



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.





Biologiska kontrollundersökningar vid Oskarshamnsverket

Sammanfattning av resultaten tom 1995

*Jan Andersson
Kerstin Mo
Olof Sandström
Henrik Svedäng*

Biologiska kontrollundersökningar vid Oskarshamnsverket

Sammanfattning av resultaten t o m 1995

Jan Andersson

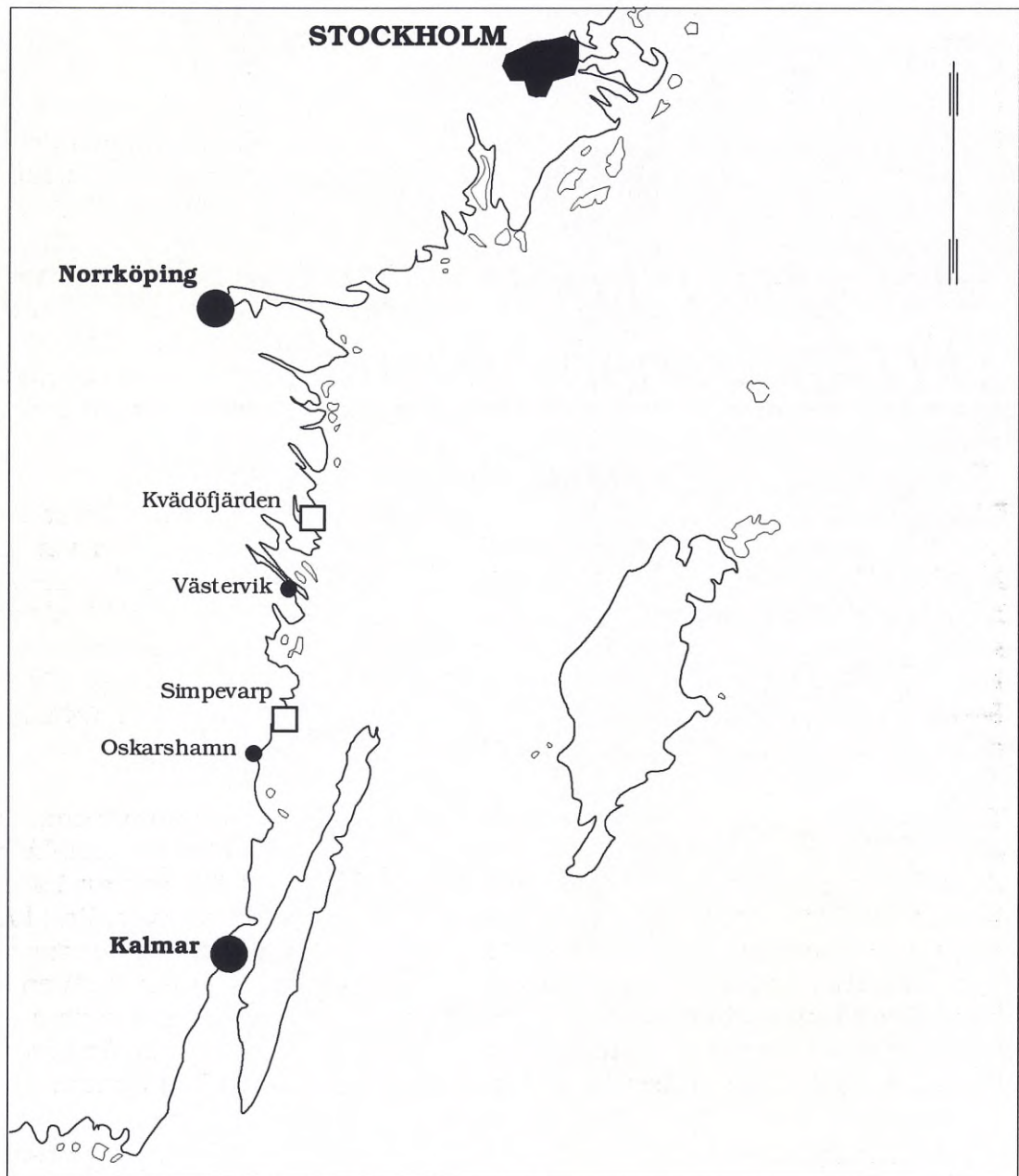
*Fiskeriverket
Kustlaboratoriet
Ävrö 16
572 95 Figeholm*

*Kerstin Mo
Olof Sandström
Henrik Svedäng*

*Fiskeriverket
Kustlaboratoriet
Gamla Slipvägen 19
740 71 Öregrund*

Innehåll

<i>Sammanfattning</i>	<i>3</i>
<i>Inledning</i>	<i>5</i>
<i>Fisksamhällellens långsiktiga utveckling</i>	<i>6</i>
<i>Skador på könsorgan</i>	<i>18</i>
<i>Fisksjukdomar</i>	<i>21</i>
<i>Ålfiskets utveckling</i>	<i>24</i>
<i>Bottenfauna</i>	<i>30</i>
<i>Litteratur</i>	<i>36</i>



SAMMANFATTNING

Basundersökningar och kontroll av Oskarshamnsverkets påverkan på miljön har pågått sedan 1962. Undersökningarna var till en början brett upplagda, men kom efterhand att inrikta sig främst på påverkan på fiskbestånd och bottenfauna. Förekomsten av abborre har följt en ökande trend, såväl i kraftverkets närhet som i referensområdet i Kvädöfjärden. Mört har ökat signifikant i referensområdet. Den förhöjda vattentemperaturen i kraftverkets närhet har medfört en anlockning av varmvattengynnade arter som abborre, mört och björkna och har visats ha en starkt positiv effekt på tillväxten hos dessa. Under senare år framträder tydliga indikationer på en snabbare tillväxt hos abborre även i mera måttligt påverkade områden i den omgivande skärgården. Likaså indikerar resultaten att anlockningen av karpfiskar till utsläppsområdet leder till minskad förekomst i den omgivande skärgården. Någon sådan effekt har inte observerats för abborren. Fångsterna av gulål i Hamnefjärden har ökat kraftigt under senare år, främst på ett lyckat resultat av utsättningar under 1980-talet.

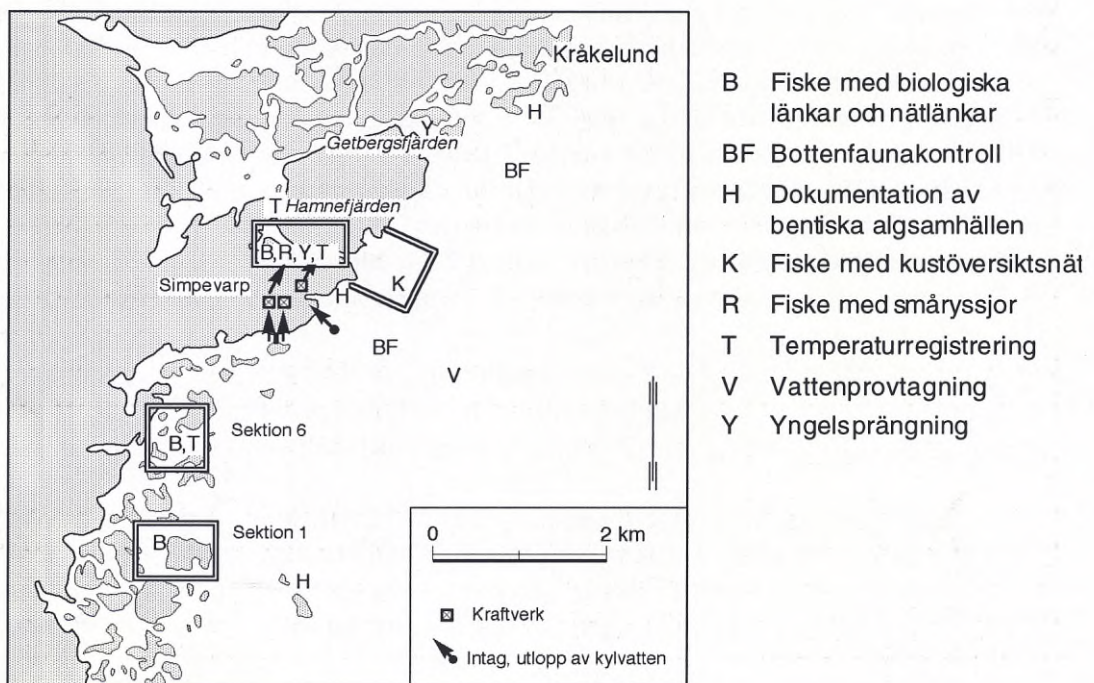
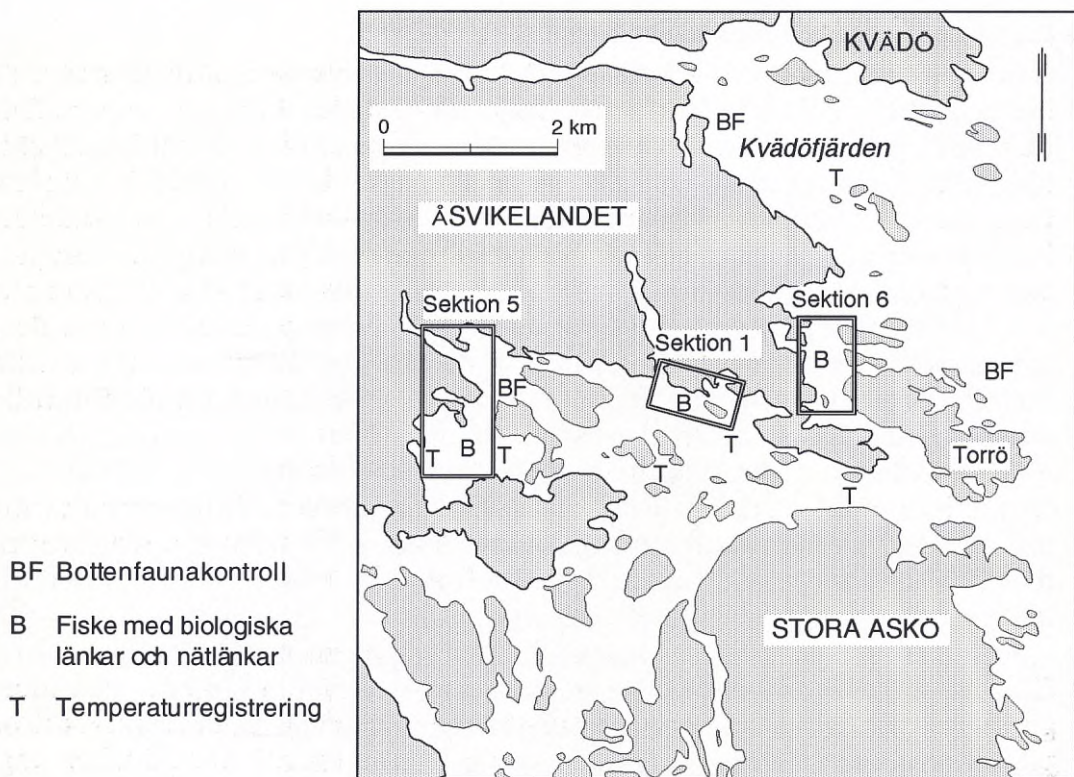
Fångstutvecklingen för strömming avviker från utvecklingen i Östersjön som helhet och tyder på en fortsatt omfattande anlockning under vinterhalvåret. Tillkomsten av den tredje reaktorn, i kombination med generell höga vattentemperaturer, har medfört att strömmingen uppehållit sig på större djup än tidigare. Storskaliga beståndsfluktuationer samt starkare koncentration till utsläppsområdet har medfört markanta öknings för ett flertal arter efter 1980-talets mitt. Förekomsten av torsk har dock minskat drastiskt till följd av en tillbakagång för hela östersjöbeståndet.

Temperaturhöjningen i recipienten har inte medfört någon anmärkningsvärd höjning av sjukdomsfrekvensen hos fisk. En parasit i ålens simblåsa, *Anguillicola crassus*, etablerades snabbt i närområdet i slutet av 1980-talet, men även om de höga temperaturerna gynnat dess utveckling har den på senare år också blivit vanlig i andra kustområden. Störningar på könsorganen har under senare år varit vanliga hos flera fiskarter. Problemet har främst studerats hos abborre och mört och symptomen ses som en effekt av att onormalt höga temperaturer under större delen av året leder till störningar på de processer som styr äggutvecklingen hos honan.

Fångsterna i det yrkesmässiga ålfisket i kraftverkets närhet har uppvisat små förändringar sedan 1970-talet. Skillnader mellan enskilda år var dock stora. Några effekter av driften på fångstens storlek har inte kunnat påvisas.

Bottenfaunasamhällena i Simpevarp och Kvädöfjärden har utvecklats likartat under en lång följd av år. Under 1990-talet inträffade dock en utarmning av samhället på den djupare lokalen vid Simpevarp, sannolikt till följd av att ökad näringstillförsel via kylvattenströmmen medfört syrebrist i sedimentet.

Algsamhällena på hårda botten har studerats genom dykningar sedan 1989. Områdets tångtälten tillhör de rikaste i Kalmar län och har också stor utbredning i djupled. Under senare år har dock en försämring inträffat till följd av betning av ett kräftdjur, tånggråsuggan. En motsvarande uttunning av tångbältet har konstaterats på många andra platser i länet.



Figur 1. Undersökningsområdena i Simpevarp och Kvädöfjärden.

INLEDNING

Oskarshamnsverket är Sveriges äldsta i drift varande anläggning för kärnkraftsbaserad elproduktion. En första reaktor togs i full kommersiell drift 1972 och ytterligare två tillkom 1974 och 1985. Kraftverket ligger vid en öppen sträcka av den småländska urbergskusten, cirka 20 km norr om Oskarshamn. Annan miljöpåverkande verksamhet saknas i området. Anläggningen använder stora mängder havsvatten för kylning. Den totala volymen uppgår till ca 100 m³/s, som uppvärms 10–12°C, innan den återförs till havet via en skyddad havsvik, Hamnefjärden. De organismer som lever i denna vik upplever ett temperaturklimat som mera liknar förhållandena i Medelhavsområdet än de som är normala för Skandinavien.

Under hösten 1992 stoppades driften av den äldsta reaktorn av säkerhetsskäl och kunde återupptas först vintern 1996 efter omfattande renoveringsarbeten. Driftstoppet motsvarade ett bortfall av en fjärdedel av den totala kylvattenvolymen.

Effekter av tillförseln av uppvärmt kylvatten på livet i havet har studerats genom omfattande kontrollundersökningar. Dessa inleddes med ett basprogram redan i början av 1960-talet. Vissa moment har därefter pågått oavbrutet, både i närområdet och inom ett referensområde, Kvädöfjärden, beläget i den södra delen av Gryts skärgård. Undersökningarna hade till en början en stor ekologisk bredd. Resultaten från de första åren med drift av två reaktorer sammanfattades med en omfattande rapportering 1979 (Grimås och Neuman 1979; Neuman 1979). Studierna under 1980-talet omfattade bl a uppföljning av effekter av tillkomsten av den tredje reaktorn (Neuman och Andersson 1990).

Ett långsiktigt kontrollprogram för övervakning av biologiska effekter i kylvattenrecipienten fastställdes av länsstyrelsen i Kalmar i december 1990. Programmets tyngdpunkt ligger på studier av fiskbestånden, men det omfattar även övervakning av mjukbottenfauna och algsamhällen på hårda bottenar samt viss vattenkemisk provtagning. Bottenfaunamomentet har pågått oförändrat i Simpevarp och Kvädöfjärden sedan starten i början av 1960-talet och utgör en obruten serie av unik längd. Hårdbottenmomentet och vattenkemin ingår sedan 1993 i den samordnade kustrecipientkontrollen för Kalmar län och behandlas här endast översiktligt.

Sedan 1992 sker en årligen återkommande rapportering av verksamheten inom kontrollprogrammet med uppföljning och kommentarer av de resultat som erhållits. Programmet föreskriver dessutom en fördjupande utvärdering och rapportering vart femte år. Föreliggande rapport behandlar resultaten av undersökningarna under perioden 1990–1995, men ger även en överblick av fiskbeståndens och bottenfaunans utveckling under den över trettio år långa undersökningsperioden.

FISKSAMHÄLLENAS LÅNGSIKTIGA UTVECKLING

Studier av fisksamhällets dynamik har genom åren haft en central ställning vid kontrollen av de svenska kärnkraftverkens miljöpåverkan. Ett av huvudskälen till detta förhållande är naturligtvis fiskars betydelse som föda för människan och risken att kraftverken kan tänkas inverka negativt på fiskares möjligheter att fånga och saluföra sin fisk. Att fisk ofta utnyttjas i miljöövervakningen beror på att den representerar höga trofiska nivåer i ekosystemet och därigenom kan förväntas integrera påverkan på lägre nivåer och att de på grund av sin storlek är lätta att fånga och hantera. Möjligheter att utföra studier på individnivå talar också för fisk som studieobjekt.

Bland annat genom de mångåriga fiskstudierna i kylvattenrecipienter, har man kunnat fastställa vilka temperaturintervall som erbjuder optimala fysiologiska förhållanden för olika arter. På detta sätt har fiskarna kunnat indelas i varmvattenarter och kallvattenarter (Neuman 1983). Den förra kategorin finner optimala temperaturer nära eller över 20°C, medan den senare undviker temperaturer över 10–15°C. Av detta följer att det uppvärmda vattnet i kylvattenutsläppen kan förväntas attrahera varmvattenarter under alla årstider och kallvattenarter under årets kalla delar. Hamnefjärden hyser ett utpräglat varmvattensamhälle med abborre och mört som dominerar under alla årstider och med ett produktivt bestånd av ål (Neuman och Andersson 1990). När det omgivande vattnets temperatur är låg anlockas även kallvattenarter till kylvattenutsläppet. En påtaglig koncentration av strömming från december t o m leken på våren utgör det mest påtagliga exemplet och strömmingen har tidvis även invaderat Hamnefjärden och lockats att leka vid temperaturer som egentligen är för höga och på substrat som är olämpliga (Andersson och Karås 1990). Leken har på så vis varit tillspillogiven för strömmingen, men äggen har i hög grad utnyttjats av fjärdens varmvattenarter. Den stora koncentrationen av strömming har även medfört en sekundär anlockning av kallvattenarter som normalt utnyttjar strömmingen och dess ägg som föda, i första hand sik och torsk.

Kontrollprogrammets målsättning är att följa fisksamhällets långsiktiga utveckling i närområdet och den omgivande skärgården och att ställa denna i relation till utvecklingen i referensområdet, Kvädöfjärden. Abborre utnyttjas för studier av årsklasstyrka, tillväxt och överlevnad. Dessa faktorer jämföres för områden med olika påverkansgrad.

Metodik och undersökningsområden

Provfisken och provtagning har genomgående följt standardiserad metodik. Rutinerna har utvecklats under den över trettio år långa undersökningsperioden och olika moment har tillkommit eller fallit bort. Metoder och förändringar finns utförligt dokumenterade i Kustlaboratoriets handböcker (Thoreson 1992 a och b).

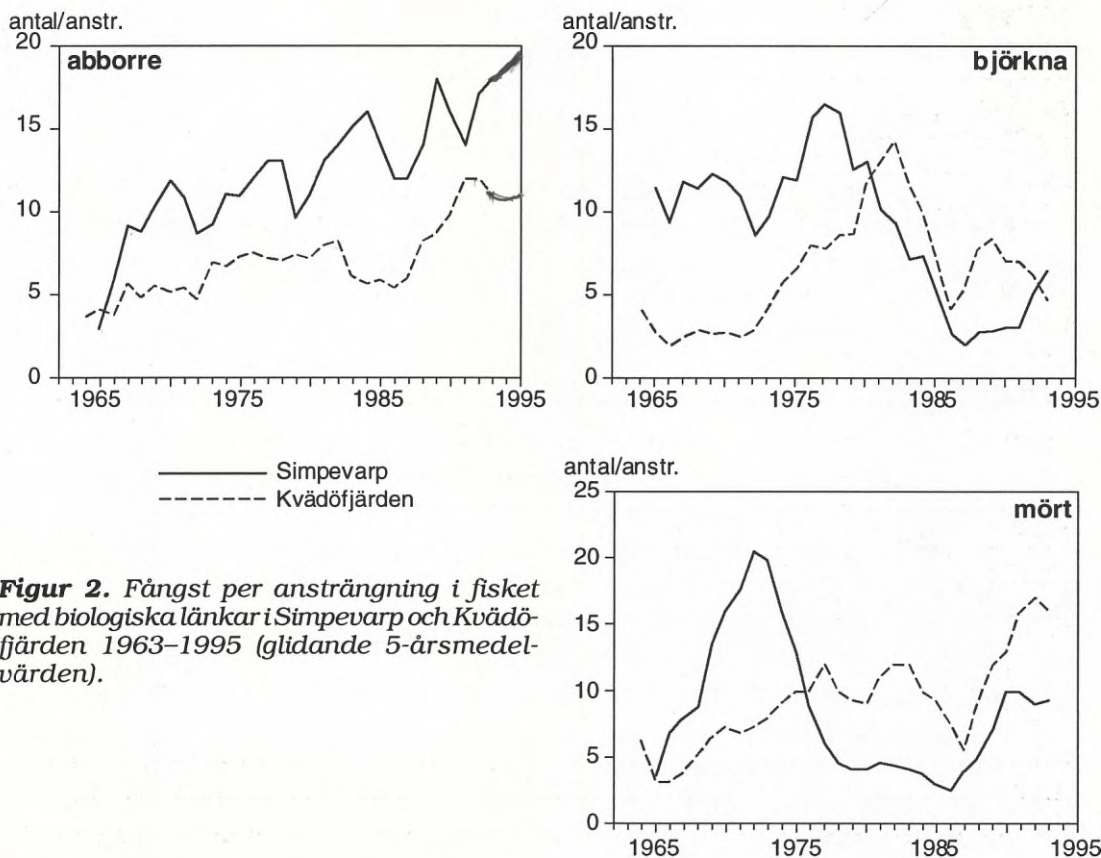
Närrecipienten omfattar Hamnefjärden och området i anslutning till fjärdens mynning i havet (figur 1). Inne i fjärden studeras beståndsutvecklingen för där förekommande arter genom provfisken med biologiska länkar och

ålrýssjor. Täthet av årsyngel studeras varje höst. I anslutning till Hamnefjärdens mynning följs förekomsten av i första hand kallvattenarter genom fisken med kustöversiktsnät vår och höst. Skärgården söder om kraftverket kan karaktäriseras som fjärrecipient. I detta område genomförs studier av varmvattenarter. Parallella undersökningar görs inom referensområdet Kvädöfjärden i Gryts skärgård. Abborre insamlas årligen i alla områden för beräkning av tillväxt, årsklasstyrka och dödlighet.

Varmvattenarter

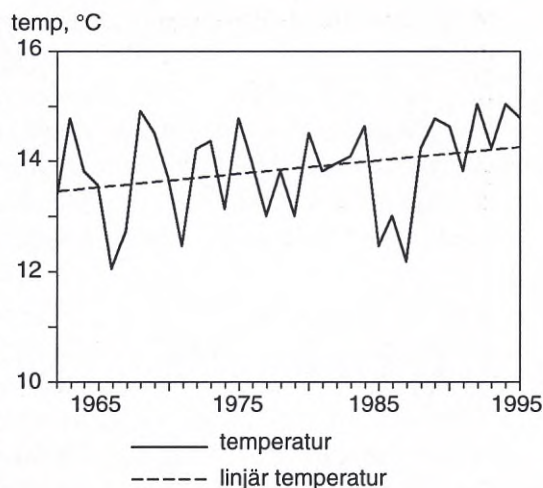
Fjärrecipient och referens

Abborre, mört och björkna har genomgående dominerat antalsmässigt i provfisket och antalet fångade arter har varierat mellan 6 och 11 årligen utan tidstrender. Tjugofem arter har fångats totalt över alla åren. Fångsttenden för abborre är signifikant positiv i båda områdena medan utvecklingen för de båda andra dominanterna skiljer sig avsevärt mellan områdena (figur 2). I fjärrecipienten vid Simpevarp inträffade en betydande nivå-sänkning för björkna under en tidsperiod fr o m slutet av 70-talet. Fångsterna vände åter uppåt under de varma somrarna 1994 och 1995. Utvecklingen i Kvädöfjärden skiljer sig från Simpevarp främst genom att man i det förra området visserligen har stora svängningar mellan olika perioder, men den negativa tendens som föreligger i Simpevarp saknas. Mörten har ökat tydligt i Kvädöfjärden, sett över hela perioden, och utvecklingen visar få likheter med den i Simpevarp. Där minskade fångsterna kraftigt från en hög nivå i början av 1970-talet till låga nivåer under resten av decenniet och under den första halvan av 1980-talet, varefter utvecklingen vänder uppåt och uppvisar ganska stora likheter med utvecklingen i Kvädöfjärden.



Figur 2. Fångst per ansträngning i fisket med biologiska länkar i Simpevarp och Kvädöfjärden 1963-1995 (glidande 5-årsmedelvärden).

Signifikant positiva trender föreligger såväl för vattentemperaturen i Kvädöfjärden som för fångsterna av abborre i båda områdena samt för mört i Kvädöfjärden. Uppgången för abborre under hela perioden från 1960-talet kan således sannolikt till stor del förklaras av att vattentemperaturen har stigit (figur 3). Abborrens beståndsutveckling gynnas generellt av höga vattentemperaturer och temperaturen har dessutom en betydande inverkan på rörelseaktiviteten och därmed på fångstbarheten. Nämnade förhållanden har en avgörande inverkan på mellanårsvariationer i fångsterna av abborre. De låga fångsterna i mitten av 1980-talet är exempelvis en effekt av att denna period var bland de kallaste under de senaste trettio åren.

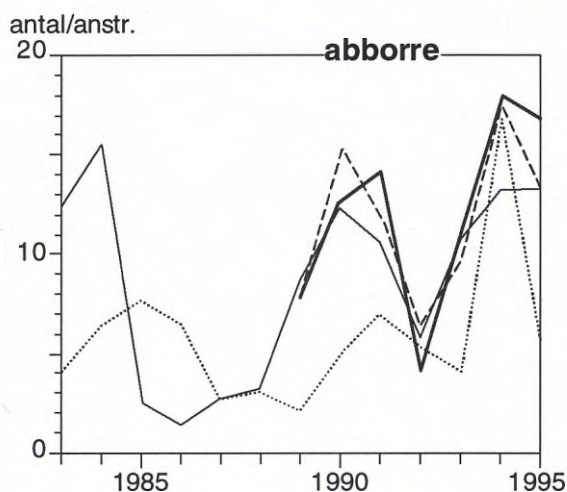


Figur 3. Medeltemperatur för maj-oktober i Kvädöfjärden, ytan.

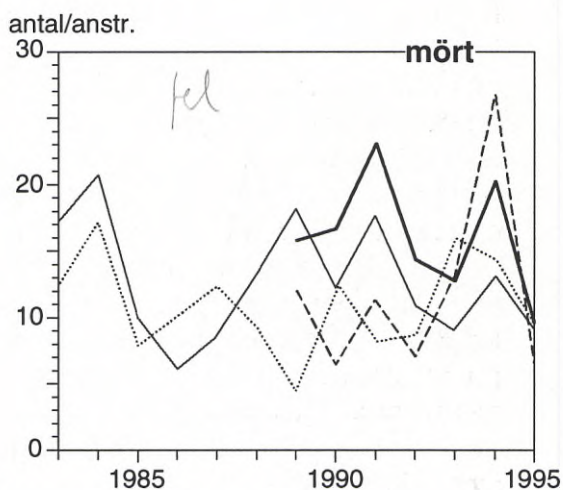
Den mest uppenbara skillnad som konstaterats mellan områdena vid denna analys är en tillbakagång för mört och björkna i skärgården söder om Simpevarp, samtidigt som främst mörten gått starkt framåt i Kvädöfjärden. Uppgången för mörten sammanfaller med en långsiktig temperaturstegring, men det har tidigare varit svårt att påvisa några direkta samband mellan mörtfångster och temperatur. Övergödning anses generellt gynna karpfiskarnas utveckling och en ökande närsaltsnivå i Östersjöns kustvatten kan sannolikt bidra till att förklara uppgången i referensområdet för mörten. Siktdjupet, vilket anses reagera tydligare på övergödning än de flesta andra mått, har också minskat kraftigt i Kvädöfjärden. Någon liknande trend finns dock ej i Simpevarp beroende på att inflytandet från det öppna havet, med ofta återkommande uppvällningar av klart bottenvatten, är mycket starkare. En möjlig förklaring till skillnaden för mört och björkna kan också vara att anlockning till kylvattenutsläppet från Oskarshamnsverket leder till en avtappning från den omgivande skärgården. Fångsterna i närrecipienten ökade tydligt under 1980-talet, samtidigt som reproduktionen i Hamnefjärden var svag av årsyngelkontrollen att döma.

Delar av provfiskeprogrammet reviderades 1983, främst för att skapa ett system som medger effektivare statistisk analys. Undersökningarna av varmvattenarter koncentreras till en period under högsommaren, då vattentemperaturen normalt har sin kulmen. Detta fiske är starkt inriktat mot dominerande arter och storlekar. Större fiskar fångas inte lika effektivt, eftersom näten saknar passande maskstorlekar. Resultaten av detta provfiske överensstämmer väl med observationerna under motsvarande period i det ovan redovisade provfisket med biologiska länkar. Abborren har utvecklats likartat inom de fyra undersökta delområdena (figur 1, figur 4). Fångsterna av mört samvarierar likaså relativt väl (figur 5). Björkna (figur 6) har uppvisat större mellanårsvariationer i Simpevarp och tätheten har ökat där under den senaste tioårsperioden i ungefär samma utsträckning som för abborren. Någon trend kan dock inte påvisas ännu. Att fångsterna varierat på ett

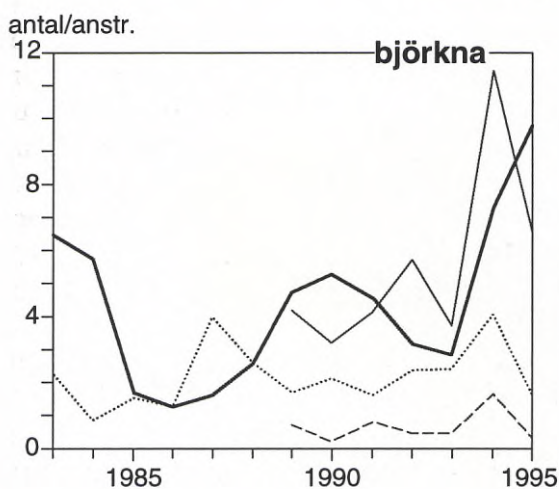
Figur 4. Fångst av abborre (antal/ansträngning) med nätlänkar under augusti åren 1983–1995 i skärgården söder om Simpevarp och i Kvädöfjärden.



Figur 5. Fångst av mört (antal/ansträngning) med nätlänkar under augusti åren 1983–1995 i skärgården söder om Simpevarp och i Kvädöfjärden.



- Simpevarp, sektion 1
- - - Simpevarp, sektion 6
- Kvädöfjärden, sektion 5
- · - · - Kvädöfjärden, sektion 6

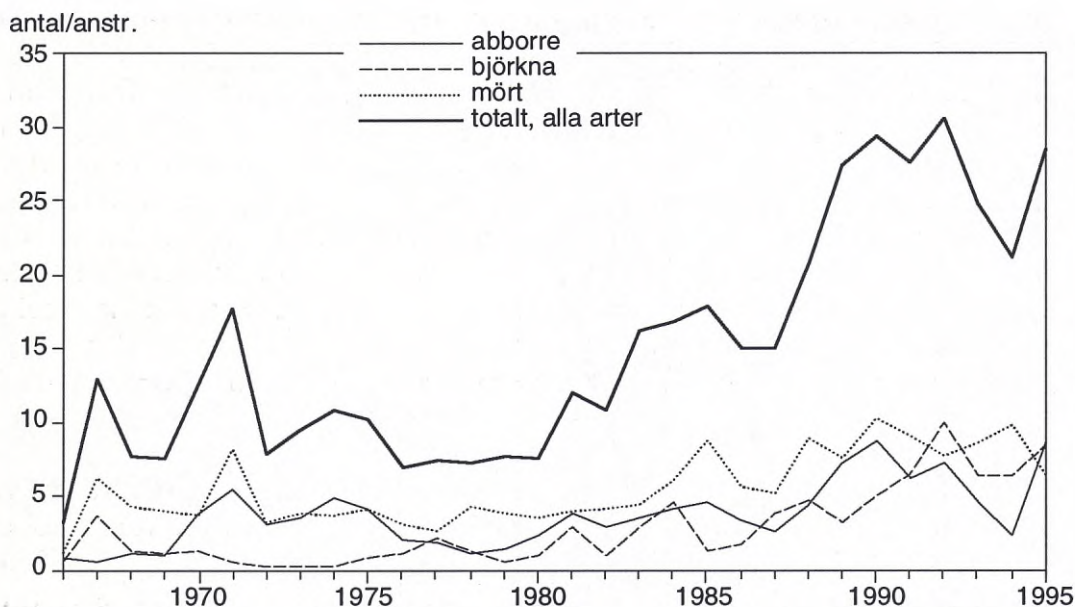


Figur 6. Fångst av björkna (antal/ansträngning) med nätlänkar under augusti åren 1983–1995 i skärgården söder om Simpevarp och i Kvädöfjärden.

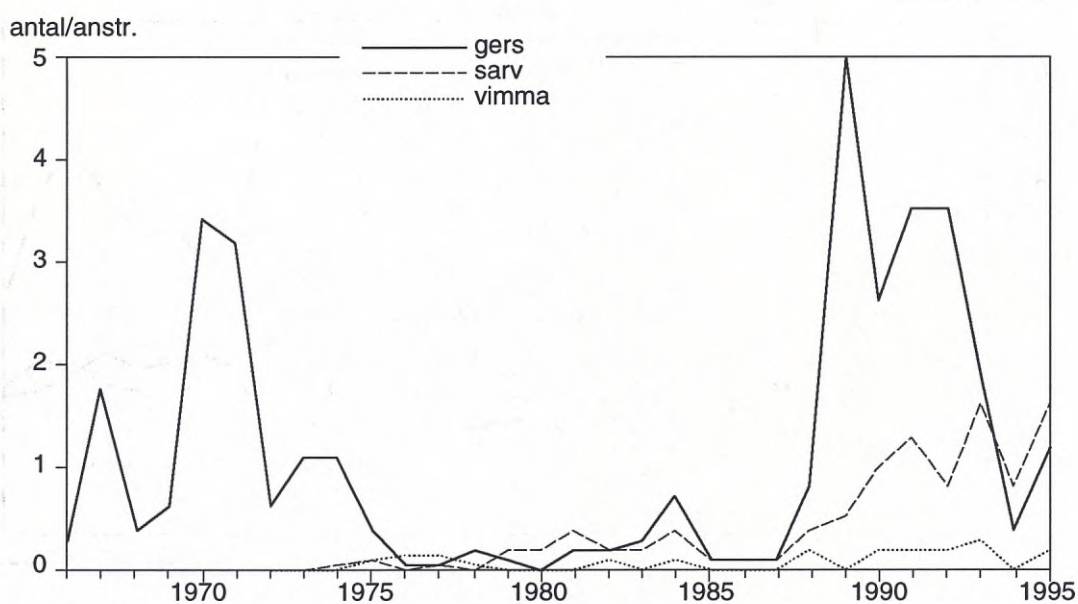
likartat sätt i Simpevarp och Kvädöfjärden kan tas som en stark indikation på att kylvattnets effekter på beståndsstorleken av de båda vanligaste arterna i fjärrecipienten inte överstiger påverkan av naturliga faktorer, åtminstone när det gäller rekryteringen av de unga fiskar som utgör en dominerande andel av fångsten i detta fiske.

Närrecipient

Fisksamhället i Hamnefjärden har studerats genom standardiserade nätprovfisken sedan 1966. Numera är dessa fisken förlagda till vår-försommar, d v s tiden för de dominerande arternas lek, och till en koncentrerad period under sensommaren. Över 80 000 fiskar har sammanlagt fångats. De största fångsterna, cirka två tredjedelar, har gjorts under våren. Den totala artlistan uppgår till 28 arter för våren och 24 för sensommaren. Ett fåtal arter har dock genomgående varit dominerande. Fem arter svarar för



Figur 7a. Fångster (antal per fångstansträngning) i fisket med biologiska länkar i Hamnefjärden 1966–1995, för dominerande arter och totalt (våren).

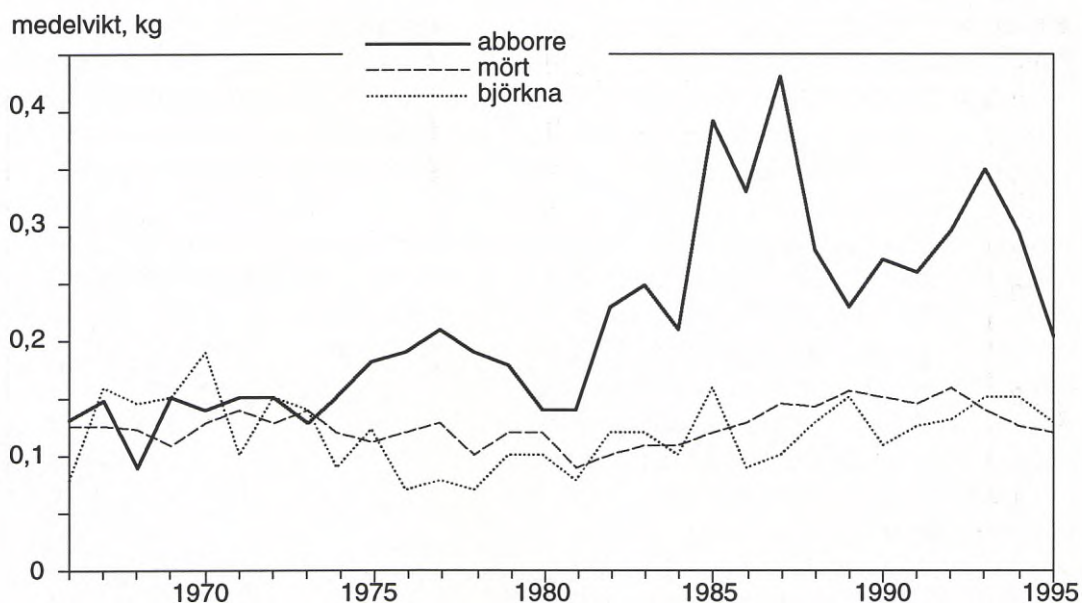


Figur 7b. Fångster (antal per fångstansträngning) i fisket med biologiska länkar i Hamnefjärden 1966–1995, för mindre vanliga arter (våren).

90–95% av det totala antalet i fångsten. Abborre, mört och björkna har varit vanligast, följda av gers och sarv. Den genomsnittliga fångstnivån för de dominerande arterna varierade måttligt under den inledande femtonårsperioden. Inga tydliga effekter kunde konstateras i samband tillkomsten av kylvattenutsläppen från de båda första blocken under den första halvan av 1970-talet. Under de första åren av 1980-talet inleddes en period med snabbt stigande fångster för alla tre dominerande arterna (figur 7 a). Jämfört med perioden före uppgången var fångsterna antalsmässigt i storleksordningen två till fyra gånger större efter 1980 än fram t o m detta år. Sarven har också

ökat markant under senare år (figur 7 b), främst under 1990-talet, då även vimman började utgöra ett vanligt inslag i fångsterna. Dessa båda arter bokfördes dock ej före 1972. Utvecklingen för gersen avviker från den för övriga vanliga arter i det att den gick tillbaka kraftigt i samband med tillkomsten av kylvattentillförseln (figur 7 b), sannolikt beroende på att dess invandring till fjärden hindrades av den starka temperaturgradienten i Hamnehålet (Neuman 1979). Fångsterna var därefter mycket låga under större delen av 1980-talet för att öka snabbt mot slutet av detta decennium. Uppgången i slutet av 1980-talet har även observerats utanför Hamnehålet och det är möjligt att fördjupningen av Hamnehålet har underlättat invandring genom att temperaturgradienten utmed botten i mynningsområdet har blivit mindre skarp.

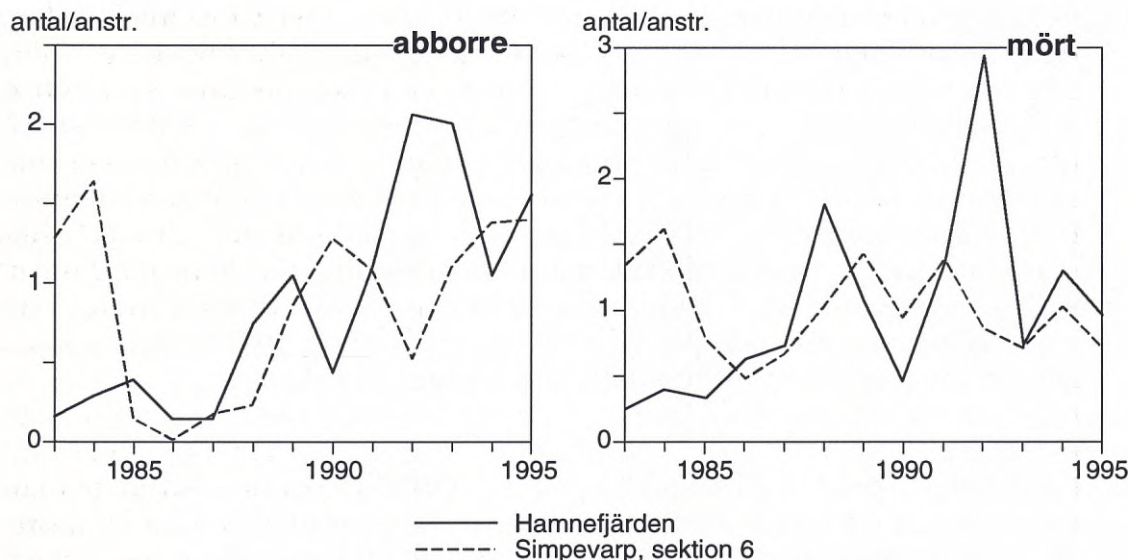
Fångstökningen i Hamnefjärden blir än tydligare om den uttrycks i vikt. Detta är en följd av kraftigt stigande medelvikt för i första hand abborre (figur 8). Den ökande medelvikten för abborre har visats vara en effekt av en kraftigt förbättrad tillväxt till följd av att vattnet blivit varmare (Neuman och Andersson 1990 och nedan). Också mörten växer snabbare i Hamnefjärden, och det är mycket sannolikt att detta även gäller björkna.



Figur 8. Medelvikt (kg) för abborre, björkna och mört i Hamnefjärden 1966–1995 (våren).

I figur 9 återges fångsterna av abborre och mört från Hamnefjärden tillsammans med fångsterna från fjärrecipienten för perioden 1983–1995. För båda arterna kan konstateras att under den aktuella perioden föreligger inga klara samband mellan uppgången i Hamnefjärden och utvecklingen i skärgården.

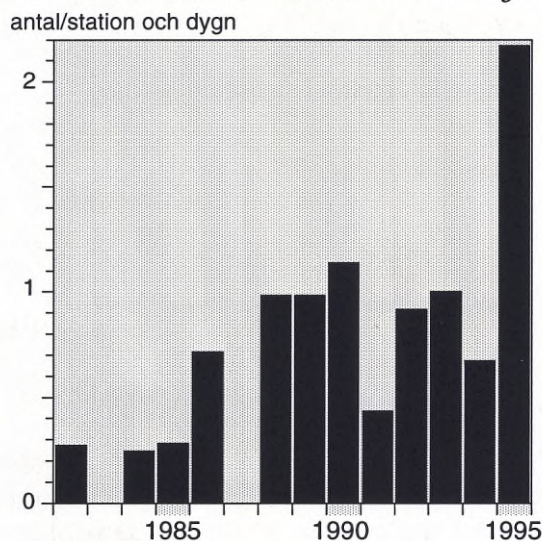
De direkta orsakerna till ökningen står sannolikt att finna i faktorer som invandring från den omgivande skärgården och ökad lokal produktion i fjärden. Det är dock inte möjligt att avgöra den relativa betydelsen av dessa faktorer. Årsungar av abborre förekommer i normala till höga tätheter i fjärden, men har inte ökat under 1980-talet som den vuxna fisken. Års-



Figur 9. Normerade fångster från augusti i Hamnefjärden och i skärgården söder om Oskarshamn.

ungar av övriga, i provfisket dominerande arter, förekommer vanligen endast sparsamt i Hamnefjärden. Det är mycket sannolikt att fiskförekomsten i Hamnefjärden i första hand ökat till följd av att fisken lockats till det varmare vattnet från den omgivande skärgården. Analyser av tillväxtmönster har visat att både abborre och mört kan anlockas till i kylvattnet tidigt i livet för att sedan uppehålla sig där i så långa perioder att man får en tydlig påverkan på tillväxten. Fördjupningen av Hamnefjärdens tröskelområde 1982 har sannolikt underlättat invandringen, i synnerhet för unga fiskar som tidigare inte förmått simma mot den starka strömmen. Fördubblingen av kylvattenvolymen i och med tillkomsten av den tredje reaktorn 1985 har inneburit att ett betydligt större område i omgivningen påverkas av det varmare vattnet och att den fisk som lever där kan nå av denna påverkan och kan lockas till och koncentreras i Hamnefjärden.

Ålen räknas in bland de arter som har höga optimumtemperaturer för aktivitet och tillväxt och som av den anledningen kan förväntas anlockas till och växa snabbt i kylvattenrecipienter. Anlockningen till Hamnefjärden har sannolikt varit relativt måttlig, eftersom provfisket med småryssjor under de första åren med drift gav måttliga gulålsfångster (figur 10). Tillväxten har visats vara betydligt snabbare i Hamnefjärden än i omgivande områden (Andersson *et al*, 1990). Då recipienterna kan ha högt värde som uppväxtområden för gulål,



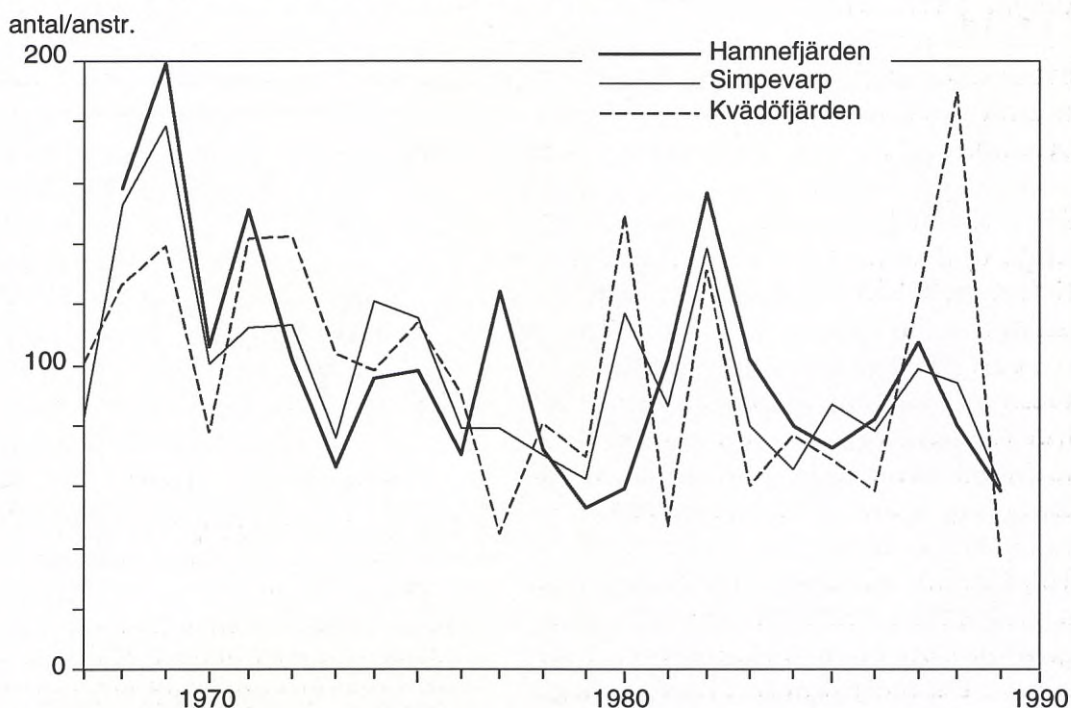
Figur 10. Fångst av gulål med småryssjor i Hamnefjärden under perioden mars-juni åren 1982-1995.

Uppehåll i fisket gjordes 1983 och 1987. Observera att förändrad fiskemetodik mellan 1986 och 1988 innebär att en viss försiktighet måste iaktas vid en jämförelse av perioderna före och efter förändringen.

föddes tanken att utnyttja dessa som utsättningsplatser. De första försöken i Hamnefjärden inleddes 1982 och därefter har utsättningar av ålyngel gjorts 1984 och 1989. Vid den senare, som var störst, utsattes femtiotusen försträckta ålyngel. Utsättningarna har givit förväntat resultat och har kraftigt påverkat provfiskefångsterna. Uppgången 1988 sammanföll visserligen med en omläggning av rutiner, men kompletterande undersökningar (Andersson *et al*, 1990) har visat att utsatta ålar utgjorde en stor andel av fångsten. Rekordnivån 1995 beror med stor sannolikhet på ett genomslag för utsättningen 1989, även om detta ännu inte har kunnat fastställas med säkerhet.

Abborrens årsklasstyrka

Relativ årsklasstyrka beräknas utifrån enskilda årskullars andel i fångsten under olika fångstår och denna andels relation till ett långtidsmedelvärde (Svårdsson 1961; Neuman 1974). Styrkan hos en årsklass anges som genomsnittlig avvikelse (%) från detta medelvärde för en följd av åldrar. Här presenteras en beräkning som grundar sig på åldrarna 4–7 år. Årsklasstyrkan har varierat likartat i materialen från Hamnefjärden, den omgivande skärgården och Kvädöfjärden (figur 11). Sambandet mellan Hamnefjärden och skärgården är signifikant, likaså sambandet mellan skärgården vid Simpevarp och Kvädöfjärden. Statistiskt signifikant samband saknas mellan Hamnefjärden och Kvädöfjärden. Man kan av förhållandet mellan Hamnefjärden och skärgården dra slutsatsen att beståndet i den förra står i ett starkt beroende av rekrytering från omgivande bestånd. Det föreligger nämligen inget samband mellan årsklasstyrkan i Hamnefjärden och de rekryteringsindex som fås därifrån genom yngelprovtagningar varje höst. Ett sådant förhållande kunde dock påvisas för perioden 1971–1976 (Karås 1987). Att Simpevarp och Kvädöfjärden samvarierat så tydligt indikerar starkt att rekryteringen varit reglerad av naturliga miljöfaktorer, då i första hand temperaturförhållanden under yngelfasen (Karås 1987; Böhling *et al*, 1991).



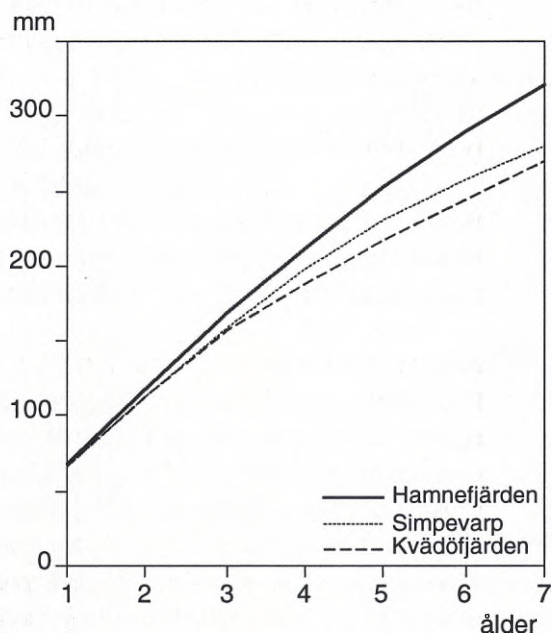
Figur 11. Relativ årsklasstyrka för åborre beräknad för åldrarna 4–7 år för årsklasserna från 1967 t o m 1989 (för 1989 beräknat på åldrarna 4–6 år).

Abborrens tillväxt

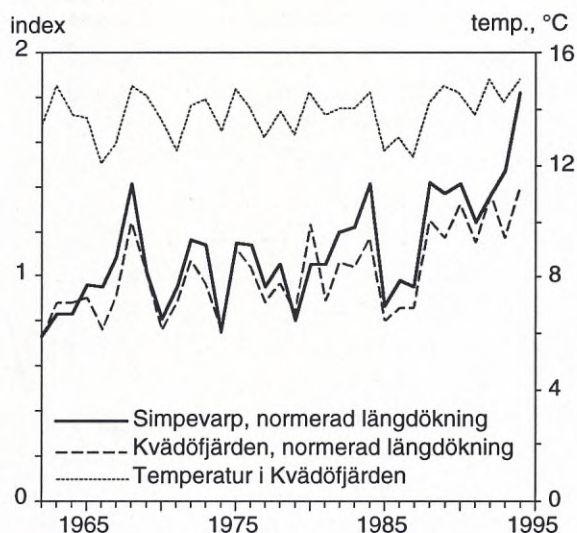
I en tidigare större utvärdering av kontrollprogrammet för Oskarshamnsverket påvisades avsevärda tillväxtskillnader mellan abborre från Hamnefjärden och från den omgivande skärgården. Skillnaden mellan områdena kvarstår i samma omfattning också för det material som nu samlats in under perioden 1990–1995 (figur 12). En sjuårig abborre var i medeltal 4 cm längre i Hamnefjärden än i skärgården utanför. Betydligt större skillnader kunde konstateras för de mest snabbväxande individerna i Hamnefjärden. Den längsta femåringen mätte närmare 40 cm och den längsta sjuåringen var 45 cm lång, motsvarande vikter på ca 1 respektive 1,5 kg. Medelviktarna för motsvarande åldrar i Kvädöfjärden uppgick i slutet av 80-talet till storleksordningen en tiondel av de maximala vikterna i Hamnefjärden.

Vid föregående rapportering (Neuman och Andersson, 1990) erhöles indikationer på att abborren i Simpevarps skärgård från början av 1980-talet började växa snabbare än i Kvädöfjärden. När vi nu upprepar analysen är det tydligt att tillväxthastigheten ökat i såväl Simpevarp som Kvädöfjärden. Abborrarna växer dock fortfarande fortare i Simpevarp. Längdökningen vid Simpevarp var 14% större än i Kvädöfjärden efter 1980, jämfört med 4% under 1970-talet.

Tillväxten under perioden efter 1987 har legat på en nivå som överstiger det långsiktiga medelvärdet med i storleksordningen 20–40% i både Simpevarp och Kvädöfjärden (figur 13). För 1994 registrerades rekordhöga värden och detta år noterades också den högsta medeltemperaturen i skärgårdens ytvatten (15,1°C) för perioden maj–oktober i den långa mätserie som inleddes 1962. Tyvärr saknas motsvarande långa temperaturmätserie från Simpevarp där längdökningen för tillväxtåren 3–6 var hela 80% över genomsnittet 1994. Ytvattentemperaturen i Kvädöfjärden förklarar 47% av tillväxtens variationer i området för hela perioden från 1962; efter 1980 ökar temperaturns förklaringsgrad till 72%. Den positiva trenden



Figur 12. Genomsnittlig längdtillväxt hos abborre från Kvädöfjärden, skärgården vid Simpevarp och Hamnefjärden under 1990-talet



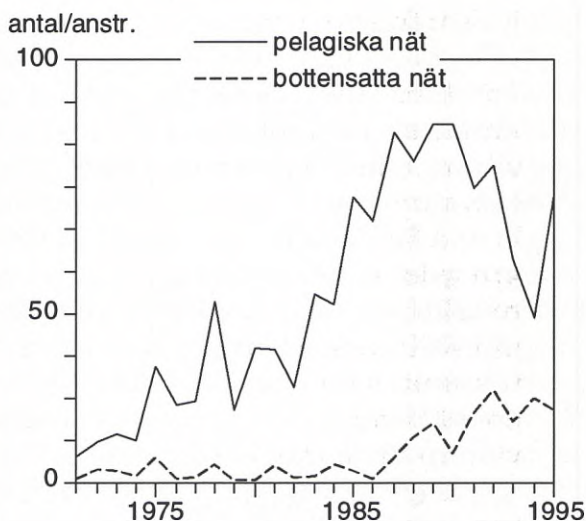
Figur 13. Normerad längdökning under tillväxtåren 3–6 för abborre från skärgården vid Simpevarp och Kvädöfjärden. (långtidsmedelvärde för Kvädöfjärden=1). Ytvattentemperatur i Kvädöfjärden.

för tillväxten kan alltså bero på storskaliga förändringar i klimatet, vilka medfört att en längre del av sommarhalvåret haft temperaturer som varit gynnsamma för abborrens tillväxt. Det är dock mycket sannolikt att utsläppen av värme från Oskarshamnsverket bidragit till en positiv effekt på tillväxten i den omgivande skärgården.

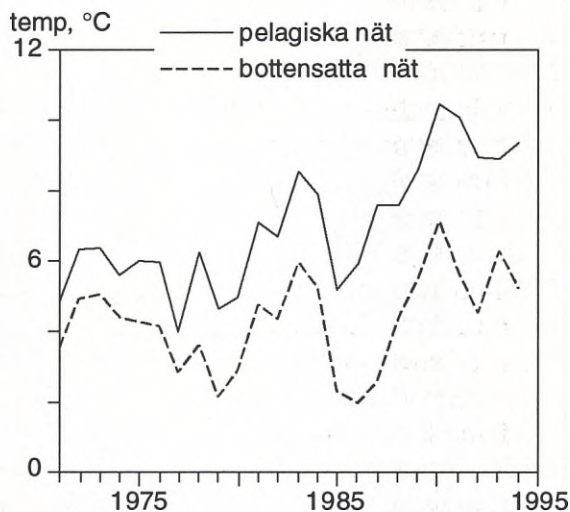
Kallvattenarter

Förekomsten av kallvattenarter har studerats vid Simpevarp sedan 1970 genom fisken i området utanför Hamnefjärdens mynning i havet (figur 1).

Strömmingen dominerar stort i fångsterna, i synnerhet under vårfisket, som sammanfaller med strömmingens viktigaste lekperiod. Den största andelen tas i de flytande näten, som fiskar från ytan ner till 7,5 m djup. Fångsterna i dessa nät steg mycket snabbt under början av 1980-talet för att kulminera 1987–1990 (figur 14). Därefter minskade fångsterna snabbt under resten av 1990-talet. Fångsterna av strömming i de bottensatta näten samvarierade tydligt med flytnätfångsterna fram till början av 1980-talet (figur 14), medan den snabba ökningen som därefter noterades i den fria vattenmassan uteblev vid botten. En förhållandevis stor ökning inträffade dock vid botten i slutet av 1980-talet och bottennäten har därefter bibehållit den högre nivån. Utvecklingen för höstfångsterna har varit mycket likartad, även om nivån på fångsterna varit betydligt lägre (i storleksordningen 25%). Skillnaden mellan botten och det fria vattnet under 1980-talet kan sannolikt förklaras av den exceptionellt stora förekomsten av torsk (se nedan), som kan ha påverkat fångsten av strömming vid botten negativt både genom konkurrens om utrymmet i näten och genom predation. En möjlig förklaring till varför fångsterna minskade i flytnäten från slutet av 1980-talet är att temperaturen vid redskapen var betydligt högre under denna tid än under föregående perioder (figur 15). Det är möjligt att temperaturen i ytan har lett till en skyendereaktion hos strömmingen, medan de kunnat finna bottentemperaturer som ligger närmare de temperaturer vid vilka arten



Figur 14. Fångst av strömming (antal/nätsegment) med kustöversiktsnät i Simpevarp 1971–1995.

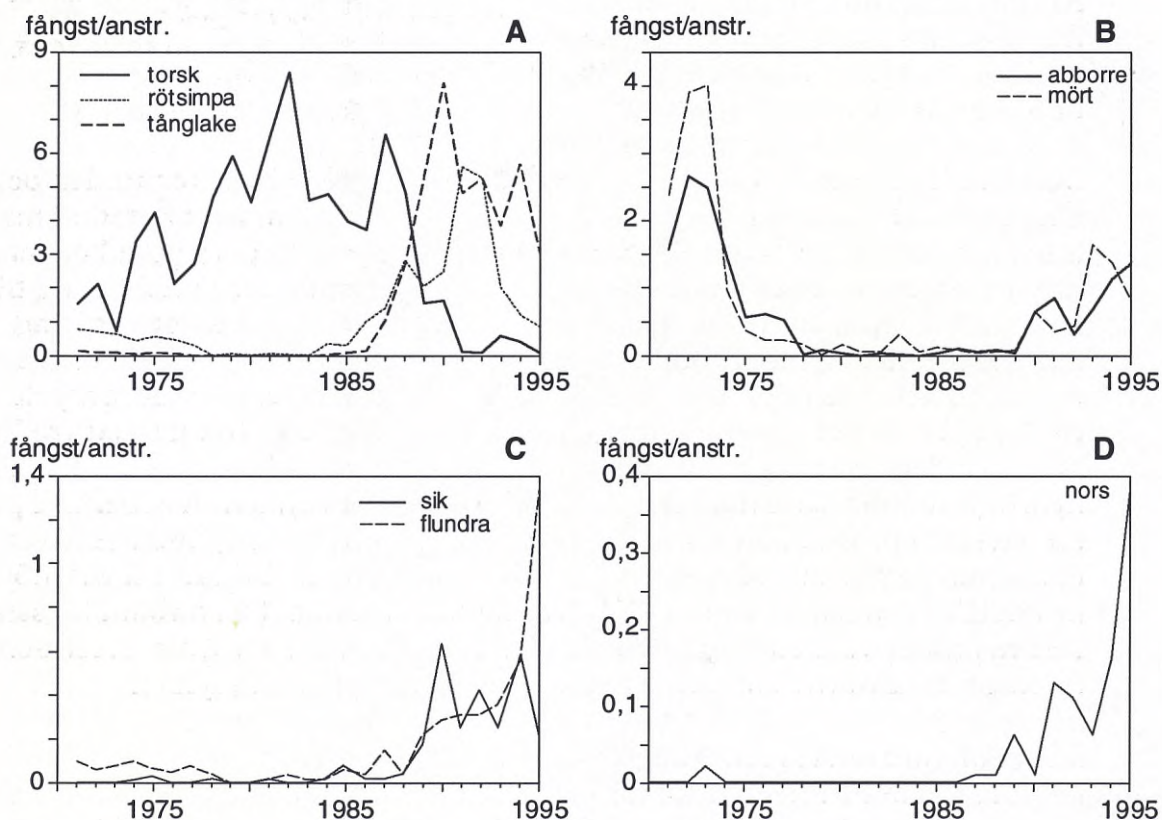


Figur 15. Medeltemperatur vid näten vid fiske med kustöversiktsnät under april-maj i Simpevarp 1971–1994.

normalt leker (6–10°C, Sjöblom 1961). Temperaturskillnaden mellan yta och botten ökade också markant i samband med tillkomsten av det tredje aggregatet 1985 (figur 15).

Östersjöns bestånd av strömming minskade kontinuerligt under 1980-talet (Anon. 1995). Därefter har en snabb återhämtning ägt rum. Utvecklingen vid Simpevarp skiljer sig således markant från det öppna havet med i det närmaste motsatta trender. Detta förhållande styrker att den redan tidigare belagda anlockningen har vuxit i omfattning under den senaste 10-årsperioden, med stor sannolikhet som en följd av att kylvattenvolymen fördubblades 1985.

Torskfångsternas starka ökning under 1970-talet och tillbakagången i slutet av 1980-talet (figur 16 a) speglar utvecklingen för beståndet i det omgivande havet (Anon, 1995) och har sannolikt påverkats mycket lite av kylvattenutsläppen från Oskarshamnsverket. Torsktätheten har förmodligen, när den var som störst, medverkat till mycket låga fångster för andra arter. Sötvattenarter som abborre och mört fångades i mycket liten omfattning (figur 16 b) under torsktoppen, likaså marina arter som rötsimpa, tånglake och flundra (figur 16 a och c). Alla dessa arter blev betydligt talrikare från slutet av 1980-talet. Fångsterna av rötsimpa och tånglake började dock öka medan torskfångsterna fortfarande var förhållandevis stora och de steg därefter till nivåer som vida översteg de som rådde före torskens uppgång på 1970-talet. Detsamma gäller för flundra och sik (figur 16 c). Siken var under våren en mycket ovanlig fisk vid Simpevarp



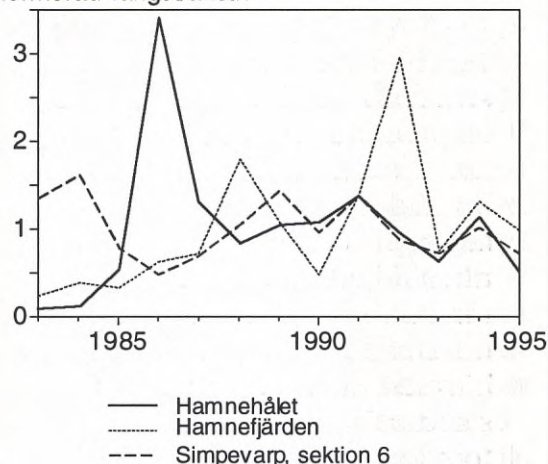
Figur 16. Fångster med kustöversiktsnät (antal/nätsegment) i Simpevarp 1970–1995.

före slutet av 1980-talet, men etablerade sig därefter på en förhållandevis hög nivå. Icke könsmogna sikar har under senare år utgjort en hög andel av fångsten.

Fångsterna under hösten har i stora drag speglat utvecklingen för vårfiskena, dock med vissa undantag. Tånglake var förhållandevis ovanlig under hösten och norsen betydligt vanligare. Den senare har ökat markant från slutet av 1980-talet efter att ha varit mycket ovanlig tidigare (figur 16 d), en utveckling som har stora likheter med sikens.

Höstfångsterna visar också en mycket tydlig uppgång för flera karpfiskarter i de flytande näten efter starten av den tredje reaktorn, illustrerat för mörten i figur 17. Även björkna, id och vimma har ökat på motsvarande sätt, men fångsterna av dessa var lägre. Mörtfångsten utanför Hamnehålet under hösten har under 1990-talet samvarierat tydligt med fångsterna i skärgården i augusti. Före denna period förelåg inga tydliga samband och före starten av den tredje reaktorn var fångstens relativa nivå betydligt lägre vid Hamnehålet. Nivåhöjningen för mörten vid Hamnehålet sammanfaller i tiden med uppgången för mörtfångsterna i Hamnefjärden.

normerad fångst/anstr.



Figur 17. Normerade fångster av mört i Hamnehålet samt i Hamnefjärden och den omgivande skärgården 1983–1995.

Den kraftiga ökningen för flera normalt bottenlevande arter under och efter torskens tillbakagång kan tolkas som en effekt av minskat predationstryck i kombination med att dessa arter dragit nytta av den stora koncentration av lekande strömming som varje vår uppkommer i anslutning till kylvattenplymen från Oskarshamnsverket. Konsumtion av strömmingsägg observeras regelbundet hos flera andra arter och utgör med säkerhet ett värdefullt energitillskott för den lokala fiskfaunan. Det är vidare mycket troligt att anlockningen ökade generellt i och med starten av den tredje reaktorn, dels som en ren effekt av den ökade värmemängden, dels genom hydrodynamiska effekter, som kan förväntas leda till att området berikas på näringsorganismer. Den starka ytströmmen ut ifrån Hamnefjärden genererar motströmmar från sidorna och utmed botten, som bidrar till att höja produktiviteten i närområdet. Näringstillförseln genom t ex strömmingslek och kompensationsströmmar kan förväntas leda till att även arter som föredrar kallare vatten kan koncentreras nära kylvattenplymen.

Slutsatser om fisksamhällets utveckling

Fiskbestånden i recipienten för Oskarshamnsverket har utvecklats i en starkt positiv riktning under 1980- och 1990-talen. Ökningen gäller ett flertal av de normalt dominerande arterna och kan med stor sannolikhet tillskrivas koncentrationseffekter genom att fisken anlockas till kylvattnet

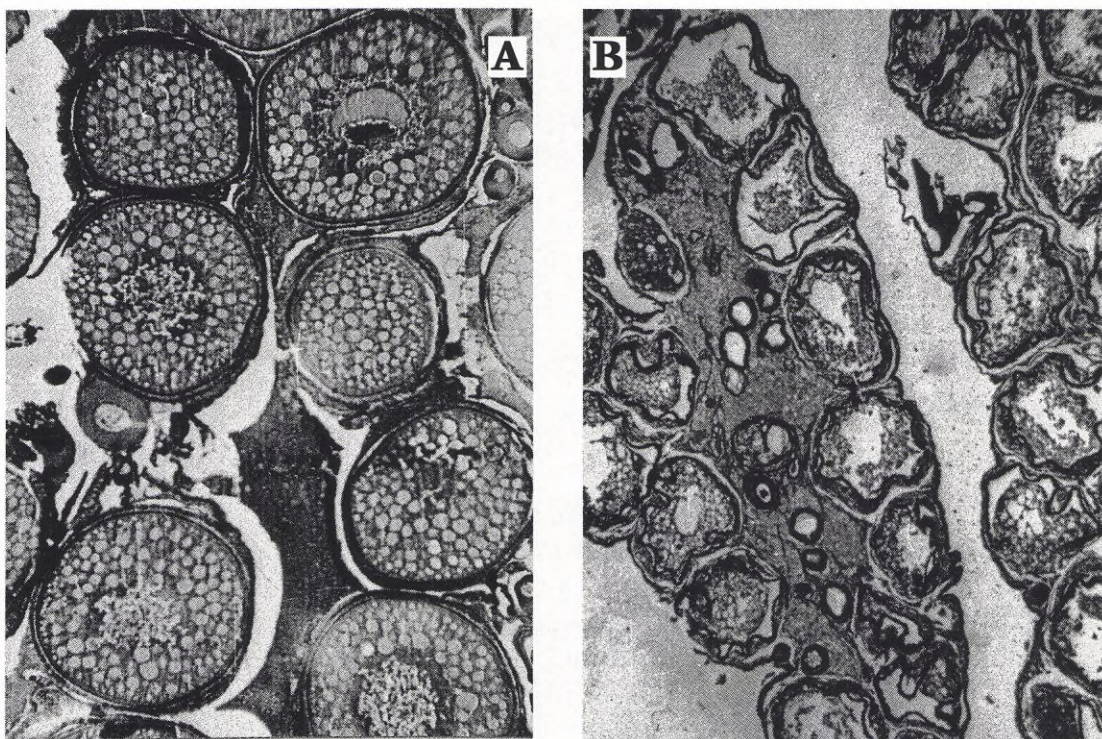
och uppehåller sig där under långa perioder. En snabbare tillväxt har konstaterats hos abborre, mört och ål i Hamnefjärden, vilket också bidragit till en ökning av fiskbiomassan i recipienten. Det förefaller nu som om även tillväxten hos abborrarna i den omgivande skärgården har gynnats av den relativt svaga temperaturförhöjningen i detta område. Bestånden av de dominerande karpfiskarna i skärgården har utvecklats på ett sätt som avviker i negativ riktning från referensområdet, Hamnefjärden och Hamnehålet. En möjlig förklaring till detta förhållande är att dessa arter lockas bort från skärgården av det varma vattnet från kraftverket. Någon motsvarande utveckling har inte kunnat konstateras för abborre.

SKADOR PÅ KÖNSORGAN

Fiskarnas fortplantning tycks vara mycket känslig för temperaturpåverkan. Den nordamerikanska abborren kan t ex inte producera livsduglig rom om den tvingas leva i vintertemperaturer över ca 6°C under längre tid än någon månad, d v s temperaturer som är normala för flertalet kylvattenrecipienter. Studier i Polen, där kylvatten från koleldade kraftverk pumpas ut till kylsjöar, har också visat att särskilt gäddan har svårt att tolerera hög temperatur under äggutvecklingen. I det forna Sovjetunionen gjordes redan under 1960- och 70-talen flera undersökningar av fiskars fortplantning i kylvattenrecipienter. Många intressanta observationer dokumenterades, tyvärr dock nästan enbart i ryska tidskrifter, vilket gjorde att västerländska forskare inte tog del av resultaten. I länder som USA, Sverige och England, där man studerat kylvatteneffekter ur många olika aspekter, förbisåg man av någon anledning riskerna för att höga temperaturer kunde skada fiskarnas fortplantning. Först under 80-talets senare del, i samband med de ökade kontakterna österut, insåg vi i Sverige att många av våra fiskarter kunde drabbas på liknande sätt som fiskarna i de litauiska, ryska och moldaviska kylvattenrecipienterna.

Kontrollprogrammet för Forsmarksverket omfattar årliga undersökningar av årsyngelproduktionen i Biotestsjön och i ett närbeläget referensområde. Vissa arter tycktes gynnas av den höjda temperaturen, medan produktionen av yngel av andra arter sjönk. Mörtten förekom i höga tätheter som vuxen i Biotestsjön, men bara ytterst få årsyngel fångades vid kontrollen under de år som följde efter kraftverkets start. Anledningen till detta ansågs kunna vara t ex ogynnsamma vattenståndsfuktuationer vid leken. Efter våra första kontakter med forskare i Litauen började vi dock närmare studera möjligheten att de vuxna fiskarnas könsorgan skadats så, att de inte längre kunde producera livskraftig avkomma. Det visade sig snart, att Biotestsjöns mörtar påverkats på likartat sätt som sina släktingar i bl a Drūkšiai, som är kylvattensjö för Ignalinaverket. En typisk avvikelse var t ex att frekvensen döda äggceller ofta var mycket hög i honornas romsäckar. Dessa döda romkorn återbildas och bryts ner av honan, men som en följd effekt kan man få störningar i könsorganets fortsatta utveckling vilka kan påverka fisken under lång tid. Normalt skall mörtens rom utvecklas väl i takt med årstiden. När vi studerade Biotestsjöns mörtar kunde vi ofta se att honorna bar äggceller i flera olika utvecklingsstadier som inte var typiska för årstiden, vilket kan orsaka stora svårigheter för fisken att kunna leka normalt. Slutsatsen av studierna var, att den ringa produktionen av mört yngel sannolikt kunde förklaras av att föräldrarnas fortplantningsorgan skadats av hög temperatur under vintern.

Dessa resultat motiverade utvidgade studier i bl a Hamnefjärden. Hit anlockas ibland stora mängder fisk, och det kunde inte uteslutas att även dessa påverkas negativt. De arter som främst kom i fråga var mört och abborre, men även andra arter undersöktes. Under 1990–1995 insamlades material som sändes till Litauen för analys. Resultaten föreligger ännu bara som manuskript, men sammanställningen visar att även dessa fiskar påverkats. Symptomen är desamma som i andra kylvattenrecipienter, d v s en hög andel tillbakabildade äggceller och en störning i den normala utvecklingsrytmen. Den mikroskopiska undersökningen visade, att andelen normala fiskar i proven varierade mellan 45 och 70%, beroende på art, medan mer än 90% var normala i referensmaterialet. Skadorna kan graderas i tre klasser, totalskada, partiell skada och asynkron äggutveckling. Som ses i figuren förekommer alla tre formerna av skador hos såväl abborre som mört.



Figur 18. Foto av mikropreparat från abborre.

A) En normal hona från ett referensområde. Äggen har tydlig kärna och är fyllda med guledroppar.

B) Hona insamlad i Hamnefjärden. Samtliga äggceller är döda och under tillbakabildning.

Skadorna var särskilt tydliga på äldre fiskar, vilket tyder på att de vid upprepade tillfällen vistats i det kylvattenpåverkade området, och att skadan år efter år förvärrats. I tabellen sammanställs de observationer som gjordes i samband med provfiske hösten 1994 och 1995. De mörtar och abborrar som fångades dissekerades varvid könsorganets tillstånd bedömdes. Samtliga av dessa fiskar var könsmogna. I storlekar upp till ca 25 cm var inte skadorna så allvarliga att de kunde ses med blotta ögat, men hos större fiskar förekom tydliga avvikelser fram till leken. Riktigt stora fiskar hade könsorgan som kunde klassificeras som totalskadade.

Tabell 1. Höstprovtagning i Hamnefjärden. Andelen fiskar (honor) som hade för blotta ögat synliga skador på könsorganen.

längd- grupp, cm	% störda			
	mört		abborre	
	1994	1995	1994	1995
17,5–20	0	0	0	0
20–22,5	0	0	0	0
22,5–25	0	3	2	0
25–27,5	4	18	0	0
27,5–30	23	21	10	6
30–32,5	15	12	7	26
32,5–35	33	0	10	25
35–37,5	–	–	33	57
37,5–40	–	–	70	63
40–42,5	–	–	100	67
42,5–45	–	–	100	33

Temperatureffekter på fiskars fortplantning kan alltså uppkomma även om fisken, som i Hamnefjärden, fritt kan simma ut till det kallare vattnet och på detta sätt undkomma påverkan. Fiskars beteende styrs av preferens-temperaturen, d v s den temperatur fisken uppsöker om den fritt får välja i en temperaturgradient. Fisken anlockas därför till kylvattenutsläppen under vintern, då den uppfattar dessa vara mer optimala än det omgivande, alltför kalla vattnet. Denna temperatur verkar dock för flertalet arter vara högre än den temperatur som är passande för äggutvecklingen. Tydligt kan fiskarna inte känna av att äggen skadas, utan anlockningsbeteendet håller dem kvar i det uppvärmda området.

Om föräldrarnas könsorgan inte fungerar normalt, kan detta leda till att avkomman inte är tillräckligt livskraftig. Många av de abborrar som studerades i Hamnefjärden kunde inte sägas vara totalskadade, och man kunde inte utesluta att de klarade av att producera åtminstone en del normala romkorn. För att närmare studera abborrens lek och romutveckling gjordes därför en serie experiment i Hamnefjärden, med jämförande studier i bl a Biotestsjön i Forsmark, där fiskarna levte hela sitt liv i uppvärmt vatten.

Vid ett av försöken insamlades abborre under hösten i Hamnefjärden. Fiskarna sattes i en odlingskasse i fjärden, där de fick tillbringa vintern fram till leken. När våren kom sattes granris in som leksubstrat i kassen, varefter de romsträngar som producerades kunde insamlas för vidare studier. Motsvarande undersökningar gjordes på abborrom som avsatts som resultat av normal lek i Hamnefjärden samt i ett referensområde. En studie med likartad uppläggning genomfördes i Forsmark, såväl i Biotestsjön som i det öppna utsläppsområdet och i ett referensområde.

En generell observation i Hamnefjärden, Biotestsjön, Forsmarks utsläppskanal och i kasseförsöket var att romsnörena inte hängde samman lika bra som normalt. Abborrhonan avger vid leken rommen i en enda lång sträng, där romkornen ligger inbäddade i ett rätt fast, gelatinöst, material som håller ihop strängen ända fram till kläckningen. Detta har stor betydelse för en normal utveckling, då romkorn som faller till botten inte har stor chans att överleva. De påverkade romsnörena vi studerade, föll isär redan

kort tid efter leken även om det fanns tecken på att äggen var befruktade. Trots att fiskarna alltså kan leka även efter långtidsexponering för hög temperatur, producerar de rom som är av låg kvalitet.

Fortplantningsskador kan få allvarliga konsekvenser för populationerna, om tillräckligt många individer påverkas. Provfiskeprogrammet i Hamnefjärden tyder på att anlockningen ökade kraftigt i samband med dels att tröskeln ut mot havet fördjupades, dels att kylvattenflödet ökade vid tillkomsten av den tredje reaktorn. Stora mängder fisk riskerar alltså att påverkas. Nästa etapp i utredningen blir därför att närmare klarlägga skadans omfattning samt att undersöka hur ofta skadade fiskar förekommer i området utanför Hamnefjärden.

FISKSJUKDOMAR

Kontroll av för ögat synliga yttre sjukdomstecken har under lång tid ingått som ett moment vid bearbetningen av samtliga provfiskefångster inom kontrollprogrammet för Oskarshamnsverket. Förekomst av fisksjukdomar styrs i regel av naturliga faktorer, bl a exponering för parasiter. Många olika miljöstörningar anses kunna inverka på sjukdomsfrekvensen, inte minst de höga temperaturer som orsakas av kylvattenutsläpp.

Kontrollen av yttre sjukdomstecken sker genom okulärbesiktning av samtliga fiskar i fångsten. För strömming under vårfisket ställs dock något lägre krav på grund av tidvis mycket stora fångster. Symptomen redovisas fördelade på sex olika kategorier; hudsår, skelettdefekter, tumörer, fenröta, *Lymfocystis* och "övriga" (Thoreson 1992). *Lymfocystis* är en virussjukdom, som orsakar druvliknande hudtumörer hos främst flundra.

Sjukdomssituationen i Simpevarps närhet under 1980-talet befanns för de flesta arter inte avvika från normalsituationen i svenska kustvatten (Thulin *et al*, 1990). Ett undantag utgjordes av en till Europa införd ålparasit, *Anguillicola crassus*, som under 1988 snabbt etablerade sig i Hamnefjärden och där den vid den tiden förekom i en infesteringsgrad som vida översteg omgivningens. Parasiten förekommer i ålens simblåsa, där den livnär sig på värddjurets blod. Förekomsten av simblåseparasiter hos ål i Hamnefjärden har därefter följts genom årlig kontroll av cirka tvåhundra slumpvis utvalda gulålar. Kontrollen görs under tidig vår.

Här redovisas resultaten av sjukdomskontrollen under perioden 1990–1995. Resultaten behandlas separat för fyra olika provfiskemoment: fisket med biologiska länkar i Hamnefjärden, gulål från fisket med småryssjor i Hamnefjärden, fisket med kustöversiktsnät i havsbandet vid Simpevarp och fisket med nätlänkar i skärgården söder om Simpevarp under sommaren.

Varmvattenarter i närrecipienten

Under den studerade perioden kontrollerades över tjugotusen fiskar från nätfisket i Hamnefjärden. De här presenterade arterna representerar ca 95% av den totala fångsten respektive år.

Förekomsten av olika fisksjukdomar varierade i fångsten från mindre än 0,5% 1993 till över 2,5% 1994. Kategorin "övriga symptom" dominerade 1990–1992, till följd av en förhållandevis hög andel mekaniska skador hos

flera arter och av s k godartade epitelnybildningar hos mört, främst under lektiden på våren. Den senare yttrar sig som förtjockade partier på hud och fjäll, med en gråaktig halvgenomskinlig färg. Det genomgående vanligaste symptomet har dock varit blödningar och sår i huden, vilka var särskilt vanliga 1994 och 1995. Förekomsten av hudsår hos mört och björkna 1994 (4 resp 2,3%) var bland de högsta som registrerats under 1980- och 1990-talen. Thulin *et al* (1990) rapporterade som mest ca 2,4% för mört och 2,3% för björkna från Hamnefjärden för 1989. Resultaten i övrigt ligger inom ramen för variationen under 1980-talet.

Hudsår har genomgående varit det vanligaste symptomet hos gulålen i Hamnefjärden. Förekomsten har varierat inom samma gränser som under 1980-talet. Under de sista fyra åren har nivån varit nära eller under 1%, vilket betydligt understiger den genomsnittliga förekomsten för perioden 1982–1989 (2,4%). Det samma gäller för tumörsjukdomen blomkålssjuka, vars förekomst under den här presenterade perioden endast uppgick till en tredjedel av nivån under 1980-talet. Bland "övriga symptom" återfinns i huvudsak mekaniskt skadade ålar och ålar som av oförklarlig anledning dött i redskapen.

Tabell 2. Totalfångst (antal) i provfisket och observationer av olika sjukdomssymptom hos gulål i Hamnefjärden

	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Totalfångst	352	144	317	382	237	803
Hudsår	7	6	1	4	3	5
Skelettdefekter	0	1	0	0	0	0
Tumörer	1	1	1	0	1	3
Övriga	8	3	1	0	0	0

Den parasitiska nematoden *Anguillicola crassus* infördes till Europa i början av 1980-talet genom transporter av utsättningsål till Italien från Nya Zeeland. Storleken varierar från några få till över 50 mm och infesteringen kan vara så kraftig att ålens simblåsa helt fylls och i sällsynta fall brister och kollapsar. Parasiten spred sig snabbt över stora delar av Europa och befaras ha införts till Sverige genom illegal import av ål från Polen 1987. Den första observationen i Hamnefjärden gjordes våren 1988, och sedan följde en snabb etablering. Redan påföljande vår var mer än hälften av ålarna infesterade och våren 1990 var sju av tio ålar bärare av parasiten. Efter detta år finns en tendens till långsam minskning av infesteringsgraden och 1995 understeg denna för första gången sedan 1988 50%. En liknande utveckling har observerats i andra områden. Etableringen i kylvattenrecipienten för Oskarshamnsverket befarades till en början befrämja spridningen av parasiten till ålar i den omgivande skärgården. Vid en kontroll våren 1991 konstaterades dock att endast 1–3% av ålarna i närområdet bar parasiten och att ålarna i Karlskrona skärgård hade en infesteringsgrad som var högre (7%). Etableringen i Blekinge gick därefter mycket snabbt och 1993 registrerades rekordhöga 92%. 1994 och 1995 var parasiteringen i Karlskrona skärgård av samma storleksordning som i Hamnefjärden. Vid en kontroll i Misterhults skärgård 1995 konstaterades att ca 40% av ålarna där var bärare av *Anguillicola*. Parasiten tycks således nu vara etablerad utmed stora delar av Östersjökusten och etable-

ringen skulle med mycket stor sannolikhet ha ägt rum oberoende av förekomsten av kylvattenrecipienter. Någon påtaglig påverkan på ålens kvalitet eller kondition har inte kunnat avslöjas, men en lindrig anemi har påvisats hos starkt infekterade ålar.

Kallvattenarter i närrecipienten

Fisket med kustöversiktsnät i havsbandet vid Simpevarp fångade sammanlagt över nittiotusen fiskar under perioden 1990–1995. Strömningen dominerar starkt i detta fiske (85%).

Den totala förekomsten av olika sjukdomar var genomgående låg under hela perioden ($\leq 1\%$), mycket beroende på att strömningen är en art som visat sig lindrigt drabbad av för ögat synliga sjukdomar. Strömningen svarar dock för huvuddelen av observationerna 1990 och 1992, då förekomst av stenrom var förhållandevis vanlig. Detta tillstånd yttrar sig så att fisken får en deformerad och något uppsvälld buk och att man lätt kan känna de sjukligt hårda romsäckarna i bukhålan. Under hösten 1992 noterades att en hög andel av rötsimporna hade starkt grumlade ögonlinser, till följd av parasitering av en trematod, *Diplostomum* sp. Ögonskadorna registrerades detta år inte i den ordinarie sjukdomskontrollen, men genom stickprovtagning i fångsten konstaterades att 32% av simporna hade tydliga symptom på något av ögonen eller båda. Angreppen var så starka att de med stor sannolikhet orsakade blindhet. Andelen påverkade rötsimpor kulminerade 1993 (42%) och har därefter avtagit till 15% 1995. Fiskare har rapporterat riklig förekomst av blinda rötsimpor under samma period från exempelvis vattnen utanför Oskarshamn.

Hudsår har varit vanligast hos mört och flundra. Den genomsnittliga nivån för flundra uppgick till 3,3%, vilket är obetydligt högre än under 1980-talet (2,7%). Förekomsten av hudsår hos mört, 0,3% för perioden 1990–1995, var lägre än i Hamnefjärden, men något högre än nivån i skärgården under 1980-talet (0,2%).

Lymfocystis är mycket vanlig i Östersjön och drabbade under perioden 1982–1989 i genomsnitt 1,5% av flundrorna vid Simpevarp. Förekomsten under 1990-talet var mer än dubbelt så hög (3,8%) och kulminerade 1992 och 1993.

Fjärrecipienten

Abborre och mört dominerar fångsten i fjärrecipienten med i genomsnitt ca 75% av antalet fångade fiskar, som totalt uppgick till närmare sextiotusen för hela perioden 1990–1995.

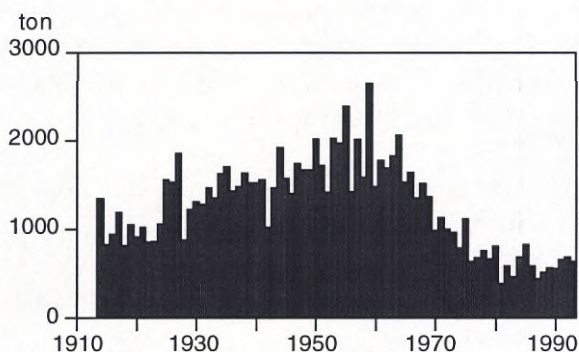
Andelen sjuka fiskar var genomgående lägre under den här redovisade perioden än under föregående decennium. Hudsår har här, liksom vid övriga fisken varit vanligast. Skelettdefekter var förhållandevis vanliga under 1990 och 1991 och utgjordes då främst av deformerade gällock hos abborre. Hudsår var det vanligaste symptomet hos sarv och björkna i början av 1990-talet och förekom då hos upp till 1,5% av fiskarna i fångsten. Den art som varit hårdast drabbad av hudsår är gäddan, med maximal förekomst av mer än 5% 1993. Hudsåren hos gädda var dock genomgående vanligare under 1980-talet.

Slutsatser om fisksjukdomar

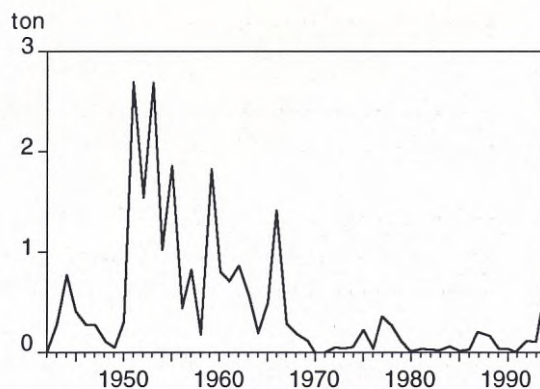
Ingenting i det material som analyserats och presenterats här tyder på att förekomsten av för ögat detekterbara fisksjukdomar har förändrats i den mest påverkade delen av kylvattenrecipienten för Oskarshamnsverket till följd av verkets drift. Vid den utvärdering som gjordes av sjukdomsläget under 1980-talet konstaterades att förekomsten av fisksjukdomar i Simpevarpsområdet inte avvek från för Östersjökusten normala förhållanden. Den parasitering av ögonen som konstaterats hos rötsimpa har rapporterats även från av kylvatten opåverkade områden. Den höga temperaturen i recipienten har med säkerhet bidragit till en snabbare etablering av simblåseparasiten *Anguillicola* hos ål, men etablering har konstaterats i motsvarande omfattning i opåverkade områden. Ett genomgående intryck av sjukdomskontrollen är att situationen i många fall har förändrats i positiv riktning under de senaste åren.

Analys av ålfiskets utveckling sedan början av 1970-talet

Ålfisket vid ostkusten, som i huvudsak är inriktat på blankål, har under de senaste tre decennierna gått kraftigt tillbaka (fig 19). Enligt officiell fiskeristatistik (SCB) har fångsten mer än halverats sedan början av sextiotalet. Etablerade rekryteringsmått, som exempelvis fångsten av uppvandrande gulål i Motala ström (fig 20), styrker antagandet att nedgången har orsakats av en kraftigt minskad rekrytering av ål till Östersjöbäckenet. Det är emellertid både möjligt och önskvärt att vid sidan av den officiella fångststatistiken studera ålfiskets utveckling under de senaste decennierna utifrån den enskilde fiskarens fångstresultat och sätta detta i relation till kylvattenutsläppet vid Simpevarp. Ett skiftande antal ålfiskare har för Kustlaboratoriets räkning journalfört sina fångster vid tre olika lokaler vid ostkusten; Dragskär, Marsö och Kvädöfjärden (fig 21, Thoresson 1976, 1992). Dragskär och Marsö representerar fiskeplatser som skulle indirekt kunna påverkas av kylvattenutsläppet vid Simpevarp, medan Kvädöfjärden är ett referensområde. Tack vare förtroendefullt samarbete och fasta rutiner har ett mycket omfattande och tillförlitligt material samlats in under årens lopp. Detta material ger möjlighet till att utgående från dagliga observationer analysera ålfiskets utveckling under mer än tjuugo år. Det är därmed möjligt att jämföra



Figur 19. Ålfångster i Östersjön (inklusive Öresund) mellan 1912 och 1994 (SCB).



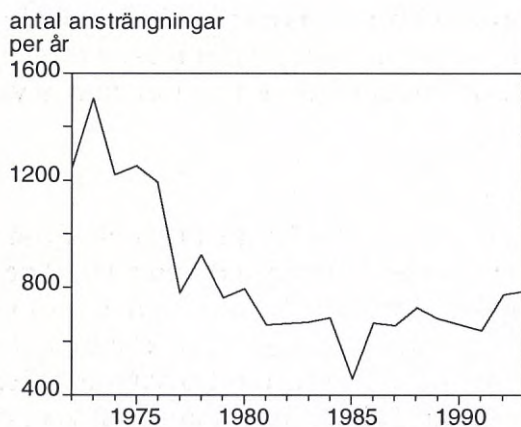
Figur 20. Fångst av uppvandrande gulål (ton) i Motala ström mellan 1942 och 1994.



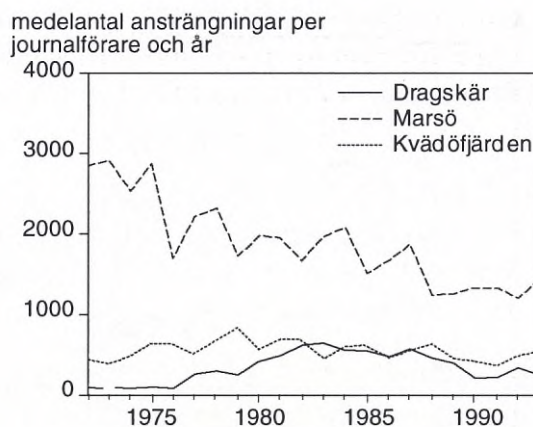
Figur 21. Journalföringslokaler i Östersjön samt provtagningslokaler för åldersbestämning av ål.

det totala ålfiskets utveckling i Östersjön med den enskilde ålfiskarens och huruvida dessa sammanfaller.

Undersökningen grundar sig på journalföringar av blankålsfångster i ålbottengarn, ålflytgarn med gård och ålflytgarn utan gård mellan 1972 och 1993. Måttet "antal ålar/ansträngning" har använts i analysen av ålfiskets utveckling, eftersom antal bättre avspeglar ålbeståndets utveckling än vikt/ansträngning, då blankålens medelvikt tenderar att öka i Östersjön (Westerberg 1996). Data har dessutom analyserats rörande blankålens ålder och storlek vid några Östersjölokaler (Svedäng *et al.* 1996).



Figur 22a. Medelantal ansträngningar per journalförare för ålbottengarn mellan 1972 och 1993.



Figur 22b. Medelantal ansträngningar per journalförare för ålflytgarn med gård mellan 1972 och 1993.

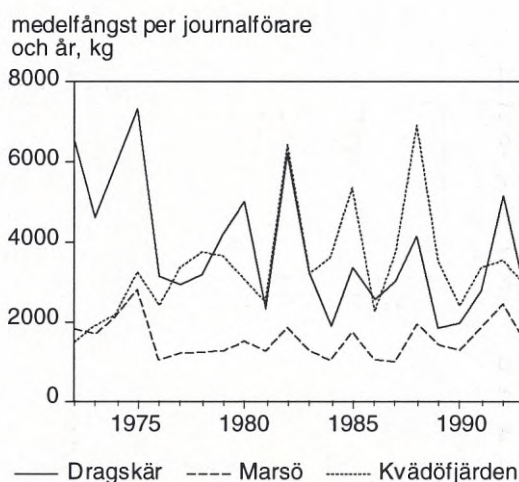
Ålfiskets omfattning

Antalet journalförare minskade från 5 till 2 st vid Kvädöfjärden mellan 1972 och 1993. Vid Marsö var antalet oförändrat (3 st) t o m 1987, varefter en fiskare föll bort. I Dragskär har fisket hela tiden bedrivits av ett och samma fiskeföretag. Ålbottengarn har endast utnyttjats vid Dragskär (fig 22a). Antalet ansträngningar har sedan början av 1970-talet mer än halverats. Däremot ökade antalet ansträngningar med ålflytgarn med gård vid Dragskär något under senare delen av sjuttioalet, för att därefter åter minska. Medelantalet ansträngningar med ålflytgarn med gård per journalförare har också minskat markant vid Marsö, medan antalet ansträngningar vid Kvädöfjärden har varit relativt konstanta (fig 22b).

Ålfiskets utveckling

Fiskets årliga utfall per journalförare vid de tre lokalerna visar på en likartad, närmast cyklisk, variation med återkommande goda fångster ungefär vart tredje till vart fjärde år (fig 23). Sett över hela tidsperioden har fiskets fångstresultat (färskvikt), räknat per journalförare och år, minskat vid Dragskär, medan den ökat något vid Kvädöfjärden. Vid Marsö har fångsten varit oförändrad.

Vid Dragskär har medelantalet fångade ålar per ansträngning i ålbottengarn varit fallande, trots en tendens till ökade fångster under senare år (fig. 24a, $r^2=-0,25$; $p=0,018$). Ingen statistisk säkerställd förändring av medelantalet fångade ålar per ansträngning kunde noteras för ålflytgarn med gård

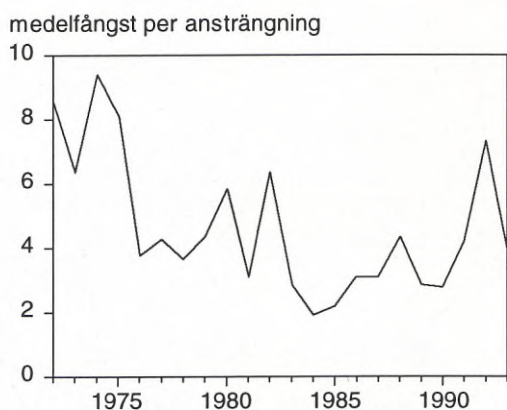


Figur 23. Medelfångst (kg) av blankål per journalförare och år mellan 1972 och 1993 baserat på fångst i vissa typer av redskap. (Dragskär: ålflytgarn med gård och ålbottengarn. Marsö: ålflytgarn med gård. Kvädöfjärden: ålflytgarn med respektive utan gård).

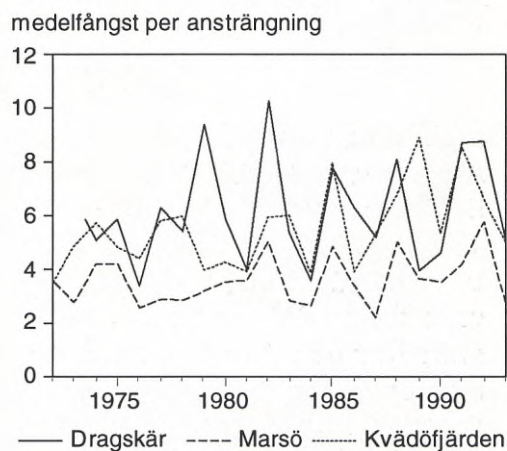
vid Dragskär eller Marsö, medan en ökning kan noteras vid Kvädöfjärden (fig 24b). Det kan också noteras att skillnaderna i fångst per ansträngning är betydande mellan lokalerna, dvs att det bästa utbytet har erhållits vid Dragskär och Kvädöfjärden.

Fångstens fördelning under fiskesäsongen

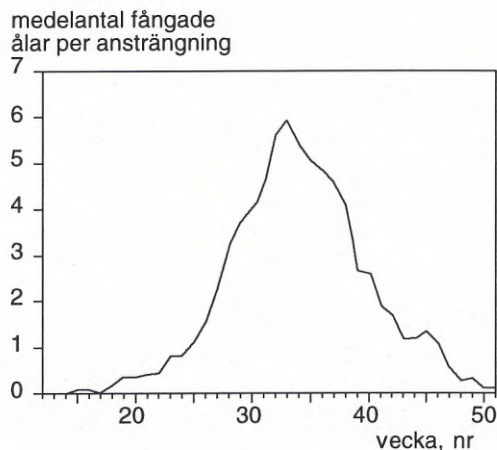
Den genomsnittliga fångsten per ansträngning, beräknat på veckobasis, för ålbottengarn (fig 25a) och ålflytgarn med gård (fig 25b) mellan 1972 och 1993 uppvisar ett likartat mönster vid alla lokaler. I ålbottengarn, liksom i ålflytgarn, tas de bästa fångsterna mellan vecka 31 och 34, d v s under augusti. Säsongsvariationen var mindre vid Marsö än vid övriga lokaler. Det kunde också konstateras att ålfisket vid Kvädöfjärden låg ca 2 veckor före i tiden jämfört med det mer sydligt belägna Dragskär.



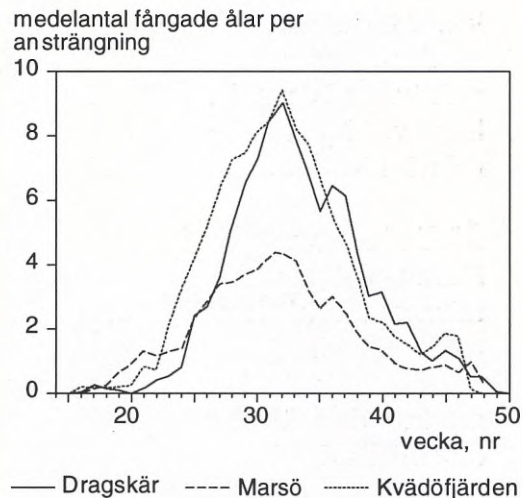
Figur 24a. Oviktat medelvärde av antal fångade blankålar per ansträngning i ålbottengarn vid Dragskär mellan 1972 och 1993.



Figur 24b. Oviktat medelvärde av antal fångade blankålar per ansträngning i ålflytgarn med gård mellan 1972 och 1993 (beräknat på ett varierande antal journalförare inom varje lokal).

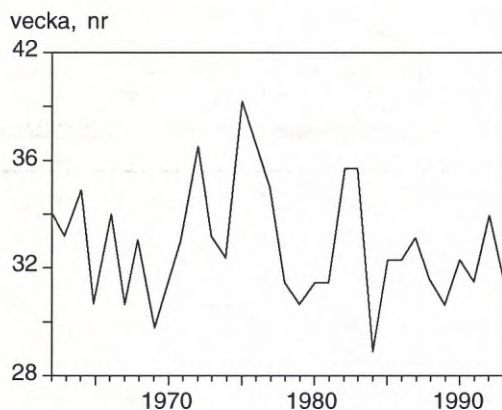


Figur 25a. Veckomedeltal av antalet fångade ålar per ansträngning i ålbottengarn vid Dragskär.

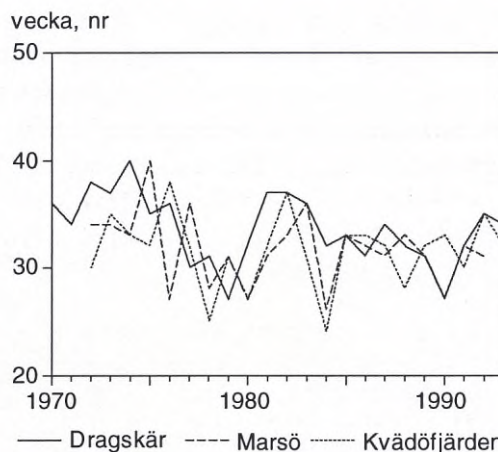


Figur 25b. Veckomedeltal av antalet fångade ålar per ansträngning i ålflytgarn med gård.

Eventuella förändringar i fångstens fördelning under året studerades genom att jämföra den vecka på året då medelfångsten per ansträngning var som störst (bottengarn: fig 26a; ålflytgarn: fig 26b). Ingen säsongmässig förändring kunde konstateras förutom en viss förskjutning mot ett tidigare maximum vid Dragskär i ålflytgarn.



Figur 26a. Vecka med det största medelantalet ålar per ansträngning i ålbottengarn mellan 1970 och 1993.



Figur 26b. Vecka med det största medelantalet ålar per ansträngning i ålflytgarn med gård mellan 1970 och 1993.

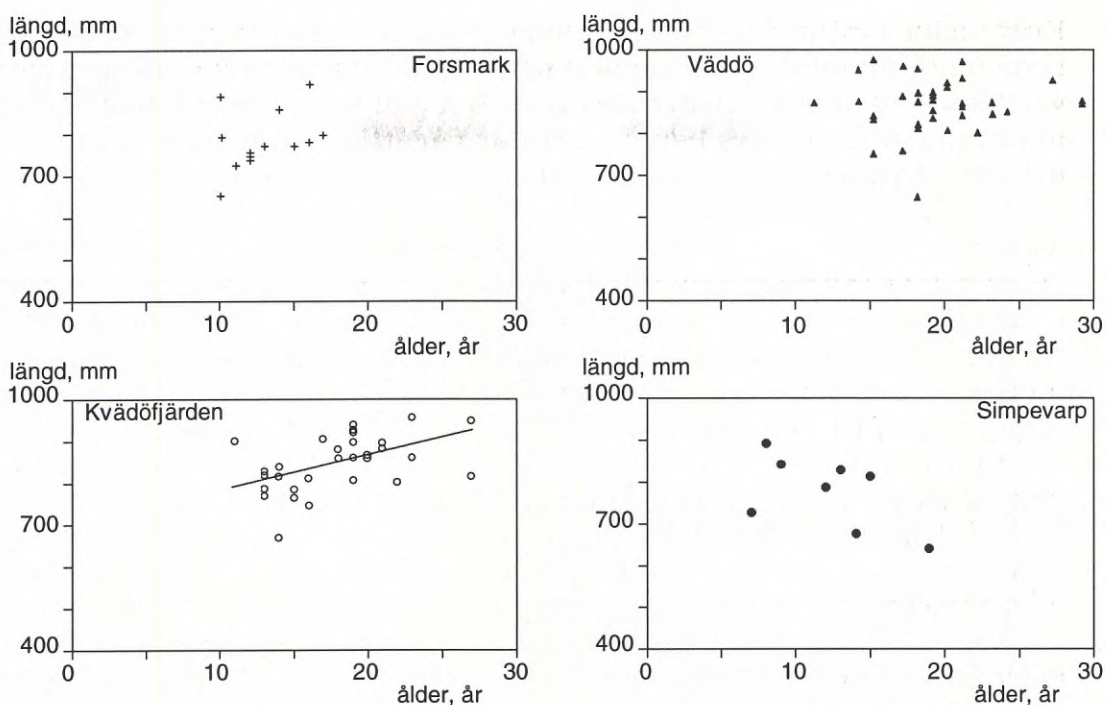
Blankålens ålder

Undersökta blankålar var i stort sett genomgående av grov storlek och hög ålder (18–19 år i medeltal) i de av kylvatten opåverkade Östersjölokalerna Väddö och Kvädöfjärden (tabell 3, fig 27; från Svedäng *et al.* 1996). Det kan dock noteras att spridningen i blankålens ålder är betydande.

Tabell 3. Blankålens ålder, längd (mm) och somatisk vikt (g) vid de olika lokalerna. Medel, standard deviation, minimum och maximum värden och antalet observationer (n) (Från Svedäng *et al.* 1996).

Lokal	Medel	Stand. av.	Min-Max	n
Ålder				
Forsmark	13	2,5	10–17	13
Väddö	19	3,9	11–29	36
Kvädöfjärden	18	4,1	11–27	29
Simpevarp	12	4,0	7–19	8
Längd				
Forsmark	782	71	648–916	13
Väddö	868	64	647–1007	78
Kvädöfjärden	833	61	665–957	62
Simpevarp	797	84	639–1013	45
Somatisk vikt				
Forsmark	827	233	472–1188	13
Väddö	1242	244	747–1866	73
Kvädöfjärden	1068	265	555–1654	62
Simpevarp	904	290	438–1564	45

Den blankål som fångades i kylvattenrecipienterna vid Simpevarp och Forsmark var såväl av mindre storlek som 6–7 år yngre än de som fångades i opåverkade områden, vilket indikerar att den högre temperaturen och därmed förhöjda tillväxthastigheten vid dessa områden har påskyndat



Figur 27. Relation mellan ålder och storlek hos blankål från olika östersjölokaler (från Svedäng et al. 1996).

könsmodningsprocessen. Tillväxthastigheten var dessutom den faktor som förklarade merparten av variationen i ålder vid metamorfos (övergång från stationärt gulålsstadium till vandrande blankål) såväl inom lokalerna som mellan dessa, d v s ju snabbare längdtillväxt, desto tidigare metamorfos (kovariansanalys; $r^2=0,90$; $p<0,001$).

Diskussion

Fiskets årliga utfall har minskat något vid Dragskär, medan den är oförändrad vid Marsö och Kvädöfjärden. Det kan därmed konstateras att fångstnivån har kunnat hållas relativt oförändrat vid alla studerade lokaler, trots den nedgång som ålfisket har genomgått vid ostkusten sedan sextio-talet (SCB, Westerberg 1996). Endast för ålbottengarn vid Dragskär har fångsten per ansträngning minskat under den studerade perioden, medan fångsten per ansträngning för ålflytgarn har varit oförändrad. Nedgången för ålbottengarn vid Dragskär är koncentrerad till 70-talets senare hälft. Denna nedgång sammanfaller med ett utökad fiske med ålflytgarn i området under samma tidsperiod. Det kan också påpekas att ålbottengarn till skillnad från ålflytgarn framförallt är placerade inomskärs p g a en större väderkänslighet. De kommer därmed att i större utsträckning fiska på lokalt uppväxande ål jämfört med ålflytgarn; de senare är i högre grad inriktade på att i ytterskärgården fånga förbipasserande blankålar på väg söderut mot Öresund. Det är därför sannolikt att den noterade nedgången för just ålbottengarn beror på en "skugg- eller utspädningseffekt", som kan ha orsakats av omläggningen av fisket mot en större satsning på flytgarn. Fångstutvecklingen för de senare var snarast den motsatta under 1970-talet. Efter det att ansträngningsnivån stabiliserats mot slutet av 1970-talet saknas signifikanta trender för ålbottengarnen.

En förklaring till att fisket inte har försämrats för de kvarvarande ålfiskarena i lika hög grad som den officiella statistiken förutskickar kan vara en totalt sett minskad fiskeintensitet vid ostkusten (jmf Westerberg 1996). Gulålsutsättningar av en viss betydenhet har pågått sedan början av åttiotalet och kan i någon mån förklara att fångsterna har kunnat hållas uppe lokalt. Det är också möjligt att den bild av en kraftigt vikande rekrytering som ges av olika typer av invandringsindex, som exempelvis uppvandringen av gulål i Motala ström, inte till fullo avspeglar populationens storlek i Östersjön. Om tätheten av ål minskar i Östersjöbäcknet, kan det tänkas att effekten blir starkast i de perifera delarna av ålens utbredningsområde, medan tätheten fortfarande är tillräckligt hög i själva Östersjön för att där upprätthålla ett lönsamt fiske.

Fångstens fördelning under säsongen hade ett likartat mönster vid alla lokaler, bl a erhöles de största fångsterna under augusti. Det kunde också konstateras att ålfisket var i gång ca två veckor tidigare vid Kvädöfjärden jämfört med fisket vid det mer sydligt belägna Dragskär. Detta förhållande antyder att blankål, som kommer från nordligt belägna uppväxtområden, fortfarande är av betydelse för fisket i området (jmf Osc. Nordquist och Alm 1920, Määr 1947).

Blankålen från Vaddö och Kvädöfjärden hade en betydligt högre medelålder än de som fångades i de kylvattenpåverkade områdena. Då åldern vid metamorfos från gulål till blankål är omvänt proportionellt till tillväxthastigheten i Östersjön i likhet med andra undersökta lokaler, antyder detta att tillväxten varit snabbare med tidigare könsmognad som följd i de kylvattenpåverkade områdena vid Simpevarp och Forsmark (Svedäng *et al.* 1996).

BOTTENFAUNA

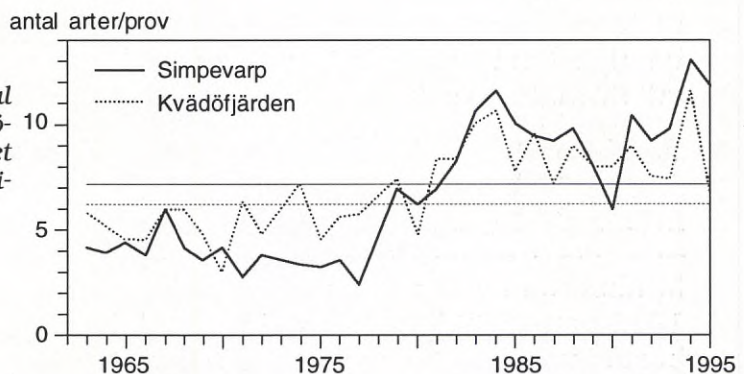
Mjukbottenfaunan i Hamnefjärden undersöktes på höstarna mellan åren 1972 och 1986 (Mo 1990). Faunan i den inre delen av fjärden visade sig bestå av ganska få arter och de djur som återfanns var sådana arter som tål låga syrehalter eller ofta koloniserar tidigare utslagna bottenar. Detta tyder på att bottenarna i denna del av Hamnefjärden återkommande drabbades av syrebrist. Detta orsakas av att det varma kylvattnet ger ökad näringstillförsel till fjärden och av att syreatgången ökar vid nedbrytningen. I den yttre delen av fjärden där det strömmande vattnet är välventilerat uppträder ingen syrebrist. Det varmare och näringsrikare kylvattnet gynnade etableringen av vissa arter medan andra missgynnades, men faunan här blev både art- och individrikare än tidigare. Under den senaste femårsperioden utfördes inga ytterligare undersökningar av bottenfaunan i Hamnefjärden.

Utanför Hamnefjärden är påverkansområdet, dvs området som vid olika tillfällen berörs av kylvattenplymer med minst 1°C övertemperatur, ca 15 km². Kylvattenplymens utbredning beror av strömmarna i området som är mestadels sydliga. Detta förorsakar temperaturpåslag i ytvattnet på båda provtagningslokalerna i Simpevarpsområdet, men däremot berörs normalt inte bottenarna.

Kustområdet utanför Simpevarp är exponerat för vind och vågor. En zon med 10–20 m djup sträcker sig flera kilometer ut från kusten. Bottentopografin är heterogen och sedimenten består av sand, grus eller sten. Här finns två provtagningsstationer. Station 22 (22–24 m), är belägen strax söder om Hamnefjärdens mynning (figur 1) och bottensedimentet består av hårt packad finsand med inslag av detritus. På lokalen i norr, station 23 (17 m), är bottensedimentet mer heterogent och består av finsand med inslag av detritus samt grus och sten. Referensundersökningar på likartade stationer utförs i Kvädöfjärden (figur 1). På dessa stationer har undersökningar utförts sedan 1962. To m 1990 togs prover både vår och höst, men därefter endast på vårarna. Från provtagningsarnas början artbestämdes och räknades samtliga i proverna ingående djur efter att proverna sållats genom ett såll med 1 mm:s maskvidd. Från och med 1984 mättes dessutom de olika arternas biomassor (alkoholvåtvikt).

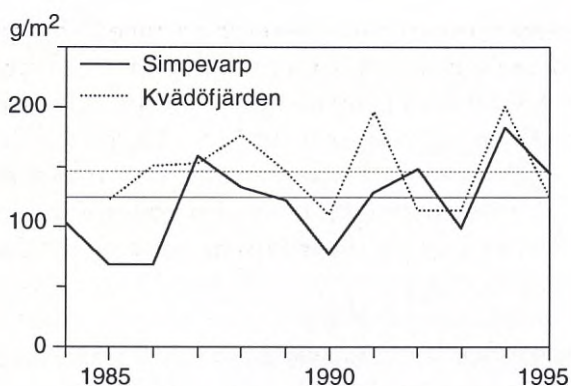
På den norra lokalen i Simpevarp (station 23) är faunan, liksom bottensedimentet, heterogen och varierar mellan åren. Artantalen var högre under hela 1980- och 1990-talen än under 1960- och 1970-talen (figur 28). Från slutet av 1970-talet skedde en kraftig artökning fram till 1984, men minskade därefter fram till 1990. Den senaste femårsperioden skedde återigen en ökning av antalet arter till de högsta någonsin uppmätta värdena 1994 och 1995.

Figur 28. Artantal i Simpevarp (lokal 23, 17 m) och referensområdet i Kvädöfjärden (JM 6, 17 m). Medianvärdet för respektive serie inlagd som horisontell linje.

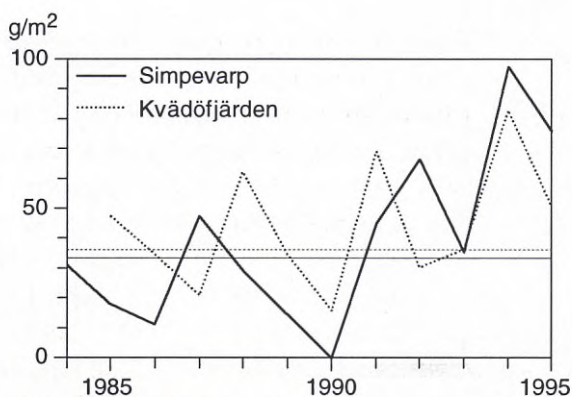


Vid provtagningsarna på referenslokalen i Kvädöfjärden erhöles en likartad trend med högre artantal under 1980- och 1990-talet än under de två föregående dekaderna. Även här skedde den kraftigaste artökningen från slutet på 1970-talet till 1984, för att därefter minska något. Liksom i Simpevarpsområdet noterades flest arter 1994. Vissa avvikelser fanns dock. I Simpevarpsområdet var artökningen mellan 1970- och 1980-talet större och variationerna mellan år var större än i referensområdet. De senaste tio åren fanns fler arter i Simpevarpsområdet alla år utom 1990. I referensområdet skedde en relativt kraftig minskning i artantal mellan 1994 och 1995, medan antalet låg kvar på en hög nivå i Simpevarpsområdet.

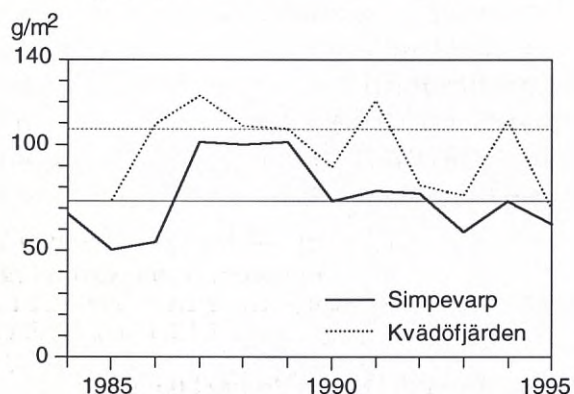
Inga tydliga trender kan ses i biomassemåtten i de olika områdena (figur 29). Biomassorna har varit genomgående något högre i referensområdet, men variationerna mellan år var likartade. Biomassornas fluktuationer berodde på variationer i förekomst av blåmusslor (*Mytilus edulis*, figur 30) och östersjömusslor (*Macoma balthica*, figur 31). De höga biomassorna i



Figur 29. Total biomassa i Simpevarp (lokal 23, 17 m) och referensområdet i Kvädöfjärden (JM 6, 17 m). Medianvärdet för respektive serie inlagd som horisontell linje.



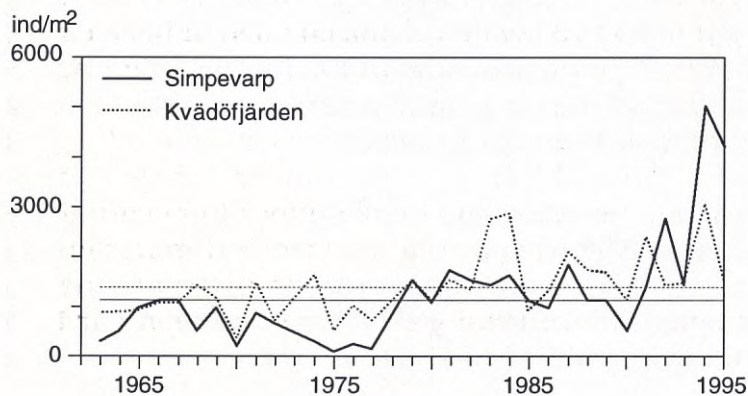
Figur 30. Biomassa av blåmusslor i Simpevarp (lokal 23, 17 m) och referensområdet i Kvädöfjärden (JM 6, 17 m). Medianvärdet för respektive serie inlagd som horisontell linje.



Figur 31. Biomassa av östersjömusslor i Simpevarp (lokal 23, 17 m) och referensområdet i Kvädöfjärden (JM 6, 17 m). Medianvärdet för respektive serie inlagd som horisontell linje.

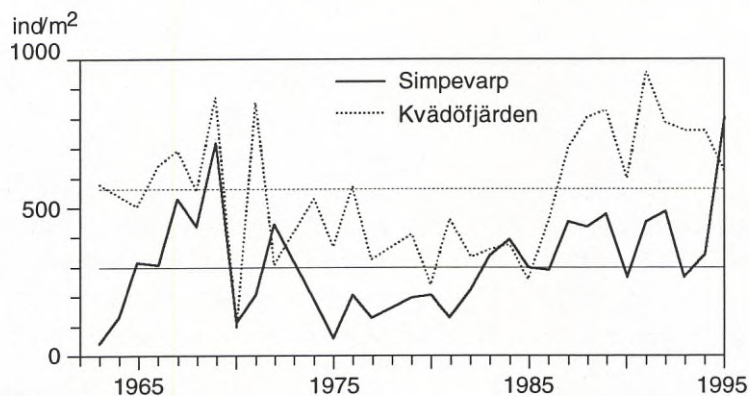
Simpevarpsområdet 1987 berodde på ökade biomassor hos båda musselarterna, men blåmusslorna minskade därefter fram till 1990, följt av en kraftig ökning fram till 1994–95. Biomassan av östersjömusslor varierade inte lika kraftigt. Efter ett maximum 1987–1989 finns en tendens till minskning i båda områdena. Biomassorna hos blåmusslor ökade i JM 1988, d v s ett år senare än i Simpevarpsområdet, och minskade fram till 1990. Även här uppmättes de högsta biomassorna 1994.

Antal individer i proverna var, liksom artantalen, högre under 1980- och 1990-talen än tidigare både i Simpevarps- och referensområdet (figur 32). Efter en minskning 1990 ökade de till jämförelsevis mycket höga värden 1994 och i Simpevarpsområdet även 1995. Under 90-talets första hälft har tätthetsökningen varit mycket kraftig i Simpevarpsområdet, medan det bara finns en svag tendens till ökning i referensområdet.

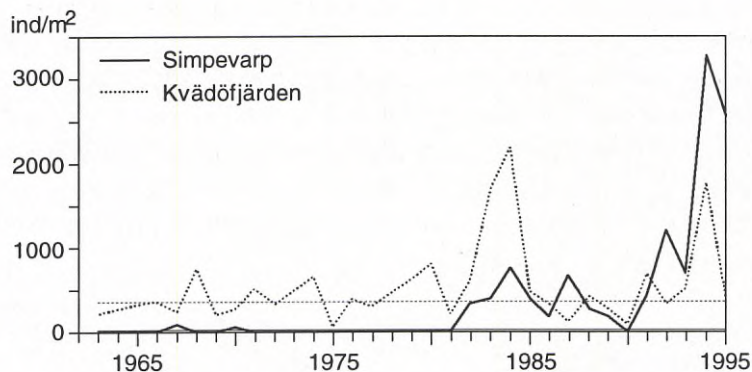


Figur 32. Total individtätthet i Simpevarp (lokal 23, 17 m) och referensområdet i Kvädöfjärden (JM 6, 17 m). Medianvärdet för respektive serie inlagd som horisontell linje.

Även gällande individantalen dominerade mestadels de båda musselarterna. I Simpevarpsområdet var östersjömusslorna vanligast 1990 och 1991 och fortsatte vara talrikare än normalt perioden efteråt och speciellt 1995 då ett stort antal unga individer tillkom (figur 33). Blåmusslorna ökade i antal och dominerade faunan 1992–1995 (figur 34). De var speciellt talrika de två senaste åren. I referensområdet dominerade östersjömusslorna faunan samtliga år utom 1994, då blåmusslorna var betydligt talrikare än vanligt.



Figur 33. Individtäthet av östersjömusslor i Simpevarp (lokal 23, 17 m) och referensområdet i Kvädöfjärden (JM6, 17 m). Medianvärdet för respektive serie inlagd som horisontell linje.

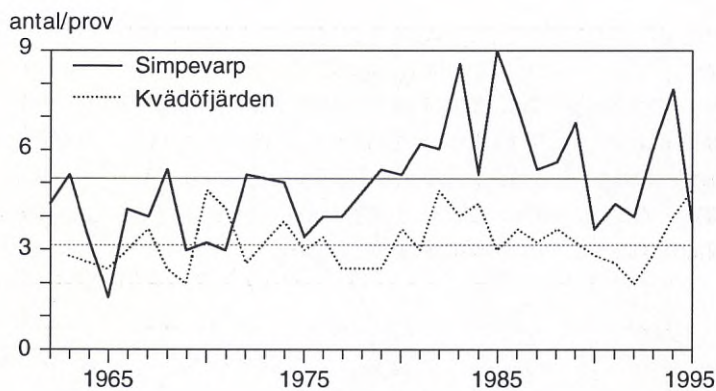


Figur 34. Individtäthet av blåmusslor i Simpevarp (lokal 23, 17 m) och referensområdet i Kvädöfjärden (JM6, 17 m). Medianvärdet för respektive serie inlagd som horisontell linje.

Av övriga arter förekom havsborstmaskarna *Pygospio elegans* och *Nereis diversicolor* samt tusensnäckorna *Hydrobia ulvae* och *H. ventrosa* i högre antal än vanligt under den senaste femårsperioden, medan havsborstmasken *Harmothoe sarsi* och vitmärlorna (*Monoporeia affinis*) var färre än under större delen av 1980-talet. I referensområdet var tendensen likartad för tusensnäckorna, som var fler än vanligt samt *H. sarsi* och vitmärlorna, som var färre än vanligt.

Eftersom kylvattenplymens utbredning beror av strömmarna i området och mestadels är sydgående berörs oftare den sydligare provtagningslokalen av temperaturpåslag i de övre vattenlagren. (station 22). Lokalen är belägen nära intaget till kraftverkets tredje block, som togs i drift 1985 och är beläget på 18 m djup.

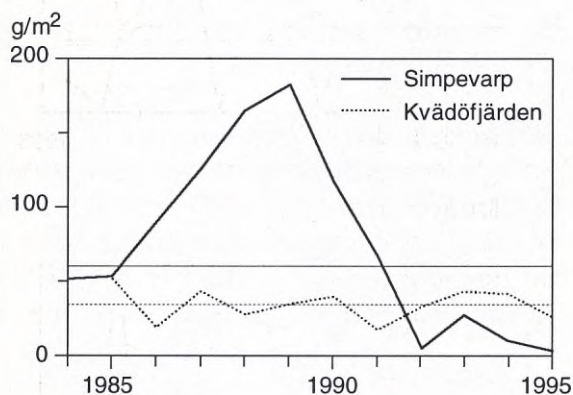
Variationerna i genomsnittligt artantal per prov var under 1960- och 1970-talen små mellan åren och ganska lika om man jämför Simpevarps- och referensområdet (figur 35). I Simpevarpsområdet skedde därefter en artökning och artantalen var därefter betydligt högre än på motsvarande lokal i referensområdet samtliga år utom 1995. Variationerna mellan år i referensområdet var små jämfört med i Simpevarpsområdet.



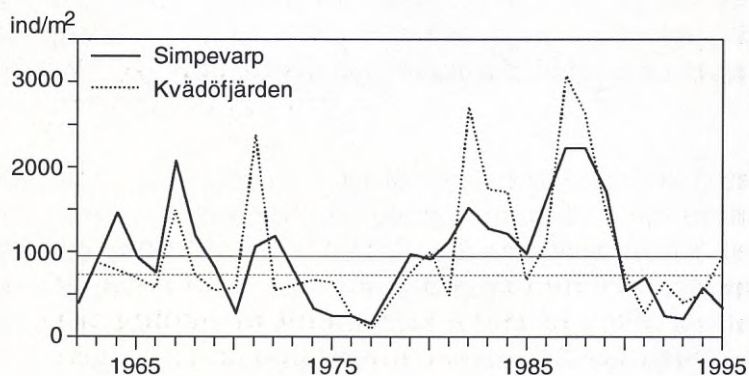
Figur 35. Artantal i Simpevarp (lokal 22, 22–24 m) och i referensområdet i Kvädöfjärden (JM6, 24 m). Medianvärdet för respektive serie inlagd som horisontell linje.

Biomassan dominerades av östersjömusslor och ökade i Simpevarpsområdet kraftigt mellan åren 1985 och 1989, men minskade därefter drastiskt och var 1992 till 1995 synnerligen låg (figur 36). I referensområdet fanns ingen likhet med dessa kraftiga variationer. Biomassorna var visserligen något lägre åren 1986 och 1991, men varierade annars inte mycket mellan åren.

Variationerna i de totala individantalen var mycket likartade mellan områdena (figur 37) och berodde främst på fluktuationer hos vitmärlor (figur 38). De blev färre under större delen av 1970-talet än under 1960-talet, och ökade därefter till mycket höga tätheter under 1980-talet. Från de maximala värdena 1987 minskade de åter till mycket låga individantal 1990 och förekom från och med 1991 endast i ett fåtal exemplar eller inte alls i proverna. Detta skedde både i Simpevarps- och referensområdet och var en generell trend efter kusten.

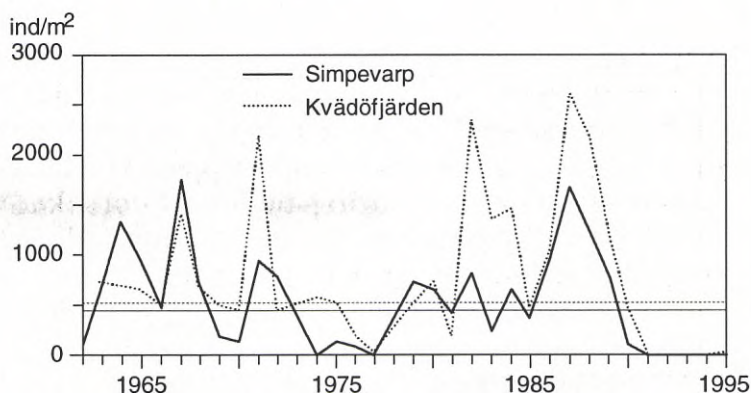


Figur 36. Total biomassa i Simpevarp (lokal 22, 22–24 m) och i referensområdet i Kvädöfjärden (JM6, 24 m). Medianvärdet för respektive serie inlagd som horisontell linje.



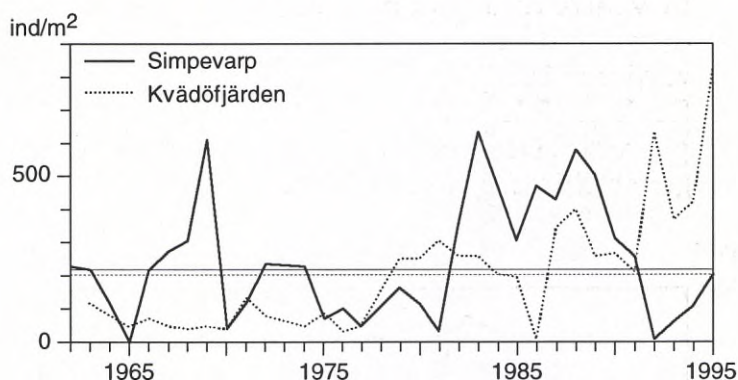
Figur 37. Total individtäthet i Simpevarp (lokal 22, 22–24 m) och i referensområdet i Kvädöfjärden (JM6, 24 m). Medianvärdet för respektive serie inlagd som horisontell linje.

Figur 38. Individtäthet av vitmärlor i Simpevarp (lokal 22, 22–24 m) och i referensområdet i Kvädöfjärden (JM 6, 24 m). Medianvärdet för respektive serie inlagd som horisontell linje.

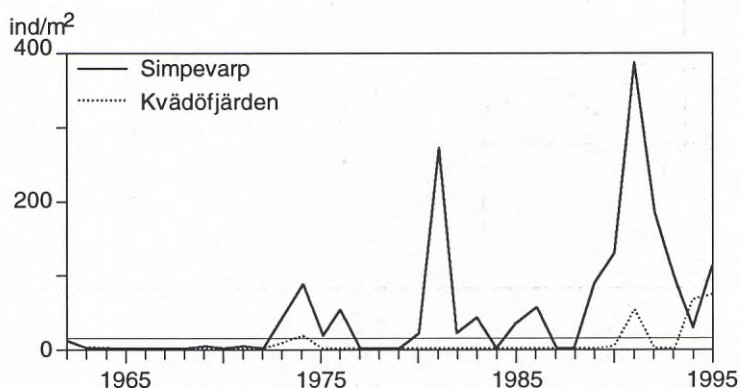


I Simpevarpsområdet blev dock även östersjömusslorna färre 1990 och fanns i enbart enstaka exemplar 1992, medan de i referensområdet ökade i antal t o m 1995 (figur 39). Faunan visade 1992 tydliga tecken på att syrehalterna vid botten på stationen i Simpevarpsområdet varit låga. Förutom fjädermyggslarven *Chironomus halophilus*, som är känd för att tåla låga syrehalter, förekom endast enstaka exemplar av andra arter i proverna (figur 40). De påföljande åren var faunan något art- och individrikare, men de djur som förekom var mestadels småvuxna och inga fleråriga exemplar fanns, vilket visade att återkommande syrebrister måste ha förelegat de senaste åren.

Figur 39. Individtäthet av östersjömusslor i Simpevarp (lokal 22, 22–24 m) och i referensområdet i Kvädöfjärden (JM 6, 24 m). Medianvärdet för respektive serie inlagd som horisontell linje.



Figur 40. Individtäthet av fjädermyggor i Simpevarp (lokal 22, 22–24 m) och i referensområdet i Kvädöfjärden (JM 6, 24 m). Medianvärdet för respektive serie inlagd som horisontell linje.



Sammanfattningsvis var de förändringar som skedde på bottenarna på den nordligare lokalen mycket likartade dem i referensområdet. Ökningen av den filtrerande blåmusslan som skedde 1990–1994 samt artökningen i början av 1980-talet var dock större i Simpevarpsområdet och kan möjligen

förklaras av att det strömmande och näringsrikare vattnet gynnat bottenfaunan. På den sydligare belägna lokalen, som oftare påverkas av kylvattenplymen, var de biomasseökningar som skedde från 1985 till 1989 samt de återkommande syrebrister som uppstod på lokalen under 1990-talet troligen ett resultat av ökad näringstillförsel förorsakad av kylvattenplymen. Denna lokal är dessutom belägen nära intaget till Oskarshamns tredje aggregat och huruvida lokalen kan ha påverkats ytterligare av ändrade strömförhållanden i området är oklart.

Litteratur

- Andersson, J., 1991. Biologisk recipientkontroll vid Oskarshamnsverket. Årsrapport för 1990. Statens Naturvårdsverk, Kustlaboratoriet. Opublicerad 15 s.
- Andersson, J., 1992. Biologisk recipientkontroll vid Oskarshamnsverket. Årsrapport. Fiskeriverket, Kustrapport 1992:**3** 14 s.
- 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. och Karås, P. 1990. Effects of cooling-water discharges on spring-spawning Baltic herring (*Clupea harengus* L.). Statens Naturvårdsverk. Manuskript.
- Andersson J., Sandström, O. and Hansen, H., 1991. Elver (*Anguilla anguilla* L.) stockings in a Swedish thermal effluent – recaptures, growth and body condition. J. Appl. Ichtyol. **7**, pp. 78–89.
- Anon., 1995. Report of the working group on the assessment of demersal and pelagic stocks in the Baltic. ICES, C.M. 1995/Assess:18
- Böhling, P., Hudd. R., Karås, P., Lehtonen, H., Neuman, E. and Thoresson, G., 1991. Variations in year-class strength of different perch (*Perca fluviatilis*) stocks in the Baltic Sea with special reference to temperature and pollution. Can. J. Fish. Aquat. Sci. **48**: 1181–1187.
- Grimås, U. och Neuman, E. 1979. Biologiska och radioekologiska undersökningar vid Oskarshamns kärnkraftverk, Simpevarp, 1962–1978. Sammanfattning. Statens Naturvårdsverk, SNV PM **1173**. 20 s.
- 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.
- Karås, P., 1987. Food consumption, growth and recruitment in perch (*Perca fluviatilis* L.). Doktorsavhandling vid Uppsala Universitet. 129s.
- 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. 1990. Mjukbottenfaunan i Simpevarpsområdet 1983–1989. Statens Naturvårdsverk, SNV Rapport **3786**.
- Määr, A. 1947. über die Aalwanderung im Baltischen Meer auf Grund der Wanderaalmarkierungsversuche im Finnischen and Livischen Meerbusen i. d. J. 1937–1939. Medde. Stat. Unders. Försöksanst. Sötvattenfisket **27**, 1–56.
- Neuman, 1974. Temperaturens inverkan på abborrens (*Perca fluviatilis* L.) tillväxt och årsklasstorlek i några Östersjöskärgårdar. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm **2**. 104 p.
- Neuman, E., 1979. Catch/temperature relationship in fish species in a brackish heated effluent. Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm **58**: 88–106.
- Neuman, E., 1983. Thermal discharge and fish fauna in Sweden. Wat. Sci. Tech. **15**.
- Neuman, E. & Andersson, J., 1990. Naturvårdsverkets biologiska undersökningar utanför Oskarshamnsverket under 1980-talet. Statens Naturvårdsverk, SNV Rapport **3780**.
- Osc. Nordqvist och Alm, G. 1920. Undersökningar om ålens ålder, storlek och tillväxthastighet i Sverige. Svensk Hydr. Biol. Komm. Skrifter 10. 16 s. SCB, Statistiska centralbyrån. Fiske. Statistiska meddelanden 1912–1994.
- Sjöblom, V., 1961. Wanderungen des Strömlings (*Clupea harengus* L.) in einigen Schären- und Hochseegebieten der nördlichen Ostsee. Ann. Zool. Soc. "Vanamo", **23**, 193 p.
- Svedäng, H., Neuman, E. och Wickström, H. 1996. Maturation patterns in female European eel: age and size at the silver eel stage. Journal of Fish Biology **48**, 342–351.
- Svedäng, H. The development of the eel (*Anguilla anguilla* (L.)) stock in the Baltic Sea: an analysis of catch and recruitment statistics. (Manuskript. Sämt för granskning till Bulletin of Sea Fisheries Institute).
- Svärdson, G., 1961. Ingen effekt av sikodlingen i Kalmarsund. Svensk Fiskeri Tidskrift **70**: 23–26.
- Thoresson, G. 1976. Projekthandbok för fältundersökningar. Statens naturvårdsverk. Öregrund, december 1976.
- Thoresson, G., 1992a. Handbok för kustundersökningar. Metodbeskrivningar. Fiskeriverket, Kustrapport 1992:**1**.
- Thoresson, G. 1992b. Handbok för kustundersökningar. Recipientkontroll. Kustrapport 1992:**4**. 88 s.
- Thulin J., Andersson, J. and Höglund, J. 1990. Fish diseases in a thermal discharge area in the Baltic. Statens Naturvårdsverk. Manuskript.
- Westerberg, H. 1996. Fiskeritutredning Stora Papyrus Nymölla: Ålundersökningar. Kustlaboratoriet, Göteborg. Rapport 96–03–31.



▲ Referensområden ● Recipientundersökningar