

Delprogramsbeskrivning

Kustfisk Hälsa



Foto: Jenny Lycken

Version 3.0: 2021-11-09

Programområde/programområden: Miljögifter akvatiska
Författare: Lars Förlin och Jari Parkkonen
Ansvarig handläggare: Elisabeth Nyberg
Beslutande: Helena Looström Urban
Belutsärendets nr: NV-02750-22

1. Innehåll

Delprogramsbeskrivning	1
1. Innehåll.....	2
2. Sammanfattning	3
3. Bakgrund	4
4. Syfte	5
5. Undersökningar som ingår i delprogrammet med övervakningsmanualer samt övriga styrdokument.....	5
5.1. Övervakningsmanualer (undersökningstyper).....	5
5.2. Övriga styrdokument.....	6
6. Miljöinformation som samlas in av delprogrammets.....	6
6.1. Val av provtagningspunkter - stationsnät.....	6
6.2. Data som samlas in av delprogrammet.....	7
6.3. Information som krävs från andra inventeringar/delprogram	12
7. Resultatredovisning.....	12
7.1. Tillgängliggörande av insamlad miljöinformation.....	12
7.2. Offentlig statistik och internationell rapportering.....	12
7.3. Datavårdskap och tillhandahållande av data	13
7.4. Förväntade dataanvändare.....	13
8. Kvalitetsarbete.....	13
8.1. Kvalitetsrutiner.....	13
8.1.1. Planera.....	13
8.1.2. Genomföra.....	13
8.1.3. Utvärdera.....	15
8.1.4. Förbättra	15
9. Ansvarig organisation och utförare	16
10. Övrigt	17
11. Referenser.....	17
12. Rekommenderad litteratur	19
13. Versionshantering.....	20
14. Referensområde för integrerad kustfiskövervakning	21

2. Sammanfattning

Delprogram		Versionsnr
Kustfisk hälsa		3.0
Syfte	Syfte är att påvisa långsiktiga förändringar av metaller och organiska miljögifter i den marina miljön genom att dokumentera hälsotillståndet hos stationär kustfisk i referensområden.	
Undersökningar	Kustfisk hälsa (Göteborgs universitet)	
Stationsnät	Fyra kustreferensområden för abborre vid Holmöarna/Bottniska viken, vid Forsmark/Bottenhavet, vid Kvädöfjärden/egentliga Östersjön, och vid Torhamn/södra Östersjön, samt tre för tånglake vid Kvädöfjärden/egentliga Östersjön, Vendelsö/norra Kattegatt och vid Fjällbacka/Västerhavet, samt slutligen en för skrubbskädda vid Hanöbukten/södra Östersjön	
Kort beskrivning av vad som mäts	I undersökningarna ingår mätningar av ett antal cellulära, fysiologiska och histologiska variabler, s k biomarkörer.	
Styrdokument	Övervakningsmanualer (undersökningstyper)	Hälsotillstånd hos kustfisk - biologiska effekter på subcellulär och cellulär nivå (reviderad 2021).
	Övriga styrdokument	
Underlag till nationella miljömålsindikatorer	Hav i balans samt levande kust och skärgård; Giftfri miljö; Ingen övergödning	
Dataleveranser	Nationell eller internationell rapportering	
	Nationell rapportering i årliga faktablad; Sveriges vattenmiljö (web); internationella vetenskapliga tidskrifter	
Rapporter/data-produkter	SLU är nationell datavärd, dessutom levereras data till ICES Data portal DOME (Marine Environment).	
Ansvarig organisation	Naturvårdsverket	

3. Bakgrund

Undersökningarna omfattar kartläggning av hälsotillstånd hos kustfisk i Bottniska viken (abborre), egentliga Östersjön (abborre, tånglake, skrubba) och Västerhavet (tånglake). Uppdraget inleddes med undersökningar på abborre vid Kvädöfjärden (egentliga Östersjön) 1988 och har sedan utökats med undersökningar på tånglake vid Fjällbacka (Västerhavet) från 1989, på abborre vid Holmön (Bottenviken) från 1993, på tånglake vid Kvädöfjärden från 1995, på abborre vid Torhamn från 2002, på abborre vid Forsmark 2016, på skrubbskädda vid Hanöbukten 2017, och tånglake vid Vendelsö 2018.

I undersökningarna ingår mätningar av ett antal väl beprövade och känsliga biokemiska, fysiologiska, histologiska och patologiska variabler, såsom biomarkörer (Adams *et al.*, 1989; Hugget *et al.*, 1989; Sherry, 2003), som speglar det allmänna hälsotillståndet hos fisk och som ger möjlighet att spåra effekter av både okända och kända toxiska ämnen i miljön. Till skillnad mot analyser av ett kemiskt ämne, med från början känd toxisk effekt, kan studier av biologiska effekter även påvisa toxiciteten av ämnen som ej ingår i ett kemiskt analysprogram eller ämnen med ej tidigare känd toxicitet. Ett kemiskt analysarbete kompletterar effektprogrammet genom att påvisa förekomsten av misstänkta toxiska ämnen i organismen. Det ger även möjlighet att följa tidstrender av kända ämnen med känd toxisk effekt.

Effekt-mätningar i fisk har under många år tillämpats i recipienter vars miljö påverkats av föroreningar. Det har handlat om vattenområden i närheten av till exempel skogsindustrier, metallindustrier, petrokemiska industrier, större städer eller reningsverk (Larsson *et al.*, 1985; Andersson *et al.*, 1988; Ericson *et al.*, 1998; Larsson *et al.*, 1999; Sturve *et al.*, 2005; Hansson *et al.*, 2014; Asker *et al.*, 2015; Asker *et al.*, 2016). Metodernas känslighet är därför väl dokumenterade och har en av sina främsta fördelar i att de kan ge ett svar på förekomst av toxiska ämnen i vattenmiljön. En annan fördel är att den påvisade effekt-bilden hos fiskar i ett vattenområde kan konfirmeras genom uppföljande laboratorieexperiment där fiskar exponeras för de aktuella kemiska ämnena. Därigenom kan observerade effekter knytas till ett visst kemiskt ämne eller blandningar av flera ämnen.

Undersökningarna av fiskars hälsotillstånd ingår i delprogram Integrerad kustfiskövervakning tillsammans med undersökningar av populationsmått hos kustfisksamhället samt individmått hos abborre, tånglake och skrubbskädda (SLU på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten i delprogrammet *Beståndsövervakning, provfisk.*). Undersökningarna integreras även med analyser av metaller och miljögifter (NRM m.fl. på uppdrag av Naturvårdsverket i delprogrammet *Metaller och organiska miljögifter i biologiska prov*). Integreringen avser studier på kustfisk från sju gemensamma provtagningsområden vid samma tidpunkter på året. Den integrerade strategin möjliggör en sammanvägd tolkning av miljöövervakningsdata på kustfisk (Sandström *et al.*, 2005).

4. Syfte

Undersökningarna inom delprogrammet Kustfisk hälsa syftar främst till att påvisa långsiktiga förändringar av miljötillståndet i kustområden genom att med hjälp av biokemiska, fysiologiska, histologiska och patologiska metoder dokumentera hälsotillståndet hos stationär kustfisk i referensområden. Övervakning av kustfiskens hälsotillstånd utgör ett bra redskap för att följa upp några av de miljö kvalitetsmål som berör havsmiljön. Viktiga delmål för undersökningarna är:

- att kunna beskriva det aktuella tillståndet i vattenmiljön i kustreferensområden avseende effekter av främst toxiska ämnens påverkan på hälsotillståndet hos fisk
- att genom årliga undersökningar på fasta stationer kunna följa tidstrender av biokemiska, fysiologiska, histologiska och patologiska effektvariabler hos fisk, och därigenom kunna påvisa långsiktiga förändringar av miljötillståndet i undersökningsområdet
- att genom regelbundna undersökningar i opåverkade områden kunna tillhandahålla referensdata för undersökningar på fisk i regionalt och lokalt påverkade områden
- att kunna upptäcka nya miljöhot till följd av utsläpp av kända eller okända kemikalier
- att kunna följa upp miljö kvalitetsmål och regionala miljömål (främst Giftfri miljö; Hav i balans samt levande kust och skärgård; Ingen övergödning)
- att kunna ge underlag för åtgärder främst när det gäller utsläpp av kemiska ämnen i vattenmiljön
- att kunna följa upp effekter av vidtagna åtgärder för att minska kemikalieutsläpp
- att genom samordning med undersökningar av kustfiskbeståndens utveckling samt av förekomst av metaller och organiska miljögifter kunna skapa en god förklaringsmodell för hur toxiska ämnen kan inducera tidiga effekter på cell och individnivå, som i sin tur kan ge upphov till störningar av integrerade biologiska funktioner (tillväxt, fortplantning, beståndsutveckling) av betydelse för ekosystemet.

5. Undersökningar som ingår i delprogrammet med övervakningsmanualer samt övriga styrdokument

Undersökningar: Kustfisk hälsa (Göteborgs universitet)

5.1. Övervakningsmanualer (undersökningstyper)

Undersökningstyp: Hälsotillstånd hos kustfisk - biologiska effekter på subcellulär och cellulär nivå (reviderad 2021).

5.2. Övriga styrdokument

I Sverige är miljöövervakning återkommande och systematiskt upplagda undersökningar som följer upp miljöns tillstånd. Vad som övervakas styrs av uppsatta miljömål, krav i lagstiftning och EU-direktiv, och Sveriges åtaganden inom internationella konventioner. Internationella marina övervakningsfrågor, som ställer krav på svensk miljöövervakning, hanteras framför allt i de regionala konventionerna för skyddet av Östersjöns (Helcom) respektive Nordostatlantens (Ospar) marina miljöer samt av havsmiljödirektivet 2008/56/EG.

I svensk lagstiftning är Havsmiljödirektivet implementerat genom havsmiljöförordningen. Följande ska övervakas:

- *Geografisk och tidsmässig variation per art eller population:*
 - *fördelning, abundans och/eller biomassa*
 - *reproduktionsförmåga, överlevnadstal och dödlighet/skadefrekvens*

Även miljöeffekter av farliga ämnen ingår i deskriptor 8 och det sekundära kriteriet D8C2 enligt Kommisionsbeslutet: *Arternas hälsa och livsmiljöernas tillstånd (t.ex. deras artsammansättning och relativa abundans på platser med kronisk förorening) påverkas inte negativt på grund av främmande ämnen, inklusive kumulativa och synergistiska effekter.*

Som part i Helsingforskonventionen ska Sverige delta i arbetet med att skydda Östersjön samt följa de rekommendationer som tas fram inom konventionen. Övervakning av fiskhälsa ingår inte i HELCOM Monitoring Manual.

I Baltic Sea Action Plan (BSAP) bidrar data på miljöeffekter av farliga ämnen till att följa upp mål under tema Hazardous substances; *Healthy wildlife* samt *Concentrations of hazardous substances close to natural levels.*

Som part i Osparkonventionen ska Sverige delta i arbetet med att skydda den marina miljön i Nordostatlanten samt följa de rekommendationer som tas fram inom konventionen.

Övervakning av fiskhälsa är inte obligatoriskt inom CEMP (OSPAR's Coordinated Environmental Monitoring Programme) men vissa av variablerna som övervakas i Sverige inom Kustfisk hälsa finns inkluderade under generella biologiska effekter som övervakas på frivillig/temporär basis av medlemsländerna inom Ospar.

6. Utformning av delprogrammet och datainsamling

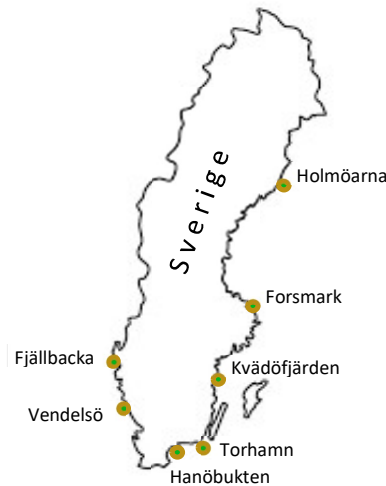
6.1. Val av provtagningspunkter - stationsnät

Delprogrammets mål och syfte är att påvisa långsiktiga förändringar av metaller och organiska miljögifter i den marina miljön genom att dokumentera hälsotillståndet hos stationär kustfisk i referensområden. Undersökningarna ger underlag för uppföljning av de tre miljökvalitetsmålen *Hav i balans samt levande kust och skärgård*, *Gifrfri miljö*, och *Ingen övergödning*.

Sju olika kustreferensområden utgör för närvarande stationsnätet (se nedanstående karta). Kustreferensområden för abborre vid Holmöarna/Bottniska viken, vid Forsmark/Bottenhavet, vid Kvädöfjärden/egentliga Östersjön, och vid

Torhamn/södra Östersjön, för tånglake vid Kvädöfjärden/egentliga Östersjön, Vendelsö/norra Kattegatt och vid Fjällbacka/Västerhavet, samt slutligen skrubbskädda Hanöbukten/södra Östersjön. Viktigt krav vid valet av fångstlokaler inom delprogrammet har varit kustområden med minimal påverkan av lokal antropogen belastning, god tillgång på fiskmaterial och närhet till lämplig plats för sumpning av fisk och med goda provtagningsbetingelser. Geografisk spridning av områdena har också varit viktigt då undersökningar i dessa opåverkade områden kan tillhandahålla referensdata för undersökningar på fisk i regionalt och lokalt påverkade områden.

Metoder för fångst-, provtagnings- och analysmetodik följer anvisningarna i Naturvårdsverkets Handledning för Miljöövervakning och finns beskrivna i undersökningstypen *Hälsotillstånd hos kustfisk – biologiska effekter på subcellulär och cellulär nivå*.



Karta över referensområden som utgör stationsnätet för delprogrammet Kustfisk Hälsa.

6.2. Data som samlas in av delprogrammet

Det nationella delprogrammet Kustfisk hälsa startade år 1988. Då gjordes ett urval av variabler som huvudsakligen grundade sig på följande kriterier: hög känslighet för de effekter som man avsåg att studera, väl dokumenterade metoder med god tillgång till jämförelsedata från tidigare studier, samt kostnadseffektiva metoder. En utveckling sker dock kontinuerligt genom framtagandet av nya och känsligare variabler. De mätvariabler som ingår i undersökningstypen presenteras i nedanstående tabell.

<i>Företeelse</i>	<i>Mätvariabler</i>	<i>Enhet / klassade värden</i>	<i>Prioritet</i>	<i>Frekvens och tidpunkter</i>	<i>Referens</i>
abborre (a), tånglake (b), skrubba (c)	Total längd	mm	1	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	1, 7, 17
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c)	Total vikt	g	1	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	1, 7, 17
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c)	Somatisk vikt	g (tot vikt - gonadvikt)	1	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	1, 7
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c)	Somatiskt index; Konditions- faktor	g/cm ³ 100 x (total vikt)/(längd i cm) ³	1	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	1, 7
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c)	Gonadvikt	g	1	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	1,7, 17
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c)	Gonado- somatiskt index (GSI)	100 x (gonad vikt/ total vikt)	1	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	1, 7
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c)	Lever- somatiskt index (LSI)	100 x (lever vikt/ total vikt)	1	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	1,7
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c)	Levervikt	g	1	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	1, 7, 17
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c) otolit	Ålder	År	1	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	12
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c)	Kön	Hane, Hona	1	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	1,7
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c)	Yttre sjukdomar, Skador		1	Årligen (a) sep (b) nov/dec	1,7

<i>Företeelse</i>	<i>Mätvariabler</i>	<i>Enhet / klassade värden</i>	<i>Prioritet</i>	<i>Frekvens och tidpunkter</i>	<i>Referens</i>
				(c) aug	
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c) lever	Parasit- angrepp		1	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	1,7
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c) Bit av lever och mjälte samt gonad och tarm till provbank	Histologi Lever Nekrotiska och degenererade celler Makrofag- centra, förekomst Mjälte Makrofag- centra, förekomst		2, 3	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	7
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c) Helblod	Differential- räkning av Andel vita blodceller Andel lymfocyter Andel granulocyter Andel trombocyter	%	1	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	1, 13, 17, 19
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c) Helblod	Hematokrit	%	1	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	1, 6
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c) Helblod	Blodglukos	mmol/l blod	1	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	2, 3
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c) Helblod	Hemoglobin	g/l blod	1	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	20
abborre (a), tånglake (b)	Blodlaktat	mg/100ml blodplasma	2	Årligen (a) sep (b) nov/dec	1, 6

<i>Företeelse</i>	<i>Mätvariabler</i>	<i>Enhet / klassade värden</i>	<i>Prioritet</i>	<i>Frekvens och tidpunkter</i>	<i>Referens</i>
skrubba (c) Blodplasma				(c) aug	
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c) Lever. mikrosomer	EROD (etoxyre- sorufin-O- deetylase)	pmol/mg protein, minut	1	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	1, 4, 8
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c) Lever, mikrosomer och cytosol Muskel S9	Protein	mg protein/g lever (våtvikt) (Redovisas ej)	1	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	14
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c) Lever, cytosol	GR (glutation- reduktas)	nmol/mg protein, minut	1	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	5, 22, 23
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c) Lever, cytosol	GST (glutation-S- transferas)	nmol/mg protein, minut	1	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	22, 23
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c) Lever, cytosol	Katalas	µmol/mg protein, minut	1	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	22, 23
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c) Muskel, S9	AChE (acetylkolin- esteras)	nmol/mg protein, minut	1	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	21
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c) Blodplasma	Vitellogenin	ng/ml	1	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	11, 16
abborre (a), tånglake (b) Lever Provbank	MT (metallo- thionein)	nmol/mg protein	3	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	10
abborre (a), tånglake (b) Lever Provbank	DNA- addukter	nmol/mol	3	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	7
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c)	Kloridjoner	mmol/L	1	Årligen (a) sep (b) nov/dec	1, 9

<i>Företeelse</i>	<i>Mätvariabler</i>	<i>Enhet / klassade värden</i>	<i>Prioritet</i>	<i>Frekvens och tidpunkter</i>	<i>Referens</i>
Blodplasma				(c) aug	
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c) Blodplasma	Natriumjoner	mmol/L	1	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	1, 9
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c) Blodplasma	Kaliumjoner	mmol/L	1	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	1, 9
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c) Blodplasma	Kalciumjoner	mmol/L	1	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	1, 9
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c) Galla, Provbank			3	Årligen (a) sep (b) nov/dec (c) aug	
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c) Fisk Provbank	Halter av miljögifter		3		Eventuell analys enligt annan undersök- ningstyp
Vatten	Temperatur	Celsius	2		
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c) Lever, mikrosomer	Cytokrom P-450-halt	nmol/mg protein	Utgått fr o m 2000 4		15
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c) Lever	Lever- glykogen	mg/100mg vävnad	Utgått fr o m 2000 4		1, 6
abborre (a), tånglake (b) skrubba (c) Muskel	Muskel- glykogen	mg/100mg vävnad	Utgått fr o m 2000 4		1, 6

Mätvariablerna har olika prioritet. Prioritet 1 betyder att variabeln alltid mäts. Prioritet 2 innebär att mätvariabeln mäts ibland (vid behov). Prioritet 3 innebär att prover bankas för att möjliggöra framtida mätningar. Prioritet 4 innebär att variabeln utgått.

Utöver biokemiska, fysiologiska och histologiska mätvariabler registreras insamlingstidpunkt. I samband med provtagningen sker också en okulärbesiktning av fisken och eventuella yttre eller inre defekter (t ex fensador, hudskador, sår, och missbildningar av inre organ) noteras.

6.3. Information som krävs från andra inventeringar/delprogram

Delprogrammets resultat redovisas och diskuteras inom gruppen för integrerad kustfiskövervakning. I gruppen ingår representanter från fiskbeståndsundersökningar som utförs inom delprogram *Beståndsövervakning, provfisk* och representanter från undersökningar av miljögifter i fisk som utförs inom delprogram *Metaller och organiska miljögifter i biologiska prov*. Diskussionerna möjliggör en sammanvägd tolkning av miljötillståndet avseende fiskhälsa, fiskbeståndstäthet och –struktur, fiskens tillväxt och kondition, samt miljögiftsbelastning. Dessutom är informationen från de andra delprogrammen avseende omvärldsfaktorer, såsom salthalt, siktdjup och näringstillförsel, värdefulla komplement i samband med tolkningen av de egna resultaten.

7. Resultatredovisning

7.1. Tillgängliggörande av insamlad miljöinformation

Erhållna data från fiskhälsoundersökningarna diskuteras inom ramen för integrerad kustfiskövervakning tillsammans med insamlade data från delprogrammen *Metaller och organiska miljögifter i biologiska prov* och *Beståndsövervakning, provfisk*. Därmed möjliggörs en sammanvägd tolkning av miljötillståndet avseende fiskhälsa, fiskbeståndens täthet och struktur, fiskens tillväxt och kondition, samt miljögiftsbelastning. För varje kustreferensområde publiceras de viktigaste resultaten årligen i ett faktablad för att beskriva tillståndet för området. Vart tredje år publiceras ett större faktablad med sammanvägd tolkning av miljötillståndet för flera kustreferensområden (se Mustamäki *et al.*, 2020). I andra program finns givetvis möjligheten till samtolkning med dessa data under förutsättningen att samma arter och sammansättning av undersökningsmaterial samt tidpunkt för fiskfångst tillämpas (Förlin *et al.*, 2019) (se även p 7.2).

7.2. Offentlig statistik och internationell rapportering

Övervakning av fiskhälsa bidrar med data på miljöeffekter av farliga ämnen till att följa upp mål i Baltic Sea Action Plan (BSAP) under tema Hazardous substances; *Healthy wildlife* samt *Concentrations of hazardous substances close to natural levels*.

Inom CEMP (OSPAR's Coordinated Environmental Monitoring Programme) är övervakning av fiskhälsa inte obligatoriskt men vissa effektvariabler som övervakas i Sverige inom Kustfisk hälsa finns inkluderade under generella biologiska effekter som övervakas på frivillig/temporär basis av medlemsländerna inom OSPAR.

Data insamlade från används också i rapporter för publicering i internationella vetenskapliga tidskrifter såsom i Hanson *et al.* (2020), Asker *et al.* (2016) och Förlin *et al.* (2019).

7.3. Datavårdskap och tillhandahållande av data

Rådata från varje individuell analys dataläggs, efter rimlighetsanalys med avseende på avvikande resultat. Det kan gälla provtagnings- eller analysfel, felskrivningar i protokoll, etc. Alla primärdata från de årliga undersökningarna levereras till datavärd vid Sveriges lantbruksuniversitet, SLU (adress se nedan). Institutionen för akvatiska resurser, SLU är datavärd för fisk i inlands- och kustvatten. Kustlaboratoriet i Öregrund fullgör den del av datavårdskapet som omfattar föreliggande undersökningstyp. Kontaktperson för datavårdskapet: Ronny Fredriksson, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser, Kustlaboratoriet 742 42 Öregrund. Epost: ronny.fredriksson@slu.se

Dessutom levereras all primärdata från de årliga undersökningarna till ICES Data portal DOME (Marine Environment).

7.4. Förväntade dataanvändare

Förväntade användare av skrivna rapporter såsom faktabladerna för kustreferensområdena är miljöhandläggare och ansvariga på kommunal, regional och nationell nivå, samt intresserad allmänhet. Data hos datavärden (inkl ICES) är öppet tillgängliga. De kan t.ex. användas av andra forskare vid universitet och forskningsinstitut (både nationellt och internationellt) för vidare analys och utvärdering.

8. Kvalitetsarbete

8.1. Kvalitetsrutiner

8.1.1. Planera

För delprogrammet *Kustfisk hälsa* är det av största vikt är att fångst, provtagningsprocedurer, analyser och datahantering sker på ett standardiserat sätt och följer utarbetade metodanvisningar. En samlad beskrivning av krav på kvalitetssäkring och förutsättningar för att erhålla tillförlitliga resultat i fiskundersökningarna ges i *Naturvårdsverkets Handledning för miljöövervakning, Undersökningstyp: Hälsoillstånd hos kustfisk – biologiska effekter på subcellulär och cellulär nivå*.

I de följande avsnitt 8.1.1-3 beskrivs grundläggande kvalitetskrav för de ingående huvudmomenten: insamling av fisk, provtagning, analys samt databearbetning och utvärdering. Dessutom redovisas andra viktiga förutsättningar och rutiner för kvalitetssäkring för att erhålla tillförlitliga resultat.

8.1.2. Genomföra

Noggranna instruktioner ges till fiskare, som sköter fångst och sumpning av försöksfisk. Fångst sker på ett skonsamt och standardiserat sätt med nät för abborre och skrubbskädda och ryssja för tånglake. Fisket skall utföras av personer med god kunskap om det geografiska området där fisket sker och som har erfarenhet av nätfiske respektive ryssjefiske.

Direkt efter fångst förs fisken i fisktransportkärl till sumpningsplats. Före provtagning förvaras fisken i träsumpar under 2-4 dygn för återhämtning efter fångststress. Provtagning och viss provberedning vid respektive station utförs av respektive utförande institution som har god erfarenhet av denna typ av provtagning och analys. Provtagning sker på ett standardiserat sätt enligt utarbetade metoderanvisningar.

Vid provtagning bedövas fisken omedelbart efter hämtning från sumpen. Provtagningen sker därefter i så nära anslutning till sumpningsplatsen som möjligt (max. 100 m från fisksumpen). Provtagningslokalen ska ha tillgång till elektricitet och vara så utrustad att en provtagning kan ske under bekväma former. Ett lämpligt utrymme kan vara en fiskarbod eller annat uthus, ett garage eller någon form av mobilt utrymme. Den totala tiden för hela provtagningen från hävning av fisken ur sumpen till dess att samtliga prover omhändertagits och djupfrysts skall understiga 10 minuter per fisk. Beroende på erfarenhet krävs minst 3-4 personer för att genomföra hela förfarandet inom den givna tidsramen. Det är viktigt att personer som medverkar vid fångst och provtagning har god kännedom om och förståelse för syftet med undersökningarna, så att fisken hanteras på ett sätt som uppfyller de krav som de ingående analyserna har på materialet. Instruktioner ses över kontinuerligt och delges nya medarbetare. Tillvaratagande av prover (ex. djupfrysning, fixering och upparbetning) och transport av dessa till laboratorium/provbank sker enligt ett kvalitetssäkrat förfarande *Naturvårdsverkets Handledning för miljöövervakning, Undersökningstyp Hälsotillstånd hos kustfisk – biologiska effekter på subcellulär och cellular nivå.*

De beredda proverna distribueras till de utförande laboratorierna för biokemiska, fysiologiska, histologiska och patologiska analyser. Djupfrysta fiskar från varje fångstlokal levereras till Naturhistoriska Riksmuseet för analys av metaller och organiska miljögifter i lever- eller muskelfävnad. Otoliter eller gällock från abborre och otoliter från tånglake och skrubbskädda tas ut från varje individ och levereras till SLU kustlaboratorium för åldersbestämning. Histologiska prover av olika inre organ (ex. tarm, lever, mjälte och gonad) tas ut, fixeras och bäddas in i paraffinklossar. Dessa förvaras i provbank vid Naturhistoriska Riksmuseet i Stockholm.

För att minimera den biologiska spridningen är undersökningarna upplagda så att naturliga faktorer ska ha en så liten påverkan som möjligt och är likvärdiga inom grupperna i undersökningsområdet. Skälet är att fiskarnas fysiologiska status är, utöver en eventuell antropogen belastning, alltid påverkad av en rad olika naturliga abiotiska faktorer som t ex klimat, hydrografi, syrenivåer, och salinitet. Fysiologiska funktioner står dessutom under inflytande av biotiska faktorer såsom ålder, storlek, könsstatus, näringsstatus, och parasitism. Samtliga dessa faktorer bidrar till den biologiska spridningen som försvårar möjligheten att påvisa eventuella, signifikanta skillnader mellan fiskgrupper från olika områden eller tidstrender inom de olika undersökningsområdena.

Huvudkrav som ställts vid valet av fångstlokaler inom delprogrammet har varit områden med minimal påverkan av lokal antropogen belastning, god tillgång på fiskmaterial och närhet till lämplig plats för sumpning av fisk och med goda provtagningsbetingelser. Vid eventuellt byte av provtagningslokal sker parallella studier under en övergångstid i tidigare och ny lokal.

För att undvika årstidsberoende variationer, vilket kan medföra stor spridning i resultaten, sker den årliga provtagningen på abborre, tånglake respektive skrubbskädda vid en och samma tidpunkt varje år. För abborre har valts en höstvecka i månadsskiftet september/oktober då fisken har låg sexuell aktivitet och då tillgången på fisk är god. För tånglake sker provtagning i november vid Kvädöfjärden och i början av december i Vendelsö och Fjällbacka. I november/december har ynglen kläckts och honorna har avkomman i en yngelsäck. Detta möjliggör studier av reproduktionskapacitet och status hos avkomman. Skrubbskäddan fångas i månadsskiftet augusti september.

För att minimera köns- och storleksberoende variationer insamlas och tas det prover på 20 honfiskar inom ett bestämt storleksintervall (20-30 cm) från varje provtagningsstation. I förekommande fall insamlas och tas prover även från 10 hanfiskar.

8.1.3. Utvärdera

Väl beprövade biokemiska, fysiologiska, histologiska och patologiska variabler analyseras på ett standardiserat sätt och följer utarbetade metodanvisningar. De ingående analyserna kräver personal med tidigare erfarenhet av dessa metoders tillämpning på fisk. En fortlöpande internkontroll sker av analyserna för att garantera kvaliteten av analyserna. För vissa variabler analyseras t ex prover från tidigare år (dvs en form av inre standard) för att kontrollera metodernas tillförlitlighet. Motivet för val av variabler och samtliga fångst-, provtagnings- och analysförfaranden, inklusive beskrivning av nödvändig utrustning, framgår av Naturvårdsverkets *Allmänna råd 94:2* och *Naturvårdsverkets Handledning för miljöövervakning, Undersökningstyp: Hälsotillstånd hos kustfisk – biologiska effekter på subcellulär och cellulär nivå*.

8.1.4. Förbättra

En utveckling av variabelprogrammet sker kontinuerligt genom framtagandet av nya och känsligare variabler.

9. Ansvarig organisation och utförare

Delprogrammets mål och syfte, som har formulerats av naturvårdsverket, är att påvisa långsiktiga förändringar av metaller och organiska miljögifter i den marina miljön genom att dokumentera hälsotillståndet hos stationär kustfisk i referensområden. Undersökningarna ger underlag för uppföljning av de tre miljökvalitetsmålen *Hav i balans samt levande kust och skärgård*, *Giftfri miljö*, och *Ingen övergödning*.

Naturvårdsverkets miljögiftsenhet är beställare av delprogrammet. Ansvarig för delprogrammet är:

Elisabeth Nyberg

Naturvårdsverket

Samhällsavdelningen

106 48 Stockholm

Tel 010 698 1768

E-post elisabeth.nyberg@naturvardsverket.se

Ansvarig utförare är:

Göteborgs universitet: Undersökning Kustfisk hälsa

Kontaktperson: Lars Förlin

Institutionen för biologi och miljövetenskap

Göteborgs universitet

Box 463 405 30 Göteborg

Tel. 031 786 3676; 0705 1636767

E-post lars.forlin@bioenv.gu.se

Övriga kontaktpersoner

Jari Parkkonen

Institutionen för biologi och miljövetenskap

Göteborgs universitet

Box 463

405 30 Göteborg

Tel: 031-786 3449

10. Övrigt

11. Referenser

1. Andersson, T., Förlin, L., Härdig, J., and Larsson, Å. 1988. Physiological disturbances in fish living in coastal water polluted with bleached kraft mill effluents. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45:1525-1536.
2. Banauch, von D., Brummer, W., Ebeling, W., Metz, H., Rindfrey, H., Lang, K., Leybold, K. And Rick, W. 1975. Eine Glucose-Dehydrogenase für die GlucoseBestimmung in Körperflüssigkeiten. *Zeitschrift für klinische Chemie und klinische Biochemie.* 13:101-107.
3. Bergmeyer, H.U. 1974. In: *Methods of Enzymatic Analysis, Volume 1.* Verlag: Chemie Publishers, Weinheim.
4. Burke, M.D., and Mayer, R.T. 1974. Ethoxyresorufin: Direct fluorometric assay of microsomal dealkylation which is preferentially inducible by 3-methylcholanthrene. *Drug Metab. Disp.* 2:583-588.
5. Carlberg, I. and Mannervik, B. 1975. Purification and characterization of the flavoenzyme glutathione reductase from rat liver. *J. Biol. Chem.* 250, 5475-5480.
6. Dave, G., Johansson-Sjöbeck, M.-L., Larsson, Å., Lewander, K., Lidman, U. 1975. Metabolic and hematological effects of starvation in the European eel, (*Anguilla anguilla* L.) I. Carbohydrate, lipid protein and inorganic ion metabolism. *Comp. Biochem. Physiol.* 52A:423-430.
7. Ericson G., Lindesjö E. and Balk L. (1998). DNA adducts and histopathological lesions in perch (*Perca fluviatilis*) and northern pike (*Esox lucius*) along a polycyclic aromatic hydrocarbon gradient on the Swedish coastline of the Baltic Sea. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 55, 815-824.
8. Förlin, L., Goksøyr, A., Husøy, A.M. 1994. Cytochrome P450 monooxygenase as indicator of PCB/dioxin like compounds in fish. In: Kramer K.J.M., editor. *Biomonitoring of coastal waters and estuaries.* CRC Press, Boca Raton, Florida. pp 135-150.
9. Haux, C., Larsson, Å. 1979. Effects of DDT on blood plasma electrolytes in the flounder (*Platichthys flesus* L.), in hypotonic brackish water. *Ambio.* 8:171-173.
10. Hylland, K. 1999. Biological effects of contaminants: Quantification of metallothionein (MT) in fish liver tissue. *ICES Tech.Mar.Envirion.Sci.* 26. 18pp
11. Larsson D.G.J., Adolfsson-Erici M., Parkkonen J., Petterson M., Berg A.H., Olsson P.-E. and Förlin L. 1999. Ethynylloestradiol - an undesired fish contraceptive? *Aquat. Toxicol.* 45, 91-97.

12. Le Cren, E. D. 1947. The determination of the age and growth of the perch *Perca fluviatilis* from the opercular bone. *J. Anim. Ecol.* 16:188-204.
13. Lehman, J., and Stürenberg, F. J. 1975. Haematologisch-serologische Substratuntersuchungen an der Regenbogenforelle (*Salmo gairdneri* Richardson). *Gewässer und Abwässer : eine Limnologische Schriftenreihe. Heft 55/56.*
14. Lowry, O. H., Rosenbrough, N. J., Farr, A. L., Randall, R. J. 1951. Protein measurement with Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* 193:265-275.
15. Omura, T. and Sato, R. 1964. A carbon monoxide-binding pigment of liver microsomes, I and II. *J. Biol. Chem.* 239: 2370-2385.
16. Parkkonen J., Larsson D.G.J., Adolfsson-Erici M., Petterson M., Berg A.H., Olsson P.-E. and Förlin L. 1999. Contraceptive pill residues in sewage effluent are estrogenic to fish. In *Proceedings of 6th International symposium on the reproductive physiology of fish.* Eds Norberg, Kjesbu, Taranger, Andersson and Stefansson. pp 362-364.
17. Ronisz D., Lindesjö E., Larsson Å., Bignert A. and Förlin L. 2005. Thirteen years of monitoring selected biomarkers in eelpout (*Zoarces viviparus*) at reference site in the Fjällbacka archipelago on the Swedish west coast. *Aquatic Ecosystem Health & Management* 8: 175-184.
18. Statens naturvårdsverk 1994. Vattenrecipientkontroll vid skogsindustrier. Allmänna råd / Naturvårdsverket 94:2.
19. Undritz, E (editor). 1973. *Sandoz Atlas of Haematology.* Sandoz Ltd, Basle. 234 pp.
20. Vanzetti, G. 1966. An azide-methemoglobin method for hemoglobin determination in blood. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine* 67:116-126.
21. Weichert F.G., Axén C, Förlin L., Inostroza P.A., Kammann U., Welling A., Sturve J. and Asker N. 2020. A multi-biomarker study on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) affected by the emerging Red Skin Disease in the Baltic Sea. *J Fish Dis.* 44, 429-440.
22. Stephensen, E., Sturve, J., Förlin, L. 2002. Effects of redox cycling compounds on glutathione content and activity of glutathione-related enzymes in rainbow trout liver. *Comp. Biochem. Physiol. C Toxicol. Pharmacol.* 133, 435-442.
23. Sturve, J., Berglund, Å., Balk, L., Broeg, K., Böhmert, B., Massey, S., Parkkonen, J., Stephensen, E., Koehler, A. and Förlin, L. 2005. Effects of dredging in Göteborg harbour, Sweden, assessed by biomarkers in eelpout (*Zoarces viviparus*). *Environ. Toxicol. Chem.* 24, 1951-1961.

12. Rekommenderad litteratur

24. Adams, S. M., Shepard, K. L., Greeley Jr, M. S., Jimenez, B. D., Ryon, M. G., Shugart, L.R., and McCarthy, J. F. 1989. The use of bioindicators for assessing the effects of pollutant stress on fish. *Mar. Environ. Res.* 28:459-464.
25. Förlin, L., Andersson, T., Haux, C., Olsson, P.-E., and Larsson, Å. 1986. Physiological methods in fish toxicology: Laboratory and field studies. In *Fish physiology: Recent advances*. (Eds. Nilsson and Holmgren) Croom Helm Ltd. Pp 158-169.
26. Huggett, R., Kimerle, R. A., Mehrle Jr., P. M., and Bergman, H. L. (Eds.) 1989. *Biomarkers - Biochemical, Physiological, and histological markers of anthropogenic stress*. SETAC Special publications series, Lewis Publishers.
27. Larsson, Å., Haux, C., and Sjöbeck, M.-L. 1985. Fish physiology and metal pollution: Results and experiences from laboratory and field studies. *Ecotox. Environ. Safety* 9:250-281.
28. Hanson N., Förlin L. and Larsson Å. (2010) Spatial and annual variation to define the normal range of biological endpoints: An example with biomarkers in fish. *Environ. Toxicol Chem*, 29, 2616-2624.
29. Larsson, Å., Förlin, L., Grahn, O., Landner, L., Lindesjö, E. and Sandström, O. 2000. Guidelines for interpretation and biological evaluation of biochemical, physiological and pathological alterations in fish exposed to industrial effluents. SSVL Miljö 2000, Rapport nr 5. Supplement 2, 13 pp.
30. Naturvårdsverket, 2002. Checklista – kvalitetssäkringsaspekter vid upphandling etc av miljöövervakningsuppdrag.
32. Sandström O., Larsson Å., Andersson J., Appelberg M., Bignert A., Ek H., Förlin L., and 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. Canada* 40: 233-250.
33. Hanson N., Förlin L. and Larsson Å. 2009 Evaluation of long-term biomarker data from perch (*Perca fluviatilis*) in the Baltic Sea suggests increasing exposure to environmental pollutants. *Environ Toxicol Chem*. 28, 364-373.
34. Hanson N., Larsson Å., Parkkonen J., Faxneld S., Nyberg E., Bignert A., Ek Henning H., Bryhn A., Olsson J., Karlson A.M.L., Förlin L. (2020). Ecological changes as a plausible explanation for differences in uptake of contaminants between European perch and eelpout in a coastal area of the Baltic Sea. *Environ. Toxicol. Pharmacol.* 80, 1003455. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2020.103455>

35. Hansson, T., Hansen, W., Tjärnlund, U., Balk L. and Bengtsson, B.E. 2014. Biomarker Investigations in Adult Female Perch (*Perca fluviatilis*) From Industrialised Areas in Northern Sweden in 2003. *Arch Environ Contam Toxicol* 66, 237–247.
36. Hanson N., Larsson Å., Förlin L 2014 Gränsvärden för biomarkörer och dess tillämpning i bedömningsgrunder för fiskhälsa. Rapport., 17 sidor. [diva2:851071](#)
37. Asker N., Carney Almroth B., Albertsson E., Coltellaro M., Bignell J.P., Hanson N., Scarcelli V., Fagerholm B., Parkkonen J., Wijkmark E., Frenzilli G., Förlin L. and Sturve J., 2015. A gene to organism approach—assessing the impact of environmental pollution in eelpout (*Zoarces viviparus*) females and larvae. *Environ. Toxicol. Chem.* 34, 1511-1523.
38. Asker N., Albertsson E., Wijkmark E., Bergek S., Parkkonen J., Kammann U., Holmqvist I., Kristiansson E., Strand J., Gercken J. and Forlin 2016. Biomarker responses in eelpouts from four coastal areas in Sweden, Denmark and Germany. *Marine Env Res* 120, 32-43.
37. Förlin, L., Sundelin, B., Gorokhova, E., Magnusson, M., Bergkvist, J., Parkkonen, J., Larsson, Å., Liewenborg, B. och Franzén, F. (2019). Effektscreening –Biologisk effektövervakning i förorenade områden längs Sveriges kust 2017–2018. Nationell miljöövervakning på uppdrag av Naturvårdsverket. [diva2:1369845](#)
38. Sherry J.P. (2003) The Role of Biomarkers in the Health Assessment of Aquatic Ecosystems, *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 6:4, 423-440, DOI:10.1080/714044172.
39. Mustamäki N, Franzén F, Persson S, Tollerz Bratteby U, Tärnlund S, Pettersson M, Olsson J, Förlin L, Larsson Å, Parkkonen J, Faxneld S, Sköld M (2020) Faktablad från integrerad kustfiskövervakning 2020:1 – Fjällbacka, Västerhavet, 1989–2019; Torhamn, södra Egentliga Östersjön, 2002–2019; Kvädöfjärden, Egentliga Östersjön, 1981–2019; Holmöarna, Bottniska viken, 1989–2019. <http://www.slu.se/faktablad-kustfisk>

13. Versionshantering

Version 1.0, 199x-xx-xx. Första versionen.

Version 2.0, 2008-04-25. Några ändringar, däribland innehållet i tabellen och tillägg av kuststation.

Version 3.0, 2021-11-09. Anpassning till enhetlig mall för undersökningstyper. Något reviderat mätprogram, ändringar i tabellen. Tillägg i bilaga med beskrivning av mätvariabler, samt tillägg av kuststationer. Uppdaterade textavsnitt och referenslistor.

14. Referensområden för integrerad kustfiskövervakning

HOLMÖARNA

Abborre: Nätfiske för biokemi/fysiologi

WGS 84 decimal

Station	Latitud	Longitud	Area på fiskeområde
Holmöarna	63.68	20.88	Lat Long range +/- (0.05 0.1)

Nätfiske för biokemi/fysiologi hos abborre årligen med 20 honor och 10 hanar. (GU)

KVÄDÖFJÄRDEN

Abborre: Nätfiske för biokemi/fysiologi

WGS 84 decimal

Station	Latitud	Longitud	Area på fiskeområde
Kvädöfjärden	58.005435	16.77212	Lat Long range +/- (0.004 0.018)

Nätfiske för biokemi/fysiologi hos abborre årligen med 20 honor och 10 hanar. (GU)

Tånglake: Ryssiefiske för biokemi/fysiologi

WGS 84 decimal

Station	Latitud	Longitud	Area på fiskeområde
Kvädöfjärden	58.03778	16.764365	Lat Long range +/- (0.008 0.016)

SLU Aqua fiskar.

FORSMARK

Abborre: Nätfiske för biokemi/fysiologi

WGS 84 decimal

Station	Latitud	Longitud	Area på fiskeområde
Forsmark	60.42675	18.16755	Lat Long range +/- (0.006 0.009)

Nätfiske för biokemi/fysiologi hos abborre årligen med 20 honor och 10 hanar. Antal stationer och insats/dygn bestäms i samråd med SLU Aqua som gör beståndsfisken i området.

TORHAMN

Abborre: Nätfiske för biokemi/fysiologi

WGS 84 decimal

Station	Latitud	Longitud	Area på fiskeområde
Torhamn	56.07817	15.78783	Lat Long range +/- (0.033 0.033)

Nätfiske för biokemi/fysiologi hos abborre årligen med 20 honor och 10 hanar. (GU)

FJÄLLBACKA

Tånglake: Ryssjefiske för biokemi/fysiologi

WGS 84 decimal

Station	Latitud	Longitud	Area på fiskeområde
Fjällbacka	58.63122	11.237695	Lat Long range +/- (0.012 0.025)

SLU Aqua fiskar.

VENDELSÖ

Tånglake: Ryssjefiske för biokemi/fysiologi

WGS 84 decimal

Station	Latitud	Longitud	Area på fiskeområde
Vändelsö	57.296	12.12661	Lat Long range +/- (0.008 0.008)

Ryssjefiske för biokemi/fysiologi hos tånglake årligen med 20 honor och 10 hanar. Antal stationer och insats/dygn bestäms i samråd med SLU Aqua.

HANÖBUKTEN

Skrubbskädda: Nätfiske för biokemi/fysiologi

WGS 84 decimal

Station	Latitud	Longitud	Area på fiskeområde
Kiviksbredan	55.871985	14.416995	Lat Long range +/- (0.029 0.022)

Nätfiske för biokemi/fysiologi hos skrubbskädda årligen med 20 honor och 10 hanar. (GU)