

# Faktablad från Integrerad kustfiskövervakning 2017:3

Kvädöfjärden (Egentliga Östersjön) 1988-2016



Lars Förlin, Åke Larsson, Jari Parkkonen, Ylva Ericson, Caroline Ek, Suzanne Faxneld, Sara Danielsson, Elisabeth Nyberg, Jens Olsson, Fredrik Franzén.

# Faktablad från Integrerad kustfiskövervakning 2017:3

Kvädöfjärden (Egentliga Östersjön) 1988-2016

---

## Författare:

Ylva Ericson, Jens Olsson och Fredrik Franzén vid Institutionen för akvatiska resurser vid Sveriges lantbruksuniversitet;  
Lars Förlin, Åke Larsson och Jari Parkkonen vid Institutionen för biologi och miljövetenskap vid Göteborgs universitet;  
Suzanne Faxneld, Sara Danielsson, Elisabeth Nyberg och Caroline Ek vid Enheten för miljöforskning och övervakning på Naturhistoriska Riksmuseet.

Omslagsfoto: Jari Parkkonen

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser. Öregrund 2017.

Svensk miljöövervakning på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten och Naturvårdsverket.

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser. Öregrund 2017-06-29.

SAMMANFATTNING.....	3
Temperatur och siktdjup .....	3
Fisksamhällets struktur och funktion.....	3
Yngelprovtagning tånglake .....	3
Hälsotillstånd .....	3
Metaller och organiska miljögifter .....	4
Sammanvägd bedömning av tillståndet för kustfisk i Kvädöfjärden.....	4
BAKGRUND .....	4
OMRÅDESBESKRIVNING .....	5
Provfiskeplats .....	5
Områdesskydd och mänsklig påverkan.....	5
Rekryteringsmiljöer.....	5
Salthalt.....	5
Karta över Kvädöfjärden.....	7
RESULTAT KUSTFISKÖVERVAKNINGEN.....	7
Temperatur och siktdjup .....	7
Fisksamhällets struktur och funktion.....	8
Fångst och artsammansättning .....	8
Diversitet och trofisk nivå.....	12
Stor fisk.....	12
Karpfisk och rovfisk.....	13
Abborre, ålder och tillväxt .....	14
Abborre, hälsotillstånd .....	15
Leverfunktion och fortplantning .....	16
Jonreglering och ämnesomsättning .....	20
Röda och vita blodceller .....	21
Abborre, miljögifter .....	23
Bly och kadmium .....	23
Organiska miljögifter.....	24
Tånglake, fångst och ålder .....	26
Fångst .....	26
Ålder .....	27
Tånglake, yngelkontroll .....	27
Tånglake, hälsotillstånd.....	28
Leverfunktion .....	29
Vita blodceller.....	30
Jonreglering och ämnesomsättning .....	31

Tånglake, miljögifter.....	33
Kadmium och kvicksilver .....	33
Organiska miljögifter.....	34
 SAMMANVÄGDA BEDÖMNINGAR OCH SLUTSATSER .....	 36
 MILJÖÖVERVAKNING I KVÄDÖFJÄRDEN.....	 39

# Sammanfattning

Kvädöfjärden i södra Östergötland är sedan slutet av 1980-talet ett nationellt referensområde för Egentliga Östersjön. Här bedrivs årligen en omfattande och integrerad kustfiskövervakning i syfte att kartlägga fiskbeståndens status samt fiskens hälsotillstånd och miljögiftsbelastning. Detta faktablad presenterar följande resultat och bedömningar från den integrerade kustfiskövervakningen i Kvädöfjärden under tidsperioden 1989-2016:

## Temperatur och siktdjup

- En minskande trend för siktdjup och en ökande trend för temperatur ses i en tidsserie för säsongmätningar i undersökningsområdet sedan 1965. Däremot ses ingen förändring för siktdjup eller temperatur i samband med mätningarna som utförts under provfisket 1989-2016.

## Fisksamhällets struktur och funktion

- Fisksamhället domineras av abborre och mört. Mängden karpfiskar har minskat över tiden medan diversiteten i området har ökat något sedan provfisket startade.
- Fångst av abborre, rovfisk och karpfisk är indikatorer som används inom Havsmiljödirektivet för att bedöma miljöstatus för kustfisksamhällen i Sverige och Östersjön. Enligt nuvarande bedömningsgrunder anses Kvädöfjärden nå upp till god miljöstatus för karpfisk men inte för abborre och rovfisk.
- Den kraftiga ökningen i individtillväxt hos abborre, som en konsekvens av gynnsamma vattentemperaturer under 2000-talets början, har avstannat något under senare år.

## Yngelprovtagning tånglake

- Det har skett en ökning av andelen tånglakehonor med döda yngel i undersökningarna i området.

## Hälsotillstånd

- Med tiden uppvisar allt fler hälsovariabler hos abborre och tånglake i Kvädöfjärden signifikanta tidstrender, vilket tyder på att de exponerats för kemiska ämnen som påverkar olika fysiologiska funktioner. Effekterna är mest påtagliga hos abborre. Liknande symptombild ses hos abborrar och tånglaker i andra kustreferensområden.
- Tydliga förändringar är inducerat avgiftningssystem, förminskade könskörtlar med färre ägg, minskade halter av guleprotein i blodet (endast abborre), påverkat immunförsvar, förhöjt hematokritvärde och minskad bildning av nya röda blodceller (endast abborre), störd reglering av klorid, natrium och kalcium i blodet, samt påverkad ämnesomsättning. Dessutom signalerar en starkt ökad aktivitet av leverenzymerna GR och katalas att det föreligger en ökad oxidativ stress hos abborre av båda könen. Dessa effekter är tecken på att fiskarna sannolikt är exponerade för miljögifter. Den komplexa symptombilden

pekar på att det kan vara fråga om samverkans effekter av flera olika kemiska ämnen som tillförs kustvattenmiljön.

## Metaller och organiska miljögifter

- De flesta övervakade metaller och organiska miljögifter visar nedåtgående trender eller oförändrade halter i abborre och tånglake. Kvicksilver, HCB och DDE i abborre visade signifikanta uppåtgående trender mellan 2004 och 2013 men data från 2014/2015 indikerar att dessa ökning har avstannat. För kadmium, koppar och zink ses dock en signifikant ökning de senaste 10 åren för tånglake men inte för abborre. Halterna av kvicksilver ligger över gränsvärdet för både abborre och tånglake medan halterna av de andra undersökta ämnena ligger under respektive gränsvärde.

## Sammanvägd bedömning av tillståndet för kustfisk i Kvädöfjärden

Den integrerade kustfiskövervakningen visar på god status för karpfiskar trots minskade fångster under senare år, icke önskvärd status för abborre och rovfisk, och ett påverkat hälsotillstånd hos kustfisk, samtidigt som de flesta analyserade miljögifter visar nedåtgående trender eller oförändrade halter. Det är oroande att dessa förändringar sker i ett referensområde som anses vara relativt opåverkat. Det är angeläget att klarlägga om det är okända miljögifter, kända miljögifter som inte övervakas idag, eller andra bakomliggande miljöfaktorer som orsakar förändringarna i kustfiskens hälsotillstånd och den begynnande negativa utvecklingen som ses på populationsnivå hos abborre, rovfisk och karpfisk.

# Bakgrund

I svensk kustfiskövervakning ingår ett antal referensområden som anses obetydligt påverkade av lokal mänsklig aktivitet. Syftet med övervakningen är att kartlägga tillståndet för fisksamhället i dessa referensområden, spegla naturliga variationer på bestånds- och individnivå, samt upptäcka förändringar som indikerar storskalig påverkan av miljöhot som eutrofiering, miljögifter, klimatförändringar och andra miljöfaktorer.

De årliga fiskundersökningarna i Kvädöfjärden i södra Östergötland ingår i programmet för integrerad kustfiskövervakning inom den nationella havsmiljöövervakningen. Kvädöfjärden utvaldes i slutet av 1980-talet som ett lämpligt nationellt referensområde för Egentliga Östersjön.

Undersökningsområdet ligger till stora delar inom Torrö och Åsvikelandets naturreservat. Den integrerade kustfiskövervakningen bedrivs i följande tre delprogram: *Beståndsövervakning, provfiske; Övervakning av hälsotillstånd hos fisk; och Metaller och organiska miljögifter i biologiska prov* (för ansvariga institutioner, se sidan 37). De olika delprogrammen har olika startår, men är integrerade från 1989.

Det integrerade mätprogrammet omfattar beståndsövervakning av kustnära fiskarter, kontroll av miljögiftshalter, mätningar av reproduktion och tillväxt hos abborre och tånglake samt fysiologisk hälsostatus hos båda arterna. Denna

integrerade strategi syftar till att ge en helhetsbild av miljögifts- och föroreningsbelastningen, om miljögifter är biotillgängliga, om fiskens hälsa är påverkad, samt om fiskpopulationer och fisksamhällen är påverkade eller riskerar att förändras.

Fisksamhällets status utvärderas med hjälp av ett stort antal biologiska variabler på samhälls-, populations- och individnivå, vilka finns listade i slutet av detta faktablad. Sammantaget kan förändringar därigenom dokumenteras från cellnivå till populations- och samhällsnivå och kopplas till förändringar av miljögifts- och föroreningsbelastning, eutrofiering, klimatfaktorer och andra miljöfaktorer.

I Kvädöfjärden har provfiske med nätlänkar pågått i augusti sedan 1988, och det är dessa resultat som redovisas i denna rapport. Sedan år 2002 utförs även provfiske med Nordiska kustöversiktsnät i området. Resultaten från dessa båda provfisken skiljer sig inte nämnvärt åt.

Den integrerade kustfiskövervakningen i Kvädöfjärden har sedan slutet av 1980-talet genererat ett mycket omfattande och unikt datamaterial i form av långa tidsserier för ett 50-tal biologiska och kemiska mätvariabler.

Föreliggande faktablad redovisar de viktigaste resultaten från respektive delprogram. I fokus för redovisningen är främst de biologiska och kemiska variabler som uppvisar någon form av trend under mätperioden, men även halter av miljögifter som är av stort allmänintresse. I ett avslutande avsnitt presenteras en övergripande diskussion av resultaten och en sammanvägd bedömning av tillståndet för kustfisken och miljögiftsbelastningen i Kvädöfjärden.

## Områdesbeskrivning

### Provfiskeplats

Kvädöfjärden ligger i Västerviks och Valdermarsviks kommuner i Östergötlands län. Kustvattentypen är *Mellankustvatten i Östergötlands och Stockholms skärgård*.

### Områdesskydd och mänsklig påverkan

Provtagningsområdet har mycket begränsad påverkan av lokala utsläppskällor, såsom småbåtstrafik, jordbruk och enskilda avlopp. Provfiskeområdet ligger inom Torrö och Åsvikelandets naturreservat. Ett stort kustområde, Åsvikelandet–Kvädö, ingår även i Natura 2000-nätverket.

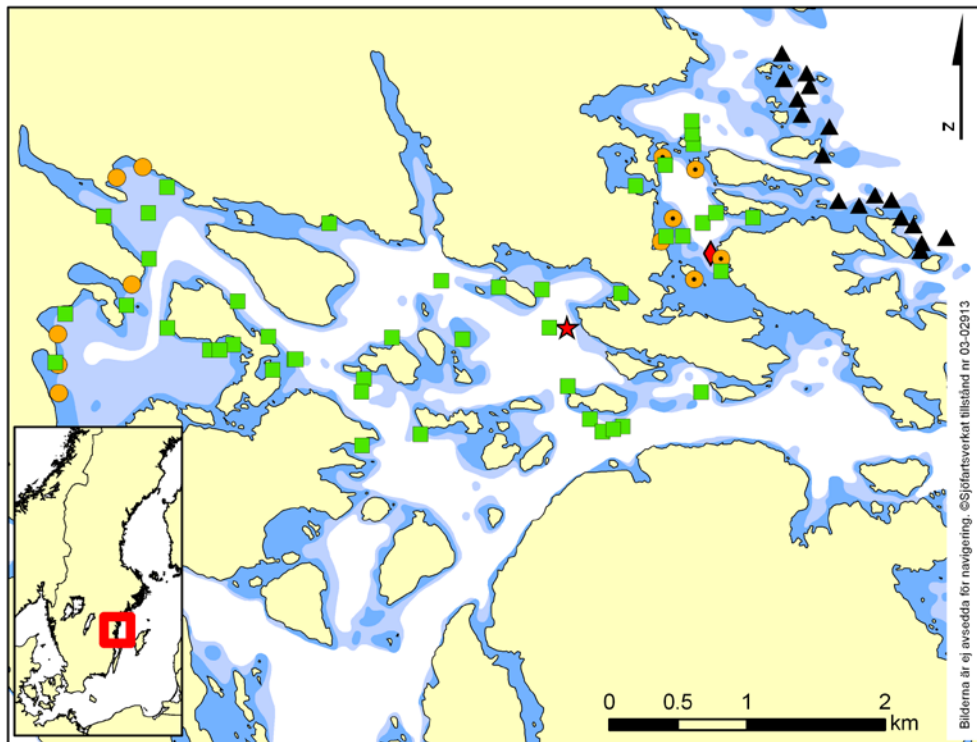
### Rekryteringsmiljöer

I och omkring provfiskeområdet finns flera lämpliga lekområden för såväl varmvattenarter som abborre, mört och gös, som kallvattenarter som strömming, sik och skrubbskädda.

### Salthalt

Salthalten i området varierar normalt mellan 5,5 och 6,5 psu.

## Karta över Kvädöfjärden



### Kustfiskövervakning

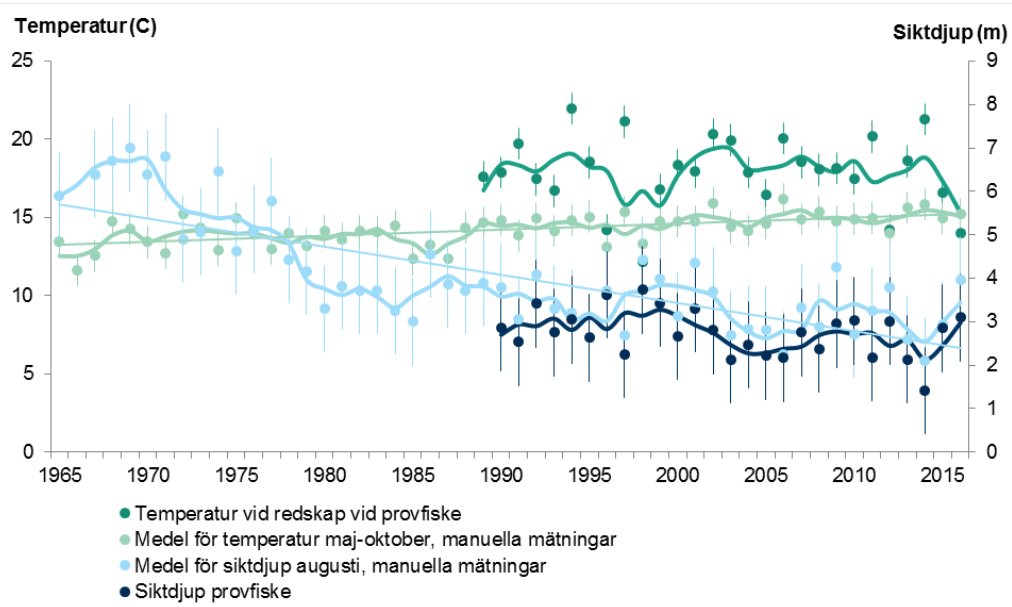
- Bestånd, fiske på olika djupintervall (årligen, augusti)
  - Bestånd, upprepat fiske på fasta stationer (årligen, augusti) samt biokemi/fysiologi (årligen, september)
  - Bestånd, upprepat fiske på fasta stationer (årligen, augusti)
  - ▲ Tånglake, yngelundersökning, biokemi/fysiologi (årligen, oktober)
  - ★ Temperatur- och siktdjupsmätning, säsong (en gång per vecka, isfri tid)
  - ◆ Provtagning metaller och organiska miljögifter
- 3 m  
■ 6 m

## Resultat kustfiskövervakningen

### Temperatur och siktdjup

Det ses en minskande trend för siktdjup och en ökande trend för temperatur i en längre tidsserie (1965-2016) av manuella säsongsmätningar i undersökningsområdet (figur 1). I samband med mätningarna under provfisket (1989-2016) ses för siktdjup eller temperatur inte någon signifikant trend.



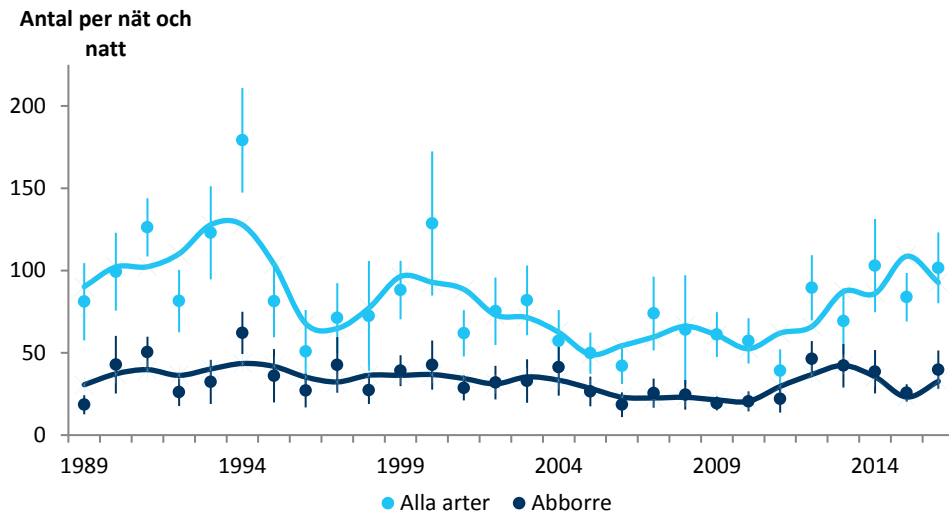


Figur 1. Temperatur och siktdjup vid provfiske i augusti, medeltemperatur på 1 meters djup maj-oktober samt medelvärde av siktdjup under provfiske i augusti. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. De grövre linjerna visar tre års glidande medelvärde. Tunna linjer visar signifikanta trender.

## Fisksamhällets struktur och funktion

### Fångst och artsammansättning

Det ses ingen signifikant trend varken för den totala fångsten i provfisket i Kvädöfjärden eller för fångst av abborre (figur 2). Fångst av abborre används inom Havsmiljödirektivet som indikator för att bedöma miljöstatus för kustfisksamhällen i Östersjön. Enligt nuvarande bedömningsgrunder når Kvädöfjärden inte upp till god miljöstatus för denna indikator, eftersom fångsterna anses ha varit för låga sedan slutet av 1990-talet för att indikera ett bra tillstånd för abborren i området.



Figur 2. Fångst (antal per station) av alla arter och abborrar under provfiske i augusti. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. De grövre linjerna visar tre års glidande medelvärde.

Totalt 26 arter har fångats i området. Antalet arter har ökat under provtagningsperioden 1989-2016 (tabell 1). Småväxta arter och mindre individer av samtliga arter (mindre än 14 centimeter) anses inte fångas representativt i näten och ingår inte i beräkningarna av trender i detta faktablad. Bland de fiskar som var under 14 cm förekommer två arter som inte redovisas i denna rapport; skarpsill (*Sprattus sprattus*) och storspigg (*Gasterosteus aculeatus*). Fisksamhället domineras av arterna abborre och mört, vilka utgör över 80 procent av fångsten. Även björkna och sarv fångas i relativt stor utsträckning. Ål anges som akut hotad i Artdatabankens rödlista, medan lake och vimma anges som nära hotade arter. Regnbåge är den enda icke inhemska fiskarten som fångats. Arter som minskat är mört, sarv, gädda och gers medan ökning ses hos strömming, gös och braxen (tabell 1).

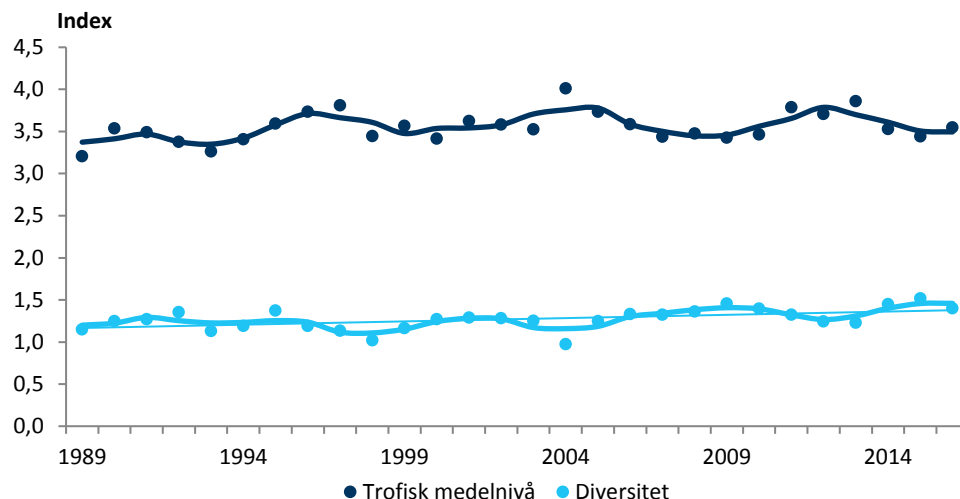
Tabell 1. Lista över arter som förekommit i provfisket. "Medelfångst" anger medelfångsten av arten för samtliga år. Färgerna indikerar hur vanlig arten varit ett visst år, jämfört med dess förekomst under samtliga år (mörk färg = högre förekomst. Vit = ingen förekomst). Arterna är sorterade så att arter som ökar mest finns i den övre delen av tabellen och arter som minskar mest i den nedre delen. "Trend" anger om förändringen är signifikant enligt  $p < 0,05$  för logaritmerade värden. "Status" anger artens status enligt Artdatabankens rödlista (2015). NT = Nära hotad, CR = Akut hotad. Data är baserat på antal per station. Fiskar mindre än 14 centimeter ingår inte.

Art	Medelfångst	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Trend	Status					
Björkna <i>Blicca bjoerkna</i>	8,55																																			
Gös <i>Sander lucioperca</i>	0,91																																	+		
Braxen <i>Abramis brama</i>	0,64																																	+		
Strömming <i>Clupea harengus</i>	0,65																																	+		
Sutare <i>Tinca tinca</i>	0,08																																			
Skrubbskädda <i>Platichthys flesus</i>	0,30																																			
Vimma <i>Vimba vimba</i>	0,04																																	NT		
Rötsimpa <i>Myoxocephalus scorpius</i>	<0,01																																			
Nors <i>Osmerus eperlanus</i>	0,02																																			
Tänglake <i>Zoarces viviparus</i>	<0,01																																			
Tängsnälla <i>Syngnathus typhle</i>	<0,01																																			
Löja <i>Alburnus alburnus</i>	<0,01																																			
Tobiskung <i>Hyperoplus lanceolatus</i>	<0,01																																			
Sik <i>Coregonus maraena</i>	<0,01																																			
Regnbåge <i>Onchorhynchus mykiss</i>	<0,01																																			
Lake <i>Lota lota</i>	<0,01																																			
Guläl <i>Anguilla anguilla</i>	<0,01																																			CR
Ruda <i>Carassius carassius</i>	<0,01																																			
Id <i>Leuciscus idus</i>	0,14																																			
Gädda <i>Esox lucius</i>	0,52																																			
Gers <i>Gymnocephalus cernuus</i>	1,65																																			
Abborre <i>Perca fluviatilis</i>	33,23																																			
Sarv <i>Scardinius erythrophthalmus</i>	2,66																																			
Mört <i>Rutilus rutilus</i>	32,45																																			
<b>Totalfångst (antal per nät och natt)</b>	<b>81,88</b>	<b>81</b>	<b>99</b>	<b>126</b>	<b>81</b>	<b>123</b>	<b>179</b>	<b>81</b>	<b>51</b>	<b>71</b>	<b>72</b>	<b>88</b>	<b>129</b>	<b>62</b>	<b>75</b>	<b>82</b>	<b>57</b>	<b>50</b>	<b>42</b>	<b>74</b>	<b>64</b>	<b>61</b>	<b>57</b>	<b>39</b>	<b>90</b>	<b>69</b>	<b>103</b>	<b>84</b>	<b>102</b>							
<b>Totalt antal arter</b>	<b>12,46</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>+</b>		

## Diversitet och trofisk nivå

Shannon-Wieners index beskriver diversiteten i fisksamhället baserat på antalet arter och hur mängden fisk fördelar sig mellan arterna. Indexet är högt i artrika områden och områden där flera arter finns i betydande mängd. I områden med ett fåtal arter eller med en stark dominans av enstaka arter är indexet lågt. En hög dominans av till exempel abborre i provfisket ger således ett lågt diversitetsindex. Under år med hög förekomst av flera arter ökar indexet. Diversiteten i fisksamhället i Kvädöfjärden visar en svagt uppåtgående trend sedan fiskets början (figur 3), vilket kan kopplas till det ökande antalet arter som fångats i området (tabell 1).

Trofisk medelnivå är ett index som speglar förhållandet mellan fiskar med olika födoval i fisksamhället. Varje art har tilldelats ett värde som speglar dess nivå i näringskedjan. De enskilda arternas trofiska värden samt andelar i fångsten sammanvägs till ett trofiskt index för hela fångsten. Den trofiska medelnivån i Kvädöfjärden visar ingen signifikant trend (figur 3). Värdet ligger ungefär på samma nivå som i liknande områden längs Sveriges östkust.

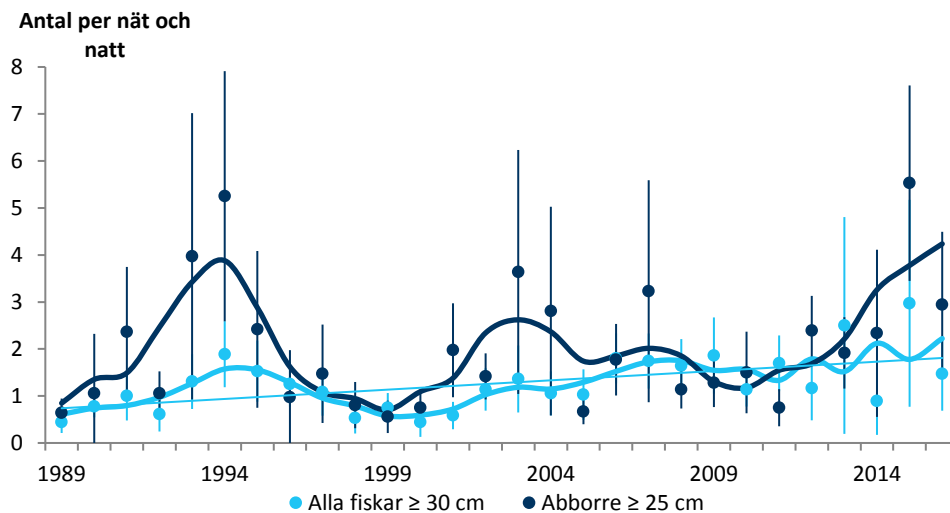


Figur 3. Diversitet och trofisk medelnivå hos provfiskefångsten i augusti. Diversiteten är beräknad som Shannon-Wiener index. De grövre linjerna visar tre års glidande medelvärde. Tunna linjer visar signifikant trend.

## Stor fisk

Stora individer är särskilt viktiga för både reproduktion och predation i fisksamhället, och utgör ofta en målgrupp för fiske. Ökad förekomst av stora individer kan indikera bättre förutsättningar för tillväxt eller ett lägre fisketryck. Av fiskar större än 30 cm i Kvädöfjärden dominerar gädda, abborre och gös fångsten av stora individer, följt av braxen. Fångsten av stora individer har ökat något under studieperioden (figur 4). Detta beror framför allt på en ökad fångst av gös. Fångsterna av stora gäddor har bara bestått av några enstaka individer de senaste åren.

Till stora abborrar räknas de som är 25 cm eller större. Fångsten av stora abborrar har varierat över tid, men det ses ingen signifikant trend över studieperioden (figur 4).



Figur 4. Fångst (antal per station) av stora individer (30 cm eller större) samt stora abborrar (25 cm eller större) under provfiske i augusti. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. De grövre linjerna visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.

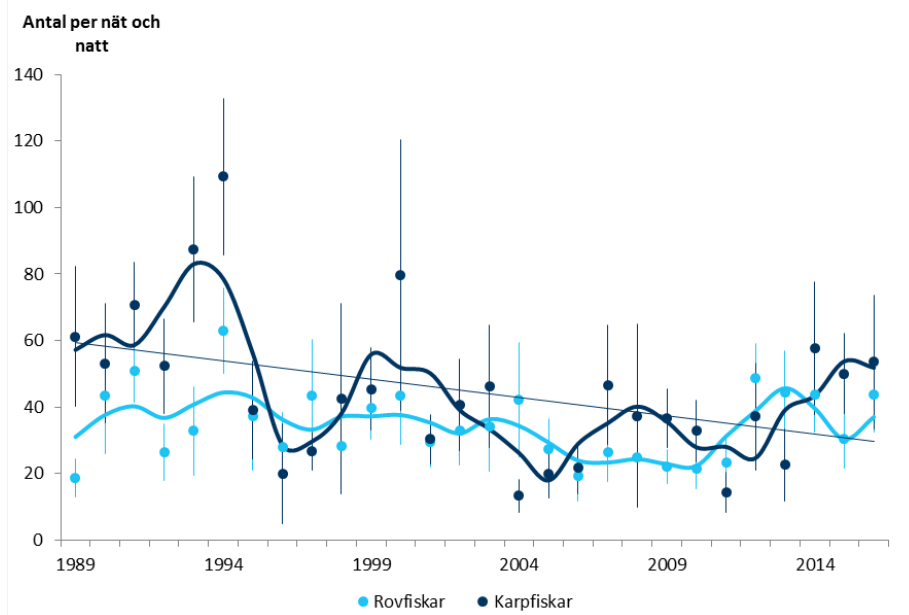
## Karpfisk och rovfisk

Antalet karpfiskar (familjen *Cyprinidae*) i provfiskeområdet ger en bild av fisksamhällets artsammansättning. En ökad mängd karpfiskar kan indikera ökande näringsbelastning och stigande vattentemperatur.

Fångsten av karpfiskar i Kvädöfjärden domineras av mört. I motsats till den ökning av karpfiskar som ses i Bottenviken ses istället en signifikant minskning i fångsten av karpfiskar i Kvädöfjärden. Man vet inte säkert vad dessa förändringar i karpfiskbestånden beror på (figur 5), då temperaturen och i området ökat och siktdjupet minskat, en utveckling som bör gynna karpfisken.

Rovfiskar har en viktig funktion i den marina födoväven och är ofta attraktiva arter för fisket. En låg eller minskande förekomst av rovfisk kan indikera ett högt fisketryck eller annan mänsklig påverkan. I Kvädöfjärden ses ingen signifikant trend i fångsterna av rovfiskar (figur 5). Mängden gös i fångsten har ökat medan det fångats färre gäddor de senaste åren.

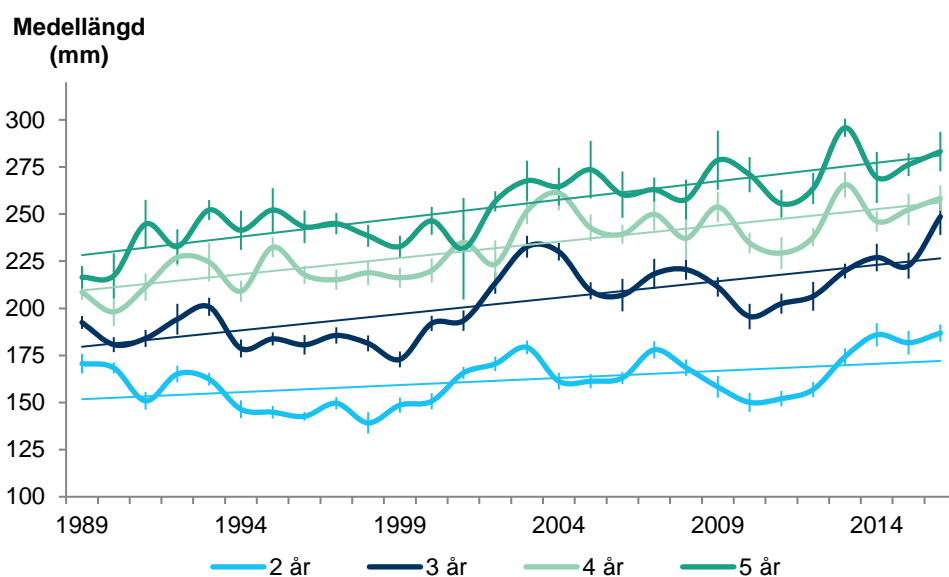
Både karpfisk och rovfisk är indikatorer som används inom Havsmiljödirektivet vid miljöstatusbedömning av kustfisksamhällen i Östersjön. Enligt nuvarande bedömningsgrunder anses Kvädöfjärden nå upp till god miljöstatus när det gäller karpfisk men inte för rovfisk.



Figur 5. Fångst (antal per station) av rovfiskar och karpfiskar under provfiske i augusti. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. De grövre linjerna visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant minskande trend för karpfiskar.

## Abborre, ålder och tillväxt

Sedan år 1989 har otoliter och gällock från abborrar analyserats för att bestämma individernas ålder. Några på varandra följande varma somrar i början av 2000-talet har gynnat abborrens tillväxt och medellängden hos två-, tre-, fyra- och femåringar har ökat signifikant sedan undersökningarna startade (figur 6).



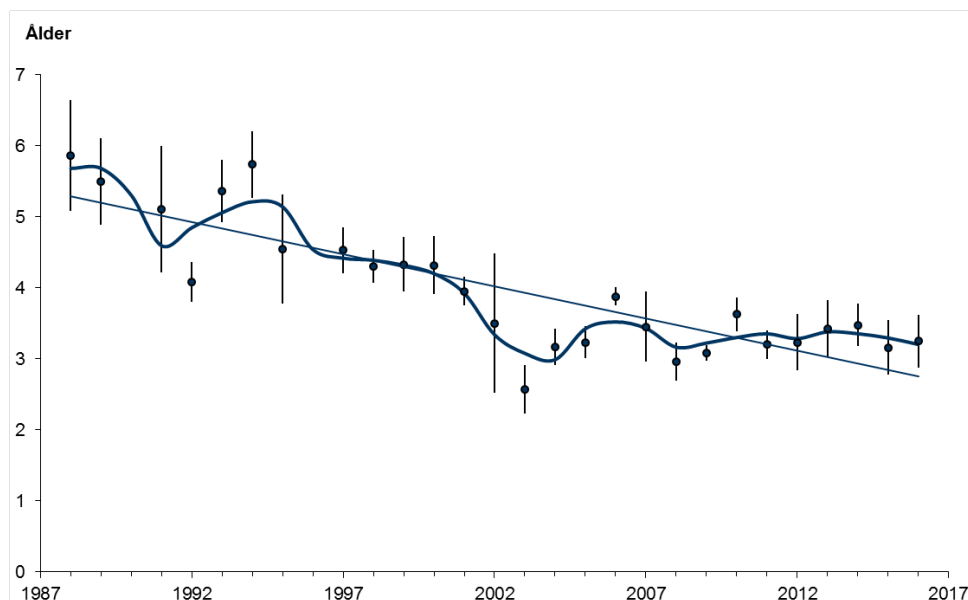
Figur 6. Medellängd hos åldersklasserna två- till femåringar vid fångstillfället i augusti. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. De grövra linjerna visar tre års glidande medelvärde. Tunna linjer visar signifikant trend.

## Abborre, hälsotillstånd

Undersökningarna omfattar mätning av ca 25 biokemiska, fysiologiska och histologiska mätvariabler, så kallade biomarkörer, som beskriver viktiga fysiologiska funktioner hos fisken. Under åren 1988-1995 visade undersökningarna relativt stabila värden för de allra flesta biomarkörerna. Detta kan ses som naturligt i ett referensområde som valts för att vara obetydligt påverkat av samhälleliga och industriella verksamheter.

Från mitten av 1990-talet börjar signifikanta förändringar att uppträda för några biomarkörer hos abborrhonor i Kvädöfjärden (ex. aktiviteten för avgiftning enzymet EROD i levern och den relativa gonadstorleken). Med tiden så blir det allt fler biomarkörer som visar signifikanta tidstrender. År 2016 observeras signifikanta effekter för 11 biomarkörer och starka tendenser till förändringar av ytterligare två biomarkörer, vilket ger oroväckande signaler om att fisken är utsatt för en ökande exponering för och påverkan av ett eller flera miljögifter. Under senare år har det påbörjats mätningar av hälsostatus även hos abborrhanar. Tidsserien är kort 6-13 år), men redan nu kan det noteras fyra signifikanta tidstrender och ytterligare tecken på liknande förändringar som honfiskar uppvisar på senare år för vissa biomarkörer.

Den tillväxtökning som setts i åldersanalysen av abborrar (figur 6) kan även ses hos de abborrar av standardiserad längd som ingår i hälsoundersökningen. Medelåldern minskade signifikant från ungefär 5,8 år till 3,2 år under perioden 1988-2005 (figur 7). Minskningen har därefter planat ut vid en medelålder på 3-3,5 år.

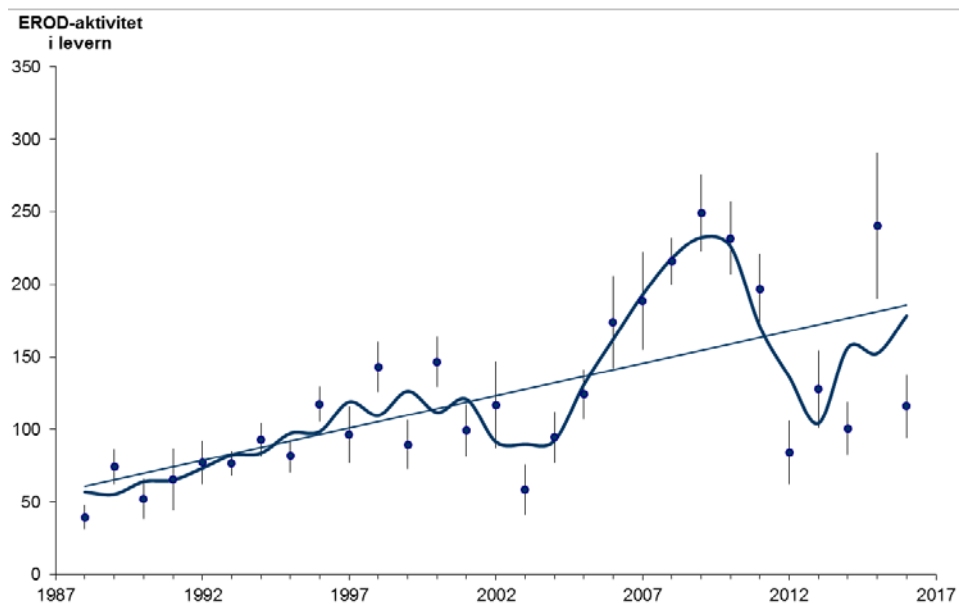


Figur 7. Medelålder hos de abborrar av standardiserad längd som ingått i hälsoundersökningen under tidsperioden 1988-2016. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.

## Leverfunktion och fortplantning

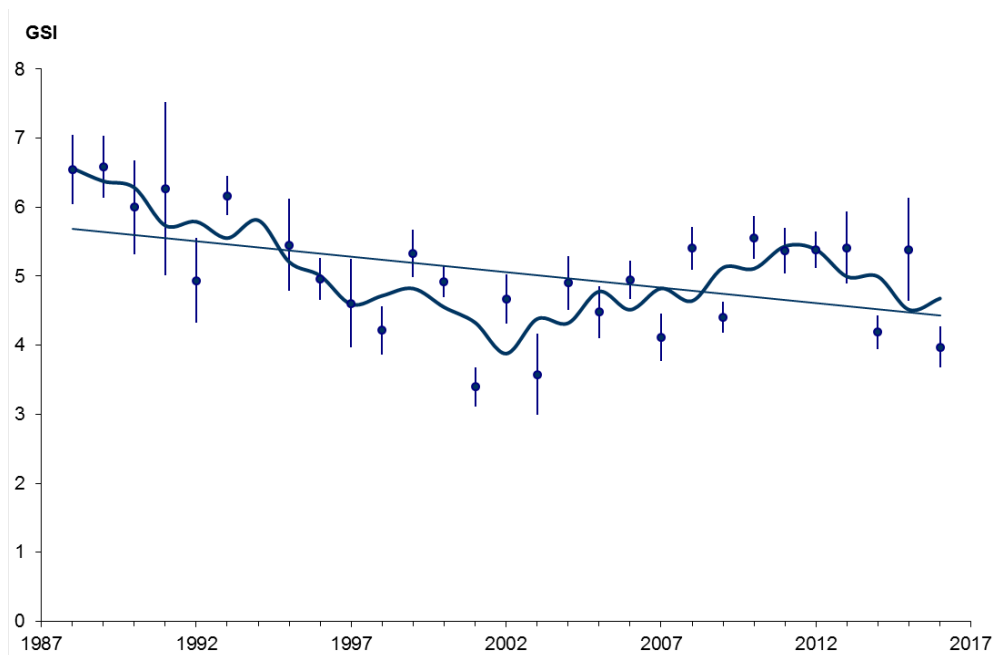
EROD-aktivitet är ett avgiftningssenzym i levern. En hög EROD-aktivitet visar därför att fiskens avgiftningssystem är aktiverat. I abborrarna i Kvädöfjärden ses en successiv ökning i EROD-aktivitet fram till 2009-2010, då den var ungefär fem gånger högre än när undersökningarna inleddes. Under 2012 noterades dock ett trendbrott med en kraftig minskning av EROD-aktiviteten till en nivå som var vanlig på 1990-talet. År 2015 skedde en ny markant ökning av EROD-aktiviteten (2-2,5 ggr) till ungefär samma nivå som rådde åren 2008-2011 (figur 8). År 2016 minskade återigen EROD-aktiviteten kraftigt. Trots kraftiga svängningar visar EROD-aktiviteten en signifikant ökningstrend för hela tidsperioden. Även hanabborrar visar en signifikant ökning av EROD-aktiviteten fram till år 2011 följt av en lägre aktivitet år 2012-2016. Den mycket kraftiga ökningen under tidsperioden fram till år 2011, och även 2015, antyder att fisken i referensområdet Kvädöfjärden har exponerats för potenta miljögifter, till exempel vissa PAH:er (polycykliska aromatiska kolväten) eller ämnen med dioxinlika effekter.

Parallellt med den ökade EROD-aktiviteten så minskade den relativa gonadstorleken (GSI) hos abborrhonor med 20-30 procent under perioden 1990-2003 (figur 9). Enstaka år var GSI 35-40 procent lägre än i början av 1990-talet. Efter 2003 har dock minskningen avstannat och under några år ses en svag tendens till ökning följt av en utplaning 2010-2015. År 2016 observeras på nytt mindre gonader hos abborrhonorna. Dessa påtagliga förändringar av EROD och GSI, observeras även i ett annat referensområde, Holmön i Bottenviken. Dessa förändringar är i linje med att halten guleprotein, vitellogenin, visar signifikant minskande halter i blodet hos abborrhonor sedan dessa började mätas (figur 10).

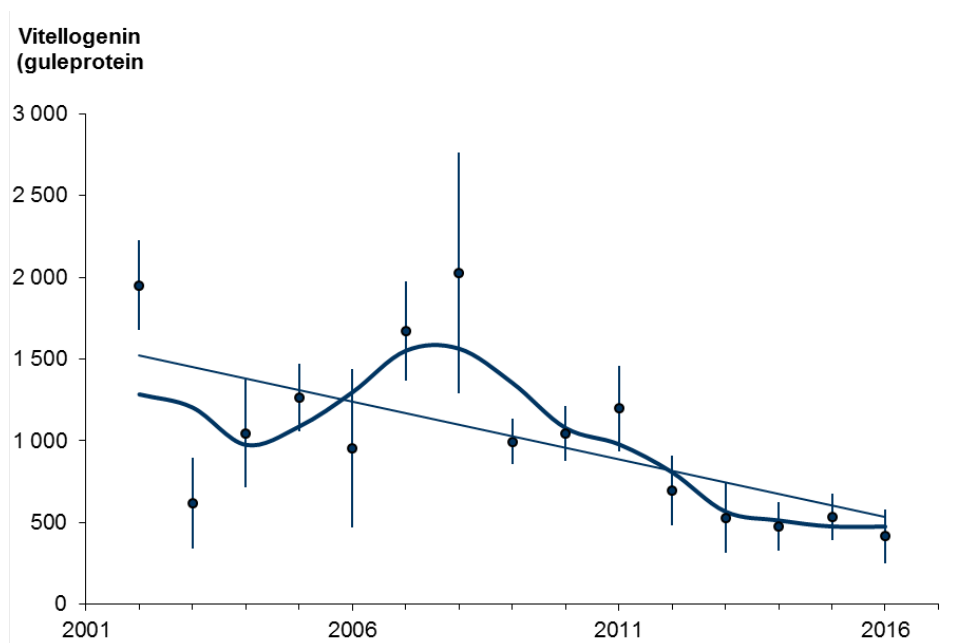


Figur 8. EROD-aktivitet i lever (pmol/mg protein x min) hos abborrhonor. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.





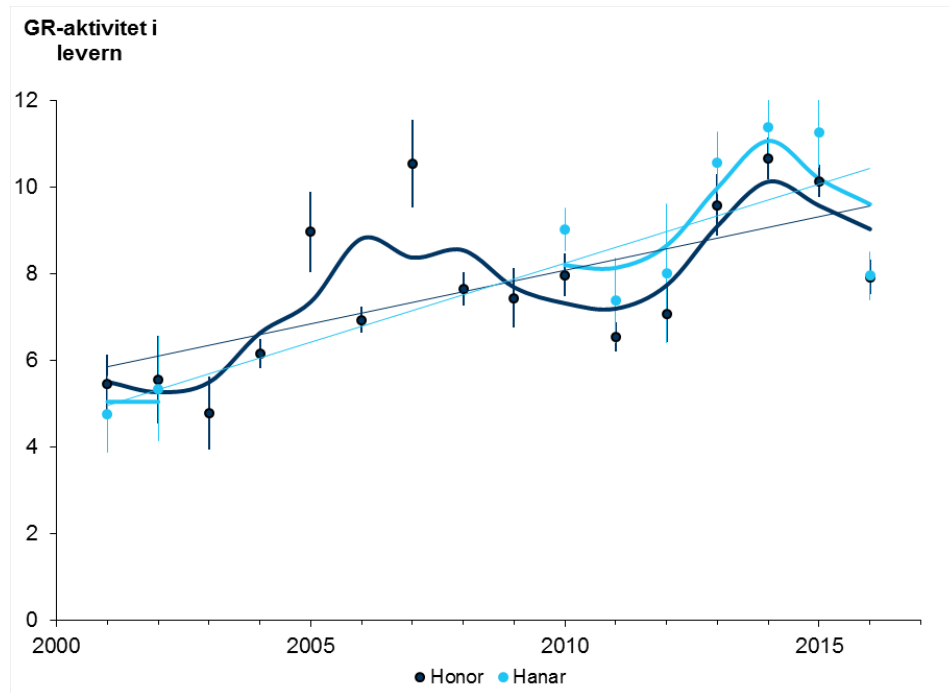
Figur 9. Den relativa gonadstorleken (GSI, %) hos köns mogna abborrhonor. Vertikala linjer anger 95% konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.



Figur 10. Halten vitellogenin (ng/ml plasma) hos köns mogna abborrhonor. Vertikala linjer anger 95% konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.

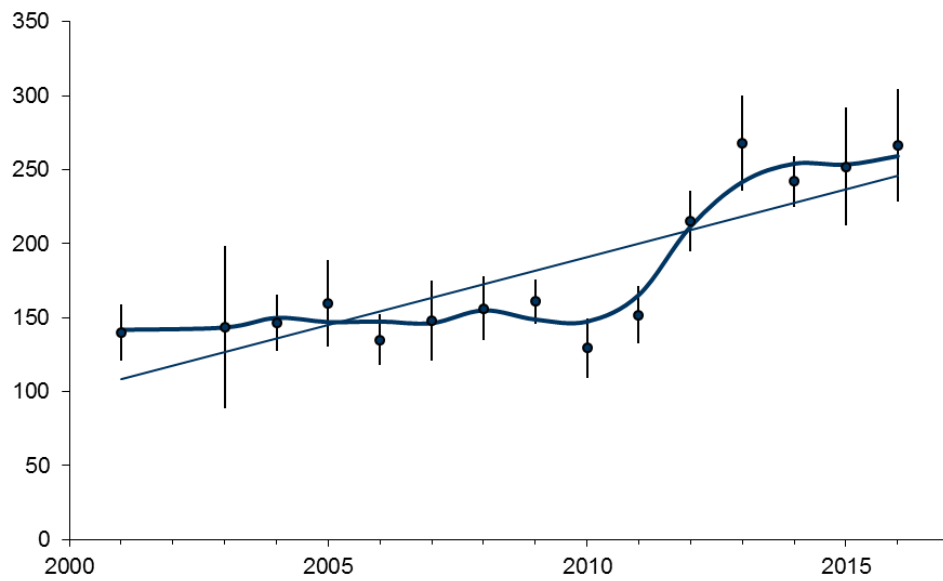
Hypotesen att abborrarna i området har exponerats för kemiska ämnen stärks av ytterligare effekter som observerats. Aktiviteten av enzymet glutationreduktas (GR) i levern ökade hos både honfiskar och hanfiskar från 2001, planade därefter ut på en förhöjd nivå under perioden 2007-2012. Åren 2013-2015 sker åter en stark ökning av GR-aktiviteten, följt av en minskad

aktivitet år 2016 (Figur 11). Ökad GR-aktivitet tyder på förhöjd oxidativ stress hos fisken. Även aktiviteten av enzymet katalas i levern visar efter år 2010 en signifikant ökning hos både honor (figur 12) och även hos hanar, vilket kan indikera både en ökad oxidativ stress och en påverkan på fettmetabolismen. Liknande förändringar för GR och katalas observeras också hos honabborre från två andra referensområden (Torhamn i Blekinge och Holmön i Bottniska viken).



Figur 11. Aktiviteten av glutationreduktas (GR; nmol/mg protein x min) i levern hos abborrhonor och -hanar. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. De grövre linjerna visar tre års glidande medelvärde. Tunna linjer visar signifikanta trender.

### Katalasaktivitet i levern

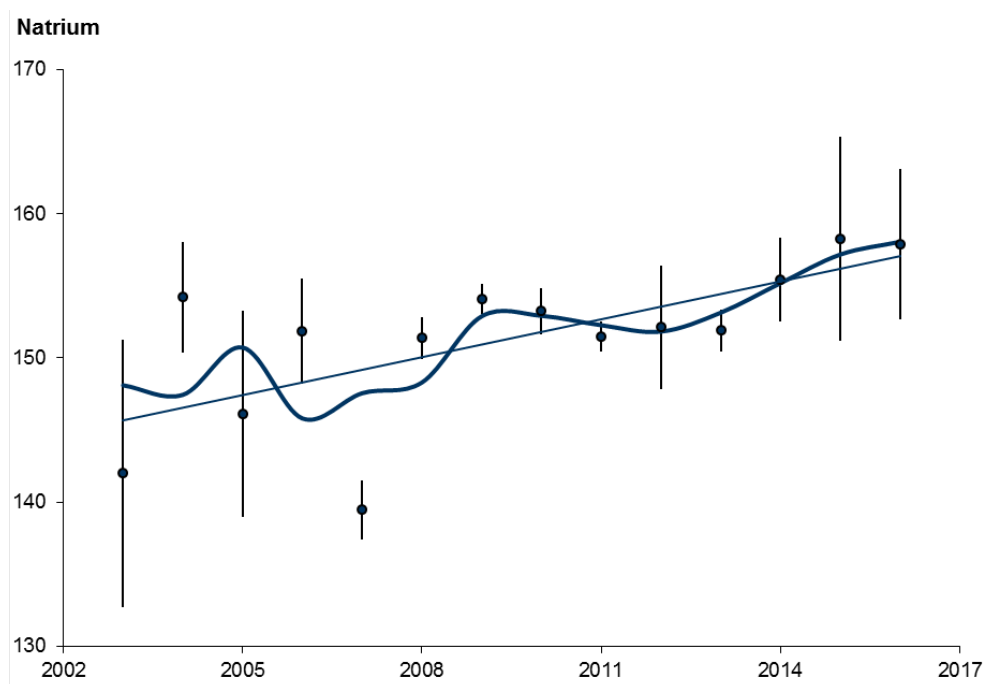


Figur 12. Aktiviteten av katalas (nmol/mg protein x min) i abborhonor. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.

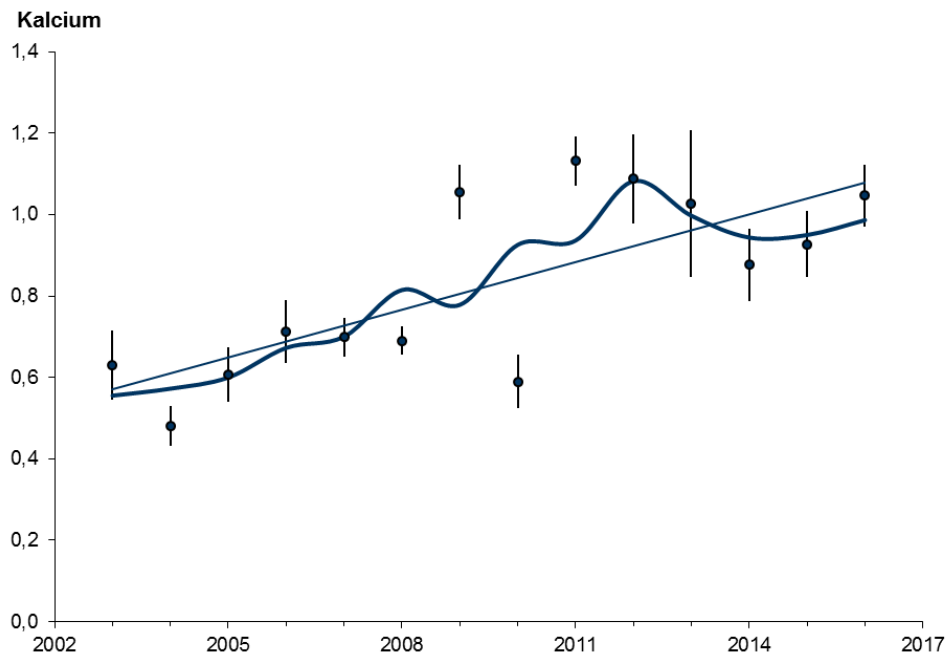
## Jonreglering och ämnesomsättning

Den signifikanta ökningen av koncentrationerna av natrium (figur 13) och kalcium (figur 14), som observeras i blodet hos abborre i Kvädöfjärden indikerar att fiskarnas jonreglering är påverkad. Även koncentrationen av klorid har sedan 1988 visat en signifikant ökande trend under hela mätperioden med ett par trenderbrott med lägre nivåer under vissa perioder. Hanfiskar uppvisar också en signifikant ökande trend för natrium och en stark tendens till ökande koncentration av kalcium i blodet.

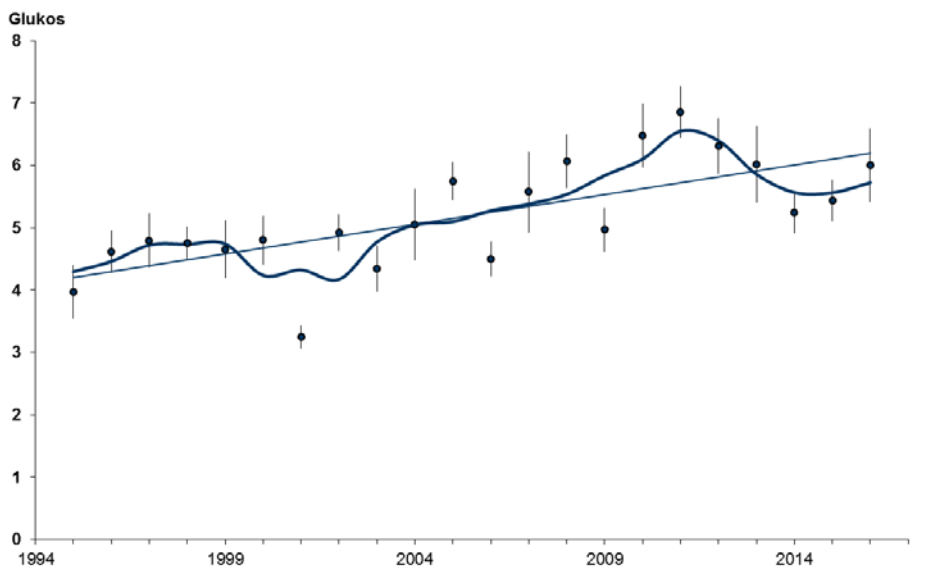
En successivt ökande halt av glukos i blodet indikerar att ämnesomsättningen är påverkad (figur 15). Ökningstrenden har avstannat efter år 2012.



Figur 13. Koncentrationen av natrium i blodet (mmol/l) hos abborrhonor. Vertikala linjer anger 95% konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend. Observera skalan på x-axeln.



Figur 14. Koncentrationen av kalcium i blodet (mmol/l) hos abborrhonor. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.

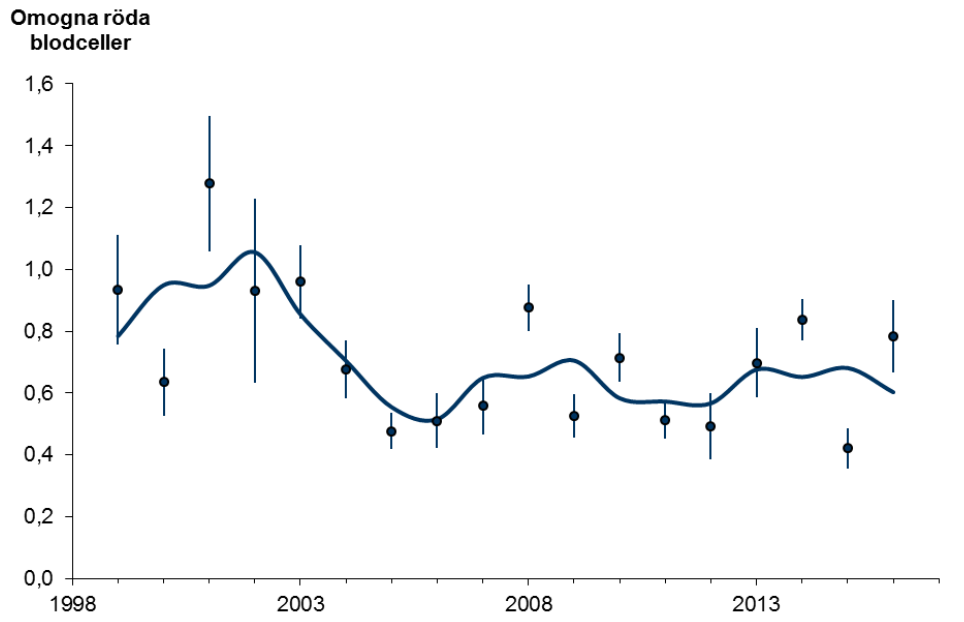


Figur 15. Halten av glukos i blodet (mmol/l) hos abborrhonor. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.

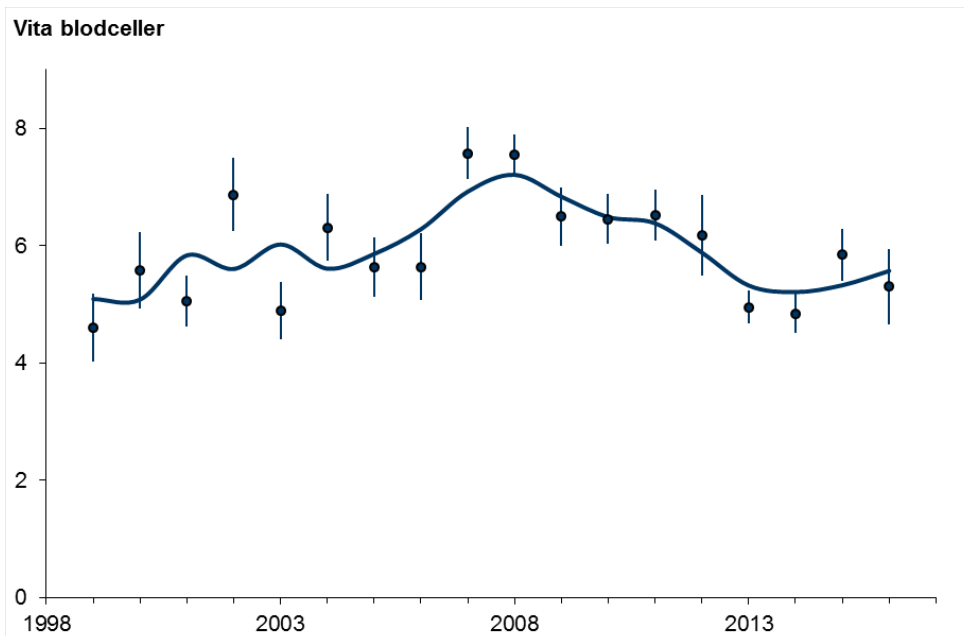
## Röda och vita blodceller

Hematokritvärdet, d v s totalvolymen av röda blodceller, visar en signifikant ökande trend under hela mätperioden. Antalet omogna röda blodceller, som tidigare minskade signifikant sedan 2002, har under senare år planat ut och varierar nu på en låg nivå (figur 16). Den minskade nivån indikerar en lägre nyproduktion av röda blodceller. En signifikant ökning av totala antalet vita blodceller (figur 17) observerades hos abborrhonor i Kvädöfjärden fram till år 2008, vilket tydde på att fiskens immunförsvar var inducerat. En ökning av

antalet vita blodceller observerades samtidigt även hos tånglake i området (se nedan). Efter år 2008 ses en successiv minskning och utplaning på en lägre nivå av totala antalet vita blodceller och antalet lymfocyter och trombocyter hos abborrhonor. Hos abborrhanar ses en stark tendens till minskat antal lymfocyter sedan 2011.



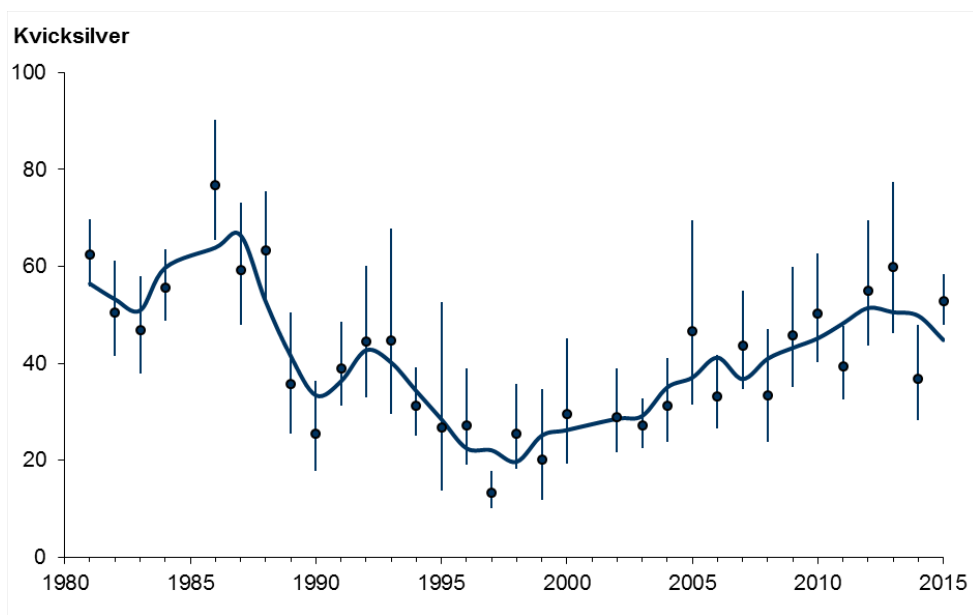
Figur 16. Andelen omogna röda blodceller (% av totala antalet blodceller) i blodet hos abborrhonor. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde.



Figur 17. Totala andelen vita blodceller (% av totalt antal blodceller) i blodet hos abborrhonor. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde.

## Abborre, miljögifter

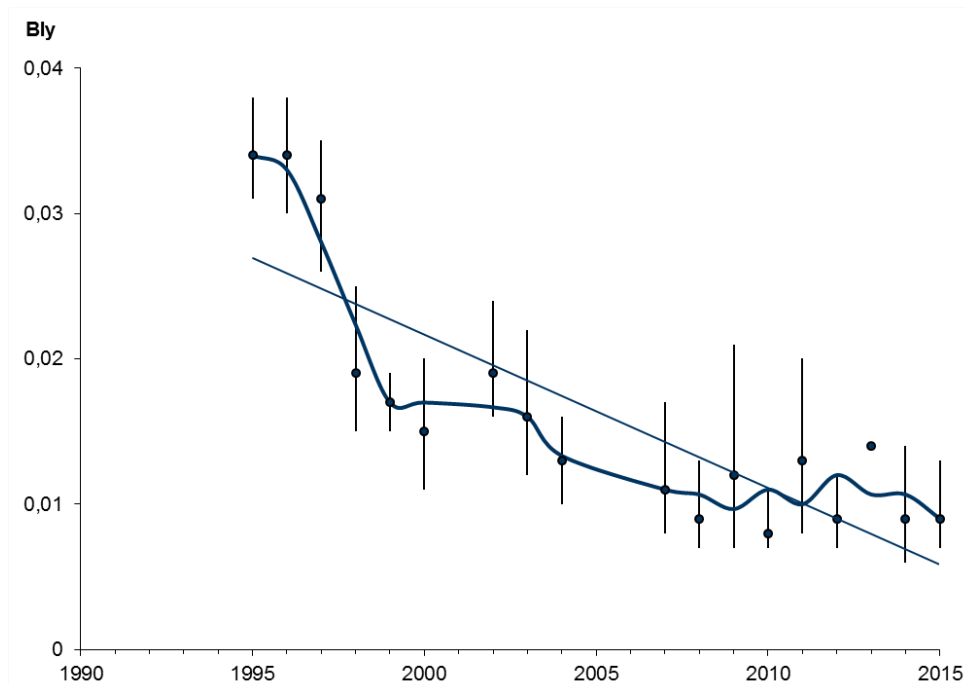
Kvicksilverhalten i muskel hos abborre minskade från 1981, då övervakningen började, och fram till mitten av 1990-talet, men därefter har halterna ökat igen och en indikerad ökning ses de senaste tio åren (figur 18). Halterna av kvicksilver hos abborre ligger över det gränsvärdet som är satt enligt EU-direktivet Environmental Quality Standards för att skydda mot sekundärförgiftning (d v s förgiftning av att äta ett djur där miljögift ansamlats).



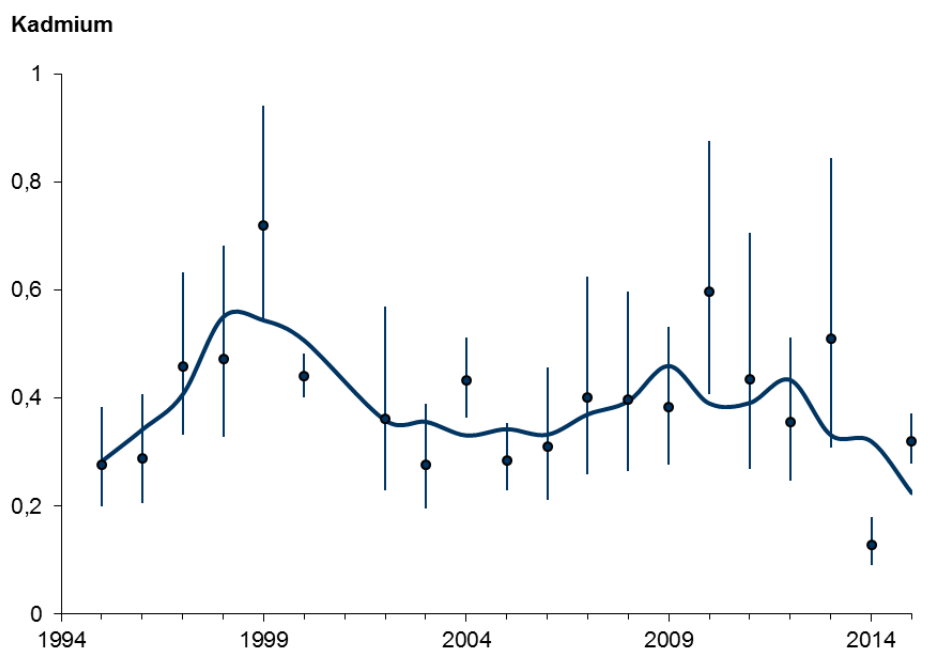
Figur 18. Kvicksilverkoncentrationen (ng/g färskvikt) i muskel hos abborre. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend för de tio senaste åren.

## Bly och kadmium

Koncentrationerna av bly i lever hos abborre har minskat signifikant för hela perioden, vilket är en generell trend i hela landet efter den stegvisa övergången till blyfri bensin (figur 19). Under de senaste 10 åren ses dock ingen fortsatt minskning av blykoncentrationerna. Halterna av bly ligger långt under gränsvärdet som är satt i fiskmuskel enligt EU-förordningen om livsmedel. Kadmiumkoncentrationerna i abborrlever (figur 20) visar inga trender över hela tidsperioden. Halterna är 2015 fortfarande lika höga som i mitten av 1990-talet. Kadmiumhalterna ligger under gränsvärdet för sekundärförgiftning (det vill säga förgiftning av att äta ett djur där miljögifter ansamlats).



Figur 19. Blykoncentrationen ( $\mu\text{g/g}$  torrvt) i lever hos abborre. Vertikala linjer anger 95% konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.



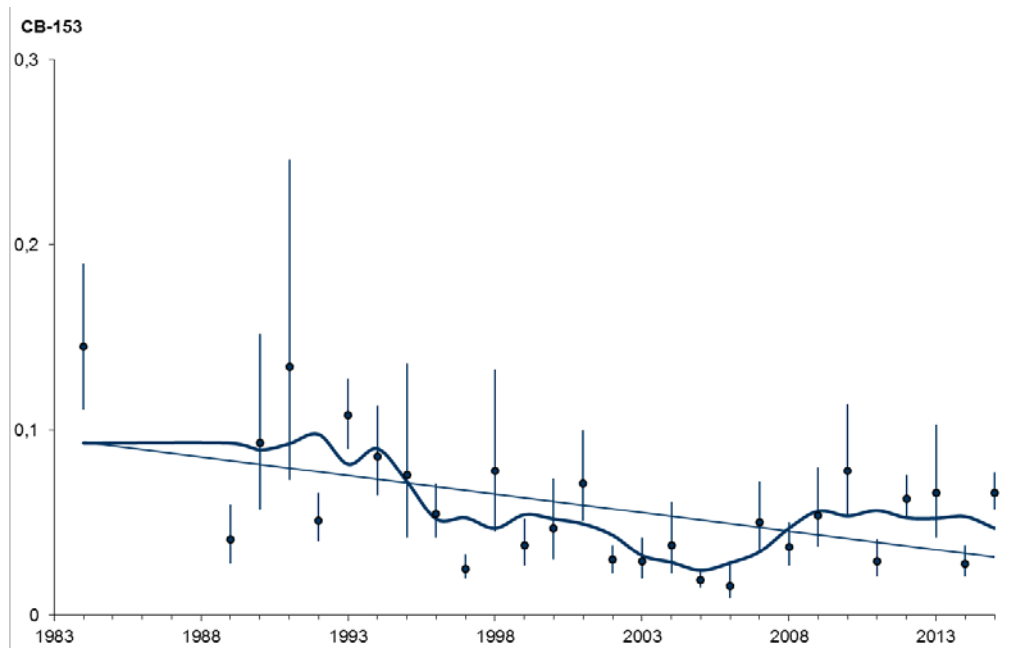
Figur 20. Kadmiumkoncentrationen ( $\mu\text{g/g}$  torrvt) i lever hos abborre. Vertikala linjer anger 95% konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde.

## Organiska miljögifter

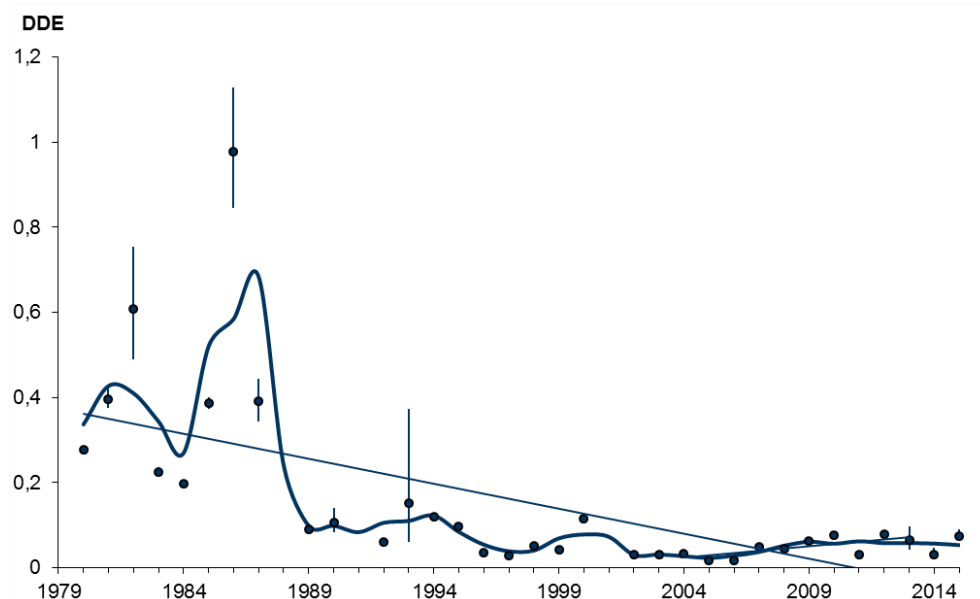
Flera av de klassiska organiska miljögifterna såsom DDT, HCH och PCB har minskat under övervakningsperioden. Detta ses tydligast med sjunkande värden av PCB-typen CB-153 (figur 21). Minskningen är resultatet av att användningen av samtliga ämnen förbjudits under 1970- och början av 1980-



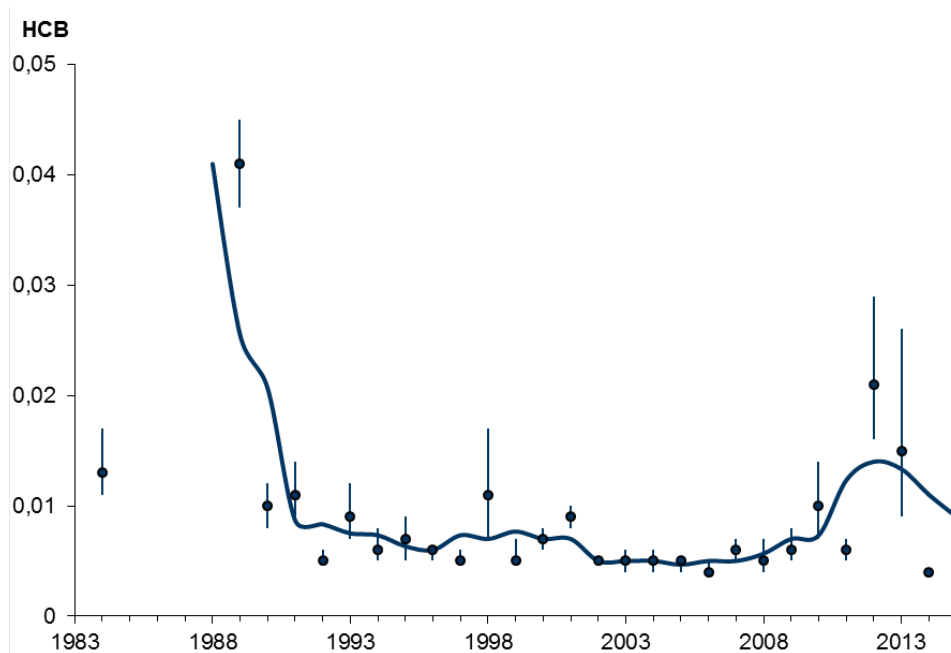
talet. Dock indikeras ingen minskning av flera av de klassiska organiska miljögifterna under de senaste tio åren, mellan 2004 och 2013 ökade istället både DDE och HCB signifikant i abborre (figur 22 och 23). 2014/2015 års data indikerar att denna ökning inte fortsatt. Samtliga av dessa ämnen ligger dock under deras respektive gränsvärden som är satta enligt OSPAR-konventionens Environmental Assessment Criteria (CB-153 och DDE), EU-direktivets Environmental Quality Standards (HCB) eller IVL Svenska Miljöinstitutets omräknade gränsvärde (HCH).



Figur 21. CB-153 koncentrationen ( $\mu\text{g/g}$  fettvikt) i muskel hos abborre. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.



Figur 22. DDE-koncentrationen ( $\mu\text{g/g}$  fettvikt) i muskel hos abborre. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.



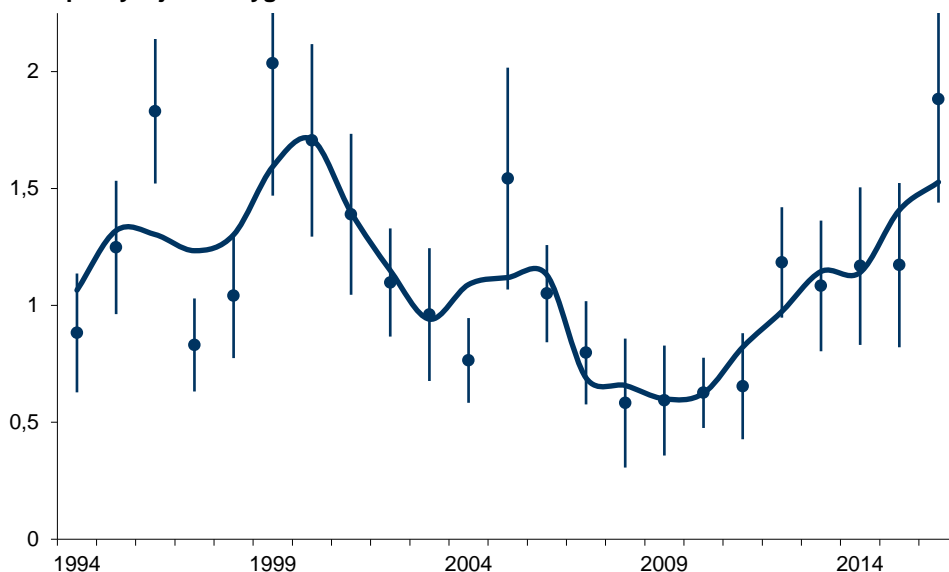
Figur 23. HCB-koncentrationen ( $\mu\text{g/g}$  fettvikt) i muskel hos abborre. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde.

## Tånglake, fångst och ålder

### Fångst

Fångst av tånglake per ansträngning (antal per ryssja och natt under fiske i oktober-november) för åren 1994-2016 uppvisar relativt stora mellanårsvariationer, men utan någon signifikant trend. Efter periodens högsta värde år 1999 minskade fångsten kraftigt, men de senaste åren indikerar en återhämtning. År 2016 var fångsten den största sedan 1999 (figur 24).

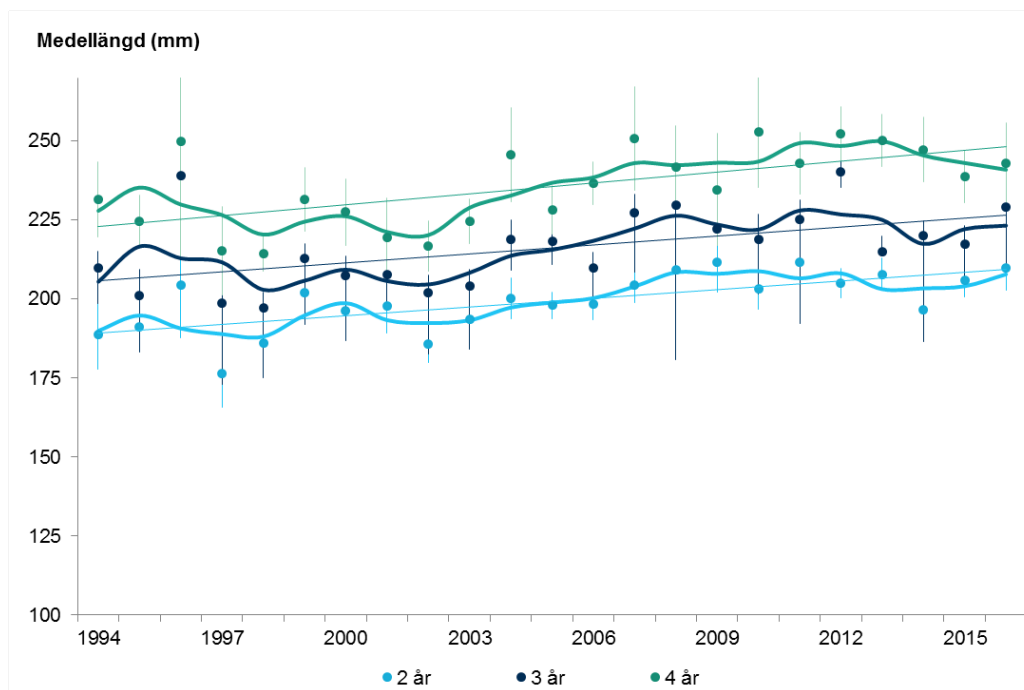
#### Antal per ryssja och dygn



Figur 24. Fångst (antal per ryssja och dygn) av tånglake i oktober-november. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Grövre linje visar tre års glidande medelvärde.

## Ålder

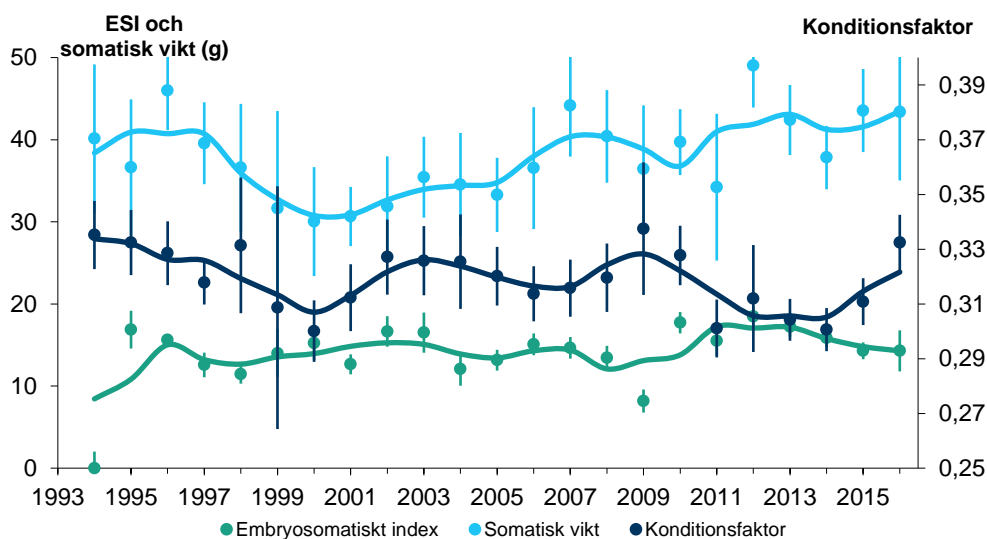
Åldersanalys har utförts på yngelbärande tånglakehonor fångade i Kvädöfjärden sedan år 1994. De fångade yngelbärande honorna har varit mellan 1 och 11 år gamla. Mer än 80 % av de åldersanalyserade honorna har varit 2-4 år gamla. Medellängden för individer i dessa åldersklasser har ökat signifikant sedan undersökningarna startade, även om det ses en liten nedgång i längd de senaste åren (figur 25).



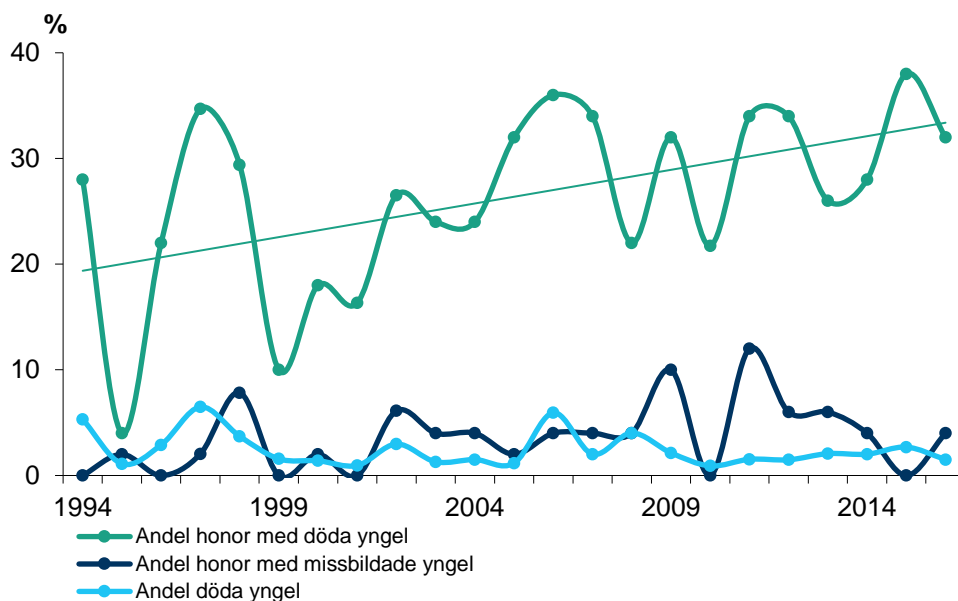
Figur 25. Yngelbärande tånglakehonors medellängd (mm) för 2-4-åringar i oktober-november. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Grövre linjer visar tre års glidande medelvärde. Tunna linjer visar signifikant trend. Observera att y-axeln börjar på 100 mm.

## Tånglake, yngelkontroll

Fram till år 2015 visade undersökningarna av yngelbärande tånglakehonor en signifikant minskande kondition sedan starten år 1994. År 2016 bröts dock den trenden. Det ses ingen trend i honornas fertilitet, mätt som embryomatiskt index, det vill säga ynglens relativa antal respektive vikt i förhållande till honans vikt (figur 26). Det ses heller inga signifikanta trender i andelen honor med missbildade yngel eller i andelen döda yngel per hona. Däremot ses en ökning i andelen honor med döda yngel (figur 27). Kvädöfjärden ligger fortfarande som regel bättre till än referensområdet Fjällbacka i Västerhavet när det gäller döda och missbildade yngel. Dock ligger Kvädöfjärden högre än referensområdet Holmön i Bottenviken för andel honor med döda yngel. Överlag ligger Kvädöfjärden och Holmön på ungefär samma nivåer med avseende på undersökta parametrar hos tånglake.



Figur 26. Konditionsfaktor (förhållande mellan längd och vikt), somatisk vikt (fiskens vikt när gonad samt mag- och tarmsystem tagits ur, gram) och embryosomatiskt index, hos yngelbärande honor i oktober. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Grövre linjer visar tre års glidande medelvärde.



Figur 27. Andel honor med döda eller missbildade yngel samt andel döda yngel (%). Tunn linje visar signifikant trend.

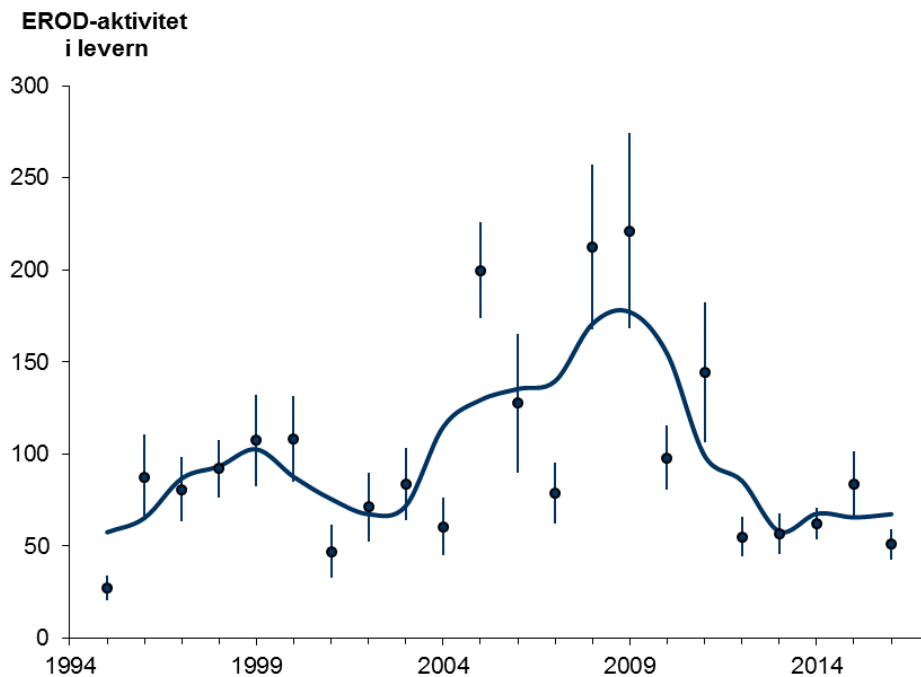
## Tånglake, hälsotillstånd

Hälsoundersökningarna på tånglakar i Kvädöfjärden har gjorts sedan 1995 och omfattar ett 25-tal mätvariabler, så kallade biomarkörer, som beskriver biokemiska och fysiologiska funktioner hos fisken. För drygt hälften av dessa observeras idag signifikanta förändringar eller tidstrender för perioden 1995-2016. Antalet variabler som uppvisar tidstrender har ökat med tiden, vilket är

oroande för det tyder på en ökande belastning och påverkan av ett eller flera miljögifter, och att således fiskarnas hälsa håller på att försämrats. Det är en oroväckande utveckling i referensområdet, som valts för att vara tämligen lite påverkat av olika lokala och samhällsliga och industriella aktiviteter.

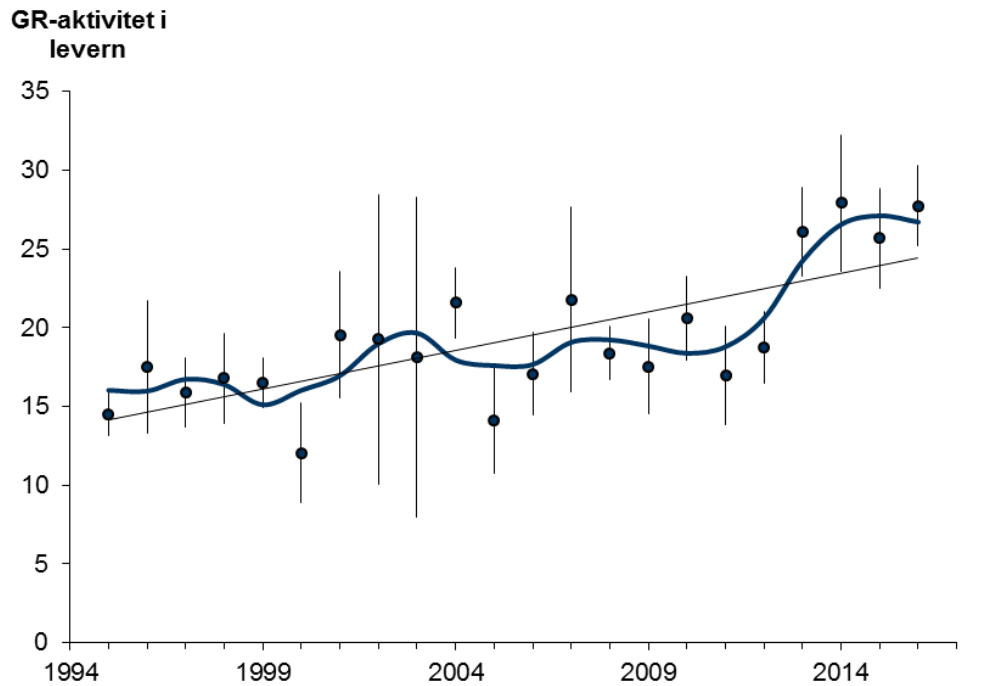
## Leverfunktion

Under de första 15 åren ökade aktiviteten för avgiftningensenzymet EROD i levern hos tånglake. Ökningen har dock inte varit lika kraftig som hos abborre. Från 2012 har EROD-aktiviteten återgått till ungefär lika låga nivåer som under mitten av 1990-talet när mätningarna började (figur 28). Samma trendbrott vid 2009-2010 ses för abborrens EROD-aktivitet, men där är ökningen över tid fortsatt statistiskt säkerställd. Det kan således konstateras att förändringen av EROD-aktiviteten uppvisar en viss samvariation hos abborre och tånglake i Kvädöfjärden, men ökningen hos tånglake har dock inte varit lika kraftig som hos abborre. Även i Fjällbacka på västkusten har under åren observerats ökning av leverns EROD-aktivitet hos tånglake.



Figur 28. EROD-aktivitet i lever (pmol/mg protein x min) hos tånglake. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde.

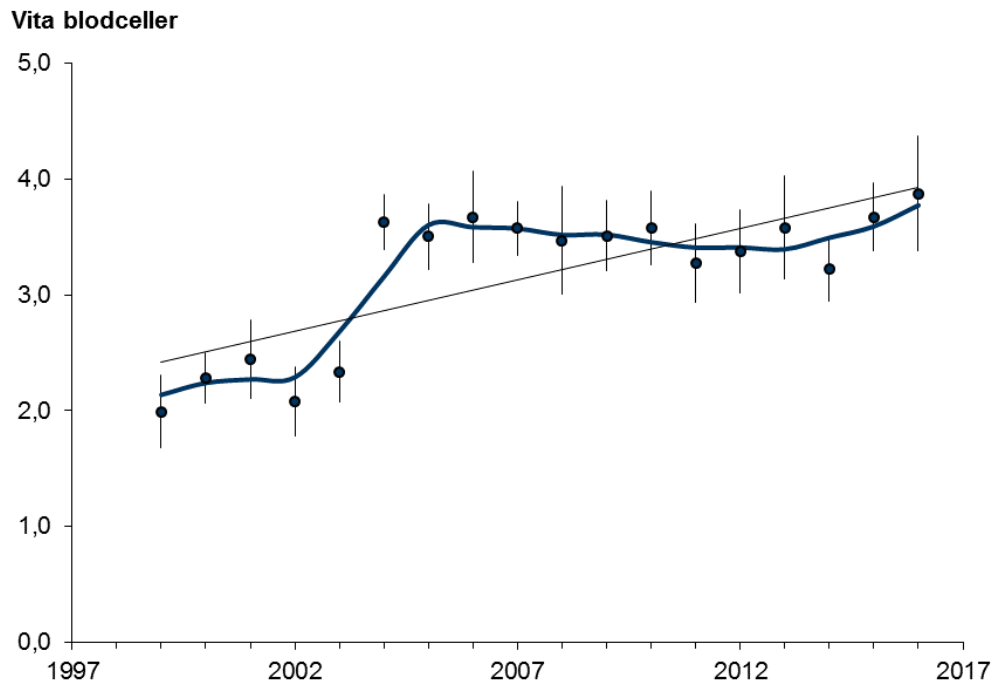
Aktiviteten av enzymet glutationreduktas (GR) i levern visar en tydlig ökning hos både hon- och hantånglakar (figur 29). Ökad GR-aktivitet tyder på förhöjd oxidativ stress hos fisken. Liknande förändringar för GR observeras också hos tånglake från Fjällbacka samt hos abborre både i Kvädöfjärden och i de två andra referensområdena (Torhamn i Blekinge och Holmön i Bottniska viken).



Figur 29. Glutationreduktasaktivitet i lever (nmol/mg protein x min) hos tånglakehanar. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.

### Vita blodceller

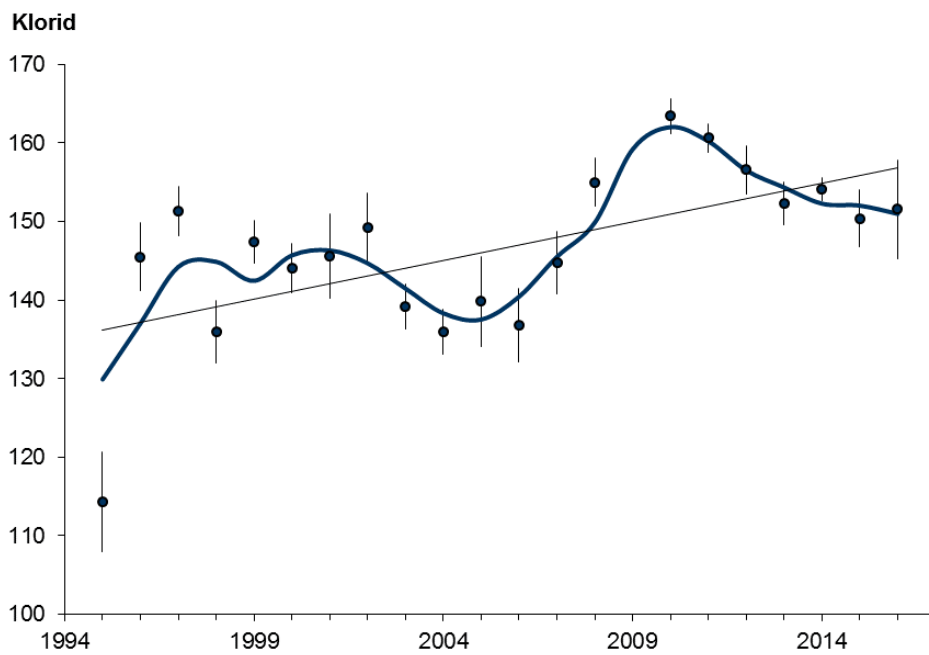
Antalet lymfocyter, granulocyter och trombocyter och därmed det totala antalet vita blodceller (figur 30) hos tånglaken har ökat i området, men ökningen har stannat av och vita blodceller verkar ha stabiliserats på en något förhöjd nivå. Denna förändring signalerar att immunförsvaret är påverkat. En liknande ökning av antalet vita blodceller under första halvan av mätperioden observeras också hos abborre i Kvädöfjärden (se ovan) och hos tånglake i Fjällbacka.



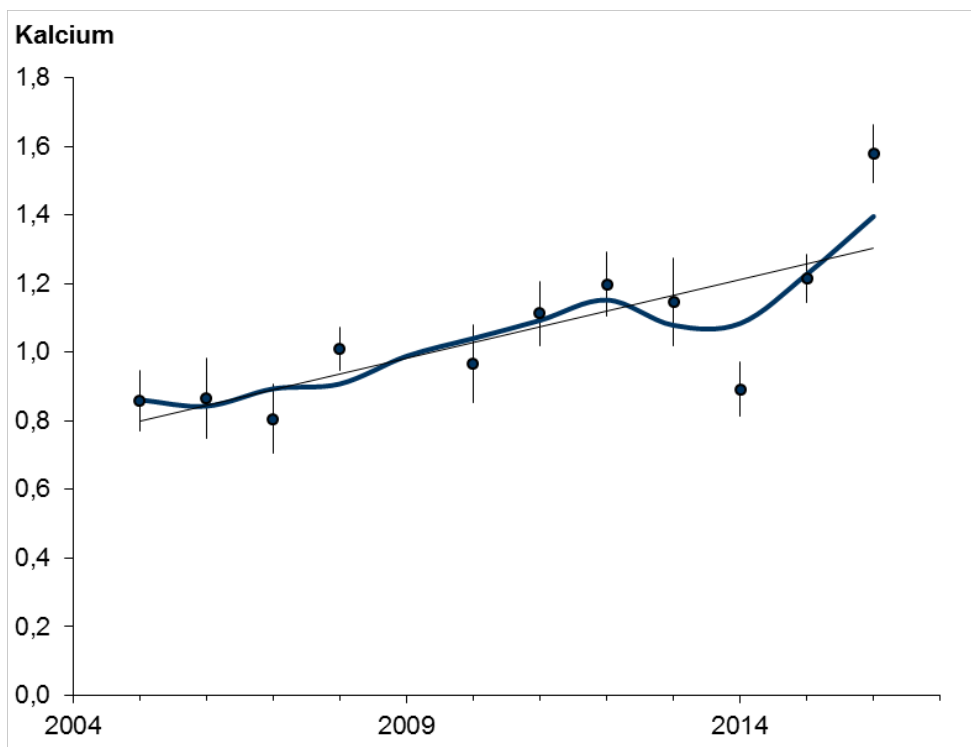
Figur 30. Vita blodceller (%) i blodet hos tånglakehonor. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.

### Jonreglering och ämnesomsättning

Även fiskarnas jonreglering tycks vara påverkad, vilket indikeras av den signifikanta ökningen av koncentrationen av klorid (figur 31) och koncentrationen av kalcium (figur 32). Det finns också en tendens till ökning för natrium i blodet hos tånglake från Kvädöfjärden. En ökande halt av glukos i blodet kan ses sedan några år tillbaka. Även hos abborre ses en liknande successiv ökning som sannolikt beror på att ämnesomsättningen är påverkad (figur 33). Det är viktigt att följa upp dessa förändringar för att ta reda på vilka orsakerna kan vara.

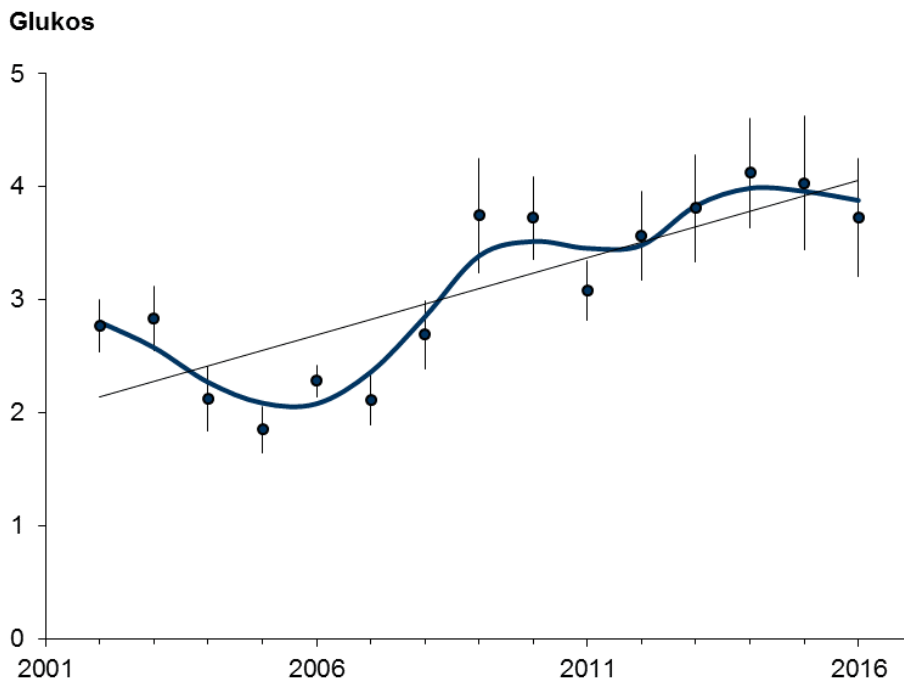


Figur 31. Koncentrationen av klorid i blodet (mmol/l) hos tånglakehonor. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.



Figur 32. Koncentrationen av kalcium i blodet (mmol/l) hos tånglakehonor. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.



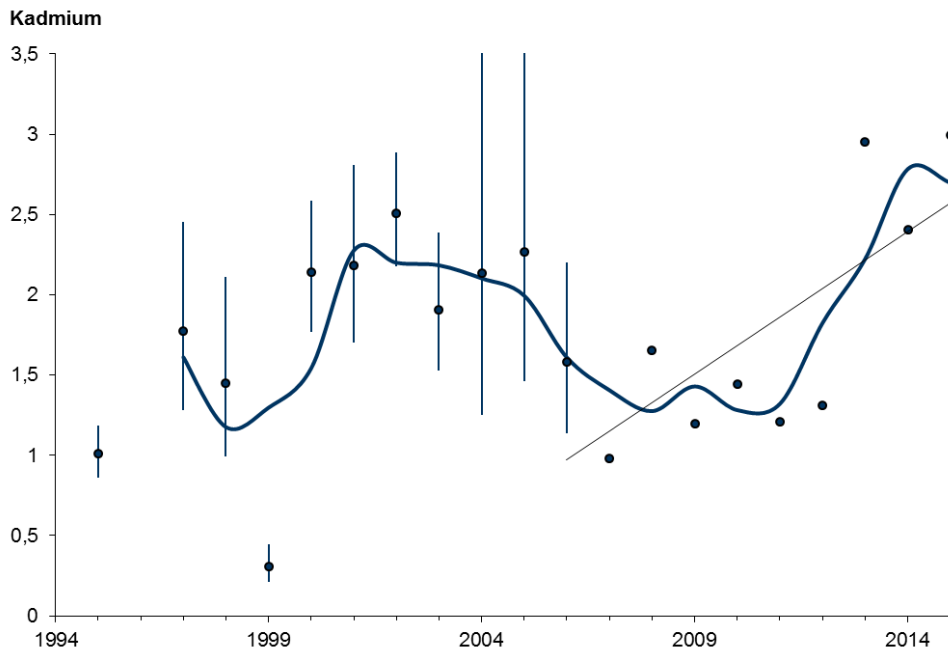


Figur 33. Halten av glukos i blodet (mmol/l) hos tånglake. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.

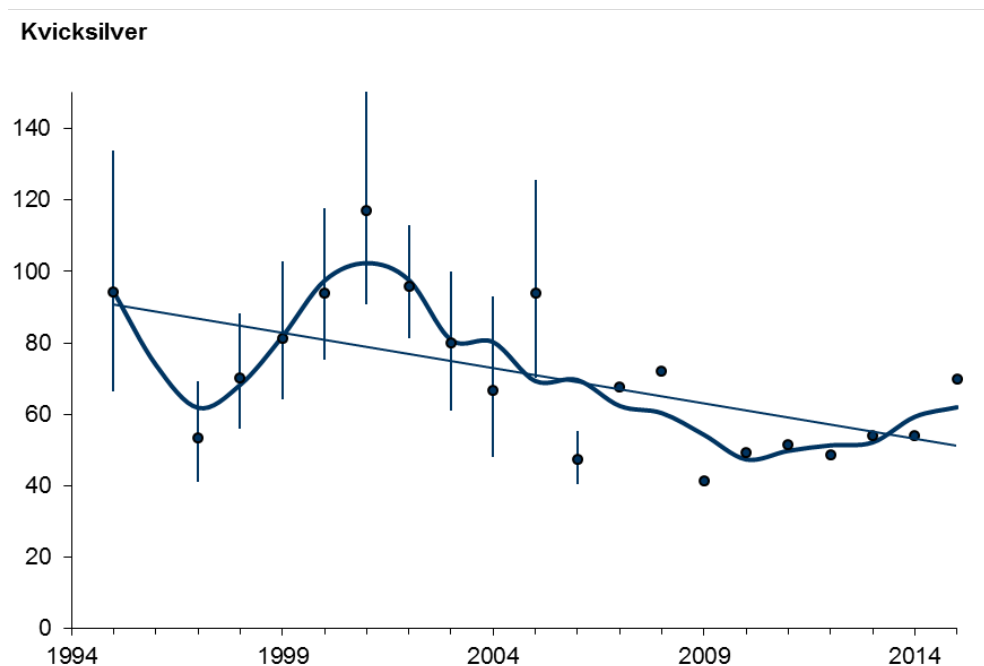
## Tånglake, miljögifter

### Kadmium och kvicksilver

För kadmium i tånglake ses ingen trend över hela tidsperioden, men under de senaste 10 åren har halterna ökat signifikant (~9.5 % per år; figur 34). Detsamma kan även ses för koppar och zink (med 9.8 % respektive 3.8 % per år). Koncentrationen av kvicksilver har minskat signifikant sett över hela tidsperioden (figur 35). Dock ligger koncentrationerna fortfarande över gränsvärdet (EUs Environmental Quality Standard) som är satt i fisk för att skydda topp- predatorer mot sekundärförgiftning (d v s förgiftning av att äta ett djur där miljögift ansamlats). Kadmiumhalterna ligger under gränsvärdet för EUs Quality Standard för sekundär förgiftning



Figur 34. Kadmiumkoncentrationen ( $\mu\text{g/g}$  torrsvikt) i lever hos tånglake. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.

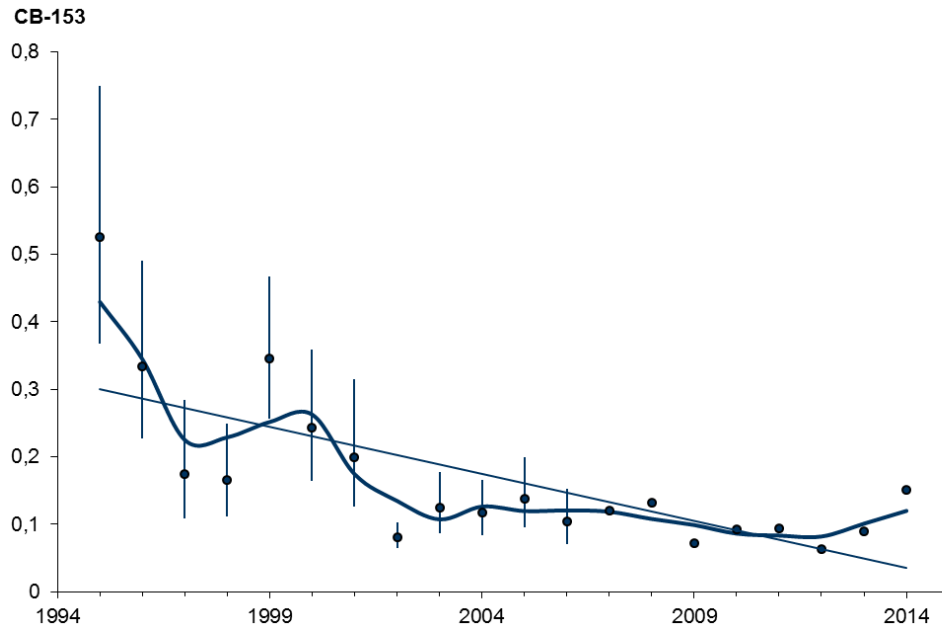


Figur 35. Kvicksilverkoncentrationen ( $\text{ng/g}$  färsksvikt) i muskel hos tånglake. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.

## Organiska miljögifter

Flera av de klassiska organiska miljögifterna, exempelvis DDT, HCH och PCB, har minskat i tånglake under hela övervakningsperioden (PCB-typen CB-153 visas i figur 36), vilket är ett resultat av att användningen av samtliga ämnen förbjöds under 1970- och början av 1980-talet. Dock har minskningen planat

ut, och de senaste 10-12 åren har det inte setts något signifikant minskning. Samtliga dessa ämnen har idag halter som ligger under deras respektive gränsvärde enligt OSPAR-konventionens Environmental Assessment Criteria (CB-153 och DDE) eller IVL Svenska Miljöinstitutets omräknade gränsvärde (HCH).



Figur 36. Koncentrationen av PCB-typen CB-153 ( $\mu\text{g/g}$  fettvikt) i muskel hos tånglake. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.

# Sammanvägda bedömningar och slutsatser

Kvädöfjärden utsågs i slutet av 1980-talet som ett lämpligt nationellt referensområde eftersom det bedömdes vara obetydligt påverkat av lokala utsläpp och annan mänsklig aktivitet. Den integrerade kustfiskövervakningen i Kvädöfjärden har nu pågått i 28 år och har resulterat i ett mycket omfattande och unikt datamaterial i form av långa tidsserier för ett 50-tal biologiska och kemiska mätvariabler som belyser förändringar i kustfiskens status från cellnivå till populations- och samhällsnivå, samt hur miljögiftsbelastningen har förändrats i området. De viktigaste resultaten från respektive delprogram har redovisats i föregående avsnitt. Nedan presenteras en övergripande diskussion av resultaten och en sammanvägd bedömning av kustfiskens status och miljögiftsbelastningen i området. Dessutom redovisas identifierade behov av uppföljande utredningar och forskningsinsatser.

Resultaten från den integrerade kustfiskövervakningen indikerar att utvecklingen av både fiskens hälsostatus och halter för vissa miljögifter inte är tillfredställande i Kvädöfjärden. Vattenmyndigheten och Länsstyrelsen i Östergötlands län har tidigare gjort bedömningen, baserad på kvalitetsfaktorerna bottenfauna, makroalger och fysikalisk-kemiska variabler, att områdets miljöstatus är måttlig, det vill säga den når inte upp till god miljöstatus.

Fångsten av karpfiskar, som mört och sarv, uppvisar en minskning sedan 1989, samtidigt som förekomsten av den dominerande rovfisken abborre inte förändrats signifikant och artrikedomen i fångsten har ökat. Enligt bedömningsgrunder för kustfisk inom Havsmiljödirektivet uppnår karpfisken god status, medan rovfisk och abborre inte uppnår god status. Samtidigt ses en positiv utveckling för tillväxten hos abborre som ökar över tid, något som även fångsten av stora fiskar (>30 cm) gör. Orsakerna till de nedåtgående trenderna för några fiskarter är inte klarlagda utan behöver bli föremål för uppföljande studier. Dessa bör även inkludera en utredning av eventuella samband med de successiva förändringar på individnivå av kustfiskens hälsostatus som påvisats i området och eventuell påverkan av förändrade omvärldsfaktorer.

Alltfler hälsovariabler uppvisar signifikanta tidstrender hos både abborre och tånglake i Kvädöfjärden. Totalt är det ett tiotal hälsovariabler som uppvisar långsiktiga förändringar och en tydlig påverkan på fiskens hälsa. Utöver inducerat avgiftningssystem och förminskade gonader (bara hos abborre), observeras följande symptom hos en eller båda fiskarterna: ökad oxidativ stress, påverkat immunförsvar, påverkad saltreglering och ämnesomsättning, samt minskad nybildning av röda blodceller. Förändringarna visar att flera viktiga fysiologiska funktioner hos fisken är påverkade och mycket talar för att fisken är exponerad för kemiska ämnen. Liknande förändringar har även observerats hos kustfisk i andra kustreferensområden (i Bottenviken, södra Egentliga Östersjön och Västerhavet). Det tyder på att det är fråga om en likartad och generell påverkan på fiskars hälsotillstånd i svenska kustområden.

Den successiva och kraftiga ökningen av abborrens individtillväxt och medellängd som skett under undersökningsperioden har planat ut under senare år. Denna snabbare tillväxt är sannolikt ett resultat av den ökade sommartemperaturen under ett antal år. Det kan dock inte uteslutas att även andra faktorer, såsom ändrat födoval eller ökad födotillgång, kan ha bidragit till tillväxtökningen.

Den snabbare individtillväxten kan också vara en av flera bidragande orsaker till den successiva minskningen av den relativa gonadstorleken som observerades hos abborrhonor under åren 1990-2003. Tillväxtökningen och minskningen av gonadstorleken har skett parallellt och båda har planat ut och visar en viss återhämtning under senare år. Det är uppenbart att abborrhonorna satsat mer energi på kroppstillväxt och mindre på fortplantning. Histologiska studier indikerar att gonadminskningen hos abborrhonorna i Kvädöfjärden kan förklaras av att antalet ägg minskar.

En annan möjlig förklaring till den minskade gonadstorleken hos abborre är att fisken är exponerad för något eller några miljögift(er) som påverkar könsmognaden och fortplantningsfunktionen. Antagandet om en ökad exponering för främmande ämnen stöds av att exponeringsbiomarkören EROD visar kraftigt ökad aktivitet fram till år 2011. Den femfaldiga ökningen av leverns EROD-aktivitet hos abborre tyder på att fisken sannolikt har varit exponerad för vissa potenta organiska miljögifter (t ex vissa PAHer och ämnen med dioxinlik effekt). Det trendbrott som noterades för EROD-aktiviteten 2012-2014 har följts av kraftiga svängningar under 2015-2016..

Undersökningarna på yngelbärande tånglakehonor i Kvädöfjärden visar att andelen honor med döda yngel har ökat något. Även konditionen hos honorna har försämrats, medan för övriga variabler syns inga förändringar.

Den mångfacetterade symptombilden liknar till viss del kända effekter av vissa organiska miljögifter, men den påminner än mer om effektbilderna hos fiskar i komplext förorenade områden. Det talar för att det kan vara samverkans effekter av en blandning av flera olika kemiska ämnen, som tillförs kustvattenmiljön, som orsakar förändringarna av kustfiskens hälsostatus.

Resultaten från miljögiftsövervakningen i området är inte i samklang med bilden av försämrad hälsa hos kustfiskerna. De flesta övervakade organiska miljögifterna och metallerna visar en minskning eller oförändrade halter hos tånglake. Däremot har trenderna i abborre svängt för ett flertal ämnen. Efter en tidigare nedgång, så uppvisade kvicksilver, DDE och HCH i abborrens muskel signifikanta ökningarna mellan åren 2004-2013. Dessa ökningarna har dock avtagit 2014/2015.

Ökade eller oförändrade halter av ett antal "gamla" miljögifter signalerar att det pågår en diffus tillförsel av dessa till Kvädöfjärden eller en frisättning från sediment. Det senare stöds av en ökad förekomst av bottengrävande organismer 2004-2011, framför allt den invasiva havsborstmasken *Marenzelleria*, som kan frigöra gamla kemikaliesynder. Efter år 2011 har förekomsten av *Marenzelleria* minskat igen. I retrospektiva studier som Naturhistoriska Riksmuseet genomfört har dessutom visats att ett flertal perfluorerade ämnen, hydroxylade bromerade ämnen och siloxaner ökar i strömning i Östersjöns olika havsområden. Även i sillgrisslägg från Stora Karlsö ökar flertalet perfluorerade ämnen. Eftersom mängden kemikalier ökar

mycket kraftigt i samhället och de flesta av dem inte övervakas idag, så kan en exponering för en blandning av olika kända och okända kemiska ämnen vara en mycket trolig förklaring till de observerade hälsoeffekterna hos kustfisken.

Den integrerade kustfiskövervakningen i Kvädöfjärden visar sammantaget på nedgångar i karpfiskbestånden och ett försämrat hälsotillstånd hos både abborre och tånglake. Under perioden har nya miljögifter tillkommit i Östersjön som helhet, och under 2004-2013 noterades en ökning av "gamla" miljögifter i Kvädöfjärden. Att dessa förändringar sker i ett referensområde är oväntat och mycket oroande. Trots detta kan vi inte se någon tydlig koppling mellan den försämrade hälsan hos fisken och beståndens utveckling.

När man tittar på biomarköreffekter och miljögifter skiljer sig abborre och tånglake åt för många variabler, till exempel så har halterna av kvicksilver ökat i abborre och minskat i tånglake sedan mitten av 1990-talet. De här skillnaderna beror troligtvis på de olika arternas levnadssätt och födoval. Abborren är högre upp i näringskedjan än tånglaken och letar föda på grundare vatten, vilket kan leda till olika grader av exponering för miljögifter.

I ett uppföljningsprojekt, Fokus Kvädöfjärden, genomfördes en bred kartläggning av avrinningsområdet och dess miljöstörande verksamheter, vattenomsättning samt transport- och exponeringsvägar för miljögifter, vilka miljögifter som kan vara involverade, kända förändringar i ekosystemet under aktuell tidsperiod, samt av olika omgivningsfaktorer ex. temperatur, nederbörd, salthalt och siktdjup som kan tänkas bidra till observerade effekter på fisken. Resultaten visar att det är svårt att hitta en enkel förklaring till den försämrade fiskhälsan i Kvädöfjärden eller liknande effekter i tre andra nationella referensområden (Holmön i Bottniska viken; Torhamn i Södra Egentliga Östersjön; Fjällbacka i Västerhavet). De kemiska ämnen som misstänks ha kunnat bidra till hälsoeffekterna är många och mätningarna av dessa ämnens halter i vatten, sediment och fisk i Kvädöfjärden är få. Dessutom har såväl födotillgång och miljön för fisken genomgått förändringar. Den period då de största hälsoeffekterna sågs sammanföll med en kraftig förändring i bottenfaunasamhället och därmed möjligtvis frigörande av "gamla" miljögifter ur sediment. Det krävs fortsatta studier för att få ökad klarhet i orsakssambanden för den försämrade hälsan hos kustfisk i Kvädöfjärden och andra kustområden.

# Miljöövervakning i Kvädöfjärden

## **Programområde kust och hav, Integrerad kustfiskövervakning**

Havs- och vattenmyndigheten

Box 11 930

404 39 Göteborg

Telefon 010-698 60 00

[www.havochvatten.se](http://www.havochvatten.se)

Naturvårdsverket

Enheten för farliga ämnen och avfall

106 48 Stockholm

Telefon 010-698 10 00

[www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se)

## **Utförare**

*Beståndsövervakning, provfiske*

Sveriges lantbruksuniversitet

Institutionen för akvatiska resurser

Kustlaboratoriet

742 42 Öregrund

Telefon 010-478 41 44

[www.slu.se/institutioner/akvatiska-resurser](http://www.slu.se/institutioner/akvatiska-resurser)

*Övervakning av hälsotillstånd hos fisk*

Göteborgs universitet

Institutionen för biologi och miljövetenskap

Box 463

405 30 Göteborg

Telefon 031-786 36 76

[www.bioenv.gu.se](http://www.bioenv.gu.se)

*Metaller och organiska miljögifter i biologiska prov*

Naturhistoriska riksmuseet

Enheten för miljöforskning och övervakning

Box 50007

104 05 Stockholm

Telefon 08-519 540 00

[www.nrm.se](http://www.nrm.se)

*Analys*

Institutionen för miljövetenskap och analytisk kemi ACES, Stockholms universitet

[www.aces.su.se](http://www.aces.su.se)

## **Datavårdskap**

*Datavårdskap för bestånds- och effektdata på fisk*

Sveriges lantbruksuniversitet  
Institutionen för akvatiska resurser  
Kustlaboratoriet  
742 42 Öregrund  
Telefon 010-478 4148  
[www.slu.se/institutioner/akvatiska-resurser](http://www.slu.se/institutioner/akvatiska-resurser)

*Datavårdskap för miljögifter i fisk*

IVL Svenska Miljöinstitutet AB  
Box 210 60  
100 31 Stockholm  
Telefon 08-598 563 00  
[www.ivl.se](http://www.ivl.se)

## **Provtagningar**

*Program*

Programområde: Kust och Hav. Ingår i svensk nationell miljöövervakning.  
Delprogram: Integrerad kustfiskövervakning, Metaller och organiska miljögifter.  
Undersökningar: Kustfiskbestånd, Kustfisk – hälsa, Metaller och organiska miljögifter i biota.

*Undersökningstyper*

- Provfiske i Östersjöns kustområden – Djupstratifierat provfiske med Nordiska kustöversiktsnät.
- Provfiske med kustöversiktsnät, nätlänkar och ryssjor på kustnära grunt vatten.
- Hälsotillstånd hos kustfisk – biologiska effekter på subcellulär och cellulär nivå.
- Metaller och organiska miljögifter i fisk.

*Pågående provtagning*

- Provfiske med nätlänkar och Nordiska kustöversiktsnät (juli–augusti), fiskbestånd (abborre).
- Provfiske med ryssjor (oktober–november), yngelprovtagning, fysiologisk provtagning (tånglake).
- Insamlingsfiske med nät (september), fysiologisk provtagning (abborre).
- Halter av metaller och organiska miljögifter mäts i abborre och tånglake.
- Biologiska effekter mäts i abborre och tånglake.
- Mätning av vattentemperatur och siktdjup under isfri tid.

## **Annan miljöövervakning och forskningsverksamhet**

Kvädöfjärden fungerar även som referensområde till kustområdet utanför kärnkraftverket i Oskarshamn. Sedan 1962 har diverse provfiske utförts i olika långa tidsserier under perioden maj-oktober för att övervaka fiskbestånden i området. Bottenfauna har övervakats i området sedan år 1962. Vegetation på hårbotten övervakas sedan 1984 på en lokal. Kvädöfjärden var ett bland flera kustområden i Östersjön som ingick i ett forskningsprojekt inom EU (BEEP-projektet 2001–2004) som syftade till att kartlägga toxiska effekter hos fisk och blåmussla.

En statusbedömning för området har producerats av vattenmyndigheten och länsstyrelsen i Östergötlands län. Inom Lindödjupet (EU\_CD SE580000-164500) är den ekologiska statusen bedömd som måttlig. Även en expertbedömning av fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer indikerar måttlig status. Ytterligare information kring bedömningen kan hämtas på VISS Vatteninformationssystem Sveriges hemsida:

[www.viss.lst.se](http://www.viss.lst.se)



## Samhälls- och populationsvariabler, fysiologiska hälsovariabler och miljögifter

Responsgrupp	Variabel
Samhällsstruktur	Art- och storlekssammansättning. Totalt antal och biomassa av enskilda arter. Längd hos enskilda individer.
Abundans	Fångst per fiskeansträngning av enskilda arter.
Demografi	Könsfördelning hos abborre och åldersfördelning hos abborrhonor. Könsfördelning hos tånglake och åldersfördelning hos tånglakehonor.
Reproduktion och endokrina störningar	Gonadsomatiskt index (GSI) hos abborre; embryomatiskt index (ESI), fekunditet och yngelhälsotillstånd hos tånglake.
Patologi	Sjukliga förändringar (deformationer, sår, inre och yttre skador).
Blodstatus och jonreglering	Hematokrit (HT), hemoglobin (Hb) och antalet omogna röda blodceller (iRBC), plasma Cl <sup>-</sup> , Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> och Ca <sup>2+</sup> hos abborre och tånglake.
Immunförsvar	Lymfocyter, granulocyter, trombocyter, totalt antal vita blodceller hos abborre och tånglake.
Leverfunktion	Levermorfologi, leversomatiskt index (LSI), etoxyresorufin-O-deetylas (EROD), glutationreduktas (GR), glutationstransferas (GST), katalas och metallothionein (MT) hos abborre och tånglake.
Tillväxt, energilagring och metabolism	Tillväxthastighet, konditionsfaktor, leverstorlek, fetthinnehåll, blodglukos och blodlaktat hos abborre och tånglake.
Metaller och organiska miljögifter	I lever: Cd, Cu, Cr, Ni, Zn, As, Ag, Sn, Se och Pb. I muskel: Hg, PCB (Polyklorerade bifenyl, har använts som mjukgörare i plaster, i hydraulvätska, i transformatorer mm., totalförbjöds 1978), DDT (Diklordifenyltrikloretan, har använts för insektbekämpning, totalförbjöds 1975), HCH:er (Hexaklorocyclohexaner, tre typer mäts $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ (även kallad lindan), har använts för insektbekämpning, förbjöds inom jordbruket 1978). HCB (Hexaklorbensen, har använts som svampbekämpningsmedel och som industriråvara men kan även bildas vid förbränning, togs bort från marknaden 1980).

### Hur man refererar till faktabladet

Förlin, L., Larsson, Å., Parkkonen, J., Ericson, Y., Ek, C., Faxneld, S., Danielsson, S., Nyberg, E., Olsson, J., Franzén, F. 2017. Faktablad från integrerad kustfiskövervakning 2017:3. Kvädöfjärden (Egentliga Östersjön) 1988-2016.

### Hämtning av faktablad och data från datavärden

Detta faktablad kan hämtas från datavärden på adressen:

<http://www.slu.se/faktablad-kustfisk>

Kustfiskbeståndsdata presenterat i detta faktablad kan hämtas från datavärdens kustdatabas på adressen:

<http://www.slu.se/kul>

### Beskrivning av använda indikatorer för kustfiskbestånd

Beskrivning av hur indikatorer valts ut och vad de representerar kan läsas i:

HELCOM. 2012. Indicator based assessment of coastal fish community status in the Baltic Sea 2005-2009. Balt. Sea Environ. Proc. No. 131B. Bergström, L., Bergenius, M., Appelberg, M., Gårdmark, A., Olsson, J. m fl.

<http://helcom.fi/Lists/Publications/BSEP131.pdf>