

Faktablad från Integrerad kustfiskövervakning 2017:2

Holmöarna (Bottniska viken) 1989-2016



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

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser. Öregrund 2017.

Faktablad från Integrerad kustfiskövervakning 2017:2

Holmöarna (Bottniska viken) 1989-2016

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: Jens Olsson

Svensk miljöövervakning på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten och Naturvårdsverket
Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser. Öregrund 2017-05-29.

SAMMANFATTNING.....	3
Temperatur och siktdjup	3
Fisksamhällets struktur och funktion.....	3
Yngelprovtagning tånglake	3
Hälsotillstånd	4
Metaller och organiska miljögifter	4
Sammanvägd bedömning av tillståndet för kustfisk vid Holmöarna	4
BAKGRUND	5
OMRÅDESBESKRIVNING	6
Provfiskeplats	6
Områdesskydd och mänsklig påverkan	6
Rekryteringsmiljöer	6
Salthalt.....	6
Karta över Holmöarna.....	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	15
Röda och vita blodceller samt jonreglering	18
Abborre, miljögifter	20
Bly	21
Organiska miljögifter	22
Tånglake, fångst och ålder	23
Tånglake, yngelkontroll	24
Tånglake, miljögifter.....	26
Metaller.....	26
Klassiska miljögifter	26
SAMMANVÄGDA BEDÖMNINGAR OCH SLUTSATSER	28
MILJÖÖVERVAKNING VID HOLMÖARNA.....	31

Sammanfattning

Kustområdet vid Holmöarna i Västerbotten utgör sedan slutet av 1980-talet ett referensområde för Bottenviken inom den nationella miljöövervakningen. Här bedrivs årligen en omfattande och integrerad kustfiskövervakning i syfte att kartlägga fiskbeståndens status, fiskens hälsotillstånd och miljögiftsbelastning. Detta faktablad presenterar följande resultat och bedömningar från den integrerade kustfiskövervakningen vid Holmöarna under tidsperioden 1989-2016:

Temperatur och siktdjup

- Det har inte skett någon signifikant förändring i siktdjup och temperatur vid Holmöarna sedan undersökningarna startade.

Fisksamhällets struktur och funktion

- Fisksamhället, som domineras av abborre och mört, tycks gå mot ett mer karpfiskdominerat tillstånd, då mängden karpfisk, främst mört, ökat kraftigt under åren. Förklaringar till en ökning av karpfiskar i ett område kan vara ökad vattentemperatur, minskad salthalt och en påverkan av övergödning. Vid Holmöarna har det som nämnts ovan inte setts någon signifikant trend över tid för temperaturen eller siktdjupet som mätts under provfisket i augusti.
- Mört och sik är de enda arterna som ökat signifikant i den tidsserie för Nordiska kustöversiktsnät som startade år 2002 i området. Åren 1989-2014 fiskades det även med traditionella kustöversiktsnät. Under denna tidsperiod sågs förutom ökningen av mört, också en positiv trend för löja, samt en negativ trend för sik.
- I tidsserien för de Nordiska kustöversiktsnäten ses en ökning av stora fiskar sedan starten år 2002. Den här ökningen beror framför allt på att det har fångats fler stora mörtar och sikar under senare år.
- Den trofiska medelnivån i fångsten av minskat i båda provfiskeserierna, vilket troligtvis beror på den ökade fångsten av mört.
- 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 Holmöarna nå upp till god miljöstatus för abborre och rovfisk, men inte för karpfisk, som ligger på en för hög nivå.
- Några varma somrar i början av 2000-talet har gynnat tillväxten hos abborre, och medellängden hos två-, tre- och fyraåringar har ökat under mätperioden.

Yngelprovtagning tånglake

- Vid Holmöarna uppnår de yngelbärande tånglakehonorna relativt sett högre ålder, men har en långsammare tillväxttakt än i de sydligare referensområdena i Egentliga Östersjön och i Västerhavet.

- Andelen honor med döda yngel var rekordhög i Holmöarna år 2016. Trots detta tyder övriga resultat på relativt goda förutsättningar för tånglaken vid Holmöarna. Missbildade eller döda tånglakeyngel förekommer mer sällan vid Holmöarna jämfört med i referensområdena Kvädöfjärden i Östergötland och Fjällbacka i Bohuslän.

Hälsotillstånd

- Med tiden uppvisar allt fler hälsovariabler hos honabborrar vid Holmöarna signifikanta tidstrender eller starka tendenser till förändringar som tyder på att de sannolikt exponeras för kemiska ämnen som påverkar olika fysiologiska funktioner. Tydliga förändringar är inducerat avgiftningssystem, förminskade könskörtlar med färre ägg och minskande halter guleprotein i blodet. Ökade aktiviteter av enzymen glutathionreduktas (GR) och katalas i levern tyder på ökad oxidativ stress. Dessutom noteras en påverkad kalciumreglering och förändrad röda blodcells bild. Hos hanfiskar noteras en signifikant ökad aktivitet av enzymet glutathiontransferas (GST) i levern, en signifikant minskning av hematokritvärdet i blodet och ett minskat antal omogna röda blodceller.
- Förändringarna hos abborrar vid Holmöarna stämmer väl överens med den mångfacetterade symptombild som även ses hos abborrar respektive tånglaker i andra kustreferensområden (Kvädöfjärden, Torhamn och Fjällbacka). Den komplexa symptombilden pekar på att det sannolikt är fråga om samverkans effekter av flera olika kemiska ämnen.

Metaller och organiska miljögifter

- De flesta organiska miljögifter och metaller som övervakas uppvisar dock minskande halter i abborre över hela tidsperioden. Undantag är koppar som ökat under hela tidsperioden samt PCB och HCB som planat ut de senaste tio åren
- Till skillnad från i abborre ses i tånglake ingen tydlig minskning av organiska miljögifter som DDT och PCB samt metallen bly sett över hela tidsperioden, men övervakningen påbörjades senare (1995) och avslutades 2007. α -HCH och HCB minskar, medan kadmium ökar över hela tidsperioden.

Sammanvägd bedömning av tillståndet för kustfisk vid Holmöarna

Den integrerade kustfiskövervakningen visar för varje år ett alltmer påverkat hälsotillstånd hos abborre trots att de flesta analyserade metaller och organiska miljögifter visar nedåtgående trender eller oförändrade halter. Den tydliga och successiva påverkan som ses på hälsotillståndet på individnivå har ännu inte resulterat i några påtagliga förändringar på bestånds- eller samhällsnivå. Här ses ökad individuell tillväxt för abborre, ökande bestånd av karpfisk och ökning av stora fiskar sedan början av 2000-talet. Den ökade tillväxttakten hos abborre tyder på i övrigt gynnsamma förhållanden för abborrar i området, medan utveckling för karpfisk är oönskad. Hos tånglake fluktuerar halterna av miljögifter mellan åren, men artens tillstånd vid Holmöarna bedöms som stabilt.

Det är angeläget att klarlägga om det är okända miljögifter, kända miljögifter som inte övervakas idag, eller andra bakomliggande miljöfaktorer som orsakar förändringarna i kustfiskars hälsotillstånd, och om eventuella följd effekter kan spåras på beståndsnivå.

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 vid Holmöarna i Västerbottens län ingår i programmet för integrerad kustfiskövervakning inom den nationella havsmiljöövervakningen. Kustområdet vid Holmöarna utvaldes i slutet av 1980-talet som ett lämpligt nationellt referensområde för Bottenviken. Undersökningsområdet ligger inom Holmöarnas naturreservat och ingår också i nätverket Natura 2000. Den integrerade kustfiskövervakningen vid Holmöarna bedrivs i följande tre delprogram: *Beståndsövervakning*, *provfiske*; *Övervakning av hälsotillstånd hos fisk*; och *Metaller och organiska miljögifter i biologiska prover* (för ansvariga institutioner, se sidan 31). De olika delprogrammen har olika startår, men är integrerade från 1993. Övervakningen av miljögifter i tånglake avslutades 2007 vid Holmöarna.

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

Åren 1989-2014 utfördes provfiske för beståndsövervakningen i Holmöarna med traditionella kustöversiktsnät. Från och med 2002 fiskas även med Nordiska kustöversiktsnät. År 2015 och 2016 användes endast de Nordiska kustöversiktsnäten. Storleken på fångsterna skiljer sig lite åt mellan de två nättyperna eftersom de är sammansatta av olika maskstorlekar, men när man ser till hur de beskriver fisksamhällenas utveckling över tid skiljer sig inte de båda redskapen nämnvärt åt.

Den integrerade kustfiskövervakningen vid Holmöarna har sedan 1989 genererat ett mycket omfattande och unikt datamaterial i form av långa tidsserier för ett 50-tal biologiska och kemiska mätvariabler. Detta 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 kustfiskeri och miljögiftsbelastningen i kustområdet vid Holmöarna.

Områdesbeskrivning

Provfiskeplats

Holmöarna ligger i Umeå kommun i Västerbottens län. Kustvattentypen är *Norra Kvarkens yttre kustvatten*.

Områdesskydd och mänsklig påverkan

Provtagningsområdet är karakteriserat som ett referensområde med mycket begränsad påverkan av lokala utsläppskällor, såsom småbåtstrafik, jordbruk, och enskilda avlopp, och anses inte påverkas av förorenande källor från svenska fastlandet. Stora delar av Holmöarna avsattes år 1980 som naturreservat, och området ingår i Natura 2000 nätverket.

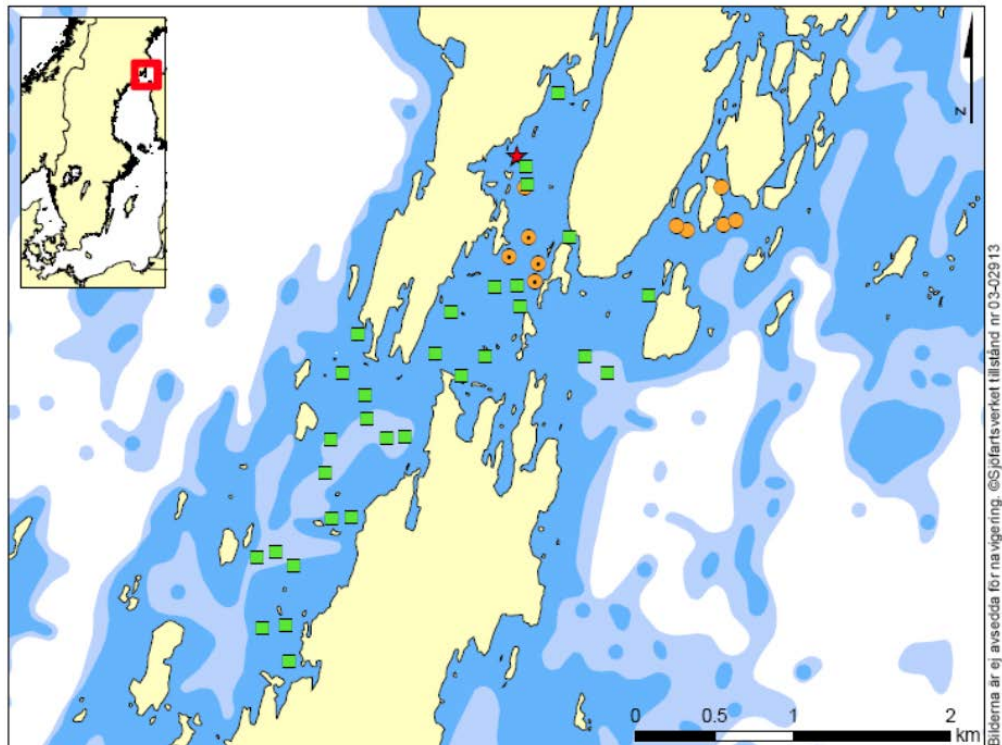
Rekryteringsmiljöer

Fiskerekryteringsstudier vid Holmöarna har utförts 1991, 2005 och 2014. Skärgårdsområdet karakteriseras av grunda landhöjningsmiljöer. Det är uppenbart att det framför allt är avsnörda grundområden som utgör de viktigaste rekryteringsmiljöerna för varmvattenarter i området, medan de mer öppna kuststräckorna utgör lekområden för sik och även den hotade kustlekande harren.

Salthalt

Salthalten i området varierar normalt mellan 3 och 4 psu.

Karta över Holmöarna



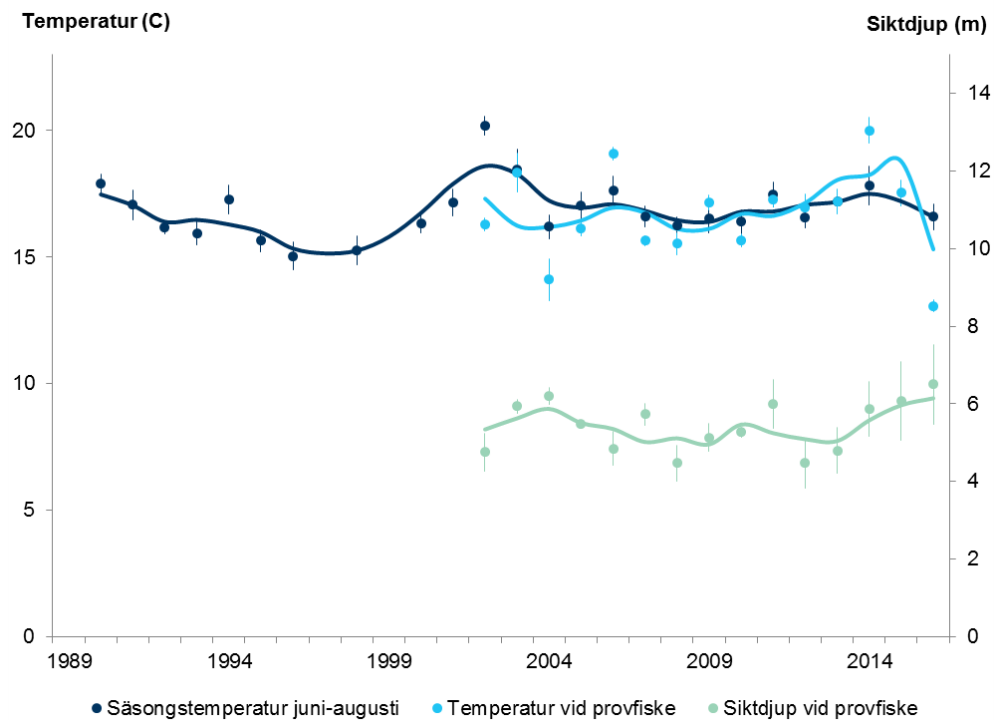
Kustfiskövervakning

- Bestånd, fiske på olika djupintervall (årligen, augusti)
 - Bestånd, upprepat fiske på fasta stationer (årligen, augusti) (fiskades ej 2015)
 - ⦿ Bestånd, upprepat fiske på fasta stationer (årligen, augusti) samt biokemi/fysiologi (årligen, september)
 - ★ Temperaturmätning, säsong (en gång varannan timme, isfri tid)
 - Tånglakeinsamling sker från varierande delar av området (årligen, oktober)
- 3 m
■ 6 m

Resultat kustfiskövervakningen

Temperatur och siktdjup

Medelsiktdjupet i samband med provfisket i augusti 2002-2016 har varierat mellan 4,5 och 6,5 meter. Det högsta värdet noterades år 2016, då man även uppmätte den rekordlåga medeltemperaturen 13,1 grader. Medeltemperaturen i vattnet har under provfisket varierat mellan 13,1 och 20,0 grader. Inga tidstrender noteras i varken siktdjup eller temperatur i samband med provfisket, och inte heller i de temperaturmätningar som görs regelbundet i området under juni - augusti (figur 1).



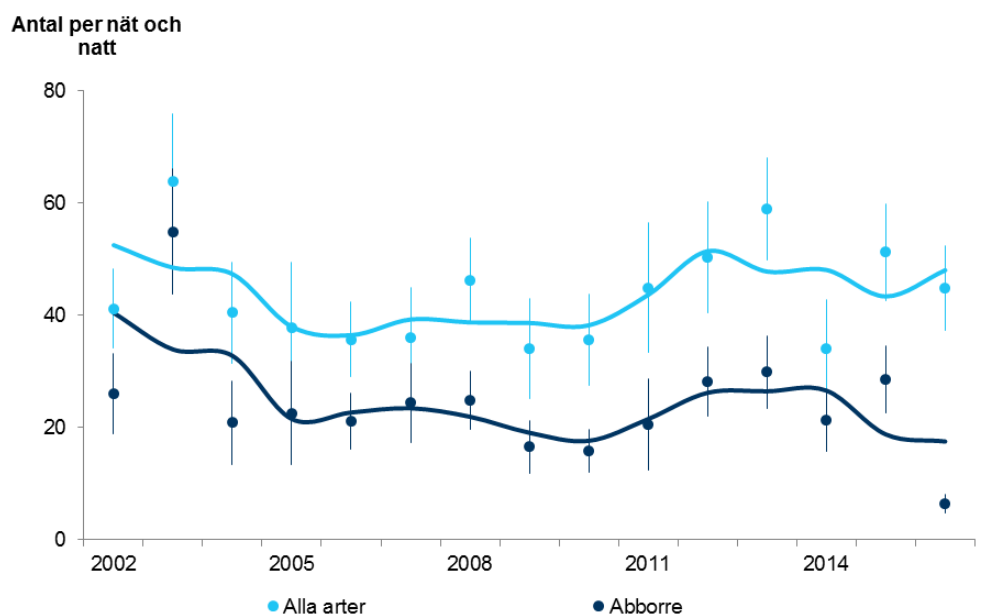
Figur 1. Temperatur och siktdjup vid provfiske i augusti samt medeltemperatur på 1 meters djup juni-augusti. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Grövre linjer visar tre års glidande medelvärde.

Fisksamhällets struktur och funktion

Fångst och artsammansättning

Fångstens storlek har varierat mycket mellan år under studieperioden i Holmöarna, men det ses ingen trend för det totala antalet fiskar eller för fångst av abborre (figur 2).

Abborre är en av de arter som används inom Havsmiljödirektivet som indikator för att bedöma miljöstatus för kustfisksamhällen i Östersjön. Enligt nuvarande bedömningsgrunder når Holmöarna upp till god miljöstatus för denna indikator. Detta oavsett vilket redskap bedömningen sker utifrån.



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

Totalt har 19 arter fångats i området, varav fyra arter enbart i kustöversiktnäten som användes mellan åren 1989-2014. Dessa arter är björkna, ruda, siklöja och harr, som alla förekommit i liten omfattning. Tabell 1 visar fångstdata för de Nordiska kustöversiktnäten 2002-2016. Antalet arter i fångsten har varierat mellan år, men det ses ingen trend över tid. Storspigg har fångats i området men finns inte med i artlistan eftersom endast individer med en kroppslängd på 12 centimeter eller längre ingår i beräkningarna för de Nordiska kustöversiktnäten. Detta eftersom mindre individer inte anses fångas representativt i näten.

Abborre och mört dominerar fisksamhället, de utgör tillsammans ungefär 90 procent av de fångade individerna. Fångsterna av mört och lake har ökat sedan fisket med de Nordiska kustöversiktnäten startade år 2002, i övrigt ses inga signifikanta trender över tidsperioden. Under provfisket perioden 1989 till 2014 med de traditionella kustöversiktnäten sågs förutom en ökning av mörtfångsterna även en ökning av löja samt en minskning av fångsterna av sik.

Den enda arten som fångats under provfisket i området och är uppsatt på ArtDatabankens rödlista (2015) är lake, som klassas som nära hotad.

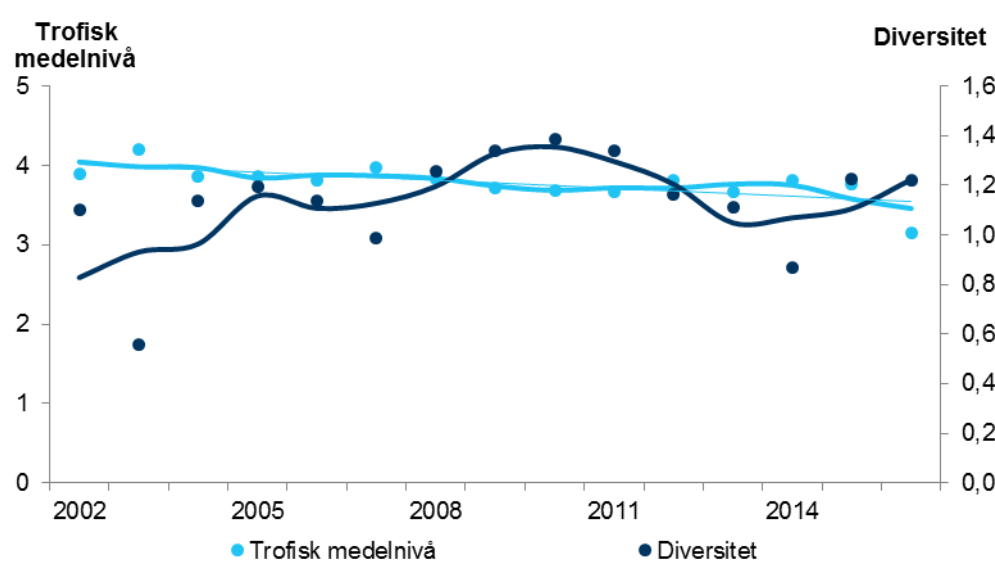
Tabell 1. Lista över arter som förekommit i provfisket. "Medelfångst" anger medelfångsten av arten för samtliga år. Färgerna indikerar hur vanlig arten varit ett visst år, jämfört med dess förekomst under samtliga år (mörk färg = högre förekomst. Vit färg = ingen förekomst). Arterna är sorterade så att arter som ökar mest återfinns 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. Data är baserat på antal per nät och natt. Fiskar mindre än 12 centimeter ingår inte.

Art	Medelfångst	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Trend	Status
Mört	<i>Rutilus rutilus</i>	9,96															+	
Sik	<i>Coregonus maraena</i>	0,60																
Strömming	<i>Clupea harengus</i>	4,14																
Löja	<i>Alburnus alburnus</i>	0,65																
Lake	<i>Lota lota</i>	0,01															+	NT
Gädda	<i>Esox lucius</i>	0,04																
Nors	<i>Osmerus eperlanus</i>	<0,01																
Mindre havsnål	<i>Nerophis ophidion</i>	<0,01																
Id	<i>Leuciscus idus</i>	<0,01																
Tånglake	<i>Zoarces viviparus</i>	<0,01																
Lax	<i>Salmo salar</i>	<0,01																
Stäm	<i>Leuciscus leuciscus</i>	0,02																
Gers	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	4,12																
Abborre	<i>Perca fluviatilis</i>	24,15																
Totalfångst (antal per station och natt)	43,71	41	64	41	38	36	36	46	34	36	45	50	59	34	51			
Totalt antal arter	7,67	8	6	9	9	7	6	7	6	7	7	10	8	6	9			

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 Holmöarna varierar mycket mellan åren, men det ses ingen trend över tid (figur 3). Värdena i Holmöarna ligger något lägre än de i ett sydligare referensområde, Kvädöfjärden i södra Östersjön.

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 Holmöarna visar en svagt nedåtgående trend (figur 3). Detta beror troligtvis på en ökad mängd mört i fångsten. Mörtens trofiska nivå ligger på 2,8 vilket gör att en stor andel mört sänker medelnivån för hela fångsten. Den trofiska medelnivån i Holmöarna ligger dock fortfarande något över den i Kvädöfjärden men i nivå med Torhamn.



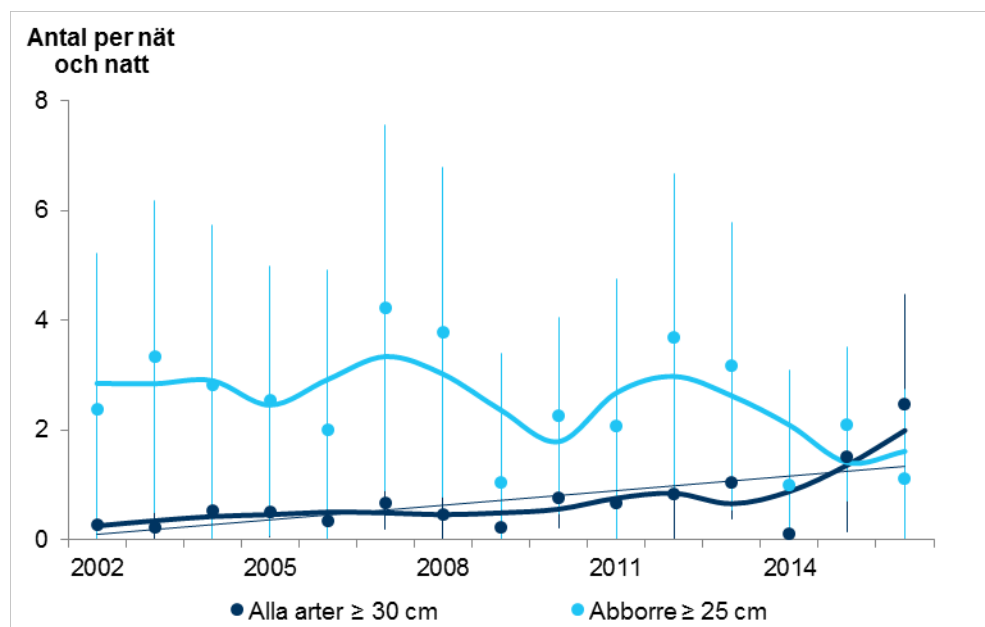
Figur 3. Diversitet och trofisk medelnivå hos provfiskefångsten i augusti. Diversiteten är beräknad som Shannon-Wiener index. De grövre linjerna visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.

Stor fisk

Stora individer är särskilt viktiga för både reproduktion och predation 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 Holmöarna dominerar sik och abborre, följt av gädda. Fångsten av stora individer ligger överlag på en låg nivå, dock ses en signifikant

ökande trend sedan starten år 2002 (figur 4). Den här ökningen beror framför allt på att det har fångats fler stora mörtar och sikar under senare år.

Till stora abborrar räknas individer som är 25 cm eller större. Fångsten av stora abborrar har varierat mellan åren, men där ses ingen trend över tid (figur 4).



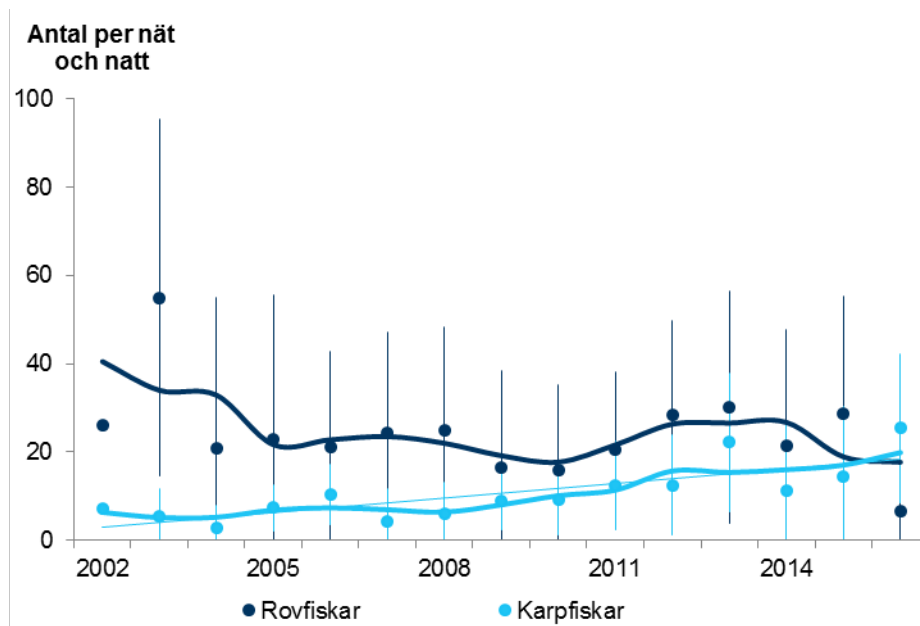
Figur 4. Fångst (antal per nät och natt) av stora individer (30 cm och större) samt stora abborrar (25 cm och större) under provfiske i augusti. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. De grövre linjerna visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.

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. I Holmöarna ses en ökning av mängden karpfiskar under studieperioden (figur 5), men däremot ses ingen ökning av vattentemperaturen (figur 1). Fångsten av karpfiskar i området utgörs till största delen av mört.

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. I Holmöarna ses ingen signifikant trend i fångsterna av rovfiskar (figur 5).

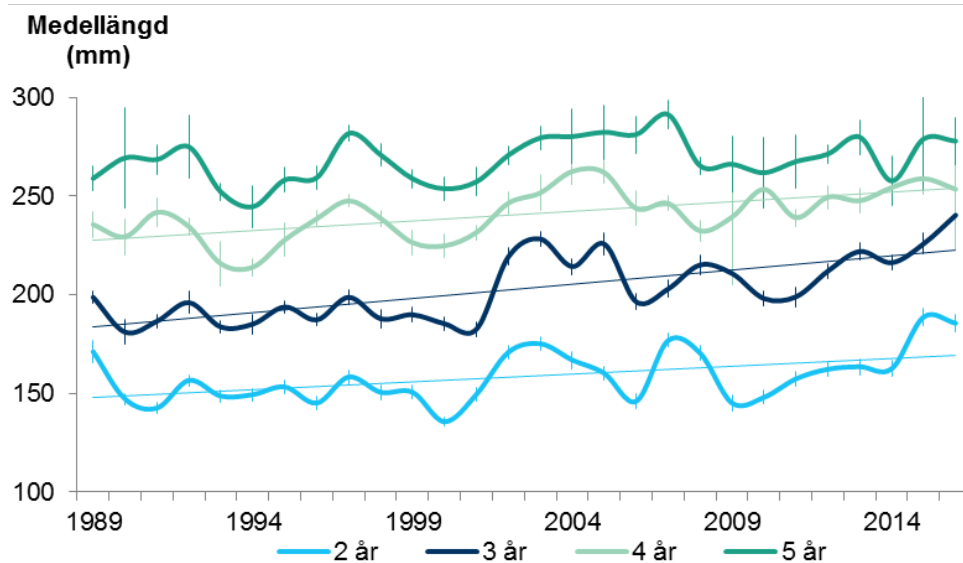
Både karpfisk och rovfisk är indikatorer som används inom Havsmiljödirektivet vid miljöstatusbedömning av kustfisksamhällen i Östersjön. Enligt nuvarande bedömningsgrunder anses Holmöarna inte nå upp till god miljöstatus när man tittar på indikatorn karpfisk då den har för höga värden, men däremot når området god miljöstatus för rovfisk.



Figur 5. Fångst (antal per nät och natt) 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 trend.

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 tillväxten, och medellängden hos två-, tre- och fyraåringar har ökat under mätperioden (figur6).



Figur 6. Medellängd hos åldersklasserna två- till femåringar vid fångstillfället i augusti. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Tunna linjer signifikanta trender. Observera att y-axeln börjar på 100.

Abborre, hälsotillstånd

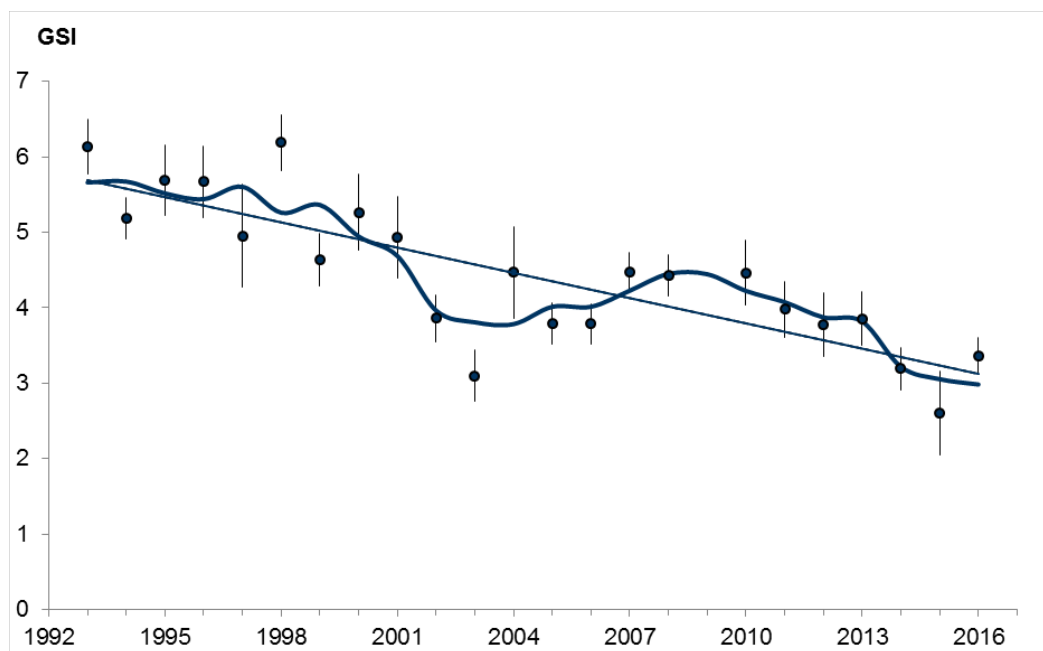
Undersökningarna omfattar mätning av ungefär 25 biokemiska, fysiologiska och histologiska mätvariabler, så kallade biomarkörer, som beskriver viktiga fysiologiska funktioner hos fisken. Under första delen av undersökningsperioden (åren 1990-1999) observerades inga signifikanta förändringar eller tidstrender för några hälsovariabler hos abborre, vilket kan ses som naturligt i ett referensområde som valts för att vara obetydligt påverkat av samhälleliga och industriella verksamheter.

Under de senaste tio åren visar dock undersökningarna vid Holmöarna att det skett signifikanta förändringar i ett antal biomarkörer, vilket kan betraktas som en indikation på en ökad miljöpåverkan och på att abborrens hälsotillstånd blir alltmer påverkat. År 2016 observeras signifikanta tidstrender för tio biomarkörer och starka tendenser för ytterligare tre biomarkörer. Det visar att abborrarna vid Holmöarna är klart påverkade, och visar alltför förändringar som liknar de effekter som under många år har observerats i referensområdet Kvädöfjärden.

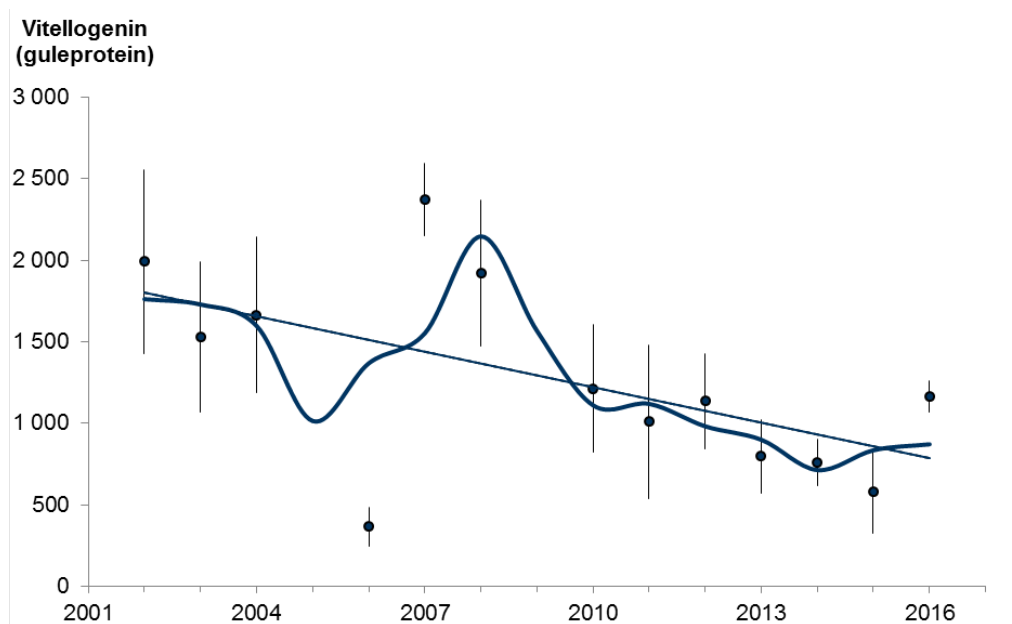
Medelåldern under hela tidsperioden för abborre i det undersökta storleksintervallet (20-30 centimeter) är cirka 4,3 år och uppvisar en signifikant minskande trend under samma tidsperiod.

Leverfunktion och fortplantning

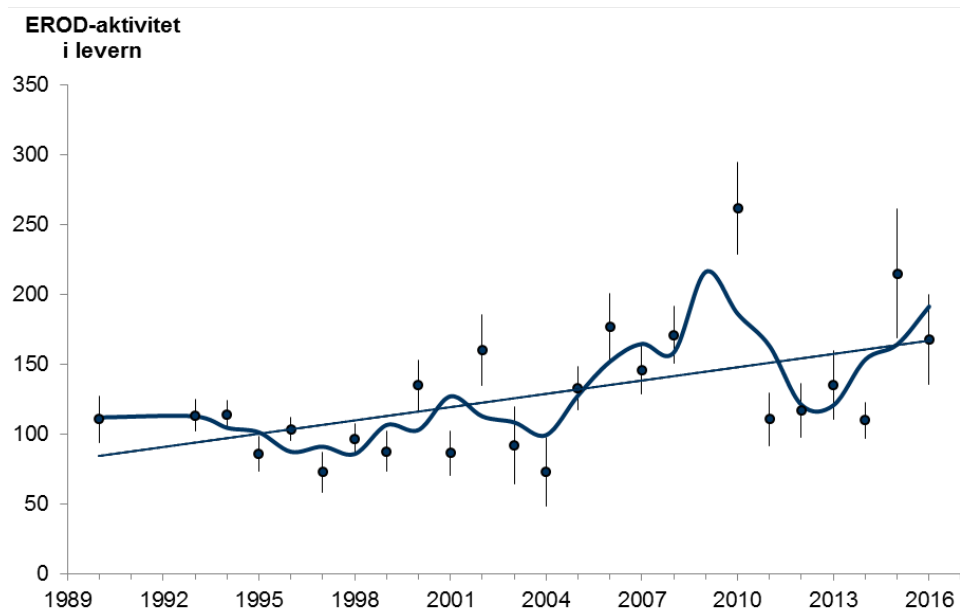
Den relativa gonadstorleken (GSI) hos abborrhonor har minskat med drygt 25 procent under mätperioden (figur 7). Minskningen avstannade 2004 och följdes av en svag ökning under några år. Därefter noteras en ny minskning under de senaste åren. Dessa förändringar är i linje med att halten guleprotein, vitellogenin, visar signifikant minskande halter i blodet hos abborrhonor sedan dessa började mätas (figur 8). Dessutom observeras en ökad aktivitet för avgiftningssenzymet EROD i levern under 2000-talet, vilket tyder på en ökad exponering för kemiska ämnen. Nivån för EROD-aktiviteten hos abborre år 2010 var den högsta som hade uppmätts i ett kustreferensområde. Denna höga nivå följdes år 2011 av en markant lägre EROD-aktivitet under fyra år. År 2015 och 2016 noteras på nytt en högre EROD-aktivitet. För hela mätperioden 1993-2015 ses en signifikant ökande tidstrend (figur 9).



Figur 7. 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.

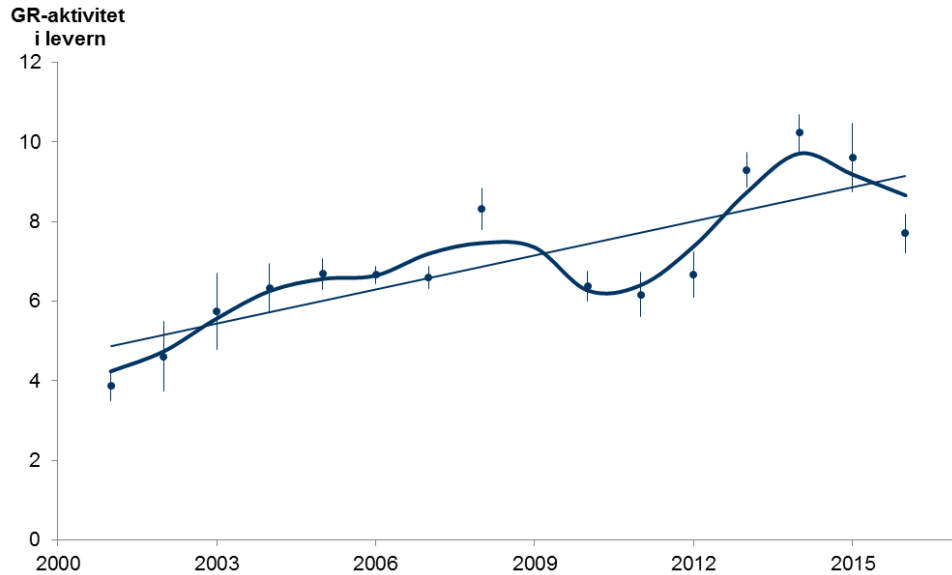


Figur8. Vitellogeninhalten (ng/ml plasma) i blodet hos köns mogna abborrhonor. Vertikala linjer anger 95% konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.



Figur 9. 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.

Hypotesen att abborrarna vid Holmöarna är klart påverkade av en förändrad kemikaliebelastning i miljön stärks av ytterligare observationer under senare år. Sedan 2001 mäts bland annat aktiviteten av enzymerna glutation-S-transferas (GST) och glutationreduktas (GR) i levern. GST uppvisade en signifikant minskning under perioden 2001-2011, vilken bedömdes vara orsakad av någon yttre miljöförändring. Effekten behöver inte vara negativ för organismen utan kan även spegla en minskad exponering för något specifikt ämne. Åren 2012-2015 noteras dock en successiv stark ökning av GST-aktiviteten hos honabborrar. Även hanabborrar visar en signifikant ökning på senare år med en dubblad aktivitet av GST under tiden 2013-2016. De observerade förändringarna av GST bör bli föremål för ytterligare studier. En signifikant ökande tidstrend för GR-aktiviteten i levern (figur 10) tyder på förhöjd oxidativ stress hos fisken. På senare år observeras också en signifikant ökning av katalas-aktiviteten i levern. Liknande ökning för GR och katalas observeras hos abborre från kustreferensområdena Kvädöfjärden och Torhamn.



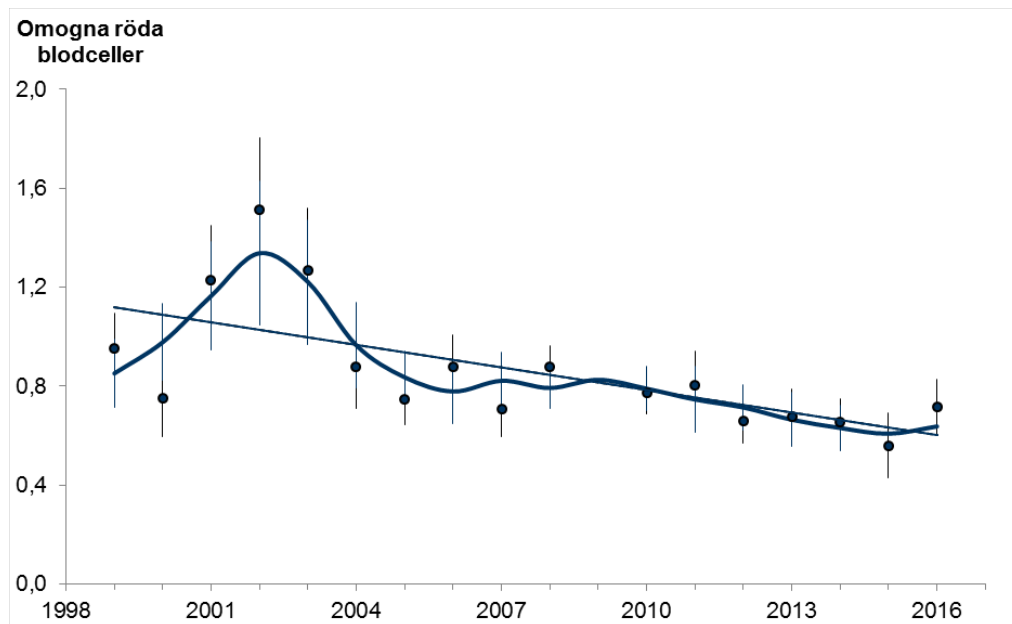
Figur 10. Aktivitet av glutationreduktas (GR; nmol/mg protein x min) i levern hos abborrhonor. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.

Röda och vita blodceller samt jonreglering

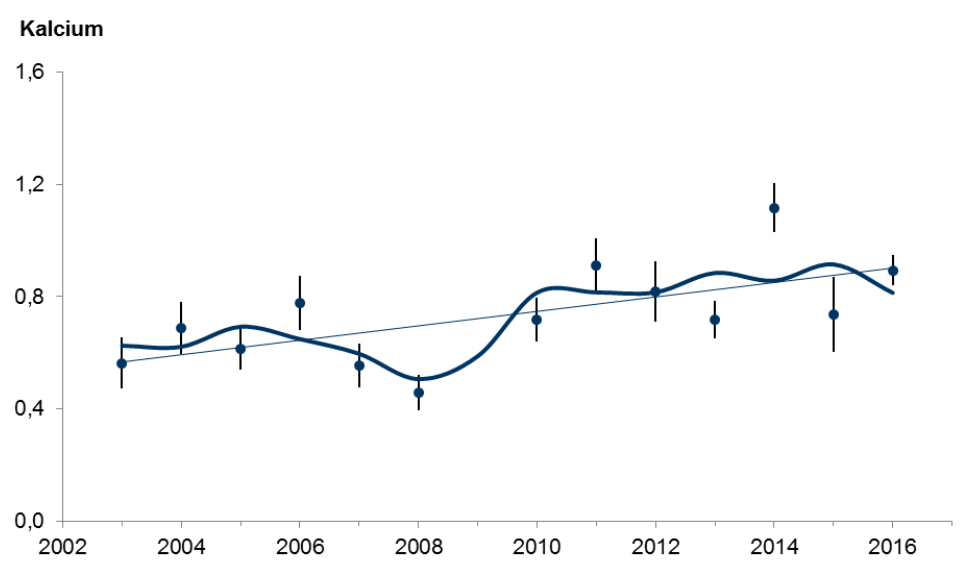
Signifikant minskande tidstrender för antalet omogna röda blodceller (figur 11) och för hematokritvärdet, samt en stark tendens till lägre hemoglobinhalter i blodet, är tecken på att den röda blodcells bilden är påverkad hos abborrhonor vid Holmöarna.

Det totala antalet vita blodceller visar en uppgång under perioden 1999-2007, följt av en tendens till minskning under senare år. Detta är samma tidsmässiga förändring som noterats för vita blodceller hos abborrar i Kvädöfjärden.

En signifikant ökande tidstrend för kalciumkoncentration i blodet hos abborrhonorna (figur 12) kan tyda på att effekter på saltregleringen nu börjar uppträda även vid Holmöarna i likhet med andra kustreferensområden.



Figur 11. Andelen omogna röda blodceller (% av totala antalet blodceller) i blodet hos abborrhonor perioden 1999-2015. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.



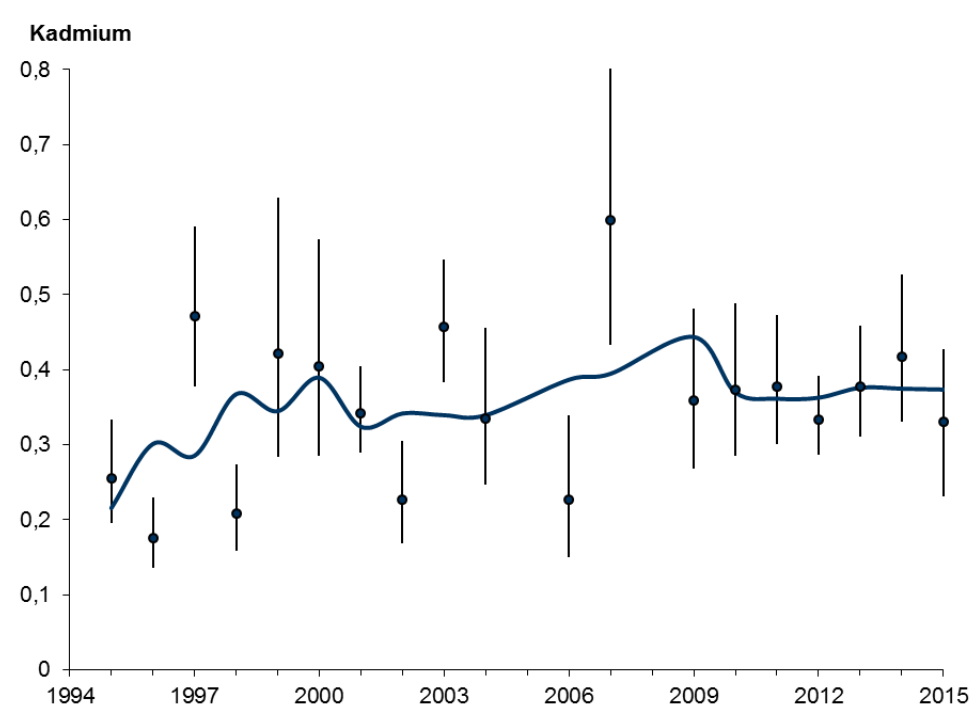
Figur 12. Koncentrationen av kalcium i blodet (mmol/l) hos abborrhonor. Vertikala linjer anger 95% konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.

Hälsoundersökningarna under perioden 1990-2016 har främst utförts på könsmogna honabborrar. Numera finns även en kortare tidsserie för vissa mätvariabler på könsmogna hanabborrar. Resultaten från dessa undersökningar på hanfiskar visar bland annat en successiv minskning av gonadstorleken och en signifikant ökad GST-aktivitet i levern sedan 2011. Hanfiskarna visar också signifikant nedåtgående tidstrender för hematokritvärdet och för antalet omogna röda blodceller, vilket tyder på

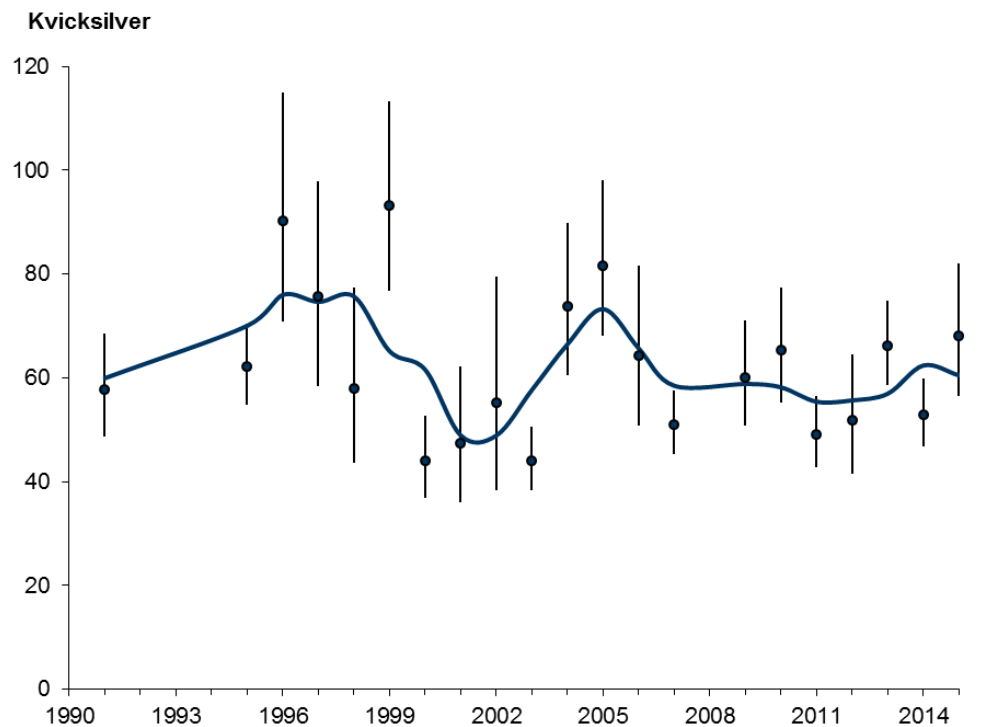
liknande påverkan på blodets syreupptagningsförmåga som observerats hos honabborrar i området.

Abborre, miljögifter

För halterna av kadmium i lever och kvicksilver i muskel syns ingen trend under övervakningsperioden (figur 13 och 14). För kvicksilver ligger dock medelvärdet 2015 på 60 ng/g färskvikt, vilket är över det gränsvärde (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).



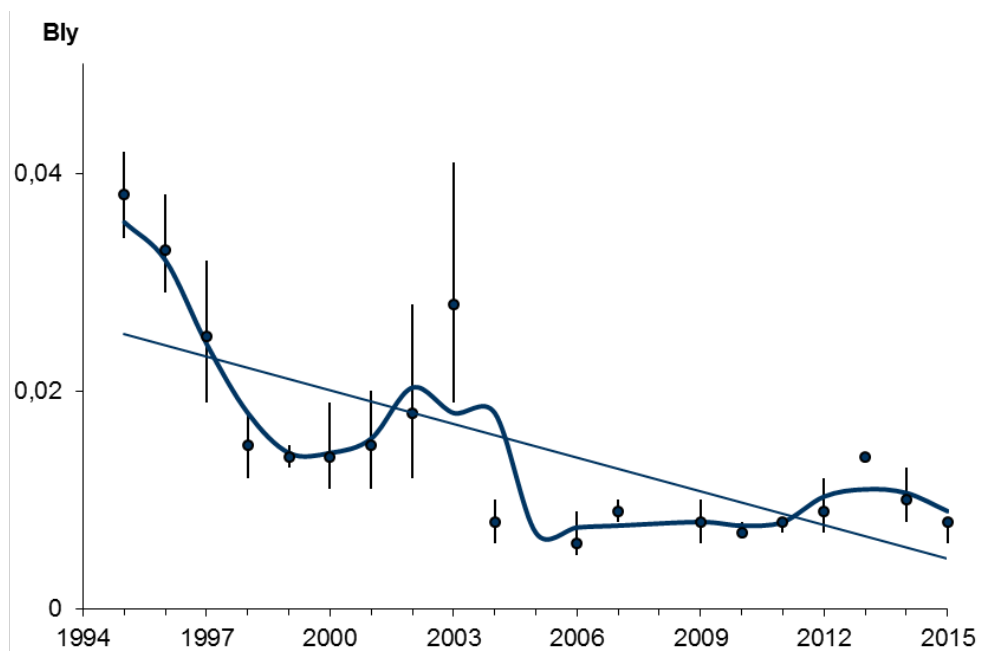
Figur 13. Kadmiumpkoncentrationen (µg/g torr vikt) i lever hos abborre. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde.



Figur 14. Kvicksilverkoncentrationen (ng/g färskvikt) i muskel hos abborre. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde.

Bly

Koncentrationerna av bly längst den svenska kusten har i många fall visat nedåtgående trender i fisk. Den främsta förklaringen till detta är med största sannolikhet utfasningen av bly i bensin som startade under 1970-talet. Halterna av bly i abborre minskar signifikant sett över hela tidsperioden, (figur 15), och de ligger under det föreslagna gränsvärdet som är satt i fiskmuskel enligt EU-förordningen om livsmedel. Dock har koncentrationen under de senaste tio åren planat ut.



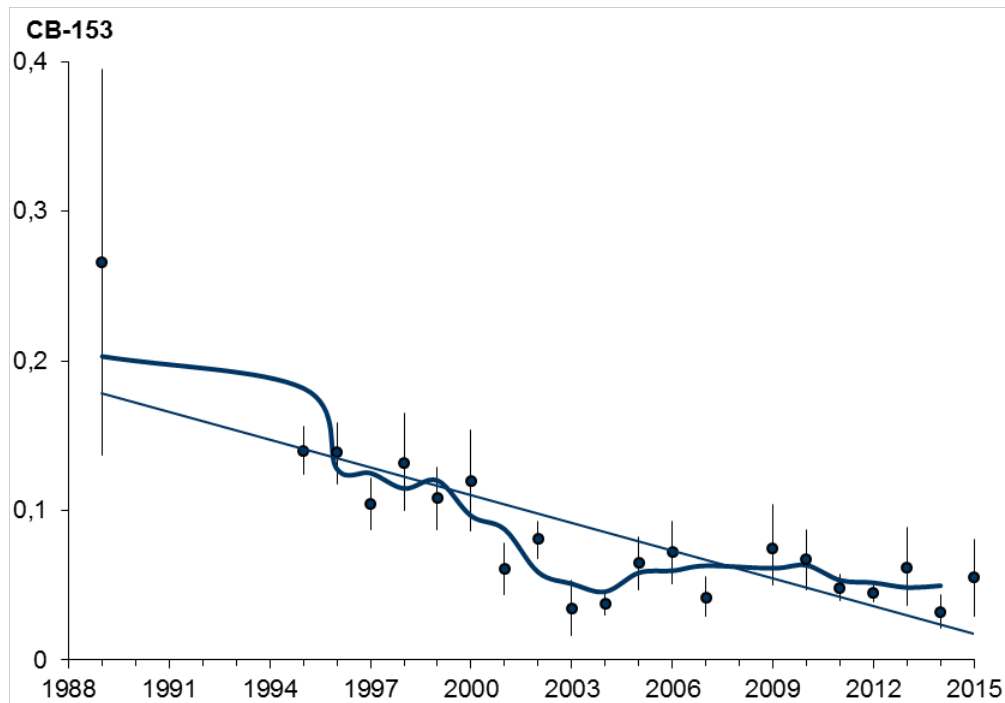
Figur 15. Blykoncentrationen (µg/g torrsvikt) i lever hos abborre. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.

Organiska miljögifter

De klassiska organiska miljögifterna PCB, DDT, HCH och HCB har alla minskat under hela övervakningsperioden, liksom i större delen av övriga Östersjön.

Detta illustreras här av minskningen av PCB-typen CB-153 (figur 16).

Minskningarna är resultat av förbud mot användningen av dessa ämnen under 1970- och början av 1980-talet. Under de senaste drygt tio åren har dock värdena av CB-153 och HCB legat på ungefär samma nivå. Samtliga av de undersökta organiska miljögifterna ligger under deras respektive gränsvärden som är satta enligt OSPAR-konventionens Environmental Assessment Criteria (CB-153 och DDT), EU-direktivets Environmental Quality Standards (HCB) eller IVL Svenska Miljöinstitutets omräknade gränsvärde (HCH).

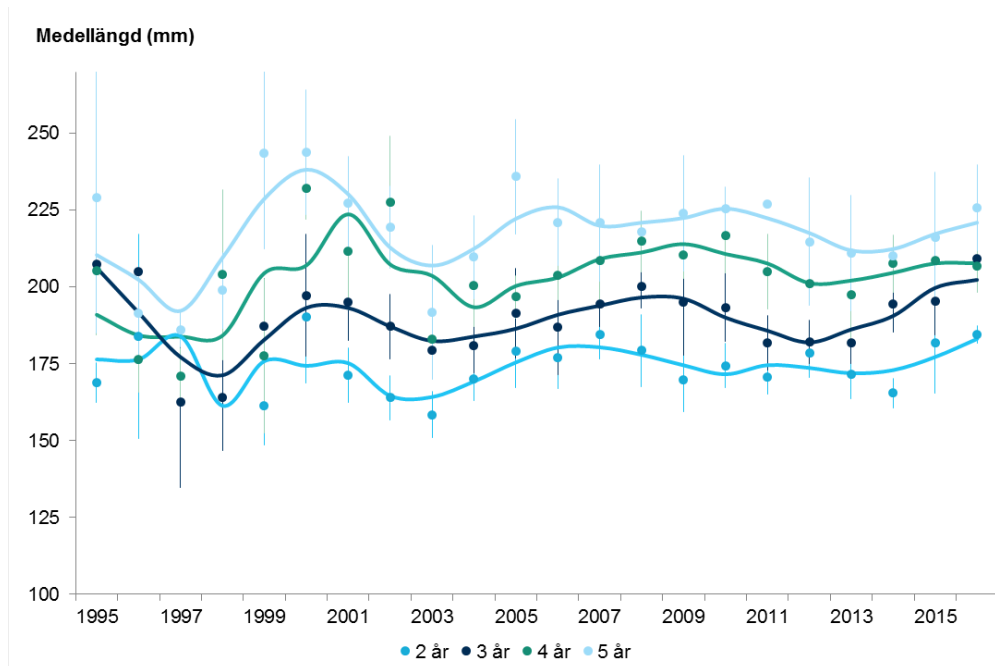


Figur 16. Koncentration av PCB-typen CB-153 ($\mu\text{g/g}$ fettvikt) i muskel hos abborre. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.

Tånglake, fångst och ålder

Fångsten av tånglake per station och natt för åren 1989-2016 är låg i nätprovfisket i augusti och visar inte någon trend över tid (tabell 1).

Åldersanalys har utförts årligen på 29-50 yngelbärande tånglakehonor fångade med ryssjor i oktober under perioden 1995-2016. De fångade yngelbärande honorna har varit 1-12 år gamla. I genomsnitt har ungefär 80 procent av dem varit i åldrarna 2-5 år. Ingen generell tidstrend finns för medellängden hos tånglakar av dessa åldrar i Holmöarna (figur 17). I referensområden i Egentliga Östersjön och i Västerhavet är tillväxttakten snabbare och medelåldern bland de provtagna honorna därför lägre än i Holmöarna.

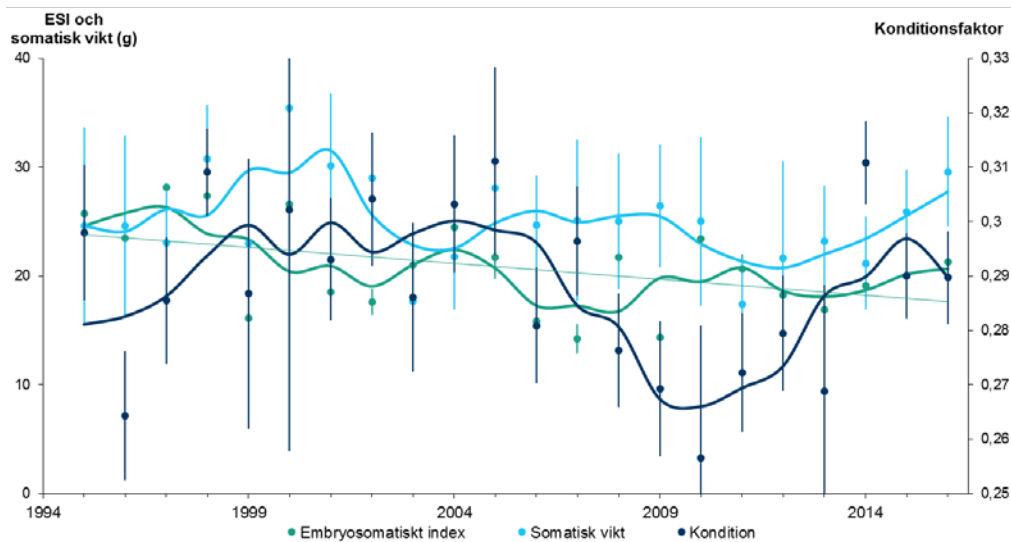


Figur 17. Yngelbärande tånglakehonors medellängd (mm) för 2-5-åringar i oktober. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Grövre linjer visar tre års glidande medelvärde.

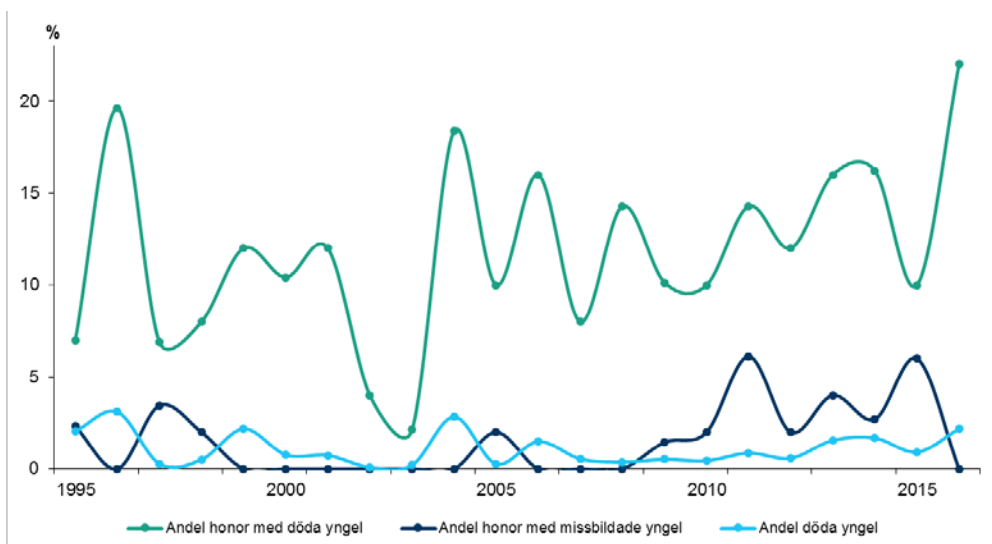
Tånglake, yngelkontroll

Under perioden 1995-2016 har tånglakehonornas längd, vikt och kondition varit relativt oförändrad, medan gonadvikten har minskat. Detta har medfört att det embryomatiska indexet, det vill säga kvoten mellan yngelvikten och honans vikt, har minskat signifikant (figur 18). Det relativa antalet yngel har inte förändrats. En sannolik förklaring till att ynglen blivit mindre, men inte färre, är att provtagningsperioden under andra halvan av serien tidigare lagts med nästan en månad och ynglen därmed inte hunnit växa sig lika stora. Sambandet mellan provtagningsdatum och längd hos ynglen mellan åren 1995-2007 är statistiskt signifikant.

Även ynglen i tånglakehonorna har analyserats för åren 1995-2016. Inom perioden förekommer missbildade eller döda yngel mycket sällan, och värdena i Holmöarna är mycket lägre än dem i referensområdena Kvädöfjärden i Egentliga Östersjön och Fjällbacka i Västerhavet. År 2016 var dock andelen honor med döda honor rekordhög och den totala andelen döda yngel högre än på tio år. Det hittades däremot inga honor med missbildade yngel (figur 19).



Figur 18. 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. Tunn linje visar signifikant trend.

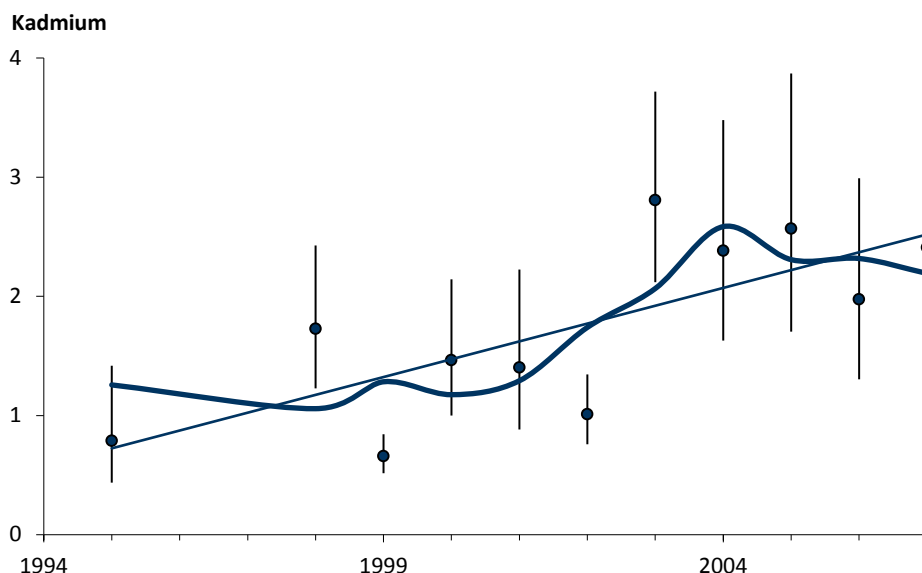


Figur 19. Andel honor med döda eller missbildade yngel samt andel döda yngel (%). Tunn linje visar signifikant trend.

Tånglake, miljögifter

Metaller

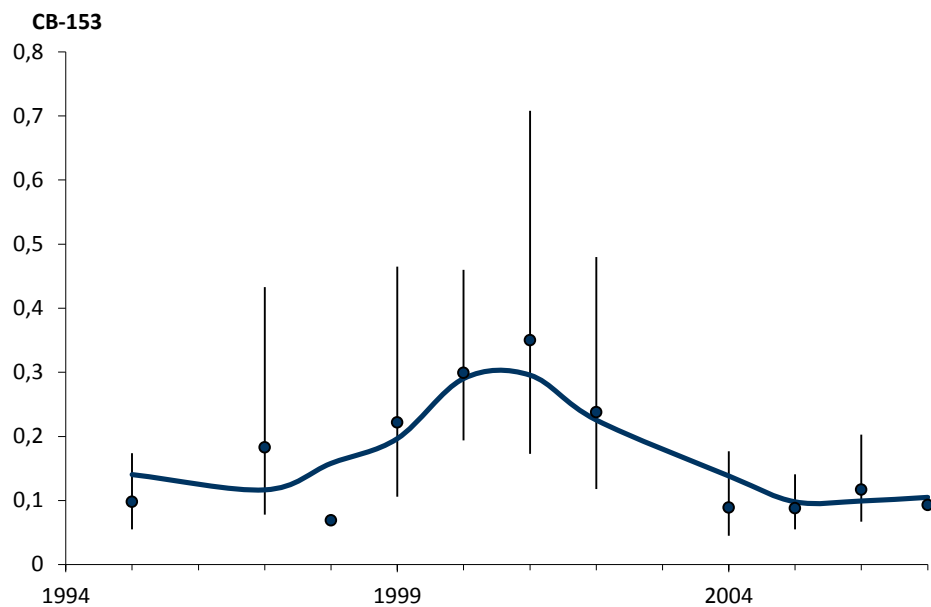
Halterna av kadmium har ökat mellan 1995-2007 med i genomsnitt ca 10 procent per år (figur 20), dock ligger koncentrationerna fortfarande under det gränsvärde som satts för sekundär förgiftning. Blykoncentrationerna har minskat signifikant under den övervakade tidsperioden, och även här ligger halterna under det gränsvärde som är satt för bly i fiskmuskel enligt EU-förordningen om livsmedel. Kvicksilverhalterna visar en signifikant minskning från slutet av 1990-talet, men halterna ligger över EU:s gränsvärde.



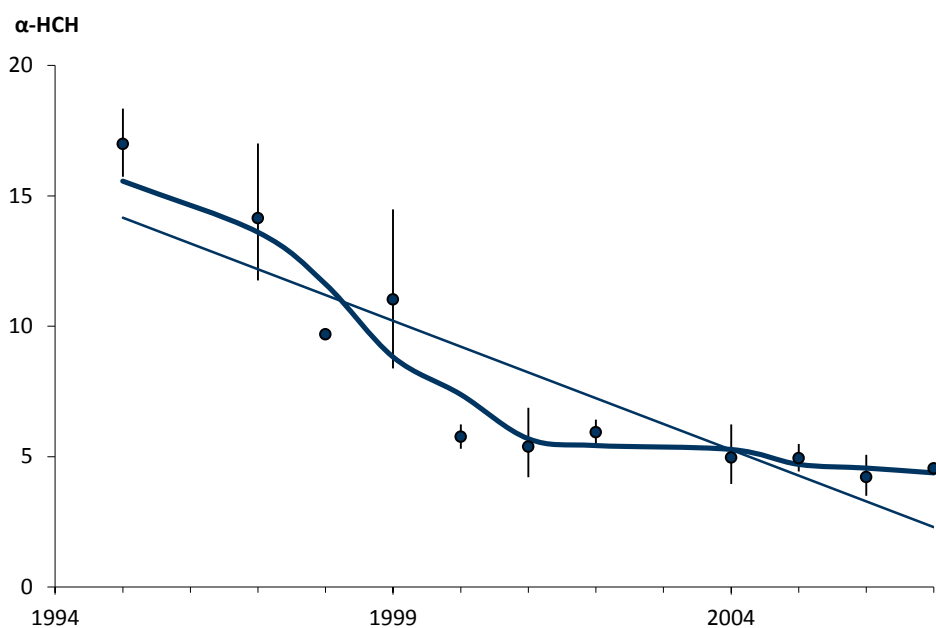
Figur 20. Kadmiumpkoncentrationen (µg/g torrvt) i lever hos tånglake åren 1995-2007. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.

Klassiska miljögifter

Till skillnad från nedgången i abborre syns ingen signifikant minskning av de organiska miljögifterna PCB och DDT i de betydligt kortare tånglakeserierna (figur 21). Koncentrationerna av α -HCH har minskat signifikant under övervakningsperioden som ett resultat av totalförbud mot användning under 1980-talet. De senaste åren är halterna under eller nära den nivå där kvantifiering är möjlig (figur 22). Samtliga undersökta miljögifter ligger under deras respektive gränsvärde.



Figur 21. Koncentrationen av PCB-typen CB-153 ($\mu\text{g/g}$ fettvikt) i muskel hos tånglake åren 1995-2007. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall. Den grövre linjen visar tre års glidande medelvärde.



Figur 22. Halten av α -HCH (ng/g fettvikt) i muskel hos tånglake åren 1995-2007. Vertikala linjer anger 95% konfidensintervall. Grövre linje visar tre års glidande medelvärde. Tunn linje visar signifikant trend.

Sammanvägda bedömningar och slutsatser

Kustområdet vid Holmöarna utsågs i slutet av 1980-talet som ett lämpligt nationellt referensområde för Bottenviken eftersom det bedömdes vara obetydligt påverkat av lokala utsläpp och annan mänsklig aktivitet. Kustfiskövervakningen vid Holmöarna, som varit integrerad sedan 1993, 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.

Vattenmyndigheten och Länsstyrelsen i Västerbottens län har tidigare gjort bedömningen, baserad på kvalitetsfaktorerna näringsämnen, syrgas och förorenande ämnen, att norra Kvarkens kustvatten har en god ekologisk status. Enligt nuvarande bedömningsgrunder inom havsmiljödirektivet anses Holmön nå upp till god miljöstatus för fångst av abborre och rovfisk, men inte för karpfisk. Resultaten från den integrerade kustfiskövervakningen indikerar att utvecklingen av fiskens hälsostatus inte är tillfredställande vid Holmöarna.

Omgivningsfaktorer såsom siktdjup och temperatur har inte förändrats vid Holmöarna sedan undersökningarna startades. Under några år i början av 2000-talet uppmättes dock en stigande sommartemperatur, som följdes av en kraftig individtillväxt hos abborre samt ökade totalfångster av fisk. Fångsterna av karpfiskar har ökat över tidsperioden. En ökning av karpfiskar brukar vara resultatet av ökad vattentemperatur, minskad salthalt och ökad näringsbelastning. I Holmöarna ses dock varken en ökad temperatur eller ett minskat siktdjup, så i dagsläget är orsaken till den observerade förändringen okänd.

Vid Holmöarna är medelåldern hos abborre, i storleksintervallet 20-30 cm, 4,3 år jämfört med Kvädöfjärden 3,6 och i Torhamn 2,7 år. Tillväxten är alltså lägre hos fisken i Holmöarna. Medelåldern uppvisar som i de andra områdena en signifikant minskande trend under hela mätperioden, även om förändringen inte är lika snabb som i Torhamn och Kvädöfjärden.

Främst under de senaste tio åren har det successivt skett förändringar i olika hälsovariabler hos abborre vid Holmöarna. Idag visar tio hälsovariabler signifikanta tidstrender hos honabborrar och ytterligare tre variabler visar en klar tendens till förändringar. Detta tyder på en ökande påverkan på fiskens hälsotillstånd. Den relativa gonadstorleken har blivit ca 25 procent mindre hos abborrhonor sedan 1993, vilket kan vara tecken på en försenad eller hämmad gonadutveckling som kan vara orsakad av miljögiftsexponering och eller

förändrad tillväxt hos abborre. Minskningen har dock planat ut något under senare år. Att abborren är exponerad för potenta organiska miljögifter indikeras av att aktiviteten för avgiftningsenzymet EROD i levern ökade fram till år 2010. Den successiva ökningen följdes av en sänkt EROD-aktivitet åren 2011-2014, följt av högre aktivitet de senaste två åren. Andra tecken på kemikaliebelastning i miljön är en signifikant ökning av aktiviteten för enzymerna glutathionreduktas (GR) och katalas i levern. En ökad aktivitet av GR och katalas pekar på att fisken är utsatt för oxidativ stress orsakad av reaktiva kemiska ämnen. En ökning av blodets kalciumkoncentration hos honabborrar kan vara en indikation på påverkad saltreglering. Ett minskat antal omogna röda blodceller och förändringar av hematokritvärdet indikerar effekter på röda blodcellsfunktionen, vilket är ytterligare tecken på att kustabborrens hälsa vid Holmöarna är klart påverkad.

Halterna av merparten av de metaller och organiska miljögifter som mäts inom miljöövervakningen minskar eller är oförändrade hos fisk i Bottenviken. Trots detta så observeras signifikanta tidstrender för flera biomarkörer vilket kan tyda på att abborrarna i referensområdet vid Holmöarna sannolikt exponeras för något eller några miljögift(er) som är okända eller som inte övervakas idag. Liknande och ofta kraftigare påverkan på olika hälsoindikatorer observeras idag även hos abborrar och tånglakar i referensområdet Kvädöfjärden i Östergötland. Även resultaten från hälsoundersökningar på abborrar vid Torhamn i Blekinge skärgård och tånglakar vid Fjällbacka, Bohuslän, visar en god överensstämmelse med ovan beskrivna hälsoeffekter hos abborre från Holmöarna. Det verkar alltså vara en likartad och generell påverkan på fiskars hälsotillstånd i svenska kustområden.

Den mångfacetterade symptombilden liknar till viss del kända effekter av vissa organiska miljögifter, men den påminner än mer om effektbilden 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.

Påverkan som ses på hälsotillståndet på individnivå hos abborre vid Holmöarna har ännu inte resulterat i några påtagliga förändringar på bestånds- eller samhällsnivå. Den individuella tillväxttakten hos abborre har ökat, något som tyder på i övrigt gynnsamma förhållanden för abborrar i området. Det är viktigt att ha ökad uppmärksamhet på om de alltmer uttalade hälsoeffekterna hos abborre börjar visa sig i form av förändringar på populationsnivå. På tånglake sker inga hälsoundersökningar. Undersökningarna av yngelutvecklingen visar dock på god yngelstatus och tånglakens tillstånd vid Holmöarna bedöms idag som stabilt.

Den integrerade kustfiskövervakningen vid Holmöarna visar sammantaget på en begynnande utveckling mot ökad karpfiskdominans och en successivt ökande påverkan på hälsotillståndet hos abborre. En sådan utveckling mot försämrad hälsa hos kustfisk som sker i detta, liksom i andra övervakade referensområden, är oväntat och mycket oroande.

Ett uppföljande forskningsprojekt har skett i det nationella kustreferensområdet Kvädöfjärden. Genom uppföljningsprojektet 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 inte är möjligt att hitta en enkel förklaring till den försämrade fiskhälsan i Kvädöfjärden eller liknande effekter i Holmöarna och två andra nationella referensområden (Torhamn i Södra Egentliga Östersjön och 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 Holmöarna och andra kustområden.

Miljöövervakning vid Holmöarna

Programområde kust och hav, Integrerad kustfiskövervakning

Havs- och vattenmyndigheten

Box 11 930

404 39 Göteborg

Telefon 010-698 60 00

www.havochvatten.se

Naturvårdsverket

Enheten för farliga ämnen och avfall

106 48 Stockholm

Telefon 010-698 10 00

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

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

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

Analys

Institutionen för miljövetenskap och analytisk kemi ACES, Stockholms universitet

www.aces.su.se

Datavärdskap

Datavärdskap 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

Datavärdskap för miljögifter i fisk

IVL Svenska Miljöinstitutet AB
Box 210 60
100 31 Stockholm
Telefon 08-598 563 00
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 (från och med år 2002).
- Provfiske med kustöversiktsnät, nätlänkar och ryssjor på kustnära grunt vatten (1989-2014).
- Hälsotillstånd hos kustfisk – biologiska effekter på subcellulär och cellulär nivå.
- Metaller och organiska miljögifter i fisk.

Pågående provtagning

- Provfiske med kustöversiktsnät och Nordiska kustöversiktsnät (juli–augusti), fiskbestånd (abborre).
- Insamlingsfiske med ryssjor (oktober–november), yngelprovtagning (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 under isfri tid.

Annan miljöövervakning och forskningsverksamhet

Bottenfauna undersöks årligen inom Holmöarnas naturreservat. Utförliga vegetationsinventeringar genomfördes år 1982 och upprepades delvis 1997.

En statusbedömning för området har producerats av vattenmyndigheten och länsstyrelsen i Västerbottens län. Inom den nordliga delen av norra Kvarkens kustvatten (EU_CD SE635300-205251) är den ekologiska statusen bedömd som god. Ytterligare information kring bedömningen kan hämtas på VISS Vatteninformationssystem Sveriges hemsida: 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^- , Na^+ , K^+ och Ca^{2+} 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 metallotionein (MT) hos abborre och tånglake.
Tillväxt, energilagring och metabolism	Tillväxthastighet, konditionsfaktor, leverstorlek, fettinnehåll, 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 insektsbekämpning, totalförbjöds 1975), HCH:er (Hexaklorocyklohexaner, tre typer mäts α , β , γ (även kallad lindan), har använts för insektsbekämpning, 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 2017:2. Holmöarna (Bottniska viken) 1989-2016.

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>