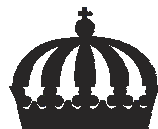


# FÖRSLAG TILL METOD FÖR LOKAL/REGIONAL FISKHÄLSOÖVERVAKNING

ETT KOMPLEMENT TILL DEN NATIONELLA ÖVERVAKNINGEN AV FISKHÄLSA



LÄNSSTYRELSEN  
I NORRBOTTENS LÄN  
RAPPORTSERIE  
NUMMER 12/2006

**ISSN 0283-9636**

Tryck: Länsstyrelsens tryckeri, april 2006

Upplaga: 50

Kontaktperson: Uno Strömberg

Länsstyrelsen i Norrbottens län

Telefon 0920-960 00

Postadress: 971 86 LULEÅ

Besöksadress: Stationsgatan 5

Internet: [www.bd.lst.se](http://www.bd.lst.se)

E-post: [lansstyrelsen@bd.lst.se](mailto:lansstyrelsen@bd.lst.se)

# **FÖRSLAG TILL METOD FÖR LOKAL/REGIONAL FISKHÄLSOÖVERVAKNING**

**ETT KOMPLEMENT TILL DEN NATIONELLA ÖVERVAKNINGEN AV FISKHÄLSA**

**REGIONALT UTVECKLINGSPROJEKT INOM SVENSK MILJÖÖVERVAKNING  
KUST OCH HAV**



## **INNEHÅLLSFÖRTECKNING**

<b>INLEDNING</b>	<b>7</b>
Syfte och mål	7
Organisation och finansiering	7
<b>FISKÖVERVAKNING I SVERIGE</b>	<b>8</b>
Jämförelser av nationella delprogram	8
<b>FISKÖVERVAKNING I KANADA</b>	<b>11</b>
<b>UTVÄRDERINGSVERKTYG</b>	<b>12</b>
Sverige	12
Kanada	12
Svenska kritiska effektnivåer	13
<b>FÖRSLAG TILL METODIK</b>	<b>13</b>
Syfte med undersökningen	14
Samordning	14
Strategi	14
Statistiska aspekter	15
Variabler	15
Frekvens och tidpunkter	17
Observations/provtagningsmetodik	17
Bakgrundsinformation	17
<b>KVALITETSSÄKRING</b>	<b>18</b>
<b>DATABEHANDLING, DATAVÄRD</b>	<b>18</b>
<b>RAPPORTERING, UTVÄRDERING</b>	<b>18</b>
<b>KOSTNADSUPPSKATTNING</b>	<b>18</b>
<b>FRAMTIDA INSATSOMRÅDEN</b>	<b>19</b>
<b>REFERENSER</b>	<b>19</b>



## **INLEDNING**

Sedan början på 1990-talet har målet för det strategiska arbetet med den marina övervakningen varit att integrera de olika nationella delprogrammen, vilket också till stor del har lyckats. Ambitionen har även varit att integrera de regionala och lokala övervakningsaktiviteterna genom att Naturvårdsverkets upprättat en handbok för miljöövervakning där olika undersökningstyper finns beskrivna. Undersökningstypen för fiskhälsa har dock en stor omfattning och kräver viss specialkompetens, vilket medfört att inget eller endast några få län och industrier hittills har bedömt det som möjligt att genomföra den regelbundet.

De senaste decennierna har bl.a. den miljötekniska utvecklingen generellt varit välgörande för kvaliteten på utsläppen från industrin. Detta har i många fall lett till förbättrade förhållanden i recipienterna, och de tidigare mycket tydliga effekterna på bl.a. fisk har förändrats i positiv riktning till färre och svagare effekter på hälsotillståndet. Detta ökar behovet av känsliga biomarkörer som tidigt kan upptäcka förändringar. Samtidigt ställs ökade krav på bra vägledningar för att tolka undersökningsresultaten. Den samlade miljöforskningen i Sverige och utomlands är eniga om att även moderna industriutsläpp kan ge allvarliga effekter på fiskens hälsa, bl.a. på fortplantningen. Mycket data rörande fiskhälsa i både påverkade och opåverkade områden tas fram inom ramen för den lokala recipientkontrollen, men för att på ett effektivare sätt kunna fånga upp dessa värdefulla data, så måste en totalstrategi för marin miljöövervakning tas fram.

Ett steg i rätt riktning mot en strategi som står på tre ben, d.v.s. nationell, regional och lokal övervakning, är att utveckla ett program för fiskhälsoövervakning som regelbundet kan användas i den regionala och lokala övervakningen/recipientkontrollen. Programmet måste utformas så att det är kompatibelt med de metoder som används inom den nationella övervakningen, om än i en nedbantad och därmed billigare form.

### ***Syfte och mål***

Syftet med projektet var att utveckla en modifierad och billigare metod i förhållande till den som används för den nationella fiskhälsoövervakningen. Målet är att en sådan metod kan användas i den regionala miljöövervakningen och i recipientkontrollen längs hela den svenska kusten och på så sätt utgöra ett komplement till den nationella fiskhälsoövervakningen. Detta skulle innebära att den nationella, regionala och lokala miljöövervakningen kopplas samman på ett tydligt sätt. Resultaten kan också komma att utgöra ett mycket viktigt stöd i de utvärderingar som görs nationellt, eftersom den fiskhälsoövervakning som ligger i det nationella marina programmet har en begränsad yttäckning.

### ***Organisation och finansiering***

Initiativet för projektet har tagits av länsstyrelsen i Norrbottens län, och Uno Strömberg har varit projektledare. I inledningsfasen av projektet bildades en referensgrupp bestående dels av experter inom fiskhälsoövervakning, dels personer från länsstyrelser och Naturvårdsverket:

Åke Larsson, Institutionen för Växt- och miljövetenskaper, Göteborgs universitet  
Olof Sandström, Skärgårdsutveckling SKUTAB AB  
Olle Grahn, Nordmiljö AB  
Jan Härdig, Statens veterinärmedicinska anstalt  
Torbjörn Johnson, Pelagia Miljökonsult AB  
Sofia Nilsson, Fiskeriverkets utredningskontor i Luleå  
Tove Lundeborg, Naturvårdsverket

Arne Sjökvist, Naturvårdsverket  
Charlotta Halvarsson, Länsstyrelsen Västernorrland  
Uno Strömberg, Länsstyrelsen Norrbotten

Referensgruppen har träffats en gång under år 2005 och har därutöver haft kontakt via telefon och E-post. Projektet har finansierats av Naturvårdsverket med medel för specialprojekt inom miljöövervakningen.

## **FISKÖVERVAKNING I SVERIGE**

Inom ramen för det nationella marina miljöövervakningsprogrammet bedrivs idag övervakning av kustfisk genom tre olika delprogram. De tre programmen, Kustfisk hälsa, Kustfiskbestånd och Metaller och miljögifter i marin biota, är integrerade genom att de fokuserar sin övervakning på två indikatorarter (abborre och tånglake) från tre gemensamma provtagningsområden i Östersjön och ett område på Västkusten vid samma tid på året. Med denna integrerade strategi möjliggörs en sammanvägd tolkning av erhållna miljöövervakningsdata på kustfisk (Sandström m.fl. 2005).

På regional nivå utförs kustfiskövervakning i syfte att ge en bättre regional upplösning på den nationella övervakningen. Sedan år 2002 driver länsstyrelserna längs Bottniska viken tillsammans med Fiskeriverket och Naturvårdsverket även ett kustfiskprojekt vars syfte har varit att utarbeta en strategi och metodik för ett samordnat nationellt/regionalt övervakningsprogram för kustfiskbestånd i Bottniska viken och Svealands kustvatten. Metodiken har en inriktning mot biologisk mångfald och fiskens ekologiska status på samhälls- och populationsnivå för att bl.a. kunna följa upp miljömålen. Sedan år 2005 finns den som undersökningstyp i Naturvårdsverkets handbok för miljöövervakning (Provfiske i Östersjöns kustområden – Djupstratifierat provfiske med Nordiska kustöversiktsnät). Fiskhälsoövervakning på regional nivå förekommer idag inom samordnade program för Blekingekustens och västra Hanöbukens vattenvårdsförbund samt Kalmar läns kustvattenkontroll.

Lokal fiskövervakning sker framför allt inom ramen för de recipientkontrollprogram som verksamhetsutövare, t.ex. stål- och skogsindustrier, är skyldiga att genomföra. I samband med tillståndsärenden har ett flertal omfattande undersökningar som provfisken och fysiologiska hälsostudier utförts med höga ambitioner för att kunna fastställa om negativa miljöeffekter förekommer i olika recipienter. Svårigheter att göra adekvata tolkningar av resultaten har dock varit ett återkommande problem, dels p.g.a. att olika metoder har använts genom åren, dels att referenslokalerna inte alltid varit representativa. En annan orsak till problem vid tolkningen har varit det faktum att undersökningarna inte utförts med tillräcklig frekvens för att kunna uttala sig om fisken verkligen varit påverkad, eller om konstaterade avvikelser i biologiska mått varit uttryck för naturlig variation. På grund av nämnda metodskillnader och svag geografisk yttäckning har den nationella fiskhälsoövervakningens resultat inte alltid kunnat utnyttjas vid uttolkningen av lokala resultat.

### ***Jämförelser av nationella delprogram***

De tre delprogrammen som berör övervakning av kustfisk i något avseende är följande:

- Kustfisk hälsa, trend- och områdesövervakning



Delprogrammets målsättning är att påvisa effekter av en eventuell storskalig påverkan av toxiska ämnen i opåverkade kustområden. Subletala störningar hos abborre och tånglake mäts med ett antal väl beprövade och känsliga biokemiska, fysiologiska, histologiska och patologiska variabler, s.k. biomarkörer. Här ingår även studier av fortplantningsfunktionen. Undersökningen utförs årligen i tre områden i Östersjön och i ett område på västkusten:

- Bottenhavet, Holmöarna (abborre)
- Egentliga Östersjön, Kvädöfjärden (abborre, tånglake) och Torhamn (abborre)
- Västkusten, Fjällbacka (tånglake)

Utförare är Göteborgs Marina Forskningscentrum.

- Kustfiskbestånd, trend- och områdesövervakning

Syftet med detta delprogram är att beskriva och följa upp fisksamhällets förändringar i artsammansättning, främst orsakade av eutrofiering och fisketryck, men även av föroreningar och exploatering. För modellarten abborre beskrivs även köns- och åldersfördelning, tillväxt kondition och populationstäthet som stöd för kontrollen av hälsa och fortplantning. Sedan år 2005 utförs årliga provfisken för varmvattensarter i sammanlagt 16 referensområden längs den svenska kusten:

- Bottenviken: Rånefjärden och Kinnbäcksfjärden.
- Bottenhavet: Holmöarna, Örefjärden, Gaviksfjärden och Långvindsfjärden
- Egentliga Östersjön: Lagnö, Askö, Aspöja, Kvädöfjärden, Vinö och Torhamn.
- Västkusten: Kullen, Älgöfjorden, Gåsö och Fjällbacka.

Den nationella övervakningen står för provfisken i Holmöarna utanför Umeå och Kvädöfjärden i egentliga Östersjön samt i Fjällbacka i Bohuslän. Utförare är Fiskeriverket och Göteborgs marina forskningscentrum.

- Metaller och organiska miljögifter i marin biota, trend- och områdesövervakning

Syftet är bl.a. att belägga långsiktiga trender med avseende på innehållet av metaller och organiska miljögifter i marina organismer (strömming, sill, abborre, tånglake, torsk, blåmussla, sillgrissleägg). De stationära arterna abborre och tånglake provtas årligen vid tre stationer i Östersjön och vid en station på Västkusten:

- Bottenhavet, Holmöarna (abborre)
- Egentliga Östersjön, Kvädöfjärden (abborre och tånglake), Torhamn (abborre till provbank för framtida analys).
- Västkusten, Väderöarna (tånglake)

Utförare är Gruppen för Miljögiftsforskning vid Naturhistoriska riksmuseet (insamling, provberedning, utvärdering), ITM (analys av organiska miljögifter) och SLU, Institutionen för miljöanalys (analys av metaller).

De strategiska likheterna och skillnaderna mellan delprogrammen redovisas här nedan i tabell 1. Jämförelsen utgår från gemensamma indikatorarter (abborre och tånglake) som studeras på individnivå.

Tabell 1. Jämförelse mellan delprogram som berör kustfisk.

<b>Delprogram</b>	<b>Kustfisk hälsa</b>	<b>Kustfiskbestånd</b>	<b>Miljögifter i marin biota</b>
<b>Strategi</b>			
Antal lokaler i Östersjön/Västkusten	3/1	13/4	2/1
Indikatorart	Abborre/tånglake	Abborre/tånglake	Abborre/tånglake
Tidpunkt för fiske	September	Augusti/oktober	Augusti - September
Antal längdgrupper för individstudier	1 (200-300 mm)	cm-längdgrupper	1 (150-200 mm el. 170-210 mm beroende på lokal)
Antal honor per längdgrupp	25	20	10 (abborre), 12 (tånglake)
<b>Variabler</b>			
Täthet (fångst/anstr.)	Nej	Ja	Nej
Längd	Ja	Ja	Ja
Vikt, total/somatisk	Ja/Ja	Nej/Ja	Ja/Nej
Kondition	Ja	Nej	Ja
Kön	Ja	Ja	Ja
Könsmognad	Nej	Nej	Nej
Gonadvikt	Ja	Nej	Nej
Levervikt	Ja	Nej	Ja
Ålder	Ja	Ja	Ja
Tillväxt	Nej	Ja	Nej
Halter av miljögifter	Ja	Nej	Ja
Yttre sjukdomar/skador	Ja	Ja	Ja (endast friska analyseras)
Parasiter	Ja (lever)	Ja	Nej
Biokemiska variabler	Ja	Nej	Nej
Fysiologiska variabler	Ja	Nej	Nej
Histologiska variabler	Ja	Nej	Nej

Tabell 1 visar att delprogrammen skiljer sig både i strategi och i val av variabler. Det beror naturligtvis på att syftena är olika. Samtidigt är programmen beroende av varandra för att kunna förklara avvikande effektbilder som eventuellt upptäcks. Övriga delprogram som följer vattenkvaliteten i kustzon och öppet hav är också betydelsefulla för helhetsbilden. En toxisk effekt av något miljögift måste kunna särskiljas från eutrofieringseffekter. Utvecklingen av miljögiftshalter i marin biota är viktigt att ha med sig vid bedömning av hälsosituationen hos fisk. Mer eller mindre naturliga eller storskaliga förändringar i den omgivande miljön kan påverka samtliga delprograms resultat. En väl genomtänkt strategi med integrerad fisk- och miljöövervakning är därför helt avgörande för att kunna förstå vad det är man ser i det enskilda delprogrammet.

I delprogrammet Kustfisk hälsa har man valt att i basprogrammet inkludera biomarkörer på såväl organism-, organ- och cellnivå. Integrationen med de övriga delprogrammen gör att analysen av orsak och verkan styrks. Mätningarna utförs i lokalt opåverkade områden och målet med övervakningen är att detektera förändringar på bassängnivå, vilket innebär att man saknar geografiska referenser. Här skulle den regionala och lokala övervakningen kunna spela en viktig roll.

## FISKÖVERVAKNING I KANADA

För att jämföra och värdera den svenska modellen för fiskövervakning, beskrivs nedan den kanadensiska övervakningen av fiskhälsa som bedrivs sedan början på 1990-talet.

I slutet på 1980-talet kom pappers- och massaindustrin världen över att hamna i fokus p.g.a. upptäckten att dioxiner, furaner och andra klorerade ämnen förekom i utsläppen och i pappersprodukter. Svensk forskning hade redan i början av 1980-talet påvisat att utsläpp från vissa pappersindustrier gav upphov till störningar hos fisk vid mycket låga koncentrationer. Detta bekräftades senare av kanadensiska studier. Större reningskrav ställdes då på den kanadensiska pappersindustrin för att minska effekterna. Samtidigt, år 1992, startades på initiativ av den kanadensiska regeringen, ett stort forskningsprogram som involverade staten, pappersindustrin och forskare i syfte att klargöra vilka miljöfarliga ämnen som orsakade störningarna. Dessutom skulle man ta reda på de kort- och långsiktiga effekterna av dessa ämnen samt titta på möjligheterna att eliminera dessa från processen. Forskningsprogrammet kallades för Pulp and Paper Environmental Effects Monitoring Program (EEM) och det pågår fortfarande (Lowell m.fl. 2003). Detta program kan i stora drag liknas vid de aktionsprogram mot havsföroreningar som Naturvårdsverket tog fram år 1987 och 1990 tillsammans med berörda verk och myndigheter.

Det kanadensiska övervakningsprogrammet inkluderar samordnade recipientstudier utanför pappersmassaindustrierna, vars syfte har varit att utvärdera utsläppens effekter på fisk, fiskhabitat och fisken som resurs. Programmet är strukturerat i cykler om tre år, vilket innebär att varje fabrik är skyldig att utföra en undersökning under första året och rapportera senast sista året i varje cykel. Undersökningarna ska utföras i recipienten och i ett referensområde.

Strategin som används i Kanada för fisk är ett mellanting av s.k. ”top-down” och ”bottom-up” (top, up ← populationsstudier - individstudier - fysiologiska och biokemiska studier → down, bottom). I programmet mäts individuell tillväxt, kondition, leverstorlek och gonadtillväxt hos könsmogen fisk (två arter). Vid indikationer på störning görs uppföljande utredande undersökningar enligt i förväg fastställda rutiner. Det innefattar bl.a. analyser av biomarkörer som kan hjälpa till att förklara de störningar som uppdragats med basprogrammet. Man har alltså i Kanada valt att utesluta biomarkörer på låg organisationsnivå (t.ex. biokemiska och fysiologiska) i det inledande skedet. Anledningen till detta var att man av erfarenhet sett att det är svårt att extrapolera observerade avvikelser till högre organisationsnivåer. Istället används biomarkörerna till uppföljande analyser av orsakssamband.

Ett komplement till den förhållandevis enkla metodik som används i Kanada, har varit att utveckla och använda biologiska laboratorietester för att kunna svara på de frågor som uppstått vid studier ute i fält. En viktig funktion som laboratorietester har är att kunna bedöma utfallet av genomförda processändringar samt särskilja effekter av dagens utsläpp från historiskt förorenade sediment i recipienten. Den känsligaste och viktigaste parametern i fiskens livshistoria är forplantningsförmågan, vilket kräver långa och kostsamma försök. I Kanada arbetar forskare på att försöka ta fram reproduktionstester som kan utföras under kortare tid, och samtidigt behålla testets känslighet och biologiska relevans.

## UTVÄRDERINGSVERKTYG

Den kanadensiska strategin för fiskhälsoövervakning skiljer sig från något från den svenska. Detsamma gäller för hur man ska tolka resultaten för att avgöra om en störning förekommer. Nedan beskrivs kort de utvärderingsverktyg som finns framtagna i Sverige och Kanada.

### **Sverige**

I Sverige har man tagit fram en vägledning för hur man ska tolka resultaten från mätningar av morfologiska, biokemiska och fysiologiska variabler (Larsson m.fl., 2000; Sandström m.fl., 2005). Den bygger på kunskapen om de olika variabelernas fysiologiska roll hos fisk och vad en avvikelse från ett kontrollvärde (ökning eller minskat mätvärde) betyder och hur den skall tolkas. Variablerna har delats in i funktionella grupper som illustrerar dels viktiga egenskaper hos en fiskpopulation, dels vitala fysiologiska funktioner hos fisken (t ex energiomsättning, leverfunktion, fortplantning, immunförsvar). För att kunna tolka och utvärdera observerade effekter/avvikelser hos fisken har en tolkningsmall tagits fram som definierar när en livsfunktion, t.ex. immunförsvar eller leverfunktion, uppvisar en oacceptabel störning och när en sammanvägd bedömning av olika livsfunktioner visar en oacceptabel påverkan på fiskens totala hälsotillstånd. Tolkningsmallen utgör därmed ett bra underlag för krav på utsläppsbegränsande åtgärder. Följande kriterier för en oacceptabel störning av en livsfunktion eller av fiskens totala hälsotillstånd rekommenderas:

1. Om en eller två variabler som beskriver samma livsfunktion avviker (statistiskt signifikant), ska ytterligare undersökningar utföras för att utreda orsaken. Observationen är alltså en varningssignal om miljöpåverkan som bör följas upp.
2. Om tre eller fler variabler som beskriver samma livsfunktion avviker (statistiskt signifikant), ska det tolkas som en oacceptabel störning av denna funktion. Det skall föranleda ytterligare utredning för att avgöra om observationen är allvarlig nog för att kräva åtgärder.
3. En oacceptabel störning i två eller fler fysiologiska funktioner ska tolkas som en oacceptabel störning av fiskens hälsotillstånd och en risk för effekter på populationsnivå. Denna bedömning skall föranleda åtgärder.
4. Vissa allvarliga störningar utgör undantag från dessa kriterier. Det gäller starkt reducerad tillväxt, signifikant effekt på fortplantningsfunktionen (gäller även reproduktionstest på laboratorium) och signifikant ökad frekvens av grava patologiska skador (ex fenskador, tumörer, skelettskador) som direkt och var för sig tolkas som en oacceptabel miljöpåverkan som bör föranleda åtgärder.

Användning av tolkningsmallen kräver dock viss försiktighet. Den som tolkar resultaten bör ha goda kunskaper om de mätta variabelernas fysiologiska funktion och insikt i hur dessa variabler kan påverkas av olika faktorer, t.ex. genom att pröva resultaten mot responsmodeller (Sandström m.fl., 2005). För att underlätta användningen av tolkningsmallen är det angeläget att ta fram en vägledning om vilka fördjupade studier som bör utföras då olika avvikelser påvisats.

### **Kanada**

I Kanada mäts som nämnts inga fysiologiska eller biokemiska biomarkörer i det första skedet. Programmet mäter endast ålder och morfologiska variabler. För att kunna avgöra om påvisade och signifikanta avvikelser är att betrakta som allvarliga, har man utarbetat kritiska effektstorlekar (CES) för några biologiska indikatorer (Environment Canada, 2004). Med hjälp av dessa identifieras de avvikelser som är viktiga att utreda vidare för att få mer

information som behövs för att förstå den ekologiska relevansen. De kritiska effektstorlekarna är baserade på:

1. Magnituden av tidigare observerade effekter i svenska och kanadensiska recipienter vid pappers- och massaindustrin.
2. Naturliga variationer som är konstaterade i referensområden.
3. Magnituden av effekter som observerats vid de mest påverkade recipienterna under undersökningscykel 2.

I tabellen nedan är de indikatorer som har kritiska effektstorlekar beskrivna.

Tabell 2. Indikatorer med kritisk effektstorlek för Pulp and Paper EEM Program, Kanada.

Indikator	Indikatorn ger information om	Kritisk effektstorlek <sup>1</sup>
Gonadsomatiskt index	Reproduktion	± 25 %
Leversomatiskt index	Kondition	± 25 %
Konditionsfaktor	Kondition	± 10 %
Åldersfördelning	Överlevnad	<sup>2</sup>
Vikt i relation till längd	Tillväxt	<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Effektstorlek är uttryckt i procent (%) skillnad i relation till referensdata.

<sup>2</sup> Effektstorlek för dessa åldersrelaterade indikatorer har ej utvecklats p.g.a. osäkerheter att åldersbestämma vissa fiskarter.

Om det i en enskild fabriks recipient påvisas överskridanden av kritiska effektstorlekar under två på varandra följande cykler, ska fördjupade studier utföras för att utreda orsaken till den observerade effekten.

### **Svenska kritiska effektnivåer**

Sverige har vi under åtskilliga decennier haft stora pågående provfisken både i referensområden och i förorenade recipienter i Östersjöns/Bottenhavets/Bottniska vikens kustområden. Med denna samlade erfarenhet så borde kunskapen idag vara ganska god när det gäller naturliga variationer i fiskpopulationer och vilka faktorer, t.ex. temperatur och klimatförändringar, som skapar dessa variationer. Detta gäller främst ekologiska variabler/populationsmått, men i viss mån också fiskfysiologiska variabler. Det torde därför finnas möjligheter att ta fram kritiska effektstorlekar för många mätvariabler åtminstone hos abborre längs Östersjökusten, liknande de som används i Kanada. Idag tillämpas synsättet, att en statistiskt signifikant avvikelse är en effekt, medan vi inte tagit fram några gränser för när effekter kan sägas vara kritiska, d.v.s. ekologiskt relevanta.

### **FÖRSLAG TILL METODIK**

Programmet ska vara tillräckligt omfattande för att kunna göra vetenskapligt riktiga utvärderingar, vara tillräckligt känsligt för att tidigt upptäcka ekologiskt relevanta effekter, men samtidigt vara så resurssnålt att det i framtiden verkligen genomförs i de flesta län längs den svenska kusten. I nedanstående förslag är därför omfattningen av fisket och antalet variabler som ska analyseras per område, lagd på en lägsta acceptabel nivå för att i möjligaste mån närma sig ovanstående krav.

## **Syfte med undersökningen**

Det främsta syftet med en modifierad version av den nationella övervakningen av fiskhälsa är att styra upp och likrikta de till viss del olika metoder som fram till idag använts inom recipientkontrollen. Visserligen har flertalet recipientundersökningar utförts i enlighet med den nationella undersökningstypen, men oftast ganska oregelbundet och som en följd av myndigheternas krav vid t.ex. tillståndsprövningar. Inom den regionala miljöövervakningen utförs fiskhälsostudier bara i två fall, delvis beroende på att undersökningstypen som beskrivs i handboken för miljöövervakning är omfattande och kostsam. En modifierad undersökningstyp för regional och lokal fiskhälsoundersökning, som är enklare och billigare att genomföra, skulle vara attraktiv för både företag och länsstyrelser att utföra regelbundet. Det skulle också innebära att den nationella, regionala och lokala miljöövervakningen kopplas samman på ett tydligt sätt.

## **Samordning**

Samordning kan ske med övriga tre undersökningstyper som berör fisk, d.v.s. Kustfisk hälsa, Kustfiskbestånd och Miljögifter i marin biota, för att ge en sammanvägd tolkning av erhållna miljöövervakningsdata på kustfisk. Undersökningen på abborre kan dock inte utföras vid samma tidpunkt på året som övervakningen av kustfiskbestånd, som sker i augusti, eftersom hälsoundersökningen bör göras efter att gonadtillväxten har börjat. Bästa årstid för denna undersökningstyp är september.

## **Strategi**

Undersökningstypen bygger på årlig provtagning i minst ett referensområde per kustlän i kombination med regelbundna punktinsatser i påverkade recipienter, förslagsvis vart 3:e år och eventuellt mer oregelbundet i samband med t.ex. provotidsutredningar. Den årliga undersökningen i referensområdet kan förslagsvis samfinansieras av verksamhetsutövare/vattenvårdsförbund och myndigheter längs en kuststräcka. Detta förfarande är kostnadseffektivt för varje enskild part. Resultaten från tidsserierna i referensområdet kan användas som underlag för tolkningar av de fiskundersökningar som utförs i recipienter.

I flera referensområden som används i samband med recipientstudier, utförs redan idag regional eller nationell övervakning av kustfiskbestånd eller miljögifter i biota. Referenserna bör därför så långt möjligt utgöras av redan etablerade referensområden, för att kunna dra nytta av dessa resultat. Det är dock mycket viktigt, att man med stor sannolikhet kan anta att fisken i det valda referensområdet levit stationärt. Abborrar som tas upp för fiskhälsoundersökningen i september, kan antas komma från samma population som studerats mer ingående i augusti i samband med provfisket för övervakningen av kustfiskbeståndet. Därmed har man tillgång till åldersstruktur, tillväxt och rekrytering för de studerade abborrarna. Dessutom har man tillgång till täthetsmättet, vilket är det slutliga svaret på om fiskbeståndet är väsentligt påverkat av någon antropogen störning.

Undersökningen har som avsikt att med morfologiska mått, ett fåtal fysiologiska och biokemiska biomarkörer, i kombination med exponeringsanalyser, ge en god bild av hälsostatusen hos fisk. Långa mätserier i referensområden ger representativa data av variationen i miljön som har storskaliga eller naturliga orsaker. Resultaten från punktinsatser i recipienter ska sedan bedömas i ljuset av detta för att kunna urskilja antropogent betingade störningar.

De år som recipientstudier utförs kan detta basprogram utökas med ytterligare fysiologiska, biokemiska och histologiska analyser (se undersökningstypen ”Hälsotillstånd hos kustfisk – Biologiska effekter på subcellulär och cellulär nivå”). Utökningen av programmet bör då ske i både recipient och referens och anpassas till aktuell industrityp.

Metoden kan i princip användas på samtliga fiskarter från alla typer av akvatiska biotoper. Genom att använda abborre som indikatorart, vilken har ett relativt stationärt levnadssätt och förekommer i tillräckliga mängder längs hela den svenska ostkusten, säkras möjligheten att upprepa undersökningen. Abborren används dessutom som indikatorart i övervakningen av kustfiskbestånd och miljögifter i biota. Tånglake är också lämplig som indikatorart eftersom den är stationär och används inom miljögiftsövervakningen. Arten möjliggör även studier av reproduktionskapacitet och status hos avkomman, eftersom honan bär på avkomman i en yngelsäck. Tånglaken är dock inte allmänt utbredd i Bottenviken och är därför inte lämplig som modellfisk i detta kustområde.

### **Statistiska aspekter**

För att försäkra sig om att eventuella skillnader mellan stationer statistiskt kan säkerställas, rekommenderas att analysen av morfometriska mått omfattar minst 25 individer av honkön från fyra längdgrupper mellan 150-250 mm från varje provtagningsområde. För att dessutom minimera de naturliga variationer som förekommer, bör fisket utföras under samma tidpunkt varje år. Otoliter eller gällock för åldersanalys tas ut och sparas för eventuellt senare analys. Om utvärderingen av övriga variabler påvisar en störning, kan åldersdata vara till stöd för att förklara orsaken. Detta gäller inte för referensområden där årlig fiskbeståndsövervakning utförs, eftersom åldersdata tas fram i det programmet.

För analyser av fysiologiska och biokemiska biomarkörer, tas 25 honor i storleksklassen 226-250 mm ut och förvaras levande i sumpar under 2-4 dygn innan provtagning. Motsvarande gäller för exponeringsanalys av t.ex. extraktivämnen eller PAH i galla, metaller i lever eller annat exponeringsmått (beroende av industriell verksamhet), som endast utförs vart 3:e år, då recipienter ingår i undersökningen. Prover av galla och lever kan dock även tas ut årligen från fiskmaterialet i referensområdet och bankas i lågtemperaturfrys för retrospektiva studier.

### **Variabler**

I nedanstående tabell 3 presenteras de variabler som prioriterats för denna undersökningsmetod. De har samtliga väl dokumenterade metoder med god tillgång till jämförelsedata från tidigare studier. För metodreferenser, se undersökningstyperna ”Hälsotillstånd hos kustfisk – Biologiska effekter på subcellulär och cellulär nivå” och ”Provfiske i Östersjöns kustområden – Djupstratifierat provfiske med Nordiska kustöversiktsnät”. Vissa metoder finns även beskrivna hos Fiskeriverket.

Tabell 3. Variabler som ingår i undersökningen. Fiskart: (a) abborre, (b) tånglake.

Företeelse	Mätvariabel	Metodmoment	Enhet/klassade värden	Prioritet	Frekvens och tidpunkter	Kommentar
Fisk	Totallängd	Mätbräda	mm	1	Årligen (a) sept, (b) nov	
Fisk	Totalvikt	Våg	g	1	Årligen (a) sept, (b) nov	
Fisk	Somatisk vikt (totalvikt – gonadvikt) <sup>1</sup>	Våg	g	1	Årligen (a) sept, (b) nov	
Fisk	Somatiskt index (konditionsfaktor)	Beräknat värde	$\text{g/cm}^3 \times 100 \times (\text{somatisk vikt/längd i cm})^3$		Årligen (a) sept, (b) nov	
Fisk	Gonadvikt	Våg	g	1	Årligen (a) sept, (b) nov	
Fisk	Gonado-somatiskt index (GSI)	Beräknat värde	$100 \times (\text{gonadvikt/somatisk vikt})$	1	Årligen (a) sept, (b) nov	
Fisk	Könsmognad	Beräknat värde m.h.a. GSI	Andel köns mogna honor (%)	1	Årligen (a) sept	Tånglaken bär på yngel i november
Fisk	Levervikt	Våg	g	1	Årligen (a) sept, (b) nov	
Fisk	Leversomatiskt index	Beräknat värde	$100 \times (\text{levervikt/somatisk vikt})$	1	Årligen (a) sept, (b) nov	
Fisk	Kön		Hane/hona	1	Årligen (a) sept, (b) nov	
Fisk	Ålder	(a) gällock (b) otolit	år	2	Bankas årligen (a) sept, (b) nov. Mäts vart 3:e år vid rec.studier	
Fisk	Tillväxt	Tillväxt vid olika åldrar genom tillbakaräkning	Längd i mm vid given ålder	2	Årligen (a) sept, (b) nov	Kan beräknas ur kustfiskbeståndsövervakningens material.
Fisk	Yttre sjukdomar, skador	Okulär kontroll		1	Årligen (a) sept, (b) nov	
Fisk	Parasiter i gälar/lever			1	Årligen (a) sept, (b) nov	
<b>Nedanstående variabler mäts endast på 25 individer i storleksklassen 226-250 mm</b>						
Fisk	Extraktivämnen/PAH-metaboliter i galla		Extraktivämnen: $\mu\text{g/g TS}$ PAH: $\text{ng/g}$	1	Vart 3:e år i samband med recipientstudier (a) sept, (b) nov	
Fisk	EROD-aktivitet		$\text{nmol/mg protein} \times \text{minut}$	1	Årligen (a) sept, (b) nov	
Fisk	Andel vita blodceller Andel lymfocyter Andel granulocyter Andel trombocyter	Differentialräkning	%	1	Årligen (a) sept, (b) nov	
Fisk	Hematokrit		%	1	Årligen (a) sept, (b) nov	
Fisk	Blodglukos		$\text{mmol/l blod}$	1	Årligen (a) sept, (b) nov	
Fisk	Hemoglobin		$\text{g/l blod}$	1	Årligen (a) sept, (b) nov	
Fisk	Galla och lever till provbank			3		
Fisk	Yngelstudie på tånglake			1	Årligen, nov	
Vatten	Temperatur	Temperatur-log	$^{\circ}\text{C}$	1	Kontinuerligt under isfri tid	

<sup>1</sup> Fiskeriverkets definition av somatiskt vikt: Fiskens vikt utan mag- och tarmpaket samt utan könsorgan, men inklusive lever.



### **Frekvens och tidpunkter**

För att minimera risken för årstidsberoende variationer, vilket kan medföra stor spridning i resultaten, bör provtagningen ske vid samma tidpunkt varje år. Generellt gäller att den sexuella aktiviteten och därmed vandringsbenägenheten hos studerad fiskart ska vara låg, vilket innebär hösten för abborre. Det är också viktigt, att könsorganens tillväxt nått så långt, att man kan bedöma om fisken är könsmogen samt få ett användbart mått på könsorganens tillväxt, beräknad som GSI. Lämplig tidpunkt för abborre är september månad. Senare på hösten tenderar fisken att börja vandra till övervintringsområdena. I Bottenviken kan fisket ske redan i augusti månads senare hälft eftersom vattentemperaturen riskerar att sjunka i september, vilket initierar vandrigen.

För tånglake är den sexuella aktiviteten låg under våren, men i det nationella fiskhälsoprogrammet provtas tånglake både i månadsskiftet oktober-november och i april. Fördelen att provta i oktober-november är att man vid samma tillfälle kan genomföra yngelstudier, då honorna bär avkomman i en yngelsäck.

Ovan nämnda tidpunkter möjliggör en direkt koppling till den nationella fiskhälsoövervakningen.

### **Observations/provtagningsmetodik**

För de morfologiska mätvariablerna behövs minst 25 individer av honkön från vardera längdgrupp 150-175, 176-200, 201-225 och 226-250 mm från varje provtagningsområde. Fångst av abborre sker på ett standardiserat och skonsamt sätt med nät eller mjärde och ryssja för tånglake. Otoliter (tånglake) och gällock (abborre) för åldersbestämning tas ut och förvaras för eventuellt senare analys. Vart tredje år, i samband med recipientstudier, mäts åldern på samtliga individer i recipienten, i syfte att undersöka om fiskmaterialet, avseende t.ex. tillväxten, från recipienten och referensen är jämförbara.

Analyser av fysiologiska och biokemiska variabler utförs på 25 honor i storleksklassen 226-250 mm som har sumpats under 2-4 dygn för återhämtning efter fångststress. Provtagnings- och analysmetodik finns beskriven i undersökningstypen ”Hälsotillstånd hos kustfisk – Biologiska effekter på subcellulär och cellulär nivå”, samt i publicerade rapporter (Dave et al., 1975; Larsson et al., 1985; Andersson et al., 1988; Ericson et al., 1998).

För yngelkontroll på tånglake finns metod beskriven av Fiskeriverket (Thoreson, 1996). Sedan år 2004 arbetar dock Fiskeriverket efter ett inofficiellt dokument som heter ”Handboksblad för tånglakeprovtagning 2004-03-10”.

### **Bakgrundsinformation**

För abborre och tånglake finns omfattande historiskt material av mätserier för fiskhälsoundersökningar utförda i referensområden och i recipienter. Detta möjliggör jämförelser i tid och rum, vilket är en viktig bakgrundsinformation för utvärderingen av resultaten.

Denna undersökningsmetodik möjliggör även en samtolkning med data som tas fram inom den nationella övervakningen av kustfiskbestånd och metaller och organiska miljögifter i marin biota.

Förutom temperatur, som bör mätas i samband med denna undersökning, är information från annan övervakning som berör vattenkvalitet och meteorologi också värdefulla komplement för tolkningen av de egna resultaten.

## **KVALITETSSÄKRING**

De kvalitetskrav som gäller för delprogrammen Kustfisk Hälsa och Kustfiskbestånd bör även gälla för denna undersökningsmetodik. För mer information, se avsnitt om kvalitetssäkring för respektive delprogram och undersökningstyp.

## **DATABEHANDLING, DATAVÄRD**

Rådata från varje individuell analys dataläggs, efter rimlighetsanalys med avseende på avvikande resultat. Rutinerna föreslås följa de instruktioner som finns för databehandling och datavärdskap inom den nationella fiskhälsoövervakningen. Alla primärdata från de årliga undersökningarna bör därför levereras till datavärd vid Fiskeriverket.

## **RAPPORTERING, UTVÄRDERING**

Kvalitetsgranskade primärdata från de årliga undersökningarna i referensområdena levereras till datavärden (se ovan). Utvärdering och rapportering av resultaten görs förslagsvis vart tredje år, lämpligen i samband med utvärderingen av utförda recipientundersökningar.

## **KOSTNADSUPPSKATTNING**

Nedan visas exempel på beräknade kostnader för genomförande av den årliga undersökningen i ett referensområde. Den morfologiska delen innefattar individstudier på sammanlagt 100 honor och den fysiologiska omfattar 25 honor. Kostnaderna är ungefärliga och varierar beroende var i landet undersökningen ska genomföras och vem som anlitas för de olika delmomenten. Beräkningarna grundar sig på att samordningsvinster kan göras. Vid undersökningar som utförs i recipienter vart tredje år, tillkommer analyskostnader för åldersanalys och exponeringsanalys av extraktivämnen eller PAH i galla hos 25 fiskar (5 poolade prover à 5 fiskar). Eventuellt kan ytterligare fysiologiska analyser tillkomma beroende på behov.

### ***Fiske och morfologiska individstudier***

<i>Planering:</i>	<i>4 000 kr/år</i>
<i>Fångst/fältprovtagning inkl. material:</i>	<i>35 000 kr/år</i>
<u><i>Databearbetning</i></u>	<u><i>4 000 kr/år</i></u>
<i>Årlig kostnad</i>	<i>43 000 kr</i>
<i>Utvärdering/rapport (vart tredje år)</i>	<i>24 000 kr</i>

### **Fysiologiska individstudier**

<i>Fångst och sumpning av fisk</i>	<i>4 000 kr/år</i>
<i>Provtagning</i>	<i>10 000 kr/år</i>
<i>Analyskostnader:</i>	<i>18 000 kr/år</i>
<i>Databearbetning (årlig)</i>	<i>2 000 kr/år</i>
<i>Årlig kostnad</i>	<i>34 000 kr</i>

*Utvärdering/rapport (vart tredje år)*    *20 000 kr*

### **Exponeringsanalys**

*Extraktivämnen eller PAH i galla*        *10 000 kr*

### **Yngelstudier, tånglake**

*Provtagning och analys*                    *20 000 kr/år*

Den årliga kostnaden i ett referensområde blir därför ca 77 000 kr. Om yngelstudier av tånglake ingår blir kostnaden ca 97 000 kr. Denna kostnad ska enligt detta förslag fördelas mellan länsstyrelse och de verksamhetsutövare som ingår i den samordnade recipientkontrollen längs en kuststräcka.

## **FRAMTIDA INSATSOMRÅDEN**

Under arbetet med detta programförslag har det framkommit att krävs ytterligare arbetsinsatser inom vissa områden för att programstrategin för övervakning av fiskhälsa ska förfinas och förbättras. De insatser som är aktuella är följande:

- ✓ En vägledning för vilka fördjupade studier som bör utföras då olika avvikelser påvisas i ett område. Detta gäller för både den nationella och regionala/lokala övervakningen av fiskhälsa.
- ✓ En uppdaterad tolkningsmall med eventuellt kritiska effektnivåer för vissa variabler.
- ✓ Utreda hur denna typ av effekterelaterad undersökningstyp ska användas och tillämpas gentemot vattendirektivets krav på statusbedömning av vattenförekomster.

Ovan nämnda utredningar bör kunna göras ganska snabbt eftersom mycket av underlaget redan finns.

## **REFERENSER**

Bignert, A., Asplund, L., Wilander, A. 2005. Metaller och organiska miljögifter i marin biota, trend- och områdesövervakning. Sakrapport. Naturhistoriska riksmuseet.

Grahn, O., Sandström S., Sangfors, O. 2005. Miljökonsekvenser av utsläpp till Sundsvallsbukten – En kritisk granskning, sammanfattning och utvärdering av undersökningar 1990-2003.

Naturvårdsverkets undersökningstyp: Hälsotillstånd hos kustfisk – biologiska effekter på subcellulär och cellulär nivå. Version 1:1, 2006-02-10. [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)

Naturvårdsverkets undersökningstyp: Provfiske i Östersjöns kustområden – Djupstratifierat provfiske med Nordiska kustöversiktsnät. Version 1:0 : 2005-10-13. [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)

Lowell, R.B., B. Ring, G. Pastershank, S. Walker, L. Trudel and K. Hedley. 2005. National Assessment of Pulp and Paper Environmental Effects Monitoring Data: Findings from Cycles 1 through 3. National Water Research Institute, Burlington, Ontario. NWRI Scientific Assessment Report Series No. 5. 40 p.

Lowell, R., Ribey, S., Khouzam Ellis, I., Grapentine, L., McMaster, M. E., Munkittrick, K. R. & R. Scroggins. 2003. National assessment of the pulp and paper environmental effects monitoring data. National Water Research Institute Contribution No. 03-521.

McMaster, M.E., J.L. Parrott and L.M. Hewitt. 2003. A Decade of Research on the Environmental Impacts of Pulp and Paper Mill Effluent in Canada (1992-2002). National Water Research Institute, Burlington, Ontario. NWRI Scientific Assessment Report Series No. 4. 84 p.

Thoresson, G. 1996. Metoder för övervakning av kustfiskbestånd. Kustrapport 1996:3. PM089, Fiskeriverket.

Sandström, O., Larsson, Å., Andersson, J., Appelberg, M., Bignert, A., Ek, H., Förlin, L. & Olsson, M. 2005. Three decades of Swedish experience demonstrates the need for integrated long-term monitoring of fish in marine coastal areas. *Water Qual. Res. J. Canada*, 2005. Volume 40, No. 3, 233–250.

Sandström, O., Larsson, Å., Andersson, J., Appelberg, M., Bignert, A., Ek, H., Förlin, L. & Olsson, M. 2003. Integrated fish monitoring in Sweden.