

Integrerad fiskövervakning

Ett av målen för miljöövervakningen är att så tidigt som möjligt upptäcka allvarliga miljöförändringar. Helst innan de fått någon omfattande påverkan. Å andra sidan vill vi inte reagera i onödan...

Hur märker man då om det pågår en storskalig miljöförändring? Inom ramen för den nationella miljöövervakningen i kustområden har en integrerad fiskövervakningsstrategi för att påvisa storskaliga miljöförändringar utvecklats.

TEXT: MATS OLSSON OCH ANDERS BIGNERT, NATURHISTORISKA RIKSMUSEET, ÅKE LARSSON OCH LARS FÖRLIN, GÖTEBORGS UNIVERSITET SAMT MAGNUS APPELBERG OCH JAN ANDERSSON, FISKERIVERKETS KUSTLABORATORIUM

Syftet är att skapa en bättre förklaringsmodell för hur en mänskligt betingad miljöpåverkan påverkar känsliga och tidigt inducerade biologiska funktioner på låg och hög organisationsnivå.

Studier på flera nivåer

Fiskövervakningen omfattar mätningar på individnivå av koncentrationer av miljögifter och biokemiska, fysiologiska och patologiska variabler, samt mätningar av ekologiska variabler på individ-, bestånds- och samhällsnivå.

Verksamheten ger oss möjligheter att tidigt spåra fysiologiska effekter av giftiga ämnen i miljön som antingen är okända eller inte ingår i övervakningsprogrammet för miljögifter. Studierna på individnivå kopplas sedan till ekologiska undersökningar av kustfiskens individtillväxt, populationernas täthet och struktur och andra ekologiska mått. De olika undersökningarna genomförs årligen vid samma årstid på de utvalda provtagningsområden vilket ökar jämförbarheten för de olika mätningarna mellan år och område.

Här redovisas resultaten från Kvädöfjärden i Östergötland, den kustlokal som ligger i Egentliga Östersjön. Området är mycket lämpligt för långsiktig miljöövervak-



▲ Provfiske i Kvädöfjärden, Gryts skärgård. I detta område har man gjort fiskeribiologiska undersökningar ända sedan 60-talet och det fungerar således som ett mycket viktigt referensområde.

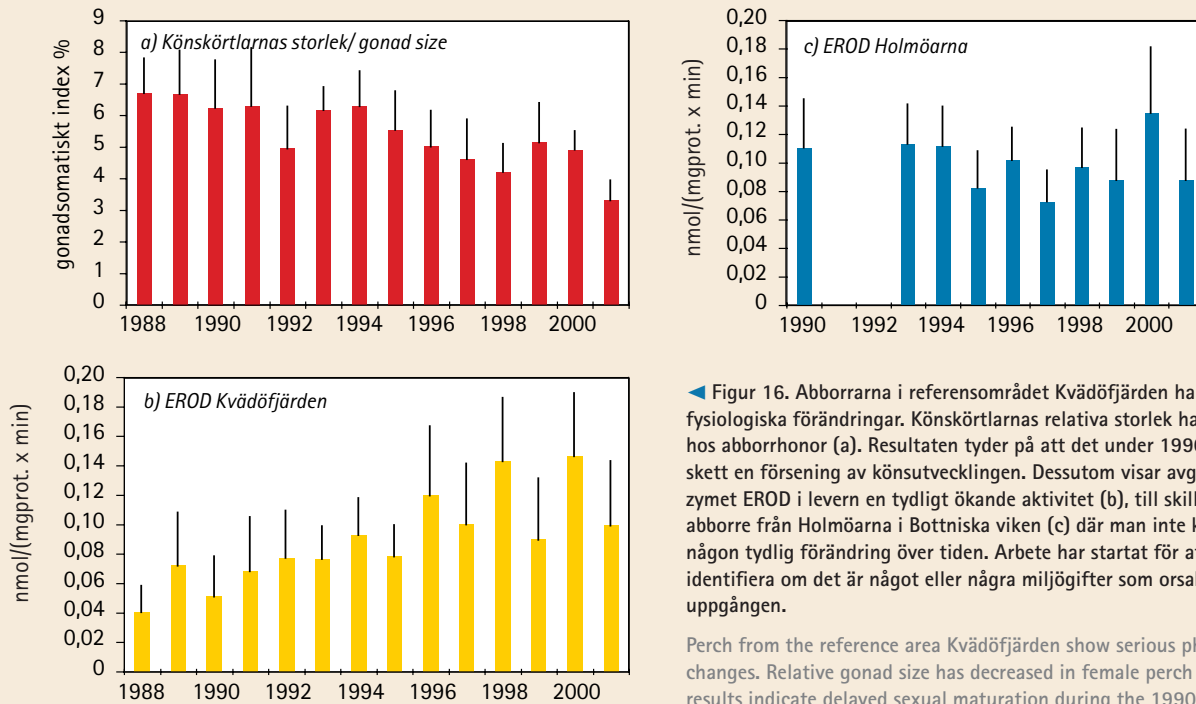
ning eftersom det saknar större tillflöden och lokala större utsläpp från industri och samhälle. Härigenom är det ett unikt skärgårdsområde längs en i övrigt hårt industriellt belastad östersjökust. En annan stor fördel är att området sedan 1960-talet utnyttjats som referensområde vid fiskeribiologiska undersökningar, och sedan början av 1980-talet för miljögiftsövervakning. Det innebär att man har ett förhållandevis långt tidsperspektiv.

Fysiologiska förändringar oroar

Kvädöfjärdens abborrar uppvisar en successiv minskning av könskörtlarnas relativa storlek (figur 16a). Detta kan tyda på att det skett en försening av könsutvecklingen sedan undersökningen startade. Man kan dock inte utesluta att den specifika kroppstillväxten ökat under senare år, dvs. att fisken har satsat proportionellt sett mer på tillväxt än på fortplantning.

Samma abborrar uppvisar dock samtidigt en statistiskt signifikant uppgång av aktiviteten för leverenzymet EROD

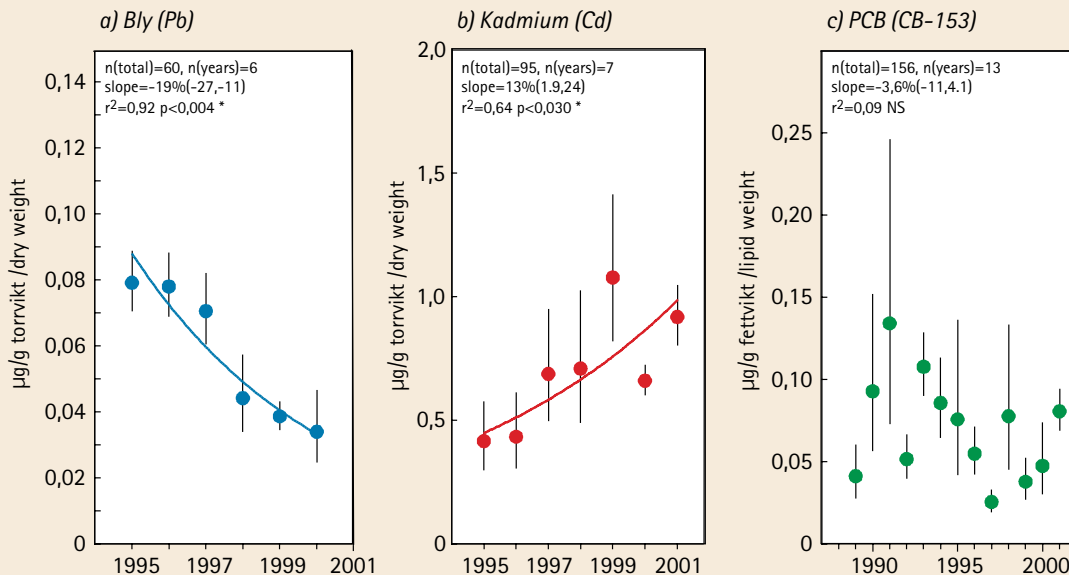
Fysiologiska förändringar / Physiological changes



◀ Figur 16. Abborrarna i referensområdet Kvädöfjärden har oroande fysiologiska förändringar. Könskörtlarnas relativa storlek har minskat hos abborrhonor (a). Resultaten tyder på att det under 1990-talet har skett en försening av könsutvecklingen. Dessutom visar avgiftningens-enzymet EROD i levern en tydligt ökande aktivitet (b), till skillnad från abborre från Holmöarna i Bottniska viken (c) där man inte kan se någon tydlig förändring över tiden. Arbete har startat för att försöka identifiera om det är något eller några miljögifter som orsakar uppgången.

Perch from the reference area Kvädöfjärden show serious physiological changes. Relative gonad size has decreased in female perch (a). The results indicate delayed sexual maturation during the 1990's. In addition, the detoxification enzyme EROD in the liver, shows significantly increased activity during the same period (b). This change is not seen in perch at Holmöarna in the Bothnian Bay (c). Studies have been started to clarify whether pollutants induce the observed trends in gonad size and EROD activity or not.

Miljögiftshalter / Contaminants



▲ Figur 17. De flesta miljögifter som undersöks i abborrar från Kvädöfjärden minskar, som i detta med exempel med bly (a). Undantagen är kadmiumhalterna (b) som av okänd anledning ökat kraftigt de senaste tio åren, samt PCB (c), vars minskning upphört under samma tidsperiod. Dessa resultat överensstämmer med undersökningar på andra platser och på andra arter.

Concentrations of investigated environmental contaminants analysed in perch tissue from Kvädöfjärden are generally decreasing over time. For example, lead concentrations in liver decrease (a). However, exceptions are cadmium that for unknown reasons increases rapidly (b) and PCB that has levelled off recently (c). These results are in agreement with results obtained from other Baltic Proper species and sampling areas during the corresponding time interval.

SAMORDNADE STUDIER PÅ OLIKA ORGANISATIONSNIVÅER

Vid studier av antropogent betingad miljöpåverkan renodlas ofta frågeställningarna. Antingen studerar man miljögiftshalter i t.ex. fisk eller sediment, eller så studerar man morfologiska/fysiologiska uttryck för miljöpåverkan, t.ex. äggskalstjocklek hos fågelägg eller blodvärden hos fisk. Med de olika typerna av data försöker man sedan finna rimliga förklaringar till variationer mellan områden och tidpunkter.

Mer sällan drivs dock en verksamhet som parallellt syftar till att förstå betydelsen av miljöförändringar på flera olika organisationsnivåer.

Direkta mätningar av t ex miljögiftshalter ger information om koncentrationsvariationer för de studerade ämnena, men ger i sig ingen information om den biologiska relevansen av dessa variationer. Mätningar av biologiska effekter, antingen dessa sker i form av studier av biokemiska/fysiologiska processer eller processer på beståndsnivå ger information om eventuell miljöpåverkan. Det är dock inte möjligt att avgöra vad som förklarar den biologiska effekten om man inte konfirmerar den med mätningar av förekomsten av miljöstörande ämnen. Detta beror på att en biolo-

gisk process inte ensidigt kan kopplas till ett specifikt ämne, utan ofta kan miljögifter, stress, undernäring och reproduktionsstatus ge likartade biologiska uttryck.

Ett miljöövervakningsprogram kan aldrig täcka samtliga förekommande typer av miljöpåverkan. En lämplig avvägning kan vara att inkludera de mest relevanta miljögifterna i ett löpande kontrollprogram. Samtidigt kan en fortlöpande kontroll på både låg och hög organisationsnivå, indikera om något nytt miljögift påverkar beståndet.

Genom att kombinera mätningar av miljögiftsdata, biokemiska/fysiologiska processer samt processer på beståndsnivå ökas sannolikheten för att registrera en biologisk förändring och koppla den till en förändring i miljögiftskoncentration. En ytterligare och minst lika viktig aspekt på den integrerade övervakningen är att lära sig vilka processer i miljön och organismen som påverkar de indikatormått som vi valt till övervakningsparametrar. Dessa processer kan vara klimatfaktorer, populationsfaktorer, fysiologiska faktorer eller enbart effekter av miljögifter.

(figur 16b). Detta avgiftningsenzym aktiveras bl.a. av vissa organiska miljögifter. Abborre från Holmöarna i Bottniska viken, en annan av Naturvårdsverkets miljöövervakningslokaler, uppvisar inte dessa förändringar vilket tyder på en områdesspecifik reaktion (figur 16c).

De flesta miljögifter sjunker

Ökad aktivitet av enzymet EROD kan tyda på en ökad miljögiftspåverkan. Med undantag för kadmium, som fördubblats sedan 1995, utgörs dock glädjande nog samtliga signifikanta förändringar miljögifter som mäts i abborre av minskningar (figur 17). Koncentrationerna av såväl kvicksilver som bly minskar signifikant. Även koncentrationen av HCH och DDT sjunker signifikant i abborre. Situationen i abborre är i stora drag densamma som i flertalet andra studerade arter i Östersjön, dvs. blåmussla, strömming, tånglake, torsk och sillgrissla.

PCB och dioxiner utgör dock fortfarande ett stort problem för delar av östersjöfisket eftersom halterna fortfarande är förhöjda, vilket lett till kostrekommendationer för fet östersjöfisk. I abborre från Kvädöfjärden har ingen signifikant minskning noterats under de senaste tretton åren (figur 17c). Inte heller har halterna minskat i vare sig torsk eller strömming från Egentliga Östersjön under senare tid. Vi saknar tyvärr information om hur dioxinhalterna utvecklas i de kustnära abborrebestånden, men sedan 1980-

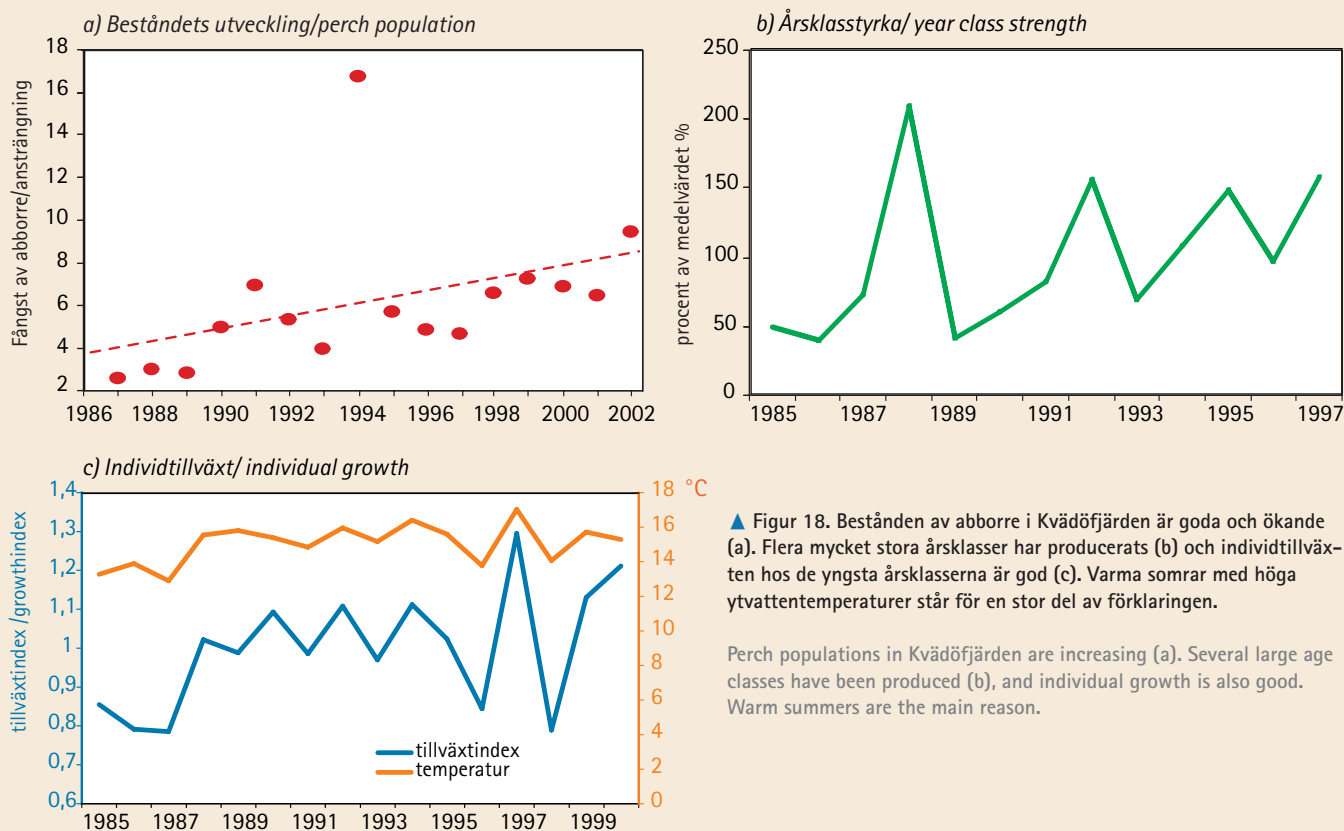
talet har det inte skett någon förändring av koncentrationerna i vare sig strömming eller sillgrissla från Östersjön.

God tillväxt på beståndsnivå

Återspeglas då indikationerna på ökad EROD-aktivitet och mindre könskörtlar på beståndsnivå? Abborrebeståndet i Kvädöfjärden uppvisar en svagt ökande trend under perioden (figur 18a), vilken till stor del kan förklaras av höga vattentemperaturer under sommaren. Det är dessutom viktigt att framhålla att fångsterna under hela 1990-talet och därefter tycks spegla en historiskt hög nivå.

Något förenklat bestäms fångstens storlek av fisktätheten och fiskens rörelseaktivitet vid fångstillfället. Den senare faktorn styrs i stor utsträckning av vattentemperaturen vid fisketillfället, medan den förra bestäms av utfallet av reproduktion och överlevnad. Ett mått på fisktäthet kan vara den relativa storleken av en årklass. Denna kan beräknas utgående från representationen av en årklass i fångsten under en följd av år. Den starkaste årsklassen producerades 1988 men även årsklasserna från 1992, 1995 och 1997 översteg långtidsmedelvärdet med ca 50% (figur 18b). Avsaknaden av samband mellan årsklasstyrka och vattentemperatur under det första levnadsåret tyder på att andra faktorer varit mer betydelsefulla.

Ekologiska förändringar / Ecological changes



▲ Figur 18. Bestånden av abborre i Kvädöfjärden är goda och ökande (a). Flera mycket stora årsklasser har producerats (b) och individtillväxten hos de yngsta årsklasserna är god (c). Varma somrar med höga ytvattentemperaturer står för en stor del av förklaringen.

Perch populations in Kvädöfjärden are increasing (a). Several large age classes have been produced (b), and individual growth is also good. Warm summers are the main reason.

Även individerna växer bra

Ålder och tillväxt hos abborre bestäms genom analys av de årliga tillväxtzoner som anläggs på fiskarnas gällock och otoliter. Abborrhonornas individtillväxt ökade signifikant inom de flesta åldersklasser (figur 18c). Vattentemperaturen under maj-september förklarar tillväxtvariationen med 78% i åldersklasserna ett- till sexåringar. Även om temperaturen är viktig tyder beräkningar i en s.k. bioenergetisk modell, där den relativa konsumtionen vid olika temperaturförhållanden studeras, på att tillväxtökningar också styrs av faktorer som kan vara förändrad tillgång på näring eller ändrade konsumtionsmönster hos abborrarna under perioden.

Studier av viktiga miljögifter saknas

De indikationer på påverkan vi ser i form av ökande EROD-aktivitet och minskande gonadstorlek uttrycks således inte i form av några påtagliga negativa beståndsförändringar, utan snarare ser vi en ökning av dessa. Inte heller miljögiftmätningarna tyder på en ökad miljögiftbelastning i det undersökta området. Med undantag för de ökande kadmiumhalterna är det svårt att med dagens kunskap koppla miljögiftförändringar till den ökade EROD-aktiviteten.

Tyvärr saknas dock två väsentliga miljögifter i sammanhanget, nämligen dioxiner och PAH (polycykliska aromatiska kolväten), som båda är kända för att öka EROD-aktiviteten. De data som finns från centrala öppna Östersjön tyder på att dioxinhaltarna är konstanta sedan mitten av 1980-talet, men hur utvecklingen varit i kustvattnen vet vi inte. Nyligen genomförda studier i södra Bottenhavet tyder på ansenliga koncentrationer i strömmingen där. PAH-er är inte lika stabila som dioxiner, men tillförs miljön i ganska stora mängder. De är cancerframkallande ämnen, som också kan ge fortplantningsstörningar hos fisk. Väsentliga källor för PAH är olja, motortrafik, övrig förbränning, slitage från asfalt och mjukgörare i däckgummi som sprids via däckslitage. Det är alltså angeläget att undersöka om dioxin eller PAH nu ökar i den kustnära miljön och därigenom förklarar den successivt ökande EROD-aktiviteten hos abborre i det aktuella kustområdet.

Reproduktionsstörningar bör undersökas

Data från beståndsutvecklingen visar inte entydigt att den försenade könsutvecklingen hos abborre inneburit nedsatt reproduktionsförmåga. Trots det bör fenomenet bli föremål för fördjupade studier. Man har sett liknande exempel på ofullständig utvecklade könskörtlar, dålig fruktbarhet

och ökad yngeldödlighet hos ett antal vanliga fiskarter i Östersjön. Det rör ekonomiskt viktiga fiskarter såsom torsk och lax, men även lake och mört. Övergödning, giftiga alger och många miljögifter såsom halogenerade ämnen, t.ex. PCB, PAH och tungmetaller, misstänks ligga bakom störningarna. Då vi i Kvädöfjärden har långa serier av integrerade data ökar förutsättningarna att göra en bra analys av eventuell förändring av reproduktionsförmågan och orsakerna till denna.

Naturlig variation eller...

Samtidigt som vi söker orsaken till ökande EROD-värden och minskade gonadstorlekar måste man hålla i minnet att en fysiologisk variation i fiskindividerna kan ha många olika förklaringar och inte enbart miljögifter.

De påvisade förändringarna kan ses som varningssignaler om att andra kemiska substanser än de traditionella stabila miljögifterna kan ha ökat i miljön och nu nått tillräckligt höga nivåer för att ge en påverkan på fisk. Vad gäller den ökande kadmiumkoncentrationen i många av Östersjöns fiskar, bör denna leda till studier för att belägga om eventuella symptom på kadmiumskador kan spåras hos kustabborre, liksom till studier om bakomvarande orsaker till ökningen.

Det kan dock inte uteslutas att även andra faktorer är ansvariga för effekterna. Förekomst av algtoxiner kan till exempel ge upphov till ökad EROD-aktivitet. Det finns

också indikationer från andra undersökningar på att en ökad temperatur, som har konstaterats i området under undersökningsperioden, kan orsaka fördröjd könsmognad hos fisk. Vi vet också från studier på abborre att fiskens EROD-aktivitet varierar under året under inverkan av fortplantningscykeln. Detta gör att vi i det fortsatta arbetet behöver utreda om den ökade populationstätheten av abborre kan vara orsak till försenad eller utebliven gonadutveckling hos abborre, vilken i sin tur påverkar EROD-aktiviteten. En möjlig konsekvens av en sådan förändring är en lägre nivå av östradiol i blodet hos fisken, vilket i sin tur skulle kunna påverka EROD-aktiviteten.

Samordning ger bättre kunskap

Ovanstående diskussion visar hur svårt det är att från enskilda mätvärden dra enkla slutsatser. Ofta kan man i informationsflödet se isolerade resultat som används som skäl för miljöalarm. Avsikten med det integrerade övervakningsprogrammet är att genom kunskap om variationer i observerade mätvärden få tidiga indikationer om ny, oväntad miljöpåverkan. Men det är också viktigt att kunna utskilja vad som är naturlig variation, och variation som förorsakas av andra faktorer än just miljögifter.

Ökad EROD-aktivitet och minskande gonadstorlek, som observerats i Kvädöfjärdens abborre, behöver inte vara ett tecken på ohälsa, men det kan vara tidiga varningssignaler om en allvarlig miljöpåverkan.

English summary

Integrated fish monitoring – a model for better detection of large-scale environmental changes

Since 1988, an approach to integrate environmental chemistry, fish physiology, and fish ecology has been applied to monitor pollution trends and effects in perch from two relatively unpolluted reference areas in the Baltic Sea. The purpose is to create a better model for interpretation of how anthropogenic environmental changes affect sensitive and early-induced biological functions at low and high levels of organisation.

Annual investigations indicate that perch from a coastal area in the Baltic Proper show significant trends towards decreased relative gonad size and increased hepatic EROD activity during the 1990's. These effects suggest delayed sexual maturation and the presence of some pollutant capable of activating the hepatic detoxification system. However, most measured environmental pollutants show decreasing values. In addition, ecological studies indicate an increase in perch popula-

tions and individual growth in the same investigation area.

Thus, the observed alarming trends may not be viewed as alarming since they can not be related to changes at higher levels of biological organisation or to increased levels of pollutants measured today. On the other hand, it cannot be excluded that the registered effects may provide early signals of a growing environmental threat possibly related to other pollutants with capability to induce EROD activity and cause reproductive disruption in fish.

The monitoring strategy of combining long series of integrated biological data on different organisational levels and environmental chemistry data has the potential of generating an important causality hypothesis.