



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.





TÅNGLAKEN SOM INDIKATOR PÅ EFFEKTER AV GIFTIGA ÄMNEN

*Alvar Jacobsson
Erik Neuman
Mats Olsson*



Tånglaken som indikator på effekter av giftiga ämnen.

*Alvar Jacobsson och Erik Neuman
Fiskeriverket, Kustlaboratoriet
Box 584
740 71 Öregrund*

*Mats Olsson
Naturhistoriska riksmuseet
Miljögiftsgruppen
Box 50 007
104 05 Stockholm*

Innehåll

<i>Inledning</i>	<i>3</i>
<i>Undersökningsområden</i>	<i>5</i>
<i>Årstidsvandringar</i>	<i>7</i>
<i>Metodik för kontroll av beståndsvariationer</i>	<i>10</i>
<i>Fekunditet, tillväxt och dödlighet hos yngel i renområden</i>	<i>11</i>
<i>Tillväxt och dödlighet hos yngel i förorenade områden</i>	<i>13</i>
<i>Experiment rörande gifteffekter på fortplantningen</i>	<i>15</i>
<i>Koncentrationen av persistenta och bioackumulerande ämnen hos fisk</i>	<i>16</i>
<i>Slutsatser</i>	<i>20</i>
<i>Referenser</i>	<i>21</i>

Beställningsadress:

FISKERIVERKET
Kustlaboratoriet
Box 584
740 71 Öregrund

mars 1992

Slutrapport, kontrakt 5312297-4, naturvårdsverkets
forskningsnämnd

ISSN 1102 — 5670

INLEDNING

Föreliggande arbete utgör slutrapport från projektet "Tånglaken som indikator på effekter av giftiga ämnen". Avsikten har varit att utveckla ett miljökontrollsystem där tånglaken (*Zoarces viviparus* (L.)) används som indikatorart för förekomst av giftiga ämnen i havet och ekologiska effekter av sådana ämnen. Systemet skall kunna användas inom såväl utsläpps- och recipientkontroll som inom långtidsövervakning i referensområden (PMK). Flera enartssystem har utvecklats för att i laboratoriet söka mäta biologiska effekter av giftiga ämnen. Observerade reaktioner är dock ofta svåra att överföra till ekologiskt väsentliga störningar i naturen. Ett enartssystem för såväl utsläpps- som recipientkontroll bör innefatta inte bara mätande av effekter på individnivå i laboratorium och fält utan även kontroll av beståndsvariationer samt, om aktuella ämnen är persistenta och bioackumulerande, även kemisk analys. Väljer man att arbeta med fisk, bör arten ifråga ha följande egenskaper:

- 1. Ett stationärt levnadssätt under hela livscykeln, vilket är nödvändigt för koppling av observationerna till det kontrollerade områdets föroreningar.
- 2. Tillräckligt storvuxen för att ge prover stora nog för individuell kemisk och fysiologisk analys.
- 3. Lättfångad, även som yngel.
- 4. Rik förekomst, helst inom ett stort utbredningsområde.
- 5. Lång livslängd, vilket gör det möjligt att integrera effekter över tiden och undersöka betydelsen av långtidsexponering.
- 6. Möjlighet att bestämma åldern krävs för analys av dos/effekt och för studier av beståndets åldersfördelning, vilken kan indikera störning av fortplantningen eller ökad mortalitet.
- 7. Lämplighet för utsläppskontroll, vilket innebär att det skall vara möjligt att registrera ekologiskt betydelsefulla effekter av ett utsläpp inte bara under kontrollerade laboratorieförhållanden utan att det också skall tänkas gå att göra motsvarande observationer i fält.

Jacobsson et al. (1986) har visat att tånglaken besitter de ovan uppräknade egenskaperna. Författarna baserar detta konstaterande på tidigare befintlig kunskap vad gäller de sex första kraven och på ett i uppsatsen beskrivet experiment vad gäller det sjunde. Också flera sötvattenfiskar har de nödvändiga egenskaperna men knappast någon annan i svenska vatten förekommande marin art. Detta innebär att Västsveriges och Skånes kuster saknar goda alternativa indikatorarter; PMK:s miljögiftsprogram utnyttjar t ex i sin kustlokal i Västerhavet den icke stationära skrubbskäddan. Även relativt våra sötvattenfiskar har tånglaken en väsentlig fördel: den föder levande ungar efter en lång dräktighet (4–6 månader). Härigenom elimineras ett generellt problem vid studier av reproduktionsparametrar hos fisk, nämligen svårigheten att klargöra individuell kulltillhörighet och reproduktionsframgång hos individer.

I det ovannämnda försöket utnyttjades tånglakens speciella yngelbiologi. Dräktiga honor utsattes under en månad för låga koncentrationer av skogsindustriellt avloppsvatten, varvid konstaterades försämrad tillväxt hos ynglen. Vid högre koncentrationer var dödligheten hög; honornas överlevnad påverkades dock ej. Ynglen var alltså, liksom hos "normala" fiskarter, känsligare än de vuxna. Yngel som ej exponerats för avloppsvatten visade ingen som helst dödlighet efter den allra första tiden efter kläckning. Det bör påpekas att kläckning ej ger frilevande yngel; de första månadernas tillväxt sker som nämnts i modern. Detta förhållande är av stort värde, eftersom den stora och kraftigt varierande dödlighet som förekommer under de första månaderna hos fiskarter med frisimmande yngel starkt försvårar såväl fält- som laboratoriestudier. Tånglakens yngel är stora (upp till 55 mm långa) vid födseln och har därigenom passerat de stadier som normalt anses vara avgörande för beståndsdimensioneringen hos fisk.

Tånglakens egenskaper, i synnerhet dess fortplantningsbiologi, kan motivera ett utnyttjande av arten även vid vår ostkust, vilken i sin helhet ligger inom artens utbredningsområde. Grundläggande kunskaper om artens uppträdande och dess fortplantningsbiologi utmed ostkusten har inhämtats inom projektet "Integrerad fiskövervakning i kustreferensområden" men redovisas för fullständighetens skull i denna rapport.

Avsikten har varit att utveckla "tånglakesystemet" för registrering av effekter av giftiga ämnen på fortplantningsförmåga, dödlighet och tillväxt samt övervakning av persistenta och bioackumulerande ämnens förekomst. Ett program för recipientkontroll med parallella undersökningar i referensområden kan tänkas få följande utseende:

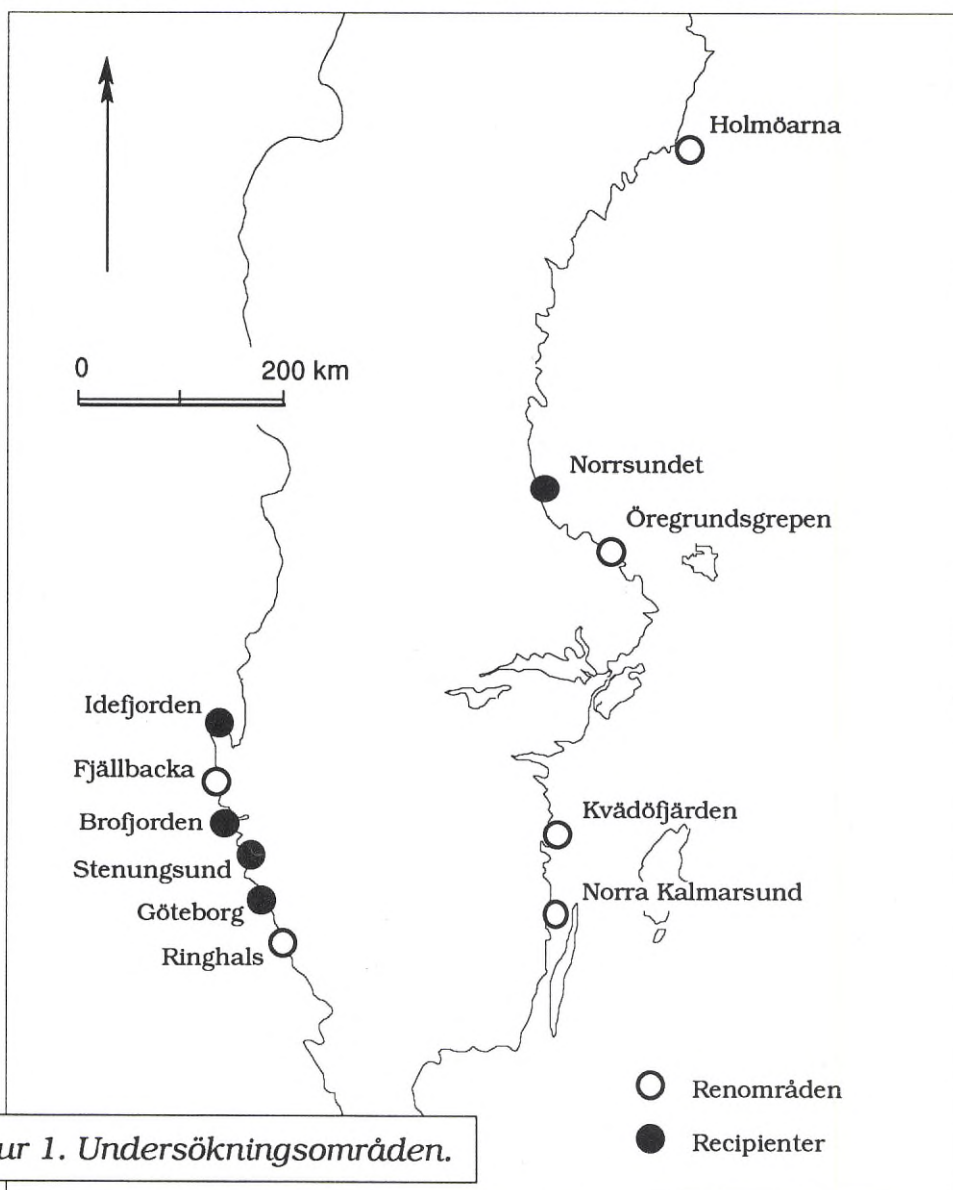
- 1. Provfiske för fastställande av relativ täthet av vuxen fisk.
- 2. Åldersfördelning i provfiskefångsterna.
- 3. Tillväxthastighet hos den fångade fisken.
- 4. Antal levande och döda yngel i honor fångade i provfisket.
- 5. Storlek, dvs tillväxthastighet, hos levande yngel under dräktigheten.
- 6. I aktuella fall analys av persistenta och bioackumulerande ämnen.

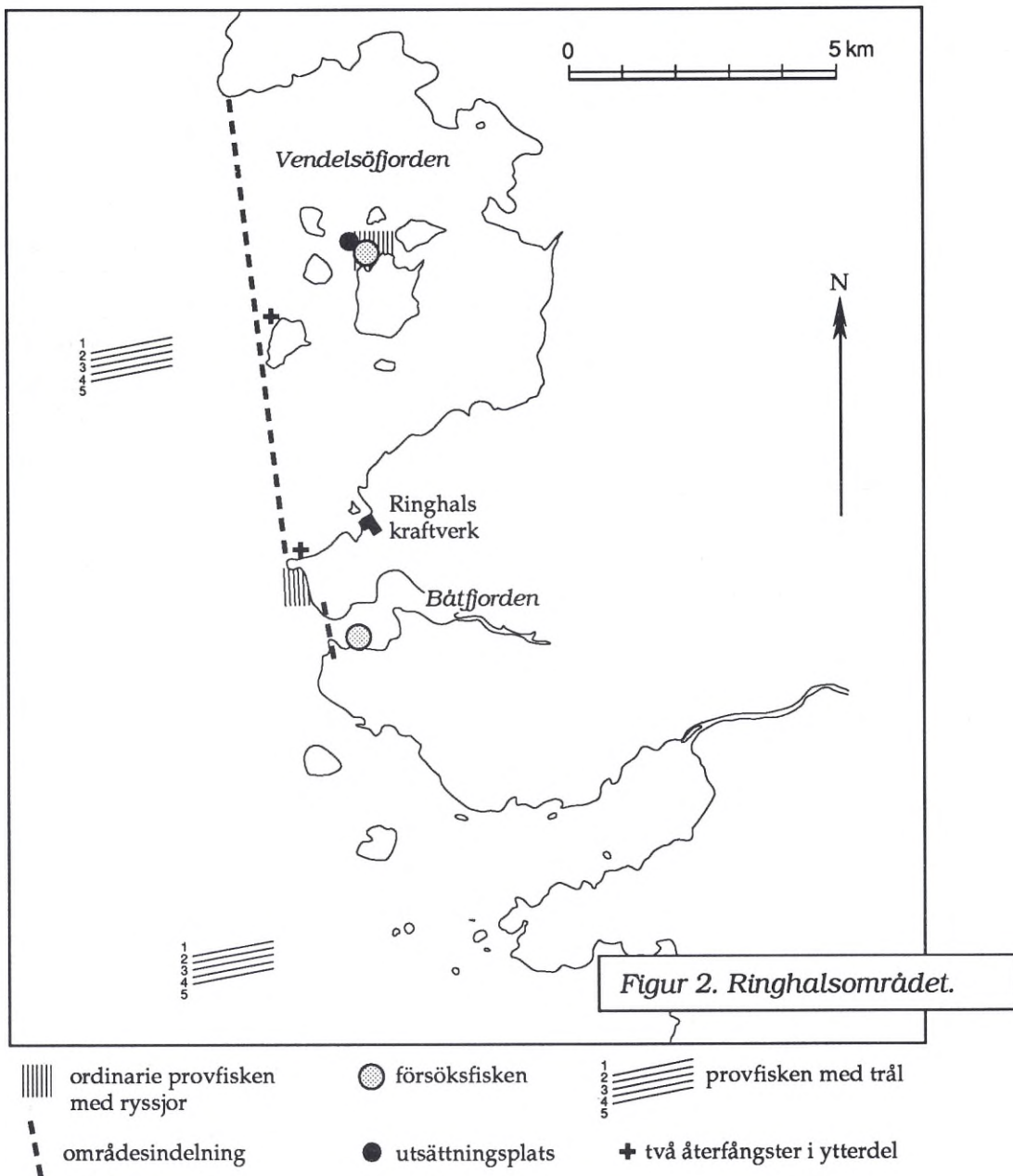
Inom utsläppskontroll och karakterisering av avloppsvatten liksom vid kortvariga karteringar av miljöpåverkan blir främst variablerna i 4, 5 och 6 aktuella. Eftersom tånglakens biologi och reaktioner på föroreningar är relativt lite kända, kräver ett program av angiven karaktär flera förundersökningar. Inom projektet har följande genomförts:

- 1. Årstidsvandringar.
- 2. Metodik för kontroll av beståndsvariationer.
- 3. Fekunditet, tillväxt och dödlighet hos yngel i renområden vid väst- och ostkusten.
- 4. Dödlighet och tillväxt hos yngel i förorenade vattenområden.
- 5. Experiment rörande gifteffekter på fortplantningen.
- 6. Koncentrationen av persistenta och bioackumulerande ämnen hos vuxen fisk.

UNDERSÖKNINGSOMRÅDEN

Undersökningarna har bedrivits såväl i områden utan utsläpp av giftiga ämnen som i industri- och kommunrecipenter. Studerade "renområden" är Fjällbacka, Ringhals, N. Kalmarsund, Kvädöfjärden, Öregrundsgrepen och Holmöarna (figur 1). I Fjällbacka yttre skärgård, i Kvädöfjärden vid gränsen mellan Småland och Östergötland samt vid Holmöarna i Norra Kvarken har fisk årligen insamlats för PMK:s miljögiftsprogram med början 1980. I dessa områden pågår också sedan 1988 förundersökningar syftande till att utöka programmet med integrerade ekologiska och fysiologiska moment. I Fjällbacka utnyttjas tånglaken för programmets individstudier. Inom kontrollprogrammet för Ringhalsverket har provfisken med små ålryssjor, som ger goda fångster av tånglake, sedan 1976 bedrivits i det uppvärmda utsläppsområdet och i den opåverkade Vendelsöfjorden (figur 2). Inom projektet har också provfisken genomförts i Båtfjorden, som ligger strax söder om kraftverket men inte utsätts för direkt värmepåverkan. I N Kalmarsund och i Öregrundsgrepen har information om artens beståndsvariationer säkrats inom kontrollprogrammen för Oskarshamns- och Forsmarksverken.



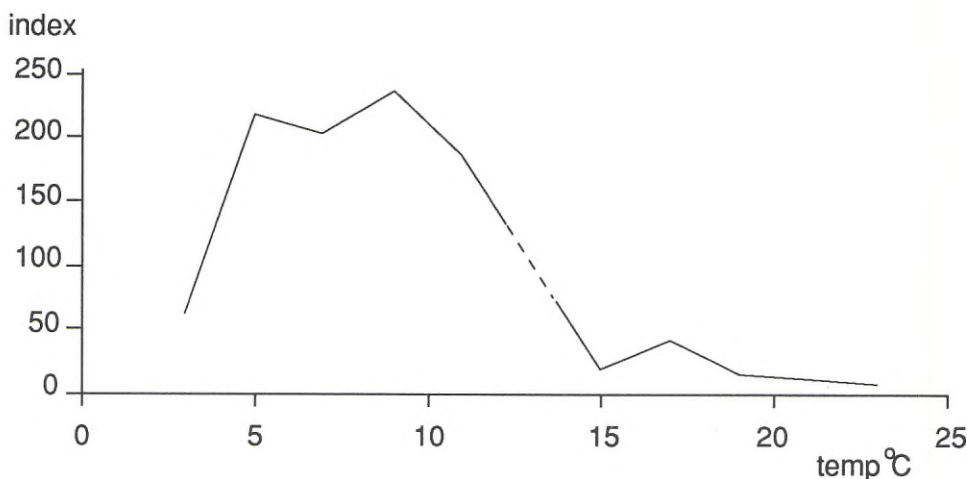


Som recipienter att pröva effekter på fortplantningen har valts Idefjorden, Brofjorden och Stenungsund i Bohuslän, Göteborg samt Norrsundet vid Bottenhavet (figur 1). Idefjorden belastas av kommunala utsläpp samt en massafabrik med klorblekeri i Halden. Brofjorden mottar utsläpp från ett oljeraffinaderi. I Stenungsund ligger fyra petrokemiska fabriker, vilka sannolikt bär skulden till att unga rödspottor sedan tio år tillbaka starkt minskat nära utsläppen (Jacobsson och Neuman 1991). I Göteborg insamlades materialet utanför hamnområdet mellan Torslanda och Öckerö. Området är utsatt för en komplex påverkan av bl a Göta älv och det närbelägna kommunala reningsverket. I Norrsundet ligger en massafabrik med klorblekeri, i vars recipient effekter på fisk belagts på alla nivåer från cell till samhälle. Nära utsläppen har förekomsten av yngel av flera arter varit onormalt låg (Neuman och Karås 1988 samt Karås et al. 1991).

ÅRSTIDSVANDRINGAR

Genetiska undersökningar (Schmidt 1917, Frydenberg et al. 1973 samt Christiansen et al. 1976) har visat att tånglaken är att betrakta som stationär under hela sin livscykel. Förekomsten av kortare förflyttningar, t ex årstidsvandringar, inom ett större "hemområde" kan dock ej uteslutas. För främst recipientstudier är det av värde att kartlägga sådana. Material härför har hämtats från provfisken med små ålryssjor utanför Ringhals, i Kvädöfjärden samt vid Holmöarna och från märkningar vid Ringhals.

Fiskars årstidsvandringar styrs främst av deras fysiologiskt betingade temperaturpreferenser. Tånglakens kan belysas med fångster i april och augusti på 2–4 m djup i närheten av kylvattenutsläppet från Ringhals, där spridningen över temperaturskalan är stor. De största fångsterna gjordes i intervallet 4–12°C, över 14°C var fångsterna små (figur 3). Arten är alltså en kallvattenart och kan förväntas i stor utsträckning sommartid vandra neråt mot kallare vatten.



Figur 3. Temperaturens inverkan på tånglakefångsternas storlek utanför Ringhals 1976–1987. Medelvärdet av fångst/ansträngning inom temperaturintervall om 2°C har relaterats till motsvarande medelvärde för hela fångsten (=100).

Årstidsvandringarna har studerats i Vendelsöfjorden utanför Ringhals med fyra ålryssjor på vardera tre djup: 0,5, 3,5 och 7,0 m. De fiskade tre dygn i följd per månad mellan mars 1985 – januari 1986. De sammanlagda fångsterna på 0–7 m var:

mar	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	jan
34	11	32	5	1	26	2	13	17	20	35

Under sommaren var, augusti undantaget, fångsterna mycket små, vilket talar för att flertalet individer uppehållit sig på djupare vatten. Tånglaken leker i augusti, vilket möjligen skulle kunna förklara den goda fångsten på främst 3,5 m. Under november–januari fångades 60–70% på 0,5 m, där arten helt saknades i juni och juli. I området har omfattande försökstrålningar genomförts på 20 m djup i september, alltsedan 1983 (figur 2). Endast en tånglake har fångats, vilket tyder på att de inte vandrar ner till denna djupnivå.

Eftersom insamling av honor för yngelkontroll skett i oktober–november, undersöktes 1986 djupfördelningen i oktober genom fisken på 1,2,3,4 och 5 m djup i Vendelsöfjorden och Båtfjorden (figur 2). Goda fångster gjordes på alla djup men de bästa på de två lägsta.

Inom projektet har tånglakens förflyttningar också studerats genom märkningar i Vendelsöfjorden, där den direkta exponeringen mot öppet hav kunde förväntas medföra en större vandringsbenägenhet än i mer skyddade områden. "Floy tag", ett nummernärke som fästs under ryggen, användes. Fisken fångades på grunt vatten (figur 2), och utsättningarna har gjorts i samma område, där också återfångad fisk återutsatts. För att undvika infektioner gjordes märkningarna endast under den kalla delen av året. I maj 1985 märktes 223 st, i januari 1986/199, i oktober och april 1986–87 och 1987–88/185 respektive 1410 st, totalt 2017 st.

Trots ett till ca 30% uppskattat bortfall av märken strax efter utsättning har 600 individer återfångats minst en gång, varav 487 från den sista märkningssäsongen. Genom att flera fångats flera gånger — en fisk återkom till sju gånger till samma station — blir det totala antalet återfångster 907 st. 403 fiskar återfångades en gång, 123 två, 52 tre, 14 fyra, 3 fem, 4 sex samt 1 st sju gånger.

Ingen återfångst har rapporterats utanför fjorden och endast två från dess ytterområden, trots att ålfiskarena i området varit väl informerade om försöken. Alla övriga har fångats i våra egna provfisken i det begränsade utsättningsområdet, vilket tyder på en mycket hög grad av lokalitet. Med tanke på provfiskenas ringa omfattning har återfångstprocenten varit mycket hög.

Märkningarna liksom tidigare refererade provfisken tyder på att arten vandrar ner från grundområdena på sommaren. Återfångsterna i provfiskena under sommaren, i huvudsak augusti, har varit få men de under "vintern", främst oktober och april, många (tabell 1). Skillnaden kan endast till ringa del förklaras av en större fiskeinsats under den kalla årstiden. Många fiskar återkommer till utsättningsområdet efter en eller flera somrar, som de sannolikt tillbringat på djupare vatten. Undersökningen ger även viss information om artens livslängd. Ingen fisk har fångats mer än tre år efter märkning, och åldersbestämningar har inte påvisat äldre individer än fyra år.

Tabell 1. Återfångster under olika årstider räknat från märkningen.

	<u>1:a</u>	<u>2:a</u>	<u>3:e</u>	<u>4:e</u>
Vinter	704	99	13	3
Sommar	81	5	2	0

Hösten 1989 genomfördes fisken med små ålryssjor vid Holmöarna och i Kvädöfjärden för att utröna fångstmöjligheterna och eventuell årstidsvandring denna årstid. Vid Holmöarna lades ryssjorna på fasta stationer på 3, 7–8 och 21 m djup; åtta parrysjor inom varje djupintervall. En vittning per vecka gjordes veckorna 38 till 47. På 3 m

djup fångades endast en fisk sista veckan. Den ena av de två 7–8 m stationerna gav också dåliga fångster. Den andra liksom djupstationen redovisas i tabell 2 tillsammans med resultaten från Kvädöfjärden. Den gjordes veckorna 42–47 i djupintervallen 2–8, 5–8 och 13–16 m.

Tabell 2. Fångster (antal/ryssja och natt) hösten 1989.

	vecka								
	38	39	41	42	43	44	45	46	47
<u>Holmöarna</u>									
7 m	0,07	0,58	0,14	0,17	0,08	0,06	0,23	0,06	0,04
21 m	0,16	0,52	0,35	0,23	0,14	0,09	0,36	0,69	0,15
<u>Kvädöfjärden</u>									
2–8 m	0,18	0,45	0,75	0,28	0,19	0,50			
5–8 m	0,30	0,50	0,77	1,01	0,33	0,82			
13–16 m	0,23	0,09	0,06	0,10	0,25	0,09			

Den djupaste lokalen gav de bästa fångsterna vid Holmöarna men de sämsta i Kvädöfjärden. Någon årstidsvandring kan inte skönjas i detta material. Veckorna 43–47 genomfördes parallellt med fisket på de fasta stationerna fiske på flera andra i syfte att finna goda lokaler. Goda fångster erhöles på 6–12 m vid Holmöarna, sista veckan även på 3–4 m djup. Möjligen indikerar detta att arten söker sig till grunt vatten sent på säsongen. I Kvädöfjärden drevs det utökade fisket endast på 5–8 och 5–15 m; de grunda lokalerna gav klart bäst fångster.

Mindre inventeringar gjordes veckorna 44–48 1989 i N Kalmarsund på 2–20 m och i Öregrundsgrepen på 3–15 m. De djupaste stationerna gav enstaka fiskar. Bäst fångster gjordes på 6–8 m i Kalmarsund och på 4–5 m i Öregrundsgrepen. Liksom vid Holmöarna ökade fångsten i Kalmarsund på grunt vatten (2–3 m) i slutet av perioden. Kalmarsund gav något bättre fångster än Kvädöfjärden och Holmöarna och klart bättre än Öregrundsgrepen. Det tycks inte föreligga något klart breddgrads- eller salthaltsberoende i beståndstätheten.

Insatserna utmed ostkusten har visat, att det under hösten går lätt att fånga arten i ålryssjor. Den verkar vara vanlig på djupare vatten än vid västkusten; i västra Finska viken har forskare fångat t o m årsyngel på 25–40 m djup (Kristofferson och Oikari, 1975). Bäst fångster erhöles dock på 3–8 m djup. 1989 års undersökningar indikerar inte någon påtaglig täthetsskillnad mellan olika renområden på väst- och ostkusten. Vår långtidsövervakning i Kalmarsund visar dock att beståndstätheten ökade starkt 1986–1989, varför tätheten sannolikt var ovanligt hög utmed ostkusten 1989 (Neuman och Andersson 1990). Av utvecklingen i Vendsöfjorden att döma har motsvarande utveckling inte ägt rum utmed västkusten (Jacobsson 1991).

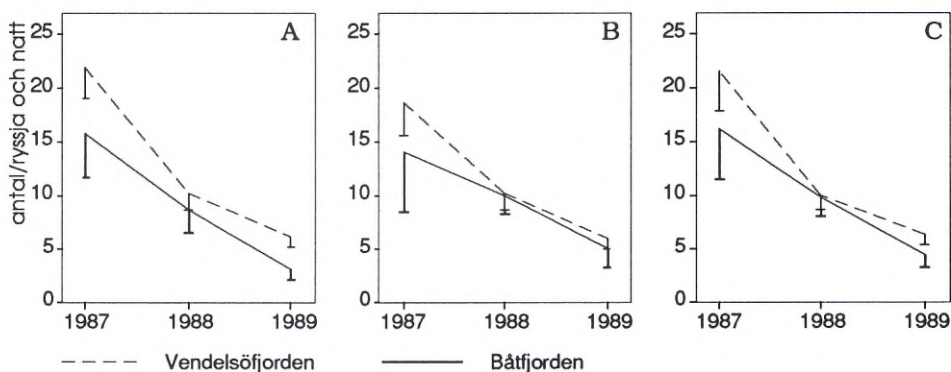
METODIK FÖR KONTROLL AV BESTÅNDSVARIATIONER

Kustlaboratoriet har sedan mitten av 1970-talet använt små ålryssjor för kontroll av beståndstäthet inom recipient- och kontrollprogram vid västkusten. Neuman (1983 och 1988) har visat att effekter av kylvattenutsläpp på tånglakens täthet kan beläggas med relativt små insatser med sådana ryssjor. En beståndsmonitoring speciellt inriktad på tånglake kräver dock ytterligare kunskaper vad gäller t ex fiskeintensitet. Övervakningen bör förläggas till oktober, då honorna bär yngel, som är tillräckligt stora för att eventuella tillväxtstörningar lätt skall kunna avläsas, och då väderförhållandena ännu ej är alltför kärva. Under veckorna 40–42 genomfördes åren 1987–1989 försöksfisken vid Ringhals dels i den öppna Vendelsöfjorden, dels i den avgränsade Båtfjorden (figur 2).

Under "årstidsvandringar" noterades att de bästa fångsterna i oktober gjordes på 1 och 2 m djup. Då fångsterna på 1 m kan befaras variera mycket till följd av vattenståndsväxlingar och vågor, valdes 2 m för försöksfisket. Ryssjorna grupperades inom varje område på fem stationer med tio ryssjor i rad alla vända åt samma håll. Avståndet mellan stationerna var högst 30 m. Ryssjorna fiskade i åtta dygn och vittjades dagligen. Denna insats är intensivare än vad som kan antagas vara rimligt för rutinövervakning. Härigenom kan man utröna om tendenser till utfiskning finns, vilket skulle innebära att observationerna inte kan ses som oberoende. En stor insats gör det också möjligt att genom reduktioner i datamaterialet finna en för framtida insatser lämplig nivå.

Fångsterna minskade ej med tiden, vilket måste tolkas som att inte ens den genomförda intensivinsatsen ger en "utfiskning". Fångsterna olika dagar kan alltså betraktas som oberoende även i den tämligen slutna Båtfjorden.

I figur 4-A presenteras medelfångster per station med konfidensintervall (95%) för de båda områdena de olika åren. Intervallen är relativt små. Spridningen mellan dagar för enskilda stationer och mellan stationer enskilda dagar är med några få undantag ungefär lika stora. Endast en station i Vendelsöfjorden avviker klart från övriga och visar också olika spridning olika år.



Figur 4. Intensivfisket vid Ringhals.
A. Hela materialet: 8 dygn och 50 ryssjor
B. De fyra första dygnen och 50 ryssjor.
C. De 6 första dygnen och 25 ryssjor.

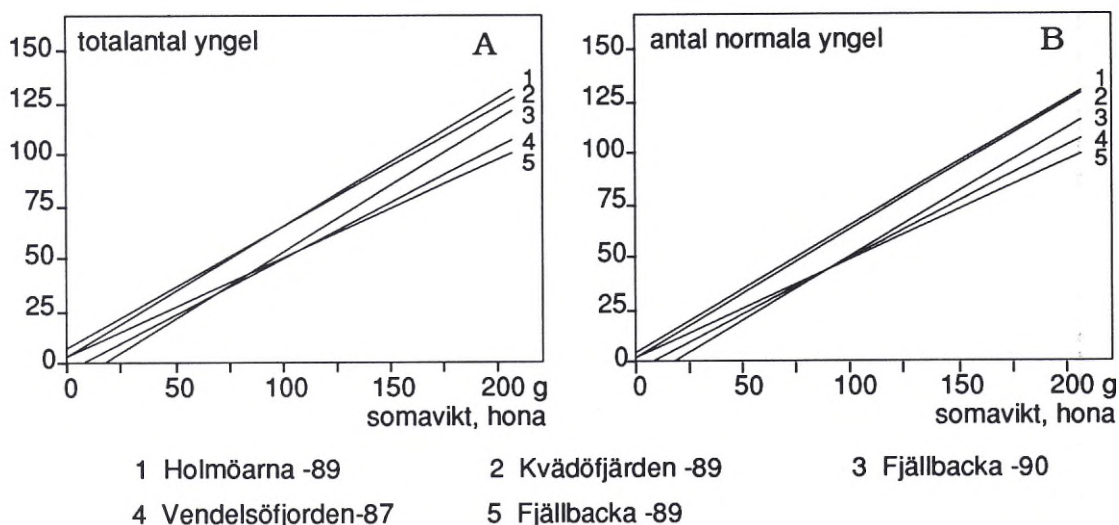
De skillnader mellan år och områden som syns i figur 4-A har prövats med det icke-parametriska H-testet och befunnits signifikanta. För genomförandet av en parametrisk ANOVA har variansen stabiliserats genom logaritmering av materialet; stationsmedelvärdena har annars inte samma varians inom området. En transformering genom logaritmering ger också ett approximativt normalfördelat material (Kolmogorov-Smirnov test, Conover 1971). En tvåvägs variansanalys ger signifikanta skillnader mellan år och mellan områden.

För att undersöka möjligheterna att begränsa insatsen har de sista fiskedagarna eliminerats ur materialet. Som framgår av figur 4-A och B blir fångstbilden likartad t o m vid en halvering till fyra fiskedagar. H-testet visar också fortfarande signifikant skillnad mellan år och områden. Slutsatsen av denna analys är att sex dygn hade varit en mer än tillräcklig insats i det aktuella fallet. Medan generella rekommendationer kan göras vad avser antalet fiskedagar, måste antalet redskap eller stationer anpassas till lokala förhållanden och till behovet av provfisk. I figur 4-C visas sex fisken med varannan observation (dygnsfångst per station) borttagen. Slutsatsen blir att i de undersökta områdena kan beståndsövervakningen drivas med 25 ryssjor, om man fiskar sex dygn.

FEKUNDITET, TILLVÄXT OCH DÖDLIGHET HOS YNGEL I RENOMRÅDEN

Yngelförekomsten i honor har undersökts i slutet av oktober-mitten av november. Ynglen har då levt i honorna ca två månader efter kläckning. Tre distinkta storleksgrupper har kunnat urskiljas: "normala", "små" och "ofullgångna". Den första kategorin har i alla områden utgjort flertalet och består av levande yngel, som är 30-50 mm långa. De "ofullgångna" har dött strax efter kläckning men bevaras ändå i ovarievätskan; de är <15 mm långa. Bland de "små" finns både sådana som dött i ett sent skede och levande med hämmad tillväxt. Dessa grupper kan endast skiljas i färskt material. Längden av de "små" har varierat mellan 20 och 30 mm. Antalet per hona har registrerats skilt för alla tre kategorierna samt för normala och små även totalvikten och därmed medelvikten.

Ett primärt mått inom fortplantningsbiologin är fekunditeten, dvs antal ägg per hona. Eftersom även döda yngel finns kvar i ovariet, är det möjligt använda antalet yngel som ett fekunditetsmått. Den relativa fekunditeten, dvs antalet yngel i förhållande till honans "somatiska vikt" (utan könsorgan och matsmältningsapparat), har beräknats för material från Vendelsöfjorden 1987, från Fjällbacka, Kvädöfjärden och Holmöarna 1989 samt Fjällbacka 1990. Ett signifikant storleksberoende föreligger; honans vikt förklarar 50-75% av variationen i yngelantal (figur 5-A). Fekunditeten var något högre på ostkustlokalerna än vid västkusten, men materialet från Fjällbacka visar att skillnaden mellan år i ett område kan vara lika stor som den mellan områden.



Figur 5. Antalet yngel i förhållande till honans vikt.

Inverkan av honans storlek på produktionen av "normala" yngel har undersökts genom att antal, totalvikt och medelvikt av sådana har relaterats till honans somatiska vikt. Antalet yngel och deras totalvikt ökar med längden på ungefär samma sätt som fekunditeten (figur 5-B), men deras medelvikt påverkas inte. Också vad gäller produktionen av normala yngel har Holmöarna och Kvädöfjärden legat något högre än Fjällbacka och Vendelsöfjorden.

I tabell 3 jämförs medelvikter olika veckor för alla 1989 undersökta områden, alltså även förorenade. Skillnaderna mellan områden får betraktas som små; storleken vid Holmöarna avviker inte trots den låga salthalten och det nordliga läget. Jämförelsen tyder på att arten leker ungefär samtidigt i hela landet och att inte heller tillväxthastigheten varierar nämnvärt mellan olika kuststräckor. För Fjällbacka har värden för 1988 och 1990 också lagts in i tabellen. De indikerar att skillnader kan förekomma mellan år; medelvikten 0,2 g nåddes 1989 vecka 43 och 1990 först vecka 46.

Tabell 3. Normala yngels medelvikt 1989. Medelvikten (g) har beräknats som medelvärde av de enskilda honornas medelvärden.

	Fjällbacka			Ide-	Bro-	Stenung-	Göte-	Kvädö-	Holm-
	-88	-89	-90	fjorden	fjorden	sund	borg	fjärden	öarna
Vecka 38								0,17	
39									0,17
41									0,21
42								0,16	0,19
43		0,20					0,18	0,23	
44								0,21	0,25
45	0,24			0,27				0,29	
46			0,20			0,28	0,32		0,24
47				0,28		0,33			0,31
49							0,37		
50					0,34				

Analyser av färskt material, vilket är en förutsättning för bedömning av om ynglen lever eller ej, har vad gäller referensområden genomförts i Fjällbacka 1988 och i Vendelsöfjorden flera år, senast 1987. I dessa material har inte ett enda yngel som dött i sent skede, påträffats. På fryst material, som dominerar från referensområdena, måste analysen inskränkas till förekomsten av ofullgångna och små yngel (tabell 4).

Tabell 4. Förekomsten av ofullgångna och små yngel i renområdena.

Område	n	% honor med		% av totalantalet yngel	
		ofullgångna	små	ofullgångna	små
Vendelsöfjorden -87	100	12	4	1,1	0,3
Fjällbacka -88	145	49	26	3,2	1,2
- " - -89	95	45	26	1,9	0,7
- " - -90	59	58	25	3,5	0,9
Kvädöfjärden -89	114	7	13	0,5	0,4
Holmöarna -89	219	-	19	-	3,0

n = antal honor.

Förekomsten av ofullgångna yngel var låg i Vendelsöfjorden och Kvädöfjärden, medan varannan hona i Fjällbacka bar sådana yngel. Vid Holmöarna ägde ingen registrering rum. Också andelen honor med små yngel varierade starkt mellan områden med lägst andel i Vendelsöfjorden och högst i Fjällbacka. Andelen små yngel av totalantalet yngel var lågt i alla områden; Holmöarna hade högsta andelen.

TILLVÄXT OCH DÖDLIGHET HOS YNGEL I FÖRORENADE OMRÅDEN

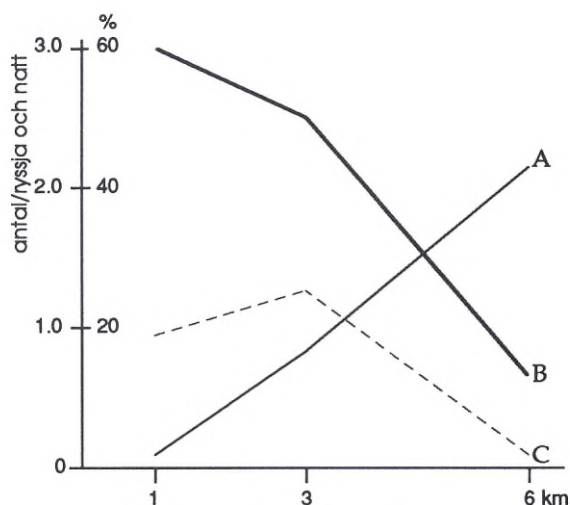
Som inledningsvis nämnts har tillväxt och dödlighet hos yngel i honorna visat sig vara känsliga indikatorer på giftighet hos ett skogsindustriavlopp. För att det tänkta systemet skall kunna rekommenderas krävs att liknande effekter kan beläggas även i fält. Yngelbärande honor har därför insamlats från förorenade områden och referensområden. Nedskärningar av forskningsmedlen har medfört att detta moment inte kunnat genomföras i så många recipienter som planerats.

I oktober-november 1988 och 1989 insamlades tånglakar från Idefjorden och Stenungsund (figur 1). Fiskare i Idefjorden lyckades trots stora ansträngningar inte fånga tånglake närmare utsläppen i Halden än 7 km. Materialet analyserades i färskt tillstånd. Förekomsten av ofullgångna yngel var högre än i Vendelsöfjorden 1987 men knappast högre än i 1988 och 1989 års prover från Fjällbacka. Däremot bar 24 respektive 13% av honorna yngel som dött i ett sent skede de båda åren (tabell 5), medan inga sådana yngel observerats i Fjällbacka och Vendelsöfjorden.

Tabell 5. Förekomsten av sent döda yngel i Idefjorden och vid Stenungsund.

Km, N eller S, från utsläppen	Idefjorden		Stenungsund			Stenungsund				
	-88	-89	-88	-88	-88	-89	-89	-89	-89	-89
			1 N	3 S	6 S	5 N	1 N	3 S	6 S	12 S
% honor med döda yngel	24	13	60	50	14	0	8	7	0	0
% döda yngel av totalantal	1,2	5,7	19	26	2,1	0	1,4	1,5	0	0

Vid Stenungsund provfiskades tånglake 1988, fångade honors yngel kontrollerades på tre stationer i en gradient från utsläppen från de petrokemiska industrierna (Jacobsson och Neuman 1991). Närmast utsläppen var fångsterna mycket små, fiskarna relativt stora och frekvensen sent döda yngel hög (figur 6). Tre kilometer därifrån var fångsterna större men frekvensen döda yngel fortfarande hög; först ytterligare tre kilometer längre bort sjönk den till signifikant lägre nivå men dock ej till noll som i referensområdena. Förekomsten av ofullgångna skiljde sig ej mellan stationerna vid Stenungsund och avvek knappast heller från Fjällbacka 1988 och 1989; alla tre stationerna låg dock på en signifikant högre nivå än Vendelsöfjorden. Inga skillnader kunde beläggas mellan Stenungsundsstationerna vad gäller fekunditet, d v s totalantalet yngel per hona i förhållande till dennas storlek.



Figur 6. Beståndstäthet och yngeldödlighet vid Stenungsund 1988.
 A - antal/ryssja och natt
 B - frekvens(%) honor med sent döda yngel
 C - andel(%) sent döda yngel av totalantalet yngel

Undersökningen vid Stenungsund upprepades 1989 i en längre gradient. Sent döda yngel fanns nu endast på de två stationerna närmast utsläppen, och frekvensen hade där minskat kraftigt (tabell 5). Situationen hade alltså förbättrats påtagligt, vilket sannolikt kan kopplas till vidtagna förbättringar i industrierna.

1989 genomfördes även undersökningar i Brofjorden och i Göteborgs inre skärgård. Honorna från dessa områden undersöktes i färskt tillstånd, varvid inga sent döda yngel registrerades. Förekomsten av små yngel har jämförts med referensen Fjällbacka (tabell 6). Materialet från Idefjorden och Stenungsund 1989 har också tagits med. Andelen honor med små yngel avvek signifikant ($p < 0,05$, chi-2 test) från Fjällbacka i Idefjorden och på en station nära Stenungsund (3S). Tånglaken förekom där mycket sparsamt liksom på stationen allra närmast utsläppen (1N), något som sannolikt orsakats av hög yngeldödlighet tidigare år. Statistiska jämförelser (chi-2) av andelen små yngel av totalantalet yngel visar att Idefjorden, Göteborg och de två stationerna närmast Stenungsund (1N och 3S) hade klart högre andel små yngel än Fjällbacka.

Vid Norrsundet fiskades 1989 1,0–2,6 km från utsläppet med 24 parryssjor under en månad, utan att en enda tånglake fångades. Förklaringen härtil kan vara allvarligt störd rekrytering; rekryterings-skador förekommer på flera andra arter (Neuman och Karås 1988, Karås et al. 1991).

Tabell 6. Förekomsten av små yngel i 1989 års material.

	Antal honor	% honor med små yngel	Totalt antal yngel	% små yngel
Fjällbacka	95	26	4200	0,7
Idefjorden	46	52+	3468	8,4+
Brofjorden	40	25	2992	0,8
Göteborg	150	21	9243	1,4+
Stenungsund 5 N ¹⁾	32	19	2813	0,3-
- " - 1 N	13	46	1263	2,4+
- " - 3 S	14	57+	1684	3,2+
- " - 6 S	50	36	4846	0,7
- " - 12 S ²⁾	50	14	3683	0,2-

¹⁾ 5 km N utsläppen ²⁾ 12 km S utsläppen

+ signifikant ($p < 0,05$, chi-2) större än Fjällbacka

- signifikant mindre än Fjällbacka

Medelvikten hos små respektive normala yngel har jämförts mellan områden, men några klara skillnader har ej kunnat påvisas. I fältundersökningar torde därför den tämligen tidsödande vägningen av yngel kunna elimineras. Resultaten tyder vidare på att inte heller fekunditet och förekomst av ofullgångna yngel är känsliga mått. Förekomsten av små samt sent döda yngel verkar däremot ge god information om förorenings effekter.

EXPERIMENT RÖRANDE GIFTEFFEKTER PÅ FORTPLANTNINGEN

Inledningsvis nämndes att tånglakens lämplighet för utsläppskontroll prövats med hjälp av experiment rörande inverkan av skogsindustriellt avloppsvatten på ynglens dödlighet och tillväxt. Inom projektet har effekter på gonadutveckling och lek undersökts i ett liknande försök. Dessförinnan hade i två försök visats att tånglaken i fångenskap leker och utvecklar yngel i till synes normal omfattning.

1988 placerades i början av juni, dvs drygt två månader före lek, tånglakar i kar med kontinuerlig tillförsel av olika koncentrationer av avloppsvatten från den tidigare undersökta massafabriken. Vad gäller försökstekniken och industrins egenskaper hänvisas till Jacobsson et al. (1986). Andelen honor med utvecklade gonader ("gallfiskar") var lika i alla koncentrationer utom den högsta (tabell 7). Det ringa antalet fiskar i denna medger dock inte någon säker slutsats. Alla fiskar med utvecklade gonader blev befruktade. Försöket indikerar att fortplantningens tidiga stadier är mindre känsliga än ynglens utveckling under dräktigheten.

Tabell 7. Inverkan av skogsindustriellt avloppsvatten på honors gonadutveckling.

	Koncentration av avloppsvatten			
	0%	0,25%	0,5%	2,5%
Antal honor	8	9	8	5
% utvecklade gonader	25	22	25	40
% obefruktade honor	25	22	25	40

Utanför projektets ram genomfördes juli–november 1989 ett fortplantningsförsök vid Ringhalsverket, där effekter av klorering av kylvattnet undersöktes. Klorerat kylvatten leddes genom ett kar och oklorerat till ett annat innehållande tånglakar av båda könen.

Den långa försöksperioden gjorde att den samlade effekten på sen gonadutveckling, lek och yngelutveckling kunde avläsas. Förekomsten av ofullgångna yngel var starkt förhöjd i det klorerade vattnet och samtliga honor där bar små yngel (tabell 8). Inga yngel hade dock dött i sent skede. I det klorerade vattnet hade alla yngel dålig tillväxt; de "normala" var endast hälften så stora som samma kategori i det oklorerade vattnet.

Tabell 8. Klorförsök vid Ringhals hösten 1989.

	Antal honor	Ofullgångna yngel		Små yngel		Medelvikt (g)	
		% honor med	% yngel av tot.ant.	% honor med	% yngel av tot.ant.	Normala	Små
Oklorerat vatten	6	17	0,6	17	1,3	0,39	0,15
Klorerat vatten	8	71	7,0	100	26,6	0,18	0,08

KONCENTRATIONEN AV PERSISTENTA OCH BIO-ACKUMULERANDE ÄMNEN HOS FISK

Erfarenheterna av miljögiftsundersökningar i den marina kustzonen har visat på stora svårigheter att finna lämpliga undersökningsobjekt. Särskilt vid den svenska västkusten är det svårt att finna arter som är lokaltrogna och samtidigt har en storlek som tillåter individuell analys. Detta då en normal provtagning för analys av halogenerade föreningar kräver omkring 10 grams provmängd och undersökningen skall utföras på en homogen vävnad, exempelvis muskel. Som inledningsvis påpekats har skrubbskädda tidigare använts vid monitoringstudier. Arten fyller ej kravet på lokaltrogenhet men genom val av insamlingssäsong har dessa problem delvis undgått. Då de kemiska analyserna är dyrbara ställs det krav på att analysmatrisen representerar homogena, i det här fallet bl a lokaltrogna, bestånd samt att spridningen i analysresultat är liten. Om så är fallet kan en säkrare uppskattning av belastning erhållas och antalet analyser nedbringas.

Hittillsvarande erfarenheter från undersökningar avseende skrubbskädda under åren 1980–1988 i PMK:s undersökningsområde i Fjällbacka visar på en avsevärd statistisk variation inom årsprovet samt en stor mellanårsvariation och resultaten ger därmed osäkerhet vid bedömningen. I tabell 9 redovisas medelhalter av PCB och variationskoefficienter. Resultaten är från PMK:s årliga undersökningsprogram och baserar sig på analysresultat framtagna vid naturvårdsverkets enhet för organiska miljögifter. De stora variationerna visar på behovet att finna en effektivare analysmatris vid undersökningar på den svenska västkusten.

Tabell 9. Totalhalten PCB (extraherbart fett mg/kg) i muskulatur av skrubbskädda från Fjällbacka skärgård.

<u>Insamlingsår</u>	<u>Antal</u>	<u>Medelvärde</u>	<u>Variationskoefficient</u>
1980	20	3,6	57
1981	20	1,7	39
1982	20	3,2	71
1983	17	2,0	46
1984	25	1,7	77
1986	25	4,0	36
1987	24	1,5	52
1988	24	2,0	66

För att undersöka tånglakens förutsättningar att ingå som ett studieobjekt i den framtida monitoringverksamheten har vi under 1988 insamlat tånglakar under januari samt juli–november. Syftet med undersökningen var att studera variationen inom en population samt studera förekomsten av eventuella årstidsvariationer. Som jämförelse till vårt undersökningsområde (referensområde) har vi använt fiskar insamlade 1987 i området kring Fjällbacka hamn. Dessa resultat har ingått i en av oss tidigare genomförd undersökning finansierad med andra medel. Samtliga tånglakar har analyserats vid Senter for Industriforskning i Oslo efter provberedning vid riksmuseet. Proverna insamlade 1987 samt januari 1988 har analyserats med avseende på totala koncentrationen PCB. Med syftet att nedbringa kostnaderna för de enskilda analyserna samt därmed öka antalet individuella analyser har det material som insamlats under perioden juli–november 1988 analyserats med avseende på ett fåtal enskilda kongener. Vi har i denna sammanställning valt att presentera IUPAC 153 — 2,2',4,4',5,5' hexaklorbifenyl — som är en dominerande och till synes stabil congen i PCB spektrat.

PCB förekommer i löst form i kroppsfettet. För att förstå de biologiska processerna skall följaktligen halten studeras i det organ där ämnet finns löst. Koncentrationen av PCB i fisk styrs till stor del av fördelningskemiska processer. Det är därför viktigt att bestämma koncentrationen i extraherbart fett och ej enbart i muskulaturen. I allt material har därför procenten fett bestämts. Dock uppstod analysproblem vad avser fettbestämningen i materialet insamlat januari 1988. Av denna anledning presenteras januarimaterialet endast som halt på färskviktsbasis.

I tabell 10 presenteras PCB-koncentrationen i hanar och honor. Resultaten uppvisar ej någon skillnad mellan könen. I tabellen anges också motsvarande halter i ett material representerande båda könen från området runt Fjällbacka hamn. Materialet har här insamlats av en lokal ålfiskare i ålryssjor på olika lokaler i närområdet till hamnen. Som framgår är halterna avsevärt högre i området kring hamnen än i undersökningsområdet som ligger ca 3 km från Hamburgsund och 5 km från Fjällbacka. En sannolik förklaring till den lokala föroreningen kan vara att den vanligaste bottenfärgen på mindre fiskefartyg tidigare var den sk rödstuffen, en färg som visats innehålla mer än 5 viktsprocent PCB. Att inom ett så begränsat kustområde som Fjällbacka skärgård finna så markanta skillnader antyder tånglakens potentiella värde i framtiden som övervakningsobjekt vid kemiska analyser.

Tabell 10. Totalhalten PCB (våtvikt ng/g) samt range och variationskoefficient i muskulatur av tånglake insamlade i januari 1988 i Fjällbacka skärgård. Skillnaden mellan hanar och honor ej signifikant.

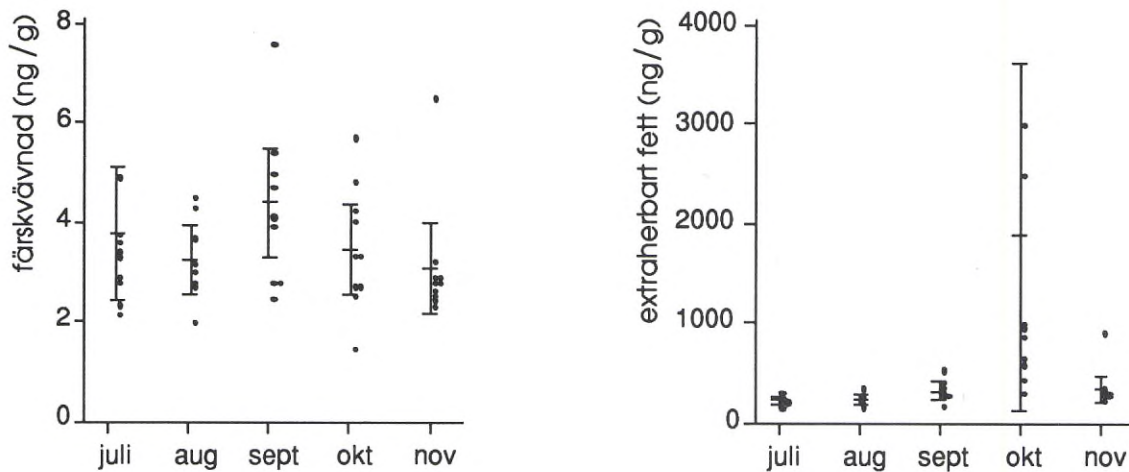
Lokal	antal	PCB	Variationskoefficient
Området kring Fjällbacka hamn (honor+hanar)	20	150 (24–500)	69
Undersökningsområdet i Fjällbacka skärgård (hanar)	9	10 (4–21)	51
Undersökningsområdet i Fjällbacka skärgård (honor)	9	15 (5–27)	46

I tabell 11 samt figurerna 7 och 8 redovisas analysresultaten avseende congener IUPAC 153 samt fettprocenten i de månatliga proven. Som framgår av resultaten är det en mycket liten variation vad avser halten PCB i extraherbart fett under juli–augusti. Materialet insamlat i oktober uppvisar kraftigt sänkt fettprocent och samtidigt en avsevärd variation av PCB-halten i fett. I novembermaterialet har fettprocenten åter ökat och PCB-nivåerna i fett närmast sig de nivåer som gällde under juli–september. Dock kvarstår en större spridning i novembermaterialet. Analysresultaten uttryckta som värden på färskviktsbasis varierar inte lika mycket mellan månaderna. Dock är variationskoefficienten för de senare värdena större under perioden juli–september än motsvarande värden uttryckt på fettviktsbasis.

Olika förklaringar till den observerade situationen kan tänkas. Av undersökningar utförda på strömming (Bignert et al. 1991) framgår att halterna av DDT och PCB ökar markant i fett under perioder när fettmängden i fisken snabbt minskar och når mycket låga nivåer. Det är först då som ökningen av halten DDT och PCB på fettviktsbasis sker. Variationer i fetthalt på högre nivåer förorsakar däremot ingen förändring av halten DDT och PCB på fettviktsbasis. Det snabba tärandet på energireserven fett vid den låga fettprocenten misstänks av författarna leda till att en ny fördelningskemisk jämvikt med omgivande vatten ej hinner inställa sig. Samma process kan även tänkas ligga bakom såväl den påtagliga ökningen i halt som variation i PCB-värdena på fettviktsbasis som kan ses i föreliggande oktobermaterial, när fettprocenten är mycket låg. Det

Tabell 11. Halten 2,2',4,4',5,5' hexaklorbifenyl i muskulatur från honor av tånglake insamlade i undersökningsområdet i Fjällbacka skärgård under perioden juli–nov 1988. Range anges inom parentes.

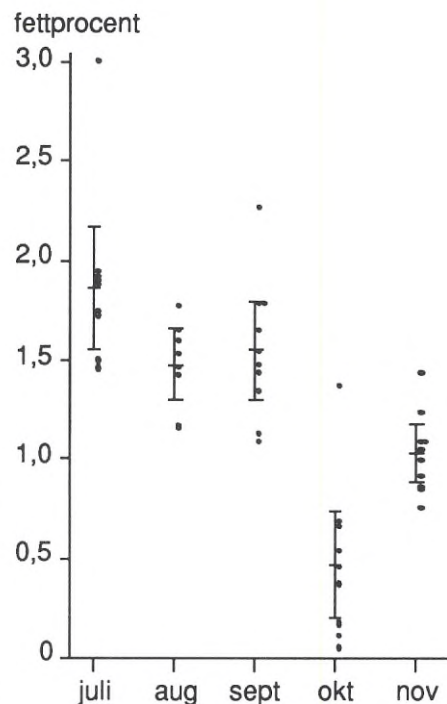
Månad	% fett	antal	Konc. i extraherbart fett (ng/g)		Konc. i färskvävnad (ng/g)	
			Medelvärde	Variationskoeff.	Medelvärde	Variationskoeff.
Juli	1,85 (1,45–2,95)	10	190 (140–290)	22,6	3,8 (2,1–8,6)	53,2
Augusti	1,45 (1,14–1,76)	8	230 (150–310)	24,0	3,3 (2,0–4,5)	27,8
September	1,53 (1,07–2,25)	10	300 (160–530)	43,7	4,4 (2,5–7,5)	36,8
Oktober	0,44 (0,05–1,32)	10	1900 (300–8400)	133,2	3,5 (1,4–5,7)	38,7
November	1,00 (0,73–1,42)	10	330 (200–890)	60,6	3,1 (2,3–6,5)	43,0



Figur 7. Halten 2,2',4,4',5,5'-hexaklorbifenyl i månatliga prover av muskulatur från tånglake.

förhållandet att haltvariationen ej är avläsbar på färskviktbasis förklaras av utspädningsfenomen. Om fett, där PCB finns lagrat, endast utgör 1,5% av vävnadsmassan kommer viktsvariationer i fett delen ej nämnvärt att påverka mätresultaten baserade på hela massan.

Den dramatiska minskningen av fettprocenten under oktober är anmärkningsvärd och med nuvarande kunskap svår att ge en säker tolkning. Det förhållandet att november månads fettvärde fortfarande är lägre än det under juli-september men dock högre än oktobervärdet, tyder på att yngelutvecklingen förbrukar speciellt mycket energi i oktober; ynglen förefaller öka mest i vikt under denna period. Dessa förhållanden synes ur biologisk synpunkt vara intressanta att studera vidare. Intressant är att notera att de skillnader i yngelmortalitet som noterats ovan mellan referensområden och förorenade områden inträffade under ett sent skede. Sett mot bakgrund av de anmärkningsvärt höga halterna av PCB i fett hos tånglakar insamlade under oktober månad kan man misstänka att denna period kan ge en kritisk giftbelastning på ynglen.



Figur 8. Fettprocenten i de månatliga proverna av muskulatur från tånglake.

Av intresse för monitoring är den anmärkningsvärt låga variationskoefficienten för halten PCB i fett under perioden juli-augusti. Det är ovanligt med variationskoefficienter mindre än 30 i naturligt fiskmaterial. Det analyserade materialet har fångats på ca 7 m djup. Som framgått under "Årstidsvandringar" uppehåller sig flertalet tånglakar djupare under sommaren men vandrar under oktober, sannolikt också september, åter

till grundområdena. Arten betar sig alltså sannolikt inte lika utpräglat stationärt under hösten som under sommaren, vilket skulle kunna förklara den större spridningen i PCB-halterna. En annan tänkbar orsak är att yngeltillväxten börjar i september och är maximal i oktober; rimligen orsakar den inte bara låga fetthalter utan även stor spridning i desamma (tabell 11) och därmed även i PCB-värdena.

SLUTSATSER

Undersökningarna har visat, att tånglaken är väl lämpad för registrering av ekologiskt betydelsefulla effekter av giftiga ämnen samt övervakning av persistenta och bioackumulerande ämnens förekomst. Dess bland svenska fiskar unika egenskap att föda levande ungar efter lång dräktighet kan uppenbarligen utnyttjas inom miljöövervakningen. Tillräcklig kunskap föreligger nu för att ge riktlinjer för biologisk övervakning vid västkusten, medan ett program för ostkusten kräver mer information om årstidsvandringarna. Slutligt val av kön och månad för den kemiska övervakningen måste föregås av ytterligare undersökningar av årstidsvariationer.

Tånglaken är en kallvattenart, som vid västkusten under större delen av året uppehåller sig på grunt vatten (< 10 m). Under sommaren vandrar flertalet fiskar ner på något djupare vatten (< 20 m), men återkommer under hösten till de lokaler de uppehöll sig på före sommaren. Någon långvandring har trots omfattande märkningar ej registrerats. Arten måste anses fylla rimligt ställda krav på stationärt beteende. Utmed ostkusten är spridningen i djupled större under hösten, och vandringarna ofullständigt kända.

Bestandsvariationerna synes gå lätt att följa med enkel och billig provfiskemetodik i oktober, som är en lämplig tid för kontroll av yngelöverlevnad. Relativt små fångstvariationer i tid och rum medger måttlig insats.

Fortplantningsbiologin verkar inte skilja sig mellan ost- och västkusten och inte heller mellan nordliga och sydliga lokaler vid ostkusten.

Studier i förorenade områden liksom försök med industriavloppsvatten har visat att förekomsten av tillväxthämmade yngel samt dödlighet under ett relativt sent skede av dräktigheten är goda effektindikatorer, medan fekunditet och död i dräktighetens början är mindre känsliga i de av oss studerade recipienttyperna. Rekryteringsstörningar har kunnat kopplas till mycket låga tätheter av vuxen fisk, vilket visar långvarig påverkan och indikerar stationärt beteende.

Med syfte att få en uppfattning om tånglakens lämplighet som studieobjekt vid kemisk analys av miljögiftsförekomst har under perioden juli–november honor insamlats månatligen. Förekomsten av den icke polära substansgruppen PCB har härvid bestämts och koncentrationerna i fiskfett tyder på en anmärkningsvärt låg variation under juli– augusti. Variationskoefficienten är under denna period klart lägre än vad som

normalt registreras i vildlevande fisk. Senare under hösten — efter leken— ökar variationen. Framför allt under oktober månad är spridningen i halter stor. Detta sammanfaller med en mycket kraftig minskning av fettmängden i fisk, vilket sannolikt är en effekt av honans energibehov under en period när yngeltillväxten är som störst.

Fortsatta undersökningar bör genomföras inom i första hand tre områden:

- 1. Slutligt val av kön och månad för miljögiftskontroll kräver verifierande analys av fetthalter under en årscykel med kompletterande analys av PCB.
- 2. En ökad förståelse av fortplantningsstrategi och yngelmortalitet i förorenade områden skulle nås, om fettanalyserna enligt 1) kombinerades med kontroll av ynglens tillväxt och fetthalt. Nedbrytningen av de vuxnas fettreserver under energikrävande perioder leder till frisättande av gifter och hos honan möjligen en för ynglen kritisk exponering.
- 3. Årstidsvandringarna utmed ostkusten bör undersökas med provfisken och märkningar.

REFERENSER

- Bignert, A., A. Göthberg, S. Jensen, K. Litzén, T. Odsjö, M. Olsson och L. Reutergrådh. 1991. The need of adequate biological sampling in ecotoxicological investigations. A retrospective study of twenty years polluting monitoring. Manuskript.
- Christiansen, F. B., O. Frydenberg, J.P. Hjorth och V. Simonsen. 1976. Genetics of *Zoarces* populations. IX. Geographic variation at the three phosphoglucomutase loci. *Hereditas* **83**: 245–256.
- Conover, W.J. 1971. Practical nonparametric statistics. John Wiley & Sons, New York..
- Frydenberg, O., A.O. Gyldenholm, J.P. Hjorth och V. Simonsen. 1973. Genetics of *Zoarces* populations. III. Geographic variations in the esterase polymorphism Est III. *Hereditas* **73**: 233–238.
- Jacobsson, A., E. Neuman och G. Thoresson. 1986. The viviparous blenny as an indicator of environmental effects of harmful substances. *Ambio* **15**: 236–238.
- Jacobsson, A. 1991. Recipientundersökningar utanför Värö bruk 1990. Opublicerad rapport från statens naturvårdsverk, Kustlaboratoriet.
- Jacobsson, A. och E. Neuman. 1991. Fish recruitment around a petrochemical centre at the North Sea. *Mar. Poll. Bull.* **22**:269–272.
- Karås, P., E. Neuman och O. Sandström. 1991. Effects of a pulp mill effluent on the population dynamics of perch, *Perca fluviatilis*. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **48**: 28–34.
- Kristofferson, R. och A. Oikari. 1975. Notes on the biology of the eel-pont, *Zoarces viviparus* L., in the brackish water of Tvärminne, Gulf of Finland. *Ann. Zool. Fennici* **12**:143–147
- Neuman, E. 1983. Thermal discharge and fish fauna in Sweden. *Wat. Sci. Tech.* **15**: 67–87.
- Neuman, E. 1988. Effekter av Ringhalsverkets kylvattenutsläpp på det strandnära fisksamhället. Naturvårdsverket Rapport 3462.

- Neuman, E. och J. Andersson. 1990. Naturvårdsverkets biologiska undersökningar utanför Oskarshamnsverket under 1980-talet. Naturvårdsverket Rapport 3780.
- Neuman, E. och P. Karås. 1988. Effects of pulp mill effluent on a Baltic coastal fish community. *Wat. Sci. Tech.* **20**: 95–106.
- Schmidt, J. 1917. *Zoarces viviparus* L. and local races of the same. *C.R. Trav. Lab. Carlsberg* **13**: 277–397.

Kustlaboratoriet

Box 584

740 71 Öregrund

Tel.: 0173/31305

Fax: 0173/309 49

Laboratoriechef: Erik Neuman

Miljöproblem: Olof Sandström

Rekrytering: Peter Karås

Fisktillgångar, modeller: Gunnar Thoresson

Laboratorium (0173/ 303 06): Rose-Marie Svensson

Bottenfauna ostkusten (0173/307 29): Kerstin Mo

Kungsbacka

Tel.: 0300/73 720, 73 721

Fax: 0300/192 44

Beståndsövervakning, miljökontroll: Alvar Jacobsson

Bottenfauna västkusten, skaldjur: Susan Smith

Ringhals

Tel.: 0340/609 87

Kontroll Ringhalsverket och Värö Bruk: Kurt Torildsson

Barsebäck

Tel.: 046/77 54 88

Kontroll Barsebäckverket: Göran Lundh

Simpevarp

Tel.: 0491/342 47

Rekrytering, kontroll Oskarshamnsverket: Jan Andersson



▲ Referensområden ● Recipientundersökningar