



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.





FISKREKRYTERING I BOTTNISKA VIKEN

Peter Karås

Fiskrekrytering i Bottniska viken.

***Peter Karås
Fiskeriverket
Kustlaboratoriet
Box 584
740 71 Öregrund***

Innehåll

<i>SUMMARY</i>	<i>3</i>
<i>SAMMANFATTNING</i>	<i>4</i>
<i>BAKGRUND</i>	<i>5</i>
<i>INLEDNING</i>	<i>7</i>
<i>REKRYTERINGSSTUDIER</i>	<i>8</i>
<i>Kvalitetsfaktorer</i>	<i>8</i>
<i>Utbredningsfaktorer</i>	<i>16</i>
<i>MILJÖSTÖRNINGAR</i>	<i>24</i>
<i>SLUTSATSER</i>	<i>24</i>
<i>REFERENSER</i>	<i>26</i>

Beställningsadress:

Fiskeriverket
Kustlaboratoriet
Box 584
740 71 Öregrund

ERKÄNNANDEN

Studien har finansierats av forskningsbidrag från Statens naturvårdsverk, nr 5312129—9 och av Vattenfall, OKG AB, Sydkraft AB samt Imatran Voima OY.

Kustrapport 1993:4
Februari 1993
ISSN: 1102 — 5670

SUMMARY

Fish recruitment in the Gulf of Bothnia.

Peter Karås.

National Board of Fisheries

Institute of Coastal Research

P.O. Box 584

S-740 71 Öregrund, Sweden

1. The combined effect of reproductive strategy and environmental factors on the recruitment process is discussed for the most important Baltic fish species.
2. A recruitment model primarily based on growth-related mortality during the first year of life was developed for perch (*Perca fluviatilis* L.). Since growth was in general not food-limited the main factors influencing recruitment were temperature and day-length related. The model predicts growth and variations in year-class strength in the Gulf of Bothnia populations. The recruitment in most other species with similar temperature preferences inhabiting the region, known as warm-water species, was similarly considered to be governed by the abiotic factors.
3. The recruitment of several autumn and winter spawning fish in the Gulf of Bothnia, species which have relatively low temperature preferences, is greatly influenced by the abiotic conditions during the first winter. To model recruitment for these species winter conditions must consequently be considered.
4. Areas occupied by larvae and fry of spring spawning herring (*Clupea harengus* L.) during the early mortality, when the yearly recruitment is established, were extensively studied in the Gulf of Bothnia. Shallow and sheltered habitats, previously not considered to be relevant for herring recruitment, were demonstrated to be of great importance as nursery areas.
5. The importance, i.e. its productive qualities, of a coastal area for recruitment can be evaluated from relevant recruitment models, comprehensively treating abiotic and biotic regulating factors. The geographical extension of recruitment areas may be estimated based on knowledge of the general distribution of early developmental life stages in relation to morphometrical characters of the potential environment.

SAMMANFATTNING

1. Rekryteringsutfallets beroende av skilda reproduktionsstrategier och de naturliga omgivningsfaktorerna liksom effekten av miljöstörningar diskuteras för Bottniska vikens fiskarter.
2. En rekryteringsmodell för varmvattenarter som framtagits för abborre har prövats på ett stort antal populationer. Modellen kunde väl förutsäga mellanårsvariationer i rekrytering. Många av Bottniska vikens varmvattenarter och i viss mån även vårlekande strömming kan förutsägas följa samma rekryteringsmönster.
3. Flera höst- och vinterlekande kallvattenarters rekrytering avgörs i Bottniska viken till stor del under första vintern. Modellering av dessas rekryteringsutfall måste bygga på andra grunder än de för varmvattenarter.
4. Som ett led i uppbyggandet av en rekryteringsmodell för vårlekande strömming utfördes studier för att beskriva de yngsta stadiernas optimala uppväxtmiljöer. Dessa rekryteringsområden visades inbegripa tidigare ej studerade områden innanför bottendjup av 6 m.
5. Ett kustavsnitts rekryteringspotential för en enskild art föreslås primärt utgå en rekryteringsmodell sammanfattande de faktorer som påverkar variationer mellan år och områden. Dessa kunskaper kombineras med uppskattningar av de sammanhållna rekryteringsområdenas utbredning baserad på rörande kustavsnittets morfometriska karaktärer.
6. Påverkan av miljöstörningar kan bedömas med utgångspunkt från de samband som är kända mellan omgivningsfaktorerna och rekryteringsutfallet.

BAKGRUND

Karaktäristiskt för Bottniska viken som havsmiljö är stora tids- och rums-mässiga variationer i de abiotiska omgivningsfaktorerna. Nord – sydliga gradienter förekommer i daglängd, vattentemperatur, salthalt och is-periodens längd. Skärgårdar, vilka skapar ökad stabilitet i de abiotiska omgivningsfaktorerna, finns i norra Bottenviken och i Norra Kvarken men de största finner vi i de sydligaste delarna av systemet, framförallt i Skärgårdshavet. Utanför skärgårdarna är uppvällning av kallt botten-vatten ett vanligt förekommande fenomen även i de grundaste delarna av kustzonen. Liksom i alla andra kustområden förekommer också gradienter i temperatur och slutenhet från strandlinjen mot öppen sjö. De lokala avvikelserna i omgivningsfaktorerna är stora, bl a beroende på betydande sötvattentillflöde i vissa områden.

De i Bottniska viken så framträdande gradienterna i de abiotiska omgivningsfaktorerna har skapat skillnader i fisksamhällets struktur. Således dominerar kallvattenadapterade arter i Bottenviken (strömming, siklöja, sik och hornsimpa), medan varmvattenarter (t ex mört och abborre) ökar i betydelse mot söder (Andreasson och Petersson 1982, Neuman 1982). En liknade förändring sker vid förflyttning från kustzonens innersta delar mot de yttre (Neuman 1982). På grund av minskande salthalt mot norr är även antalet marina arter färre i Bottenviken. Totalt sett reduceras därför antalet arter mot norr (Andreasson och Petersson 1982, Neuman 1982).

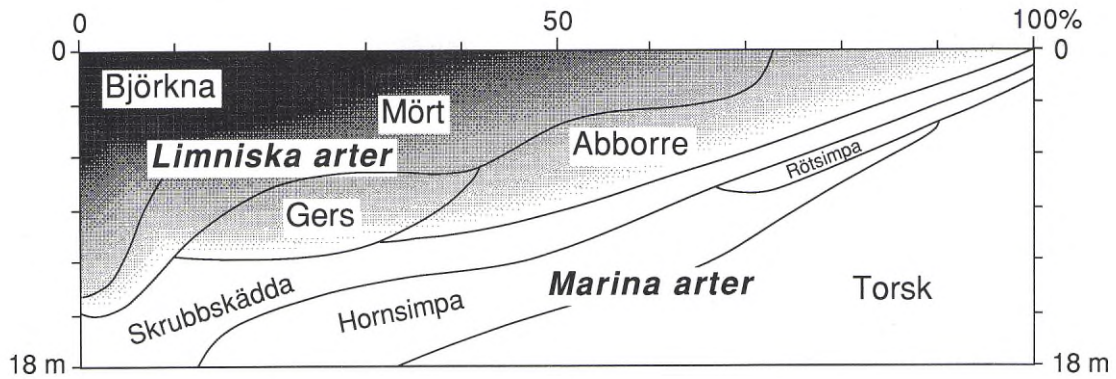
Förutom inflytandet från de naturliga omgivningsfaktorerna förekommer stark påverkan av mänskliga aktiviteter på Bottniska vikens fiskbestånd. De tillrinnande stora älvarna har påverkats genom reglering för kraftproduktion, vilket inneburit en förändrad säsongsvariation i tillförsel av vatten och näringsämnen till havet. Vattendrag och kustområden påverkas även av jord- och skogsbruk samt av utsläpp från industrier och samhällen. Till en mer diffus miljöpåverkan hör eutrofiering och försurning av vattendrag och estuarier.

Kunskapen om regleringsmekanismer hos Bottniska vikens fiskbestånd har omfattande och för naturvården avgörande brister. Detta gäller arternas krav på rekryteringsmiljöer och framförallt vad som naturligt påverkar överlevnaden hos unga stadier.

De svenska kustvattnens lämplighet för fiskproduktion och yngeluppväxt har man tidigare sökt bedöma genom att med utgångspunkt från sedimenttypen uppskatta mjukbottenfaunaproduktionen och därefter sekundärt även produktionen av fisk (Håkansson och Rosenberg 1985). Precisionen i sådana förutsägelser blir förmodligen liten, när man applicerar teorierna på Bottniska viken där den abiotiska miljön har så stor betydelse för regleringen av fiskpopulationerna (Thorman och Wiederholm 1983, Thorman 1986 och Karås 1987). Årsklassdimensioneringen sker dessutom vanligen under det första levnadsåret, då ynglen ännu inte börjat äta bottenfauna utan främst livnär sig på zooplankton.

Syftet med föreliggande arbete har varit att skapa bättre kriterier för yngelproduktionspotential mot bakgrund av Bottniska vikens speciella förhållanden. Detta skapar förbättrade möjligheter att bedöma olika kustområdets värde som rekryteringsmiljöer vid t ex lokalisering av miljöstörande verksamhet samt bättre grund för miljövårdsforskning, recipientkontroll och beståndsförbättrande åtgärder, t ex i samband med restaurering i recipienter. Arbetet inleddes med en genomgång av reproduktions- och rekryteringsstrategier hos Östersjöns fiskarter och hur dessa påverkar valet av uppväxtområden och arternas utbredning, liksom effekten av miljöstörningar (Karås 1989). Utgångspunkten för det fortsatta arbetet med att mer preciserat visa vilka faktorer som påverkar olika arters yngelproduktionspotential var att faktorerna inte kan studeras isolerat utan måste ses i ett sammanhang och sammanfattas i en rekryteringsmodell. Detta utvecklingsarbete har koncentrerats till abborre, en typisk representant för gruppen varmvattenarter, och den dominerande kallvattenarten strömming.

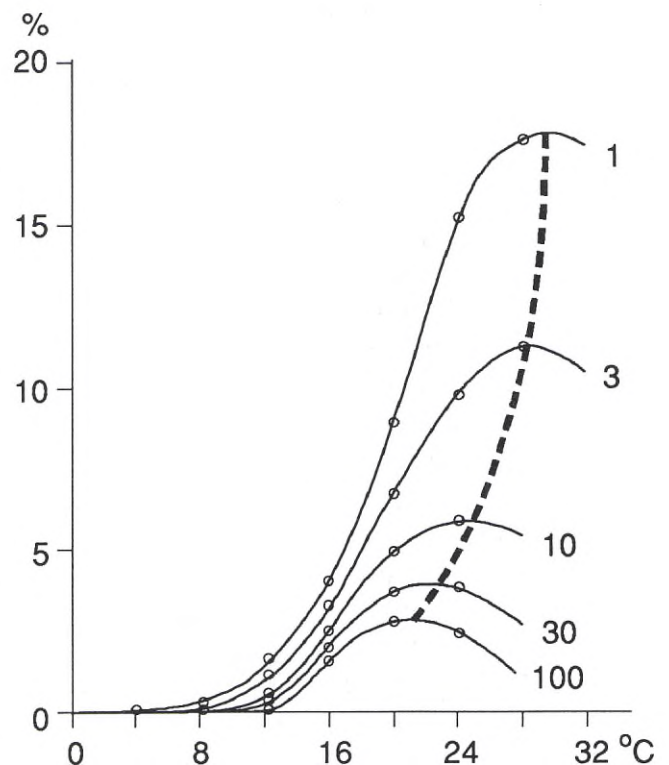
INLEDNING



Figur 1. Procentuell fördelning av olika fiskarter inom djupintervall i Östersjöns kustzon (från Neuman 1974).

Den stora variabiliteten inom Bottniska vikens kustzon skapar olika förutsättningar för arter med skilda temperaturpreferenser samt olika rekryterings- och reproduktionsstrategier. Beroende på vid vilka temperaturer olika arter fungerar bäst och vilka de därmed föredrar (s k optimum- respektive preferenstemperatur) uppstår en zonering i kustzonen med arter med relativt höga optima längst in (t ex mört- och abborrfiskar) och sådana med låga optima längst ut (t ex torsk och hornsimpa) (Neuman 1974, figur 1). Sammansättningen förändras dock även säsongsmässigt, så att andelen kallvattenarter ökar under vinterhalvåret (Neuman 1982).

Skillnader i preferens- och optimumtemperaturer föreligger inte enbart mellan arter utan även inom en art, eftersom optima sjunker med tilltagande fiskstorlek. Detta illustreras tydligt för varmvattenarten abborre. Vid ett grams vikt ligger optimum för tillväxt vid 29 °C, varefter det sjunker till 23 °C vid 100 g (Lessmark 1983, figur 2). Detta innebär att yngeluppväxtområdena för samtliga arter tenderar att ligga i de inre delarna av kustzonen. Parallellt med en ökning i vattentemperaturen ökar normalt även den topografiska slutenheten längre in i kustzonen. Temperaturgradienten har således lett till en artzonering, medan de topografiska förhållandena leder till en parallell zonering i storleken på uppväxtområdena. De arter som leker längst in i skärgården på grunt vatten (<0,5 m djupt), såsom mörtfiskar och spiggar, har



Figur 2. Den maximala tillväxthastighetens vikt- och temperaturberoende hos abborre. Optimumtemperaturer anges med en streckad linje (efter Lessmark 1983).

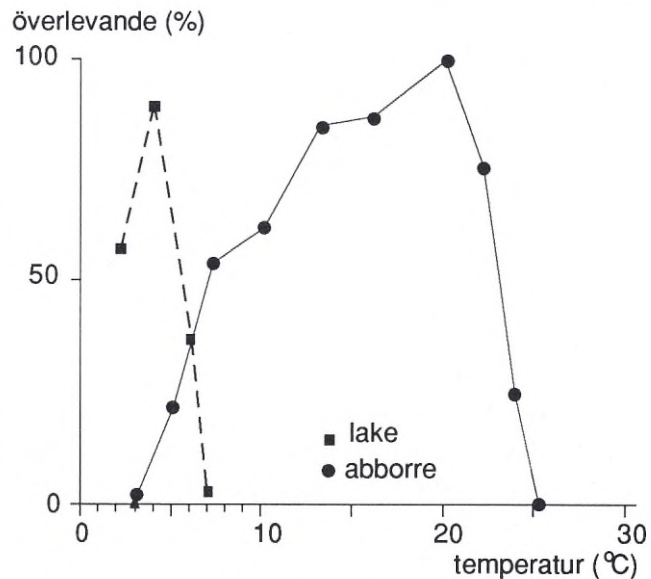
alltså många små uppväxtområden medan tex abborre har färre men större i de intilliggande något djupare områdena (0,5—3 m). Strömningen har uppväxtområden som sträcker sig ända ut mot öppen sjö. Arter med många små rekryteringsområden kan förväntas ha den största variabiliteten i rekryteringsutfallet inom ett kustavsnitt. Lokala miljöstörningar bör följaktligen få mindre total effekt för dessa arter p g a de enskilda rekryteringsområdenas ringa storlek (Karås 1989).

Rekryteringen till den vuxna fiskpopulationen av en årsklass är beroende av den totala dödligheten före vuxen ålder. Den helt dominerande mortaliteten sker under det första levnadsåret och rekryteringsutfallet för en viss årsklass avgörs därför i praktiken redan då. Omgivningsförhållandena under det första året kommer således att påverka antalet rekryter och leda till variationer mellan såväl år som områden. Tiden fram till rekrytering kan enkelt indelas i lek-, embryonal-, larv- och yngelperioder. Ofta uppträder de olika utvecklingsstadierna i skilda miljöer, vilket man måste ta hänsyn till när man vill beskriva omgivningsfaktorernas påverkan på överlevnaden. Det totala uppväxtområdet benämnes fortsättningsvis **rekryteringsområdet**. Antalet rekryter från ett sådant område kommer att bero på såväl dess **kvalitet** som dess **utbredning** (yta eller volym).

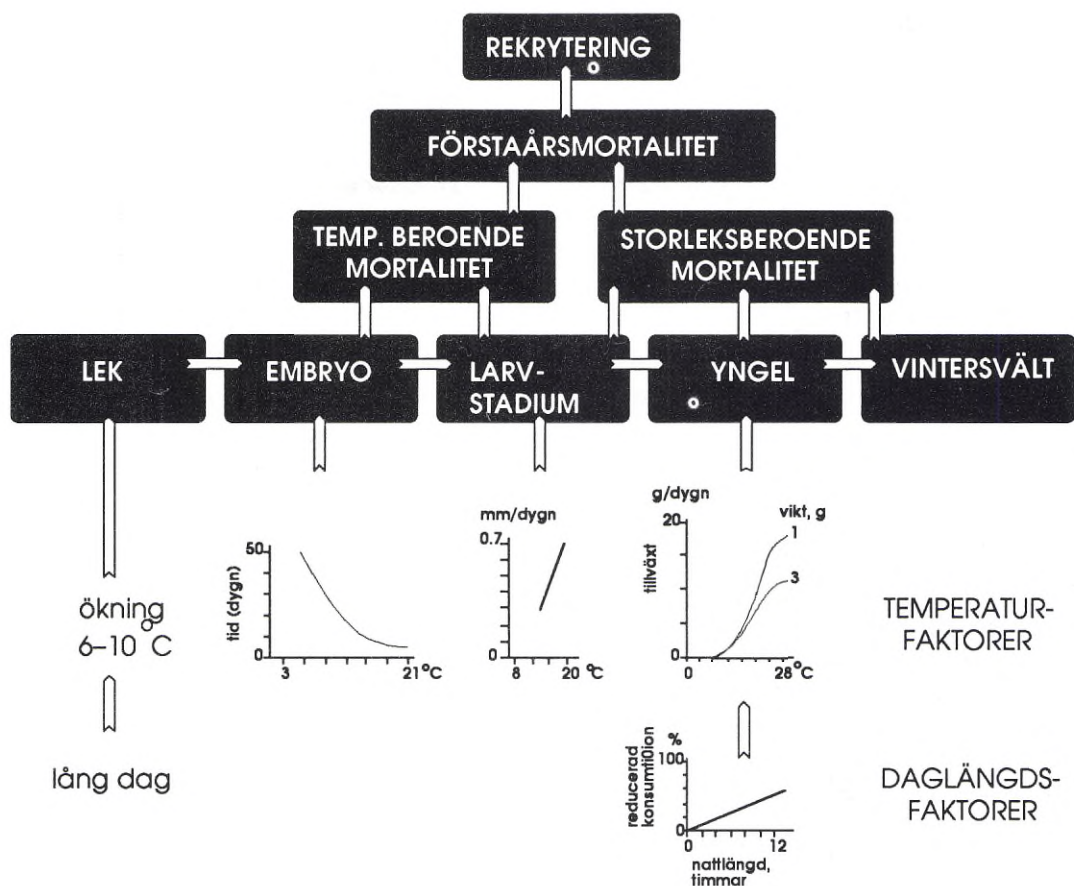
REKRYTERINGSSTUDIER

Kvalitetsfaktorer

Temperaturen är rekryteringsområdets grundläggande kvalitetsparameter på grund av dess fundamentala inverkan på fysiologin (Fry 1971). De fysiologiska processernas hastighet ökar vanligtvis exponentiellt med temperaturen upp till ett maximum vid optimumtemperaturen för att sedan avta mot letaltemperaturen. Samtidigt som temperaturberoendet i konsumtionshastighet är större ju mindre fiskarna är minskar det temperaturintervall inom vilket de t ex konsumerar mest och därmed tillväxer bäst (figur 2). Processernas hastighet har ett starkare temperaturberoende och är dessutom snabbare ju mindre fisken är. Under embryo- och larvfaserna är toleransen mot variationer i vattentemperaturen som lägst och temperaturintervallet för överlevnad är snävt jämfört med den vuxna fisken (figur 2 och 3). Kallvattenarter synes ha det snävaste temperaturintervallet för optimal överlevnad under embryonalutvecklingen fram till kläckning (jfr t ex abborre och lake, figur 3).



Figur 3. Överlevnad hos lake och abborre i sena utvecklingsstadier under embryonalfasen i förhållande till vattentemperaturen. (Efter Hokanson, 1977 och Jäger et al., 1981.)



Figur 4. Rekryteringsmodell för abborre

Utveckling av rekryteringsmodell för abborre

I tempererade vatten har rekryteringsmodeller enbart baserade på temperaturen visats ge tillräcklig precision i förutsägelser om variationer i relativ årsklasstyrka och utbredning (Shuter et al. 1980, 1985). Grunderna till en sådan rekryteringsmodell har tidigare framtagits för abborre av Karås (1987) och senare vidareutvecklats (figur 4, Karås 1989, Karås 1990, Karås och Thoresson 1992). I modellen påverkar temperaturen rekryteringen främst genom sin effekt på tillväxtpotentialen. Tidigare fältstudier har visat att överlevnaden och därmed rekryteringen inom ett bestånd är positivt korrelerad till förstaårstillväxten (Karås 1987). Detta ansågs vara en effekt av att de kritiska utvecklingsperioderna med den högsta mortaliteten förkortas genom en snabb tillväxt och att den större storleken samtidigt minskar risken att falla offer för tex rovfiskar. Då abborren är en art som lokaliserar sitt byte med hjälp av synen, tar modellen hänsyn till att långa nätter begränsar dygnets födointag och därmed tillväxtpotentialen. Modellen innehåller även ett icke temperaturrelaterat säsonsberoende i tillväxten (Karås 1990). Troligen finns en endogen påverkan, som reducerar tillväxtkapaciteten under vintern. Slutligen tas hänsyn även till temperaturens direkta effekt på överlevnaden hos tidiga utvecklingsstadiet (figur 3). Hög mortalitet i dessa stadier inträffar hos abborren i Bottniska viken framförallt när temperaturen snabbt faller ner mot och under 10 °C (Karås 1987). Dessa situationer inträffar särskilt i exponerade rekryteringsområden. Med modellen kan alltså olika kustmiljöers potentiella värde för rekrytering av abborre jämföras enbart baserat på temperatur- och daglängdsförhållanden.

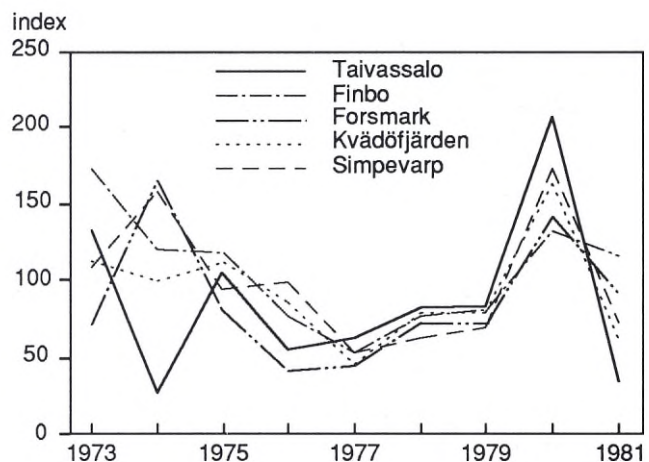
Utgående från tillväxtobservationer inom de områden som studerats i Bottniska viken (norra Bottenviken, Norra Kvarken och sydligaste Bottenhavet, figur 5) visade rekryteringsmodellens tillväxt del (Karås och Thoresson 1992) att födotillgången inte kunde begränsa tillväxten efter larvstadierna under första levnadsåret så länge temperaturen ligger under ca 20 °C. Denna nivå överskrids endast under korta perioder i abborrens rekryteringsområden i Bottniska viken. Under larvstadierna synes dock zooplanktontillgången begränsa antalet överlevande (Karås 1987). Mellanårsvariationer i överlevnad skapad av biotiska faktorer synes dock inte generellt dominera över, eller samvariera med, de abiotiskt relaterade, eftersom goda positiva korrelationer erhålles till det senare måttet.

Tillämpningar av abborrens rekryteringsmodell

Rekryteringsmodellen har prövats på ett omfattande material huvudsakligen från Bottniska viken men även från egentliga Östersjön (Böhling et al. 1991). Såväl naturliga områden som sådana påverkade av olika miljöstörningar har studerats. För varje område beräknades mått på den relativa årsklasstyrkan ur åldersfördelningar i den vuxna, rekryterade, delen av beståndet. I de opåverkade områdena samvarierade årsklassstorlekarna över stora delar av Baltiska havet (se exempel i figur 6). Detta kunde till största delen förklaras av de samband som modellen sammanfattar (figur 7). De största likheterna förekom mellan bestånd inom de svenska respektive finska kustområdena och mellan områden med den största morfometriska slutenheten. Samvariationerna över hela området förklaras av de i stort sett likartade meteorologiska betingelserna. De skillnader som ändå förekommer mellan den svenska och finska sidan beror på att t ex västliga vindar ger en generellt lägre temperatur genom utdrift av varmt ytvatten på den svenska sidan, medan motsatsen samtidigt gäller på den finska. Vindinducerade vattenutbyten begränsas dock i skyddade områden, vilket förklarar en större samvariationen i årsklasstyrka mellan sådana områden trots att de ligger på olika sidor av Östersjön.

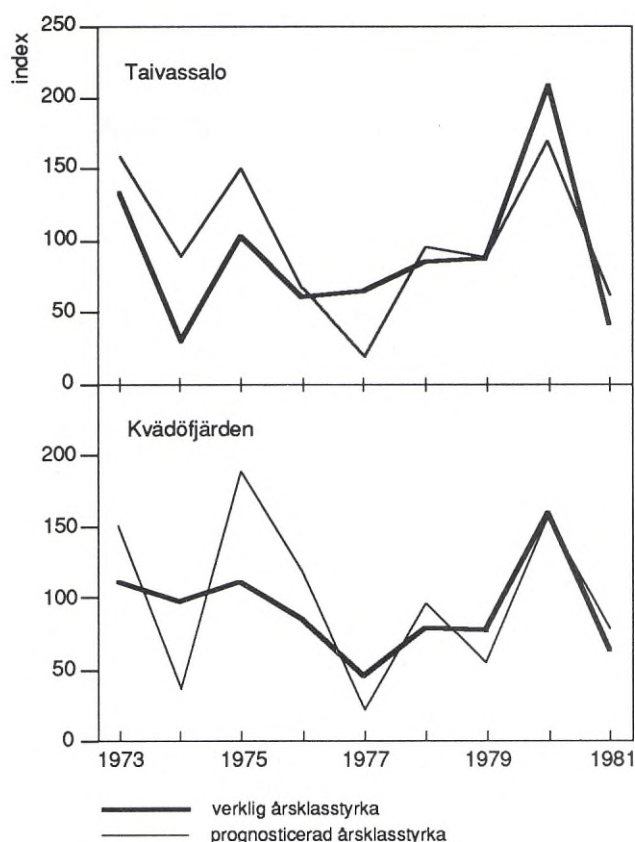


Figur 5. Provtagningsområden för larver och yngel (●) samt bestämning av årsklasstyrka på vuxna populationer (▼).



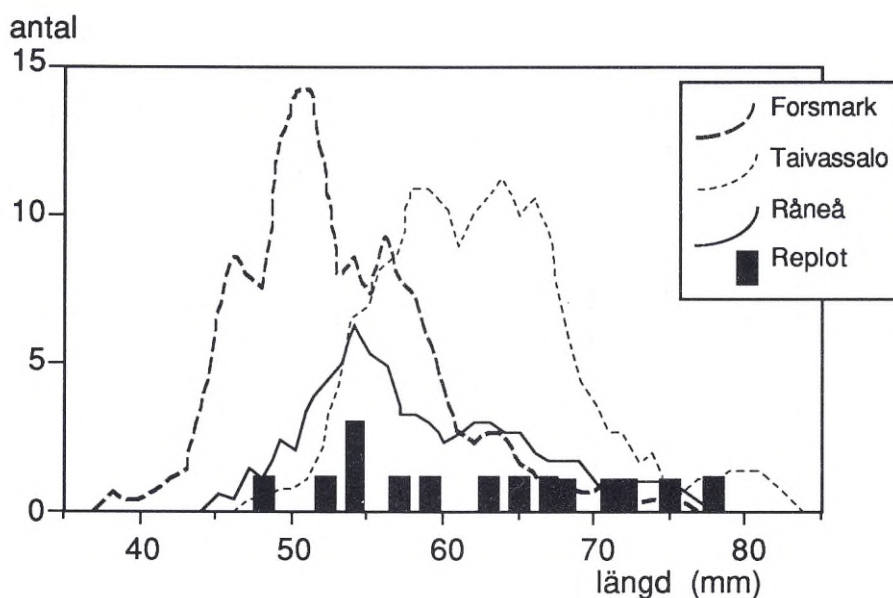
Figur 6. Relativ årsklasstyrka hos abborrpopulationer i Baltiska havet (från Böhling et al. 1991).

Två av miljöstörningar opåverkade populationer i Norra Kvarken avvek från det generella mönstret. Det är sedan tidigare känt att en del av abborrens och andra varmvattenarters rekrytering i området sker i de tillrinnande vattendragen (Müller 1984) och i sk flador, dvs nästan helt avsnörda havsvikar (Hästbacka 1985). Jämfört med havet stiger vattentemperaturen snabbare på våren i dessa miljöer och är även högre och stabilare under tillväxtsäsongen. Översiktliga yngelinventeringar och larvtråningar i havet, på såväl den svenska som finska sidan, visade på mycket låga tätheter av varmvattenarter. I det mest exponerade området (Valsörarna, figur 5) förekom ingen rekrytering i havet, medan däremot tidiga utvecklingsstadier av abborre och gädda erhöles i flador. Rekryteringen i flador och i sötvatten kan påverkas av faktorer utöver de som behandlas i den grundläggande modellen, vilket kan förklara varför de undersökta bestånden inte samvarierar med andra kustpopulationer. Förutom att temperaturregimen är annorlunda, är bl a variationer i vattenstånd och vattenutflöde av stor betydelse. Predationstryck och konkurrens kan även förväntas avvika jämfört med havet, eftersom vattenvolymen är liten. Ytterligare faktorer måste alltså tillföras den ursprungliga modellen för att man skall kunna förklara mellanårsvariationer i dessa populationers rekrytering. Undersökningar med detta syfte inleddes vid Holmöarna och Valsörarna i Norra Kvarken under 1991.

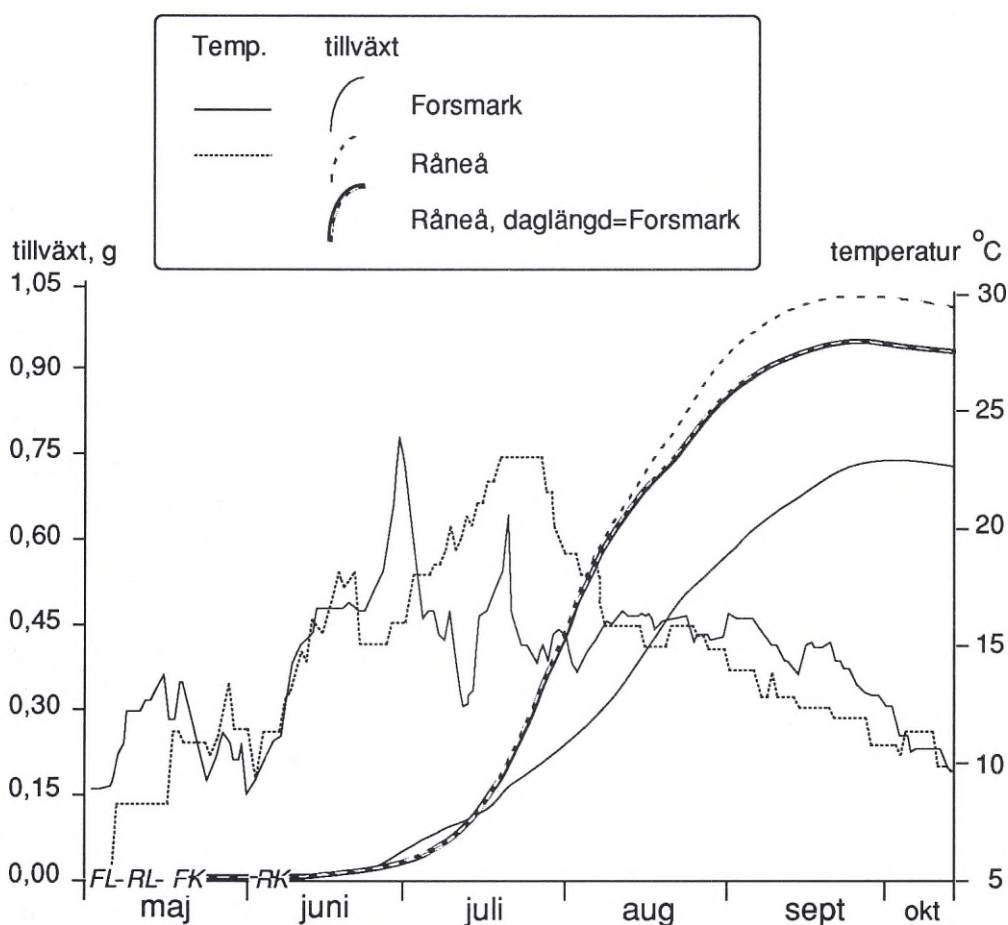


Figur 7. Jämförelse mellan verklig årsklasstyrka och prognosticerad (från Böhling et al. 1991).

Starka nord—sydliga gradienter förekommer i Bottniska vikenområdet framförallt i daglängds- och temperaturförhållanden. Förstaårstillväxten hos varmvattenarter borde gynnas i de sydligare delarna av området beroende på en längre tillväxtsäsong och högre sommartemperaturer. Temperaturen i dessas uppväxtområden påverkas emellertid också starkt av vindsituationen varför temperaturförhållandena inte alltid är bättre för tillväxt i de sydligaste delarna. Detta illustreras av 1988 års årsklass av abborre. Längdfördelningar för årsyngel insamlade under hösten visade således att tillväxten i Forsmarksområdet varit sämre än i den nordligaste studerade populationen vid Råneå eller i östra Norra Kvarken och NO Skärgårdshavet (figur 8). Simuleringar med tillväxtmodellen baserat på de lokala vattentemperatur- och daglängdsförhållandena (figur 9) visar att skillnaden framförallt beror på en lägre temperatur i Forsmark under juli och början av augusti. Detta orsakades av friska sydvästliga vindar som medförde uttransport av varmt ytvatten. En bidragande orsak till den



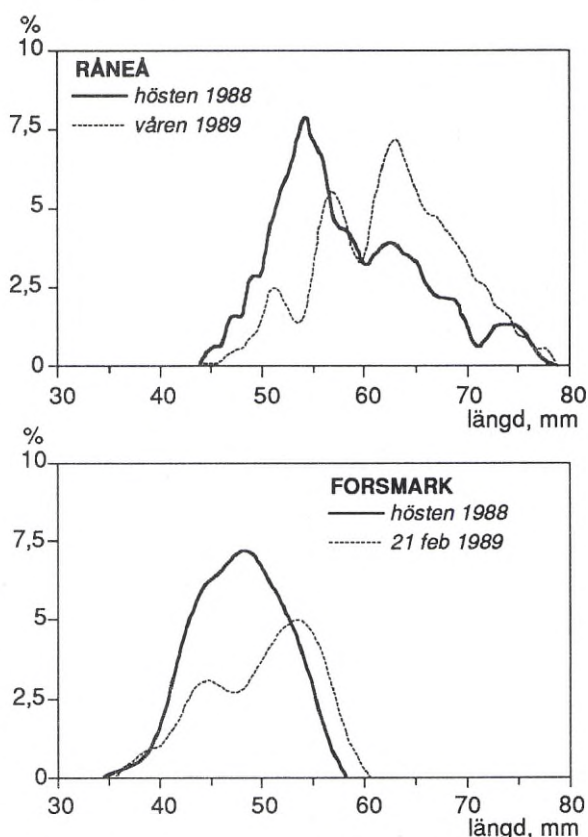
Figur 8. Längdfördelning efter första tillväxtsäsongen hos bestånd av abborre i Bottniska viken.



Figur 9. Simuleringar av förstaårstillväxt hos abborre 1988 i Råneå och Forsmark. Den punkterade linjen visar tillväxten baserat på Råneås vattentemperatur men med Forsmarks daglängd. FL (Forsmark), RL (Råneå): Tidpunkt för lek. FK, RK: Tidpunkt för kläckning.

snabbare tillväxten i Råneå är även den långa daglängden, vilken tillåter abborrynglet att konsumera mera per dygn. Daglängdens betydelse illustreras i figuren av en simulering med Råneåområdets vattentemperatur och daglängdsförhållandena på Forsmarks breddgrad.

Den stora längdspridningen i ynglets tillväxt 1988 (figur 8) gav en god möjlighet att studera storleksrelaterad vintermortalitet hos årsyngel av abborre, vilken förutsågs av rekryteringsmodellen och laborieförsök (Karås 1987). Den högre mortaliteten hos de mindre individerna under vinterns konditionsfall beror på att dessa, liksom hos alla fiskar, har en högre basalmetabolism än de större ynglen. Jämförelser för Forsmark och Råneå mellan längdfördelningar hösten, vinter och tidig vår, då ännu ingen längdtillväxt startat, visar att en längdberoende dödlighet verkligen inträffat (figur 10). Eftersom isperiodens längd i Råneåområdet i medeltal är 190 dagar och i Forsmark 100 borde vinterdödligheten i det förra påverka abborrens totala mortalitet i större omfattning än i det senare.



Figur 10. Vintermortalitet hos årsyngel av abborre från årsklass 1988, visad som längdfördelningar höst och vårvinter.

Rekryteringsmodeller — övriga arter

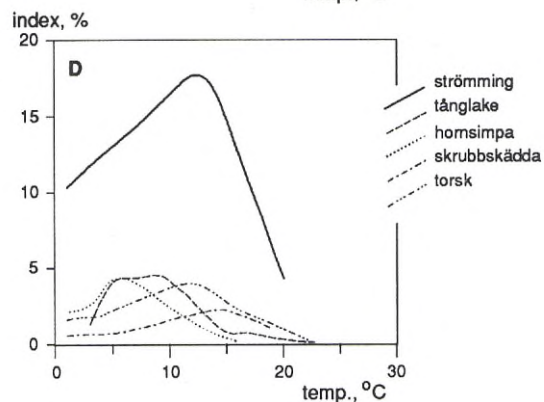
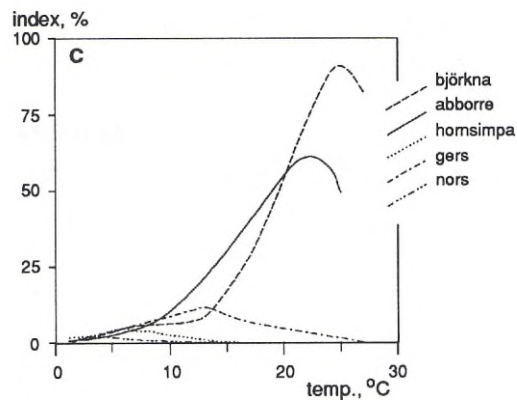
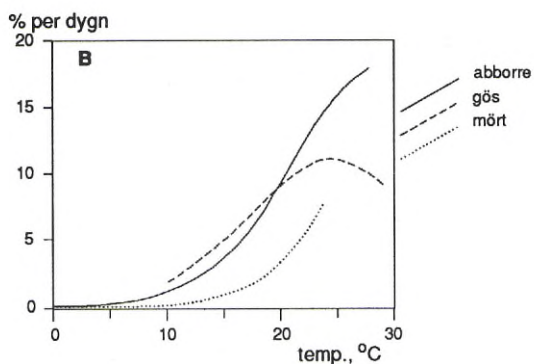
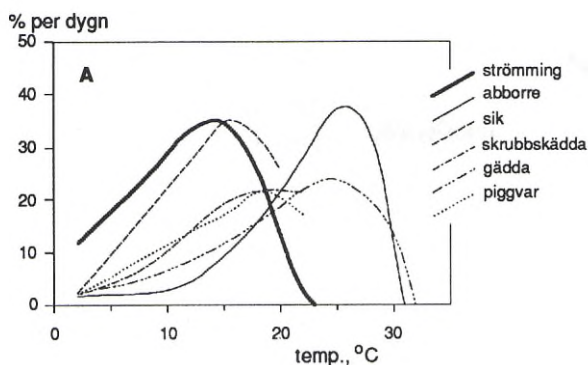
Analyser av variationer i relativa årsklasstorlekar för ett flertal arter och populationer i Bottniska viken visar att de varmvattenarter som studerats (abborre, gös, gädda, id och braxen) i stort visar samma mönster och att variationerna oftast är positivt korrelerade till vattentemperaturen (Lehtonen och Lappalainen, 1993). Detta visar att rekryteringsutfallet hos gruppen som helhet sannolikt kan prognosticeras utgående från den modell som tagits fram för abborre. För att vidareutveckla och därmed öka precisionen för övriga arter inom gruppen krävs tillgång till en mängd data över artspecifika fysiologiska samband främst metabolismhastighet i olika temperaturer. För gädda (Bevelhimer et al. 1985), mört (Lessmark 1983) och strömming (Rudstam 1988) finns för närvarande mycket av denna information tillgänglig. Inom ett projekt finansierat av nordiska kraftintressenter har dock laborieförsök utförts på gös och piggvar. Dessa resultat har sammanställts med litteraturdata varvid bioenergetiska modeller framtagits vilka ingår i teoretiska icke verifierade rekryteringsmodeller (Karås 1992a, b och c). För övriga arter förekommer bioenergetiska data i mycket begränsad omfattning i litteraturen.

Gäddans rekrytering i Bottniska viken uppvisar i grunden samma temperaturberoende som övriga varmvattenarter. Arten är emellertid mycket stationär och har i allmänhet aktivitetsområden som inte överlappar varandra (Karås och Lehtonen 1990), förmodligen redan under första levnadsåret. Denna omständighet och att kannibalism från större gäddor är vanlig medför att dess uppväxtmiljöer "mättas" de flesta år och rekryteringsens temperaturberoende maskeras i Baltiska havet (Andersson 1990, 1991). Ett ökat fisketryck kommer därför att medföra en förbättring av rekryteringen och de unga fiskarnas tillväxt samt att temperaturens inflytande på dessa processer blir större (Andersson 1990, 1991).

Den information vad avser konsumtionens (i vissa fall tillväxtens) temperaturberoende som för närvarande finns tillgänglig har sammanställts för ett flertal av Bottniska vikens fiskarter. Sådana data utgör basen för tillväxt- och rekryteringsmodeller av den typ som presenterats. För jämförbarhetens skull har materialet bearbetats och omräknats till att representera årsyngel (figur 11 A). Eftersom konsumtionsnivå och rörelseaktivitet anses positivt relaterade (Ware 1975), liksom fiskens konsumtion och tillväxt, har också fångst per ansträngning och tillväxt inom temperaturintervall använts för att ge en uppfattning om förhållandet mellan olika arter (figur 11 B—D). Två kategorier fiskar, med generellt sett olika metabolismhastighet, kan grovt sett urskiljas. Till gruppen med hög simaktivitet, konsumtion och tillväxt hör arter som inte är starkt bottenbundna (strömning, sik, abborre, gös, mört och björkna). Den andra gruppen utgörs av mer bottenbundna fiskar med en generellt sett lägre metabolism och rörelseaktivitet (gers och plattfiskar). Inom båda kategorierna finns såväl arter med höga som sådana med låga optimum- och preferenstemperaturer, så kall- och varmvattenarter. Strömning, sik och torsk utgör exempel på arter med låga optima (under eller nära ca 15 °C) och abborre, gös, mört, björkna och gädda på sådana med höga. Plattfiskarna och gers, vilka dessutom har relativt svaga temperaturberoenden, intar en mellanställning.

Årsklassvariationerna hos varmvattenarter är i allmänhet starkare korrelerade till vattentemperaturen Bottniska vikens än vad de är i mindre inlandsvatten i Sverige. I de senare domineras oftare variationer i rekryteringsutfallet av täthetsreglerande faktorer, såsom födobrist och konkurrens (Persson 1987, Persson och Greenberg 1990 a, b). En bidragande orsak härtill kan vara att det i mindre insjöar i allmänhet förekommer små variationer i rekryteringsmiljöernas kvalitet mellan år, men framförallt att de areor som producerar rekryter inte varierar mycket mellan år på en låg diversitet i miljön. I skärgårdarna i Bottniska viken kan däremot de områden som producerar rekryter variera starkt mellan år beroende på temperaturförhållandena. Ett varmt år expanderar de således utåt i kustzonen och mycket större ytor kommer att producera yngel.

Vårlekande strömning föredrar som vuxen relativt låga temperaturer (figur 11 A och D) och karaktäriseras därför som kallvattenart. Dess rekrytering har i Bottniska viken tidigare endast studerats i Finland. Dessa undersökningar har visat att man ofta erhåller positiva korrelationer mellan mängden larver under enskilda sommarmånader och årsklass-



Figur 11. A — Den maximala konsumtionens och **B** — den maximala tillväxthastighetens temperaturberoende hos 1-grams fiskar.

Figur 11C, D. Fångst inom temperaturintervall av olika arter i provfisker. Beräknat från Neuman 1982 och Neuman 1983.

storleken i det rekryterade betåndet (Parmanne och Sjöblom 1987, Parmanne 1991). Rekryteringen hos dessa bestånd avgörs således till stor del under första levnadsåret. Analys av variationer i strömmingens årsklassstorlek visar en positiv korrelation till vattentemperaturen i maj—juni men även till temperaturförhållandena under hösten och vintern som föregår leken (Parmanne 1991). Försök att prognosticera årsklasstyrka utgående från dessa förhållanden och larvtätheter i juni ansågs dock inte ge tillräcklig precision trots att 80% av variationen kunde förutses.

Hos flera av de höst- och vinterlekande kallvattenarterna synes rekryteringen avgöras huvudsakligen under den första vintern och tidig vår. Således har den havslekande sikens rekrytering visats vara beroende av stabila vinterförhållanden i de abiotiska omgivningsfaktorerna (Hudd et al. 1988). Variationerna i sikløjans årsklasstyrka i Bottniska viken påminner om sikens (Lehtonen pers. info.).

Utbredningsfaktorer

För att kunna uppskatta det samlade rekryteringsutfallet hos en viss art i ett kustavsnitt måste de ingående rekryteringsområdenas storlekar grovt kunna uppskattas. Kan lekplatsernas läge, strömsituationen och de kläckta larvernans beteende och simkapacitet förutses kan en tämligen noggrann precisering av områdenas storlek göras med ledning av den lokala morfometrin.

Varmvattenarter

För de flesta varmvattenarter är rekryteringsområdena starkt koncentrerade till de grundaste vattnen i Bottniska viken. För vissa populationer inkluderar detta även tillrinnande mindre vattendrag. De olika stadiernas generella habitatval är hos dessa varmvattenarter förhållandevis väl känt (för allmän information se t ex Muus och Dahlström 1968, Curry-Lindahl 1985). För artspecifik information vad avser Bottniska viken se Müller (1984), Karås (1987) och Urho et al. (1990).

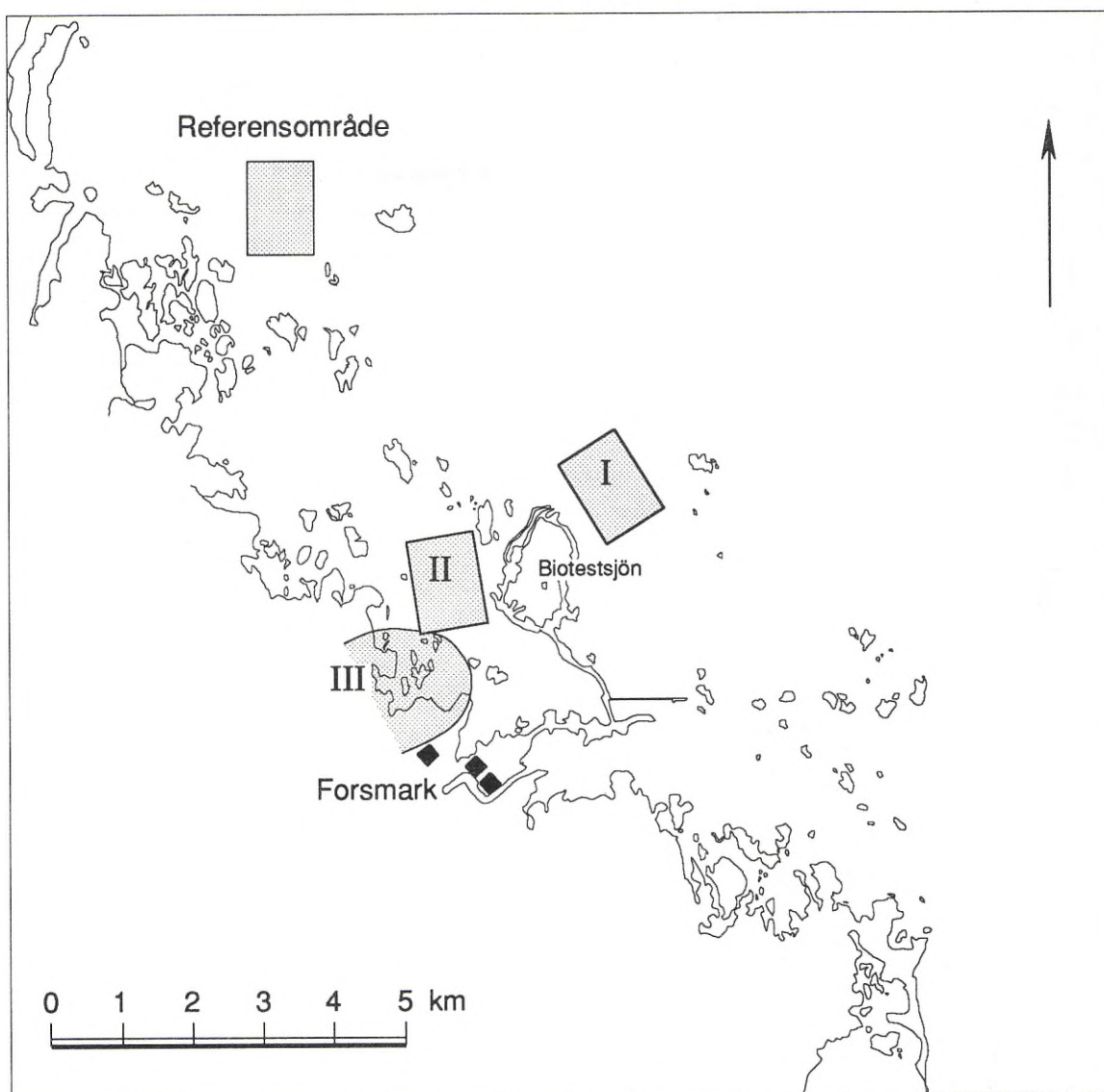
Kallvattenarter

En del kallvattenarter, som lake och strömming, leker på mycket varierande djup och spritt över stora områden (Aneer 1989, Curry-Lindahl 1985). De har dessutom pelagiska larver som under tidiga stadier mer eller mindre passivt sprids med strömmar. Sådana arters rekryteringsområden är mycket svåra att rent allmänt uppskatta varför artspecifik kunskap är nödvändig. För lake finns viss sådan information tillgänglig för populationer inom Bottniska viken (Hudd et al. 1983).

Studier av strömmingens tidiga utvecklingsstadier har traditionellt utförts genom trålningar med finmaskiga håvar. Tekniken har emellertid endast medgivit provtagning med större båtar och därför på relativt djupt vatten — i allmänhet djupare än sex meter. Trålningar efter fisklarver på grundare vatten med speciellt anpassad teknik har dock antytt att även grunda områden kan utgöra en väsentlig del av strömmingens rekryteringsområden i Bottniska viken (Urho 1988, Karås opubl. info.).

För att närmare klarlägga den vårlekande strömmingens rekryteringsområden jämfördes under 1988 och 1989 områden grundare och djupare än ca sex meter i tre områden i Bottenhavet (Karås och Urho 1993): Norrbyn i norra och Forsmark samt NO Skärgårdshavet i dess södra del (figur 5). Det senare är det morfometriskt sett mest slutna området och därför det som har de stabilaste omgivningsförhållandena. Det norra provtagningsområdet är det öppnaste. NO Skärgårdshavet har den högsta larvproduktionen i den finska delen av Bottniska viken (Parmanne och Sjöblom 1987). Undersökningarna i skärgårdshavet gjordes i samarbete med Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet i Helsingfors.

Tätheterna i Skärgårdshavet uppgår de bästa åren till strax över 100/10 m² för perioden maj—augusti (Parmanne och Sjöblom 1987). Medelvärdet för åren 1974—86 var 47/10 m². Värdena blir ungefär desamma uträknat per 100 m³. Det är svårt att göra jämförelser med tätheterna på den svenska sidan, eftersom trålintensiteten där varit avsevärt mindre och huvudsakligen täckt tidsperioderna med de högsta tätheterna. I Fors-



Figur 12. Provtagningsområden vid trålningar efter strömmingslarver i Forsmark.

marksområdet (figur 12) synes tätheterna dock i genomsnitt vara lägre men allra lägst i norra Bottenhavet (tabell 1 och 2).

Det täta stationsnätet vid Taivassalo och Iniö i Skärgårdshavet vid provtagning 1988 och 1989 visar att de högsta tätheterna strömmingslarver uppträder i det morfometriskt sett mest slutna området vid Taivassalo (figur 13 och 14). Lek och kläckning startar dessutom tidigare här. De minsta larverna uppträder nära de viktigaste lekplatserna inom ett relativt begränsat område. Ju större larverna blir desto mer sprider de sig, framförallt mot de mer skyddade grundare delarna, samtidigt som man ser en tendens till att de undviker de djupare områdena. Liksom i Forsmarksområdet uppträder de högsta tätheterna av de största larverna (>15 mm) innanför botten djup av 5–6 m (figurerna 15, 16 och 17). Tätheterna är mycket låga i norra Bottenhavet, vilket också innebär att det ej går att belägga eventuella skillnader i täthet mellan grunt och djupare vatten. I Forsmark är det däremot uppenbart att andelen stora larver (>10 mm) ökar mot grundare områden.

Tabell 1. Totalt antal strömmingslarver (medelantal/ 100m³) i längdkategorier på olika stationer vid Forsmark (från Andersson och Karås 1990, Karås och Uhro 1991).

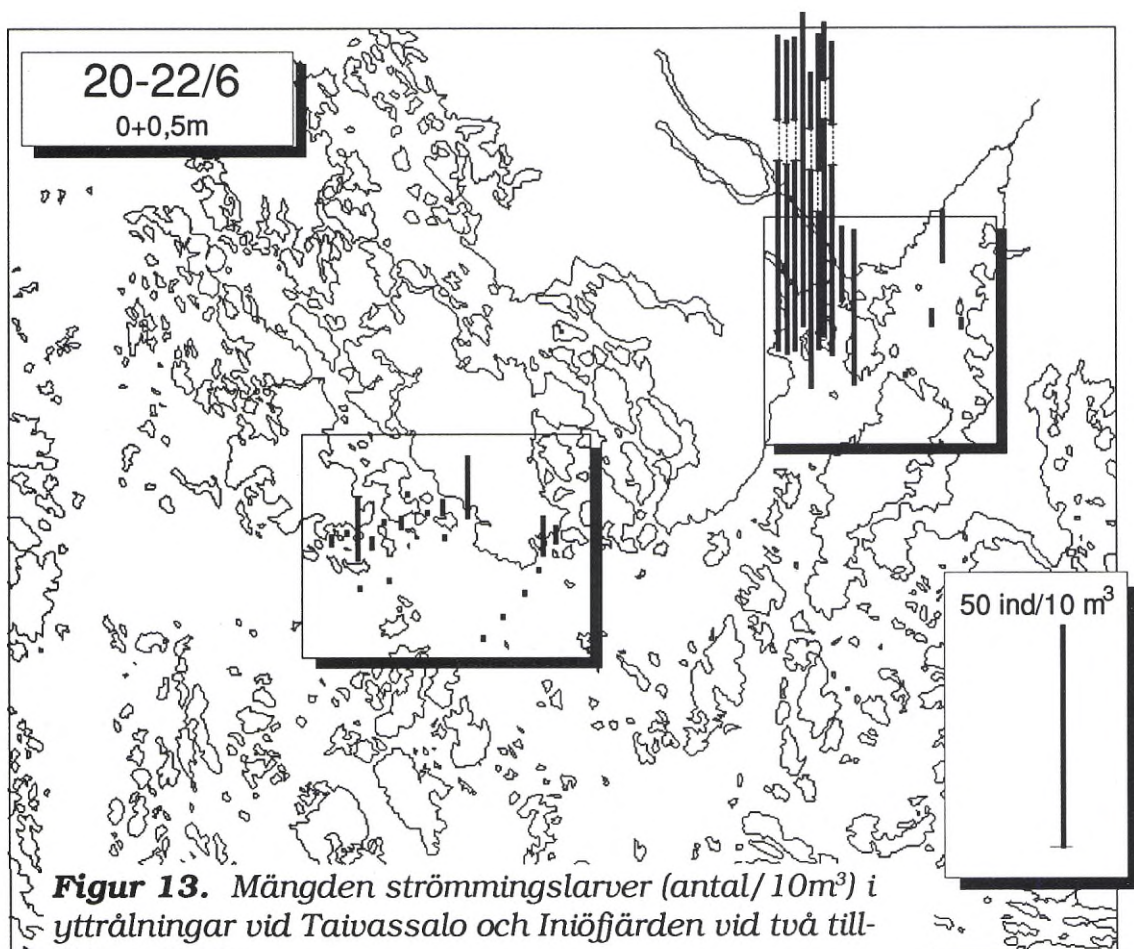
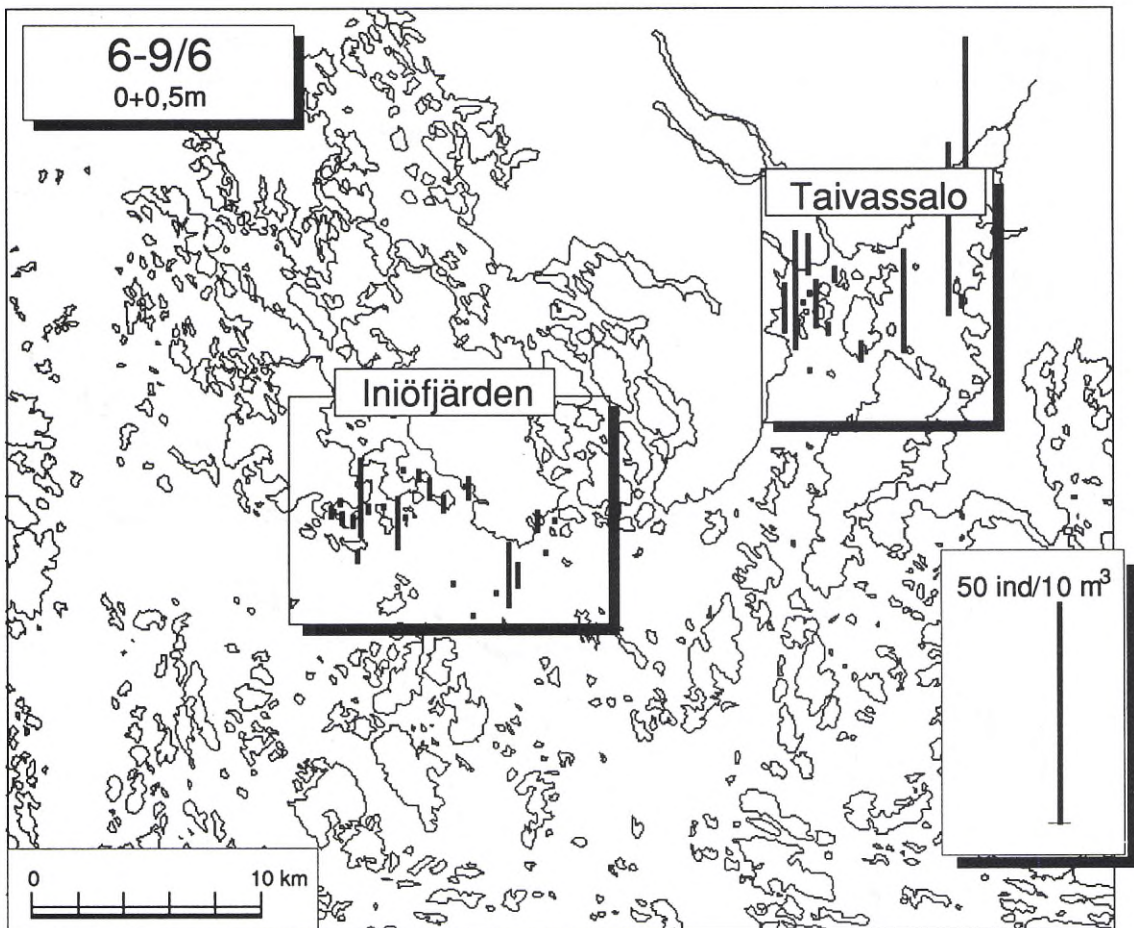
år	område											
	I längd (mm)			II längd (mm)			III (grunt) längd (mm)			referens längd (mm)		
	<1	10—15	>15	<10	10—15	>10	<10	10—15	>15	<10	10—15	>15
1984	12	5	0	71	11	0	22	193	3	4	<1	0
1985	28	1	0	25	1	<1	4	46	23	8	0	0
1986	5	3	<1	16	8	>1	5	1	0	17	10	<1
1987	81	0	0	22	0	0	26	1	0	54	<1	0
1988	31	6	0	37	14	2	54	19	1	32	12	<1
1989	23	8	1	39	8	0	6	<1	<1	29	7	<1

Tabell 2. Täthet av strömmingslarver (medelantal/ 100m³) i trålningar vid Norrbyn i Norra Kvarken.

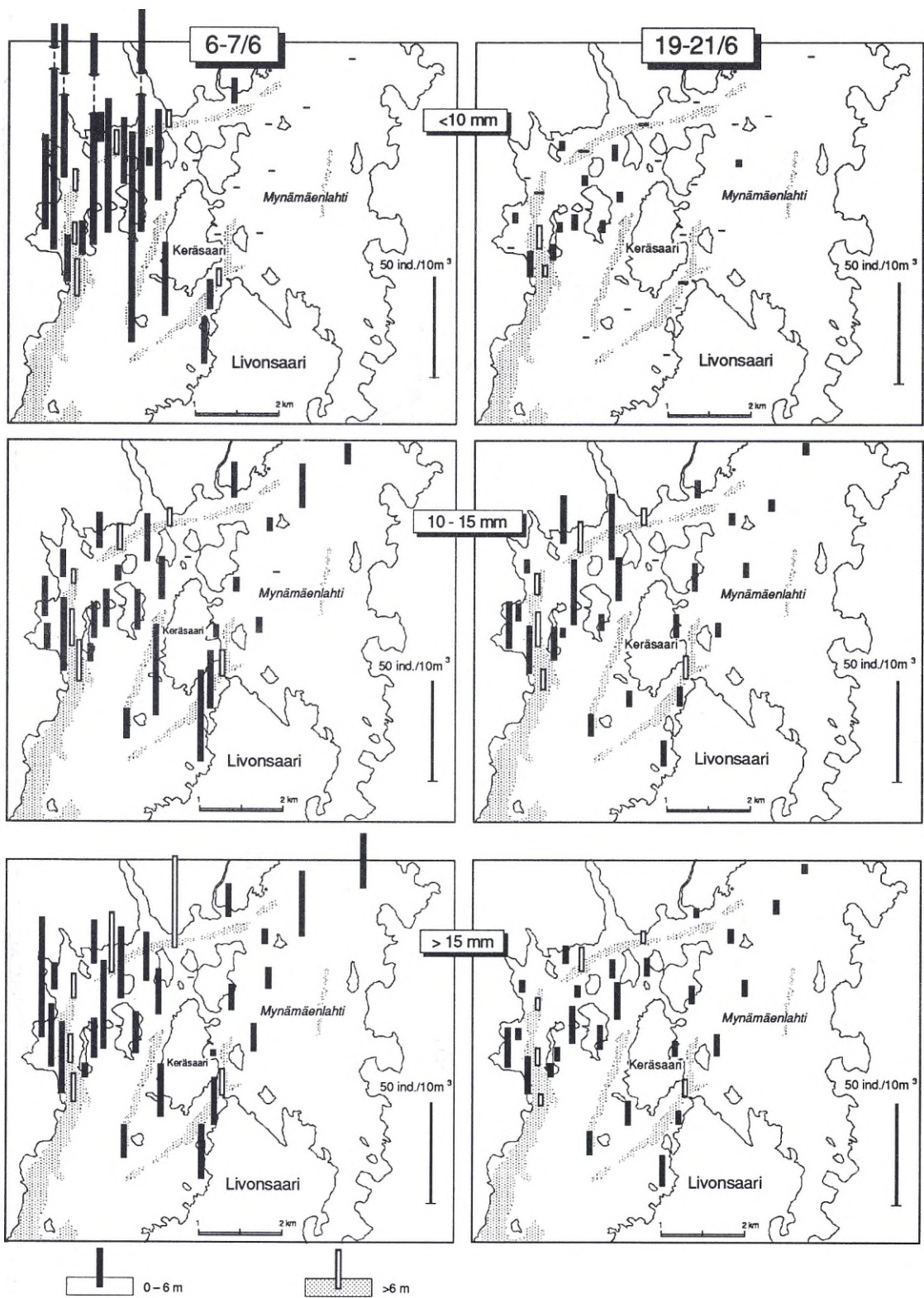
	datum	station I		station II	
		grunt	djupt	grunt	djupt
1988	15/6	0	0	0	0
	4/7	26	3	5	—
	29/7	2	1	1	0
1989		grunt	djupt	grunt	djupt
	20/6	0	8	12	—
	4/7	0	1	2	4
	18/7	6	4	11	10

Larver och yngel större än 20 mm insamlades med undervattensdetonationer under juli 1989 i Forsmark och vid Taivassalo med en större trål i augusti 1989. Provtagningen i Forsmark visade att opigmenterade, d v s genomskinliga, individer uppehöll sig i de grundaste områdena (<3 meter) och helt pigmenterade yngel inom och i utkanterna av de djupare delarna av mellanskärgårdsområdet medan en övergångszon fanns däremellan (figur 18). De högsta tätheterna förekom i mellanskärgårdsområdet. Trålningarna vid Taivassalo i augusti, då allt yngel var pigmenterat, visade en liknande tendens; de minsta yngeln i de grundare mer skyddade områdena och avtagande tätheter mot något mer exponerad miljö (figur 19).

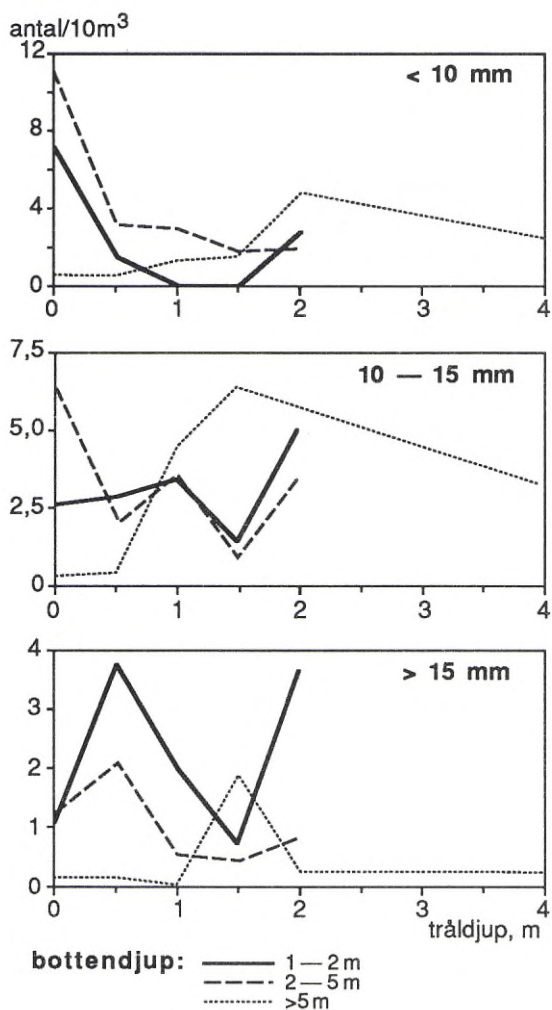
Studierna av strömmingens tidiga utvecklingsstadier visar således att modellering av strömmingens rekryteringsprocess måste inbegripa grundare områden än de som hittintills studerats och bedömts lämpliga för rekrytering. Ett kustavsnitts rekryteringskapacitet för strömming måste utgå från tillgången på sådana lämpliga grunda uppväxtområden och omgivningsfaktorernas inverkan på rekryteringen i dessa. Den optimala miljön tycks bestå av förhållandevis djupa områden som snabbt grundar upp mot relativt skyddade miljöer såsom i NO Skärgårdshavet och i Forsmark, medan en exponerad miljö, som Norrbyområdet i norra Bottenhavet, är av lägre kvalitet.



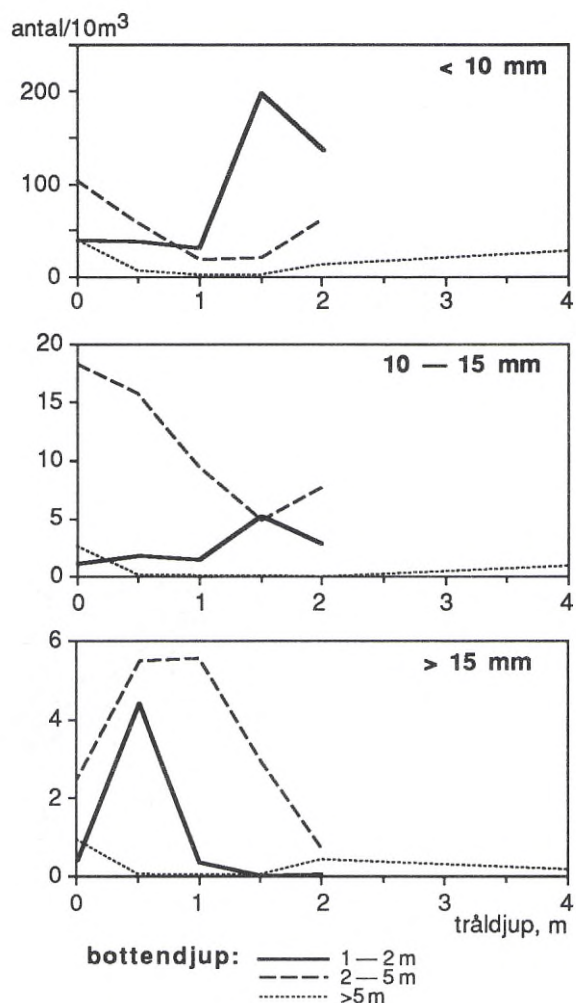
Figur 13. Mängden strömmingslarver (antal/10m³) i yttråningar vid Taivassalo och Iniöfjärden vid två tillfällena 1988.



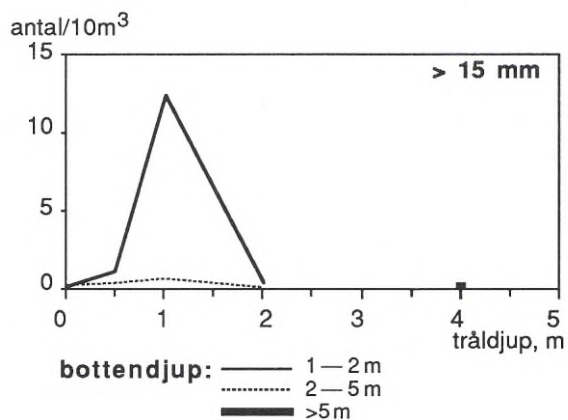
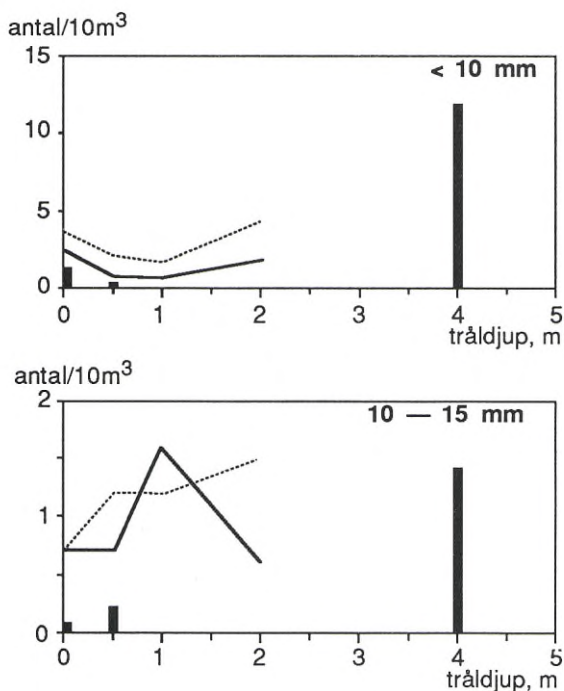
Figur 14. Tätheten av strömmingslarver (antal/10m³) inom olika längdklasser fördelade på olika trällokaler vid två olika tillfällen 1989 (Taivasalo, Skärgårdshavet).



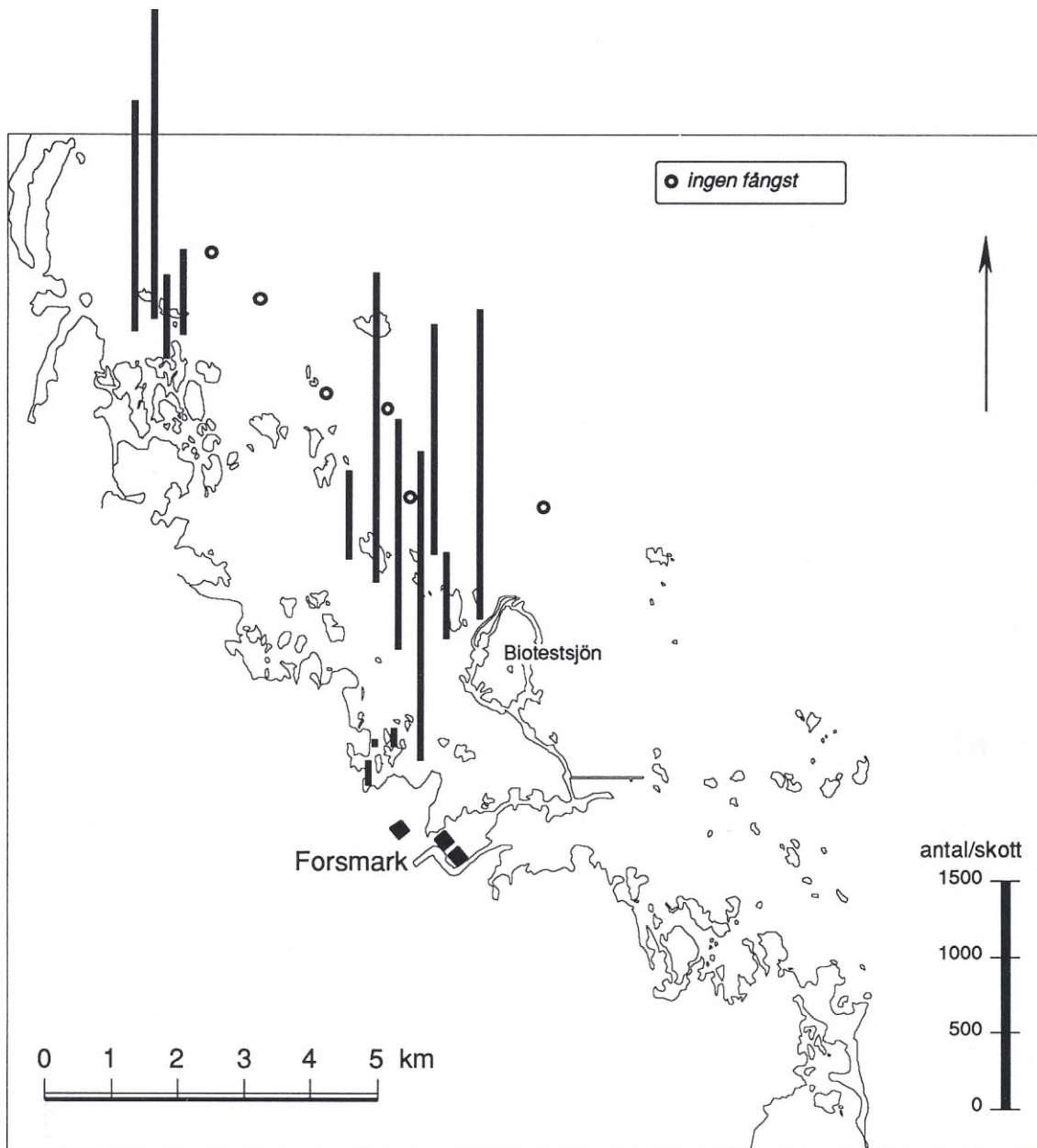
Figur 15. Djupfördelning av strömmingslarver inom storleksgrupper vid olika bottendjup. Taiwassalo i NO Skärgårdshavet 6—7 juni 1988.



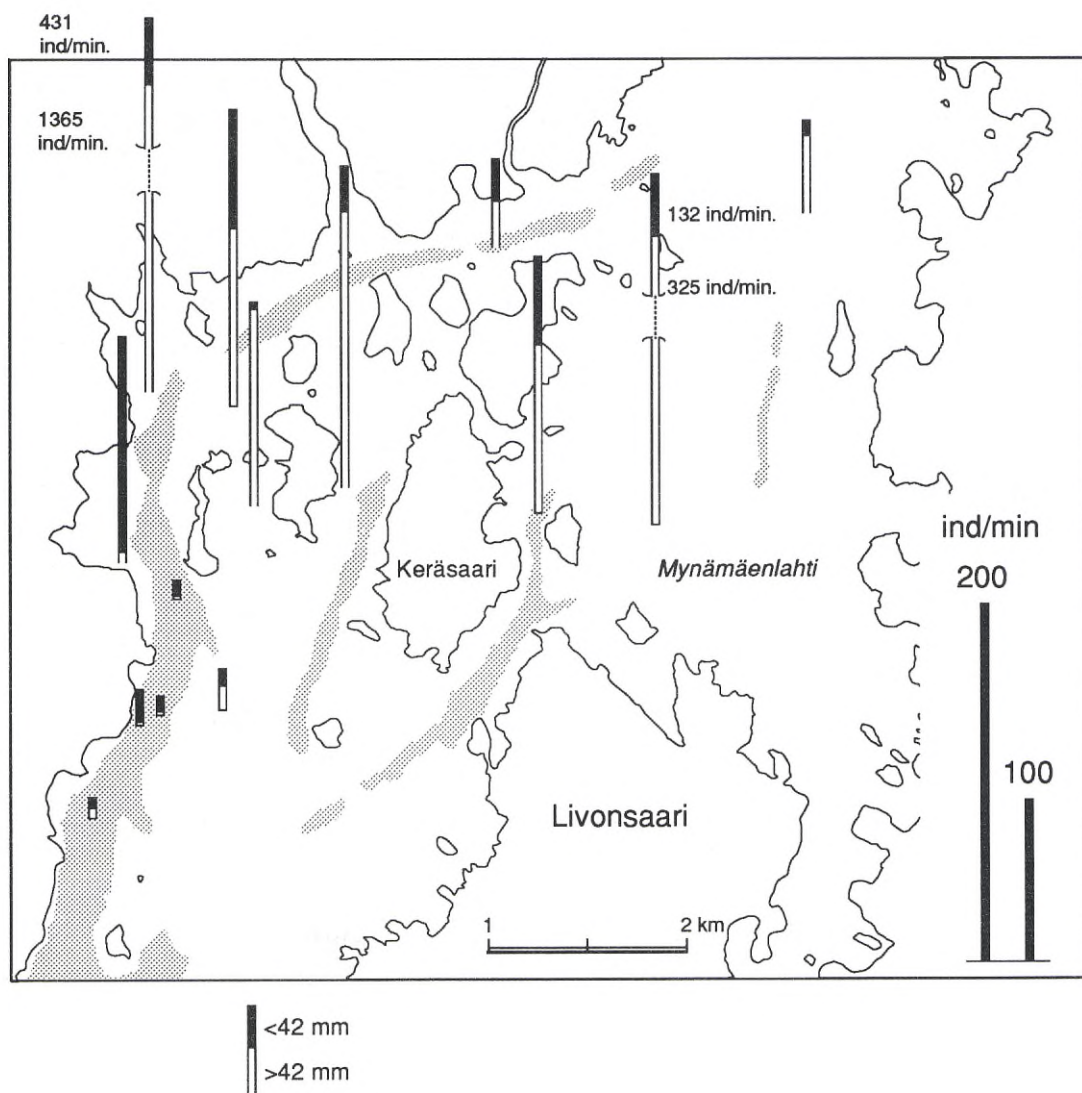
Figur 16. Djupfördelning av strömmingslarver inom storleksgrupper vid olika bottendjup. Taiwassalo i NO Skärgårdshavet 21—22 juni 1988.



Figur 17. Djupfördelning av strömmingslarver inom storleksgrupper vid olika bottendjup. Iniöfjärden i Skärgårdshavet 20—21 juni 1988



Figur 18. Tätheten av strömmingsyngel i Forsmark, i juli.



Figur 19. Tätheten av strömmingsyngel i Taiwassalo, Skärgårdshavet, i augusti.

MILJÖSTÖRNINGAR

När mänskliga aktiviteter påverkar kustområdena kan deras kvalitet ur fiskrekryteringssynpunkt förändras. Förutsatt att födotillgången inte är alltför begränsande, bör kvaliteten öka för en varmvattenart med stigande temperatur upp till optimum. Kan man påverka temperaturen, kan man alltså förbättra ett rekryteringsområde. En sådan kvalitetshöjande effekt visas av högre tillväxt och täthet hos årsyngel av abborre i Biotestsjön vid Forsmarks kärnkraftverk de första åren efter att kylvattenutsläppen startat (Karås 1987). Liknande effekter noterades vid försök där ett tidigare opåverkat skärgårdsområde temporärt uppvärmdes under sommarhalvåren 1990 och 1991. Negativa effekter på rekryteringsområdenas kvalitet kan t ex illustreras av den allmänna nedgång i fiskbestånden som skett på den finska sidan av Norra Kvarken (Hildén et al. 1985). Denna har till stor del sin grund i utdikning av sulfidjordar som lett till en stark försurning och urlakning av metaller till vattendragen. Reproduktion och yngeluppväxt har därmed näst intill omöjliggjorts för en stor del av dessa fiskbestånd (Hudd et al. 1984). Jämförelser mellan simuleringar med abborrens rekryteringsmodell och verklig årsklasstyrka kunde också påvisa en störd rekrytering i området (Böhling et al. 1991). Ett annat exempel på störda rekryteringsområden är cellulosaindustrins recipienter (Neuman och Karås 1988, Karås et al. 1991). På grund skillnader i rekryteringsstrategier hos fiskarterna befanns utsläppen ha artspezifisk verkan. För alla arter skedde en försämring av de rekryteringsområden som låg närmast utsläppen. Den negativa effektens utbredning varierar dock. Abborre och strömming påverkades kraftigt, då de har relativt stora rekryteringsområden utanför det allra grundaste vattnet. Arter med grundare och mindre rekryteringsområden, framförallt mörtfiskar, påverkades i mindre omfattning. Bidragande orsak till en svagare effekt på dessa arter var sannolikt att deras vegetationsrika uppväxtmiljöer är mer avskärmade från den direkta exponeringen för avloppsvattnet. Även i detta fall visade jämförelser mellan verklig årsklasstyrka och simuleringar med abborrens rekryteringsmodell att rekryteringen var störd i recipienten (Böhling et al. 1991).

SLUTSATSER

1. Tidigare bedömningar av skilda kustområdets potential för fiskproduktion och yngeluppväxt har utgått från biotiska faktorer. Enstaka lokala studier i Bottniska viken har dock indikerat att dessa är underordnade de abiotiska. Abborrens rekryteringsutfall har t ex visats vara starkt temperatur- och daglängdsberoende, medan överlevnaden hos ynglet i mycket liten omfattning begränsas av födan.
2. En rekryteringsmodell baserad på abiotiska faktorerers inflytande för varmvattenarten abborre har visats kunna förutsäga variationer i rekrytering hos Bottniska vikens havslekande populationer. Modellen baseras endast på dagliga variationer i temperatur-, is- och daglängdsförhållandena. Genom jämförelser med det naturliga rekryteringsmönstret i havet, vilket modellen sammanfattar, kan avvikelser fastställas. Miljöpåverkan kan sålunda leda till onormala variationer i årsklasstyrka, t ex genom lokal eutrofiering, utsläpp från cellulosaindustrier och försurning.

3. Eftersom mellanårsvariationerna i årsklasstyrka hos abborre visats samvariera med andra varmvattenarter i Bottniska viken är den framtagna modellen med stor sannolikhet också applicerbar på dessa, åtminstone vad avser riktningen i förändringen i årsklasstyrka mellan år. Antagandet stöds även av litteraturuppgifter om bioenergetiska samband hos olika arter. För att kunna göra mera precisa förutsägelser för övriga varmvattenarter krävs dock ytterligare laboratorieförsök rörande temperaturens betydelse men även värderingar av andra faktorerers inflytande på rekryteringen.
4. Bland kallvattenarterna visar den vårlekande strömmingen rekryteringsmönster som påminner om varmvattenarternas, och förutsägelser av variationer i dess årsklasstyrka bör kunna utgå från samma grundmodell som för varmvattenarterna. Rekryteringen hos flera av de höst- och vinterlekande fiskarterna avgörs i Bottniska viken till stor del under den första vintern. Rekryteringsmodeller för dessa arter får därför en annan grundkonstruktion. Finska forskare utarbetar för närvarande en sådan modell för sik.
5. Med hjälp av rekryteringsmodeller kan man göra prognoser över det fiskbara beståndets utveckling i skilda delar av Bottniska viken. Relativa årsklasstyrkor sammanställs med information om det fångstbara beståndets normala ålders- och storlekssammansättning till beståndsmått flera år framåt. Förutsättningarna är att data finns över vattentemperaturer och fångstsammansättning. Ett sådant system håller på att byggas upp i ett samarbete mellan Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet i Helsingfors och Kustlaboratoriet vid naturvårdsverket, och man avser att göra en första prognos för abborre under 1991.
6. Under de stadier då årsklassen huvudsakligen bestäms uppehåller sig varmvattenarterna i de allra grundaste och mest skyddade områdena i kustzonen. Deras karaktär är i allmänhet väl känd, och de är därför relativt lättdefinierade. Den vårlekande strömmingens tidiga utvecklingsstadier uppträder i allmänhet i djupare vattenområden, spridda över ett mycket större kustavsnitt, varför motsvarande karaktärisering är svårare. Tidigare använd trålteknik har endast medgivit trålning av ung strömming på vatten djupare än ca 6 meter. Utökad trålning på grundare vatten visade att även sådana områden har stor betydelse för strömmingens rekrytering. De som har den högsta rekryteringspotentialen för strömming i Bottniska viken, t ex Skärgårdshavet, innehåller också en relativt stor del sådana områden.
7. Ett kustavsnitts betydelse ur rekryteringssynpunkt kan sammanfattningsvis värderas utgående från relevanta rekryteringsmodeller, vilka i ett sammanhang behandlar abiotiska och biotiska faktorerers betydelse. Den geografiska utbredningen av rekryteringsområden kan därefter uppskattas utgående från kunskap om tidiga utvecklingsstadiers habitatval och kustavsnittets morfometriska karaktär.

REFERENSER

- Andersson, J. 1990. Faktorer som reglerar produktionen av gädda i Östersjöns skärgårdar. Manuskript. 27s.
- Andersson, J. 1991. Effekter av fiske på gäddbestånd utefter den svenska ostkusten. I: Konsekvenserna av det fria handredskapsfisket. Fiskeriverket, utredningsrapport. 18s.
- Andersson, J. och P. Karås. 1990. Effects of cooling-water discharges on spring-spawning Baltic herring (*Clupea harengus* L.). Manuskript. 19 s.
- Andreasson, S. och B. Petersson. 1982. The fish fauna of the Gulf of Bothnia. s. 301—352. I: Coastal research in the Gulf of Bothnia. K. Müller (ed.), Vol. 45. Monographiae Biologicae. Dr W. Junk Publishers, The Hague.
- Aneer, G. 1989. Herring (*Clupea harengus* L.) spawning and spawning ground characteristics in the Baltic Sea. Fish. Res. 8:169—195.
- Bevelhimer, M.S., R.A. Stein och R.F. Carline. 1985. Assessing significance of physiological differences among three esocids with a bioenergetics model. Can. J. Fish. Sci. 42:57—69.
- Böhling, P., R. Hudd, H. Lehtonen, P. Karås, E. Neuman och G. Thoreson. 1991. Variations in year-class strength of different perch (*Perca fluviatilis*) populations in the Baltic Sea with special reference to temperature and pollution. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 48:1181—1187.
- Curry-Lindahl, C. 1985. Våra fiskar. Havs och sötvattenfiskar i Norden och övriga Europa. P.A. Norstedts & söners förlag. Stockholm.
- Fry, F.E.J. 1971. The effect of environmental factors on the physiology of fish. I: Fish physiology Vol. VI s. 1—98. Red. Hoar, W.S. och D.J. Randall (Red.). Academic Press. New York, San Francisco och London.
- Hildén, M., R. Hudd och H. Lehtonen. 1985. Miljöförändringarnas verkningar på fisket och fiskbestånden i Skärgårdshavet och finska sidan av Bottniska viken. Vilt- och fiskeriforskningsinstitutet. Medd. 19:33—56.
- Hokanon, K.E.F. 1977. Temperature requirements of some percides and adaptations to the seasonal temperature cycle. J. Fish. Res. Board Can. 34:1524—1550.
- Hudd, R., L. Urho och M. Hildén. 1983. Occurrence of burbot, *Lota lota* L., larvae at the mouth of the Kyrönjoki in Quarcken, Gulf of Bothnia. Aquilo Ser. Zool. 22:127—130.
- Hudd, R., M. Hildén, L. Urho, M.B. Axell och L.A. Jåfs. 1984. Fiskeriundersökning av Kyrö älvs mynnings- och influensområde 1980—1982. Vattenstyrelsen. Rep. 242 B. 277s.
- Hudd, R., H. Lehtonen och I. Kurttila. 1988. Growth and abundance of fry; factors which influence the year-class strength of whitefish (*Coregonus widegreni*) in the southern Bothnian Bay (Baltic). Finnish Fish. Res. 9:213—220.
- Håkansson, L. och R. Rosenberg. 1985. Praktisk kustekologi. Statens Naturvårdsverk PM 1987. 110s.

- Hästbacka, H. 1985. Fladorna —havets barnkamrar. *Skärgård* **1**:39—47.
- Jäger, T., W. Nellen, W. Schäfer och F. Shodjai. 1981. Influence of salinity and temperature on the early life stages of *Coregonus albula*, *C. lavaretus*, *R. rutilus* and *L. lota*. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer* **178**:345—348
- Karås, P. 1987. Food consumption, growth and recruitment in perch (*Perca fluviatilis* L.). Doktorsavhandling. Uppsala universitet. 129s.
- Karås, P. 1989. Some aspects of environmental disturbances in recruitment areas of Baltic fish populations. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer* **190**:193—197.
- Karås, P. 1990. Seasonal changes in growth and standard metabolic rate of juvenile perch *Perca fluviatilis* L. *J. Fish Biol.* **37**:913—920.
- Karås, P. 1992a. Tillväxt, överlevnad och rekrytering hos piggvär (*Scophthalmus maximus* L.). Manuskript. 18s.
- Karås, P. 1992b. The effect of temperature and salinity on embryo development of turbot (*Scophthalmus maximus* L.) from the North sea with comparisons to Baltic populations. Manuskript. 10s.
- Karås, P. 1992c. Models for bioenergetics, growth and recruitment in pike-perch (*Stizostedion lucioperca* (L.)). Manuskript. 34s.
- Karås, P. 1992d. Recruitment of perch (*Perca fluviatilis* L.) from Baltic coastal waters and a proposed basic recruitment model. Manuskript. 34s.
- Karås, P. och H. Lehtonen. 1990. Gäddans (*Esox lucius* L.) utbredning och förflyttningar i Östersjön. Statens naturvårdsverk, Kustlaboratoriet. Manuskript. 31s.
- Karås, P. och G. Thoresson. 1992. An application of a bioenergetics model to Eurasian perch (*Perca fluviatilis* L.). *J. Fish Biol.* **40**: 217—230.
- Karås, P. och L. Urho. 1993. Distribution patterns of herring (*Clupea harengus* L.) larvae in Baltic coastal areas with special reference to morphometric characters. In prep.
- Karås, P., E. Neuman och O. Sandström. 1991. Effects of a pulp mill effluent on the population dynamics of perch (*Perca fluviatilis* L.). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **48**:28—34.
- Lessmark, O. 1983. Competition between perch (*Perca fluviatilis*) and roach (*Rutilus rutilus*) in south Swedish lakes. Doktorsavhandling, Lunds universitet. 172s.
- Lehtonen, H. och J. Lappalainen. 1993. The effects of climate on the year-class variations of some freshwater fish species. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 27 s. In press.
- Muus, B.J. och P. Dahlström. 1968. Sötvattensfisk och fiske. P.A. Norstedt & söners förlag. Stockholm.
- Müller, K. 1984. Fisk och bottendjur i Bottniska vikens grunda kustområden. I: Biologisk värdering av grunda svenska havsområden. R. Rosenberg (red.). s. 303—340. Statens Naturvårdsverk PM 1911. 384s.

- Neuman, E. 1974. Temperaturen och balansen mellan limniska och marina fiskar i några Östersjöskärgårdar. Inf. Sötvattenlab., Drottningholm 6. 104s.
- Neuman, E. 1982. Species composition and seasonal migrations of the coastal fish fauna in the southern Bothnian Sea. s. 317—351. I: K. Müller (red.), Vol. 45. Monographiae Biologicae. Dr. W. Junk Publishers, The Hague.
- Neuman, E. 1983. Thermal discharge and fish fauna in Sweden. Wat. Sci. Tech. 15:67—87.
- Neuman, E. och P. Karås. 1988. Effects of pulp mill effluent on a Baltic coastal fish community. Wat. Sci. Tech. 20:95—106.
- Parmanne, R. 1991. Is it possible to predict the recruitment of herring in the Bothnian Sea. ICES C.M. 1991/3:32 12 s.
- Parmanne, R och V. Sjöblom. 1987. Possibility of using larval and zooplankton data in assessing the herring year class strength off the coast of Finland in 1974—86. ICES C.M. 1987/J:19. 20s.
- Persson, L. 1987. Effects of intra- and interspecific competition between age classes in a perch *Perca fluviatilis* population in a shallow eutrophic lake. Oikos 40:197—207.
- Persson, L. och L.A. Greenberg. 1990a. Interspecific and intraspecific size class competition affecting resource use and growth of perch, *Perca fluviatilis*. Oikos 59:97—106.
- Persson, L. och L.A. Greenberg. 1990b. Juvenile competitive bottlenecks: the perch (*Perca fluviatilis*) — roach (*Rutilus rutilus*) interaction. Ecology 7:44—56.
- Rudstam, L.G. 1988. Exploring the dynamics of herring consumption in the Baltic: Applications of an energetic model of fish growth. Kieler Meeresforsch. Sonderh. 6:312—322.
- Shuter, B.J., J.A. MacLean, F.E.J. Fry och H.A. Regier. 1980. Stochastic simulation of temperature effects on first-year survival of smallmouth bass. Trans. Am. Fish. Soc. 109:1—34.
- Shuter, B.J., P.A. Wismer, H.A. Regier och J.E. Matuszek. 1985. An application of ecological modelling: Impact of thermal effluent on a smallmouth bass population. Trans. Am. Fish. Soc. 114:631—651.
- Thorman, S. och A.M. Wiederholm. 1983. Seasonal occurrence and food resource use of an assemblage of nearshore fish species in the Bothnian Sea, Sweden. Mar. Ecol. Prog. Ser. 10:223—229.
- Thorman, T. 1986. Seasonal colonisation and effects of salinity and temperature on species richness and abundance of fish of some brackish and estuarine shallow waters in Sweden. Holarctic ecology. 9:126—132.
- Urho, L. 1988. Changes in distribution patterns of herring larvae in the coastal waters off Helsinki, Finland. ICES BAL/No 14.
- Urho, L., M. Hildén och R. Hudd. 1990. Fish reproduction and the impact of acidification in the Kyrönjoki estuary in the Baltic Sea. Environ. Biol. 27:273—283.
- Ware, D.M. 1975. Growth, metabolism, and optimal swimming speed of a pelagic fish. J. Fish. Res. Board Can. 32:33—41.



▲ Referensområden ● Recipientundersökningar
