur	39
Litteratur	18		
Oskarshamn	19	Ringhals	41
Inledning	20	Inledning	42
Kraftverkets drift	21	Kraftverkets drift	42
Fiskförluster i silstationerna	22	Provfisken med smårýssjor	43
Fiskbeståndens långsiktiga utveckling	22	Beståndsutveckling hos varmvattenarter	43
Hamnefjärden	22	Beståndsutveckling hos kallvattenarter	44
Skärgården	25	Sjukdomskontroll	46
Bottenfauna	29	Ägg- och yngelträning	46
Bentiska algsamhällen	29	Kontroll av rensledning	46
Riktade undersökningar	30	Kommentarer	46
Kommentarer	30	Litteratur	46
Litteratur	31		
		Appendix	47



Fiskeriverket
Kustlaboratoriet
Gamla Slipvägen 19
740 71 Öregrund

Kustrapport 1996:1
april 1996
ISSN 1102—5670

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 undersökningsresultaten. 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 publicerar årsrapporterna i samlad form i vår serie "Kustrapport".

Forsmarks kraftverk

Inledning

Årsrapporten ger en översiktlig redovisning av den biologiska kontrollverksamheten i vattenrecipienten utanför Forsmarks kraftstation 1995. Undersökningar har pågått sedan 1978 och med nuvarande omfattning sedan 1991. En utförlig beskrivning av kontrollprogrammets metodik ges i Thoresson 1992, och hur årets kontrollprogram genomförts ses i appendix.

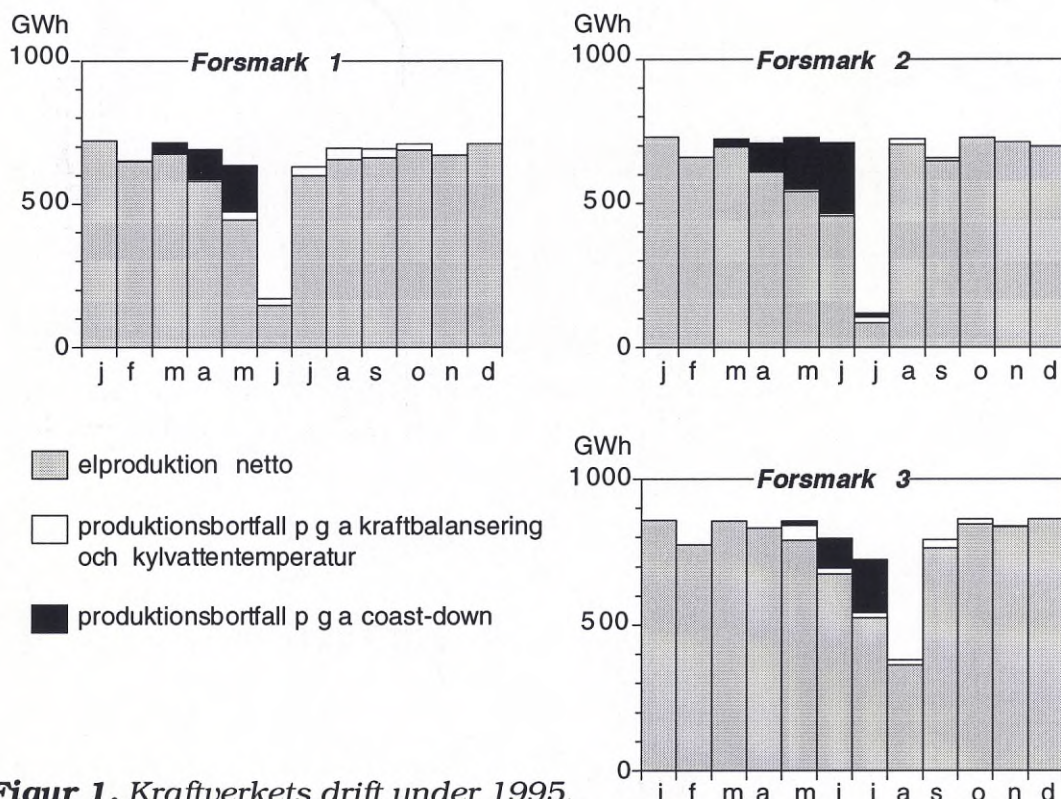
I undersökningarna studeras kraftverkets påverkan på fisk och botten-djur. Resultaten jämförs med referensområden öster om Gräsö och i Finbofjärden (NV Åland).

För recipientkontrollens genomförande ansvarar Fiskeriverkets kustlaboratorium i Öregrund.

Kraftverkets drift

Längre uppehåll i kraftverkets drift skedde endast under sommaren i samband med de årliga revisionerna (figur 1).

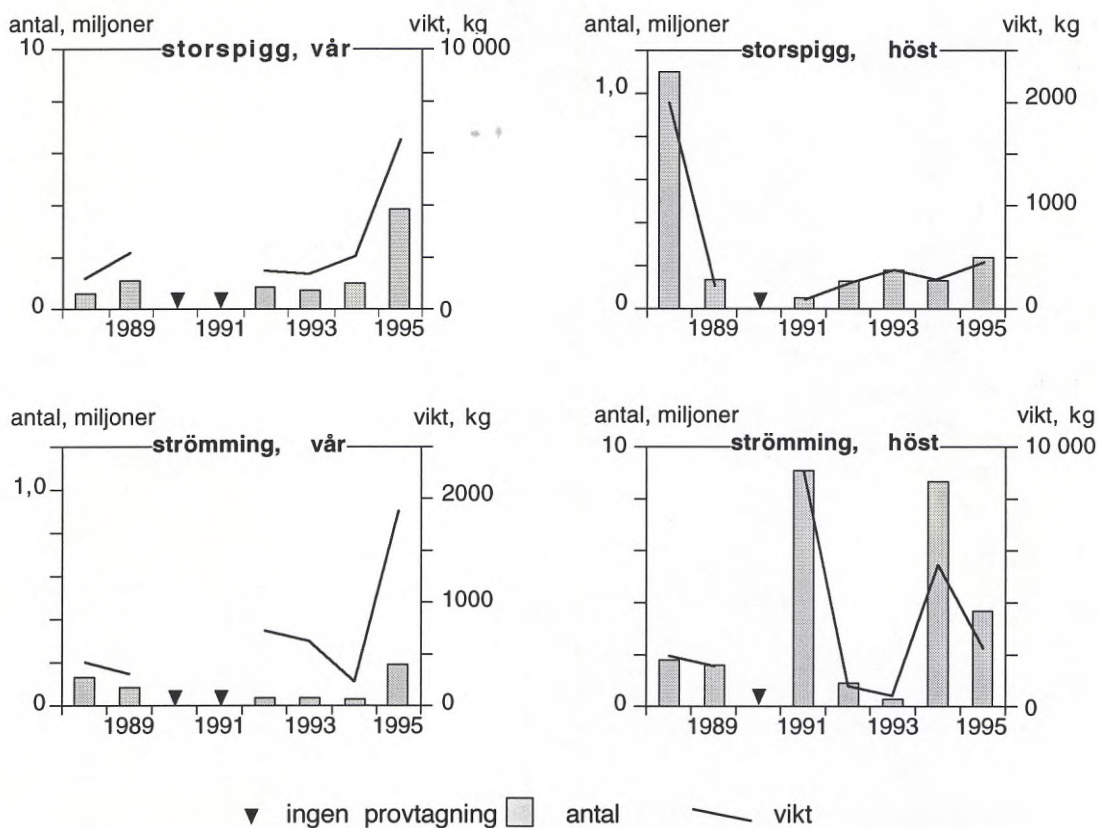
Kylvattnet släpptes genom reservutskovet direkt ut i skärgården väster om Biotestsjön under sjutton dagar i januari, tre dagar i mars, fyra dagar i april, två dagar i maj samt under hela perioden från 21 juli till årets slut, med undantag av tillfälliga stängningsförsök av reservutskovet, som varade några timmar. Liksom 1994 var sensommaren 1995 ovanligt varm, vilket kan ha orsakat den stora algproduktion som förorsakade igensättning av fiskspärren vid Biotestsjöns utlopp och därmed omöjliggjorde utsläppandet av kylvattnet den ordinarie vägen.



Figur 1. Kraftverkets drift under 1995.

Fiskförluster i silstationen

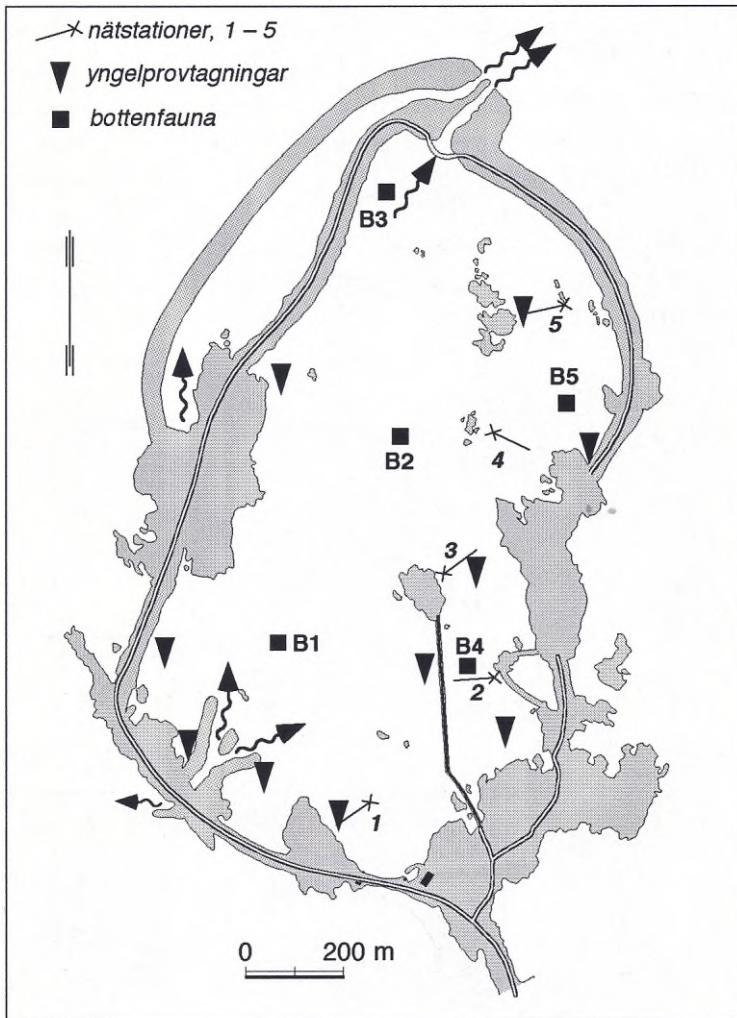
I den kvantitativa kontrollen av förluster av fisk i silstationen vid block 1 och 2, vilken genomfördes under åtta veckor på våren och tolv veckor på hösten, har de totala förlusterna av samtliga fiskarter i kraftverket beräknats. Förlusterna i F3 är skattade till halva mängden av förlusterna i F1/F2:s silstation. De totala förlusterna av fisk under vårperioden var 4 200 000 fiskar med vikten 14 000 kg fördelade på 26 fiskarter. Under hösten var förlusterna totalt 4 100 000 fiskar med vikten 3 800 kg fördelade på 28 arter. Av de mängdmässigt mest betydelsefulla arterna var förlusterna under våren betydligt högre av både storspigg och strömming än föregående vår (figur 2). Under hösten var förlusterna av små strömningar ganska höga, men betydligt lägre än året innan.



Figur 2. Förluster av strömming och storspigg i intaget till Forsmarks kraftstation 1988—1995. Vår: vecka 17—24. Höst: vecka 37—48.

Biotestsjön

De olika provtagningsstationernas lägen framgår av figur 3.

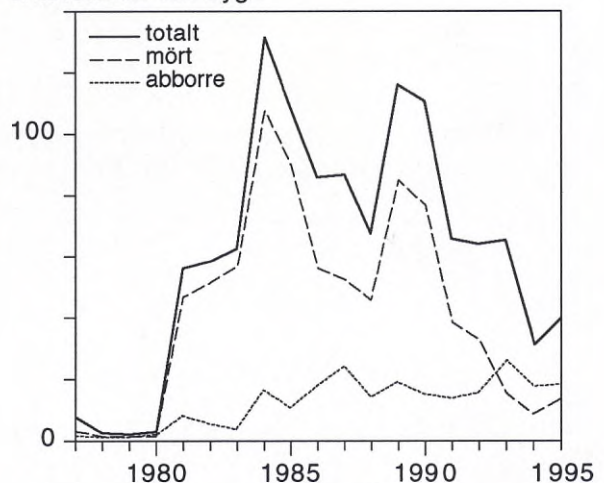


Figur 3. Provtagningsstationer i Biotestsjön.

Fiskbeståndens utveckling

Från en mycket hög nivå under 80-talet minskade fångsterna av mört fram till 1994 och är under 1995 fortfarande låga. Fångsten av abborre var däremot ganska god och likartad med det föregående året (figur 4).

antal/station och dygn

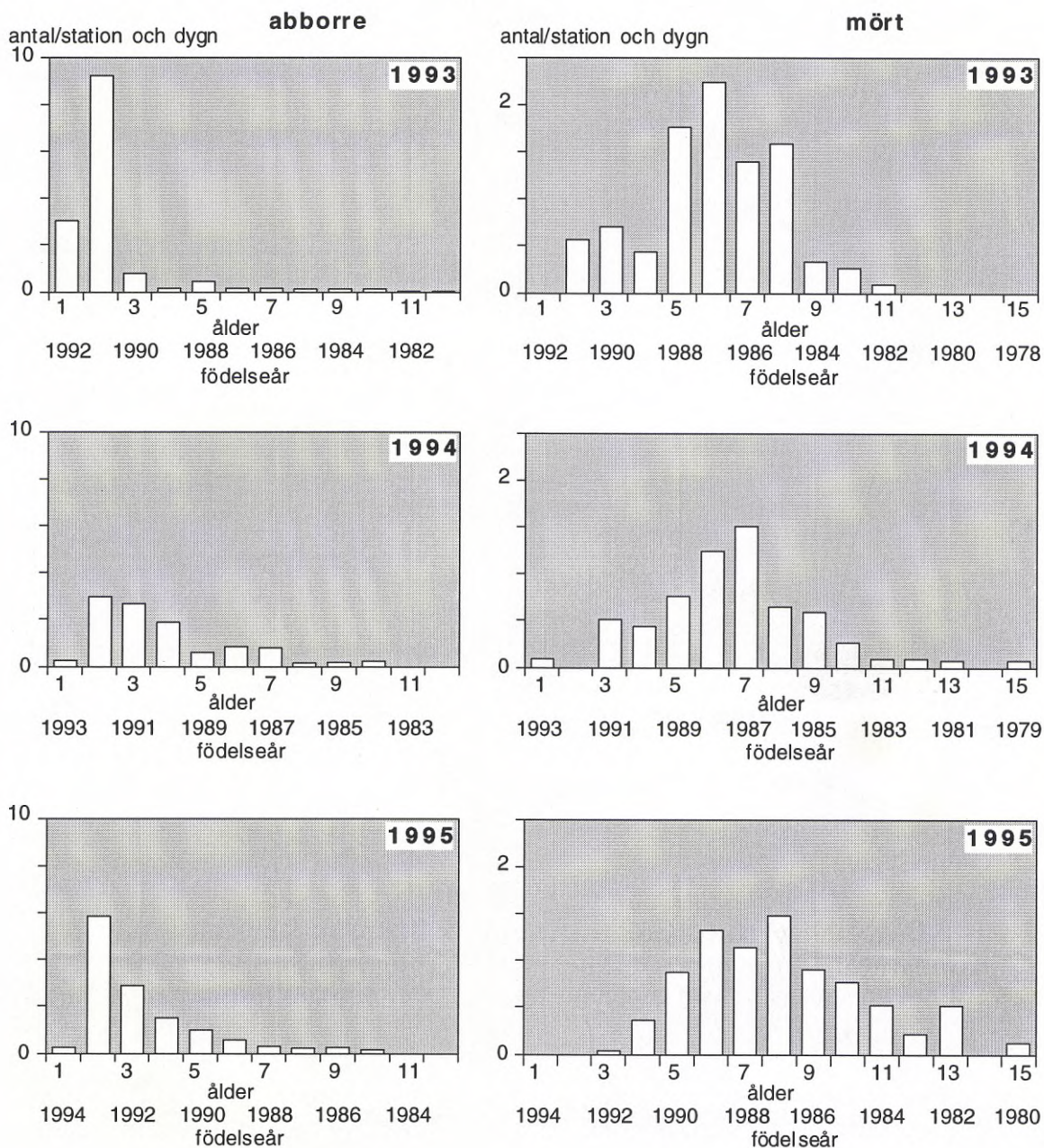


Figur 4. Fångster i Biotestsjön under oktober–november, 1978–1995.

Årsklasstyrka

Åldersfördelningen hos abborrhonor fångade 1993–1995 (figur 5), tyder på att 1991 gav en stark årsklass. De senare två årens resultat visar dock, att denna årsklass inte dominerar åldersfördelningen på förväntat sätt. Eventuellt kan detta bero på hög dödlighet hos de fiskar som når könsmognad, vilket en stor del av honorna gör under andra till tredje året.

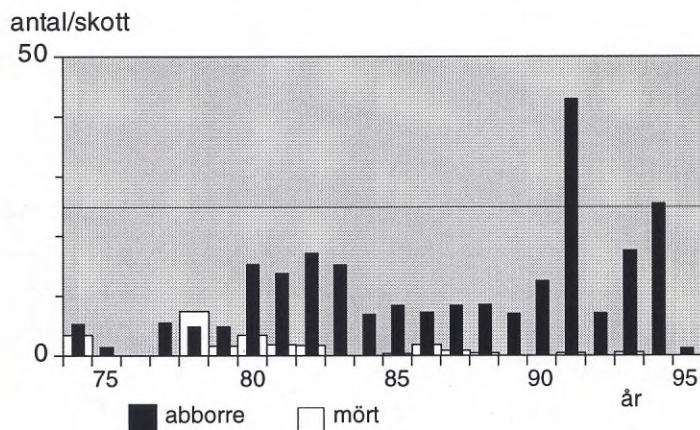
Mörtar födda 1987 och 1988 dominerar i samtliga fisken 1993–1995 (figur 5b). Ingen större rekrytering eller invandring av små mörtar har alltså skett de senaste åren.



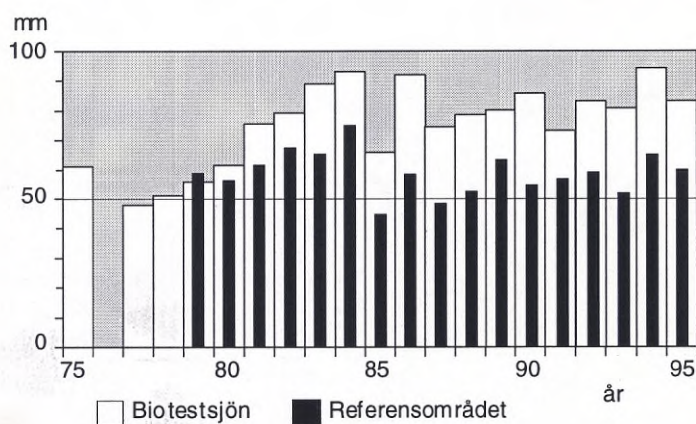
Figur 5. Fångsterna av abborre och mört i Biotestsjön fördelade på ålder 1993, 1994 och 1995.

Täthet hos yngel

Liksom vid flertalet tidigare provtagningar tycks inga mört yngel ha producerats i Biotestsjön 1995 (figur 6). Tätheten hos abborryngel var dessutom mindre än någonsin tidigare sedan kraftverkets drift startade. Orsaken till detta är oklar. Tillväxten hos abborrarna första levnadsåret var däremot 1995, liksom tidigare år, högre än i opåverkade områden (figur 7).



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



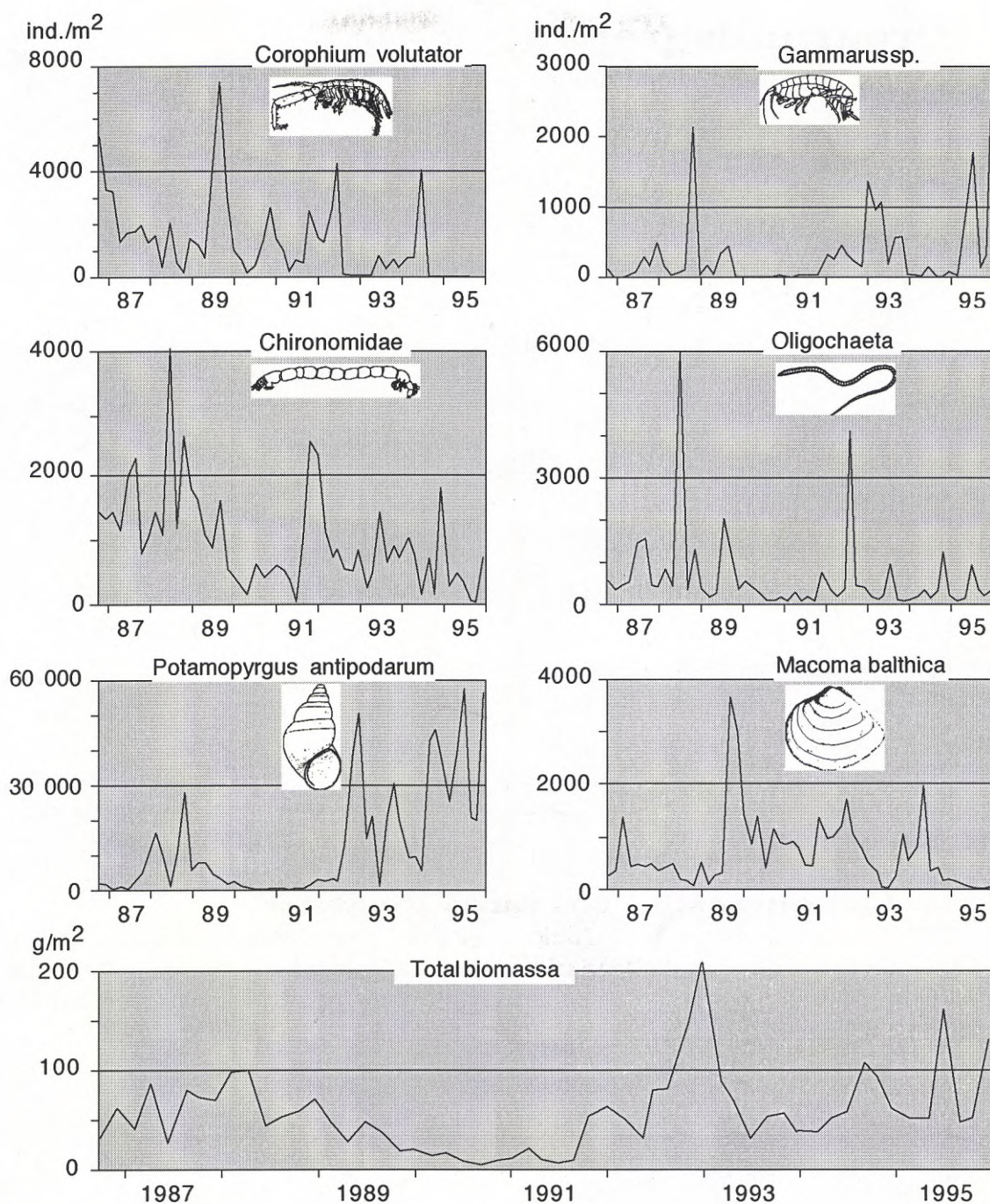
Figur 7. Längdtillväxt hos årsyngel av abborre i Biotestsjön och referensområdet.

Förekomst av fisksjukdomar

I samband med provfisket granskades samtliga fiskar med avseende på förekomst av yttre sjukdomssymptom. Vid årets fiske fanns ingen sådan fisk.

Bottenfauna

Liksom under 1994 var tusensnäckorna (*Potamopyrgus antipodarum*) talrikast och dominerade biomassorna vid samtliga provtagningar under 1995 (figur 8). De var speciellt vanliga under juni och december. Den stora mängden tusensnäckor i Biotestsjön visar att avsaknaden av små mörtar i fiskena inte berodde på födobrist, eftersom dessa är mörtens viktigaste föda.

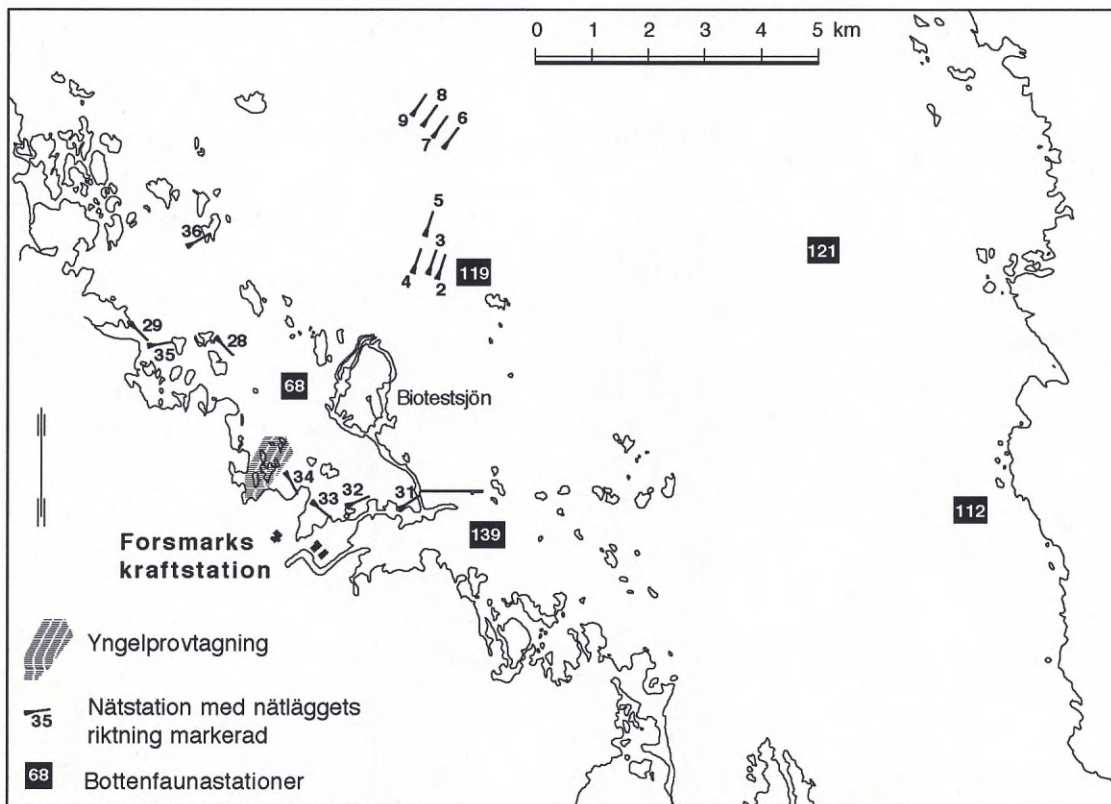


Figur 8. De viktigaste botten djuren samt den totala biomassan på station 5 i Biotestsjön under perioden 1987–1995.

Slammärlorna (*Corophium volutator*), som försvann helt från proverna från och med augusti 1994, förekom även under 1995 endast i enstaka exemplar. Till skillnad från 1994 har istället märlkräftorna (*Gammarus spp.*) ökat i antal. Den senare tidens ymnigare algförekomst kan ha gynnat den senare artens förekomst. Av övriga bottenlevande djurarter skedde inga dramatiska förändringar under året.

Öregrundsgrepen

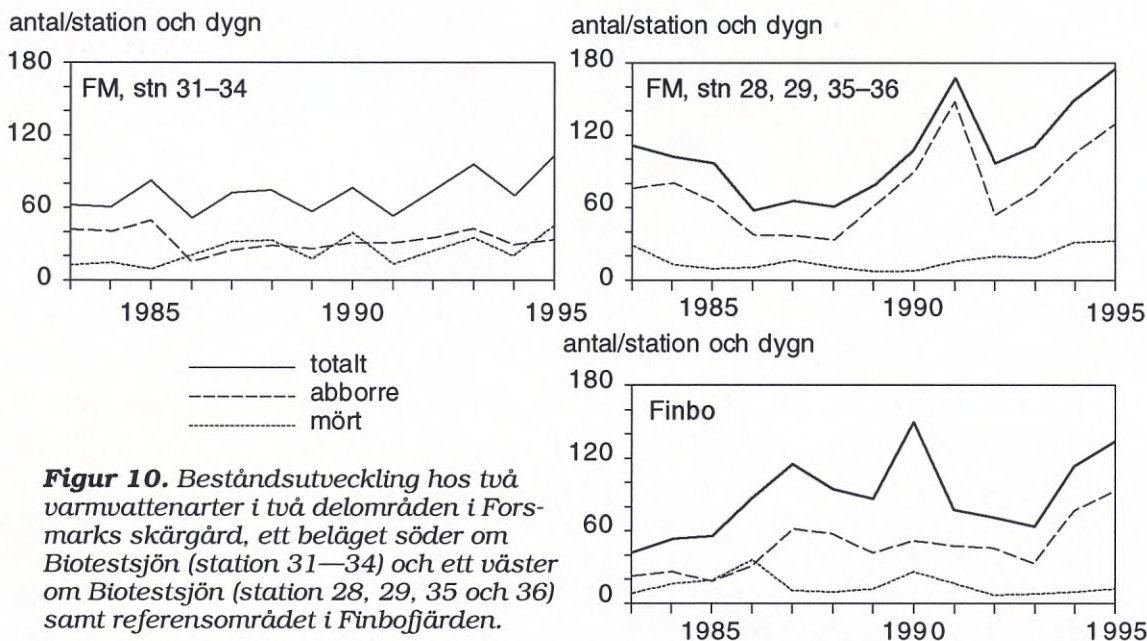
De olika provtagningsstationernas lägen framgår av figur 9.



Figur 9. Provtagningsstationer i Öregrundsgrepen.

Beståndsutveckling hos varmvattenarterer

Fångsterna av abborre ökade i delområdet väster om Biotestsjön och i referensområdet i Finbofjärden 1995 (figur 10). Fångsterna av mört ökade något i delområdet söder om Biotestsjön, men var annars oförändrade från året innan.



Figur 10. Beståndsutveckling hos två varmvattenarterer 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.

Årsklasstyrka hos varmvattenarter

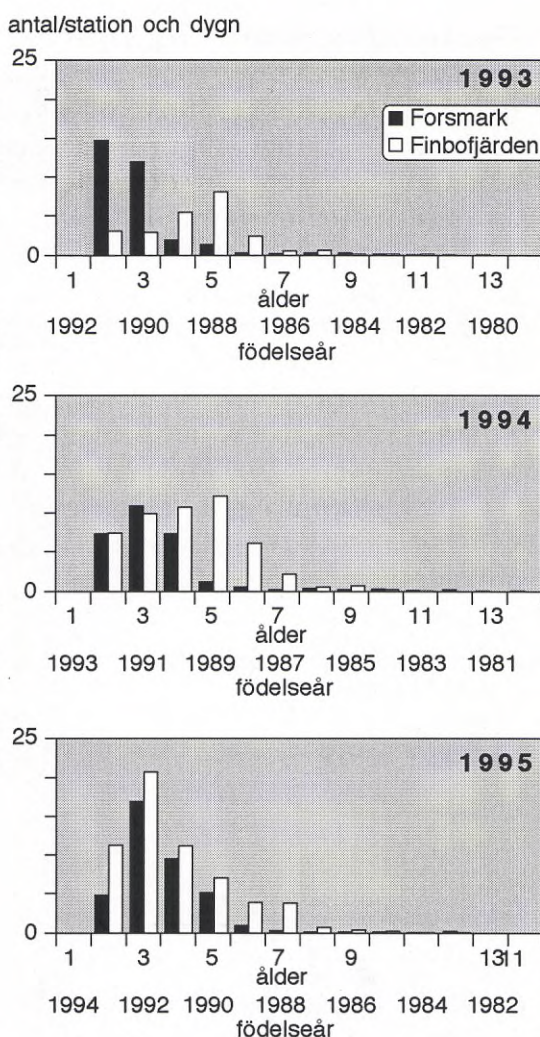
I både Forsmarksområdet och referensområdet i Finbofjärden dominerades fångsterna 1995 av treåriga abborrar födda 1992.

Täthet hos yngel

Även utanför Biotestsjön var tätheten av mört yngel liten, medan fångsten av abborryngel, till skillnad från Biotestsjön, var medelgod 1995 (se tabell nedan).

Sjukdomar hos varmvattenarter

Från fiskena efter varmvattenarter fanns endast en fisk registrerad med yttre sjukdomssymptom i Forsmarksområdet. Ett fåtal sjuka fiskar registrerades i Finbofjärden (15 st av totalt 6 367 = 0,2%).



Figur 11. Fångsterna av abborre i Forsmark och i referensområdet i Finbofjärden fördelade på ålder 1993, 1994 och 1995.

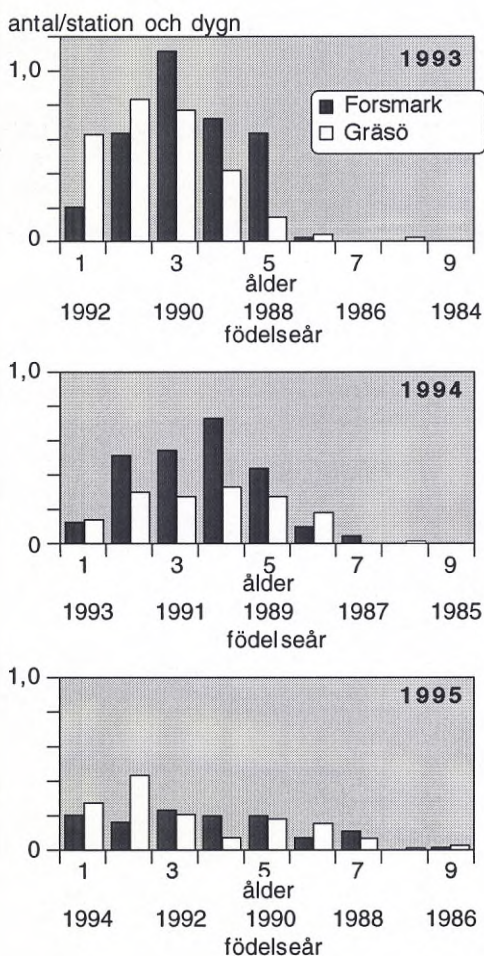
Medelfångst per skott av yngel och småfisk i Referensområdet vid Ön.

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	1,4	0,4	0	0,0	0	121,6	1,5	0	0	203,1	0	0

åy=årsyngel +++=höga tätheter

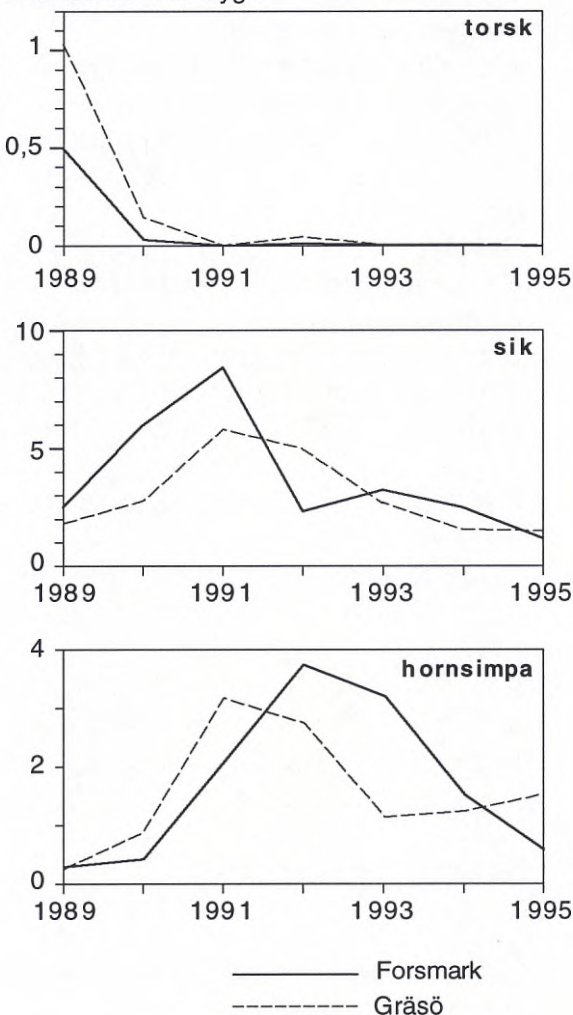
Beståndsutveckling hos kallvattenarter

Beståndsutvecklingen hos kallvattenarterna torsk, sik och hornsimpa var likartade i Forsmarks- och referensområdet öster om Gräsö. Under de senaste åren har endast enstaka torskar förekommit i fångsterna och 1995 fångades ingen torsk i någondera området (figur 12). Liksom året innan var fångsterna av sik små i båda områdena 1995. Det var speciellt ont om små sikar. Även hornsimporna, som ökade fram till 1992 i Forsmarksområdet och fram till 1991 i Gräsöområdet, var relativt få 1995.



Figur 13. Fångsterna av sik från Forsmark och referensområdet öster om Gräsö fördelade på ålder 1993, 1994 och 1995.

antal/station och dygn



Figur 12. Beståndsutveckling hos kallvattenarter i Forsmarksområdet (station 2—9) och i ett referensområde öster om Gräsö.

Årsklasstyrka hos sik

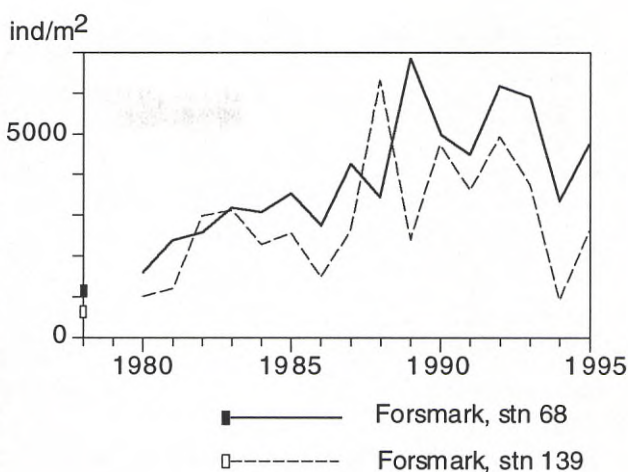
I de tre senaste årens ganska små fångster av sik fanns ingen årsklass som var anmärkningsvärt stark (fig. 13). Årsklassmönstret avviker inte i någon större utsträckning från referensområdet öster om Gräsö.

Sjukdomar hos kallvattenarter

Vid fiskena efter kallvattenarter i Forsmarksområdet noterades endast en fisk med yttre sjukdomssymptom (=0,03 %) och totalt 4 av 1 858 (=0,2 %) i Gräsöområdet.

Bottenfauna

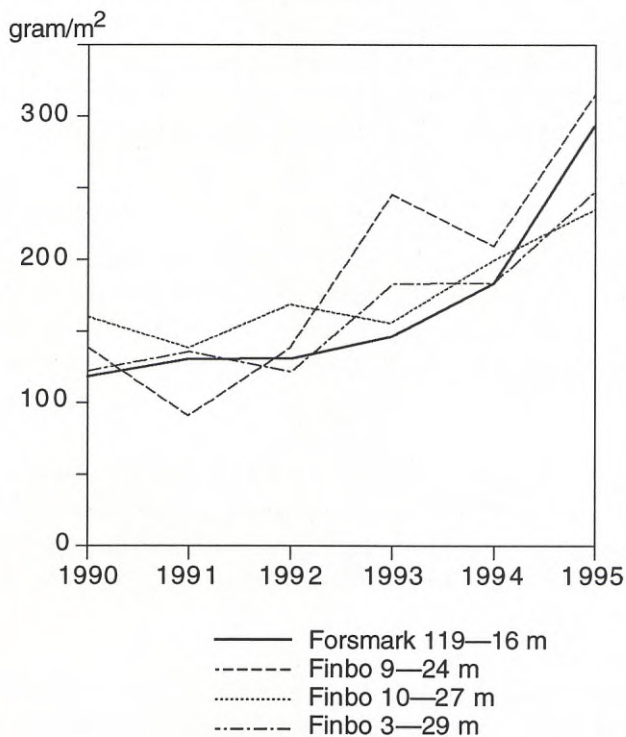
På de två grunda provtagningsstationerna utanför Biotestsjön var utvecklingen hos de bottenlevande djuren likartad (figur 14). Sedan slutet på 1980-talet har antal djur i proverna varit högre än under den tidigare perioden. Efter en minskning i individantal 1994, ökade de något på båda stationerna. En av stationerna kan påverkas av kylvattnet de perioder då reservutskovet är öppet (stn 68). Eftersom de förändringar som skett här även ses på den opåverkade stationen var de inte en effekt av att reservutskovet varit öppet.



Figur 14. Antalet bottendjur våarna 1978—1995 på två grunda stationer (9 m) i Forsmarksområdet.

På den medeldjupa stationen (16 m vid Länsman) i Forsmarksområdet, liksom på de medeldjupa stationerna i Finbofjärden ökar biomassorna de senaste åren (figur 15), vilket främst beror på en ökning av östersjömusslor (*Macoma balthica*).

Även på de djupa stationerna är biomassorna höga de tre senaste åren beroende på stor andel östersjömusslor.



Figur 15. Bottendjurens biomassor våarna 1990—1995 på en station i Forsmarksområdet (16 m) och tre stationer (24—29 m) i referensområdet i Finbofjärden.

Riktade undersökningar

Utöver det ordinarie kontrollprogrammet pågick under 1995 följande undersökningar:

Skador på fiskars könsorgan

Under 1995 fortsattes de pågående undersökningarna av skador på fiskars könsorgan enligt ett program som togs fram efter diskussioner med miljöansvariga vid Forsmarks- och Ringhalsverken. Huvuddelen av de insamlingar som påbörjats med avsikt att klarlägga hur vanliga dessa skador är hos de arter som uppträder i kylvattenrecipienterna avslutades, och resultaten finns nu klara för sammanställning. Rapporteringen sker tillsammans med forskare från Litauen, vilka deltar i projektet.

En viktig del i projektet är att undersöka vilken ekologisk betydelse det har att könsorganen skadas hos de fiskar som lockas till det varma vattnet. Under våren utfördes därför omfattande studier av lek och äggutveckling hos abborre i Biotestsjön, utsläppskanalen från Forsmark 3 samt i ett referensområde. Resultaten visade, att romdödligheten var mycket stor hos de fiskar som lekte i de uppvärmda områdena, främst beroende på att romsträngarna föll sönder kort efter leken. Skadan var dock inte total, då vi observerade nykläckta yngel i Biotestsjön

Redan med blotta ögat kan man tydligt se hur fiskarnas könsorgan har påverkats, t ex hos abborrar som fångas i den öppna kanalen utanför F3 eller i Hamnefjärden vid Oskarshamnverket. Andelen skadade fiskar är mycket hög i dessa områden. Honorna tycks successivt påverkas så, att deras romsäckar efter några år blir fyllda med bruna, stenromslika klumpar. Dessa observationer ligger till grund för kommande undersökningar av hur skadan har spritt sig i bestånden, då man med provfisken lätt kan fastställa hur vanliga sådana fiskar är på olika avstånd från kraftverket.

Kommentarer till kontrollresultaten

Den uteblivna rekryteringen hos mört i Biotestsjön beror sannolikt på gonadskador hos vuxna fiskar, orsakade av den förhöjda temperaturen. Detta förklarar även de senaste årens minskande fångster av vuxna mörtar i Biotestsjön då ingen nämnvärd invandring från utsidan tycks ha skett.

Orsaken till att så få abborryngel erhöles i Biotestsjön vid årets ordinarie provtagning i oktober är oklar. Studier av abborrens lek och romutveckling som utfördes tidigare under sommaren visade visserligen på stor romdödlighet hos de fiskar som lekte i Biotestsjön, men då fanns gott om nykläckta yngel.

Av de bottenlevande djuren i Biotestsjön har tidigare kräftdjuret *Corophium volutator* varit en av de dominerande arterna. Att den försvann ur proverna under 1994 och ersattes av kräftdjuret *Gammarus spp* under 1995 är troligen en effekt av den algrikare miljön i Biotestsjön. Reservutskovets långa öppethållande har troligen ytterligare förstärkt denna alg tillväxt.

Vid 1995 års fisken efter kallvattenarter fanns lite sik både i Forsmarksområdet och i det opåverkade referensområdet öster om Gräsö, varför årets låga fångster av vuxen sik inte kan tolkas som en effekt av kraftverkets drift.

Farhågor finns dock att de långvariga utsläppen av kylvatten genom reservutskovet, som skett under 1994 och 1995, kan vara skadlig för sikens lek och romutveckling i Forsmarksområdet, speciellt om dessa utsläpp sker vintertid.

Riktade insatser utöver det ordinarie kontrollprogrammet som planeras pågå under 1996 är att fortsätta de studier av skador på fiskars könsorgan som påbörjades under 1995. Med anledning av att reservutskovet varit öppet under hela hösten och vintern planeras även yngelstudier på sik, för att undersöka om sikleken påverkats av kylvattenutsläppet i skärgården.

Forskningsprogram

Utsättning av ålyngel i Biotestsjön

I juli 1989 sattes 500 000 ålyngel ut i Biotestsjön. Syftet var att undersöka om man genom utsättningar av ålyngel kunde förbättra ålfisket lokalt. Eftersom ål är en utpräglad varmvattenart, torde kylvattenrecipienter vara lämpliga för stora utsättningar av yngel. Under 1995 fortsatte återfångstprogrammet, men materialet har inte bearbetats.

Övrigt

Ornitologiska observationer

Biotestsjön och dess omgivningar har med tiden blivit allt mer intressant för fågelvännerna. Särskilt vintertid erbjuder området goda förhållanden för många arter, främst beroende på att värmen hindrar isläggning i såväl Biotestsjön som i ett stort område utanför. De lokala ornitologerna har därför hållit en viss bevakning, och då noterat vad de sett (se tabell). Här sammanfattas de observationer de gjorde under januari till april samt november och december 1995. Sammanställningen ger ingen fullständig bild av fågelfaunan i och vid Biotestsjön. Bl a noterades ej förekomsten av havsörn. Under vintern finns i stort sett alltid örn i området, och man ser ofta flera tillsammans. Noteringarna ger dock en god bild av hur viktig Biotestsjön har blivit för de övervintrande fåglarna. Knipor, viggas och knölsvanor förekommer i höga antal, och man ser allt fler av de arter som gynnas av varma år, t ex hägern. En invasion av storskarv väntas komma inom några år även i våra områden. Observationerna är därför även en värdefull bakgrund om man i framtiden vill följa skarvens utbredning i kustområdet.

Art	Antal observerade vid olika besöksdagar 1995										
	1/1	3/1	4/1	6/1	14/1	5/2	19/2	12/3	2/4	3/11	3/12
Alfågel		2	>30				50		50		20
Bergand							1				
Björktrast		75	82								150
Ejder									200		
Grågås								4	4		
Gråsiska			1							20	50
Gråtrut											10
Gräsand			75					2			250
Havstrut											20
Häger	4		9	5				1			>7
Knipa		>400	1000					150		50	200
Knölsvan	20		75					2			75
Koltrast			2								
Kungsfiskare	1		1			1					
Salskrake			1	1	1						
Sidensvans		1									
Sjörre			6								
Smalnåbbad nötkråka										1	
Smådopping			1	1				1			
Snösiska										>1	>1
Småskrake	2	2	2	2	2			1			
Snösparv									14	35	
Sparvhök			1								
Steglits											1
Storskarv			2						30		20
Storskrake	30	100	200					50		100	50
Spillkråka	1										
Sånglärka									1		
Sångsvan	1		2								
Tobisgrissla									5		1
Vigg	600	>600	>600		>600				150	>1500	967

Litteratur

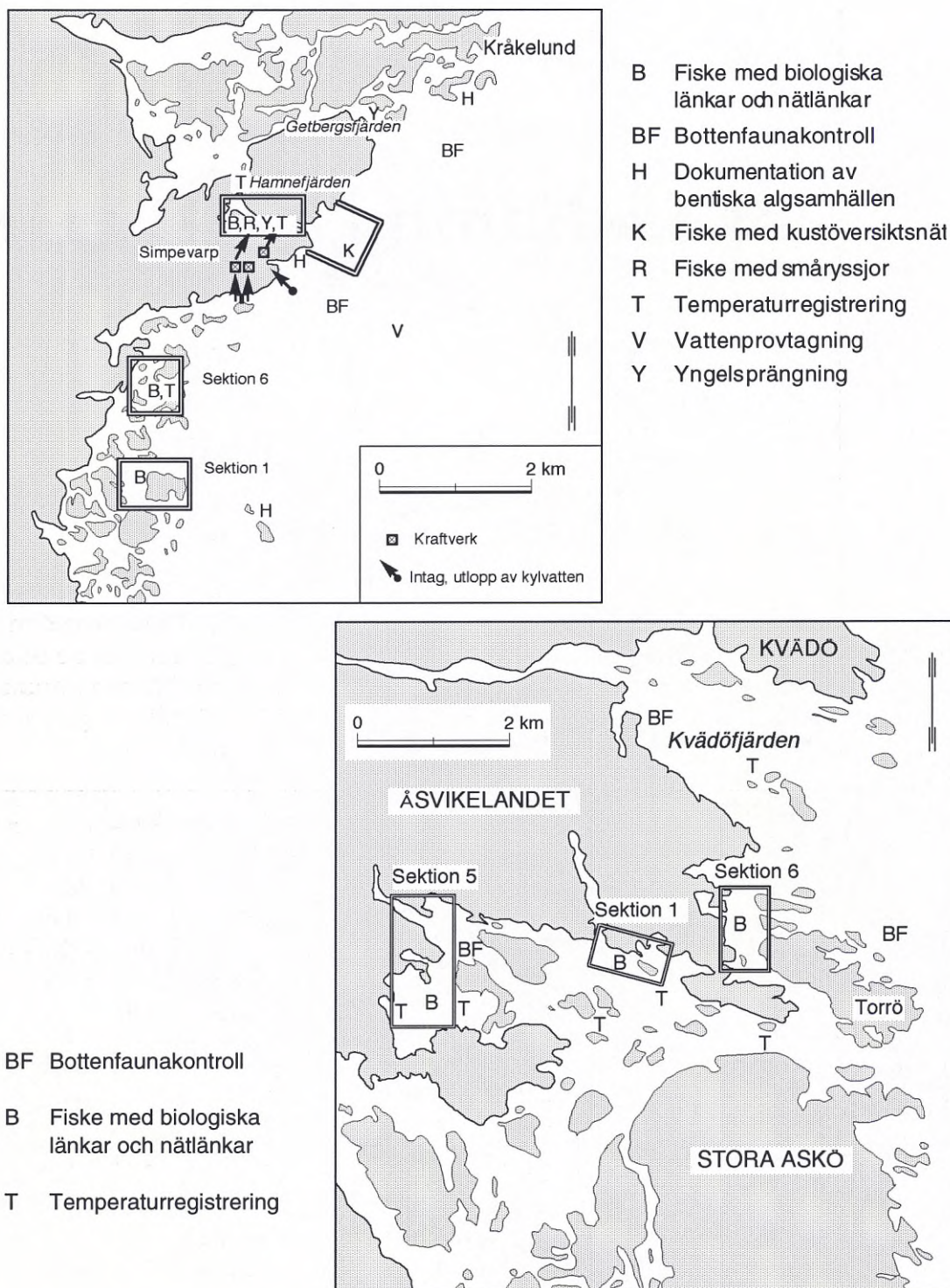
Thoresson G. 1992. Handbok för kustundersökningar. Recipientkontroll. Kustrapport 1992:4

Handwritten text at the top of the page, possibly a title or reference, which is mostly illegible due to fading.

Oskarshamns kraftverk

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.



Figur 16. Undersökningsområdena i Simpevarp och Kvädöfjärden.

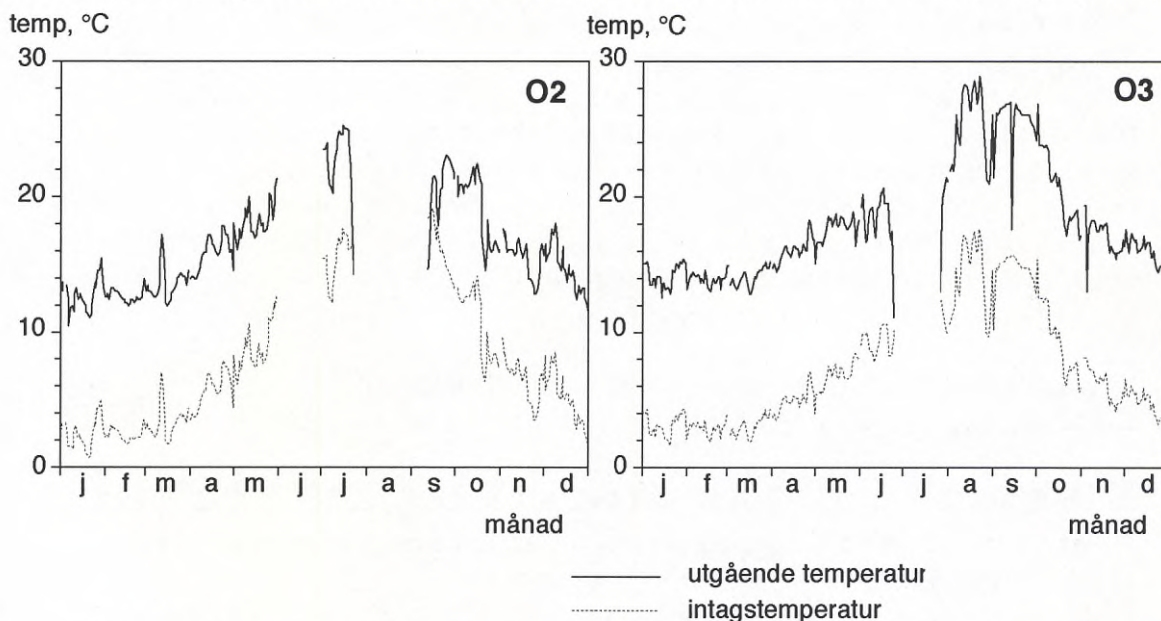
Basundersökningar inför lokalisering av ett kärnkraftverk till Simpevarps-halvön inleddes redan 1962 och vissa moment har pågått sedan dess. Vissa av undersökningarna har hela tiden bedrivits parallellt i Simpevarp och i ett referensområde, Kvädöfjärden, nära Valdemarsvik (figur 16). Verksamheten under 1980-talet t o m 1988 sammanfattas av Neuman och Andersson (1990).

Årsrapporten redovisar översiktligt kontrollverksamheten under 1995 tillsammans med resultat, främst från de moment som följer långsiktig utveckling hos fisk, botten djur och algsamhällen. För en detaljerad beskrivning av undersökningarnas praktiska genomförande hänvisas till Thoresson (1992 a,b).

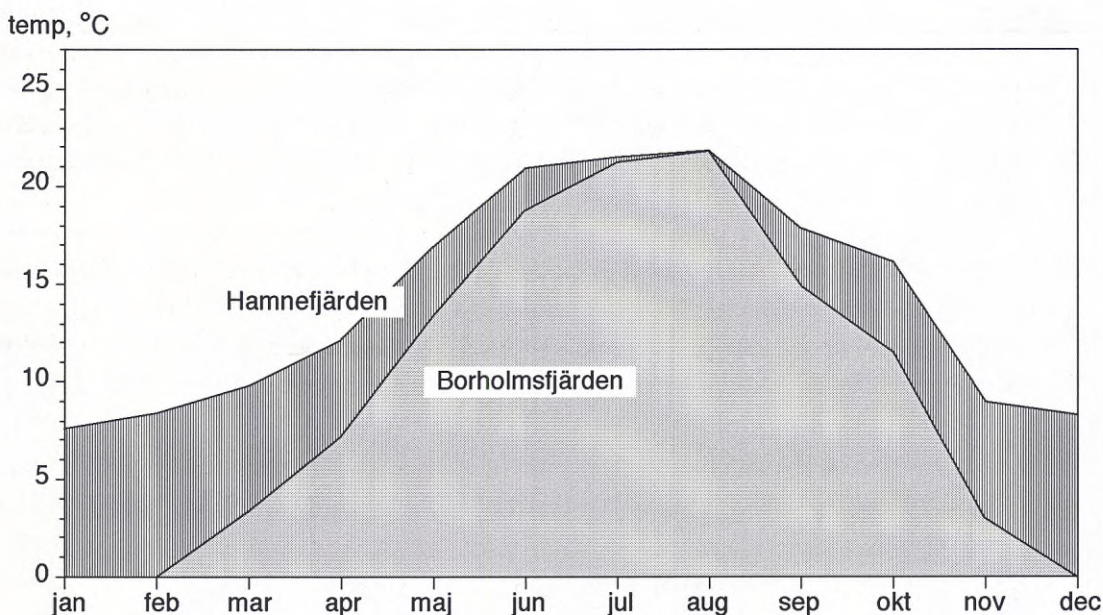
Kraftverkets drift och temperaturförhållanden i recipienten

Kraftverkets äldsta block, O1, var taget ur drift under hela 1995 och har av den anledningen inte svarat för några kylvattenutsläpp. Block 2 togs ur drift för årlig revision 22 juli och återstartades igen 12 september. Block 3 var avställt för revision under perioden 23 juni–25 juli. Dyngsmedeltemperatur för inkommande och utgående kylvatten redovisas i fig. 17. Temperaturhöjningen i det utgående kylvattnet uppgick till som mest ca 10°C för O2 och varierade mellan 11 och 12°C vid full drift av O3. Den högsta utsläppstemperaturen för O2 registerades i mitten av juli och uppgick till drygt 25°C. Revisionsavställningen för detta block inföll under årets varmaste del, vilket innebar att den maximala utsläppstemperaturen blev förhållandevis måttlig. Kylvattentemperaturen från O3 var högst under augusti och uppgick då tidvis till drygt 28°C.

Vattentemperaturen i den inre delen av Hamnefjärden och den närbelägna, ouppvärmade Borholmsfjärden återges i fig. 18. Skillnaden mellan de båda fjärdarna var som vanligt störst under vinterhalvåret och man kan konstatera att ingen skillnad existerade under sommarmaximum i juli och



Figur 17. Dyngsmedeltemperatur för inkommande och utgående kylvatten för block 2 och 3 vid Oskarshamnsverket.



Figur 18. Månadsmedelvärdena för temperaturen på ca 1 m djup nära stranden i den inre delen av Hamnefjärden och i Borholmsfjärden. Det streckade området representerar således temperaturskillnaden mellan mätpunkterna.

augusti, vilket förklaras av både block 1 och 2 var ur drift under betydande delar av perioden och att en utjämning normalt sker under sommaren, då det inkommande kylvattnet för det mesta är kallare än vattnet inne i skärgården.

Fiskförluster i silstationerna

Förekomsten av fisk i det inkommande kylvattnet till OII har kontrollerats under perioden april–september. Antalet vid kontrollen påträffade fiskar har utnyttjats för en beräkning av total fiskförlust under den kontrollerade perioden. Strömming och flundra har varit vanligast, men fiskeskadan bedöms som ringa. Tretton små ålar (<40 cm) har registrerats vid kontrollen, vilket kan omräknas till en total förlust av 511 individ. Tre större ålar har observerats, motsvarande ett intag av 112 fiskar. Förekomst av stora kvantiteter storspigg rapporterades under vår och försommar.

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

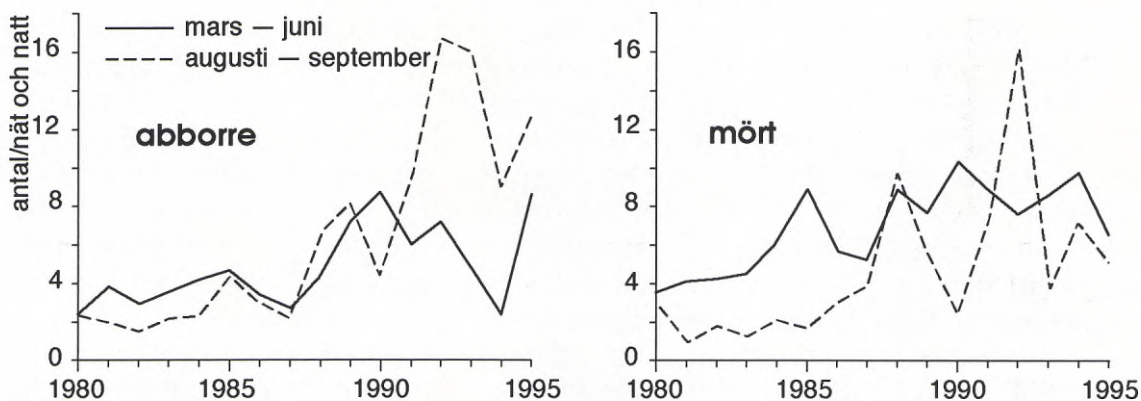
Fiskbeståndens långsiktiga utveckling

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 1995 för de fem vanligaste arterna redovisas nedan:

	Vår		Sommar	
	Antal	Vikt (kg)	Antal	Vikt (kg)
Abborre	726	148	917	299
Mört	544	65	373	73
Björkna	711	91	250	17
Gers	97	4	29	1
Sarv	132	21	98	20

Utvecklingen för abborre och mört i Hamnefjärden sedan 1980 redovisas i figur 19. Fångsterna av abborre steg åter efter den markerade tillbakagången 1994. Medelvikten för abborre var under sommaren 322 g, vilket innebär en höjning från föregående år (284 g). Mörtfångsterna minskade något i både vår- och sommarfisket jämfört med föregående år.

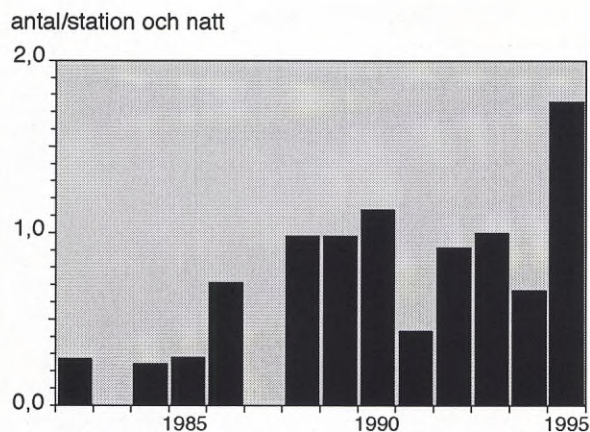


Figur 19. Fångst av abborre och mört med biologiska länkar i Hamnefjärden åren 1980—1995.

Beståndsutveckling för ål i Hamnefjärden

Under 1995 fiskades på fyra stationer i Hamnefjärden under perioden mars-juni. Totalt fångades 803 gulålar eller i genomsnitt 1,75 ålar per station och natt (fig. 20). Fångsten var i avsevärt större än tidigare högstanotering. En betydande orsak till ökningen är sannolikt att den utsättning som gjordes sommaren 1989 nu har slagit igenom i fisket. Man kan dock inte utesluta ett inflytande av en förbättrad naturlig rekrytering till Östersjön.

Figur 20. Fångst av gulål med småryssjor i Hamnefjärden under perioden mars—juni åren 1982—1995. 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.



Sjukdomar och parasiter hos fisk från Hamnefjärden

Yttre tecken på sjukdomar observerades hos 47 (0,8%) av totalt 5 762 fiskar från Hamnefjärden. Hos ålen påträffades 1995 endast åtta individ med yttre symptom bland totalt 803 fångade ålar. Nedan sammanfattas den totala sjukdomsbelastningen (%) för de vanligaste arterna i fångsten med biologiska länkar i Hamnefjärden: (det totala antalet kontrollerade fiskar ges inom parentes). En förhållandevis hög frekvens av hudsår noterades för mört under vårfisket.

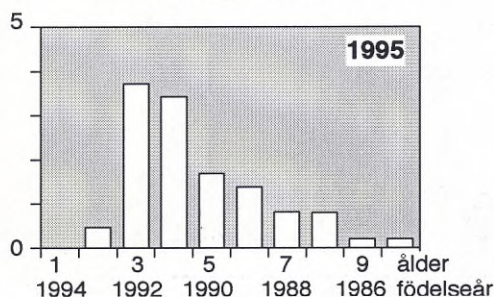
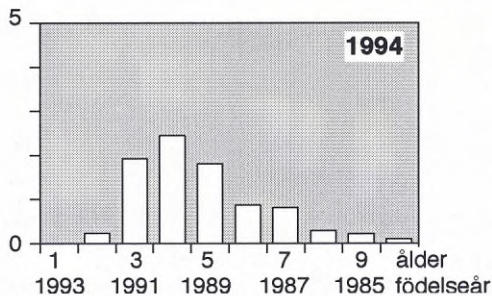
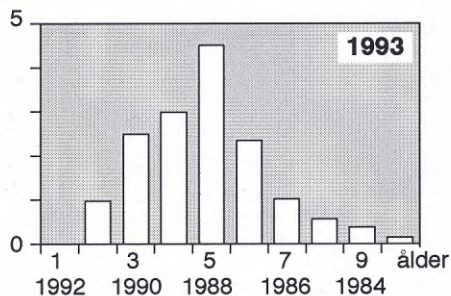
Abborre 0,1% (1643 ind.) Mört 2,9% (917 ind.) Björkna 0,6% (961 ind.)

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 värddjurets blod. Parasiten har införts till Europa från Sydostasien och är numera starkt etablerad i Hamnefjärden. Ålar har insamlats för analys under våren. Bland 200 kontrollerade ålar påträffades parasiter hos 97 (49%), vilket innebär en liten tillbakagång från föregående år och den lägsta nivån sedan parasiten på allvar etablerade sig i kylvattenrecipienten. Analyser av ål från Misterhults skärgård under 1995 har visat att infektionsgraden i detta, av kylvatten mycket ringa påverkade område, nu ligger på en nivå av ca 40%. Motsvarande nivåer har konstaterats i andra kustområden, exempelvis i Blekinge skärgård, vilket visar att parasiten nu är starkt etablerad i svenska kustvatten. Inga negativa effekter har kunnat konstateras på värddjurets kondition, men en lindrig anemi har observerats hos hårt infekterade fiskar.

Abborrens årsklasstyrka

Den förskjutning av dominansen mot yngre abborrar som konstaterades 1994 fortgick även under 1995 (fig. 21). Medelvikten i sommarfisket hade trots föryngringen ökat något från 284 g 1994 till 322 g 1995. Årsklasserna från 1991 och 1992 dominerade förhållandevis starkt, vilket indikerar att en invandring skett från den omgivande skärgården. Motsvarande årsklasser har nämligen visat sig starka i flera opåverkade skärgårdsområden, medan de var av normal styrka i Hamnefjärden (fig. 22).

antal/nät och natt

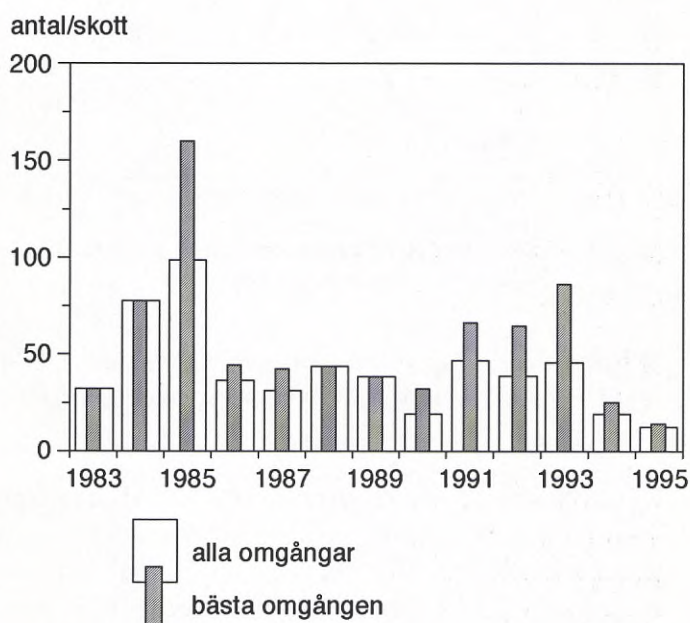


Figur 21. Fångst av abborre (≤ 10 år) per nät och natt för enskilda åldersgrupper Hamnefjärden åren 1992–1995.

Täthet av årsyngel

Täthet och tillväxt hos årsyngel registreras varje höst i Hamnefjärden. Ett referensmaterial för tillväxt samlas samtidigt in i den närbelägna men oppvärmda Getbergsfjärden (fig. 16). Vid tre sprängningsomgångar i Hamnefjärden 1995 registrerades i medeltal 12 abborryngel per skott (fig. 22), vilket är det lägsta som noterats under perioden från 1983 och framåt. I den bästa av omgångarna erhöles 13 abborrar per skott. Mörtyngel förekom ojämnt fördelade i Hamnefjärden med i genomsnitt 13 yngel per skott. Medellängden för abborryngel uppgick till 74 mm i Hamnefjärden och 70 mm i Getbergsfjärden och för mörtyngel till 55 respektive 46 mm. Yngeltätheten registreras inte i Getbergsfjärden, men vid insamlingen noterades att förekomsten av yngel av båda arterna var måttlig till svag.

Figur 22. Antal årsungar av abborre per skott vid sprängningar i Hamnefjärden åren 1983—1995. Då flera sprängningsomgångar gjorts, anges resultatet från den omgång som gett det högsta medelvärdet.

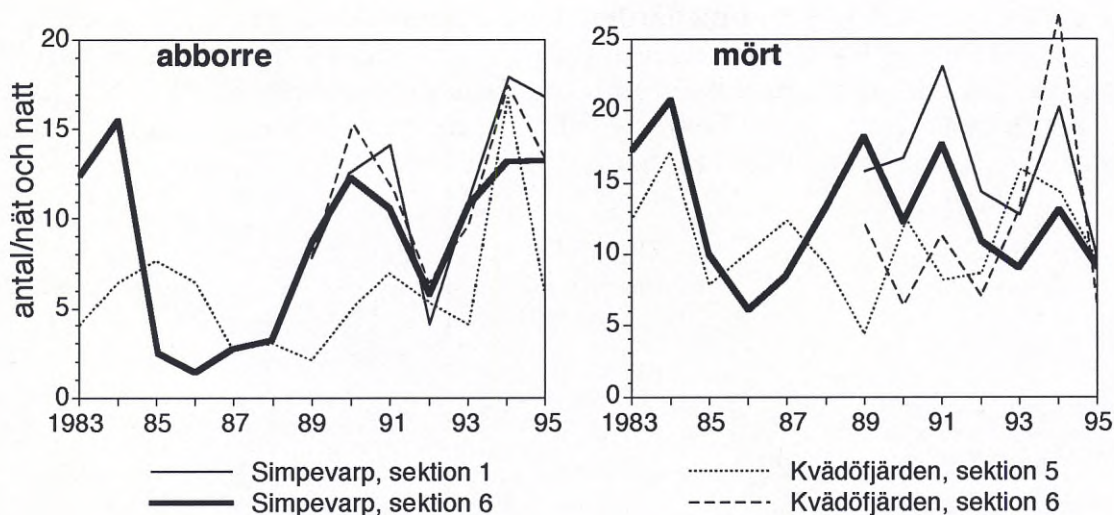


Beståndsutveckling hos stationära varmvattenarter i skärgården

Sex fisken med nätlänkar har genomförts under augusti i vardera av delområden, i skärgården söder om Simpevarp (fig. 16). Motsvarande undersökningar har utförts i Kvädöfjärden (fig. 16). Dessa fisken 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 Sektion		Kvädöfjärden Sektion	
	1	6	5	6
Abborre	2422	1921	821	1921
Mört	1372	1303	1353	907
Björkna	944	1409	234	44
Gers	162	77	30	233
Sarv	237	57	520	42

Utvecklingen för abborre och mört i Simpevarp och Kvädöfjärden sedan starten 1983 presenteras i fig. 23. Abborren bibehöll sin höga nivå från 1994 inom tre av sektionerna, även om numerären minskat något. Den dramatiska fångstökningen i sektion 5 i Kvädöfjärden 1994 följdes av en nästan lika stor tillbakagång 1995. Mörtfångsterna minskade i samtliga delområden, mest i sektion 6 i Kvädöfjärden.



Figur 23. Fångst av abborre och mört med nätlänkar under augusti åren 1983—1995 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 10 451 fiskar. Av dessa uppvisade endast tolv (0,1%) yttre tecken på sjukdomar eller skador, vilket är i samma storleksordning som föregående år och betydligt understiger nivån i skärgården vid Simpevarp 1982–1989 (Thulin *et al.*, 1990). Frekvensen för de vanligaste arterna ges nedan: (det totala antalet kontrollerade fiskar ges inom parentes).

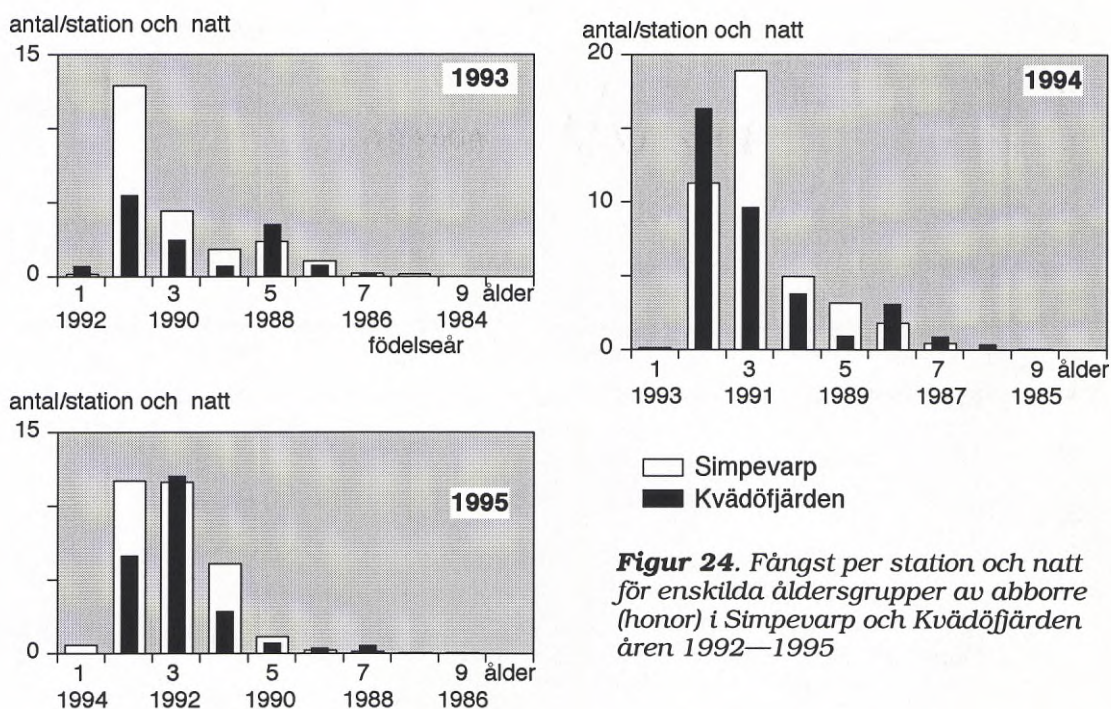
Abborre 0,09% (4521 ind.) Mört 0,15% (2755 ind.) Björkna 0% (2486 ind.)

Abborrens årsklasstyrka

En betydande nyrekrytering av unga abborrar kunde konstateras under 1994, då årsklasserna från 1991 och 1992 hade ett starkt genomslag i fångsterna i både Simpevarp och Kvädöfjärden (fig. 24). Fiskar födda 1992 bibehöll en stark ställning även under 1995, medan årsklassen 1991 gick tillbaka påtagligt under det senaste året. Årsklassen från 1993 var lika starkt representerad som tvåårig i Simpevarp som sina båda företrädare, vilket kan ses som en indikation på att ytterligare en god årsklass nu kommer.

Beståndsutveckling för kallvattenarter

Fisket med kustöversiktsnät (tidigare benämnda djupnät) under vår och höst beskriver utvecklingen i området där det uppvärmda kylvattnet möter och blandas med havsvattnet (fig. 16) och registrerar i första hand arter med låga temperaturoptima. Anlockning av strömming under vinter och



Figur 24. Fångst per station och natt för enskilda åldersgrupper av abborre (honor) i Simpevarp och Kvädöfjärden åren 1992–1995

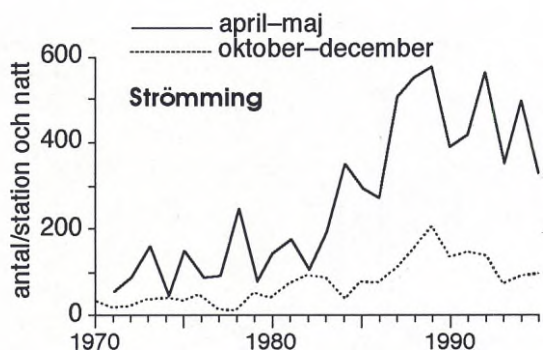
vår har konstaterats i området, likaså stora populationssvängningar för såväl stationära som vandrande marina arter. Sex fisken genomförs normalt under april–maj och sex under perioden oktober–december. Resultaten för några av de vanligaste arterna redovisas nedan:

	april–maj	oktober–december
	antal	antal
Strömming	7740	2353
Mört	428	267
Rötsimpa	62	50
Tånglake	229	15
Abborre	98	105
Sik	16	20
Torsk	6	14

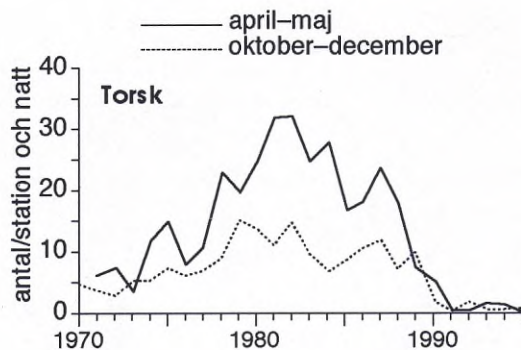
Strömmingsfångsterna under våren var lägre än föregående år, medan en svag ökning kunde konstateras för höstfångsterna (fig. 25). Torskfångsterna ligger på en mycket låg nivå och vårfångsterna tillhör de lägsta som registrerats (fig. 26). Tillbakagången för rötsimpa fortsatte under 1995 (fig. 27). Fjolåret rekordfångster av ungsik kunde inte upprepas, men glädjande rapporter har kommit om goda fångster i yrkesfisket, vilket tyder på att uppgången för arten i Simpevarp speglar en mera storskalig beståndstillväxt.

Sjukdomar och parasiter hos kallvattenarter

Den totala fångsten med kustöversiktsnät uppgick under 1995 till 11 840 fiskar. Yttre synliga sjukdomssymptom eller skador noterades hos 29 individ (0,2%), vilket är ytterligare något lägre än den låga frekvens som noterades 1994. En dominerande andel utgjordes, liksom föregående år, av ögonskador hos rötsimpa. Skadan var orsakad av ögonparasiten *Diplostomum*, en sugmask, vars larver utvecklas i linsen hos fiskar och som hos rötsimpan ofta orsakar blindhet.

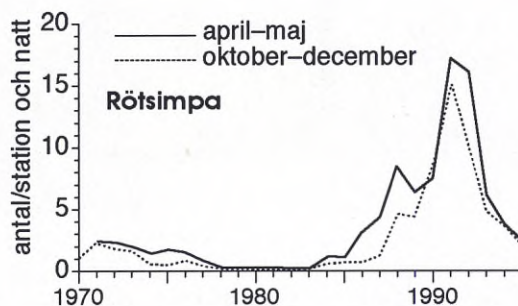


Figur 25. Fångst av strömming med kustöversiktsnät vid Simpevarp åren 1970—1995.



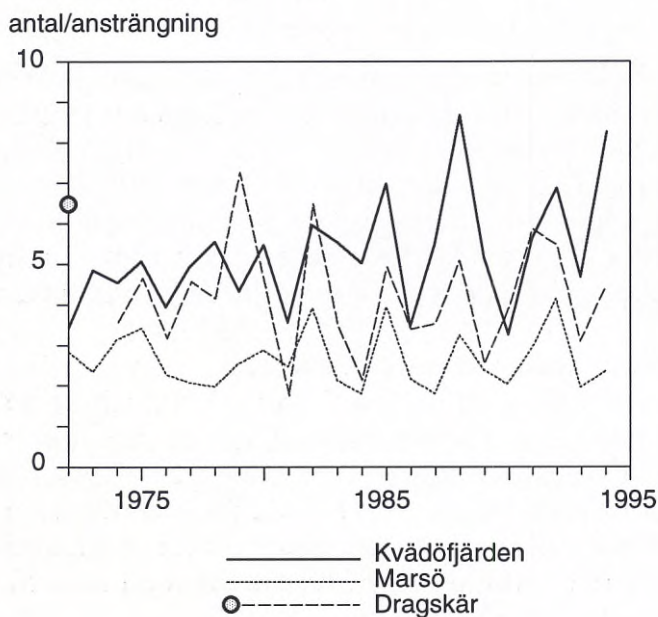
Figur 26. Fångst av torsk med kustöversiktsnät vid Simpevarp åren 1970—1995.

Figur 27. Fångst av rötsimpa med kustöversiktsnät vid Simpevarp åren 1970—1995.



Journalföring av yrkesfiskefångster

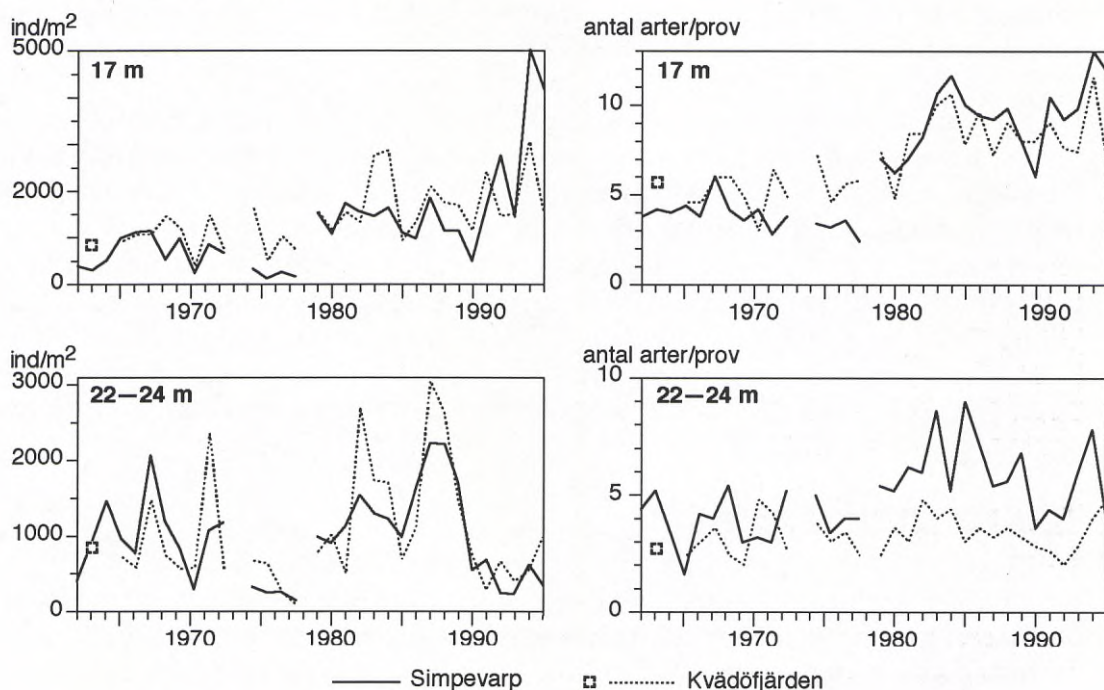
Fångsterna av blankål med ålflytgarn t o m 1994 redovisas i figur 28 för de två största fiskena vid Simpevarp (Marsö och Dragskär) och för Kvädöfjärden. Mellanårsvariationerna uppvisar tydliga likheter i de tre områdena. Under 1994 registrerades stigande fångster i alla tre områdena, mest uttalat för referensområdet vid Kvädöfjärden. Trenden över de 22 år som presenteras har varit anmärkningsvärt stabil, mot bakgrund av att ålfisket under samma period minskat kraftigt i andra delar av Östersjön.



Figur 28. Fångster av blankål med ålflytgarn i områdena Marsö och Dragskär vid Simpevarp och i Kvädöfjärden 1972—1994.

Bottenfauna

Bottenfaunasamhällets utveckling i Simpevarp och Kvädöfjärden har följts sedan 1962. Det totala antalet individer på 17 m djup har samvarierat i Simpevarp och Kvädöfjärden och har under hela 80- och 90-talet legat på en högre nivå än under föregående decennier (fig. 29a). En motsvarande ökning har konstaterats för antalet arter per prov (fig. 29b). En viss tillbakagång kunde konstateras för både individantal och antal arter per prov under 1995, främst till följd av en nedgång av abundansen för blåmusslor. Samvariationen mellan Simpevarp och referensområdet framträder tydligt även för individantalet på 22–24 m djup (fig. 29c). Individtätheten var fortsatt låg 1995, men en klar ökning kunde konstateras i Kvädöfjärden. Biomassan var mycket låg i Simpevarp och det är sannolikt att stationen där tidvis är påverkad av syrebrist. Vitmärkan, som tidigare dominerat på detta djup, har ännu inte visat tecken till återhämtning efter nedgången i slutet av 1980-talet. Artantalet minskade i Simpevarp mellan 1994 och 1995 (fig. 29d).



Figur 29a–d. Bottenfaunasamhällets utveckling i Simpevarp och Kvädöfjärden åren 1962–1995.

Bentiska algsamhällen

De hårda bottenarnas algsamhällen inventeras årligen på en lokal med stark kylvattenpåverkan och på två yttre lokaler med ringa påverkan. Inventeringen ingår i den samordnade kustrecipientkontrollen för Kalmar län och Kustlaboratoriet svarar för det praktiska genomförandet i samarbete med Kalmarsundslaboratoriet vid högskolan i Kalmar. Undersökningen inleddes 1989 och stationerna vid Simpevarp har tillhört de bästa i länet vad beträffar täckningsgrad och djuputbredning för blåstång. Utglesning av tångbältet på grund av betning från tånggråsugga kunde dock konstateras på de båda yttre stationerna 1994 och betskadorna hade ökat i omfattning under 1995. Lokalen närmast kylvattenutsläppet hade ett för länet rikt algsamhälle med små skador av betning.

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 (Luksiene 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 så grava skador att de sannolikt inte längre kan fortplanta sig. Andelen i denna storleksklass med för ögat synliga skador uppgick sommaren 1995 i Hamnefjärden till 40% för abborre, medan endast en procent av de mindre abborrarna hade motsvarande skador. För mört uppgick den totala skadefrekvensen till 12%, vilket är något mera än 1994.

Under våren 1995 genomfördes försök i Hamnefjärden med avsikten att studera eventuell påverkan på äggens förmåga att utvecklas normalt. Vid försöken jämfördes naturligt producerad rom från Hamnefjärden med ägg från en närliggande referens. Preliminära resultat tyder på en tydlig negativ påverkan på äggens livsduglighet hos abborrar från Hamnefjärden. Förslag till fortsatta undersökningar har tagits fram, syftande dels till att klarlägga vilka arter som påverkas, dels till att belysa skadornas ekologiska effekter. I det senare fallet avses främst effekter på reproduktionen i de påverkade områdena och skadornas spridning i bestånden nära krafverken. Planen har accepterats av OKG.

Kommentarer

1995 var ett år med få anmärkningsvärda resultat. Den påtagliga ökningen för gulålen i Hamnefjärden kan ses som ett positivt inslag, oavsett om ökningen kan tillskrivas utsättningar eller naturlig rekrytering. Till observationer av en negativ karaktär kan i första hand föras att abborren för andra året i rad rekryterats dåligt i Hamnefjärden och sannolikt även i referensområdet i Getbergsfjärden. Ytterligare en negativ observation var att blåstångsbältet skadats allvarligt av betning på den tidigare mycket rika lokalen vid Stora Rönnen söder om kraftverket, ett fenomen som observerats under senare år på flera platser i länet och runt Östersjön.

Gonadstörningar kvarstår som de allvarligaste effekterna på fisk orsakat av kraftverkets drift och kommer att följas i den framtida kontrollen. Förkomsten av hudsår hos mört i Hamnefjärden under våren var noterbart hög.

Litteratur

- 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.
- 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.
- 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.
- Neuman, E. & Andersson, J., 1990. Naturvårdsverkets biologiska undersökningar utanför Oskarshamnsverket under 1980-talet. Naturvårdsverket Rapport **3780**.
- 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.
- 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

Barsebäcks kraftverk

Inledning

Årsrapporten ger en översiktlig redovisning av den biologiska kontrollverksamheten i vattenrecipienten utanför Barsebäcks kraftstation. Undersökningarna har bedrivits sedan 1969. En utförlig beskrivning av kontrollprogrammets metodik ges i Thoresson 1992. Verkställigheten av arbetena under 1995 redovisas i appendix.

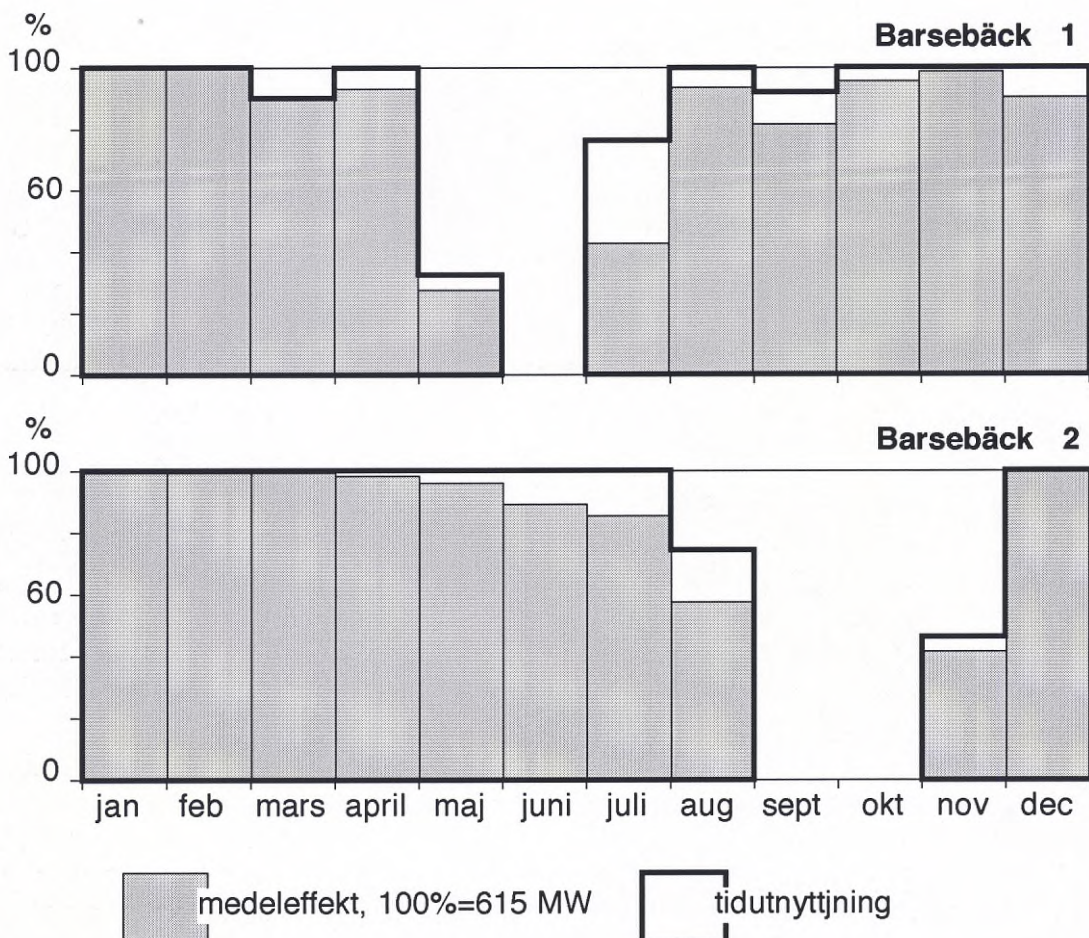
Kraftverkets inverkan på fisksamhällena studeras på fem stationer i en gradient norr om kraftverket.

Förekomst av ålyngel i silstationerna kontrolleras för att bestämma nivån av kompensationsutsättning av ålyngel i Öresund.

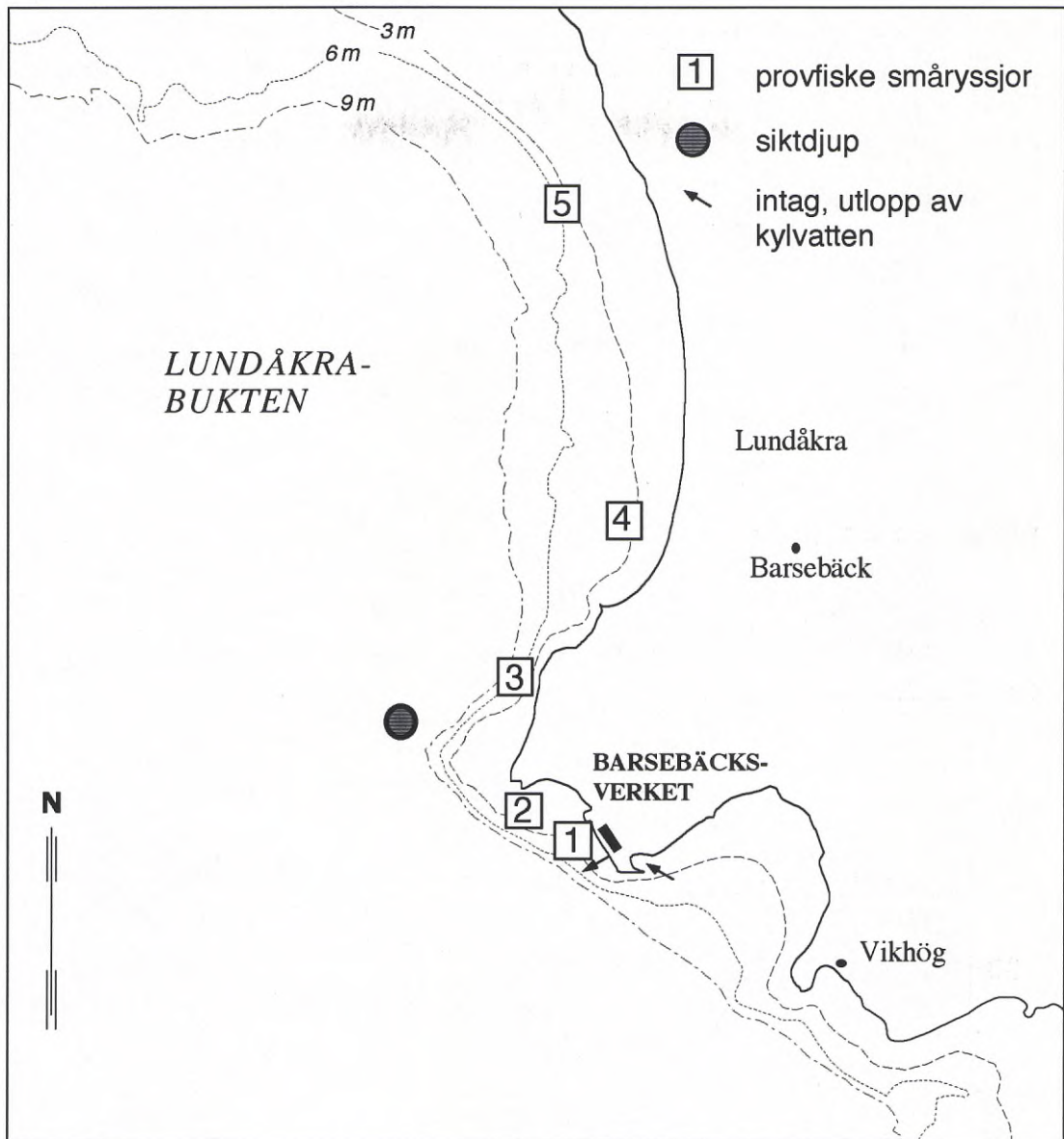
För recipientkontrollens genomförande ansvarar Fiskeriverkets kustlaboratorium i Öregrund.

Kraftverkets drift

Barsebäck 1 har i stort varit i drift hela året med revision under maj-juni och Barsebäck 2 hade en förlängd revision september-november p g a sprickor i system 321.



Figur 30. Driften vid Barsebäck 1 och 2 under 1995.



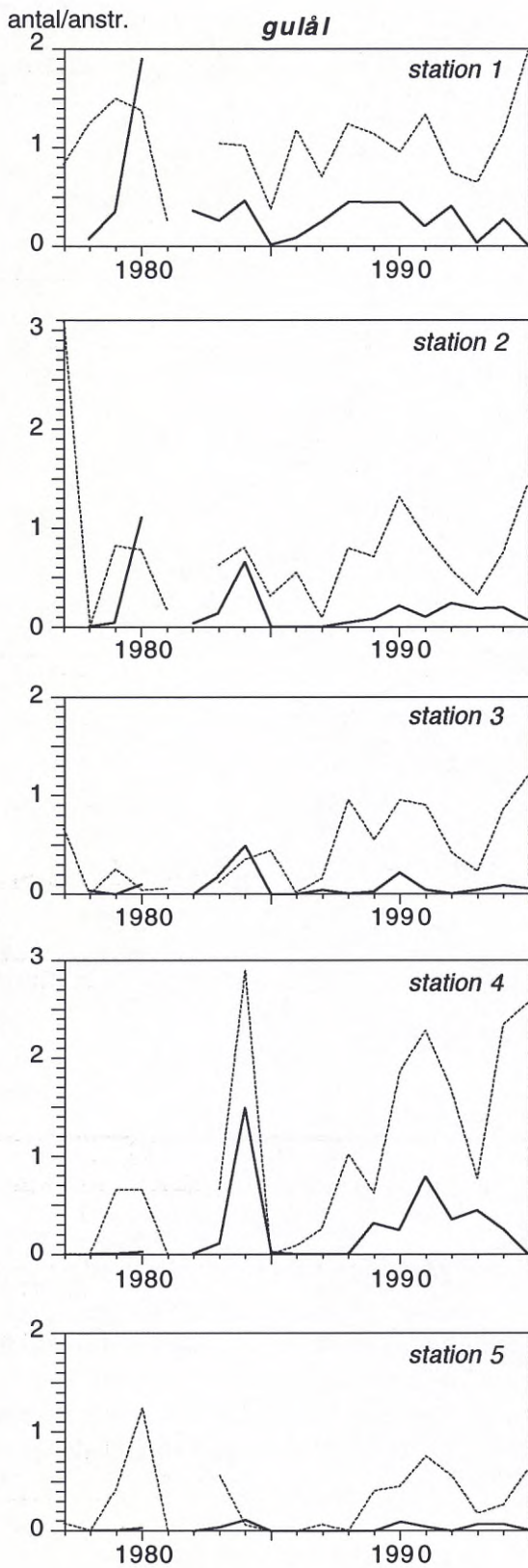
Figur 31. Översiktskarta med fiske och provtagningslokaler.

Provfisken med småryssjor

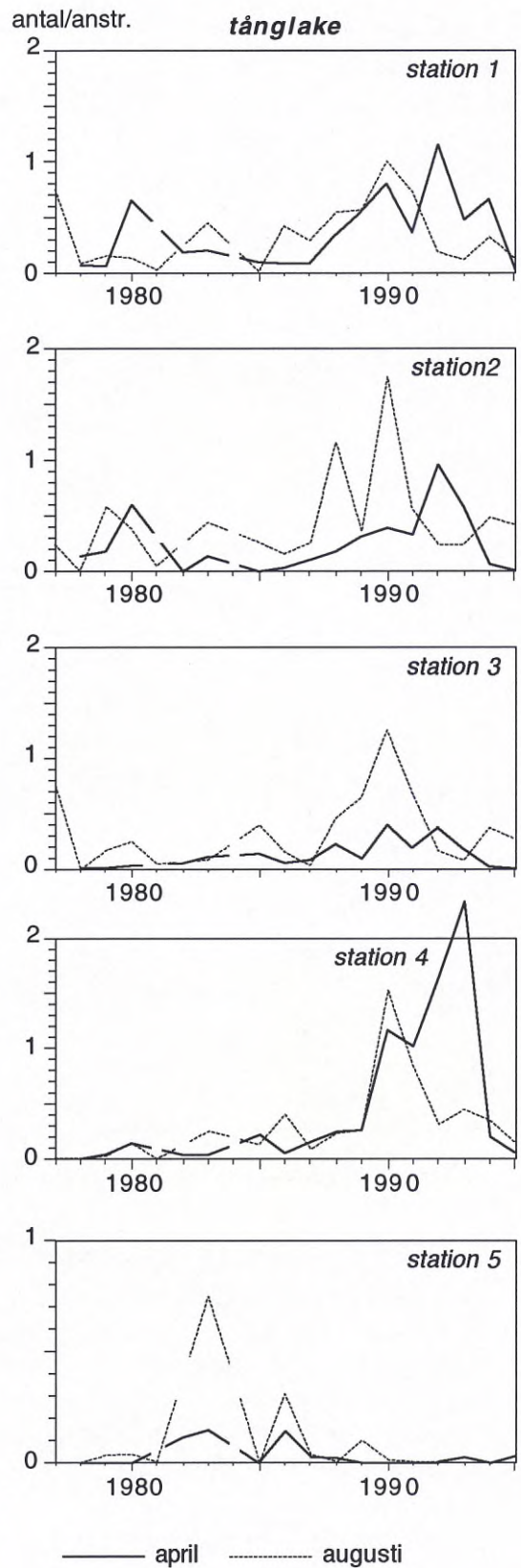
Provfisket har bedrivits inom fem stationer efter en gradient norr om kraftverket; station 1 närmast utsläppet och station 5 mitt i Lundåkrabukten. Fångstutvecklingen redovisas för åren 1977—95 i form av antal per redskap och dygn (antal/anstr.) för de vanligast förekommande arterna. I aprilprovfisket fångas i huvudsak kallvattenarter och i augustifisket varmvattenarter (Neuman, 1988).

Beståndsutveckling hos varmvattenarter

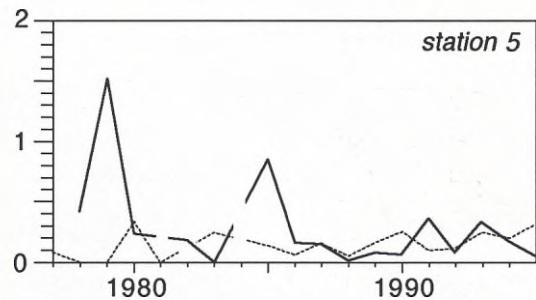
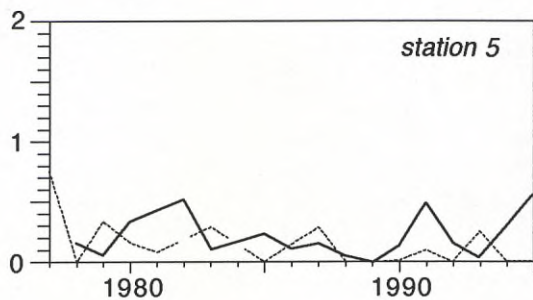
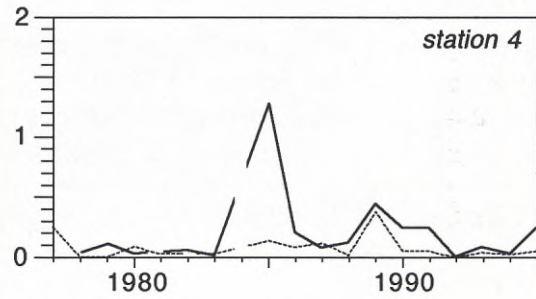
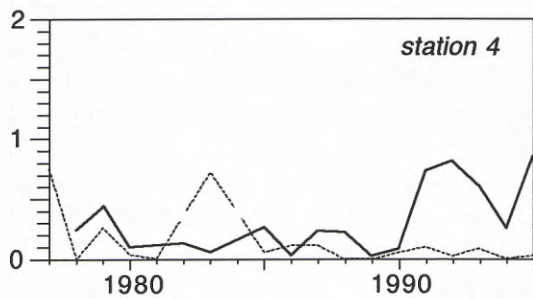
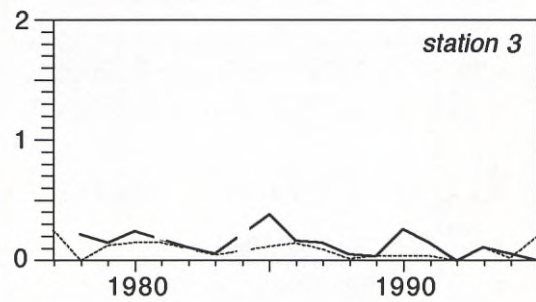
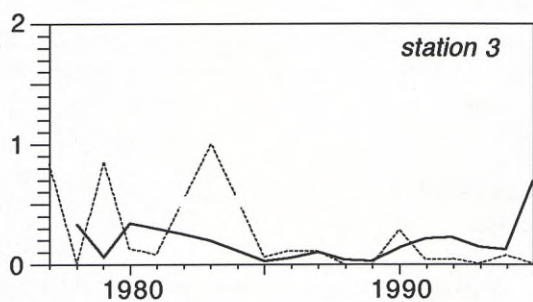
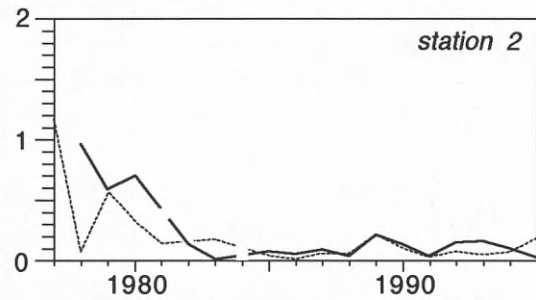
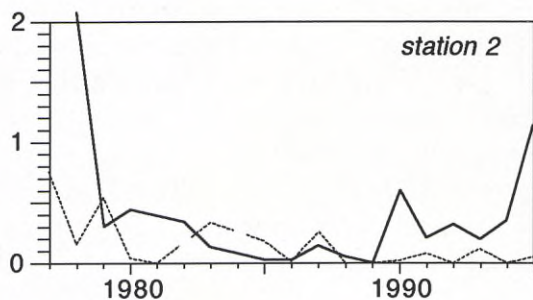
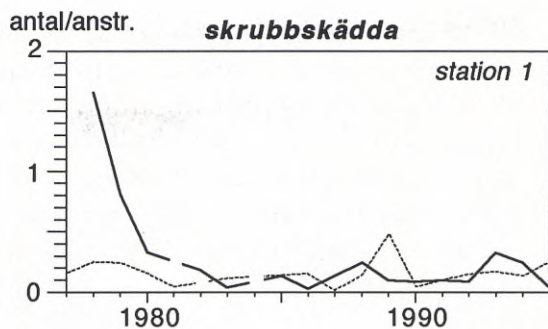
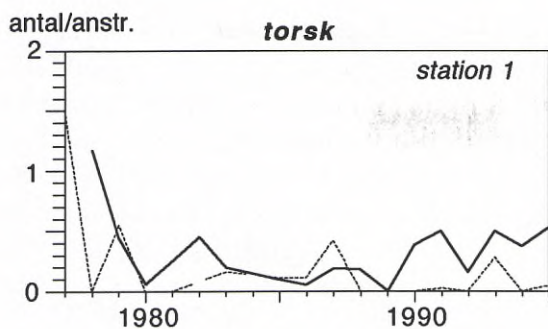
Gulålen (figur 32) tenderar att anlockas till varmvattenutsläppet (station 1) vilket gett en hög och relativt stabil fångst hela perioden. Fångsten på stationerna 3, 4 och 5 fluktuerade kraftigt före 1988, varefter den visat en tydligt positiv utveckling med genomgående goda fångster under 1995. Övriga varmvattenarter förekommer alltför sporadiskt i fångsterna för att kunna ge någon klar bild över beståndsutveckling.



Figur 32. Fångstutveckling för gulål.



Figur 33. Fångstutveckling för tånglake



— april

- - - augusti

Figur 34. Fångstutveckling för torsk.

Figur 35. Fångstutveckling för skrubbskägga

Beståndsutveckling hos kallvattenarter

Av de vanligast förekommande kallvattenarterna — tånglake, torsk och skrubbskädda — är tånglaken den som fångas i störst antal (figur 33). Trots att denna art normalt skall förväntas undvika värmen under sommaren, var fångsterna ofta störst under augusti. Någon skyendereaktion för varmvattenutsläppet kan inte heller spåras på station 1. I stort har en positiv utveckling skett fram till 1993; sista två åren har dock fångsterna minskat drastiskt.

Torskfångsterna var jämförbara på de olika stationerna (figur 34). Någon skyendeeffekt för varmvattnet är därför svår att skönja. Från slutet av 70-talet fram till början av 90-talet var tillgången på kustnära torsk dålig. De senaste åren tycks dock en klar återhämtning ha skett.

Fångsterna av skrubbskädda var generellt låga på samtliga stationer. Någon reaktion på kylvattenutsläppet kan inte utläsas (figur 35).

Sjukdomskontroll

Förekomst av yttre synliga sjukdomssymptom noteras regelmässigt vid alla provfisken. Någon ökning av frekvensen sådana symptom, vilken är mycket låg, har inte registrerats.

Kontroll av ålförekomst i silstationerna

Förekomst av glasål, små gulålar och stor gulål i rensmassorna undersöks stickprovsvis under året. Kontrollen skall ligga till grund för kompensationsutsättning av ålyngel i Öresund enligt vattendomstolens beslut. Med ledning av stickproven beräknas totala mängden ål som hanteras i rensmassorna. Sumpningsförsök visar att 100% av glasålen skadas och 25% av småål (<50 g); stor ål skadas inte.

Tabell 1. Renskontroll vid Barsebäck under 1995. Beräknad mängd efter stickprovskontroll.

	glasål antal aggregat		små gulål <50 g kg aggregat		stor gulål >50 g kg aggregat	
	1	2	1	2	1	2
januari	0	0	0	0	1,8	2,3
februari	0	39	0	0	5,3	6,9
mars	1 083	410	2,5	2,2	17,2	15,4
april	0	0	0	0	7,5	72,2
maj	0	0	1,9	0	5,0	31,6
juni	0	0	0	0	0	0
juli	0	0	0	0	0	0
augusti	0	0	131,8	0	0	0
september	0	0	0	0	0	0
oktober	0	0	0	0	0	0
november	0	0	0	0	0	0
december	0	0	0	0	0	0
summa	1 083	449	136,2	2,2	36,8	68,4
totalt	1532 st		138,4 kg		105,2 kg	
döda	100%=1,53 kg		25%=53,01 kg			

Ålyngelutsättning

Under 1995 dödades 1,5 kg glasål och 53 kg småål vilket ger ett kompensationsbehov av 55 kg. Under året utsattes 100 kg ålyngel vilket ger en överkompensation av 45 kg. Ålynglen utsattes av Fiskeriverkets personal på kuststräckan Vikhög—Malmö under juli 1995.

Kommentarer

I resultaten från undersökningarna har inte sådana observationer gjorts som föranleder utökade insatser inom kontrollprogrammet. Dock kommer de gonadskador som upptäckts vid Forsmark och Simpevarp att föranleda att vissa undersökningar och kontroller även görs i Barsebäcksområdet.

Litteratur

- Thoresson, G. 1992. Handbok för kustundersökningar. Recipientkontroll. Kustrapport 1992:4.
- Neuman, E. 1988. Effekter av Ringhalsverkets kylvattenutsläpp på det strandnära fisksamhället. SNV Rapport 3462.

Ringhals kraftverk

Inledning

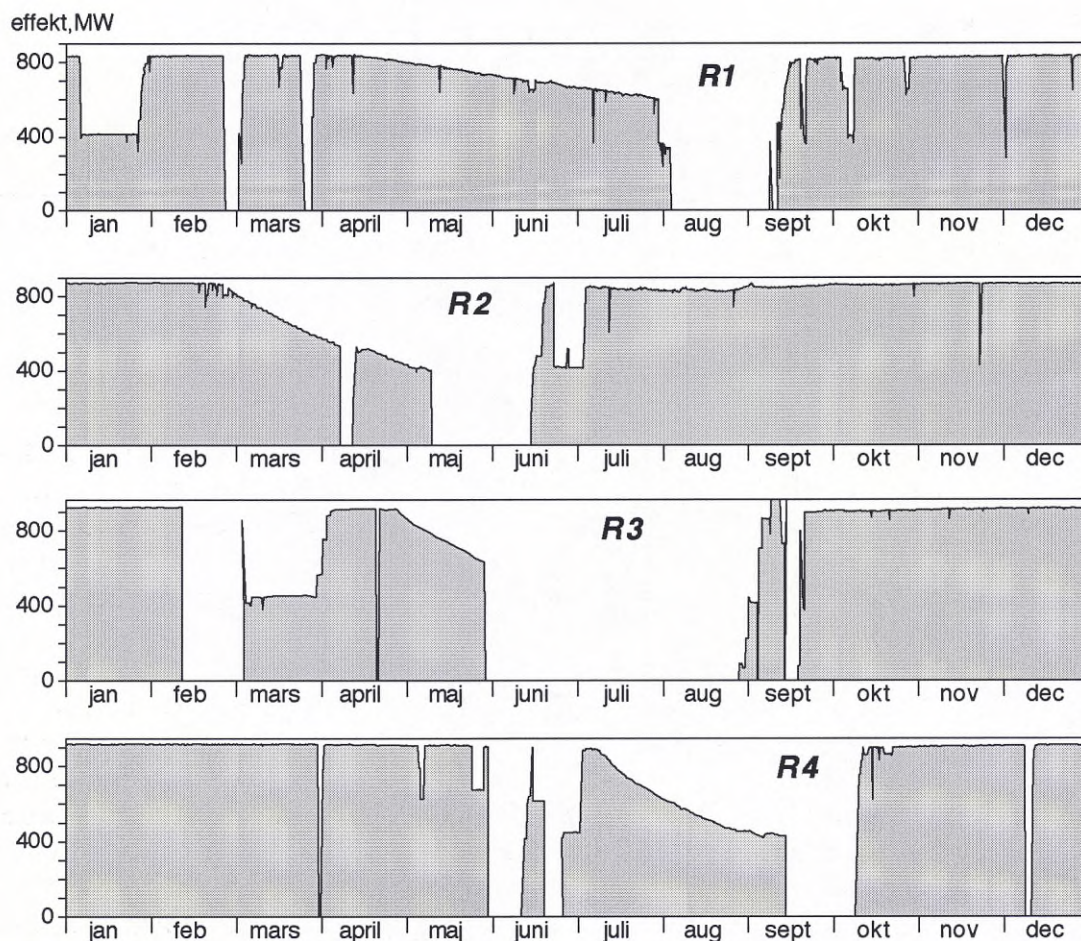
Årsrapporten ger en översiktlig redovisning av den biologiska kontrollverksamheten i vattenrecipienten utanför Ringhals kraftstation. Undersökningarna har bedrivits sedan 1968 med tämligen omfattande kontroller under första perioden fram t o m 1983, när programmets omfattning reducerades. En utförlig beskrivning av kontrollprogrammets metodik ges i Thoresson 1992. Programmets verkställighet under 1994 redovisas i appendix.

Kraftverkets inverkan på fisksamhällena studeras i jämförelse med ett referensområde i Vendelsöfjorden norr om kraftverket. I intagskanalen för kylvatten till aggregat 1 och 2 studeras förekomsten av fiskägg, fisklarver och fiskyngel.

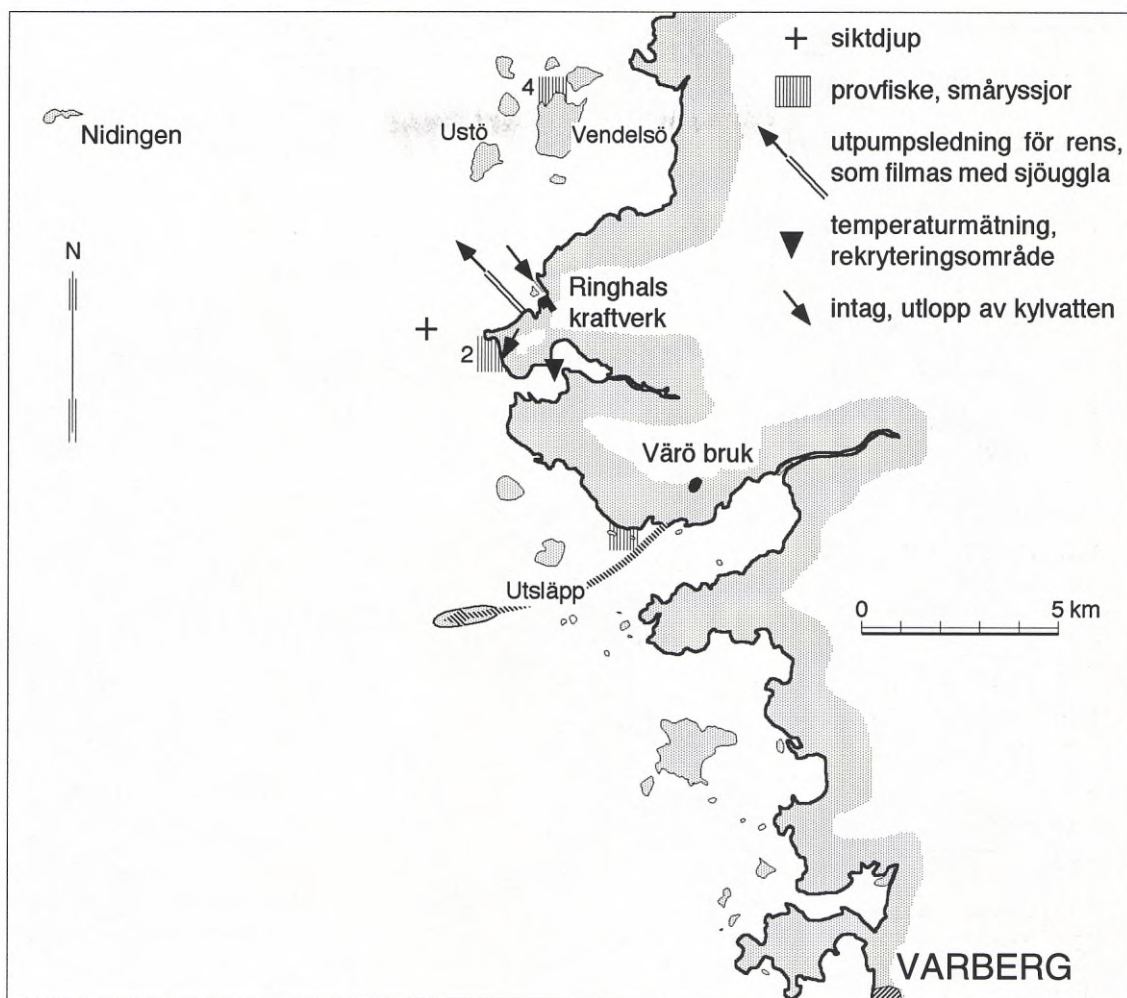
För recipientkontrollens genomförande ansvarar Fiskeriverkets kustlaboratorium i Öregrund.

Kraftverkets drift

Ringhals 1, 2 och 4 har i stort varit i fulldrift med undantag för planerade revisioner. Ringhals 4 hade stopp under juni–augusti för revision och ånggeneratorbyten.



Figur 36. Driften vid Ringhals 1, 2, 3 och 4 under 1995.



Figur 37. Översiktskarta med fiske och provtagningslokaler.

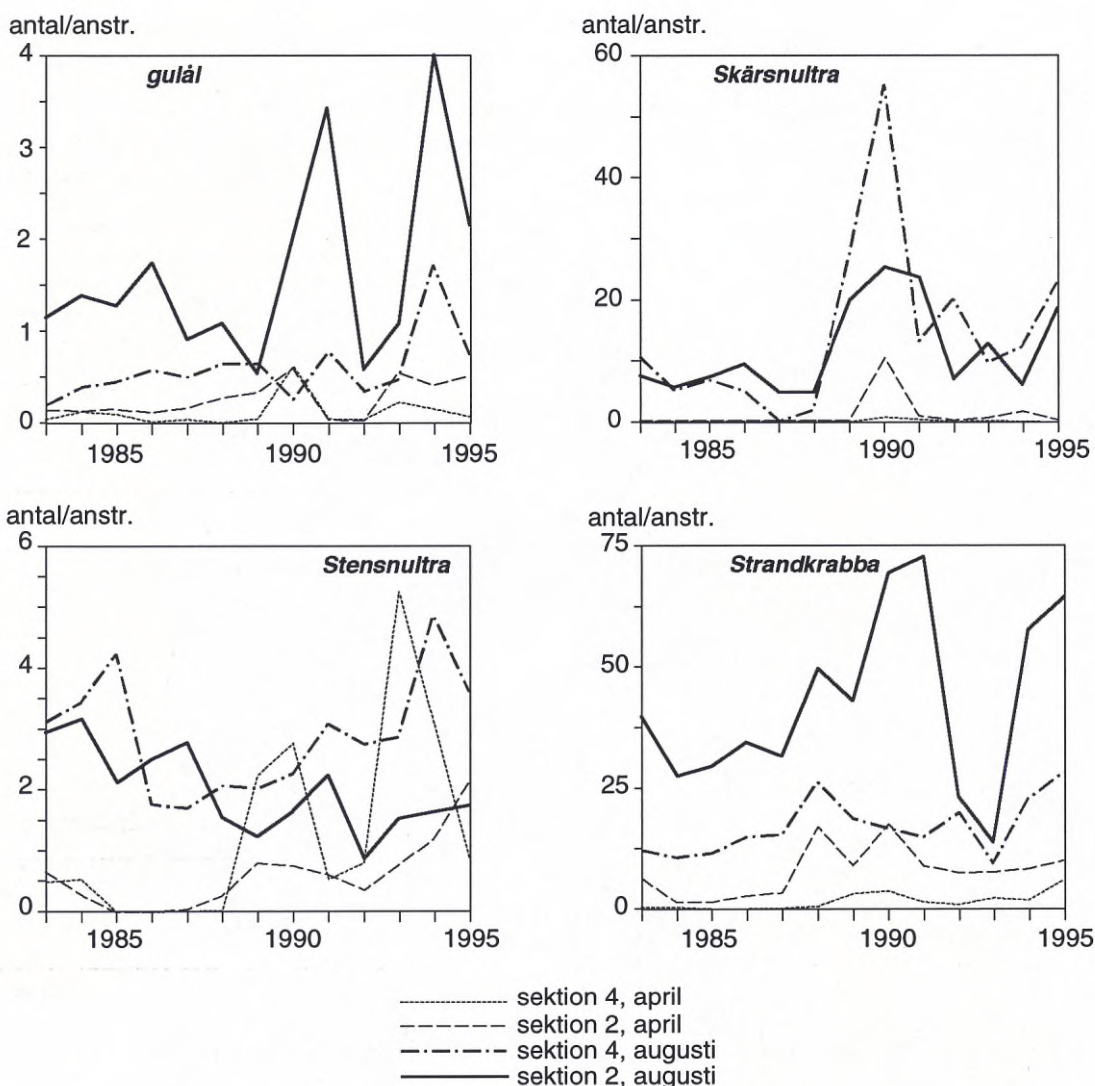
Provfisken med småryssjor

Provfisket har bedrivits inom två sektioner, sektion 2 i utsläppets när-område (recipientområde) och sektion 4 i Vendelsöfjorden som tjänstgör som referens. Fångstutvecklingen redovisas för åren 1983–95 i form av antal per redskap och dygn (antal/anstr.) för de vanligast förekommande arterna. I aprilprovfisket fångas i huvudsak kallvattenarter och i augusti varmvattenarter (Neuman, 1988).

Beståndsutveckling hos varmvattenarter (Neuman 1988)

Gulålen (figur 38) visar en tydlig anlockning till varmvattenutsläppet under april och augusti; mest accentuerad under augusti. Under 1990, 1991 och 1994 var förekomsten ovanligt riklig i utsläppets närområde. Även 1995 var fångsterna relativt höga.

Även om skärsnultra (figur 38) och stensnultra (figur 38) är varmvatten-älskande arter har det inte skett någon anlockning till närområdet. Under de varma vårarna 1990 och 1993 ökade fångsterna av stensnultra kraftigt under april i referensområdet.



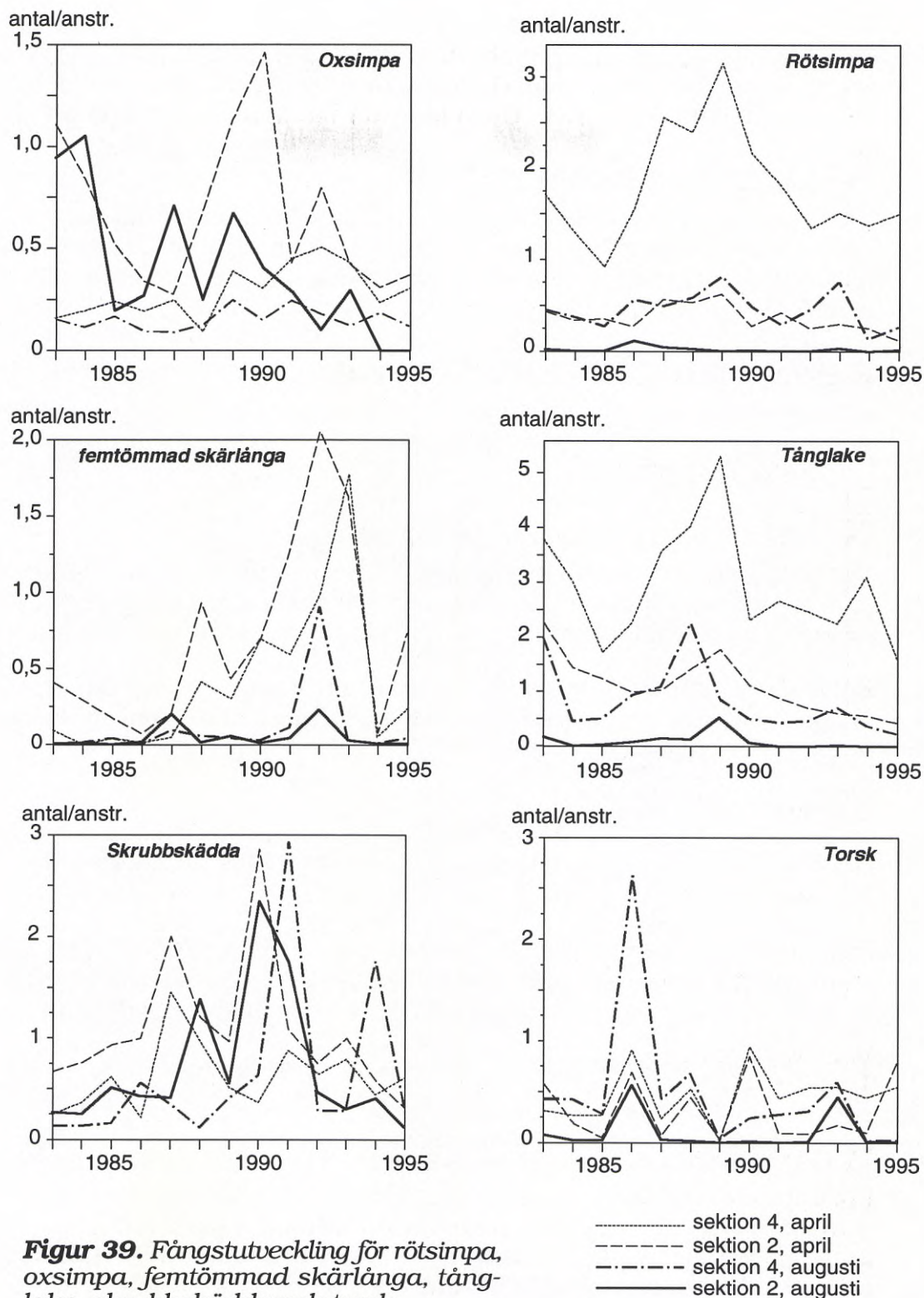
Figur 38. Fångstutveckling för gulål, skårsnultra, stensnultra och strandkrabba.

Varmvattnet har en kraftig anlockningseffekt på strandkrabba (figur 38). Totalt sett har beståndet ökat under perioden 1983—1991. Minskningen under 1992 och 1993 var tydligen av tillfällig natur eftersom en kraftig ökning skedde under 1994 och 1995.

Beståndsutveckling hos kallvattenarter

Av simporna är rötsimpa (figur 39) den vanligast förekommande. Den visar en klar skyendeeffekt för varmvattnet. Den var rikligast förekommande under åren 1987—1990. Den närbesläktade oxsimpan (figur 39) är svår att klassificera ur temperatursynpunkt vilket också visar sig i resultaten med relativt stabila fångster inom referensområdet medan kontrollområdet varierat kraftigt under både april och augusti. Fångsterna låg under 1994 och 1995 på en av de lägsta nivåerna sedan 1983.

En mindre minskning i beståndet av femtömmad skärlånga skedde under åren 1983—1986; därefter har fångsterna ökat kraftigt inom bägge områdena för att under 1994 återigen sjunka till 1986 års låga nivå, en mindre ökning skedde under 1995.



Figur 39. Fångstutveckling för rötsimpa, oxsimpa, femtömmad skärlånga, tånglake, skrubbskädda och torsk.

Liksom rötsimpan visar tånglaken en klar skyendeeffekt för varmvatten. Beståndstätheten varierar kraftigt med högsta värden åren 1983 och 1989.

Skrubbskädda (figur 39) är inte någon typisk kallvattenart vilket också återspeglas i resultaten vilka inte indikerar vare sig skyende- eller anlockningseffekter. Fångsterna har stigit fram till 1990–91 inom bägge områdena. En återgång till resultaten från mitten av 80-talet har därefter skett. Under augusti 1995 var fångsterna jämförelsevis låga.

Fångsterna av torsk (figur 39) består huvudsak av ett- och tvååriga ungar som sedan lämnar grundområdena. Resultaten återspeglar då främst variationer i årsklasstorlek. Goda fångster förekom främst under 1986.

Sjukdomskontroll

Förekomst av yttre synliga sjukdomssymtom noteras regelmässigt vid alla provfisken. Någon ökning av frekvensen sådana symtom har inte registrerats. Mer ingående rapportering av sjukdomsfrekvens kommer att ske i en större rapport som planeras 1997

Ägg- och yngeltrålning

I intagskanalen för Ringhals 1 och 2 har utförts trålning efter ägg och yngel under senvinter och vår. Bearbetningar pågår och beräknas bli presenterade i en större rapport 1997.

Kontroll av rensledning

Det biologiska material som avsilas kylvattnet innan kondensatorerna, pumpas tillsammans med vatten genom en rensledning som mynnar på tio meters djup i Vendelsöfjorden. Ål och äkta tunga klarar denna pumpning.

Enligt överenskommelse med länsstyrelsen kontrolleras ledningen och miljön omkring mynningen årligen under hösten med hjälp av videofilmning med sjöuggla.

Resultat 951107

Ledningen var intakt med riklig påväxt av alger utefter hela sträckningen. Det registrerades en riklig förekomst av främst snultror omkring ledning och fundament.

Vid pumpledningens mynning har ett plant område på ca 400 m² bildats av de stora mängder skal som pumpades ut våren 1990. Vid kontrollen förekom en hel del fisk i närområdet tydligen ditlockad av den näring som pumpas ut.

Videofilmerna är arkiverade på Kustlaboratoriets kontor vid Nya Varvet i Göteborg.

Kommentarer

I resultaten från undersökningarna har inte sådana observationer gjorts som föranleder utökade insatser inom kontrollprogrammet. Dock kommer de gonadskador som upptäckts vid Forsmark och Simpevarp att föranleda att vissa undersökningar och kontroller även görs i Ringhalsområdet. Första steget i dessa undersökningar utförs på tånglake under 1996 vid forskningsanläggningen vid Ringhals

Litteratur

Thoresson, G. 1992. Handbok för kustundersökningar recipientkontroll. Kustrapport 1992:4.

Neuman, E. 1988. Effekter av Ringhalsverkets kylvattenutsläpp på det strandnära fisksamhället. SNV Rapport 3462.

Appendix:

Genomförande av kontrollprogrammet.

Forsmarks kraftverk

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). Metodbeskrivning över hur programmet skall genomföras ges i Thoresson 1992.

Fiskförluster i silstationen

Allt rensmaterial från silstationen vid block 1 och 2 avskiljdes 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 8-16 november. Reservutskovet var öppet under fisket. 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 4-10 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 259 abborrar och fjäll från 137 mörtar genomfördes. Insamlade prover är 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 15 februari, 25 april, 20 juni, 22 augusti, 12 oktober och 8 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 31 juli-15 augusti. Referensfiske utfördes på åtta stationer i Finbofjärden under perioden 3 juli-15 augusti. Reservutskovet var öppet under fisket. 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 28 september–4 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 314 abborrar (honor) i Öregrundsgrepen och referensinsamlingar från 296 abborrar i Finbofjärden utfördes enligt programmet. Proverna är bearbetade.

Provfiske med kustöversiktsnät för kallvattenarter

Fisket genomfördes enligt programmet. Näten sattes på åtta 15–20 m djupa stationer i kylvattenplymens yttre del vid sex olika tillfällen under perioden 16 oktober–1 november. Referensfiske utfördes på åtta stationer öster om Gräsö under perioden 16–28 oktober. Reservutskovet var öppet under fisket. Inga övriga störningar noterades. Insamlade data är bearbetade.

Ålders- och tillväxtanalyser på sik

Ålders- och tillväxtprover tas slumpmässigt från fiskar större än 12,5 cm. Fjäll insamlades från 66 sikar i Öregrundsgrepen och från 103 sikar öster om Gräsö. Insamlade prover är bearbetade.

Förekomst av fisksjukdomar

All fisk vid samtliga provfisken okulärbesiktigades vid fångsten enligt programmet.

Abundans och biomassa hos makroskopisk bottenfauna

Prover insamlades enligt programmet med Ekmanhämtare på två stationer 29 maj och med van Veenhämtare på tre stationer 11 maj i Forsmarksområdet. Referensinsamlingar med van Veenhämtare från tio stationer i Finbofjärden utfördes 8–9 maj. Proverna är bearbetade.

Oskarshamns kraftverk

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 i silstationen för O II vid 100 tillfällen under april–september. Block 1 var ur drift hela året. 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 v34–v36. Inga störningar noterades och insamlade data är bearbetade.

Provfisket med ålryssjor

Fisket genomfördes enligt programmet på fyra stationer kontinuerligt under perioden v12—v24. Inga störningar har registrerats och insamlade data är bearbetade.

Ålders- och tillväxtanalyser

Åldersprover insamlades från 200 abborrar och 194 mörtar. Åldersanalys har utförts för abborre.

Yngelsprängningar

Sprängningar genomfördes enligt programmet vid tre tillfällen v43—v45 på tio stationer i Hamnefjärden. Insamlade data har bearbetats.

Temperaturmätningar

Manuella temperaturmätningar utfördes i inre Hamnefjärden dagligen hela året då stationen var bemannad. Insamlade data har bearbetats.

Provfiske med kustöversiktsnät

Fisket genomfördes enligt programmet. Näten sattes sex nätter under perioden april—maj och sex nätter under perioden oktober—november. Insamlade data är bearbetade.

Bentiska algsamhällen

Undersökningen utfördes enligt programmet med hjälp av personal från högskolan i Kalmar. Blåstångens täckningsgrad och djuputbredning har analyserats för en station i närområdet. Faunaprover och övriga algprover har bearbetats.

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 v33 på sektion 1 i Kvädöfjärden och en natt under v43 på sektion 2 i Kvädöfjärden. Fisken med nätlänkar (redskapskod 53) genomfördes under sex nätter vardera i sektion 1 och 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 348 abborrar i Simpevarp och från 306 abborrar och 261 mörtar i Kvädöfjärden. Åldersanalys har utförts för abborre.

Yngelsprängningar

123 abborrar och 201 mörtar insamlades i Getbergsfjärden vid Simpevarp. Abborrprovet kunde på grund av låga tätheter inte fyllas till föreskrivna 200 fiskar. Resultaten har bearbetats.

Journalföring av yrkesfiskets fångster

Journaler för 1994 har inhämtats från fem fiskare i Simpevarpsområdet och från två fiskare i Kvädöfjärden. Data från blankålsfisket har bearbetats t o m 1994. 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

Undersökningen utfördes enligt programmet av personal från högskolan i Kalmar och från Kustlaboratoriet. 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 under hela året, isfri tid, i strandzonen i Borholmsfjärden vid Simpevarp under dagar då fältstationen var bemannad. Motsvarande mätningar gjordes årets samtliga dagar på station T9 i Kvädöfjärden och en gång per vecka under perioden april–november på station T8 i Kvädöfjärden. Mätningar med automatiskt registrerande instrument utfördes under perioden 16 mars–9 november i strandzonen i Borholmsfjärden i Simpevarp och 4 april–14 november på station T10 i Kvädöfjärden samt på två djup i Eköfjärden i skärgården söder om Simpevarp under perioden 25 april–20 december. Manuella temperatur- och siktdjupsmätningar utfördes på stationerna T1–T3 i Kvädöfjärden en gång per vecka under perioden 3 april–27 oktober. Dygnsmedelvärden för temperaturen i inkommande och utgående kylvatten vid block 2 och 3 beräknades av OKG.

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.

Data från manuella mätningar i Hamnefjärden och Borholmsfjärden samt från registreringen av kylvattentemperaturer har bearbetats. Övriga data lagras i avvaktan på bearbetning.

Barsebäcks kraftverk

Genomförandet av kontrollprogrammet

Det program som föreskriver vilka moment som skall ingå i kontrollen fastställdes av vattendomstolen i slutligt beslut 1994—02—28 (dom nr DVA 6/1994 mål nr AD 2/1969).

Provfiske med småryssjor

Provfiske bedrevs under 1995 på fem stationer med tre ryssjor och tolv fisketillfällen under april och augusti. Insamlat material är bearbetat.

Sjukdomskontroll

All fisk vid provfiskena har okulärbesiktigats och sjukdomssymptom har registrerats.

Journalföring av yrkesfisket

Yrkesfiskare har anlitats att föra daglig journal över sina fångster. Materialet kommer att bearbetas i samband med större rapportering.

Tungmetaller i fisk

Insamling har inte skett detta år (genomförs vart femte år).

Kontroll av ålförekomst i silstationerna

Kontrollen har utförts och beräkning av mängd ålyngel för kompensationsutsättning har gjorts.

Fältinsamling för radioekologiska analyser

All provtagning har skett enligt av SSI fastställt kontrollprogram.

Ringhals kraftverk

Genomförandet av kontrollprogrammet

Det program som föreskriver vilka moment som skall ingå i kontrollen fastställdes av vattendomstolen i slutligt beslut 1993—03—09 (Dom nr SVA 1 mål nr A 18/67:5).

Metodbeskrivningar över hur programmet skall genomföras ges i Thoresson 1992.

Journalföring av yrkesfisket

Två flyttrållag och fyra lokala kustfiskare journalför de sina fångster dagligen. Materialet är dataregistrerat och kommer att bearbetas till en större rapport om något år.

Provfiske med småryssjor

Provfiske bedrevs under 1995 inom två sektioner med tolv ryssjor och tolv fisketillfällen inom varje sektion under april och augusti. Insamlat material är bearbetat.

Sjukdomskontroll

All fisk vid provfiskena har okulärbesiktigats och sjukdomssymptom har registrerats.

Ägg- och yngeltråkning

Förekomst av ägg och yngel i intagskanal för Ringhals 1 och 2 har kontrollerats och bearbetning pågår.

Kontroll av fiskförekomst i silstationerna

Några större mängder fisk i rensmassorna har inte observerats under 1995.

Kontroll av rensledning

1995—11—07 utfördes inspektion och videofilmning med sjöuggla.

Fältinsamling för radioekologiska analyser

All provtagning har skett enligt av SSI fastställt kontrollprogram.

Ekolodning

Någon ansamling av sill till kylvattenintaget har inte förekommit varför ekolodning efter sill inte har varit aktuell.

Kustlaboratoriet

Gamla Slipvägen 19

740 71 Öregrund

Tel.: 0173/ 313 05

Fax: 0173/ 309 49

Laboratoriechef: Erik Neuman

Miljöproblem: Olof Sandström

Rekrytering: Peter Karås

Fisktillgångar och fiske: Gunnar Thoresson

Laboratorieansvarig: Rose-Marie Svensson

Region Sydväst

Nya Varvet, Byggnad 31

426 71 Västra Frölunda

Tel.: 031/ 69 78 21

Fax: 031/ 69 11 09

Chef: Alvar Jacobsson

Fältstation Ringhals: Kurt Torildsson

Tel.: 0340/ 66 09 87

Forskningsanläggningen, Ringhals

Lise-Lotte Johansson Tel. 0340/ 66 85 52

Fältstation Barsebäck: Göran Lundh

Tel.: 046 / 77 54 88

Region Sydost

Ävrö 16

572 95 Figeholm

Tel.: 0491/ 342 47

Fax: 0491/ 343 10

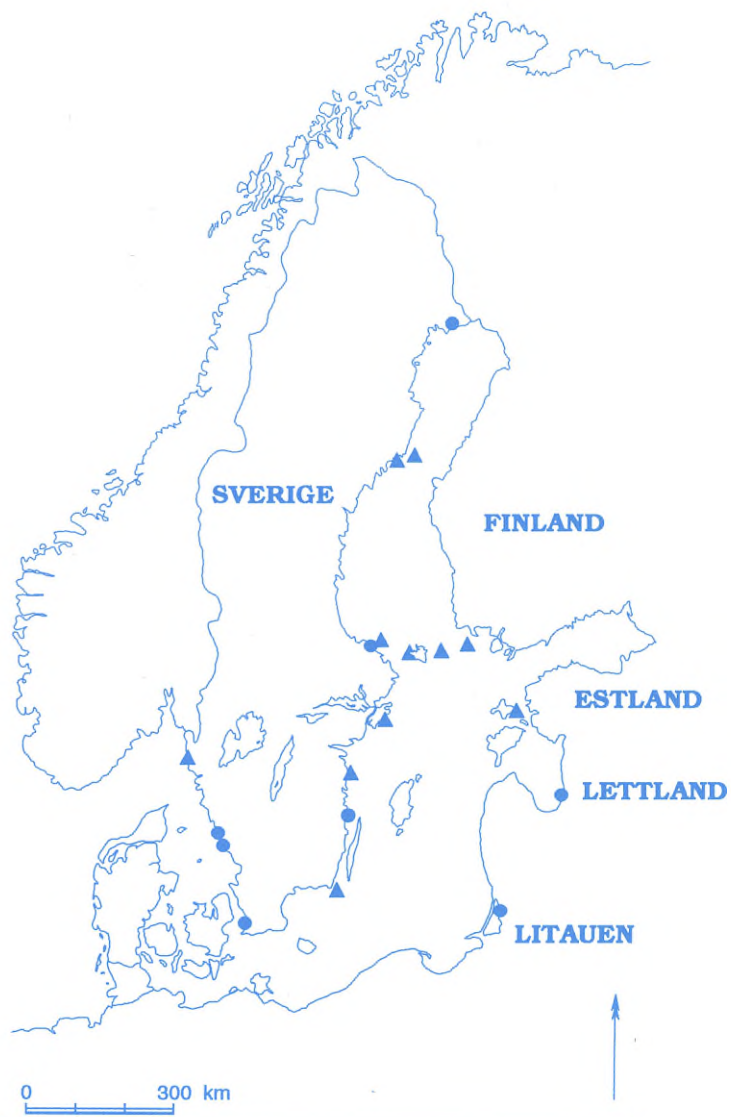
Chef: Jan Andersson

Litteratur från Kustlaboratoriet år 1995

- Andersson, J. 1995. Biologisk recipientkontroll vid Oskarshamnsverket. Årsrapport för 1994. Opubl. rapport. 16 s.
- Andersson, J., D. Carlsson och H. Engström. 1995. Kustfisksamhällen i Mönsterås och Torsås kommuner sommaren 1994. Opubl. rapport. 17 s.
- Jacobsson, A. 1995. Biologisk recipientkontroll vid Barsebäcks kärnkraftverk. Årsrapport för 1994. Opubl. rapport. 8 s.
- Jacobsson, A. 1995. Biologisk recipientkontroll vid Ringhals kärnkraftverk. Årsrapport för 1994. Opubl. rapport. 7 s.
- Jacobsson, A. 1995. Biologisk recipientkontroll vid Värö bruk. Årsrapport för 1994. Opubl. rapport. 11 s.
- Mo, K. 1995. Biologisk recipientkontroll vid Forsmarks kärnkraftverk. Årsrapport för 1994. Opubl. rapport. 16 s.
- Sandström, O., R. Hudd, A. Leskelä, and H. Lethonen. 1995. The development of a joint Finnish and Swedish monitoring and prediction programme for the Gulf of Bothnia whitefish stocks. Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol. **46**, p. 211–217.
- Svedäng, H., E. Neuman, and H. Wickström. 1995. Maturation patterns in female European eel (*Anguilla anguilla* (L.)); age and size at the silver eel stage. Journal of Fish Biology, (in press).

Litteratur från Kustlaboratoriet år 1996

- Andersson, J. 1996. Biologisk recipientkontroll vid Oskarshamnsverket. Årsrapport för 1995. Opubl. rapport. 16 s.
- Andersson, J. 1996. Kustprovfisken vid sydöstra Skåne 1994 och 1995. Opubl. rapport. 5 s.
- Jacobsson, A. 1996. Biologisk recipientkontroll vid Barsebäcks kärnkraftverk. Årsrapport för 1995. Opubl. rapport. 8 s.
- Jacobsson, A. 1996. Biologisk recipientkontroll vid Ringhals kärnkraftverk. Årsrapport för 1995. Opubl. rapport. 7 s.
- Jacobsson, A. 1996. Biologisk recipientkontroll vid Värö bruk. Årsrapport för 1995. Opubl. rapport. 11 s.
- Mo, K. 1996. Biologisk recipientkontroll vid Forsmarks kärnkraftverk. Årsrapport för 1995. Opubl. rapport. 18 s.
- Sandström, O. och I. Abrahamsson. 1996. Ägg-, embryo- och larvstudie på naturligt deponerad abborrom i Gävle Yttre Fjärd. Fiskeriverket, Kustlaboratoriet. Opublicerad rapport. 10 s.
- Sandström, O., S. Thörnqvist och M. Vetemaa. 1996. Reproduktion hos tånglake i Gävlebukten. Recipientstudie vid Skutskärsverken, Stora Cellulosa Industri AB. Fiskeriverket, Kustlaboratoriet. 9 s.
- Sandström, O. 1996. Studie av fiskerekryteringen i Gävle Yttre Fjärd 1995. Fiskeriverket, Kustlaboratoriet. Opublicerad rapport. 9 s.
- Sandström O. 1996. In situ assessments of the impact of pulp mill effluent on life-history variables in fish. In: Environmental fate and effects of pulp and paper mill effluents. Ed.: Servos, M., Munkittrick K., Carey J. and g. Van der Kraak. St. Lucie Press, Florida



▲ Referensområden ● Recipientundersökningar