

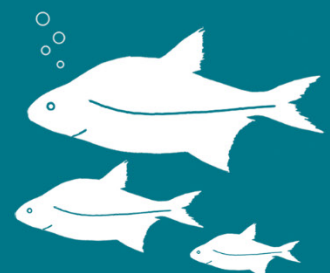
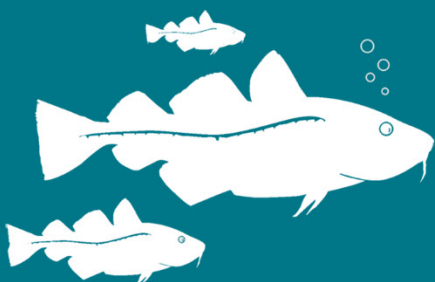


Aqua notes 2023:16

Faktablad - Resultat från integrerad kustfiskövervakning 2023

Emma Svahn, Lars Förlin, Suzanne Faxneld, Jari Parkkonen, Martina Blass, Fredrik Franzén, Yvette Heimbrand, Filip Käll, Anna Lingman, Carolina Åkerlund, Jens Olsson

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för akvatiska resurser



Faktablad – Resultat från integrerad kustfiskövervakning 2023

Results from integrated coastal fish monitoring 2023

Emma Svahn, <https://orcid.org/0000-0003-3282-1105>, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser

Lars Förlin, <https://orcid.org/0000-00021923-7097>, Göteborgs universitet, Institutionen för biologi och miljövetenskap

Suzanne Faxneld, <https://orcid.org/0000-0001-8468-0696>, Naturhistoriska riksmuseet, Institutionen för miljöforskning och övervakning

Jari Parkkonen, Göteborgs universitet, Institutionen för biologi och miljövetenskap

Martina Blass, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser

Fredrik Franzén, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser

Yvette Heimbrand, <https://orcid.org/0000-0002-5120-4797>, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser

Filip Käll, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser

Anna Lingman, <https://orcid.org/0000-0001-8322-3266>, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser

Carolina Åkerlund, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser

Jens Olsson, <https://orcid.org/0000-0002-8075-419X>, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser

Rapportens innehåll har granskats av:

Noora Mustamäki, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser
Stefan Larsson, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser

Finansiär: Havs- och vattenmyndigheten, Dnr 756-23
Naturvårdsverket, överenskommelse 213-23-005, ärendenr NV-01139-23
Naturvårdsverket, överenskommelse 213-22-001, ärendenr NV-01186-22

Rapporten har tagits fram på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten och Naturvårdsverket. Rapportförfattarna ansvarar för innehållet och slutsatserna i rapporten. Rapportens innehåll innebär inte något ställningstagande från uppdragsgivarens sida.

Rekommenderad citering: Svahn, E., Förlin, L., Faxneld, S., Parkkonen, J., Blass, M., Franzén, F., Heimbrand, Y., Käll, F., Lingman, A., Åkerlund, C., Olsson, J. (2003). Faktablad – Resultat från integrerad kustfiskövervakning 2023. Aqua notes 2023:16. Uppsala: Institutionen för akvatiska resurser.
<https://doi.org/10.54612/a.55u5stujq0>

Publikationsansvarig: Noël Holmgren, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU),
Institutionen för akvatiska resurser
Redaktör: Stefan Larsson, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU),
Institutionen för akvatiska resurser
Utgivare: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser
Utgivningsår: 2023
Utgivningsort: Uppsala
Illustration framsida: Torsk (t.v.): Fredrik Saarkoppel; Braxen (t.h.): SLU
Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Serietitel: Aqua notes
Delnummer i serien: 2023:16
ISBN (elektronisk version): 978-91-8046-886-2
DOI: <https://doi.org/10.54612/a.55u5stujq0>
Nyckelord: Faktablad, integrerad kustfiskövervakning, nationell miljöövervakning, kustfisksamhällen, kustfiskbestånd, fiskhälsa, miljögifter

Sammanfattning

I det här faktabladet sammanfattas resultaten från sju områden längs den svenska kusten inom programmet integrerad kustfiskövervakning för perioden 2002-2022. Områden är Fjällbacka och Vendelsö i Västerhavet, Torhamn, Hanöbukten och Kvädöfjärden i Egentliga Östersjön, samt Forsmark och Holmöarna i Bottniska viken. Syftet med den integrerade kustfiskövervakningen är att kartlägga fiskbeståndens status samt fiskens hälsotillstånd och miljögiftsbelastning för att upptäcka förändringar som indikerar storskalig påverkan av miljöhot som eutrofiering, miljögifter, klimatförändringar och andra miljöfaktorer.

Resultaten från övervakningen visar att miljöförhållandena, kvantifierat som siktdjup, vattentemperatur och salthalt, har varit relativt stabila i alla provfiskeområden. De förändringar som observerats inkluderar en minskning i vattentemperaturen över tid i Holmöarna och Kvädöfjärden och en fördubbling av siktdjupet i Fjällbacka.

Undersökningarna av fiskbeståndens status visar att diversiteten i fisksamhället har ökat i Torhamn och Kvädöfjärden, medan den trofiska medelnivån minskat i alla områden utom Torhamn, Vendelsö och Fjällbacka. De fiskarter som ökat i förekomst i provfiskena är ål i Fjällbacka, karpfiskar i Kvädöfjärden och Holmöarna, mesopredatorer i Hanöbukten, sik i Holmöarna, gös i Kvädöfjärden, samt strömming/sill i Forsmark, Torhamn och Hanöbukten. De arter som minskat i fångsterna är stensnultra och skrubbskädda i Fjällbacka och Vendelsö, gös i Forsmark, och gädda i Torhamn. Abborren är en indikatorart i det kustnära fisksamhället i Östersjön och det finns en tendens till minskande provfiskefångster av arten i alla områden i Östersjön, men inga signifikanta trender. Storleken på de stora abborrarna, kvantifierad genom indikatorn L90, har dock inte ändrats under den studerade tidsperioden. Alla områden utom Torhamn har värden för L90 över gränsvärdet vilket indikerar en generell god status. Trots att storleken hos stora abborrar har varit relativt konstant i de undersökta områdena, har dess längd vid ålder generellt ökat i alla provfiskeområden, vilket indikerar snabbare tillväxt hos fisken.

Resultaten från undersökningarna av fiskens hälsa visar inga tydliga tecken på förändring i tånglakens reproduktion men förekomst av onormala yngel har observerats i alla provfiskeområden. Under enstaka år överskreds dock det föreslagna gränsvärdet för den naturliga bakgrunds-nivån. Även om andra hälsoparametrar hos abborre och tånglake tyder på en negativ påverkan, så finns tecken på att den negativa utvecklingen har planat ut under de senaste åren i alla undersökta områden. Till exempel har den tidigare observerade tidstrenden med minskning i den relativa gonadvikten hos abborrhonor avstannat men den ligger fortfarande cirka 30 procent lägre jämfört med 1980-talet, något som skulle kunna förklaras av fiskens ökade tillväxt men även av flera andra miljöfaktorer samt miljögiftsexponering. Även om den tidigare ökningen i aktiviteten av avgiftningensenzymet EROD hos abborre har avstannat, så ligger den fortfarande på en högre nivå jämfört med 1980-talet. Detta sammantaget med starkt ökade aktiviteter av leverenzymerna glutathionreduktas och katalas under senare år indikerar att fisken periodvis är exponerad för organiska miljögifter och ökad oxidativ stress. Dessutom observeras tecken på påverkat immunförsvar och ämnesomsättning. Hälsotillståndet hos skrubbskädda i Hanöbukten, där undersökningarna startat så sent som 2017, visar få förändringar vilket trots den korta tidsperioden kan tyda på stabil hälsa.

Halterna av flertalet metaller och organiska miljögifter i abborre, tånglake och sill visar generellt inga tydliga trender under den undersökta tidsperioden. Medan kvicksilverhalterna minskar i tånglake, syns inga trender i abborre. Halterna ligger över EU:s gränsvärde för kvicksilver i toppredatorer med undantag för sill, men under gränsvärdet för skydd av människans hälsa vid

konsumtion av fiskeriprodukter. Två metaller vars halter ökar i fisken är koppar i både abborre och tånglake i Kvädöfjärden, och kadmium i tånglake i Kvädöfjärden. Pesticiden hexaklorbensenen minskar i sill i Hanöbukten men ökar i abborre i Holmöarna, och för PCB-varianten PCB-153 går halterna ner i abborre i Holmöarna och i tånglake i Kvädöfjärden. För perfluoroktansulfonsyra (PFOS) syns inga trender med undantag för en nedåtgående trend i Hanöbukten. Alla arter ligger under EU:s gränsvärde men för abborre i Kvädöfjärden ligger halterna väldigt nära gränsvärdet.

Sammantaget visar resultaten från övervakningen i många fall en, i många fall, icke önskad utveckling av de studerade fisksamhällena. Övergödning, klimatförändring, möjlig påverkan från både kända och okända miljögifter, samt förändringar i den kustnära födoväven med ökande populationer av säl, fiskätande fågel och spigg, är alla i kombination möjliga förklaringar till det observerade tillståndet. Det finns även positiva signaler med ökande fångster av vissa känsliga arter, att den tidigare negativa trenden i fiskens hälsa avstannat, samt att det generellt finns få ökande trender under den undersökta tidsperioden i halterna av de studerade metallerna och organiska miljögifterna. Oroande är dock att de negativa förändringarna som observeras sker i referensområden som kan anses vara relativt opåverkade av direkt mänsklig aktivitet. Att det därtill finns brister i förståelsen för de bakomliggande orsakerna till förändringarna i kustfiskens hälsotillstånd och fisksamhällets sammansättning och funktion, gör det angeläget att kartlägga påverkan på kustfisken från okända och kända miljögifter som inte övervakas i dag i samspel med andra miljöfaktorer som övergödning, klimatförändringar och förändrad födovävsstruktur.

Summary

This fact sheet summarizes the results from seven areas along the Swedish coast within the integrated coastal fish monitoring program for the period 2002-2022. The areas included are Fjällbacka and Vendelsö in the North Sea, Torhamn, Hanöbukten and Kvädöfjärden in the Baltic Sea Proper, as well as Forsmark and Holmöarna in the Gulf of Bothnia. The purpose of the integrated coastal fish monitoring program is to map the status of fish stocks as well as the health status of the fish and concentrations of hazardous substances to detect changes that indicate large-scale environmental impact including eutrophication, pollutants, climate change and other environmental factors.

The results from the monitoring program show that the environmental conditions, quantified as secchi depth, water temperature and salinity, have been relatively stable in all areas over the considered time period. The only changes observed include a decrease in water temperature over time in Holmöarna and Kvädöfjärden and a doubling of the secchi depth in Fjällbacka.

The surveys focusing on fish stocks within the program show that the species diversity of the monitored fish community has increased in Torhamn and Kvädöfjärden, while the average trophic level has decreased in all areas except for Torhamn, Vendelsö and Fjällbacka. The species showing increasing catches are eel in Fjällbacka, cyprinid fish in Kvädöfjärden and Holmöarna, mesopredators in Hanöbukten, whitefish in Holmöarna, pikeperch in Kvädöfjärden, and herring in Forsmark, Torhamn and Hanöbukten. The species exhibiting decreasing catches include goldsinny wrasse and flounder in Fjällbacka and Vendelsö, pikeperch in Forsmark, and pike in Torhamn. Perch is an indicator species in coastal fish communities of the Baltic Sea, and there is a tendency towards decreasing monitoring catches of the species in all considered areas of the Baltic Sea, but no significant trends. However, the size of large perch, quantified by the indicator L90, show no changes during the studied time period, and all areas except for Torhamn have values for L90 above the established threshold value indicating a generally good status. Although the size of large perch has been relatively constant in the studied areas, the length at age of the species has generally increased in all areas, indicating a higher growth rate of perch.

The results from the fish health studies show no clear signs of changes in the reproductive status of eelpout, but the presence of abnormal fry in the species was observed in all monitoring areas. In some years, however, the suggested threshold value for the natural background level is exceeded regarding abnormal fry. Although other health parameters of perch and eelpout indicate a negative impact, there are signs for that the negative development in fish health has leveled off in recent years in all investigated areas. For example, the previously observed time trend of a decrease in the relative gonad weight of female perch has today levelled off, but the relative gonad weight is still about 30 percent lower compared to the 1980s, something that could be explained by an increased growth rate of the fish but also by several other environmental factors and exposure to hazardous substances. Although the previous increase in the activity of the detoxification enzyme EROD in perch has also levelled off, it is still at a higher level compared to the 1980s. This together with strongly increased activities of the liver enzymes glutathione reductase and catalase in recent years indicates that the fish at least periodically is exposed to organic environmental toxins and increased oxidative stress. In addition, signs of an affected immune system and metabolism are observed. The health status of flounder in Hanöbukten, where investigations started as recently as in 2017, shows few changes, which despite the short period of time may indicate stable health.

The concentration of the majority of metals and organic environmental contaminants in perch, eelpout and herring generally show no clear trends during the investigated time period. While

mercury levels are decreasing in eelpout, no trends are visible in perch. The levels are however above the EU threshold value for mercury in top predators with the exception of herring, but below the threshold value for the protection of human health when consuming fishery products. Two metals whose levels have increased in the fish during the studied time period are copper in both perch and eelpout in Kvädöfjärden, and cadmium in eelpout in Kvädöfjärden. The pesticide hexachlorobenzene decreases in herring in Hanöbukten, but increases in perch in Holmöarna, and for the PCB variant PCB-153, levels decrease in perch in Holmöarna and in eelpout in Kvädöfjärden. For perfluorooctanesulfonic acid (PFOS), no trends are visible, with the exception of a downward trend in Hanöbukten during the studied time-period. All species have concentrations of PFOS below the EU's threshold value, but for perch in Kvädöfjärden the levels are very close to the threshold value.

Overall, the results from the integrated coastal fish monitoring program show an undesirable development in many areas. Eutrophication, climate change, possible impact from both known and unknown hazardous substances, as well as changes in the coastal food web with increasing populations of seals, piscivorous birds and sticklebacks, are all in combination possible explanations for the observed state of the fish communities. However, there are also positive signals with increasing catches of certain sensitive species, that the previously negative trends in fish health have levelled off, and that there are generally few increasing trends during the studied time period in the concentrations of the studied metals and organic environmental contaminants. Worryingly, however, are that the negative changes observed occurs in reference areas that are considered to be relatively unaffected by direct human activity and impact. The fact that there are also knowledge gaps in the understanding of the underlying drivers behind the observed changes in the health status of coastal fish and the composition and function of the fish community, makes it important to further study the impact on coastal fish from unknown and known hazardous substances that are not monitored today in interaction with other environmental factors such as eutrophication, climate change and an altered food web structure.

Innehållsförteckning

1. Bakgrund	10
2. Metod	12
2.1. Områdesbeskrivningar	13
2.1.1. Fjällbacka	13
2.1.2. Vendelsö	14
2.1.3. Hanöbukten	15
2.1.4. Torhamn	16
2.1.5. Kvädöfjärden	17
2.1.6. Forsmark	18
2.1.7. Holmöarna	19
3. Resultat och slutsatser	21
3.1. Temperatur, siktdjup och salthalt	21
3.2. Fisksamhällets struktur och funktion	24
3.2.1. Provfiskefångstens artsammansättning och diversitet	24
3.2.2. Fångst av nyckelarter och deras storleksstrukturer	28
3.2.3. Fångst av rovfiskar	30
3.2.4. Fångst av karpfisk och mesopredatorer	31
3.3. Tillväxt hos nyckelarter	33
3.4. Tånglake, yngelstudie	34
3.5. Fiskens hälsa	35
3.5.1. Kondition	35
3.5.2. Leversomatiskt index	35
3.5.3. Gonadsomatiskt index hos abborre och skrubbskädda och embryosomatiskt index hos tånglake	36
3.5.4. Vitellogenin i blodet	37
3.5.5. Aktivitet i lever av avgiftningsenzymet EROD	38
3.5.6. Antioxidantzymer i lever och oxidativ stress	39
3.5.7. Joner i blodet och jonreglering	40
3.5.8. Glukos i blodet	41
3.5.9. Röda blodceller och hemoglobin	42
3.5.10. Vita blodceller	44

3.6.	Miljögifter i fisken	45
3.6.1.	Koppar i lever	45
3.6.2.	Kvicksilver i muskel.....	46
3.6.3.	Kadmium i lever	47
3.6.4.	Hexaklorbensen i muskel.....	49
3.6.5.	Polyklorerade bifenyler (PCB) i muskel	50
3.6.6.	Perfluoroktansulfonsyra (PFOS) i lever	51
	Referenser.....	53
	Bilaga 1. Miljöövervakningsprogram	55
	Bilaga 2. Metodik	58

1. Bakgrund

Ett program för integrerad kustfiskövervakning bedrivs idag i sju områden längs svenska kusten; i Fjällbacka och Vendelsö i Västerhavet, i Torhamn, Hanöbukten och Kvädöfjärden i Egentliga Östersjön, samt i Forsmark och Holmöarna i Bottniska viken. Syftet med programmet är att kartlägga fiskbeståndens status samt fiskens hälsotillstånd och miljögiftsbelastning för att upptäcka förändringar som indikerar storskalig påverkan av miljöhot som eutrofiering, miljögifter, klimatförändringar och andra miljöfaktorer. Programmet omfattar beståndsövervakning av kustnära fiskarter, mätningar av miljögiftshalter, analys av reproduktion och tillväxt hos abborre, tånglake, skrubbskädda och torsk, samt studier av fysiologisk hälsostatus hos abborre, tånglake, och skrubbskädda. Genom den samlade övervakningen kan förändringar upptäckas och dokumenteras från cellnivå till populations- och samhällsnivå samt kopplas till förändringar av miljögifts- och föroreningsbelastning, eutrofiering, klimatfaktorer och andra miljöfaktorer.

Programmet för den integrerade kustfiskövervakningen bedrivs i tre delprogram: Beståndsövervakning (kustnära provfisken med ansvarig institution Sveriges lantbruksuniversitet SLU); Övervakning av hälsotillstånd hos fisk (ansvarig institution Göteborgs universitet); och Metaller och organiska miljögifter i biologiska prov (ansvarig institution Naturhistoriska riksmuseet), Bilaga 1. Havs- och Vattenmyndigheten och Naturvårdsverket finansierar verksamheten helt i fem av områdena (Fjällbacka, Torhamn, Hanöbukten, Kvädöfjärden och Holmöarna) inom ramarna för den nationella miljöövervakningen. I Forsmark och Vendelsö utförs provfiskena inom recipientkontrollprogrammen vid kärnkraftverken i Forsmark och Ringhals och finansieras av Vattenfall, medan miljögiftsövervakningen och hälsotillståndet hos fisken även här finansieras av Havs- och Vattenmyndigheten och Naturvårdsverket.

De fem områden som ingår i den nationella miljöövervakningen har valts ut som referensområden för att representera svenska kustvatten. Referensområden ska ha mycket begränsad påverkan från direkt mänsklig aktivitet som lokala utsläppskällor som småbåtstrafik, jordbruk, samt avlopp och näringstillförsel från land. Provfisket i Hanöbukten tillkom efter ett regeringsuppdrag 2015 och uppfyller således inte

beskrivningen med mycket begränsad påverkan. Forsmark och Vendelsö är i sin tur referensområden till recipienten vid kärnkraftverken i Forsmark och Ringhals.

Provfisken i Forsmark i de södra delarna av Bottniska viken och i Vendelsö i Kattegatt har utförts sedan 1970-talet. I Forsmark har studier på fiskens hälsa utförts sedan 2016 och i Vendelsö sedan 2018. Miljögifter har studerats i Fladen som ligger nära Vendelsö sedan 1980, men ännu inte i Forsmark. I Fjällbacka, Kvädöfjärden och Holmöarna startade programmet under 1980- och 1990-talen, medan provfisken och studier av fiskens hälsostatus i Torhamn påbörjades i början av 2000-talet. Här saknas idag en miljögiftsövervakning. Det senaste tillkomna är Hanöbukten i södra Östersjön där årliga provfisken har utförts sedan 2015, och studier av fiskens hälsa sedan 2017, och analyser av miljögifter sedan 2007.

Detta faktablad sammanfattar resultaten från den integrerade kustfiskövervakningen i områdena under tidsperioden 2002–2022, och baseras på ett tidigare faktablad som innefattar fyra av områdena, Fjällbacka, Torhamn, Kvädöfjärden och Holmöarna (Mustamäki et al. 2020). Till grund ligger även de faktablad som tidigare publicerats för Ringhals-Vendelsö (Mustamäki et al. 2021a), Hanöbukten (Mustamäki et al. 2021b) och Forsmark (Mustamäki et al. 2021c).

2. Metod

Provfisken i de studerade områdena har utförts med flera olika redskap. För att få mer jämförbara resultat mellan områdena har vi i detta faktablad sammanfattat resultat från provfisken med småryssjor i Fjällbacka och Vendelsö sedan 2002, och provfisken med nordiska kustöversiktsnät i Torhamn, Kvädöfjärden, Holmöarna och Forsmark sedan 2002, samt i Hanöbukten sedan 2015. För mer information om utvecklingen av fisksamhällena innan 2002 se Mustamäki et al. 2020, 2021b, samt Adill et al. 2018 och Andersson et.al. 2015. I samband med provfiskena mäts även vattentemperatur, siktdjup och salthalt. I tillägg finns temperaturloggrar som registrerar vattentemperaturen på 1 m djup i samtliga områden utom Hanöbukten. I Kvädöfjärden utförs dagliga manuella mätningar året om och veckovisa siktdjup mäts. Den tid på året under vilken undersökningarna genomförs motsvarar fiskens tillväxtperiod maj-september i samtliga områden utom Holmöarna där tillväxtperioden är kortare (juni-september).

Åldersbestämningen av fisk görs genom att räkna årsringar på otoliter (hörselstenar). Åldersbestämningen av abborre, tånglake, skrubb-skädda och torsk utförs årligen i de olika områdena beroende på målart i undersökningarna (se kapitel 3). Fiskens längd vid ålder ger information om fiskens tillväxthastighet.

Tånglakens reproduktion har studerats sedan 1990-talet. Tånglaken är relativt stationär och bär levande yngel. Missbildningar hos yngel kan indikera miljöpåverkan.

Abborrens och tånglakens hälsotillstånd har undersöks årligen sedan slutet på 1980-talet med hjälp av mätningar av biokemiska, fysiologiska och histologiska mätvariabler, så kallade biomarkörer, som beskriver viktiga fysiologiska funktioner hos fisken.

Miljögifter hos abborre och tånglake studeras årligen genom att mäta halterna av ett tiotal metaller, klorerade pesticider och PCB:er och perfluorerade ämnen (ex. PFOS) i fiskens vävnader. De tidigaste mätningarna startade 1981.

Även om många parametrar studerats under en lång tid så har de senaste drygt 20 åren, 2002-2022, valts ut att analyseras i det här faktabladet för att öka jämförbarheten i resultaten mellan områden. För resultat inom den integrerade

kustfiskövervakningen från tidigare år se Mustamäki et al. 2020. Tidsperioden är den längsta gemensamma tidsperioden med data från de flesta områden.

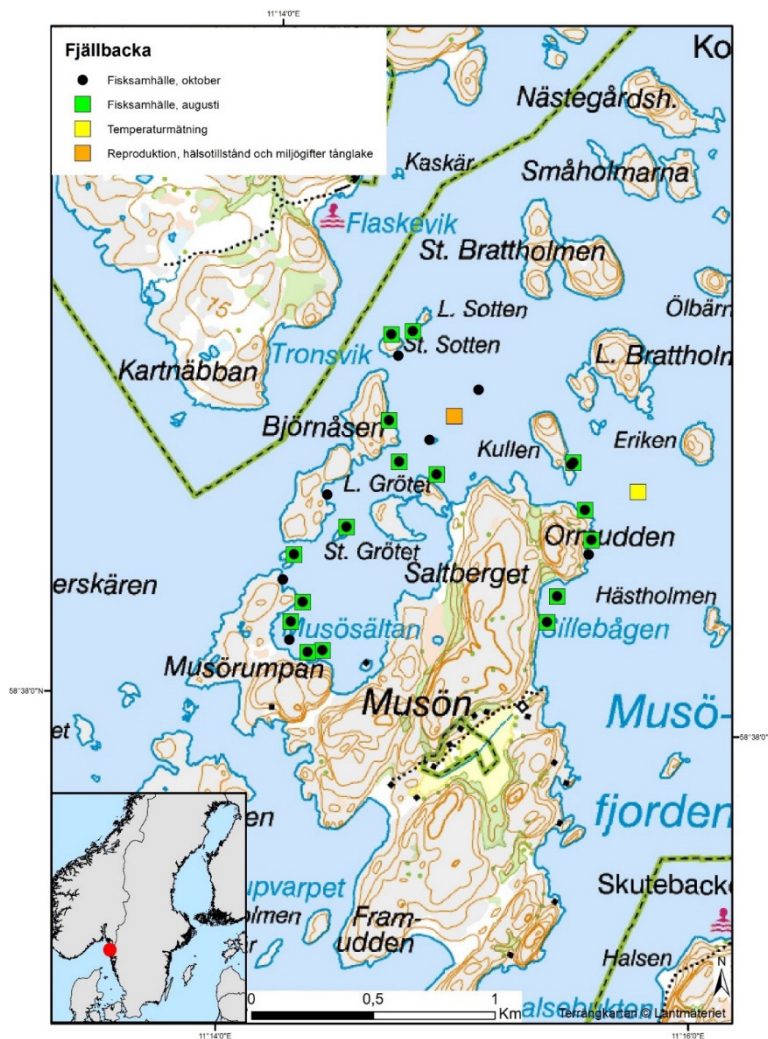
Utvecklingen över tid för samtliga variabler har analyserats med linjär trendanalys. Transformerings genom logaritmering har utförts där det varit lämpligt för att uppfylla testkriterier om normalfördelning och lika varians. Utvärdering av data gjordes med Shapiro-Wilks test för normalfördelning och en visuell bedömning. Icke-parametriskt korrelationstest (Kruskal-Wallis) har utförts då testkriterier inte uppfyllts genom transformering.

I det här faktabladet presenteras ett urval av resultaten inom det integrerade kustfiskövervakningsprogrammet. Provtagningsmetodik och variabler som mäts beskrivs i Bilaga 1 och 2.

2.1. Områdesbeskrivningar

2.1.1. Fjällbacka

Fjällbacka (Figur 1) i Tanums kommun i Västra Götalands län i kustvattentypen *Västkustens inre kustvatten, Skagerrak* representerar Nordsjöns kustområden. Provtagningsområdet karakteriseras som ett referensområde med mycket begränsad påverkan från direkt mänsklig aktivitet som lokala utsläppskällor som småbåtstrafik, jordbruk och enskilda avlopp. Förekomsten av lekområden för fisk har inte karterats i Fjällbacka. Salthalten i området varierar normalt mellan 20 och 30 psu. Provfisken i Fjällbacka har utförts årligen sedan 1989 med småryssjor. Fisket reviderades 2021 till ett djupstratifierat provfiske med fler stationer som fiskas en natt i stället för färre stationer med upprepade ansträngningar (Bilaga 2). Här har endast data från de stationer som fiskats under hela tidsperioden analyserats, och endast första natten. I detta faktablad sammanfattas resultat av studier av fisksamhällets sammansättning under augusti och oktober–november, samt resultat av studier av reproduktion, fiskhälsa (pågått 1989–2022) och miljögifter (pågått 1995–2021) hos tånglake insamlad under november och december månad mellan åren 2002–2022.

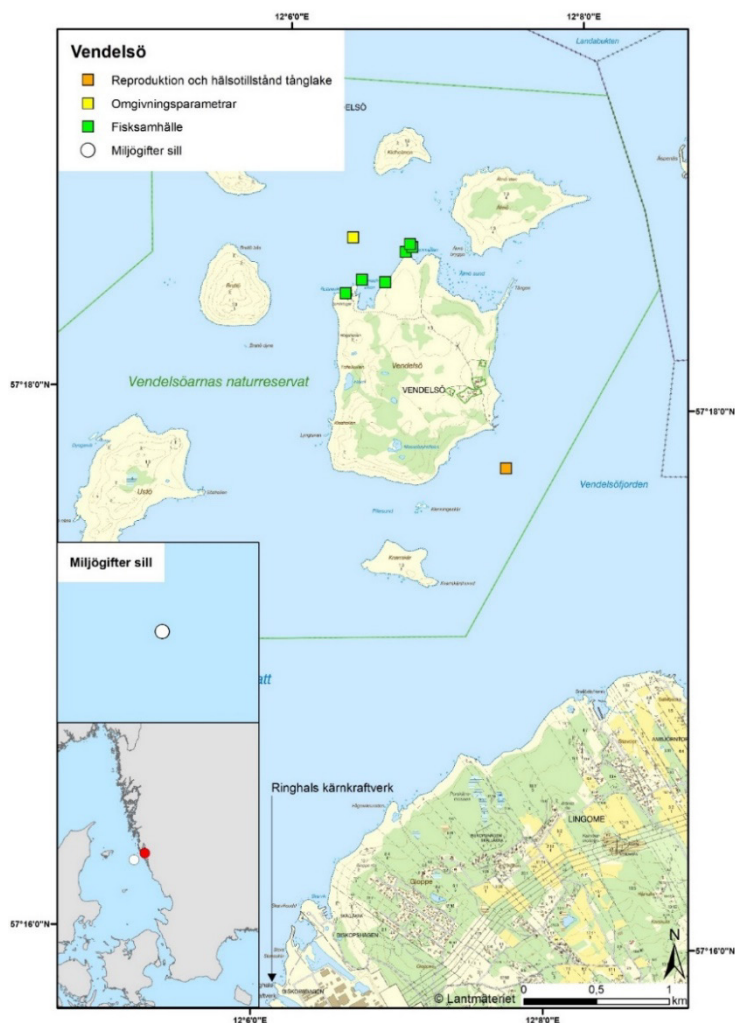


Figur 1. Provfiskeområdet Fjällbacka med provtagningsplatserna för de olika variablerna som ingår i programmet.

2.1.2. Vendelsö

Provfiskeområdet Ringhals-Vendelsö (Figur 2) ligger i Varbergs kommun i Hallands län i kustvattentypen *Västkustens inre kustvatten, Kattegatt*. Ringhals kärnkraftverk är en av Sveriges största elproducenter och har varit i drift sedan 1975. Det uppvärmda vattnet från kraftverkets verksamhet påverkar den omgivande kustvattenmiljön. Påverkan övervakas i det biologiska recipientkontrollprogrammet för kärnkraftverket inom vilket Vendelsö utgör ett referensområde. Provfiskeområdet i Vendelsö ligger norr om Ringhals kärnkraftverk, och är inte påverkat av kraftverkets utsläpp av uppvärmt kylvatten. Studier inom recipientkontrollprogrammet för Ringhals kärnkraftverk har utförts sedan 1976. I detta faktablad sammanfattas resultat från provfisket med småryssjor i april och augusti under åren 2002–2022, studier på fiskens hälsa (tånglake, 2018–

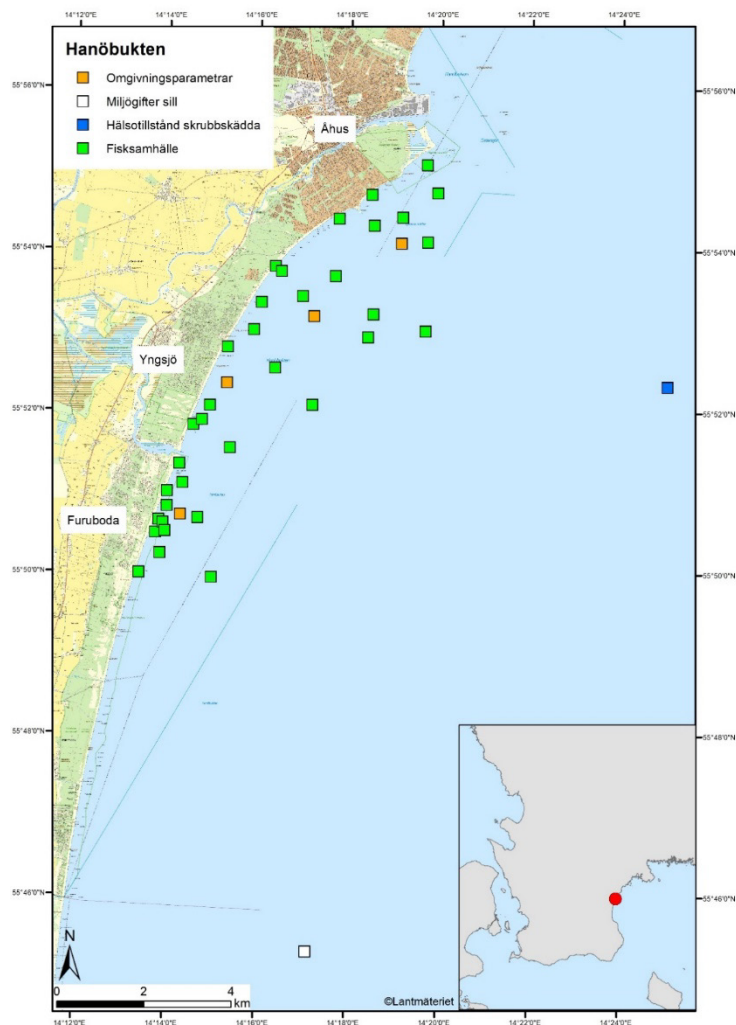
2022) och miljögifter i fisken (sill från Fladen, 2002–2021, pågått sedan 1980). Salthalten i området varierar normalt mellan 15 och 25 psu.



Figur 2. Provfiskeområdet Vendelsö med provtagningsplatserna för de olika variablerna som ingår i programmet.

2.1.3. Hanöbukten

Provfiskeområdet Västra Hanöbukten (Figur 3), ligger i Kristianstad kommun i Skåne län huvudsakligen i kustvattentypen *Skånes Kustvatten*. Provfiskeområdet ligger utanför Åhus längs den öppna och exponerade kuststräckan som är tydligt påverkad av utsjön och undervattensströmmar. Helge å mynnar mitt i området. Det finns ett litet naturskyddsområde vid norra kanten av provfiskeområdet. Salthalten i området ligger runt 10 psu. I detta faktablad sammanfattas resultat från provfisket (med Nordiska kustöversiktnät i oktober, 2015–2022), studier av fiskens hälsa (skrubbskädda, 2017–2022) och miljögifter (sill, 2007–2021).

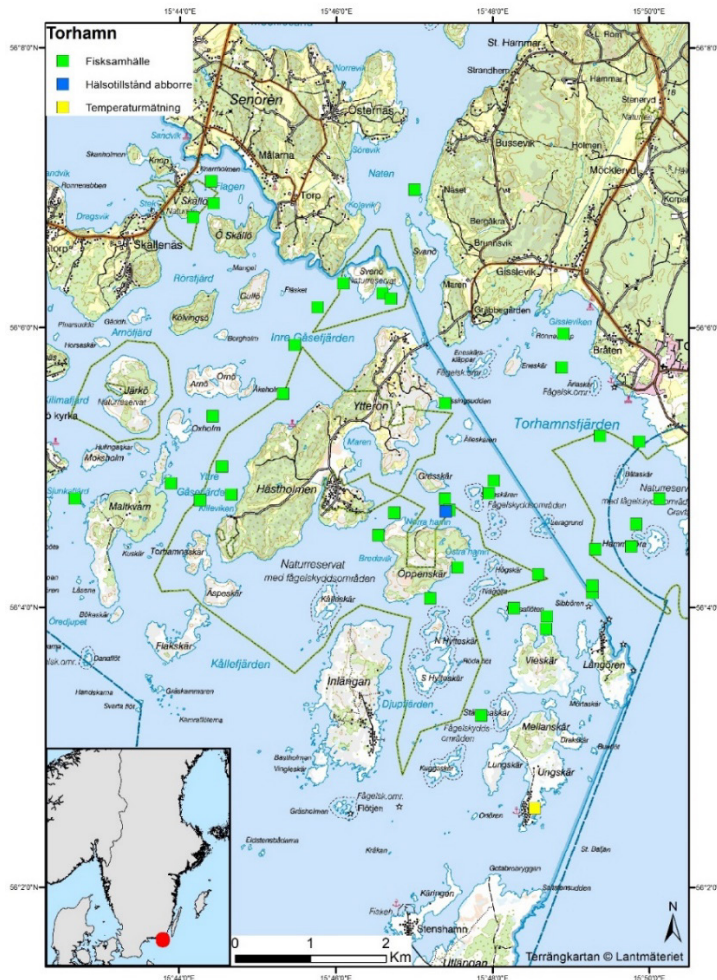


Figur 3. Provfiskeområdet Hanöbukten med provtagningsplatserna för de olika variablerna som ingår i programmet.

2.1.4. Torhamn

Torhamn (Figur 4) ligger i Karlskrona kommun i Blekinge län i kustvattentypen *Blekinge skärgård och Kalmarsund, inre kustvatten*. Torhamn valdes i början av 2000-talet ut som ett lämpligt nationellt referensområde för södra Östersjön. Torhamns skärgård är klassad som ett område av riksintresse för naturvård och har genomgått en naturreservatsinventering. Skärgården ingår även i Natura 2000-nätverket av skyddade områden. Salthalten i området varierar normalt mellan 6 och 8 psu. De kustnära delarna av området fungerar som lekområde och uppväxtområde för bland annat gädda, mört och abborre. Provfisket i Torhamn har utförts årligen sedan 2002. I detta faktablad sammanfattas resultat av provfisken under augusti

med Nordiska kustöversiktsnät och resultat av studier på abborrens hälsa i september (2002–2022). Miljögifter mäts inte i Torhamn men prover sparas för att möjliggöra framtida analyser.

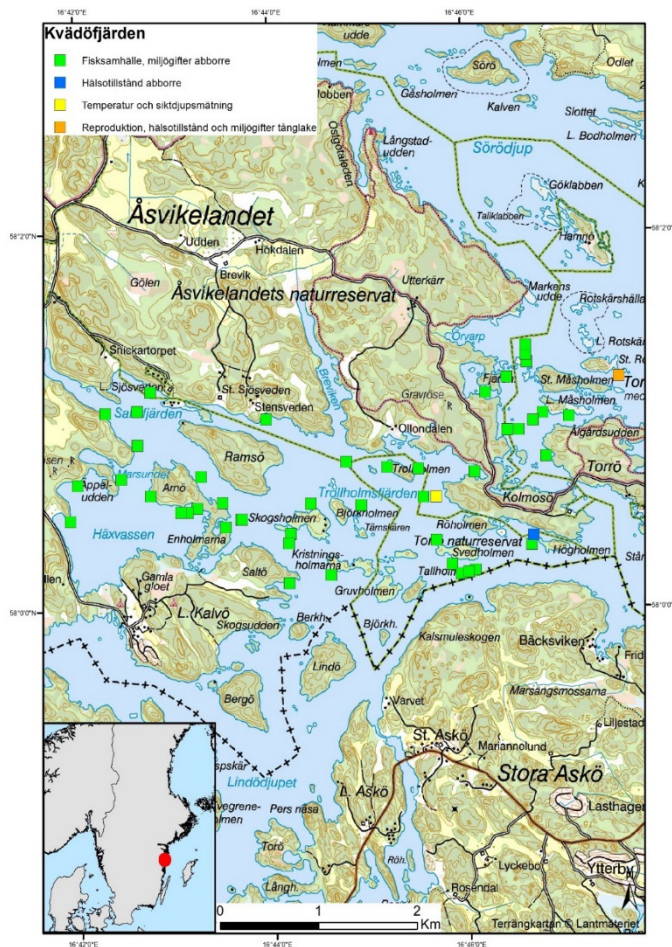


Figur 4. Provfiskeområdet Torhamn med provtagningsplatserna för de olika variablerna som ingår i programmet.

2.1.5. Kvädöfjärden

Kvädöfjärden (Figur 5) ligger i Västerviks och Valdemarsviks kommuner i Östergötlands län i kustvattentypen *Östergötlands och Stockholms skärgård, mellankustvatten, V Eg. Östersjön*. Kvädöfjärden valdes i slutet av 1980-talet ut som ett lämpligt nationellt referensområde för Egentliga Östersjön. Undersökningsområdet ligger till stora delar inom Torrö och Åsvikelandets naturreservat, och en del av området ingår även i Natura 2000-nätverket av skyddade områden. I och omkring provfiskeområdet finns det flera lämpliga

lekområden för abborre, mört, gös, strömming, sik och skrubbskädda. Salthalten i området är normalt mellan 6 och 8 psu. Provfisken i Kvädöfjärden har utförts årligen sedan 1989 med flera olika metoder. Här sammanfattas resultat för åren 2002–2022 av studier på fisksamhällets sammansättning i augusti månad (fiske med Nordiska kustöversiktsnät), studier på tånglakens reproduktion (pågått 1994–2022), fiskens hälsa (abborre i september och tånglake i november, pågått 1988–2022) samt miljögifter (abborre i augusti och tånglake i november, pågått 1981–2021).

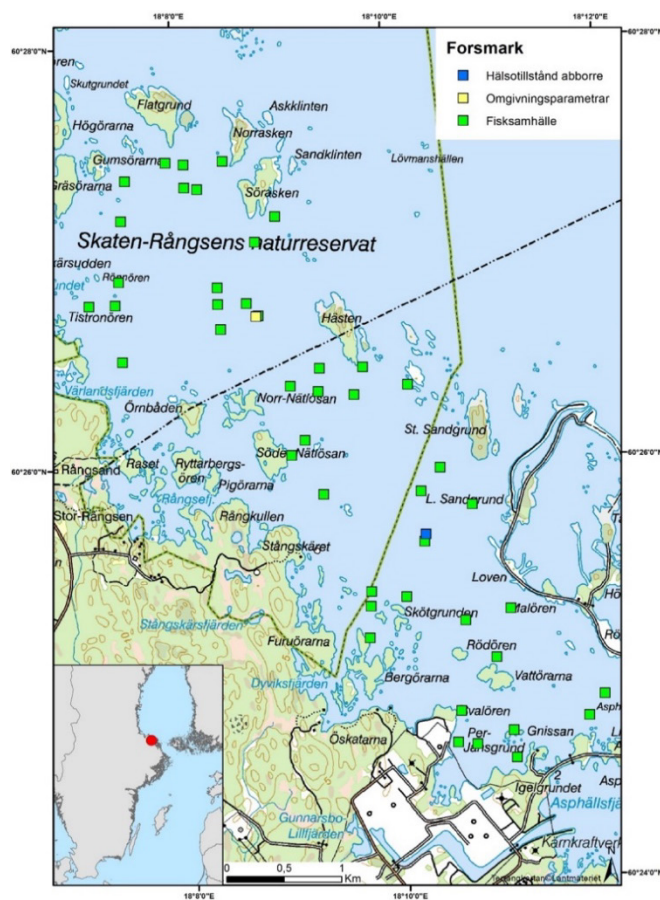


Figur 5. Provfiskeområdet Kvädöfjärden med provtagningsplatserna för de olika variablerna som ingår i programmet.

2.1.6. Forsmark

Provfiskeområdet i Forsmark (Figur 6) ligger i Östhammars kommun i Uppsala län i kustvattentypen *Södra Bottenhavets inre kustvatten*, i anslutning till Forsmarks kärnkraftverk. Kärnkraftverket är en av Sveriges största elproducenter. Det uppvärmda vattnet från kraftverkets verksamhet påverkar den omgivande kustvattenmiljön, påverkan övervakas i det biologiska recipientkontrollprogrammet

för kärnkraftverket. Provfiskeområdet utgör ett referensområde och är inte påverkat av det uppvärmda kylvattnet, men fisken kan röra sig fritt mellan provfiskeområdet och den uppvärmda recipienten. Förutom närheten till kärnkraftverket, finns mycket begränsad påverkan från övrig direkt mänsklig aktivitet och lokala utsläppskällor, såsom småbåtstrafik, jordbruk och enskilda avlopp. Fiske är förbjudet i stora delar av området. I och omkring provfiskeområdet finns flera lämpliga lekområden för kustfisk. Salthalten i området ligger strax över 5 psu. Det har utförts provfiske sedan mitten av 1970-talet. I detta faktablad sammanfattas resultat från studier av fiskesamhällets sammansättning i augusti månad åren 2002–2022 (fiske med Nordiska kustöversiktsnät), samt studier av fiskens hälsa 2016–2022 (abborre).

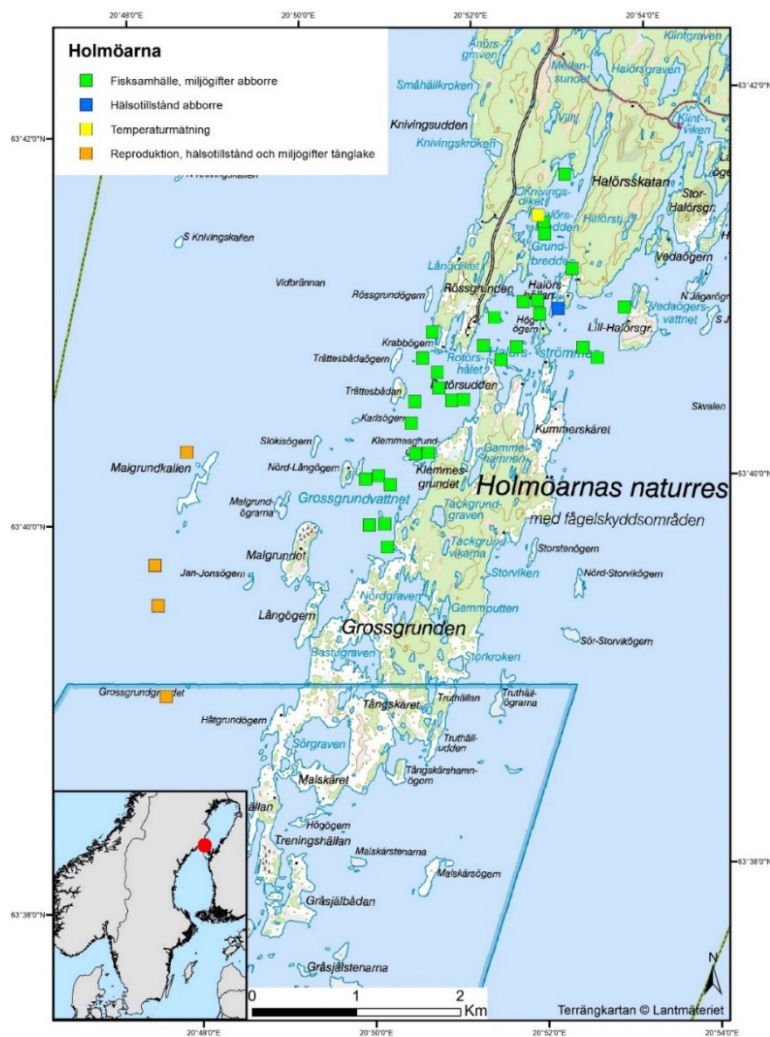


Figur 6. Provfiskeområdet Forsmark med provtagningsplatserna för de olika variablerna som ingår i programmet.

2.1.7. Holmöarna

Holmöarna (Figur 7) ligger i Umeå kommun i Västerbottens län i kustvattentypen *Norra Kvarkens yttre kustvatten*. Stora delar av Holmöarna avsattes år 1980 som

naturreservat, och området ingår i Natura 2000 nätverket. Salthalten i området varierar normalt mellan 2 och 4 psu. Fiskrekryteringsstudier har visat att de grunda delarna av området utgör rekryteringsmiljöer för varmvattenarter som abborre och karpfiskar, medan sik och även den hotade kustlekande harren leker längs de öppna kuststräckorna. Provfisket i Holmöarna har utförts årligen sedan 1989, först med kustöversiktsnät (1989–2014) och senare med Nordiska kustöversiktsnät (2002–2022). I detta faktablad sammanfattas resultat av studier under åren 2002–2022 för fisksamhällets sammansättning i augusti (Nordiska kustöversiktsnät), tånglakens reproduktion i oktober (pågått 1995–2022), fiskhälsa hos abborre i september (pågått 1990–2022), och miljögifter hos abborre i augusti (pågått 1989–2021).



Figur 7. Provfiskeområdet Holmöarna med provtagningsplatserna för de olika variablerna som ingår i programmet.

3. Resultat och slutsatser

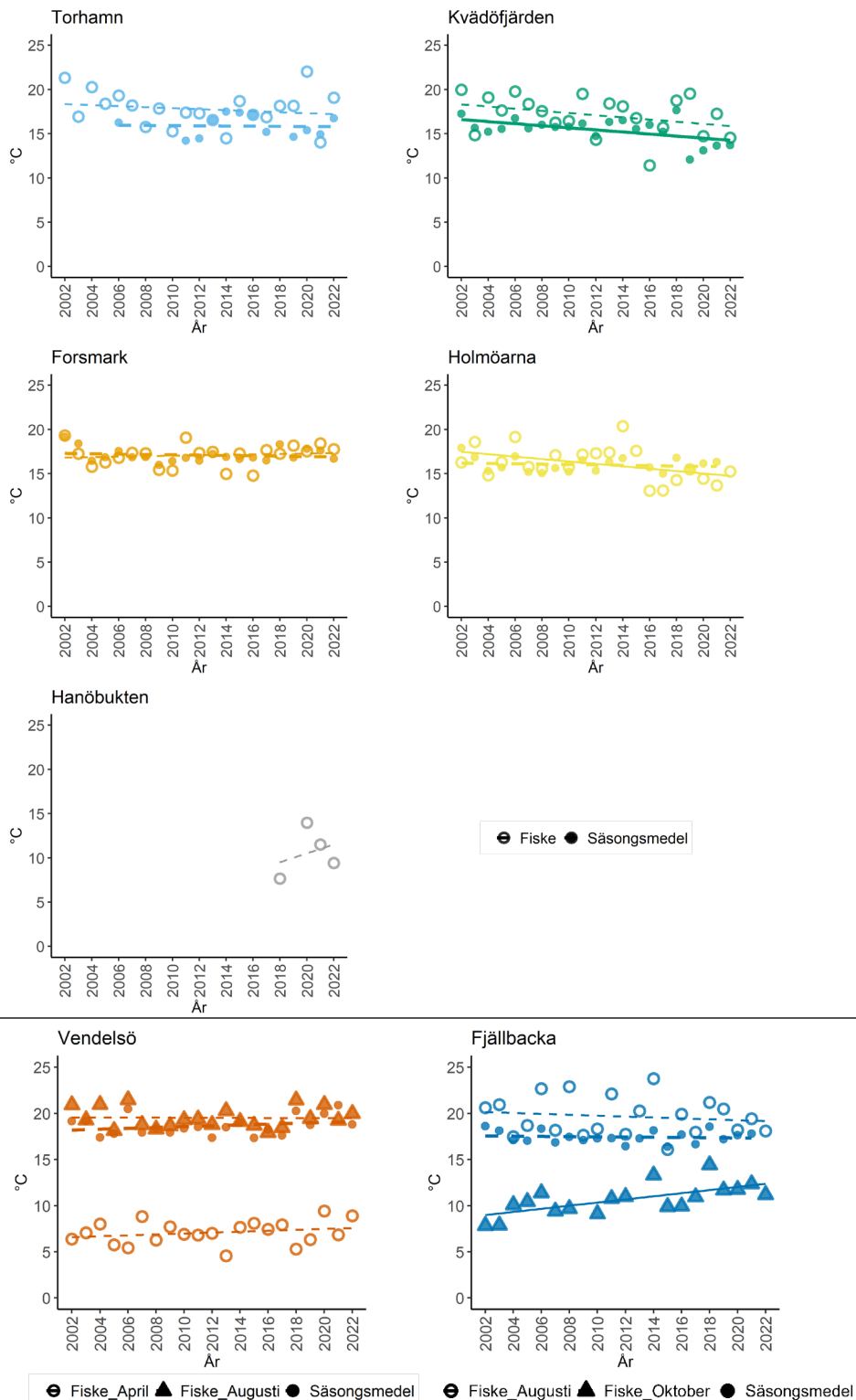
3.1. Temperatur, siktdjup och salthalt

Medeltemperaturen i vattnet över fiskens tillväxtsång (säsongsmedeltemperatur) är något högre i de sydligaste och västra områdena så som Vendelsö, Fjällbacka och Torhamn och lite lägre i de mer nordliga områdena (Figur 8). Säsongsmedeltemperaturen i provfiskeområdena har inte ändrats nämnvärt över tid (Figur 8). I Kvädöfjärden där medeltemperaturen har ökat sedan 1963 (Mustamäki et al. 2020), syns sedan 2002 nu i stället en minskning.

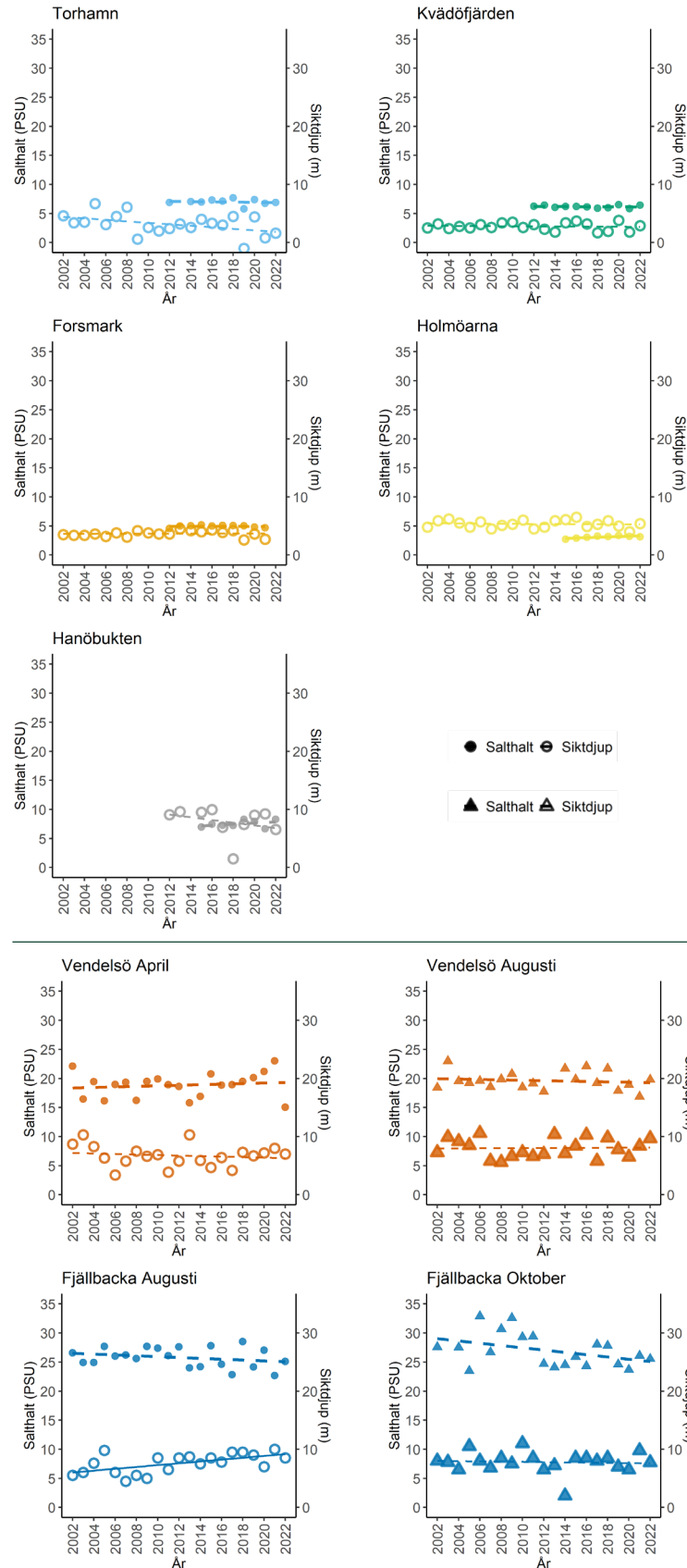
Vid provfisken mäts temperatur och salthalt vid redskapet samt siktdjup vid en punkt mitt i provfiskeområdet. Temperatur under fiske har minskat i Holmöarna under augusti och ökat i Fjällbacka under provfisket i oktober–november (Figur 8). Ingen signifikant förändring har uppmätts i övriga områden.

Fjällbacka i Skagerrak och Vendelsö i Kattegatt har marina förhållanden och därmed högst salthalt. I Östersjön sjunker salthalten norrut, och således har Holmöarna den lägsta salthalten av de undersökta områdena (Figur 9).

I Kvädöfjärden har siktdjupet under säsongen sjunkit kraftigt från tidsseriens början, från cirka 9 m under 1960-talet till cirka 4 m i dag (Mustamäki et al. 2020, Figur 9). Siktdjupet under provfiskena har inte ändrats i områdena längs Östersjökusten eller i Vendelsö, medan det i Fjällbacka har ökat, till nästan dubbelt så stort sedan 2002 (Figur 9).



Figur 8. Säsongsmedeltemperatur samt temperatur vid fiske (vittjning) i de sju områdena. I Hanöbukten finns inga säsongsmedelvärden och temperatur vid fiske baseras på läggning av redskap. Helledragen linje visar signifikant linjär trend medan streckade linjer visar icke-signifikanta linjära trendlinjer.



Figur 9. Salthalt (PSU) samt sikt djup (m) vid fiske (vittjning) i de sju områdena. Heldragen linje visar signifikant linjär trend medan streckade linjer visar icke-signifikanta linjära trendlinjer.

3.2. Fisksamhällets struktur och funktion

3.2.1. Provfiskefångstens artsammansättning och diversitet

Provfiskefångsterna är typiska för svenska kustvatten och avspeglar artsammansättningen i de olika geografiska områdena. I Fjällbacka och Vendelsö på västkusten domineras fångsten av arter som inte alls påträffas i Östersjön, så som strandkrabba, olika snultror och vitling (Mustamäki et al. 2020). I områdena i Östersjön är abborre den vanligaste arten i provfiskefångsten, även olika karpfiskar är vanligt förekommande, speciellt mört. Holmöarna i Bottenviken har det lägsta artantalet, vilket är förväntat eftersom artrikedomen i Östersjön generellt minskar norrut med den minskande salthalten. I Forsmark är artantalet något högre än i Holmöarna. Artantalet i Kvädöfjärden ligger i samma nivå som artantalet i de sydligaste provfiskeområdena i Torhamn och Hanöbukten, vilket sannolikt beror på Kvädöfjärdens skyddade läge i de inre delarna av skärgården där arter med både marint och limniskt ursprung kan förekomma tillsammans.

Förutom det geografiska läget, påverkas provfiskefångstens artsammansättning av vilken tid på året fisket utförs men även av redskapstyp samt på vilket djup som fiskas. I Hanöbukten skiljer sig fångsten lite jämfört med övriga lokaler i Östersjön som fiskas med nordiska kustöversiktsnät. Det beror till stor del på att fisket i Hanöbukten utförs i oktober medan övriga äger rum under augusti, samt att området är mer exponerat och öppet än de andra provfiskeområdena som inkluderas i denna rapport. Därför hör till exempel torsk, sill och skrubbskädda till de vanligaste arterna enbart i Hanöbukten i stället för abborre och mört som i övriga områden i Östersjön.

I Fjällbacka och Vendelsö i Nordsjön utförs fisket med småryssjor i stället för nordiska kustöversiktsnät, och därför fångas det även kräftdjur som oftast inte fastnar i nät (Mustamäki et al. 2020). I det här faktabladet har endast fångsten av fiskar analyserats. Även tånglake fångas mer effektivt i ryssjor än i nät, och har därför större förekomst i provfiskeområden där ryssjor används jämfört med områden som fiskas med nät, trots att arten förekommer längs hela den svenska kusten. Med anledning av detta utförs fisken som syftar till att studera tånglakens reproduktion med just ryssjor. Tånglakestudierna görs årligen i fyra av områdena: Fjällbacka, Vendelsö, Kvädöfjärden samt Holmöarna.

I **Fjällbacka** domineras provfiskefångsten av mesopredatorer så som snultror, ål och tånglake i augusti medan det i oktober främst är rovfisk som torsk (Figur 11), gråsej, och vitling som fångas (Mustamäki et al. 2020). Förekomsten av stensnultra har minskat i augusti och skrubbskädda har minskat i oktober. Provfiskefångsten av både torsk och ål var relativt hög under 2019 och fångsten av ål i oktober har ökat över tid.

I **Vendelsö** varierar artsammansättningen i provfiskefångsten också mellan årstider. Under våren fångas det mest av rötsimpa, tånglake, stensnultra, skrubbskädda och torsk. Ingen art dominerar fångsten starkt så som skärsnultra gör i augusti (Andersson et al. 2015). Andra arter som är vanliga under sommaren är stensnultra, ål, torsk, svart smörbult och tånglake. Fångsterna av skrubbskädda har minskat över tid under både vår och sommar. Skärsnultra har ökat i vårfisket och stensnultra har minskat i sommarfisket.

I **Hanöbukten**, där det enda kallvattenfisket i den rapport med nordiska nät äger rum, är fångsterna generellt mindre men antalet arter relativt högt. De dominerande arterna i fångsten är sill och torsk. Även rötsimpa och skrubbskädda är vanligt förekommande. Samtliga av dessa arter är mer knutna till kallvatten och är därför förväntade i Hanöbuktens fiske. Den enda signifikanta förändringen här består i att fångsten av sill har ökat mellan 2015 och 2022.

I **Torhamn** domineras provfiskefångsten starkt av abborre och mört. Övriga vanliga arter i fångsten är löja och sill. Fångsten av sill har ökat över tid medan fångsten av gädda har minskat. Sarv visar en negativ trend men till följd av de höga förekomsterna enstaka år, 2006 och 2021, är den inte signifikant. Under 2021 var det rekordlåg fångst av abborre och rekordstor fångst av sill vilket kan ha ett samband med den låga temperaturen under provfisket (Figur 8 och Figur 12).

I **Kvädöfjärden** är den vanligaste arten i provfisket mört, som har ökat över tid. Abborre är den näst vanligaste arten och har minskat över tid (Figur 12). Även gös är vanligt förekommande i området och har ökat över tid. Den rödlistade karpfisken vimma som tidigare såg ut att öka har de senaste åren fångats i lägre antal igen. Björkna, strömming och skarpsill är också vanliga i provfiskefångsten i Kvädöfjärden.

I **Forsmark** är abborre och mört de dominerande arterna. Även björkna och strömming är vanliga. Förekomsten av strömming har ökat och förekomsten av gös har minskat i Forsmark.

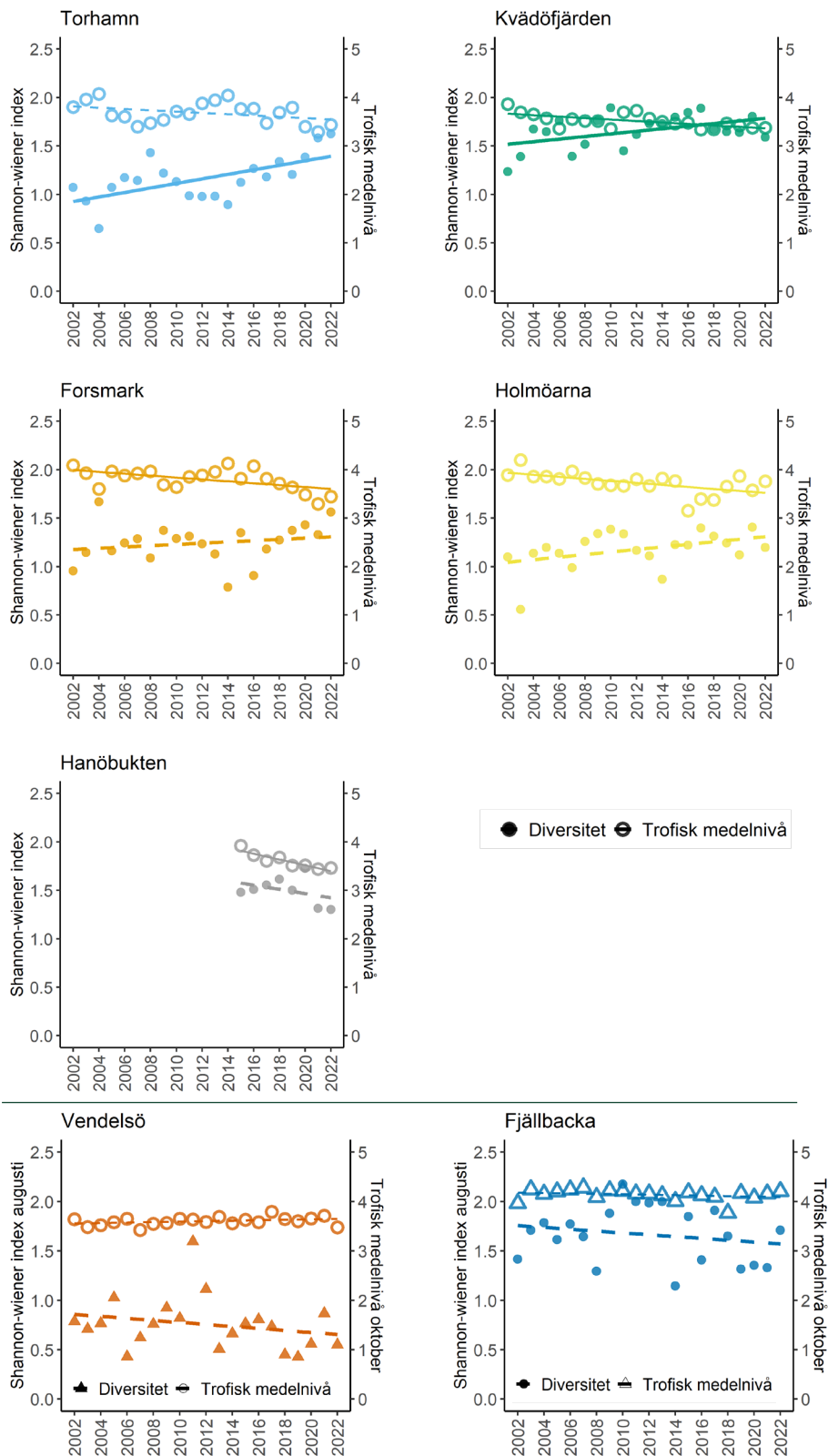
Även i **Holmöarna** domineras provfiskefångsten av abborre och mört. Strömming och gärs är också vanligt förekommande arter. Mängden sik och karpfiskar har ökat i området över tid.

Shannon-Wieners diversitetsindex beskriver mångfalden i fisksamhället baserat på antalet arter och hur mängden fisk fördelar sig mellan arterna. Ett högt index fås när området är artrikt och fördelningen mellan arters förekomst är jämn. I områden med ett fåtal arter eller med en stark dominans av enstaka arter är indexet lågt.

Diversitetindexet är lågt i området med minst antal arter, Holmöarna, och i det kraftigt abborre-dominerade fisksamhället i Torhamn (Figur 10). Höga diversitetsindex återfinns i Kvädöfjärden där den geografiska placeringen, det skyddade läget samt blandningen av marina och limniska arter skulle kunna vara en förklaring. Indexet är även högt i Vendelsö och Fjällbacka. Däremot domineras

fisket i augusti i Fjällbacka av ett fåtal arter och diversitetsindexet är lågt. Diversitetsindexet har ökat över tid i Torhamn och Kvädöfjärden, men har varit oförändrat i övriga områden (Figur 10).

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 näringsväven; arter som livnär sig på växtplankton får ett lågt värde medan stora rovfiskar som äter andra fiskar får ett högt värde. De enskilda arternas trofiska värden samt andelar i fångsten sammanvägs till en trofisk medelnivå för hela fångsten. Den trofiska medelnivån (Figur 10) har varit relativt stabil i Vendelsö och Fjällbacka. Under provfisket i oktober i Fjällbacka har den varit relativt hög på grund av den stora andelen av torsk som är en rovfisk i fångsterna. I Kvädöfjärden, Forsmark, Holmöarna samt Hanöbukten har den trofiska medelnivån minskat över tid (Figur 10). I Kvädöfjärden och Holmöarna beror detta på en ökning av karpfiskar och en minskning av rovfisken abborre i fångsten. I Hanöbukten är den ökade mängden sill och låga fångster av rovfisken torsk i fångsterna orsaken till minskande trofisk medelnivå i fångsten.



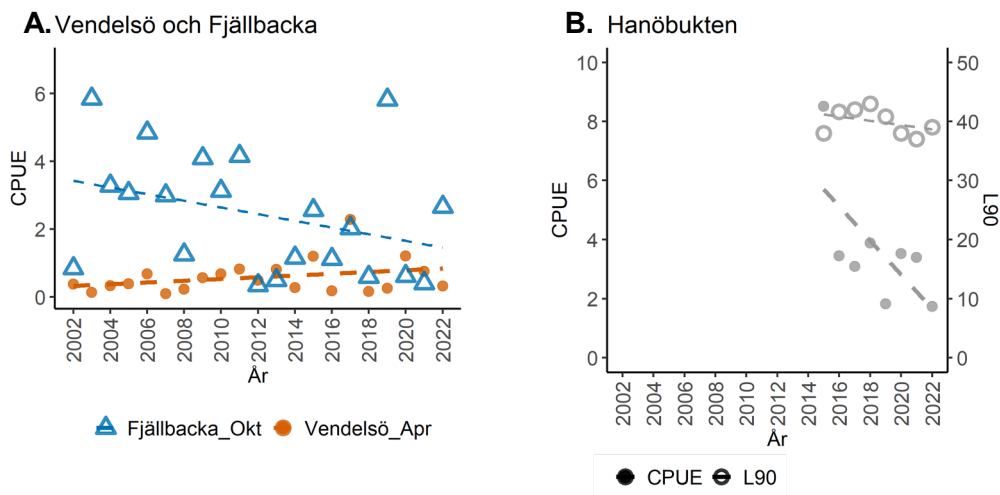
Figur 10. Diversitet uttryckt som Shannon-Wiener diversitetsindex (fylld) samt trofisk medelnivå (ofylld) i provfiskefångsten med Nordiska kustöversiktsnät i Torhamn, Kvädöfjärden, Forsmark, Holmöarna (augusti 2002–2022) samt Hanöbukten (oktober 2015–2022). I ryssjefiskena i Vendelsö och Fjällbacka är diversitet från augusti och trofisk medelnivå från vår och höst. Heldragen linje visar signifikant linjär trend medan streckade linjer visar icke-signifikanta linjära trender.

3.2.2. Fångst av nyckelarter och deras storleksstrukturer

Abborren är den vanligaste arten i provfiskefångsterna i de flesta referensområdena i Östersjön, och är en nyckelart i Östersjöns kustområden. Abborren påträffas inte i provfisket i Fjällbacka eller Vendelsö. Den fångas heller inte i lika stor utsträckning i Hanöbukten. I dessa områden rapporterar vi i stället förekomsten av nyckelarten torsk.

I Fjällbacka och Vendelsö har ingen signifikant ändring i fångsterna av torsk skett sedan 2002 (Figur 11). Inte heller i Hanöbukten har torskfångsterna ändrats över tid i provfiskena i oktober. Första året för provfisket utmärker sig med ungefär dubbelt så hög fångst av torsk per ansträngning jämfört med alla efterföljande år (Figur 11).

Torskens och abborrens storleksstruktur kan beskrivas av indikatorn L90, som anger längden på fisken vid den 90:e percentilen i längdfördelningen. Ju större L90 är, ju större individer finns det i provfiskefångsten, vilket i sin tur kan indikera relativt lågt fisketryck och goda förutsättningar för tillväxt hos arten. Indikatorn L90, som är ett mått på de största fiskarna som fångas, har inte ändrats för torsk i Hanöbukten sedan fiskets start 2015.



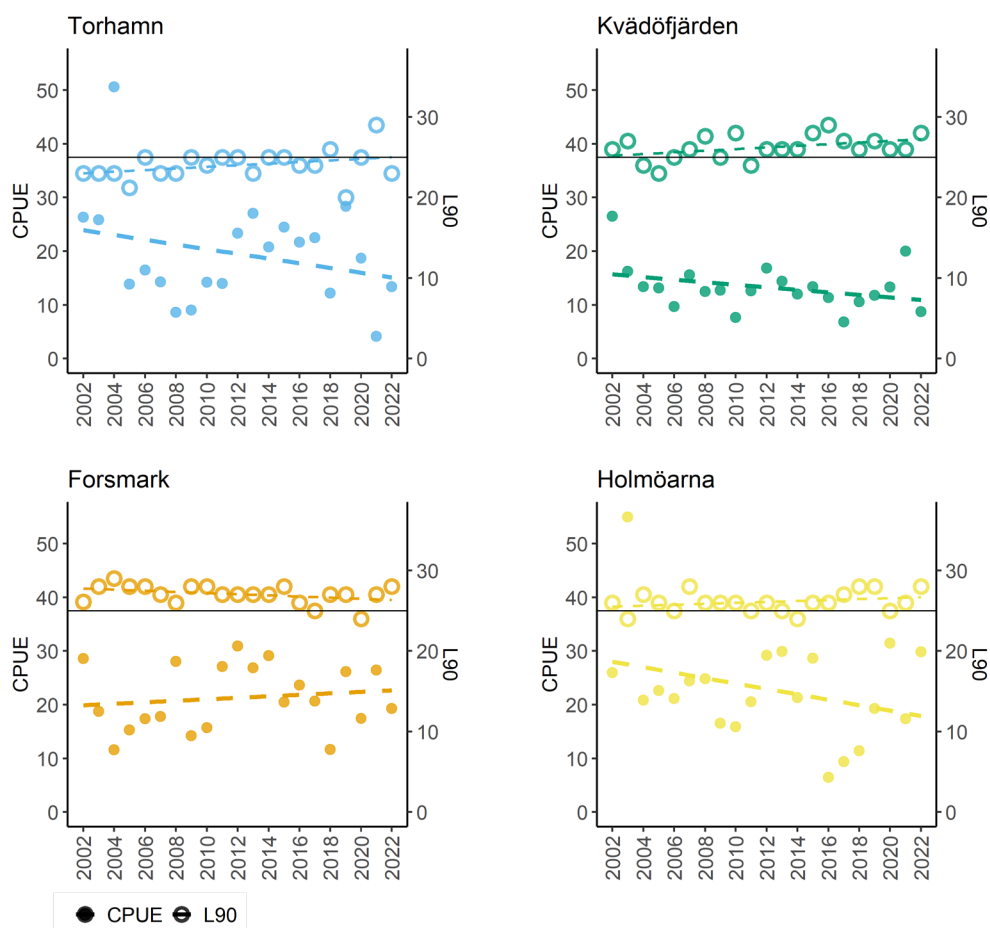
Figur 11. **A.** Förekomst av Torsk i kallvattenfiskeri i Vendelsö och Fjällbacka (2002–2022) som fångst per ansträngning (CPUE). **B.** Förekomst och L90 (cm) för torsk i Hanöbukten (2015–2020). Streckad linje visar icke-signifikant linjär trend.

Abborrfångsten har inte ändrats signifikant sedan 2002 i något av provfiskena i augusti (Figur 12). I Torhamn, Holmöarna och Kvädöfjärden finns tendenser till minskade fångster men variationen mellan år är stor.

Fångsten av abborre i provfisket är en indikator som används inom havsmiljödirektivet vid miljöstatusbedömning av kustfisksamhällen. Enligt den

senaste bedömningen med data fram till och med 2021 som baseras på en annan bedömningsmetod än trendanalys, bedöms statusen för abborre som ej god i Holmöarna och Kvädöfjärden. I Torhamn och Forsmark bedöms statusen vara god. Resultaten från dessa bedömningar kommer att publiceras under 2024.

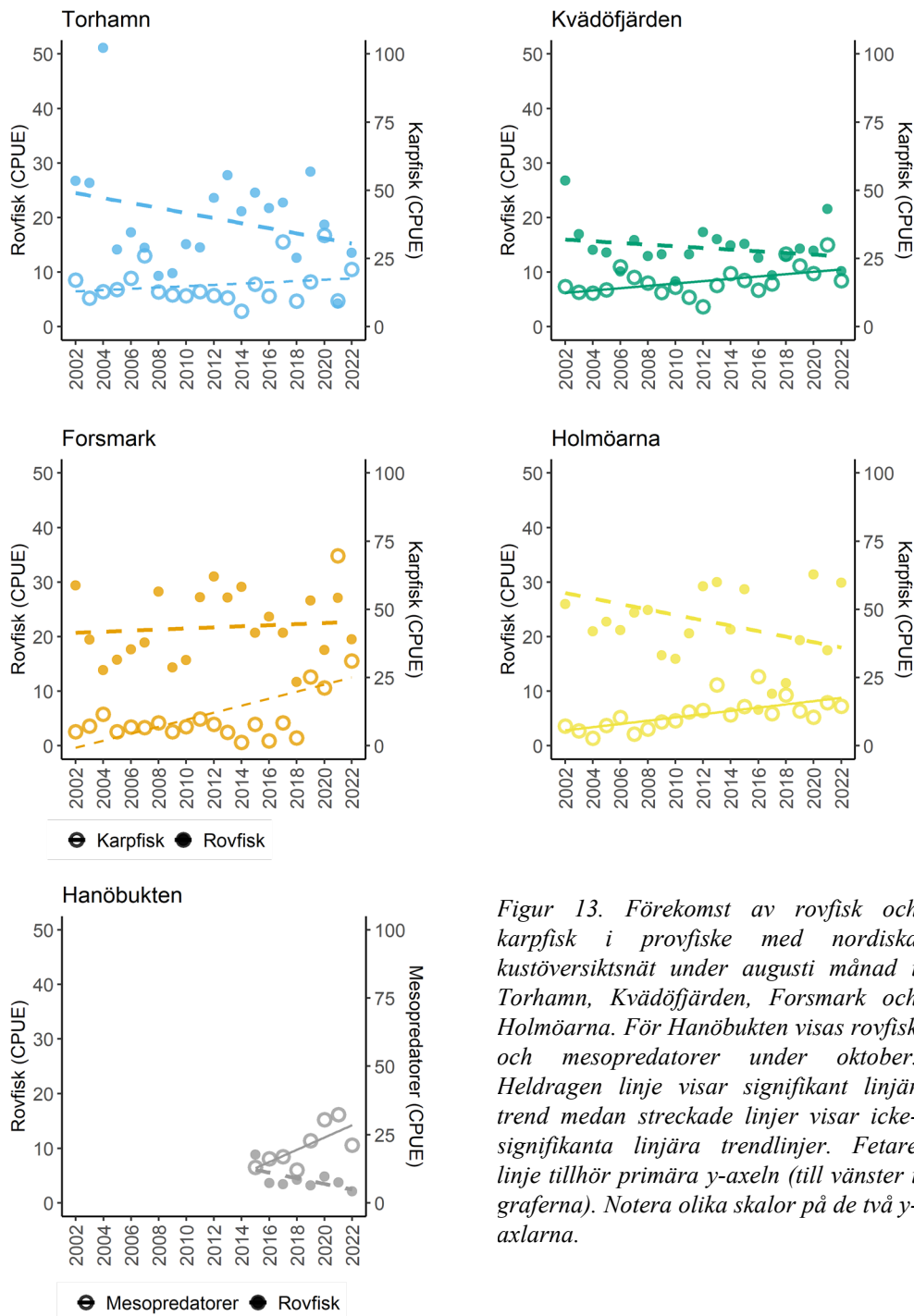
Abborrens storleksstruktur kan också beskrivas av indikatorn L90. För abborren är ett gränsvärde för god status för indikatorn i de undersökta områdena satt till 25 cm (Bolund et al. in prep). Abborrens L90 har varit oförändrad över tid och i alla områden utom Torhamn ligger värdena generellt över gränsvärdet 25 cm (Figur 12). I Torhamn har L90 varierat mycket, 2019 var det så lågt som 20 cm och 2021 var det så högt som 29 cm, men är till största delen under gränsvärdet. Dessa resultat är samstämmiga med den senaste miljöstatusbedömningen, som publiceras under 2024, där Torhamn inte når god status medan övriga områden (Holmöarna, Forsmark och Kvädöfjärden) når gränsvärdet.



Figur 12. Fångst av abborre över 12 cm samt L90 i provfiskefångsten i fiske med nordiska kustöversiktsnät i augusti i Torhamn, Kvädöfjärden, Forsmark och Holmöarna (2002–2022). Heldragen linje visar signifikant linjär trend medan streckade linjer visar icke-signifikanta linjära trendlinjer. Fetare linje tillhör primära y-axeln (till vänster i graferna). Svart linje vid 25 cm indikerar gränsvärde för L90.

3.2.3. Fångst av rovfiskar

I Östersjöns kustområden är abborren den talrikaste rovfisken, medan torsken och vitlingen är de vanligaste rovfiskarna längs Nordsjökusten. Rovfiskar har en viktig funktion i födoväven och är ofta attraktiva för fisket. Hög förekomst av rovfisk kan

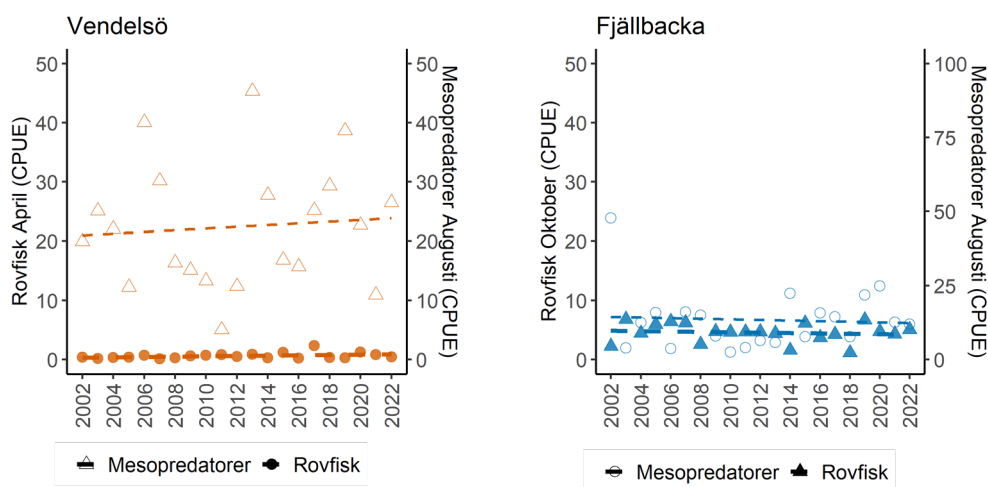


Figur 13. Förekomst av rovfisk och karpfisk i provfiske med nordiska kustöversiktsnät under augusti månad i Torhamn, Kvädöfjärden, Forsmark och Holmöarna. För Hanöbukten visas rovfisk och mesopredatorer under oktober. Helderagen linje visar signifikant linjär trend medan streckade linjer visar icke-signifikanta linjära trendlinjer. Fetare linje tillhör primära y-axeln (till vänster i graferna). Notera olika skalor på de två y-axlarna.

indikera att det finns lämpliga rekryteringsmiljöer, lågt fisketryck och låg predation från toppkonsumenter som säl och skarv.

Inga signifikanta trender kan ses för förekomst av rovfisk i provfiskeområdena under den analyserade tidsperioden, men det finns tendenser till minskade fångster i flera områden (Figur 13 och Figur 14).

Fångsten av rovfisk i provfisken är en indikator som används inom havsmiljödirektivet vid miljöstatusbedömning av kustfisksamhällen. Enligt den senaste bedömningen med data till och med 2021 och med en annan bedömningsmetod än trendanalys, uppnår Holmöarna, Forsmark och Torhamn god status för rovfisk medan Kvädöfjärden och Hanöbukten inte gör det. Denna bedömning kommer att publiceras under 2024.



Figur 14. Rovfisk under kallvattenfisken med ryssjor i april i Vendelsö samt oktober i Fjällbacka och mesopredatorer under augusti i de båda områdena. Streckad linje visar icke-signifikant linjär trend.

3.2.4. Fångst av karpfisk och mesopredatorer

Karpfiskar (familjen Cyprinidae) utgör en viktig funktionell grupp av fisk i födoväven i Östersjöns kustområden. De befinner sig på en lägre trofisk nivå jämfört med rovfisken då de främst äter bottendjur och djurplankton. Karpfiskarna påverkas av predation från rovfisk och av toppkonsumenter som säl och skarv. En ökad mängd karpfiskar kan även indikera ökande näringsbelastning och stigande vattentemperatur, eftersom just denna grupp av fiskar anses gynnas av varmt och näringsrikt vatten. Fångsten av karpfiskar har ökat över tid i Kvädöfjärden och Holmöarna, varit väldigt hög under senare år i Forsmark, men varit relativt oförändrad i Torhamn (Figur 13).

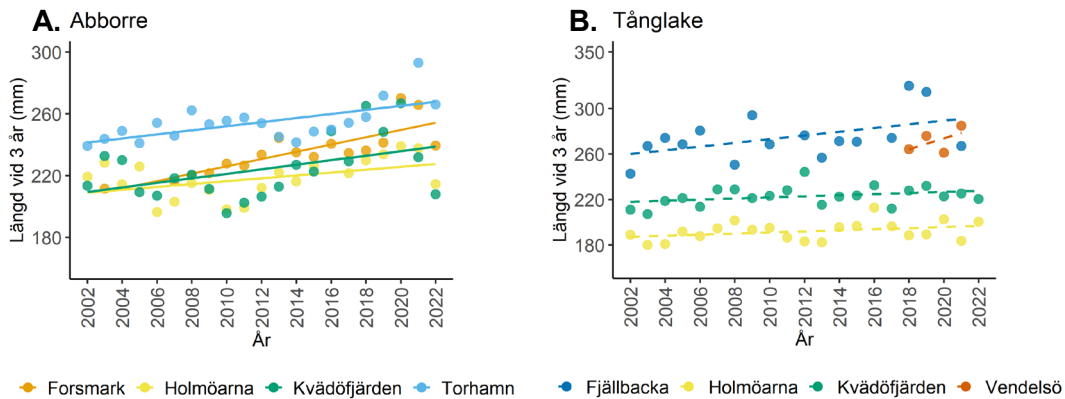
I Fjällbacka och Vendelsö längs den svenska Västkusten påträffas inte karpfiskar, utan deras funktion i näringsväven representeras i stället av så kallade mesopredatorer. De vanligaste mesopredatorerna i Fjällbacka och Vendelsö är skärsnultra och stensnultra. En ökad mängd mesopredatorer kan indikera avsaknad av predation från rovfisk, högre vattentemperaturer och till viss del näringsrika vatten. En hög förekomst av mesopredatorer har även kopplats till en hög förekomst av trådalger och negativ påverkan på ålgräsängar (Baden et al. 2012).

Tidigare har en ökning av mesopredatorer i fångsten noterats i Fjällbacka i oktober (Mustamäki et al. 2020), men de senaste årens fångster har varit låga och nu syns ingen signifikant trend för något av fiskena med smårýssjor (Figur 14). En ökning av mesopredatorer över tid finns dock i Hanöbukten (Figur 13).

Fångsten av karpfisk och fångsten av mesopredatorer i provfisken är indikatorer som används inom havsmiljödirektivet vid miljöstatusbedömning av kustfisksamhällen. En måttlig förekomst av karpfiskar och mesopredatorer anses indikera goda förhållanden. Enligt den senaste bedömningen med data fram till och med 2021 och med en annan bedömningsmetod än trendanalys uppnådde endast Torhamn god status för karpfisk medan Holmöarna, Forsmark och Kvädöfjärden inte gjorde det på grund av för hög förekomst av karpfisk. I Hanöbukten är trenden för mesopredatorer ökande i provfiskefångsterna och i senaste miljöstatusklassningen uppnår mesopredatorer därför inte god status. Denna bedömning kommer att publiceras under 2024.

3.3. Tillväxt hos nyckelarter

Fiskens storlek vid en viss ålder kan användas som ett mått på fiskens tillväxt. En minskande storlek vid en given ålder antyder minskad tillväxt, medan det motsatta mönstret anger en ökad tillväxt.



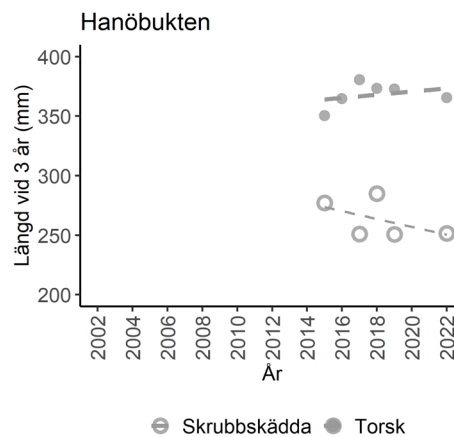
Figur 15. **A.** Längd vid tre års ålder för abborrar som provtagits under provfiskena med nordiska kustöversiktsnät i Forsmark, Holmöarna, Kvädöfjärden samt Torhamn (2002–2022). **B.** Längd vid 3 års ålder för tånglakar som provtagits i Fjällbacka, Holmöarna, Kvädöfjärden (2002–2022) samt Vendelsö (2018–2022). Helderagen linje indikerar signifikant linjär trend medan streckade linjer visar icke-signifikanta linjära trender.

För abborre har längd vid tre års ålder ökat för samtliga områden där abborre analyseras, alltså i Torhamn, Kvädöfjärden, Forsmark och Holmöarna (Figur 15). Det indikerar att tillväxten hos abborre ökat över tid.

I Hanöbukten åldersanalyseras skrubbskädda och torsk. Inga signifikanta förändringar över tid har setts för dessa arters längd vid ålder sedan 2015 (Figur 16).

Tånglakens längd vid ålder har inte ändrats signifikant i något av de undersökta områdena (Figur 15). Tidigare sågs en ökning av längd i Fjällbacka och Kvädöfjärden för tånglakar som var 3 år (Mustamäki et al. 2020), men senaste åren bröts den trenden.

Sammantaget tyder resultaten på ökad tillväxt hos abborre och avstannade ökningarna i tillväxt hos tånglake i alla områden.

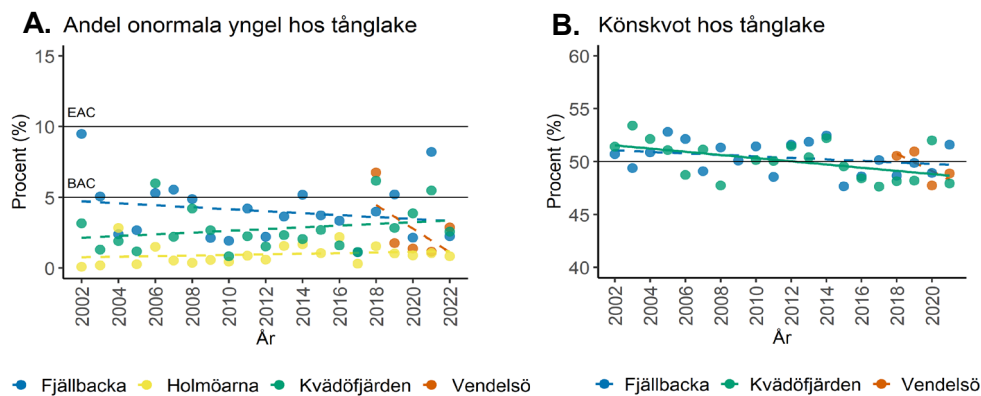


Figur 16. Längd vid tre års ålder för skrubbskädda och torsk som provtagits under provfiskena med nordiska kustöversiktsnät i Hanöbukten (2015–2022). Streckade linjer visar icke-signifikanta linjära trender.

3.4. Tånglake, yngelstudie

En ökad andel av döda eller missbildade yngel hos tånglake kan indikera miljöpåverkan som syrebrist eller exponering för kemikalier. Andelen onormala yngel totalt (tidigt döda, sent döda och missbildade) hos tånglakehonor är relativt låg i alla områden, men överskrider det föreslagna gränsvärdet för den naturliga bakgrundsnivån (BAC, 5 procent onormala yngel per hona i medeltal; Andersson 2014) under enstaka år i Kvädöfjärden, Vendelsö och Fjällbacka men inte i Holmöarna (Figur 17).

Det görs könsbestämning på tånglakeynglen i Kvädöfjärden, Fjällbacka och Vendelsö för att ta reda på om det sker någon förändring över tid. Normalt ligger könskvoten hos ynglen nära 50 procent, d.v.s. det bör finnas lika många hon- som hanyngel. Könskvoten har varierat en del mellan åren sedan mätningarnas start



Figur 17. A. Andel onormala yngel hos provtagna tånglakar i Fjällbacka, Holmöarna, Kvädöfjärden (2002–2022) och Vendelsö (2018–2022). Svart linje vid 5 procent indikerar gränsvärde BAC och vid 10 procent gränsvärde EAC. B. Andel hanyngel hos tånglakar som provtagits i Fjällbacka, Kvädöfjärden (2002–2022) samt Vendelsö (2018–2022). Heldragna linjer visar signifikanta linjära trender. Svart linje vid 50 procent symboliserar jämn fördelning av honor och hanar.

1997 (Mustamäki et al. 2020). Tidigare fanns minskande trender för andelen hanyngel i både Kvädöfjärden och Fjällbacka. En minskad andel hanyngel tyder på en successiv maskulinisering och har bedömts viktig att följa, samt om negative trenden består, att undersöka orsaker till varför det produceras fler hanar än honor i vissa områden. Sedan 2002 syns en minskning av andelen hanyngel endast i Kvädöfjärden medan det i Fjällbacka har stabiliserat sig något kring en jämnare könsfördelning (Figur 17). I Vendelsö har könskvoten inte undersökts lika länge vilket gör det svårt att utreda några trender (Figur 17).

3.5. Fiskens hälsa

3.5.1. Kondition

Konditionen (anges här som Fultons konditionsindex) är ett mått som anger ett förhållande mellan längd och vikt hos fisken. Hög kondition betyder att fisken är tung för sin längd vilket anses vara bra. Hos en fisk påverkas konditionen av flera variabler, till exempel dess tillväxt, födotillgång och hälsa samt kön. Konditionen kan även variera under året samt skilja sig mellan områden.

Hos abborre i de undersökta områdena är konditionen högst i Torhamn och lägst i Forsmark (Mustamäki et al. 2020). I början av mätserien från 1990-talet observerades en svag minskning av konditionen hos honabborre från Kvädöfjärden och Holmöarna (Mustamäki et al. 2020). Denna försämring avstannade i början av 2000-talet och konditionen har därefter ökat kraftigt hos abborre särskilt från Kvädöfjärden och Torhamn, men även något i Holmöarna.

Hos tånglake observerades i början av mätserien en svag minskning av konditionen hos både honor- och hanar från Fjällbacka (Mustamäki et al. 2020). Denna försämring avstannade i början av 2000-talet och nivån ligger därefter relativt stabilt. Hos tånglaken från Kvädöfjärden verkar konditionsfaktorn vara ganska stabil under hela mätperioden.

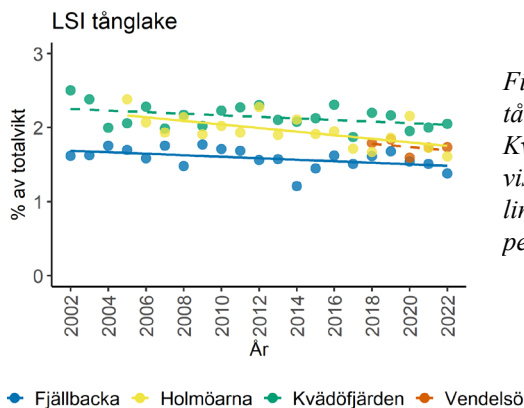
Orsakerna till ökad kondition hos abborre är inte kända, men sannolikt speglar ökningen sedan början av 2000-talet en förbättrad näringsstatus hos abborrarna, något som även ses genom att tillväxten hos abborren ökat i alla områden. Det är intressant att notera att utvecklingen av konditionsfaktorn skiljer sig mellan arterna abborre och tånglake från Kvädöfjärden med ökande kondition hos abborren men en oförändrad eller till och med en viss antydning till minskande kondition hos tånglake.

3.5.2. Leversomatiskt index

Leversomatiskt index beräknas som levervikten uttryckt i procent av kroppsvikt. Förändringar i leverns relativa storlek kan vara ett resultat av variation i upplagring av näringsämnen (fetter och kolhydrater) i levern, men kan också vara ett tecken på påverkan av miljöfarliga ämnen. Det är till exempel känt att leverns relativa storlek kan vara större hos fisk som lever i recipienten för utsläpp från industrier såsom skogsindustrier (Sandström et al. 2015).

Hos abborre från Kvädöfjärden observerades en tendens till ökat leversomatiskt index i början av mätningarna som startade 1988 men de senaste åren har ökningen helt stannat av. Liknande förändring över tid har inte setts vid Torhamn och Holmöarna (Mustamäki et al. 2020).

För tånglakehonor från Fjällbacka ses minskande leversomatiskt index sedan 1989 (Mustamäki et al. 2020). Denna minskande trend ses även de senaste 20 åren men är inte lika tydlig som i Holmöarna där det leversomatiska indexet minskar sedan 2002 (Figur 18). Även hos tånglakehanar från Kvädöfjärden ses en antydning till minskning av leversomatiskt index (Mustamäki et al. 2020). Orsakerna till de observerade förändringarna över tid har inte gått att fastställa än men resultaten indikerar en sämre upplagring av näringsämnen hos tånglaken.



Figur 18. Den relativa leversvikten (LSI) hos tånglakehonor i Fjällbacka, Holmöarna, Kvädöfjärden och Vendelsö. Helledragen linje visar en signifikant linjär trend medan streckade linjer visar icke-signifikanta linjära trender för perioden 2002–2022.

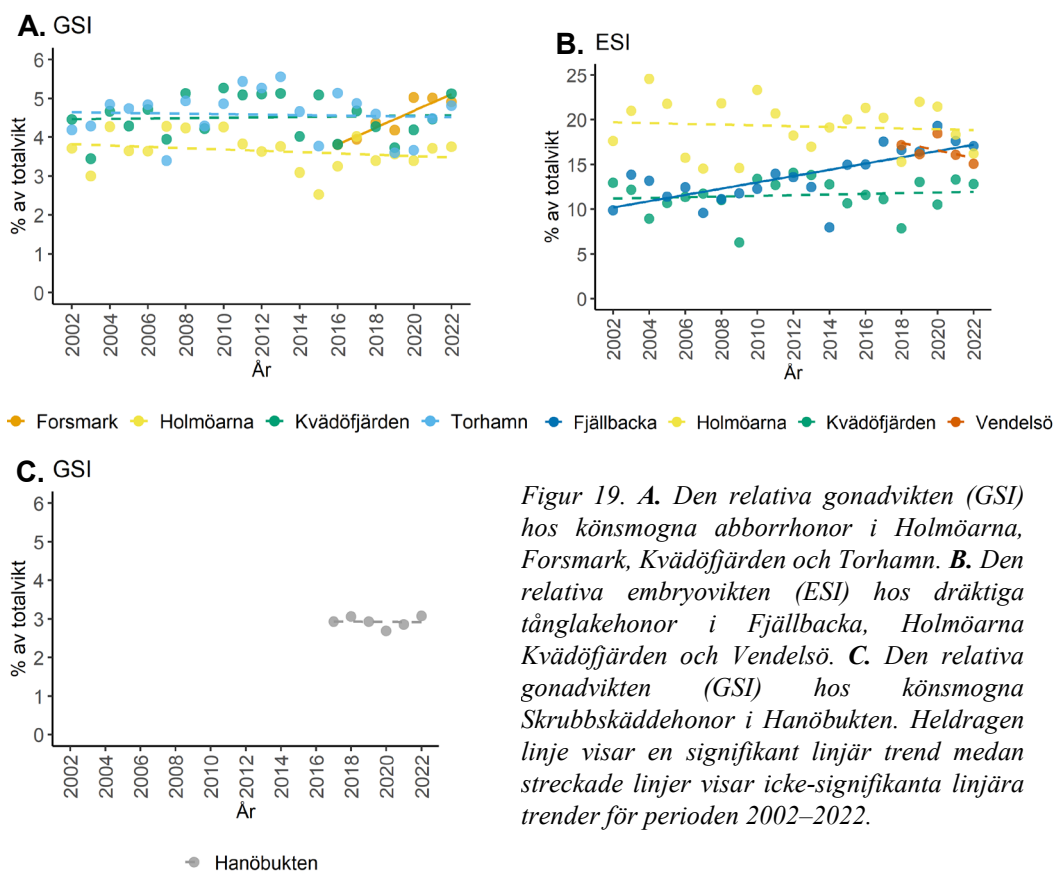
3.5.3. Gonadsomatiskt index hos abborre och skrubbskädda och embryosomatiskt index hos tånglake

Gonadsomatiskt index beräknas här som gonadvikten uttryckt i procent av fiskens kroppsvikt. För tånglaken, som bär levande yngel, beräknas i stället embryosomatiskt index som anger ynglens vikt i förhållande till honans vikt. Indexen används för att beskriva hur mycket fisken investerar för reproduktion.

Det gonadsomatiska indexet hos abborrhonor från Kvädöfjärden och Holmöarna minskade med 20–30 procent fram till cirka 2003 (Mustamäki et al. 2020). Enstaka år var gonadsomatiskt index upp till 40 procent lägre än i början av tidserien. Efter 2003 har minskningen avstannat (Figur 19). Gonadsomatiskt index hos abborrhonorna från Torhamn och Forsmark ligger nu på ungefär samma nivå som i Kvädöfjärden. I Forsmark ökar gonadsomatiskt index under den analyserade tidsperioden.

Hos skrubbskädda som enbart undersöks i Hanöbukten ligger gonadsomatiskt index ganska stabilt under de sex år som undersökningarna pågått (Figur 19).

Embryosomatiskt index hos de dräktiga tånglakehonorna (Figur 19) fångade under yngelstudien visar i Holmöarna och Kvädöfjärden en liknande utveckling som hos abborren med något högre värden i början på tidsserien och ingen förändring sedan 2002. I Fjällbacka däremot har embryosomatiskt index hos tånglake ökat, men de högsta värdena i slutet på tidsserien beror på att under de fem senaste åren har provtagningen i Fjällbacka utförts några veckor senare. I Vendelsö, som studerats sedan 2018, ligger embryosomatiskt index hos hontånglake på samma nivå som i Fjällbacka.



Figur 19. **A.** Den relativa gonadvikten (GSI) hos köns mogna abborrhonor i Holmöarna, Forsmark, Kvädöfjärden och Torhamn. **B.** Den relativa embryovikten (ESI) hos dräktiga tånglakehonor i Fjällbacka, Holmöarna, Kvädöfjärden och Vendelsö. **C.** Den relativa gonadvikten (GSI) hos köns mogna Skrubbskäddehonor i Hanöbukten. Heldragen linje visar en signifikant linjär trend medan streckade linjer visar icke-signifikanta linjära trender för perioden 2002–2022.

3.5.4. Vitellogenin i blodet

När gonaderna tillväxer hos honfiskar som förbereder sig för lek bildas vitellogenin i levern under inverkan av honans östrogen. Vitellogeninet transporteras via blodet till gonaden för att inkorporeras i ägget. Hos hanar däremot produceras normalt försvinnande små mängder. Förhöjda halter av vitellogenin i blod hos hanfiskar är ett tecken på exponering för ämnen med östrogenliknande effekter.

Resultaten visar att honabborren under insamlingen i september är i full gång med att producera vitellogenin för att utveckla sina gonader för den kommande

leksäsongen. Vitellogeninhalterna i blodet hos honabborrar varierar avsevärt mellan åren men de antyder också en svag tendens till minskning sedan starten av mätningen 2003 i Kvädöfjärden och Holmöarna (Mustamäki et al., 2020). Nivåerna av vitellogenin är ungefär samma hos abborrhonorna från Torhamn och Forsmark som i Kvädöfjärden. Vitellogenin i blodet hos tånglakehonor minskar något under hela tidsperioden hos honor från Fjällbacka men inte hos honor från Kvädöfjärden (Mustamäki et al., 2020).

Vad som orsakar den observerade minskningen i vitellogeninhalten i blodet hos tånglakehonor och antydning till minskning hos abborrhonor i alla undersökta områden är inte klarlagd, men det är viktigt att följa dessa minskningar som om de fortsätter kan tyda på allvarliga störningar hos fisken.

Hos både abborre och tånglake, är hanarnas vitellogeninhalter i blodet genomgående låga och uppvisar inga förändringar över tid (Mustamäki et al., 2020), vilket tyder på att det inte sker någon exponering för östrogena ämnen.

3.5.5. Aktivitet i lever av avgiftningssenzymet EROD

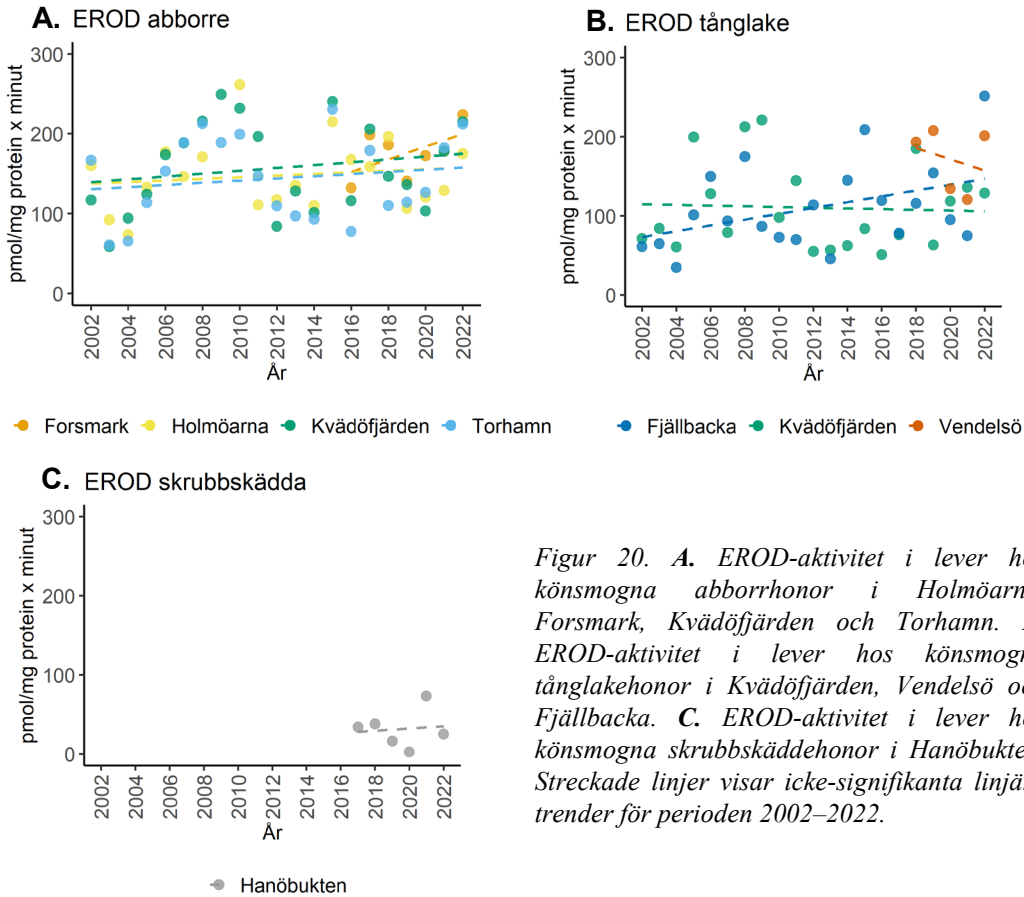
Etoxyresorufin-O-deetylas (EROD) är ett avgiftningssenzym i levern. En hög EROD-aktivitet visar att fiskens avgiftningssystem är aktiverat vilket indikerar exponering för miljögifter.

Hos både abborre och tånglake ses en tydlig ökning av EROD-aktivitet från 1980-talet fram till 2009–2010 i alla områden med långa tidsserier (Mustamäki et al. 2020). I Kvädöfjärden var då EROD-aktiviteten hos fisken upp till fem gånger högre än när undersökningarna inleddes 1988. Dessa höga nivåer följdes av markant lägre EROD-aktivitet under några år efter 2010, men sedan dess uppvisar EROD-aktiviteten stora mellanårsvariationer hos både abborre och tånglake i de undersökta kustområdena, och inga tydliga trender kan ses sedan 2002 (Figur 20). EROD-aktiviteten från områdena, Vendelsö (tånglake) och Forsmark (abborre), med kortare tidsserier ligger på ungefär samma nivåer som i områdena med längre tidsserier. EROD-aktiviteten hos skrubbskädda från Hanöbukten uppvisar ingen trend men tydliga mellanårsvariationer (Figur 20).

Ökningen av EROD-aktiviteten verkar således ha avstannat hos både abborre och tånglake under senare år, men ligger i dag på en högre nivå jämfört med början av 1990-talet (Mustamäki et al. 2020). Resultaten tyder på att fisken sannolikt periodvis har varit exponerad för organiska miljögifter, till exempel PAH:er, eller ämnen med dioxinlik effekt.

Ökningen av EROD-aktiviteten som särskilt sågs tidigare i mätningarna anses åtminstone delvis kunna bero på ökad bioturbation orsakat av kraftiga förändringar i bottenfaunasamhället när havsborstmaskar tillhörande släktet *Marenzelleria* etablerade sig i Östersjön. Dessa gräver sig djupare i sedimentet än de endemiska

arterna och kan därmed frigöra ”gamla” miljögifter ur sediment (Hanson et al. 2020).



Figur 20. **A.** EROD-aktivitet i lever hos köns mogna abborrhonor i Holmöarna, Forsmark, Kvädöfjärden och Torhamn. **B.** EROD-aktivitet i lever hos köns mogna tånglakehonor i Kvädöfjärden, Vendelsö och Fjällbacka. **C.** EROD-aktivitet i lever hos köns mogna skrubbskäddehonor i Hanöbukten. Streckade linjer visar icke-signifikanta linjära trender för perioden 2002–2022.

3.5.6. Antioxidantzymer i lever och oxidativ stress

Antioxidantzymer katalas, glutationreduktas och glutationtransferas mäts för att ta reda på om fisken är utsatt för oxidativ stress.

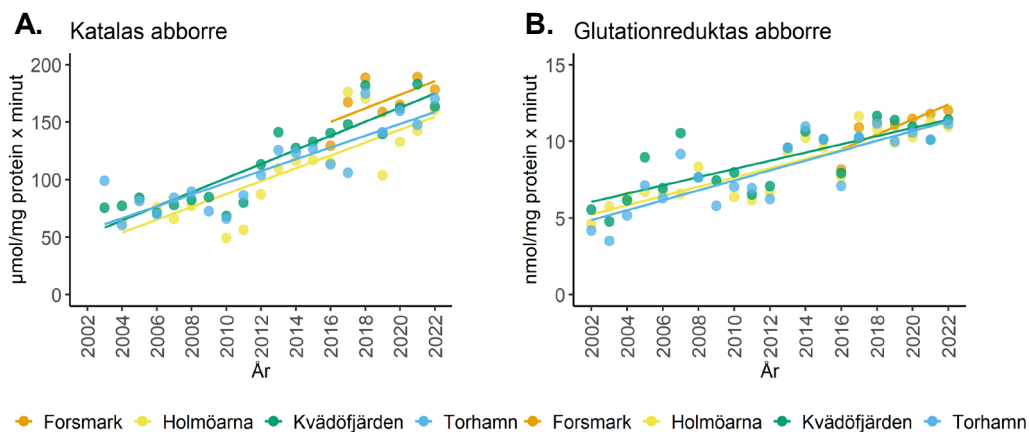
Enzymet katalas i levern hos abborre låg i början av mätperioden på en relativt konstant nivå i alla områden (Mustamäki et al. 2020), men visar under de senaste cirka 20 åren en mycket tydlig ökning i alla områden (Figur 21). Även hos tånglake visar enzymet katalas i levern på en tendens till ökning särskilt i Fjällbacka (Mustamäki et al. 2020). Ökningen har möjligen börjat avta men nivåerna är högre än i början av tidserien (Heimbrand et al. 2022). En förändring i aktivitet av katalas indikerar en möjlig påverkan på fettmetabolismen utöver ökad oxidativ stress.

En signifikant ökande trend över tid noteras för aktiviteten av enzymet glutationreduktas i levern hos både abborre (Figur 21) och tånglake (Mustamäki et

al., 2020) sedan 2002. Den ökande trenden för glutathionreduktas har avtagit under de senaste åren.

Glutathiontransferas-aktiviteten hos tånglake är generellt högre i Fjällbacka och Vendelsö än i Kvädöfjärden. Vad denna skillnad beror på är ännu inte känt men den avspeglar troligtvis förändringar i kemikaliebelastning i miljön och därmed eventuellt exponering för något specifikt ämne.

Sammantaget tyder resultaten på ökad oxidativ stress och en möjlig påverkan på fettmetabolismen hos både abborre och tånglake.



Figur 21. **A.** Katalas aktivitet i lever hos köns mogna abborrhonor i Holmöarna, Forsmark, Kvädöfjärden och Torhamn. **B.** Glutathionreduktas aktivitet i lever hos köns mogna abborrhonor i Holmöarna, Forsmark, Kvädöfjärden och Torhamn. Helderagen linje visar en signifikant linjär trend medan streckade linjer visar icke-signifikanta linjära trender för perioden 2002–2022.

3.5.7. Joner i blodet och jonreglering

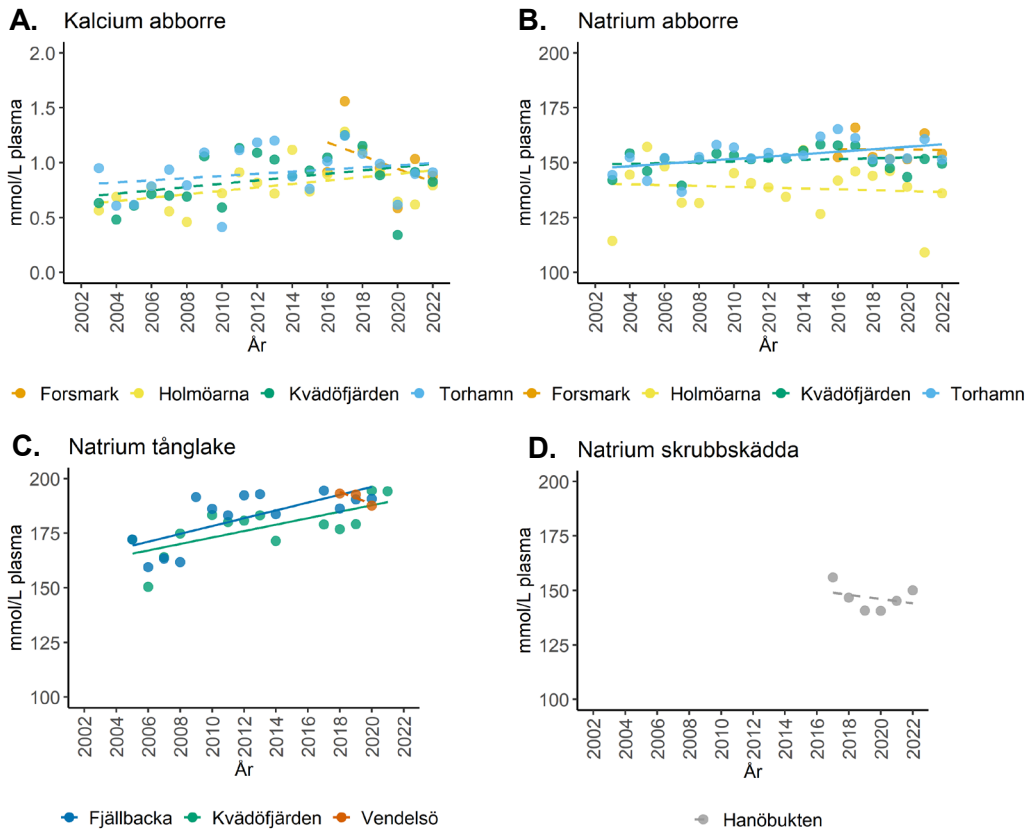
Förändringar i plasmahalterna av jonerna klorid, natrium, kalium och kalcium kan indikera rubbningar i de jonreglerande organens funktion.

Från 2002 tills för ett par år sedan har en oroande ökning av halten av kalcium setts i blodet hos abborre från Holmöarna och Kvädöfjärden. Denna ökning har dessbättre avstannat (Figur 22).

För natrium ses en ökning hos abborre från Torhamn men inga tydliga förändringar hos abborre från Holmöarna och Kvädöfjärden (Figur 22). Hos tånglake ses en ökning av natrium i Fjällbacka och Kvädöfjärden (Figur 22) och klorid i Fjällbacka. Ingen förändring ses för natrium hos skrubbskäddehonor i Hanöbukten med en kortare mätperiod (Figur 22). Vad denna ökning av vissa plasmaelektrolyter beror på är inte känd.

För koncentrationen av kalium hos abborre ses en minskning i Holmöarna men inga tydliga förändringar över tid i övriga områden. Kalium mäts i plasman för att fånga upp eventuellt ökat läckage av kalium från skadade celler. En minskande trend kan indikera en positiv förändring med successivt färre skadade celler.

Sammantaget tyder resultaten på att fiskens saltreglering, särskilt för natrium, är påverkad i flera områden.



Figur 22. **A.** Koncentration av kalcium och **B.** natrium i blodet hos könsmogna abborrhonor i Holmöarna, Forsmark, Kvädöfjärden och Torhamn. **C.** Natrium i könsmogna tånglakehonor i Kvädöfjärden, Vendelsö och Fjällbacka. **D.** Natrium i blodet hos könsmogna skrubbskäddehonor i Hanöbukten. Heldragen linje visar en signifikant linjär trend medan streckade linjer visar icke-signifikanta linjära trender för perioden 2002–2022.

3.5.8. Glukos i blodet

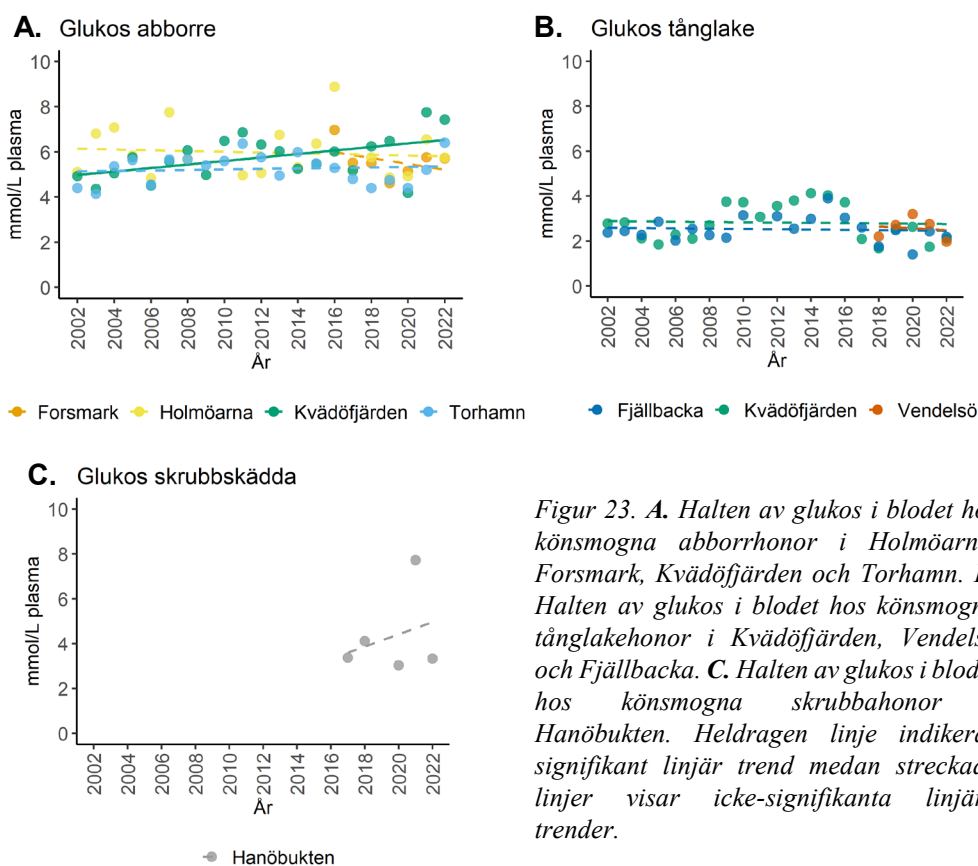
Halten glukos i blodet hos fisk analyseras för att få en uppfattning om fiskens kolhydratmetabolism är påverkad.

Hos abborrhonor från Kvädöfjärden har en successivt ökande halt av glukos i blodet observerats sedan 2002 (Figur 23). Denna förändring indikerar att ämnesomsättningen hos fisken är påverkad. Hos abborre från Holmöarna och

Torhamn har också en tendens till ökande koncentrationer av glukos setts sedan början av 2000-talet men den ökningen har avstannat (Mustamäki et al. 2020). Halten av glukos i blodet hos abborren från Forsmark som undersökts sedan 2017 är på ungefär samma nivå som i de tre andra områdena där abborre analyseras.

Hos tånglakehonor från både Kvädöfjärden och Fjällbacka observerades liknande mönster med ökande glukoshalter i blodet fram till för några år sedan, följt av sjunkande halter till ungefär samma som i början av mätserien (Figur 23).

Det finns således en generell tendens att den tidigare ökningen av glukoshalterna hos abborre och tånglake har avstannat. Denna förändring indikerar en återhämtning av kolhydratmetabolismen.



Figur 23. **A.** Halten av glukos i blodet hos köns mogna abborrhonor i Holmöarna, Forsmark, Kvädöfjärden och Torhamn. **B.** Halten av glukos i blodet hos köns mogna tånglakehonor i Kvädöfjärden, Vendelsö och Fjällbacka. **C.** Halten av glukos i blodet hos köns mogna skrubbskädda i Hanöbukten. Heldragen linje indikerar signifikant linjär trend medan streckade linjer visar icke-signifikanta linjära trender.

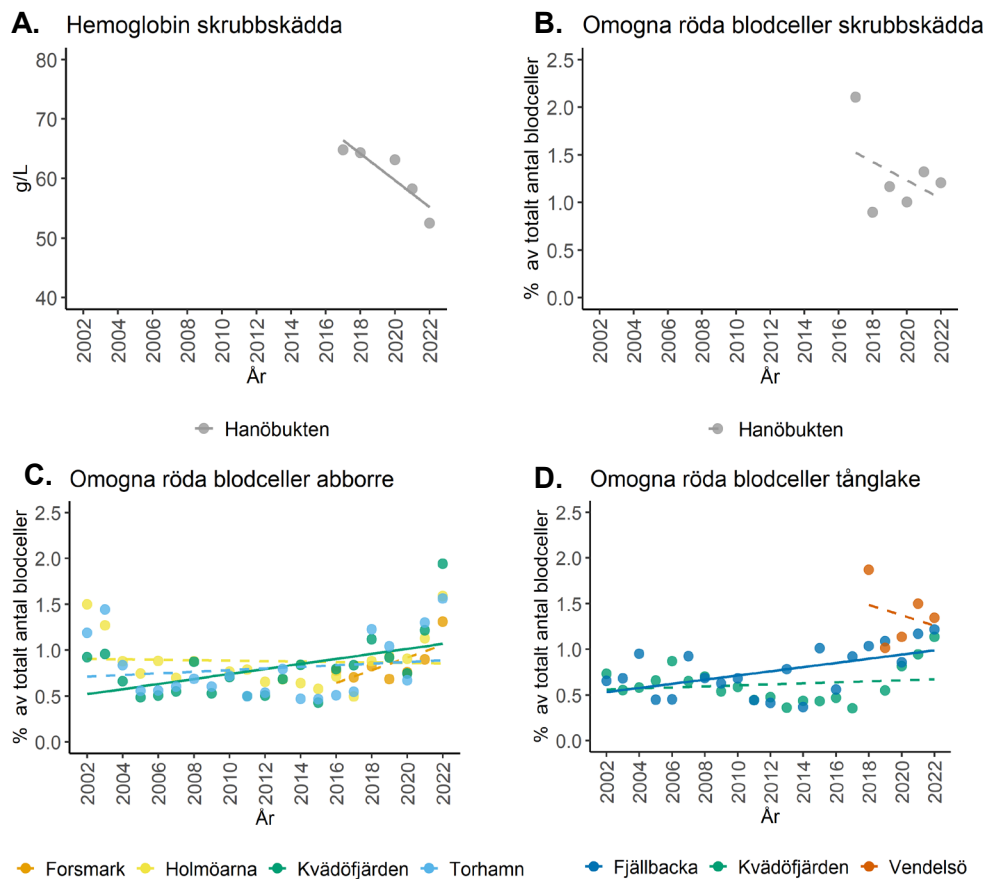
3.5.9. Röda blodceller och hemoglobin

Genom att mäta blodets volym av röda blodceller, och de röda blodcellernas innehåll av det syrebärande pigmentet hemoglobin, samt andel omogna röda blodceller, kan man undersöka om fisken uppvisar blodbrist eller någon annan form av påverkan på syreupptagningsförmågan. En ökning av volym av röda blodceller och halten hemoglobin indikerar en ökning av blodets syrebärande förmåga. En

sådan förändring kan vara en kompensation i fisken för att klara lägre syrenivåer i vattnet.

Hos tånglake från Kvädöfjärden ökar både volymen röda blodceller och halten hemoglobin över tid (Mustamäki et al. 2020). Hos abborre ses också en tendens till ökning över tid i samtliga områden för halten hemoglobin men utvecklingen har avstannat under de senaste åren (Mustamäki et al. 2020). För volym av röda blodceller ses en ökning hos abborre från Torhamn och Kvädöfjärden men inte från Holmöarna (Mustamäki et al. 2020).

För antalet omogna röda blodceller ses en ökning hos abborre i Kvädöfjärden och tånglake från Fjällbacka samt tendens till ökning även i de övriga områdena (Figur 24). Dessa förändringar tyder på en ökad omsättning av blodceller. Orsaken till dessa förändringar kan vara ökad ämnesomsättning, en kompensation för



Figur 24. **A.** Mängden hemoglobin i blodet och **B.** andelen omogna röda blodceller (procent av totalt antal blodceller) hos honskrubbskädda i Hanöbukten. **C.** Andelen omogna röda blodceller (procent av totalt antal blodceller) hos abborrhonor i Torhamn, Kvädöfjärden, Forsmark och Holmöarna. **D.** Andelen omogna röda blodceller (procent av totalt antal blodceller) hos tånglakehonor i Kvädöfjärden, Vendelsö och Fjällbacka. Heldragen linje indikerar signifikant linjär trend medan streckade linjer visar icke-signifikanta linjära trender.

minskande syrehalt i vattnet, en kombination av båda ovannämnda, eller möjligen någon annan förändring över tid som inte är känd.

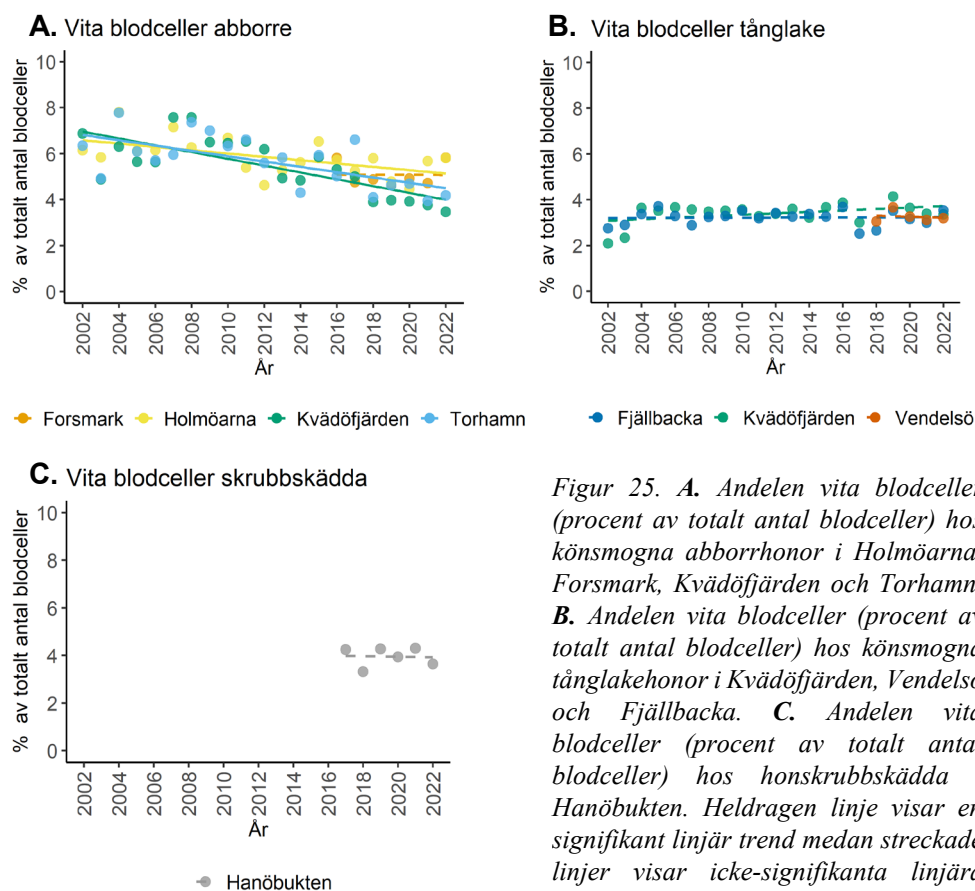
Hos skrubbskädda från Hanöbukten ses en tendens till minskande halt av hemoglobin under de sex år som undersökningen pågått. En sådan förändring kan tyda på en liten successiv förbättring av syresättningen.

3.5.10. Vita blodceller

Antal och typer av vita blodceller i blodet hos fisk undersöks för att ta reda på om fiskens immunförsvar är påverkat. En ökning av vita blodceller indikerar att immunförsvaret är aktiverat.

En ökning av totala antalet vita blodceller, samt antalet vita blodcellstyperna granulocyter och lymfocyter observeras hos både abborrhonor och tånglakehonor i början på tidsserien (Mustamäki et al. 2020), men denna ökning har avstannat på en förhöjd nivå för tånglaken (Figur 25) under senare år. Hos abborren har antalet vita blodceller i stället minskat mot slutet av tidsserien och ligger nu nära nivåerna från början av mätningarna (Figur 25). Hos skrubbskädda från Hanöbukten ses inga förändringar av vita blodcells bilden under de sex år mätningarna gjorts (Figur 25).

Hos tånglaken tyder resultaten på att immunförsvaret är påverkat men att en viss återhämtning har skett. För abborren ser det ut som det har skett en mer tydlig återhämtning än för tånglaken under de senare åren. Det likartade resultatet med den initiala ökningen under tidsperioden indikerar att kustfiskens immunförsvar sannolikt har varit påverkat på likartat sätt i alla provfiskeområden.



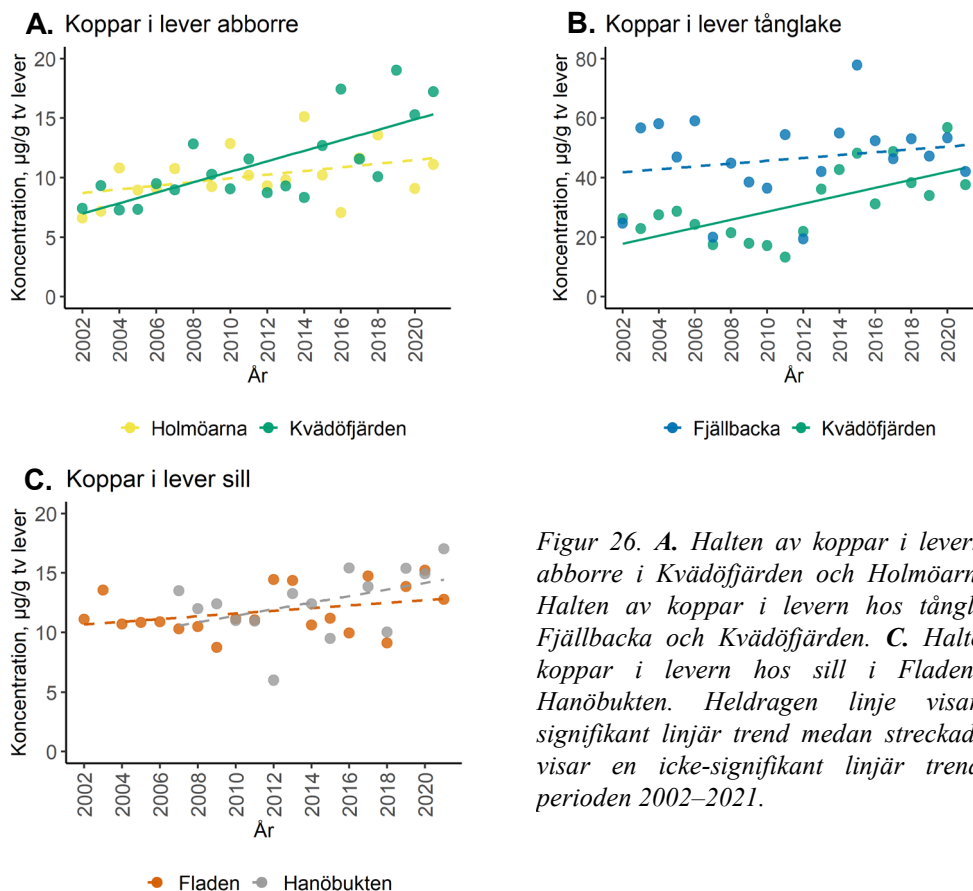
Figur 25. **A.** Andelen vita blodceller (procent av totalt antal blodceller) hos köns mogna abborrhonor i Holmöarna, Forsmark, Kvädöfjärden och Torhamn. **B.** Andelen vita blodceller (procent av totalt antal blodceller) hos köns mogna tånglakehonor i Kvädöfjärden, Vendelsö och Fjällbacka. **C.** Andelen vita blodceller (procent av totalt antal blodceller) hos honskrubbskädda i Hanöbukten. Helt dragen linje visar en signifikant linjär trend medan streckade linjer visar icke-signifikanta linjära trender för perioden 2002–2022.

3.6. Miljögifter i fisken

3.6.1. Koppars i lever

Kopparföreningar används för att skapa legeringar som mässing och brons. Koppars används även inom jordbruket som svampbekämpningsmedel, till impregnering av trä, läder och tyg, samt för behandling av vatten. Koppars återfinns även i vissa båtbottnfärger, det kan förekomma i lakvatten efter gruvbrytning och avrinning från vägar kan bidra till att koppars sprids i miljön.

Hos både abborre och tånglake ökar koncentrationen av koppars i levern vid Kvädöfjärden (Figur 26). Däremot syns inga ökningars hos abborre från Holmöarna, tånglake från Fjällbacka eller hos sill från Fladen eller Hanöbukten (Figur 26) sedan 2002. Ökningars av kopparshalterna hos abborre och tånglake från samtliga lokaler syns dock om man tittar på hela tidsserien som startar 1995 (Soerensen & Faxneld, 2023).



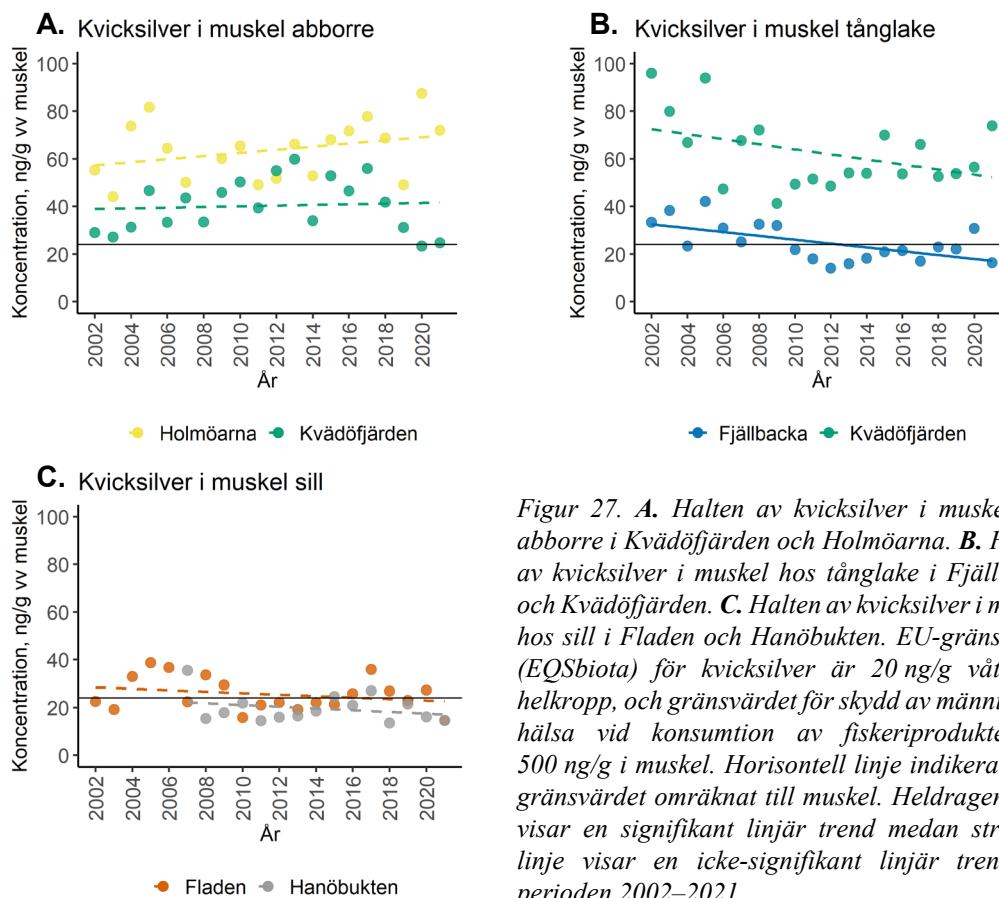
3.6.2. Kvicksilver i muskel

Kvicksilver sprids i miljön från bland annat koleldade kraftverk, gruvdrift, avfallshantering och deponier, samt vid cement- och metalltillverkning. Kvicksilver ansamlas i vävnader hos djuret och de högsta halterna hittas i predatorer högst upp i näringskedjan. Embryos och unga djur är mest känsliga för exponering av kvicksilver då celledningen och utvecklingen av hjärnan kan påverkas. De första restriktionerna mot användning av kvicksilver kom redan 1966, och då inom jordbruket och pappersmassaindustrin. På 1990-talet förbjöds kvicksilver i termometrar och olika elektroniska produkter, och 2009 förbjöds all användning av kvicksilver på den svenska marknaden. Kvicksilver är upptaget i Europeiska Unionens kemikalielagstiftning, i [Reach-förordningen](#).

Hos tånglake i Fjällbacka minskar koncentrationen av kvicksilver sedan 2002, medan inga trender syns för abborre i Kvädöfjärden eller Holmöarna och inte heller för tånglake i Kvädöfjärden eller i sill från Fladen eller Hanöbukten (Figur 27).

Dock syns en nedgång av kvicksilverhalterna i tånglake i Kvädöfjärden om man tittar på hela tidsserien från 1995 till 2021 (Soerensen & Faxneld 2023).

Det finns ett EU-gränsvärde (Environmental Quality Standard EQS_{biota}) för kvicksilver satt för att skydda toppredatorer och detta är 20 ng/g våtvikt i helkropp. I denna studie analyseras kvicksilver i muskel, och en omräkning mellan lever och muskel visar att halten motsvarar 24 ng/g våtvikt i muskel. Halterna av kvicksilver hos både abborre i Holmöarna och tånglake i Kvädöfjärden år 2021 låg långt över detta gränsvärde medan halten hos tånglake i Fjällbacka, hos abborre i Holmöarna samt hos sill i Fladen och Hanöbukten låg precis på eller strax under gränsvärdet. Halterna är dock betydligt lägre än 500 ng/g som är gränsvärdet för skydd av människans hälsa vid konsumtion av fiskeriprodukter.



Figur 27. **A.** Halten av kvicksilver i muskel hos abborre i Kvädöfjärden och Holmöarna. **B.** Halten av kvicksilver i muskel hos tånglake i Fjällbacka och Kvädöfjärden. **C.** Halten av kvicksilver i muskel hos sill i Fladen och Hanöbukten. EU-gränsvärde (EQS_{biota}) för kvicksilver är 20 ng/g våtvikt i helkropp, och gränsvärdet för skydd av människans hälsa vid konsumtion av fiskeriprodukter är 500 ng/g i muskel. Horisontell linje indikerar EU-gränsvärdet omräknat till muskel. Heldragen linje visar en signifikant linjär trend medan streckad linje visar en icke-signifikant linjär trend för perioden 2002–2021.

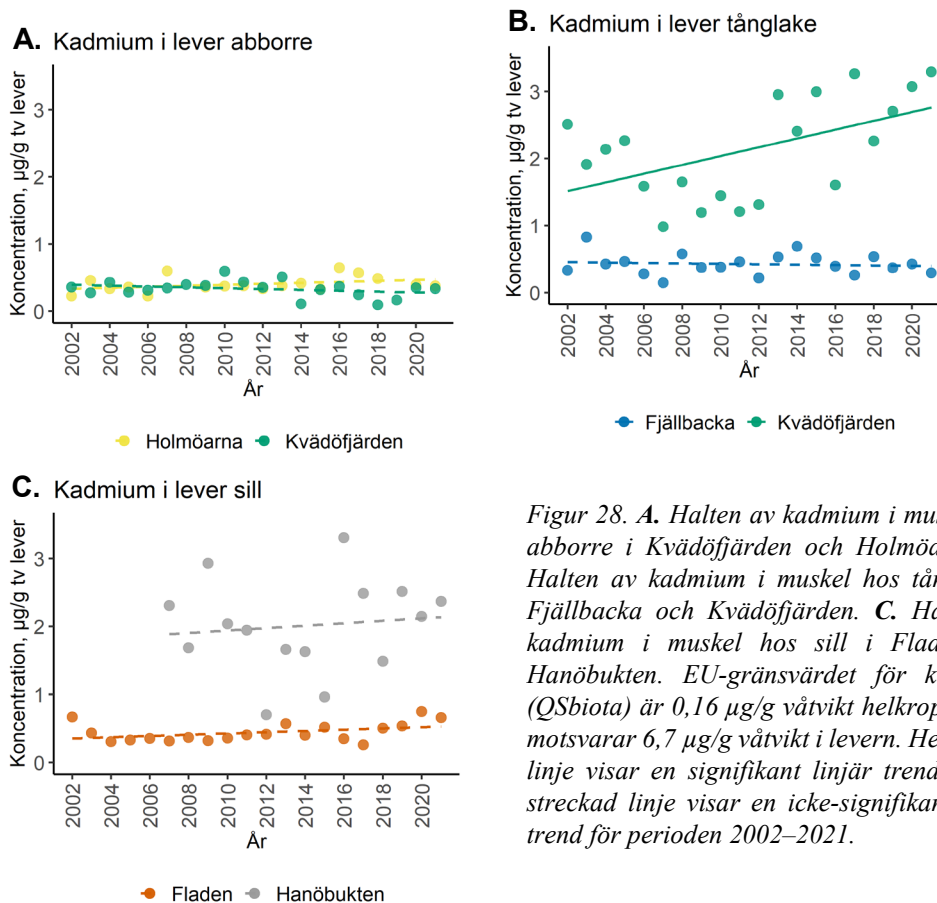
3.6.3. Kadmium i lever

Kadmium används i uppladdningsbara batterier, som färgpigment i målarfärg och som stabilisator i plaster, för metallplätning och legering. Ämnet finns även i gödsel inom jordbruket. Ämnet ansamlas i vävnader hos djuret och de högsta halterna hittas i predatorer högst upp i näringskedjan, och kadmium har i vissa fall

visat sig vara cancerframkallande. 1982 kom de första förbuden mot kadmium, då mot elektrogalvanisering och som termisk stabilisator. 1987 infördes en nationell avgift på batterier och 1993 infördes en begränsning mot att använda kadmium i gödsel. Även kadmium är upptaget i [Reach-förordningen](#).

Det syns inga trender för kadmium i abborre eller tånglake från Fjällbacka eller i sill från Fladen och Hanöbukten, däremot ses en ökning av kadmium i tånglake från Kvädöfjärden sedan 2002 (Figur 28).

Det finns ett EU-gränsvärde för kadmium (Quality Standard QS_{biota}) som är satt för att skydda toppredatorer. Detta gränsvärde är $0,16 \mu\text{g/g}$ våtvikt helkropp. I denna studie har gränsvärdet omräknats till vad det motsvarar både i levervikt och i torrsvikt, och det är denna omräkning som resultaten baserar sig på. Det omräknade gränsvärdet motsvarar då $24\text{--}28 \mu\text{g/g}$ torrsvikt i levern. Halterna av kadmium i både abborre och tånglake ligger under detta gränsvärde



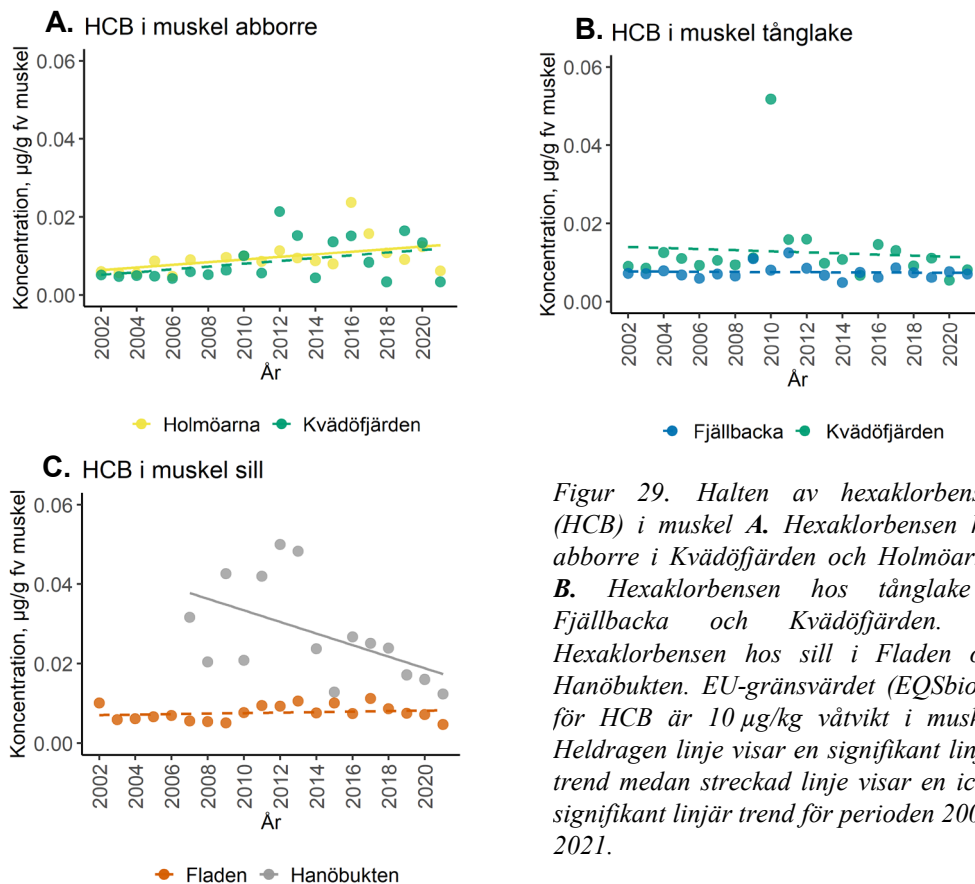
Figur 28. **A.** Halten av kadmium i muskel hos abborre i Kvädöfjärden och Holmöarna. **B.** Halten av kadmium i muskel hos tånglake i Fjällbacka och Kvädöfjärden. **C.** Halten av kadmium i muskel hos sill i Fladen och Hanöbukten. EU-gränsvärdet för kadmium (QS_{biota}) är $0,16 \mu\text{g/g}$ våtvikt helkropp vilket motsvarar $6,7 \mu\text{g/g}$ våtvikt i levern. Heldragen linje visar en signifikant linjär trend medan streckad linje visar en icke-signifikant linjär trend för perioden 2002–2021.

3.6.4. Hexaklorbensen i muskel

Hexaklorbensen användes tidigare som svampbekämpningsmedel inom jordbruket men är förbjudet sedan 1980. Ämnet kan fortfarande nå miljön som en biprodukt från olika klorprocesser. Hexaklorbensen är cancerframkallande och finns upptaget i [Stockholmskonventionen](#).

Hos abborre i Holmöarna ökar halterna av hexaklorbensen sedan 2002 (Figur 29). Det är intressant att konstatera att halterna tycks ha minskat i både Holmöarna och Kvädöfjärden under övervakningens tidigare år, det vill säga från 1984 respektive 1988 och fram till cirka år 2000 för att därefter öka igen (Soerensen & Faxneld 2023). Hos tånglake ses ingen förändring över tid för koncentrationen av hexaklorbensen i varken Kvädöfjärden eller Fjällbacka (Figur 29), däremot syns nedåtgående trender om man tittar på hela tidsserien som startar 1995 (Soerensen & Faxneld 2023). I sill från Hanöbukten minskar halten av hexaklorbensen sedan 2002 medan ingen trend syns i sill från Fladen (Figur 29). En nedåtgående trend hos sill i Fladen syns däremot om man tittar på hela tidsperioden som startade 1988 (Soerensen & Faxneld 2023).

EU:s gränsvärde för skydd av människans hälsa vid konsumtion av fiskprodukter för hexaklorbensen är satt till 0,01 µg/g våtvikt i muskel. Halterna



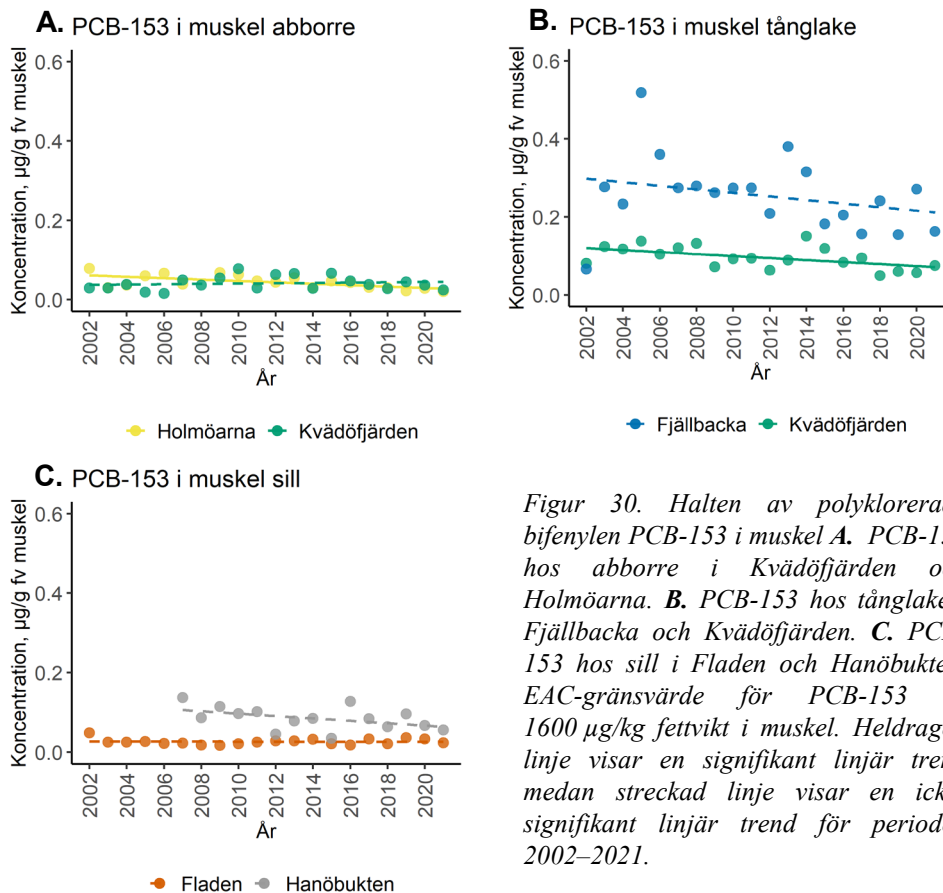
Figur 29. Halten av hexaklorbensen (HCB) i muskel **A.** Hexaklorbensen hos abborre i Kvädöfjärden och Holmöarna. **B.** Hexaklorbensen hos tånglake i Fjällbacka och Kvädöfjärden. **C.** Hexaklorbensen hos sill i Fladen och Hanöbukten. EU-gränsvärdet (EQSbiota) för HCB är 10 µg/kg våtvikt i muskel. Heldragen linje visar en signifikant linjär trend medan streckad linje visar en icke-signifikant linjär trend för perioden 2002–2021.

som presenteras i figuren nedan baseras på fettvikt och de omräknade gränsvärdena blir då från 0,23 µg/g fettvikt till 1,67 µg/g fettvikt, beroende på fiskartens fettviktsprocent. Koncentrationerna i abborre, tånglake och sill ligger långt under detta gränsvärde.

3.6.5. Polyklorerade bifenyler (PCB) i muskel

Polyklorerade bifenyler (PCB) är syntetiska kemikalier som har använts inom tillverkningsprocesser, framför allt som mjukgörare och isolator. PCB-föreningar finns spridda i miljön, mycket på grund av felhantering av avfallsmaterial, men de kan även läcka ut från kondensatorer och hydraulsystem. PCB binder till fettrika vävnader och de ansamlas i biota till väldigt höga koncentrationer. PCB har visat sig påverka reproduktionen hos många olika toppredatorer. Första förbudet mot PCB kom redan 1973 och sedan 1978 är all nyanvändning av PCB förbjuden. PCB är upptagen i [Stockholmskonventionen](#).

PCB-153 är en av de många så kallade PCB-kongener och den man oftare hittar i högre halter i miljön jämfört med vissa av de andra kongenerna. Sedan 2002 minskar halterna av PCB-153 i tånglake i Kvädöfjärden och i abborre i Holmöarna,



Figur 30. Halten av polyklorerade bifenylen PCB-153 i muskel **A.** PCB-153 hos abborre i Kvädöfjärden och Holmöarna. **B.** PCB-153 hos tånglake i Fjällbacka och Kvädöfjärden. **C.** PCB-153 hos sill i Fladen och Hanöbukten. EAC-gränsvärde för PCB-153 är 1600 µg/kg fettvikt i muskel. Heldragen linje visar en signifikant linjär trend medan streckad linje visar en icke-signifikant linjär trend för perioden 2002–2021.

däremot ses inte någon trend för tånglake i Fjällbacka, abborre i Kvädöfjärden eller sill i Fladen och Hanöbukten (Figur 30). Om man i stället ser över de längre tidsperioderna så går halterna ner för samtliga arter och lokaler förutom för tånglake i Fjällbacka (Soerensen & Faxneld 2023). Det finns ett EAC-gränsvärde (Environmental Assessment Criteria av [OSPAR](#)) för PCB-153 som är satt till 1,6 µg/g fettvikt i muskel. Halterna i abborre, tånglake och sill ligger betydligt lägre än gränsvärdet.

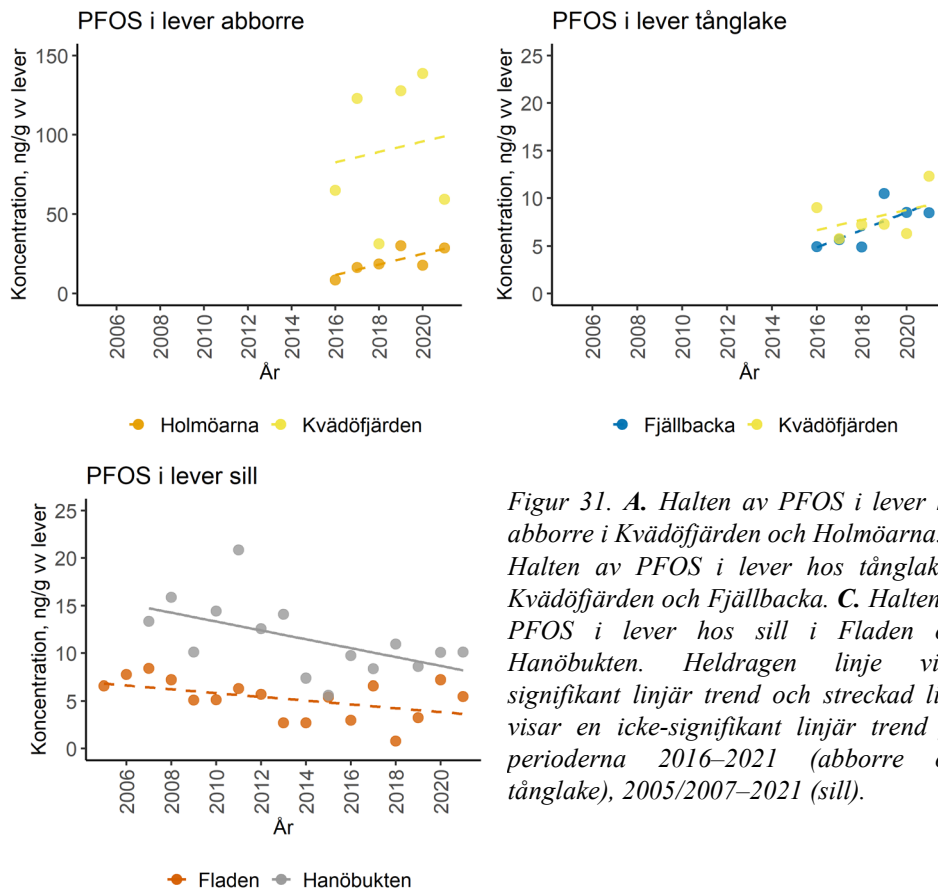
3.6.6. Perfluoroktansulfonsyra (PFOS) i lever

Perfluoroalkylerade substanser (PFAS) började tillverkas på 1950-talet och har använts på grund av sina vatten-, fett-, och smutsavvisande egenskaper. Perfluoroalkylerade substanser består av flera tusentals ämnen som har använts i till exempel matförpackningar, impregneringsmedel för kläder och mattor samt i brandsläckningsskum. Perfluoroktansulfonsyra (PFOS) är det ämne som oftast hittas i högst halter i miljön. PFOS binds främst till proteinrik vävnad såsom blod och lever.

PFOS bryts inte ner i miljön och det tas upp av organismer. Man har bland annat sett påverkan på immunförsvaret hos både djur och människa efter exponering av PFOS och även förändrad levervikt samt påverkan på hjärnans utveckling i djurförsök. År 2009 togs PFOS upp i [Stockholmkonventionen](#).

PFOS i abborre och tånglake har endast analyserats sedan 2016 och det syns inga trender i varken Kvädöfjärden, Holmöarna eller i Fjällbacka (Figur 31). I sill har PFOS analyserats sedan 2005 i Fladen, där syns ingen trend, och sedan 2007 i Hanöbukten, där trenden är nedåtgående (Figur 31).

Det finns ett EU-gränsvärde för PFOS (EQS_{biota human hälsa}) detta är på 9,1 ng/g våtvikt i muskel. I denna studie analyseras halterna av PFOS i lever och en omräkning mellan muskel och lever visar att halten motsvarar 153 ng/g våtvikt i lever. Halterna av PFOS ligger i denna studie under detta gränsvärde men man kan notera att halterna i abborre i Kvädöfjärden inte ligger så långt från gränsvärdet, vilket är en oroande observation.



Figur 31. **A.** Halten av PFOS i lever hos abborre i Kvädöfjärden och Holmöarna. **B.** Halten av PFOS i lever hos tånglake i Kvädöfjärden och Fjällbacka. **C.** Halten av PFOS i lever hos sill i Fladen och Hanöbukten. Heldragen linje visar signifikant linjär trend och streckad linje visar en icke-signifikant linjär trend för perioderna 2016–2021 (abborre och tånglake), 2005/2007–2021 (sill).

Referenser

- Adill, A., Bryhn, A., Karlsson, E. (2018). *Biologisk recipientkontroll vid Forsmarks kärnkraftverk, Sammanfattande resultat av undersökningar fram till år 2017*. Aqua reports 2018:14. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser, Öregrund Drottningholm Lysekil. 81s.
- Andersson, J. (2014). Undersökningstyp: Reproduktionskontroll – tånglake. Havs och vattenmyndigheten. Version 1:1, 2014-12-16.
<https://www.havochvatten.se/download/18.1043270314a7ac5d2bd8a755/1420721925528/undersokningstyp-tanglake-20141216-ny.pdf>
- Andersson, J., Bryhn, A., Fagerholm, B., Jansson, M., Lingman, A. & Wernbo, A. (2015). *Biologisk recipientkontroll vid Ringhals kärnkraftverk. Sammanfattande resultat av undersökningar fram till år 2013*. Aqua reports 2015:6. Sveriges lantbruksuniversitet, Öregrund. 67 s
- Baden, S., Emanuelsson, A., Pihl, L., Svensson, C-J., Åberg, P. 2012. Shift in seagrass food web structure over decades is linked to overfishing. *Marine Ecology Progress Series*. 451: 61–73.
- Hanson N, Larsson Å, Parkkonen J, Faxneld S, Nyberg E, Bignert S, Ek H.H, Bryhn A, Olsson J, Karlson A.ML, Förlin L. 2020. Ecological changes as a plausible explanation for differences in uptake of contaminants between European perch and eelpout in a coastal area of the Baltic Sea. *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 80: 103455.
<https://doi.org/10.1016/j.etap.2020.103455>
- Heimbrand, Y., Olsson, J., Mustamäki, N., Franzén, F., Förlin, L., Parkkonen, J., Faxneld, S., Soerensen, A. L.(2022). *Faktablad från Integrerad kustfiskövervakning 2022:1. Fjällbacka, Västerhavet, 1989–2021*. Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Mustamäki, N., Olsson, J., Franzén, F., Andersson, P., Persson, S., Förlin, L., Parkkonen, J., Faxneld, S. & Soerensen, A. L. 2021a. *Faktablad från integrerad kustfiskövervakning 2021:1. Ringhals-Vendelsö, 1976–2020*. Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Mustamäki, N., Olsson, J., Ekstam, T., Persson, S., Förlin, L., Parkkonen, J., Faxneld, S., & Sørensen, S. 2021b. *Faktablad från Integrerad kustfiskövervakning 2021:2. Västra Hanöbuktens kustvatten – Åhus, 2007–2020*. Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Mustamäki, N., Olsson, J., Blass, M., Åkerlund, C., Förlin, L., Larsson, Å., Parkkonen, J., Faxneld, S. & Soerensen, A.L. 2021c. *Faktablad från integrerad kustfiskövervakning 2021:3. Forsmark, 2002–2020*. Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges lantbruksuniversitet.

- Sandström, O., Larsson, Å., Andersson, J., Appelberg, M., Bignert A., Ek, H., Förlin, L., Olsson M. 2005. *Three Decades of Swedish Experience Demonstrates the Need for Integrated Long-Term Monitoring of Fish in Marine Coastal Areas*. Water Qual. Res. J. Canada 40: 233–250
- Soerensen and Faxneld (2023). *Graphic and statistical overview of temporal trends and spatial variations within the Swedish National Monitoring Programme for Contaminants in Marine Biota (until 2021 year's data)*, 5:2023, Swedish Museum of Natural History, Stockholm, Sweden.
- Soerensen A.L., Faxneld S., Pettersson M., Sköld M. (2023). *Fish tissue conversion factors for mercury, cadmium, lead and nine per- and polyfluoroalkyl substances for use within contaminant monitoring*. Science of the Total Environment 858: 159740

Bilaga 1. Miljöövervakningsprogram

Miljöövervakningsprogram och ansvariga instanser i miljöövervakning för Nationella referensområden Fjällbacka, Torhamn, Kvädöfjärden, Holmöarna och Hanöbukten samt områdena Forsmark och Vendelsö.

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

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.

Utförare

Provfiske Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser,
Kustlaboratoriet, 742 42 Öregrund,
www.slu.se/institutioner/akvatiska-resurser

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 miljögifter Naturhistoriska riksmuseet, Enheten för miljöforskning och
övervakning
Box 50007, 104 05 Stockholm, Telefon 08-519 540 00,
www.nrm.se

Analys

Metaller: Stockholms universitet, Institutionen för miljövetenskap
ACES, www.aces.su.se

PCB, pesticider: Livsmedelsverket, Kemiavdelningen,
www.livsmedelserket.se

PFAS/PFOS: SLU, Institutionen för vatten och miljö,
www.slu.se/institutioner/vatten-miljo/

Datavårdskap

Bestånds- och effektdata fisk Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser,
Kustlaboratoriet
Kustfiskdatabas KUL: <http://www.slu.se/kul>

Miljögifter i fisk SGU, Sveriges Geologiska Undersökningar
Box 670, 751 28 Uppsala., Telefon 018-17 90 00, www.sgu.se

Annan miljöövervakning och forskningsverksamhet

- Fjällbacka* Inom ramen för Bohuskustens kontrollprogram utförs oceanografiska mätningar vid Byttelocket, söder om referensområdet Fjällbacka. Datavärd för detta är SMHI. Åren 1999 och 2006 användes Fjällbackastationen som referenslokal vid regional miljöövervakning. Undersökningarna gällde övervakning av hälsotillstånd hos tånglake i tre belastade lokaler längs Bohuskusten. Dessa undersökningar stöddes av Bohuskustens vattenvårdsförbund.
- Torhamn* Torhamns skärgård har genomgått en naturreservatsinventering. Blekingekustens vattenvårdsförbund bedriver provtagning av vattenkemi inom den samordnade recipientkontrollen för Blekingekusten. Naturhistoriska Riksmuseet har långa tidsserier för mätning av metaller och organiska miljögifter i sill fiskad i Karlskrona skärgård.
- Kvädöfjärden* Kvädöfjärden fungerar även som referensområde till kustområdet utanför kärnkraftverket i Oskarshamn. Sedan 1962 har diverse provfisk 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 hårdbotten 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.
- Holmön* Bottenfauna undersöks årligen inom Holmöarnas naturreservat. Utförliga vegetationsinventeringar genomfördes år 1982 och upprepades delvis 1997.
- Hanöbukten* Mätningar av oceanografiska data och näringsämnen (sedan slutet av 1990-talet), växtplankton (sedan mitten av 2010-talet) och bottenfauna (sedan början av 1990-talet) utförs årligen i kustvattentypen Västra Hanöbuktens kustvatten. Datavärd för detta är SMHI. Sedan 2008 har även mätningar av Imposex hos tusensnäcka utförts i området (datavärd SGU).
- Forsmark* Mätningar av siktdjup, näringsämnen och växtplankton (sedan början av 2010-talet), och bottenfauna (sedan mitten av 2000-talet) utförs årligen i kustvattentypen Öregrundsgrepen. Datavärd för detta är SMHI. Metaller och organiska miljögifter i strömning mäts sedan 1980-talet i den närliggande stationen Ångskärsklubb (datavärd SGU).
- Vendelsö* Vendelsö fungerar som referensområde till kustområdet utanför kärnkraftverket i Ringhals. Sedan mitten av 1970-talet har diverse provfisk utförts i olika långa tidsserier under perioden april–augusti för att övervaka fiskbestånden i området. Ingen övrig miljöövervakning finns i området, men inom kustvattentypen Balgöarkipelagen har undersökningar av bottenfaunasamhället utförts under 2016 och 2020. Datavärd för detta är SMHI.

Vattenmyndighetens statusbedömning

Statusbedömningar för områden har producerats av vattenmyndigheten och respektive länsstyrelse, www.viss.lst.se

- Fjällbacka* Länsstyrelsen i Västra Götalands län. I Fjällbacka inre skärgård (EU_CD SE583710-111535) är den ekologiska statusen bedömd som måttlig baserat på flyginventeringar av fintrådiga alger.
- Torhamn* Länsstyrelsen i Blekinge län. I Torhamnsfjärden (EU_CD SE560500-154880) är den ekologiska statusen bedömd som måttlig. Även omgivande vattenförekomster bedöms ha måttlig ekologisk status.
- Kvädöfjärden* 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.
- Holmön* Länsstyrelsen i Västerbottens län. Inom den nordliga delen av norra Kvarkens kustvatten (EU_CD SE635300-205251) är den ekologiska statusen bedömd som god.

- Hanöbukten* Länsstyrelsen i Skåne län. I Västra Hanöbuktens kustvatten (EU_CD SE554800-142001) bedöms den ekologiska statusen som måttlig och den kemiska statusen som ej god.
- Forsmark* Länsstyrelsen i Uppsala län. I Öregrundsgrepen (EU_CD SE603000-181500) bedöms den ekologiska statusen som måttlig och den kemiska statusen som ej god.
- Vendelsö* Länsstyrelsen i Hallands län. I Balgöarkipelagen (EU_CD SE570900-121060) bedöms den ekologiska statusen som god och den kemiska statusen som ej god.

Bilaga 2. Metodik

Provtagning, provtagningsmetodik och variabler som studeras i integrerad kustfiskövervakning i Nationella referensområden Fjällbacka, Torhamn, Kvädöfjärden, Holmöarna och Hanöbukten samt områdena Forsmark och Vendelsö.

Undersökningstyper av Havs- och vattenmyndigheten och Naturvårdsverket som studierna utförs med

- Provfiske i Östersjöns kustområden – [Djupstratifierat provfiske med Nordiska kustöversiktsnät](#) och [Provfiske med kustöversiktsnät, nätlänkar och ryssjor på kustnära grunt vatten](#)
 - o I samband med provfiskena mäts även miljövariabler som vattentemperatur, siktdjup och salthalt i de olika områdena. Vattentemperaturen mäts även kontinuerligt över den isfria säsongen med automatiska temperaturmätare. I Kvädöfjärden har därtill manuella mätningar för vattentemperatur och siktdjup utförts sedan 1960-talet.
 - o Åldersbestämningen av fisk görs genom att räkna årsringar på otoliter (hörselstenar). Åldersbestämningen av abborre görs årligen på abborrhonor från provfisken samt på abborrar insamlade för studier om fiskhälsa och miljögifter. Åldersbestämningen av tånglake görs årligen på tånglakehonor fångade i samband med reproduktionsstudierna.
- [Hälsotillstånd hos kustfisk – biologiska effekter på subcellulär och cellulär nivå.](#)
 - o Abborrens och tånglakens hälsotillstånd undersöks årligen med hjälp av mätning av biokemiska, fysiologiska och histologiska mätvariabler, så kallade biomarkörer, som beskriver viktiga fysiologiska funktioner hos fisken. I samband med provtagningarna görs en okulär besiktning av fiskarna och noteras fiskens vikt, längd och olika organs vikter för att beräkna morfometriska kropps- och organindex.
- [Metaller och organiska miljögifter i fisk.](#)
 - o Miljögifter hos abborre och tånglake studeras årligen genom att mäta halterna av ett tiotal metaller, klorerade pesticider och PCB:er i fiskens vävnader. De tidigaste mätningarna startade 1981 för vissa ämnen medan andra började mätas under slutet av 1980-talet/början av 1990-talet. Utöver dessa så har även dioxiner, furaner och dioxinlika PCB:er mätts sedan 2007 och tennorganiska föreningar sedan 2009 inom [programmet för miljögifter i biota](#).
- [Reproduktionskontroll – tånglake](#)
 - o Tånglakens reproduktion studeras årligen i Fjällbacka, Kvädöfjärden, Holmöarna och Vendelsö. Tånglake används som indikatorart vid ekotoxikologiska studier och vid studier av allmän miljöpåverkan. Tånglakens embryon utvecklas i honans ovarium och ynglen föds levande. Tånglakens reproduktionsstrategi innebär att miljögifter och annan miljöpåverkan som honan utsätts för, direkt påverkar ynglen och kan förorsaka missbildningar, försämrad tillväxt och onormal dödlighet. Vid reproduktionsstudien, mäts och vägs både den dräktiga honan och ynglen, och ynglen räknas. Andelen av 'tidigt döda yngel' (mindre än 9 mm längd), 'sent döda

yngel' (större än 9 mm längd), och 'missbildade yngel' noteras, och dessa summeras ihop till indikatorn andelen 'onormala yngel'.