

Kustfisken

– alltmer påverkad av miljögifter

ÅKE LARSSON, LARS FÖRLIN, NIKLAS HANSON & JARI PARKKONEN, GÖTEBORGS UNIVERSITET / ANDERS BIGNERT, ELISABETH NYBERG & SARA DANIELSSON, NATURHISTORISKA RIKSMUSEET / JAN ANDERSSON & MAGNUS APPELBERG, SLU

Tre mätprogram ingår i en samordnad övervakning av kustfisk i nationella referensområden, en övervakning som nu pågått i över 20 år. Programmen genomförs i samma undersökningsområden, vid samma tidpunkt på året, och om möjligt på samma individer och populationer. Det är en integrerad strategi som ger en helhetsbild av miljögifts- och föroreningsbelastning, om miljögifter är biotillgängliga, om fiskens hälsa är påverkad, samt om fiskpopulationer och fisksamhällen är påverkade eller riskerar att förändras.

■ Sedan 1992 har övervakningen av kustfisk integrerats för att dra nytta av styrkorna hos de tre mätprogrammen. På så vis kan långtidsförändringar hos fisk dokumenteras ända från cellnivå till populations- och samhällsnivå och kopplas till förändringar av föroreningsbelastningen.

Tre olika mätprogram

De tre mätprogrammen för fisk, som används inom miljöövervakningen, ger olika typer av värdefull information, men de har också svagheter:

1. *Analys av kemiska ämnen i vatten eller i biota* visar om dessa ämnen finns

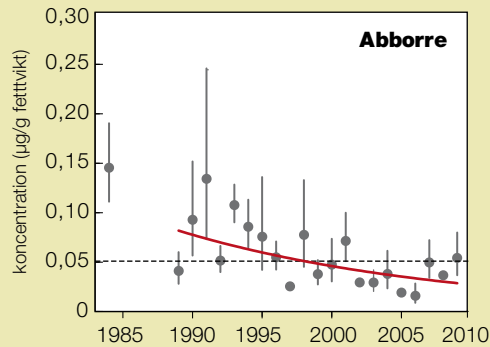
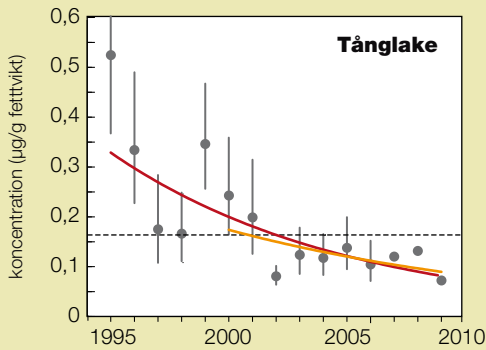
i förhöjda nivåer. Analyserna kan inte ensamma förutsäga effekter på individ eller populationsnivå. Dessutom är det bara möjligt att mäta några få av alla de kemikalier som används i samhället, och som slutligen hamnar i vattenmiljön.

2. *Mätningar av biokemiska, fysiologiska eller patologiska biomarkörer* på individnivå kan visa att fisken har exponerats för kemiska ämnen, visar tidiga tecken på effekter av dessa ämnen eller om fisken är uppenbart stressad av något i miljön. Biomarkörerna kan inte identifiera vilka miljögifter som ger påverkan

Miljögifter som DDT, HCH, HCB, PCB och metaller mäts bland annat i tånglake i Östersjön och Västerhavet.

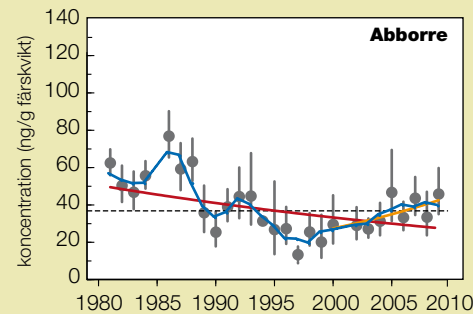
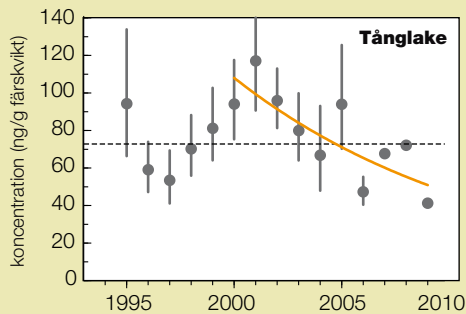


PCB, FISK KVÄDÖFJÄRDEN



▣ CB-153 i tånglake och abborre från Kvädöfjärden (µg/g fettvikt i muskel). Den röda linjen visar en signifikant trend ($p < 0,05$) över hela tidsperioden, den orangea linjen en nästan signifikant trend ($0,05 < p < 0,1$) under de senaste tio åren. Streckad svart linje visar medelvärdet för hela tidsperioden. Notera de olika skalorna.

KVICKSILVER, FISK KVÄDÖFJÄRDEN



▣ Kvicksilver i tånglake och abborre från Kvädöfjärden. Den röda linjen visar en signifikant trend ($p < 0,05$) över hela tidsperioden, den orangea linjen en signifikant trend ($p < 0,05$) under de senaste tio åren och den blå linjen en icke linjär trend. Streckad svart linje visar medelvärdet för hela tidsperioden.

och de kan bara ge en fingervisning om risken för effekter på fiskpopulationer.

3. *Mätningar av förändringar på populations- och samhällsnivå* kan avslöja effekter på ekosystemets struktur och funktion. På den här nivån märks effekter oftast betydligt senare än på biomarkörnivå. Det kan också vara svårare att upptäcka om effekterna orsakats av föroreningar eller om det finns någon annan påverkan på fiskesamhället. Inom miljöövervakningen är det viktigt att upptäcka problem innan de når populations- och samhällsnivån.

Här följer en sammanvägd bedömning av tillstånd och förändringar hos svenska kustfiskbestånd baserat på mer än 20 års mätningar. Fokus ligger på förhållandena i Kvädöfjärden i södra Östergötland, där de längsta mätserierna finns.

Miljögifterna både ökar och minskar

Nuvarande referenslokaler inom det integrerade kustfiskprogrammet finns i områden utan kända lokala utsläppskällor. Generellt sett minskar halterna av miljögifter, som mäts i tånglake och abborre, i Kvädöfjärden sedan övervakningen inleddes i början av 1980-talet. Undantagen är

kadmium där halterna inte förändrats, samt koppar och kvicksilver i abborre från Kvädöfjärden. Där har halterna istället ökat de senaste tio åren, även om de fortfarande är lägre än i början av övervakningsperioden. Halterna av lågbromerade flamskyddsmedel (BDE-47 och BDE-99), som mäts i mussla i Kvädöfjärden, minskar. Men det syns ingen förändring för det högbromerade flamskyddsmedlet HBCDD.

Generellt sett förekommer de flesta ämnen i förhöjda halter i Östersjön jämfört med exempelvis Nordsjön.

Polyaromatiska kolväten mäts i mussla

Polyaromatiska kolväten (PAH) är ämnen med en väl dokumenterad påverkan på biokemiska och fysiologiska biomarkörer, till exempel EROD. PAH:er mäts inte i fisk eftersom fisk snabbt metaboliserar PAH:er, istället analyseras de i mussla. Merparten av PAH:erna som mäts i Kvädöfjärden visar inga förändrade halter. Undantag är naftalen med en signifikant minskande trend, samt fluoren och benzo(a)antracen som visar en ökande trend. Eftersom tidsserierna i musslor för de flesta PAH:er visar en hög mellanårsvariation med många extremvärden ska resultaten tolkas försiktigt.

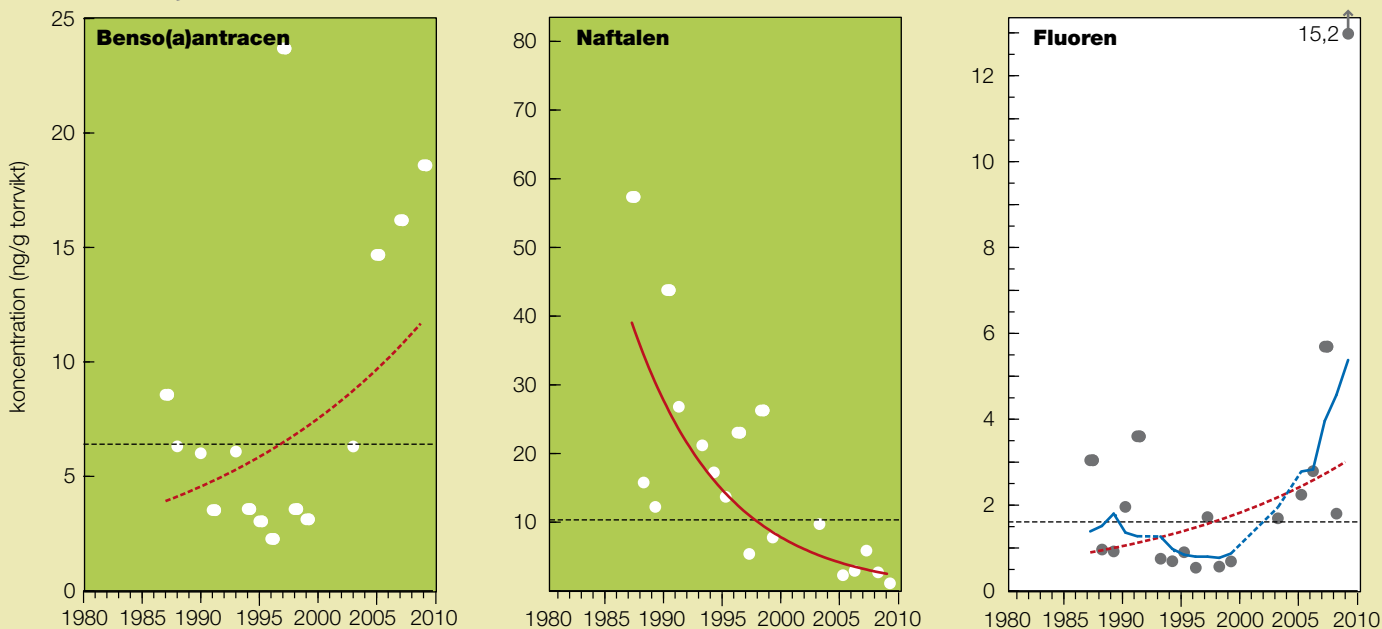
För flera PAH:er finns så kallade EAC:er (Environmental Assessment Criteria, ekotokikologiska gränsvärden, se sid. 68). Enligt definitionen av EAC sker inga kroniska effekter i marina arter (gäller även för den känsligaste arten) om gränsvärdena inte överskrids. I Kvädöfjärden ligger halterna av PAH:er betydligt lägre än gränsvärdet. Detsamma gäller för PAH:er i mussla vid lokalerna i Västerhavet.

Det är viktigt att komma ihåg att de föreslagna gränsvärdena inte är huggna i sten utan att de revideras fortlöpande. Dessutom bygger översättningen av EAC:er mellan olika matriser, exempelvis vatten-mussla-fisk, på osäkra antaganden. Summaeffekter från olika PAH:er täcks inte heller in i gränsvärdena.

PAH:ernas koppling till biokemiska och fysiologiska biomarkörer hos fisk utvärderades år 2010 för Kvädöfjärden, men inga korrelationer kunde identifieras. Den höga mellanårsvariationen i tidsserierna skulle möjligen kunna bidra till att det inte går att visa någon koppling till exempel mellan EROD och PAH.

Det har hittills inte gått att göra några direkta kopplingar mellan resultaten från det marina miljögiftsprogrammet och de observerade effekterna i fisk. Men det finns

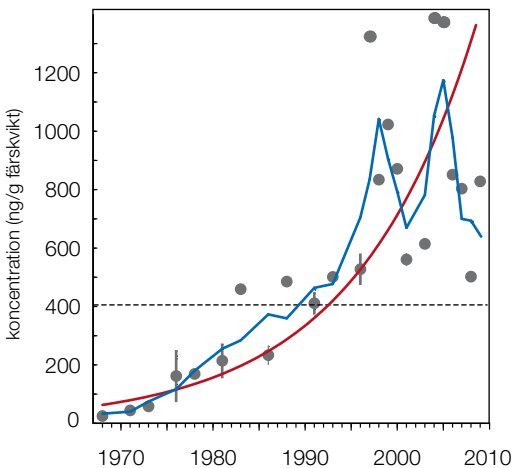
PAH:er, BLÅMUSSLA KVÄDÖFJÄRDEN



➤ Benso(a)antracen, naftalen och fluoren i blåmussla från Kvädöfjärden (ng/g torrsvikt). Den röda linjen visar en signifikant trend ($p < 0,05$) över hela tidsperioden, den röda streckade linjen en nästan signifikant trend ($0,05 < p < 0,1$), den blå linjen en icke linjär trend. Den streckade svarta linjen visar medelvärde för hela tidsperioden. Det gröna området för benso(a)antracen och naftalen utmärker halter under EAC. För fluoren finns inget EAC framtaget. Notera de olika skalorna.

andra övervakade miljögifter som inte har mätts i prov från Kvädöfjärden. Ett exempel är perfluorerade ämnen. I sillgrissla från Stora Karlsö har PFOS ökat med cirka åtta procent per år under de senaste 40 åren. Till detta kommer en stor mängd potentiella gifter som inte alls ingår i några övervakningsprogram.

PFOS I SILLGRISLEÄGG



➤ PFOS i sillgrissleägg från Stora Karlsö. Den röda linjen visar en signifikant trend ($p < 0,05$) över hela tidsperioden, den blå linjen en icke linjär trend. Den streckade svarta linjen visar medelvärde för hela tidsperioden.

Biomarkörer avslöjar allvarliga effekter

Med ett brett batteri av biokemiska och fysiologiska biomarkörer kan man upptäcka tidiga hälsoeffekter av miljöfarliga ämnen hos fisk innan skadorna visar sig på populationsnivå.

Biomarkörerna delas in i:

- *Exponeringsmarkörer* – visar att kemiska ämnen tagits upp av organismen och olika försvarsmekanismer har aktiverats.
- *Effektmarkörer* – visar att olika fysiologiska funktioner är påverkade.

Hälsoundersökningar av fisk med hjälp av biomarkörer har avslöjat effekter av miljögifter eller komplexa utsläpp i förorenade recipienter. Det har handlat om vattenområden i närheten av till exempel skogsindustrier, metallindustrier, petrokemiska industrier eller tätorter. Hälsoeffekter hos fisk av enskilda kemiska ämnen eller komplexa blandningar, exempelvis avloppsvatten, har även studerats i kontrollerade laboratorieförsök.

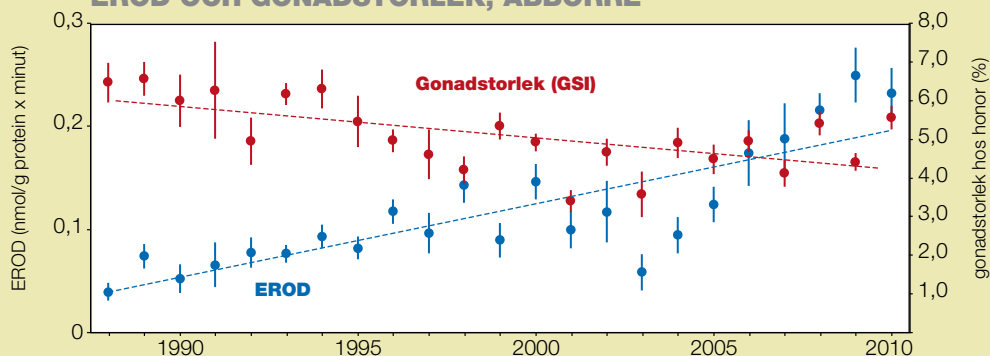
Under senare år har hälsotillståndet hos fisk i opåverkade kustreferensområden visat signifikanta tidstrender för allt fler biomarkörer. Detta signalerar att kustfisk kan

vara utsatt för fler eller mer föroreningar som påverkar flera viktiga biokemiska och fysiologiska funktioner.

Tecken på ökad miljögiftsexponering

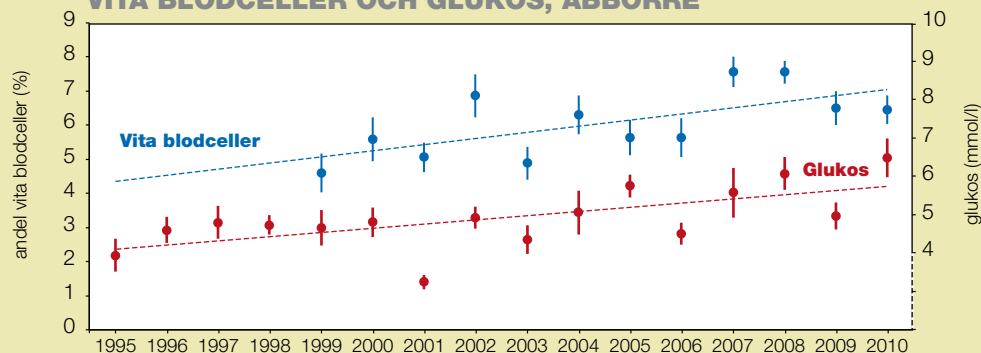
Biomarkören EROD i fisklever ger oroväckande signaler om att kustfisk är utsatt för en ökande exponering för miljögifter. Aktiviteten av EROD har successivt ökat hos abborrar i referensområdet Kvädöfjärden, åren 1988–2010. Ökningen har tilltagit de senaste fyra till fem åren och idag är EROD-nivån fem gånger högre än när undersökningarna inleddes. En EROD-ökning i denna storleksordning var vanlig i recipienter för massfabriker med klorblekning på 1980-talet. Det här tyder på att fisken i referensområdet Kvädöfjärden utsätts för potenta miljögifter, till exempel PAH:er eller ämnen med dioxinlika effekter. En liknande påverkan syns idag också hos abborre och tånglake i övriga kustreferensområden (Holmön, Torhamn och Fjällbacka). Som påpekats tidigare finns ingen säker korrelation mellan EROD-aktiviteter i abborre och uppmätta PAH-halter i blåmussla från Kvädöfjärden. Men den signifikant ökande trenden av PAH-föreningen benso(a)antracen i Kvädöfjär-

EROD OCH GONADSTORLEK, ABBORRE



EROD-aktivitet i lever och gonadstorlek (GSI) hos abborrhonor i Kvädöfjärden uppvisar signifikanta tidstrender ($p < 0.01$) under perioden 1988–2010.

VITA BLODCELLER OCH GLUKOS, ABBORRE



Andelen vita blodceller och halten glukos i blodet hos abborre i Kvädöfjärden visar en signifikant ökande tidstrend ($p < 0,05$ respektive $p < 0,01$).

den stöder misstanken att denna eller flera PAH:er kan vara orsaken till ökningen av EROD-aktiviteten hos abborre från samma område.

Även enzymet glutationreduktas (GR) i levern visar en förhöjd aktivitet hos abborre i Kvädöfjärden och tånglake vid Fjällbacka och en liknande tendens ses hos abborre vid Holmön och Torhamn. Denna förändring tyder på ökad förekomst av reaktiva ämnen, till exempel fria syreradikaler, som ger upphov till oxidativ stress.

Fortplantningsstörningar?

Parallellt med ökad EROD-aktivitet minskade den relativa gonadstorleken (GSI) med 20–30 procent hos abborrhonor i Kvädöfjärden och vid Holmön under perioden 1990–2004. Enstaka år var GSI 35–40 procent lägre än i början av 1990-talet. Efter 2004 har minskningen avstannat. En minskad gonadstorlek kan ses som en allvarlig varningssignal för hämmad eller försenad könsmognad orsakad av något främmande ämne.

Det kan inte heller uteslutas att GSI under hela eller delar av perioden påverkats av ökande vattentemperatur, som i sin tur ökat fiskens kroppstillväxt.

Studier tyder också på att den minskade gonadstorleken beror på att antalet ägg minskar hos de könsmogna honorna. Som jämförelse kan nämnas att abborrhonor i kraftigt förorenade recipienter för klorblekerier längs Östersjökusten på 1980-talet drabbades av en gonadminskning på upp till 48 procent, två till fem kilometer från utsläppet. Detta var troligen orsaken till att fortplantningsstörningar och påverkan på det totala abborrbeståndet observerades.

Andra signaler om fiskhälsan

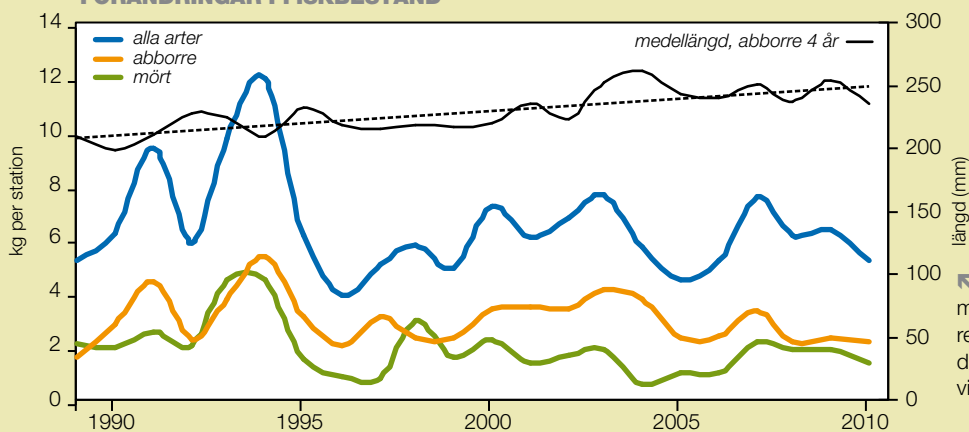
Ytterligare biokemiska och fysiologiska biomarkörer visar numera tecken på att kustfiskens hälsa är påverkad. En signifikant ökning av klorid och tendenser till ökning av kalium och kalcium i blodet hos abborre i Kvädöfjärden visar att fiskens saltreglering inte fungerar som den ska. Liknande förändringar syns även vid Torhamn. Förutom detta märks också en successiv ökning av glukos i blodet hos abborre från båda områdena. Det tyder på en påverkad ämnesomsättning hos fisken. På senare år märks även tecken på en ökad aktivitet hos immunförsvaret både hos abborre och tånglake i samtliga undersökningsområden. Det totala antalet vita

Blodprovstagning på tånglake för att bland annat undersöka mängden vita blodceller.



Foto: Jari Parkkonen

FÖRÄNDRINGAR I FISKBESTÅND



Fångst per fiskeansträngning av abborre, mört och av alla arter tillsammans samt abborrens medellängd vid fyra års ålder i Kvädöfjärden 1989–2010. Den svarta streckade linjen visar en linjär trend för abborrens medellängd.

blodceller ökar; främst trombocytter men i viss mån även granulocytter och lymfocyter. I minst ett av de tre referensområdena för abborre märks en gradvis minskad aktivitet hos enzymet glutationtransferas (GST) i levern, en ökad laktathalt i blodet, och ett minskat antal omogna röda blodceller hos abborre. Alla dessa signifikanta trender återspeglar sannolikt en idag okänd miljöförändring.

Förändringar i fiskbestånden

Även i fiskbestånden i stort har det skett förändringar. I Fjällbacka har den totala fiskbiomassan inte förändrats över tid, men flera av de kallvattensgynnade arterna har minskat i antal, medan andra arter blivit fler. Samtidigt har både vattentemperatur och siktdjup ökat. Tånglaken har minskat sedan slutet av 1980-talet, och situationen är ansträngd. Det kan bero både på varmare vatten och/eller en ökad miljögiftsbelastning. Även i Kvädöfjärden har fisksamhället förändrats. Där har både antalet sötvattensarter och marina fiskarter ökat sedan slutet av 1980-talet.

Andelen större fiskar har ökat i provfiskefångsterna. Det kan bero på minskad dödlighet som i sin tur möjligen beror på minskat fisketryck. Sötvattensarterna abborre och mört har genomgående dominerat fångsten. Mörten visar en relativt tydlig tendens att minska i antal sedan mitten av 1990-talet. Fångsterna av abborre visar inte någon långsiktig förändring utan bara en antydning till minskning de senaste åren. På beståndsnivå finns ännu inga tydliga tecken på att abborrens fortplantningsförmåga förändrats på grund av miljögifter.

Mer karpfisk i Bottenviken

Vid Holmön finns idag en ökad andel karpfiskar. Det är huvudsakligen mört och löja som har ökat i förhållande till abborre. Den här förändringen kan inte förklaras, men abborren fortsätter att vara den dominerande arten med en stabil nivå, trots stora mellanårsvariationer. Vid Holmön syns även en stark tillbakagång för kallvattensarten sik, vilket möjligen är en effekt av ett varmare klimat.

Abborre och mört har också dominerat fångsterna i det tredje referensområdet i Östersjön, Torhamn. Fisksamhällets sammansättning där har inte förändrats sedan övervakningen inleddes 2002.

Abborrarna blir allt större

Abborrens kroppstillväxt har ökat, vilket är en genomgående trend på alla tre Östersjölokalerna.

En möjlig orsak är att havsvattnet gene-

rellt sett blivit varmare under fiskarnas tillväxtsång. Fyraåriga abborrhonor i Kvädöfjärden var i genomsnitt drygt 21 centimeter långa under perioden 1989–1994. Under åren 2005–2010 hade storleken på fyraåriga honor ökat till i genomsnitt över 24 centimeter. Den här längdökningen motsvarar en viktökning på över 50 procent. Den minskande relativa gonadstorleken (GSI) skulle delvis kunna förklaras med att honorna blivit större vid samma ålder till följd av en ökad kroppstillväxt.

Sammanvägd bedömning

Hälsoundersökningarna visar att fisken i de nationella kustreferensområdena utsätts för ett eller flera miljögifter och successivt visar allt fler tydliga tecken på en påverkan på olika biokemiska och fysiologiska funktioner. Effekterna på individnivå verkar ännu inte ha orsakat några signifikanta förändringar på beståndsnivå för abborre.

Siken, som är en kallvattensart, minskar i Bottenviken. Möjligen beror detta på klimatförändringar.



Foto: Nils Sjöström/biopic

Däremot kan minskningen av tånglake, främst i Fjällbacka, bero på belastning av miljögifter och/eller ökande vattentemperatur.

Det är speciellt oroande att hälsan hos kustfisk i ”rena” områden har försämrats och nu liknar den komplexa symptom-bild som tidigare bara upptäckts hos fisk i förorenade områden. Eftersom effekterna är omfattande och uppträder på olika referenslokaler, samt berör flera viktiga livsfunktioner hos fisken, är det angeläget att orsakerna kartläggs innan eventuella effekter uppkommer på populations- och samhällsnivå.

Var finns förklaringen?

Hittills kan inte några tydliga kopplingar göras mellan miljögiftshalter som idag mäts i kustfisk och de observerade hälsoeffekterna. Det finns dock ämnen som bevisligen idag ökar i miljön (till exempel PFOS, vissa PAH:er) och dessutom ett flertal potentiella gifter som inte studeras alls i dagens övervakningsprogram.

Begränsade uppföljningsstudier har visat ett positivt samband mellan EROD-aktiviteten och halten PAH-metaboliter i gallan hos abborre, samt mellan EROD-aktiviteten och flödesdata från Vindån, som rinner ut i Kvädöfjärden. En ständig tillförsel av PAH:er till kustvattenmiljön genom ökad landavrinning kan vara en möjlig förklaring till sambandet. Hypotesen stöds av att organiska kolväten som bildas vid förbränning, exempelvis benso(a)antracen och fluoren, ökar i mussla i samma område.

Det kan inte heller uteslutas att även andra kemiska ämnen sprids diffust på

liknande sätt och ger upphov till komplexa samverkans effekter på fiskhälsan. Att hitta rätt kandidater bland tusentals tänkbara kända och okända kemikalier är mycket svårt.

För att förklara de tydliga effekterna på biomarkörer har även andra möjliga hypoteser prövats. Olika faktorer som exempelvis algtoxiner, vattentemperatur, ökad tillväxt hos fisken och förändrad steroidhormonbalans har tagits med i beräkningen. Den mångfacetterade symptom-bild som idag observeras hos kustfisken talar för att det sannolikt är komplexa samverkans effekter av olika kemiska ämnen som orsakar hälsoeffekterna.

En fördjupad statistisk utvärdering av EROD- och GSI-data hos abborre från Kvädöfjärden gjordes för perioden 1988–2007. Den visade att både temperaturen (som styr den kroppsliga tillväxten) och EROD sannolikt påverkat GSI, men att EROD var den dominerande faktorn sett över hela perioden. Inget samband fanns mellan temperatur och EROD-aktivitet.

Det tydliga sambandet mellan GSI och EROD gäller däremot inte de senaste åren, då EROD ökat starkt medan GSI-minskningen avstannat. Det tyder på att det kan vara olika former av miljöpåverkan, till exempel olika miljögifter och temperatur-/klimatförändringar, som påverkat abborrarna under olika tidsperioder.

Fortfarande kvarstår problemen med att förklara vad som ligger bakom de observerade hälsoeffekterna, och om de kommer att orsaka framtida förändringar på fiskbestånden.

Integrerad övervakning nödvändig

Hittills syns inga stora, negativa förändringar av fiskpopulationer eller fiskesamhäl-len i referensområdena som verkar bero på miljögifter. Det är givetvis bra, ändå finns tecken på en ökad påverkan på fiskens hälsa som troligen orsakas av en ökad belastning av en eller flera kemikalier som inte mäts idag.

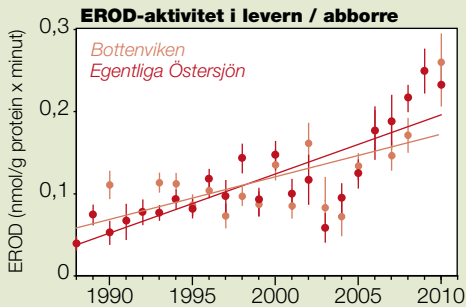
Mängden kemikalier i samhället ökar och varje år tillkommer flera hundra nya kemikalier. Tyvärr hamnar många av dessa förr eller senare i miljön. Det är nödvändigt att ständigt utveckla strategier och analysinstrument för att upptäcka nya miljöhot. Mätningar av känsliga biomarkörer, koncentrationer av gamla och nya miljögifter, samt förändringar på populations- och samhällsnivå ger underlag för bedömning av kustfiskens status och försöker samtidigt förklara orsakerna till förändringar. Det är vad en integrerad kustfiskövervakning handlar om. 🐟

Abborrarna blir större och större i hela Östersjön.



Foto: Göteborgs universitet

KUSTFISKARS HÄLSA



Påverkad fiskhälsa

Hälsoundersökningar av kustfisk i nationella referensområden har pågått sedan 1988.

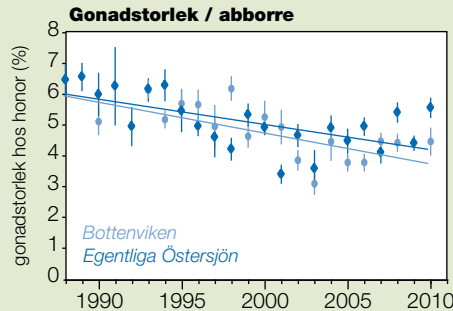
Under de första fem till tio åren visade undersökningarna av abborre och tånglake relativt stabila värden för nästan alla mätvariabler. Detta får ses som naturligt i referensområden som har valts för att vara obetydligt påverkade av samhälleliga och industriella verksamheter.

Från mitten av 1990-talet börjar signifikanta förändringar för flera biomarkörer att successivt uppträda i dessa "opåverkade" områden. Det tyder på att kustfisken här exponeras för och påverkas av föroreningar.

Generell ökning av EROD

Aktiviteten för avgiftning enzymet EROD visade redan i början av 1990-talet en successiv ökning i levern hos abborre i Kvädöfjärden. Ökningen har sedan fortsatt och EROD-aktiviteten är idag drygt fem gånger högre än när undersökningarna inleddes. Denna mycket kraftiga ökning är ett tydligt tecken på att fisken är exponerad för potenta kemikalier av typen PAH:er eller ämnen med dioxinlik effekt.

Vid Holmön låg EROD-aktiviteten länge på en hög men stabil nivå jämfört med Kvädöfjärden, men under de senaste fem–sex åren har en kraftig ökning skett här. Nu ligger EROD på en nivå 2,5 gånger högre än på 1990-talet. Under senare år syns även en signifikant ökande tidstrend för EROD i levern hos abborrar vid Torhamn och tånglake vid Kvädöfjärden och Fjällbacka.



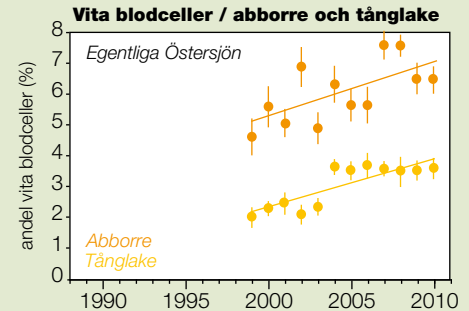
Mindre gonader hos abborre

Den relativa gonadstorleken (GSI) hos abborrhonor i Kvädöfjärden har minskat sedan mitten av 1990-talet, och några år senare syntes samma effekt även vid Holmön. Minskningen har avstannat de senaste åren, men ligger idag ändå på en nivå cirka 25 procent lägre än för 20 år sedan. Uppföljande studier tyder på att det är antalet ägg som minskat hos de köns mogna abborrhorna. Resultaten visar att abborren kan vara utsatt för något ämne som påverkar gonadutvecklingen.

Fler varningssignaler

En förhöjd aktivitet för enzymet glutationreduktas (GR) i levern syns idag både hos abborre vid samtliga tre kustreferensområden (Holmön, Kvädöfjärden, Torhamn) och hos tånglake vid referensområdet Fjällbacka. Förändringen tyder på att fiskarna exponeras för något eller några ämnen som orsakar oxidativ stress.

På senare år syns även en ökning av det totala antalet vita blodceller hos både



abborrar och tånglake vid samtliga referensområden, vilket signalerar att immunförsvaret kan vara påverkat. Även fiskens saltreglering verkar vara utsatt för miljöstress, med en signifikant ökande trend för klorid, samt tendenser till ökade nivåer av kalium och kalcium i blodet hos abborrar i Kvädöfjärden. Abborrar vid Kvädöfjärden och Torhamn har även en ökad halt av glukos i blodet, vilket kan vara ett tecken på en påverkad ämnesomsättning. I minst ett av tre referensområden för abborre minskar antalet omogna röda blodceller och aktiviteten för enzymet glutationtransferas signifikant, medan laktathalten i blodet ökar. Även dessa förändringar tyder på att fisken är utsatt för en yttre miljöpåverkan.

Komplex cocktail av miljögifter?

Övervakningen av kustfiskens hälsa i nationella referensområden visar att den påverkas allt mer, troligen av exponering för ett eller flera okända eller icke övervakade miljögifter. Det som framförallt oroar är de successiva förändringarna av flera biomarkörer, inte bara EROD och GSI, vilket sammantaget påminner om de komplexa effekter som tidigare bara syntes hos fisk i starkt förorenade recipienter. Studier har visat ett tydligt samband, dels mellan EROD och PAH-metaboliter i abborrens galla, och dels mellan EROD och flödesdata från Vindån som rinner ut i Kvädöfjärden. En hypotes är att en ständig tillförsel av PAH:er och/eller andra kemiska ämnen till kustvattnen genom ökad landavrinning kan vara orsaken till effekterna.



Foto: Jari Parkkonen

➤ Tånglakeyngel tas ut från yngelsäcken hos tånglakehonorna för att fastställa andelen missbildade och döda yngel.