



Aqua notes 2024:24

Faktablad från Integrerad kustfiskövervakning

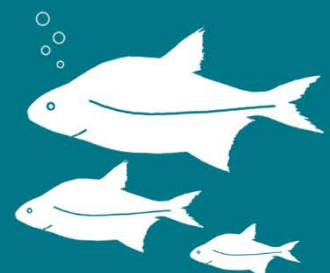
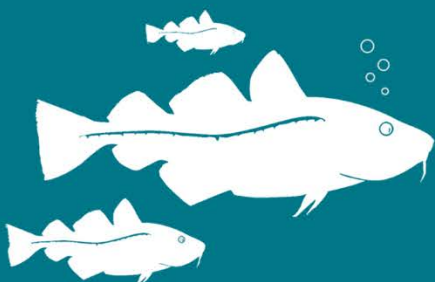
– Vendelsö (Ringhals), 1980–2023

Emma Svahn, Suzanne Faxneld, Lars Förlin, Filip Käll,

William Jaktén Langert, Jari Parkkonen, Carolin Rutgersson,

Jonathan Sjöholm, Joachim Sturve, Anne Sørensen, Jens Olsson

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för akvatiska resurser



Faktablad från Integrerad kustfiskövervakning – Vendelsö (Ringhals), 1980–2023

Results from integrated coastal fish monitoring – Vendelsö (Ringhals), 1980–2023

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

Suzanne Faxneld, <https://orcid.org/0000-0001-8468-0696>, Naturhistoriska riksmuseet, Enheten för miljöanalys och -forskning

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

Filip Käll, <https://orcid.org/0000-0002-9800-9673>, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser,

William Jaktén Langert, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser,

Jari Parkkonen, Göteborgs universitet, Institutionen för biologi och miljövetenskap,

Carolin Rutgersson, Göteborgs universitet, Institutionen för biologi och miljövetenskap,

Jonathan Sjöholm, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser,

Joachim Sturve, Göteborgs universitet, Institutionen för biologi och miljövetenskap,

Anne Sørensen, <https://orcid.org/0000-0002-8490-8600>, Naturhistoriska riksmuseet, Enheten för miljöanalys och -forskning,

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

Rapportens innehåll har granskats av:

Frida Sundqvist, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser

Elisabeth Nyberg, Naturvårdsverket (NV), Miljögiftsenheten

Conny Jonsson, Naturhistoriska riksmuseet, Enheten för miljöanalys och -forskning

Finansiär:

Havs- och vattenmyndigheten, Dnr 756-23

Naturvårdsverket, överenskommelse 213-23-005, ärendenr NV-01139-23

Naturvårdsverket, överenskommelse 213-23-003, ärendenr NV-01140-23

Ringhals AB

Rapporten har tagits fram gemensamt inom den integrerade kustfiskövervakningen i ett samarbete mellan Göteborgs universitet, Naturhistoriska riksmuseet och Sveriges lantbruksuniversitet.

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., Faxneld, S., Förlin, L., Käll, F., Jaktén Langert, W., Parkkonen, J., Rutgersson, C., Sjöholm, J., Sturve, J., Sørensen, A. & Olsson, J. (2024). Faktablad från Integrerad kustfiskövervakning – Ringhals-Vendelsö, 1980–2023. Aqua notes 2024:24. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.
<https://doi.org/10.54612/a.2dn1i9rp97>

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: 2024

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: 2024:24

ISBN (elektronisk version): 978-91-8046-649-3

DOI: <https://doi.org/10.54612/a.2dn1i9rp97>

Nyckelord: Faktablad, integrerad kustfiskövervakning, nationell miljöövervakning, kustfisksamhällen, kustfiskbestånd, fiskhälsa, miljögifter



GÖTEBORGS UNIVERSITET



Havs
och Vatten
myndigheten



© 2024 Emma Svahn, Suzanne Faxneld, Lars Förlin, Filip Käll, William Jaktén Langert, Jari Parkkonen, Carolin Rutgersson, Jonathan Sjöholm, Joachim Sturve, Anne Sørensen, Jens Olsson

Detta verk är licenserat under CC BY 4.0, andra licenser eller upphovsrätt kan gälla för illustrationer.

Sammanfattning

I det här faktabladet sammanfattas resultat och bedömningar från provfisket i referensområdet Vendelsö som genomförs inom kontrollprogrammet för Ringhals kärnkraftverk, fiskhälsoundersökningar utförda på tånglake i området, samt miljögiftshalter i sill från det närliggande området Fladen. Data från provfisket börjar 1988, hälsoundersökningarna 2018 och miljögiftsanalyserna 1980. Undersökningarna av fiskens hälsotillstånd ingår i programmet integrerad kustfiskövervakning där syftet 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 provfisket visar att rovfisken ökat sedan 2002, troligtvis till stor del beroende av en nästan signifikant ökning av torsk. Detta har även resulterat i en ökning av den trofiska medelnivån i fiskesamhället. För de flesta övriga arter visar inte fångsterna någon riktad förändring sedan 2002 undantaget fångsten av skrubbskädda, stensnultra och tunga som alla minskat under tidsperioden. Provfiskefångsten av indikatorarten tånglake har däremot inte förändrats över tid, och undersökningar av artens reproduktion under åren 2018–2023 visar med undantag för ett år inte på någon förhöjd andel onormala (döda eller missbildade) yngel hos de undersökta honorna i området.

Undersökningarna av tånglakens hälsotillstånd visar överlag på ett liknande tillstånd i Vendelsö som i andra undersökta referensområden längs den svenska kusten. Hälsotillstånd som aktiviteten av avgiftningenzymet EROD, andelen vita blodceller, koncentrationen av kalcium i blodet, och aktiviteten av antioxidantenzymen glutathionreduktas och katalas, ligger alla på förhöjda nivåer i undersökta referensområden vilket kan tyda på en generell exponering av organiska miljögifter och påverkat immunförsvar hos tånglaken längs våra kuster.

Miljögiftshalterna i sill från det närliggande området vid utsjöbanken Fladen uppvisar generellt minskande trender över tid. Halterna av organiska miljögifter som klorerade pesticider, PCB:er och bromerade flamskyddsmedel minskar över tid och är lägre än i sill från Östersjön. Även halterna av det perfluorerade ämnet PFOS i sill från Fladen minskar över tid och ligger under både EU:s gränsvärde för humankonsumtion och nivåerna i sill från Östersjön. Halterna av dioxiner visar en liknande minskande trend och är lägre i sill från Fladen än i den från Östersjön. Dioxinhalterna i sill från Fladen ligger under såväl EU:s gränsvärde för försäljning som gränsvärdet som är satt för att skydda toppkonsumenter i ekosystemet. Kvicksilver är en av tungmetallerna som mäts i sill från Fladen. Koncentrationen av kvicksilver visar inte på någon trend över tid men mellanårsvariationen är betydande och halterna ligger över EU:s gränsvärde för att skydda toppkonsumenter i ekosystemet.

Summary

This fact sheet summarizes the results and assessments from the coastal fish monitoring program at the reference area Vendelsö within the control program for the Ringhals nuclear power plant, fish health investigations carried out on eelpout in the area, as well as hazardous substance levels in herring from the nearby area of Fladen. The data from the fish monitoring begins in 1988, the health surveys in 2018 and the hazardous substance analyzes in 1980. The surveys of the health of the fish are part of the integrated coastal fish monitoring program where the purpose is to map the status of the fish stocks as well as the health of the fish and the concentration of hazardous substances in order to detect changes that indicate the large-scale impact of environmental threats such as eutrophication, hazardous substance, climate change and other environmental factors.

The results from the fish monitoring show that the relative abundance of predatory fish have increased since 2002, probably largely due to an almost significant increase in cod. This has also resulted in an increase in the average trophic level in the fish community. For most other species, the catches do not show any directional trend since 2002, with the exception of the catches of flounder, goldsinny-wrasse and sole, which have all decreased during the time period. However, the monitoring catch of the indicator species eelpout has not changed over time, and studies of the reproduction status of the species during the years 2018–2023, with the exception of one year, do not show any increased proportion of abnormal (dead or deformed) fry in the sampled females in the area.

The investigations of the health status of eelpout generally show a similar condition in Vendelsö as in other investigated reference areas along the Swedish coast. Health variables such as the activity of the detoxification enzyme EROD, the percentage of white blood cells, the concentration of calcium in the blood, and the activity of the antioxidant enzymes glutathione reductase and catalase, are all at elevated levels in the investigated reference areas, which may indicate a general exposure to organic environmental toxins and affected immune defense in eelpout along our coasts.

The levels of hazardous substances in herring from the nearby offshore bank Fladen area generally show decreasing trends over time. The levels of organic pollutants such as chlorinated pesticides, PCBs and brominated flame retardants decrease over time and are lower than in herring from the Baltic Sea. The levels of the perfluorinated substance PFOS in herring from Fladen also decrease over time and are below both the EU's threshold value for human consumption and the levels in herring from the Baltic Sea. The levels of dioxins show a similar decreasing trend and are lower in herring from the Fladen than in that from the Baltic Sea. The dioxin levels in herring from Fladen are below both the EU's threshold value for sale and that set to protect top consumers in the ecosystem. Mercury is one of the heavy metals measured in herring from Fladen. The concentration of mercury shows no trend over time, but the interannual variation is significant and the concentration is above the EU's threshold value to protect top consumers in the ecosystem.

Innehållsförteckning

1. Inledning	7
2. Metod	9
3. Resultat	10
3.1. Fisksamhället 1988–2023.....	10
3.2. Tånglakens reproduktion 2018–2023.....	12
3.3. Hälsotillstånd hos tånglake från Vendelsö 2018–2023	14
3.4. Metaller och organiska miljögifter i sill 1980–2022.....	16
4. Tack	18
Referenser	19
Bilaga 1. Studerade variabler & Lästips	20
Bilaga 2. Miljöövervakning i Vendelsö	22

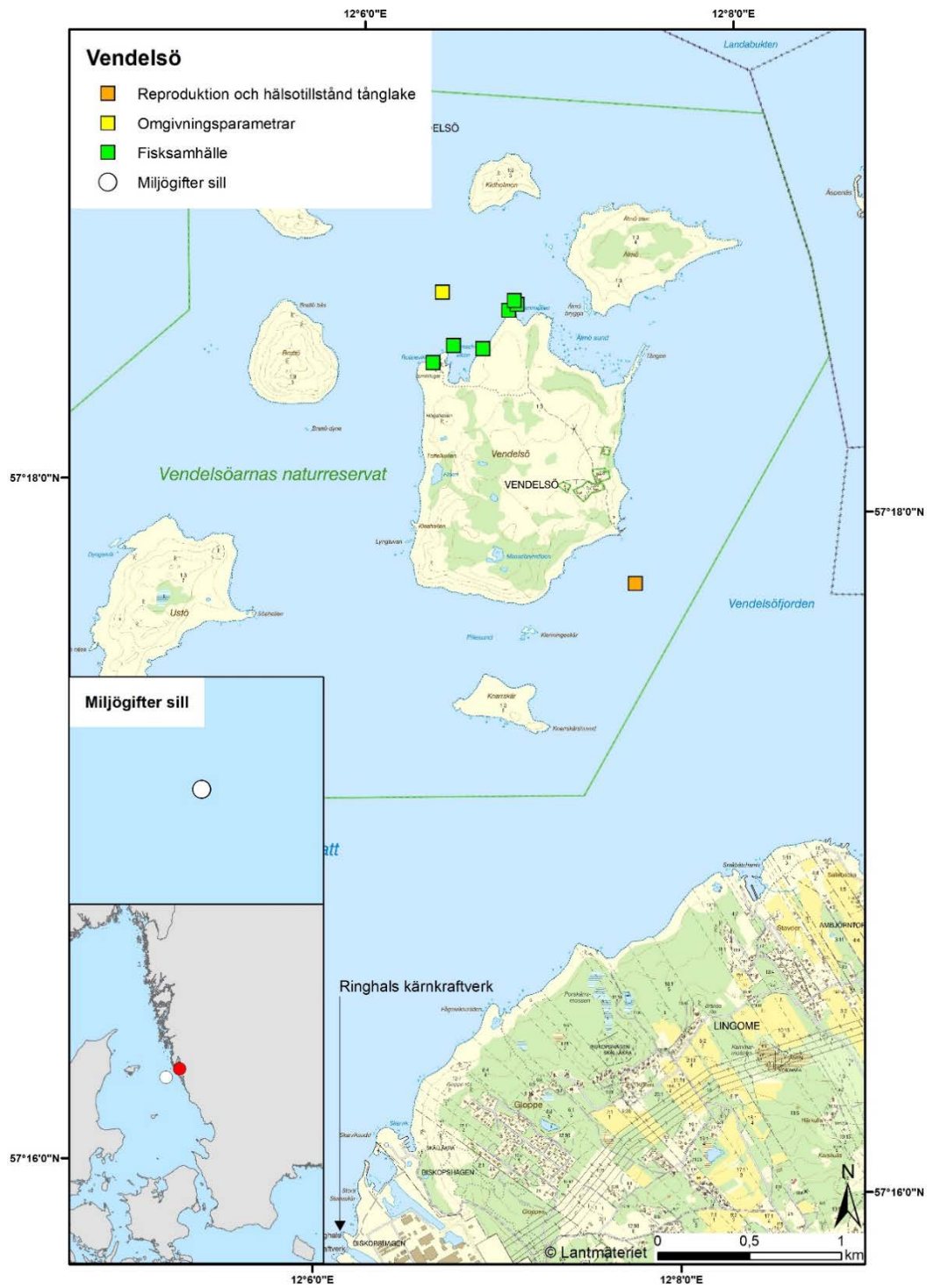
1. Inledning

Inom den nationella miljöövervakningen av kust och hav i Sverige bedrivs årligen sedan slutet av 1980-talet ett program för integrerad kustfiskövervakning i fyra nationella referensområden, ett i Bottniska viken (Holmön), två i Egentliga Östersjön (Kvädöfjärden och Torhamn), och ett i Västerhavet (Fjällbacka).

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.

År 2015 startades ett årligt provfiske i ett femte område i Hanöbukten. Därtill har analyser av fiskens hälsa utförts i Hanöbukten, Forsmark (södra Bottniska viken) och i Vendelsö (Kattegatt) under de senaste åren. Provfisken i Forsmark och Vendelsö har utförts sedan 1970-talet inom kärnkraftsindustrins kontrollprogram. Miljögifter hos fisk i Hanöbukten har studerats sedan 2007 och i Fladen i Kattegatt sedan 1980.

Detta faktablad sammanfattar resultat och bedömningar från provfisket i referensområdet Vendelsö inom kontrollprogrammet för Ringhals kärnkraftverk och de mer nyligen startade tånglakeundersökningarna i Vendelsö, samt studier på miljögifter hos sill från utsjöbanksområdet Fladen.



Figur 1. Undersökningsområdet i Vendelsö med provtagningsplatserna för de olika variablerna som ingår i programmet för fisksamhälle och fiskhälsa samt utsjöbanken Fladen där miljögifter studeras.

2. Metod

Provfiskeområdet Vendelsö (se karta figur 1) ligger i Varbergs kommun inom Hallands län och i kustvattentypen Västkustens inre kustvatten.

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. Denna påverkan övervakas i det pågående biologiska recipientkontrollprogrammet för kärnkraftverket inom vilket Vendelsö utgör ett referensområde. Provfiskeområdet i Vendelsö ligger 8 km norr om Ringhals kärnkraftverk, och är inte påverkat av kraftverkets utsläpp av uppvärmt kylvatten. Studier inom recipientkontrollprogrammet för Ringhals kärnkraftverket har utförts sedan 1976.

I detta faktablad sammanfattas ett urval av resultat från provfisket i april och augusti månad under åren 1988–2023 (fiske med småryssjor), ett urval av resultat av studier på fiskens hälsa (tånglake, 2018–2023) och miljögifter i fisken (sill från Fladen, 1980–2022). Ytterligare resultat av samtliga parametrar som analyseras inom programmet rapporterades 2020 (Mustamäki et al. 2020) och samtliga områden med ett urval av parametrar 2023 (Svahn et al. 2023).

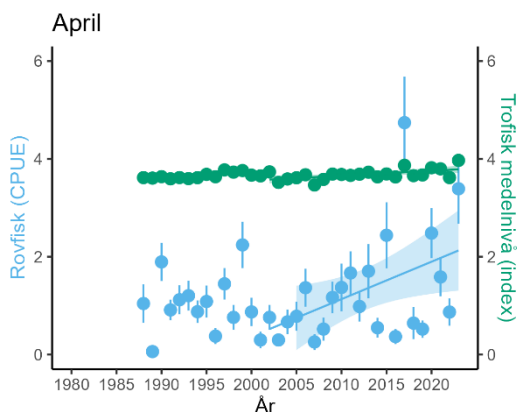
Utvecklingen över tid har endast analyserats från 2002 och framåt för att kunna jämföra med övriga områden med kortare tidsserier (Svahn et al. 2023). Samtliga parametrar har analyserats med linjär trendanalys på logaritmerad data förutom indikatorerna diversitetsindex, trofisk medelnivå och artantal. Ingen kontroll av normalfördelning eller varians har utförts för trendanalysen vilket innebär att trender bör tolkas med viss försiktighet. Signifikant trend illustreras i figurerna med linjär trendlinje som är heldragen och streckad linje innebär avsaknad av signifikant trend.

3. Resultat

3.1. Fisksamhället 1988–2023

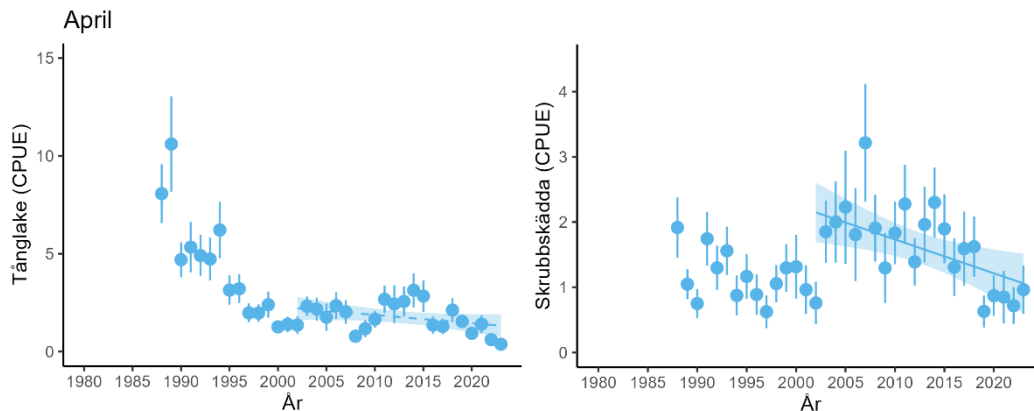
Provfiskefångsten har genomgående varit större i augusti än i april. Det är förväntat eftersom provfiskefångster generellt påverkas av temperatur i vattnet och det är betydligt varmare i vattnet i augusti jämfört med i april i Vendelsö (Svahn et al. 2023). Strandkrabba utgjorde den största delen av fångsten under både vår och sommar. De vanligaste fiskarterna i fångsterna skiljde sig mellan säsongerna. I april var tånglake, rötsimpa och stensnultra vanligast. Även skrubbskädda och torsk var vanligt förekommande. Ingen fiskart dominerade fångsten så starkt som skärsnultra gjorde i augusti. Andra vanliga arter i fisket under augusti var stensnultra, gulål, torsk, tånglake och skrubbskädda.

I fisket i april har den trofiska medelnivån ökat sedan 2002 vilket kan kopplas till en ökning av rovfisk under samma period (figur 2). Den vanligaste rovfisken torsk uppvisar en tendens till ökning i april men trenden var bara på gränsen till signifikant sedan 2002.



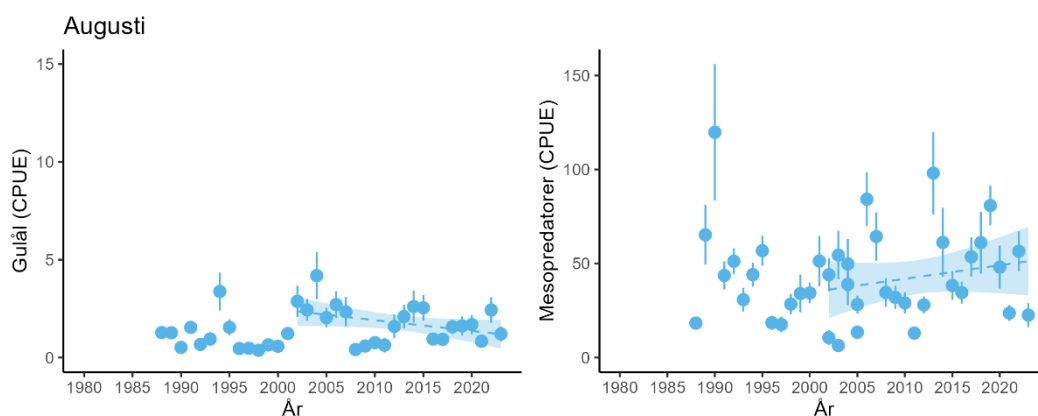
Figur 2. Indikatorerna rovfisk (antal per ansträngning, CPUE) och trofisk medelnivå (index) i provfisket i april under åren 1988–2023 och trender mellan 2002–2023. Punkterna anger årsmedelvärden, felstaplarna 95 procent konfidensintervall och banden 95 procent konfidensintervall för modellerna. Helderagen linje anger signifikant trend ($p < 0,05$).

Skrubbskädda är vanligt förekommande och uppvisar minskande trender i april (figur 3). Indikatorn L90 anger längden på fisken vid den 90:e percentilen i längdfördelningen, och beskriver storleken på de stora individerna i fångsten. För skrubbskädda har L90 ökat något i april men analysen baseras på väldigt få individer och antalet individer har minskat över tid vilket innebär att resultatet ska tolkas med stor försiktighet. Fångsten av tånglake uppvisar inte någon trend över tid (figur 3).



Figur 3. Fångst av tånglake och skrubbskädda (antal per ansträngning, CPUE) i provfisket i april under åren 1988–2023 och trender mellan 2002–2023. Punkterna anger årsmedelvärden, felstaplarna 95 procent konfidensintervall och banden 95 procent konfidensintervall för modellerna. Heldragen linje anger signifikant trend ($p < 0,05$) och streckad linje icke-signifikant trend.

I fiskena under augusti har fångsten av ål varierat stort mellan åren och ingen trend kan ses över tid (figur 4). Även i augusti har rovfisk ökat sedan 2002 och skrubbskädda minskat. Mesopredatorer är arter som befinner sig i mitten av födoväven och äter bottendjur och djurplankton samt utgör en viktig föda för rovfisk. Skärnsultra har varit den vanligaste mesopredatorn i provfiskefångsten under augusti. Den totala fångsten av mesopredatorer har inte ändrats signifikant under den analyserade tidsperioden men varierat kraftigt mellan åren (figur 4). Två mesopredatorer som däremot har minskat i fångst under augusti sedan 2002 är stensultra och tunga.



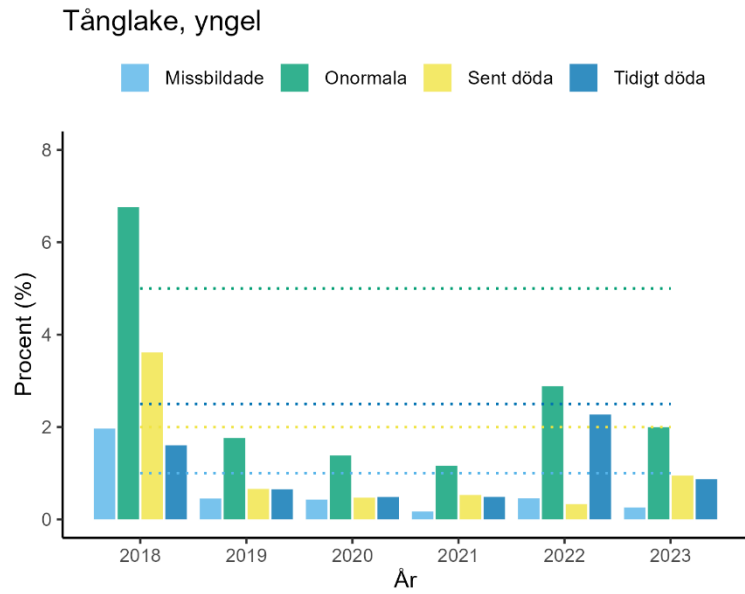
Figur 4. Fångst i provfisket i augusti under åren 1988–2023 och trender mellan 2002–2023. Till vänster visas fångst av gulål (fångst per ansträngning, CPUE) och till höger visas mesopredatorer (fångst per ansträngning, CPUE). Punkterna anger årsmedelvärden, felstaplarna 95 procent konfidensintervall och banden 95 procent konfidensintervall för modellerna. Streckad linje anger icke-signifikant trend ($p < 0,05$).

Det saknas idag operationella indikatorer för kustfisk i Västerhavet inom havsmiljödirektivet. Därför har inga miljöstatusbedömningar utförts för kustfisksamhället vid Vendelsö.

3.2. Tånglakens reproduktion 2018–2023

En ökad andel av döda eller missbildade yngel hos tånglake kan indikera miljöpåverkan som syrebrist eller exponering för miljögifter. Andelen onormala yngel (summan av tidigt döda, sent döda och missbildade yngel) hos tånglakehonor från Vendelsö är generellt låg och under det föreslagna gränsvärdet för den naturliga bakgrundsnivån 5 procent (BAC; Andersson 2014; figur 5). Endast första året, 2018, överskreds gränsvärdet.

Andelen sent döda yngel och andelen missbildade yngel hos yngelbärande tånglakehonor överskred under 2018 de föreslagna gränsvärdena för den naturliga bakgrundsnivån, 2 procent respektive 1 procent (figur 5). De tidigt döda har under samtliga år legat väl under gränsvärdet 2,5 procent, förutom 2022. Under alla år efter 2018 har alla variabler understigit respektive gränsvärde.



Figur 5. Andelen tidigt döda yngel, sent döda yngel, missbildade yngel och onormala yngel (summan av tidigt döda, sent döda och missbildade) i procent (%) av alla yngel hos yngelbärande tånglakehonor från Vendelsö. Staplarna anger medelprevalens, d.v.s. medelvärden över alla studerade yngelbärande honor. Prickade linjer visar det föreslagna gränsvärdet för den naturliga bakgrundsnivån (BAC; Andersson 2014).

3.3. Hälsotillstånd hos tånglake från Vendelsö 2018–2023

Hälsovariablerna hos tånglaken från Vendelsö ligger överlag på samma nivåer som i de nationella referensområdena Fjällbacka (västkusten) och Kvädöfjärden (ostkusten), där tånglakens hälsa har studerats över en längre tid. Ett flertal av de nedan studerade variablerna i dessa områden har visat en tydlig ökning över tid och en stabilisering på höga nivåer under de senaste åren.

Aktiviteten av avgiftning enzymet EROD hos tånglaken från Vendelsö (figur 6) ligger på samma höga nivå som i de båda andra referensområdena (Svahn et al. 2023). Detta tyder på att fisken från Vendelsö och övriga referensområden kan vara exponerad för organiska miljögifter, t.ex. PAH:er eller andra ämnen med liknande verkningsmekanism.

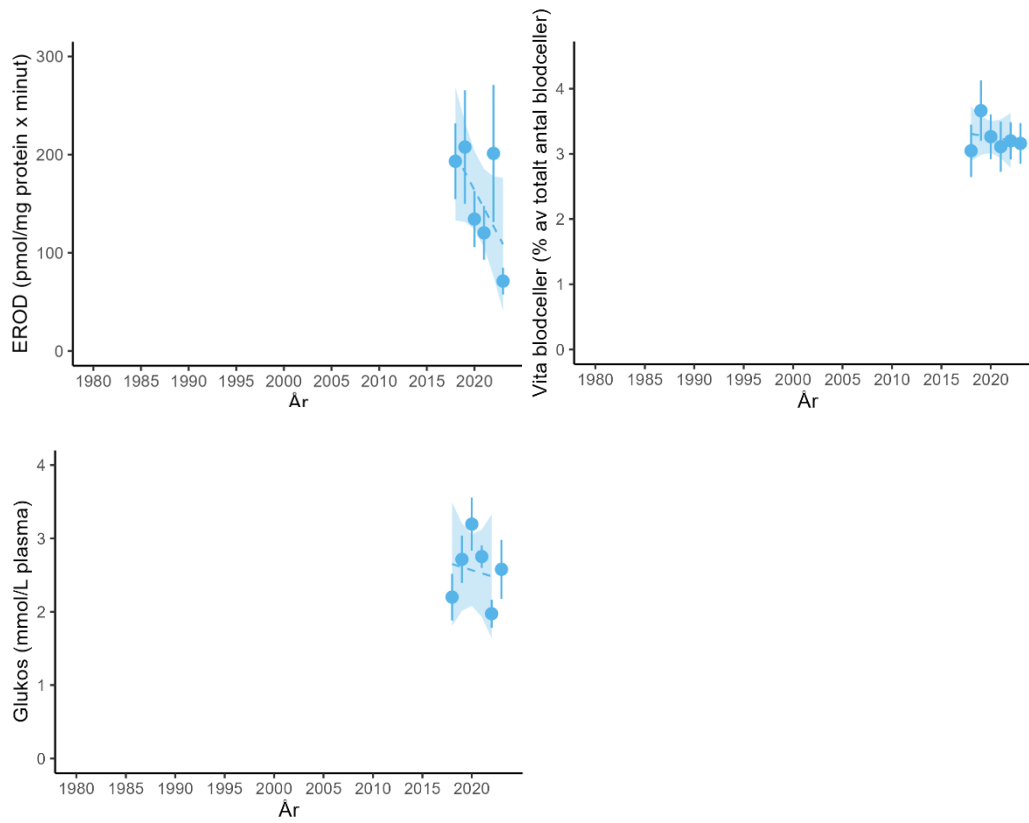
Andelen vita blodceller i blodet hos tånglaken från Vendelsö (figur 6) ligger, likt det nationella referensområdet Fjällbacka, också på en högre nivå (Svahn et al. 2023). Detta indikerar ett påverkat immunförsvar hos den undersökta tånglaken.

Koncentration av kalcium i blodet hos tånglaken från Vendelsö ligger även den på en högre nivå och är jämförbar med nivån hos tånglaken från Fjällbacka (Svahn et al. 2023). Detta tyder på påverkad saltreglering.

Glukoshalten i blodet hos tånglaken från Vendelsö (figur 6) ligger i nivå med tånglake från Fjällbacka. I Vendelsö sågs ökande halter i blodet fram till för några år sedan, följt av sjunkande halter till ungefär samma som i början av mätserien vilket tyder på en återhämtning av kolhydratmetabolismen (Svahn et al. 2023).

Även aktiviteten av antioxidantenzymen glutathionreduktas och katalas hos tånglaken från Vendelsö ligger på samma höga nivåer som hos tånglake från de båda andra referensområdena. Detta indikerar ökad oxidativ stress även hos tånglaken från Vendelsö.

Resultaten tyder på att flera viktiga fysiologiska funktioner hos fisken från Vendelsö är negativt påverkade. Förändringarna är inte unika för Vendelsö utan liknar de vid andra referensområden och talar för att fisken möjligen kan vara exponerad för miljöföroreningar.



Figur 6. Hälsotillstånd för honor av tånglake från Vendelsö under 2018–2023. Uppe till vänster visas aktivitet av avgiftningsenzymet EROD i lever (pmol/mg protein x minut). Uppe till höger visas andelen vita blodceller (WBC, i procent, %, av alla blodceller) i blodet. Nere till vänster visas glukoshalten i blodet (mmol/l). Punkterna anger årsmedelvärden, felstaplarna 95 procent konfidensintervall och banden 95 procent konfidensintervall för modellerna. Streckad linje anger icke-signifikant trend ($p > 0,05$).

3.4. Metaller och organiska miljögifter i sill 1980–2022

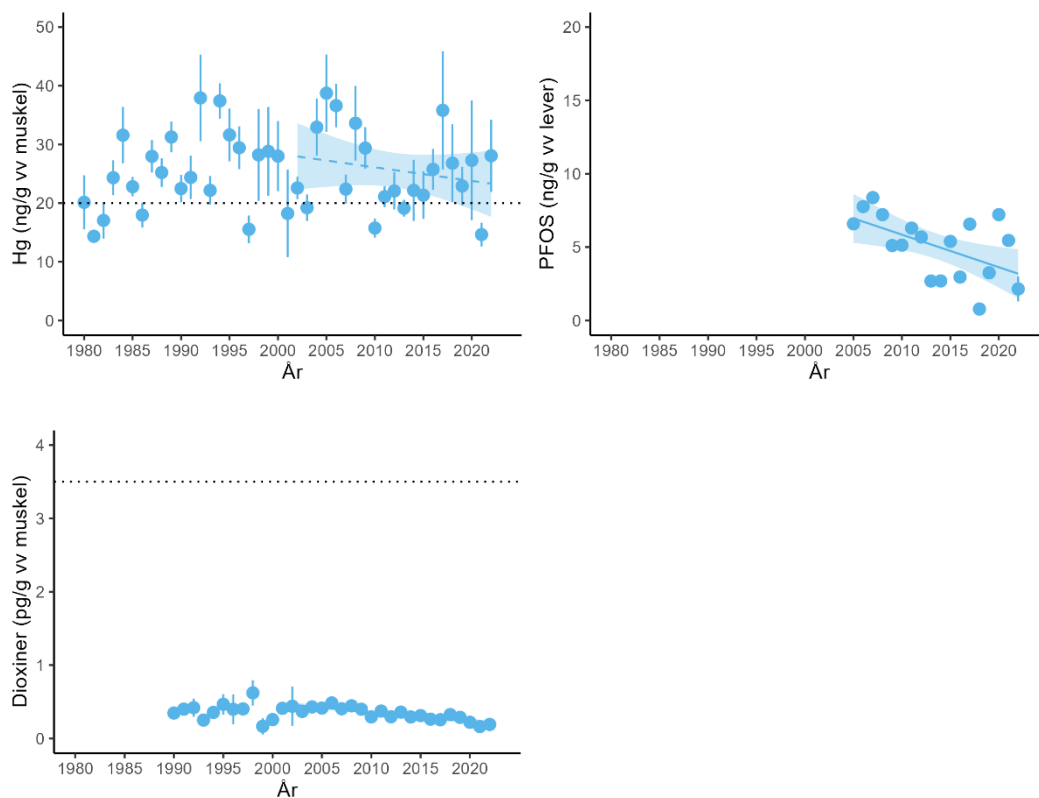
I Vendelsö samlas ingen fisk in för analys av miljögifter. Däremot samlas sill in från en närliggande lokal, utsjögrundet Fladen, sedan 1980, där halterna av flera olika miljögifter i sillen mäts. Här presenteras tidsserier för några av de analyserade gifterna, vilka kan anses ge en sorts generell bild av miljögiftshalter och trender i sillen från denna lokal.

För kvicksilver syns ingen signifikant trend varken över hela tidsperioden, från 1980 till 2022, eller från 2002 till 2022, och mellanårsvariationen är hög (figur 7). Halterna av kvicksilver i sill från Fladen ligger generellt på mellan 20 och 30 ng/g våtvikt, vilket är över gränsvärdet (20 ng/g våtvikt) för att skydda toppredatorer i ekosystemet (EU 2013).

Halterna av de flesta organiska miljögifterna, så som klorerade pesticider (DDE och HCB), PCB:er och bromerade flamskyddsmedel (BDE-47 och HBCDD) minskar under den studerade tidsperioden. Generellt är dessa halter lägre här jämfört med sill från Östersjön.

För det perfluorerade ämnet PFOS (som bland annat har använts i brandsläckningsskum), ses en signifikant nedåtgående trend mellan 2005 och 2022 (figur 7). Halterna av PFOS är lägre i sill från Fladen jämfört med sill från Östersjön, och ligger under gränsvärdet (153 ng/g våtvikt omräknat till lever; Soerensen et al. 2023) för humankonsumtion (EU 2013). Generellt syns inga nedgångar av perfluorerade karboxylsyror i sill i Fladen.

Halterna av dioxiner och furaner minskar signifikant mellan åren 2002 och 2022 (figur 7). Även halterna av dioxiner är lägre i sill från Fladen jämfört med sill från Östersjön, och de ligger under både gränsvärdet för försäljning (EU 2013) och det som är satt för att skydda toppredatorer i ekosystemet (EU 2011).



Figur 7. Miljögifter i sill i Fladen under varierande tidsperioder. Uppe till vänster visas halter av kvicksilver (Hg) i muskel (ng/g våtvikt) mellan 1980–2022 (trend 2002–2022). Prickad linje anger EU:s gränsvärde 20 ng/g våtvikt för skydd av toppredatorer. Uppe till höger visas koncentration av PFOS i lever (ng/g våtvikt) mellan 2005–2022. Gränsvärdet för att skydda människor, omräknat till lever, är 153 ng/g våtvikt. Nere till vänster visas halter av dioxiner och furaner i muskel (pg/g våtvikt WHO 2005 TEQ) mellan 1990–2022 (trend 2002–2022). Gränsvärdet för försäljning är 3,5 pg/g våtvikt. Punkterna anger årsmedelvärden och banden 95 procent konfidensintervall för modellerna. Heldragen linje anger signifikant trend ($p < 0,05$) och streckad linje icke-signifikant trend.

4. Tack

Ett stort tack riktas till alla som medverkat i provfiske i området under åren, till dem som provberett fisk inför analys samt till dem som bidragit med analyser och diskussioner.

Referenser

- 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>
- EU (2011). Polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs), polychlorinated dibenzofurans (PCDFs), and dioxin-like polychlorinated biphenyls (dl-PCBs) EQS dossiers, Available at:
<https://circabc.europa.eu/d/a/workspace/SpacesStore/f0d90906-c361-4af1-82b1-d2e52f826c14/Dioxins%20%26%20PCB-DL%20EQS%20dossier%202011.pdf>.
- EU (2013). Europaparlamentets och rådets direktiv 2013/39/EU om ändring av direktiven 2000/60/EG och 2008/105/EG vad gäller prioriterade ämnen på vattenpolitikens område.
- Mustamäki, N., Franzén, F., Persson, S., Tollerz Bratteby, U., Tärnlund, S., Pettersson, M., Olsson, J., Förlin, L., Larsson, Å., Parkkonen, J., Faxneld, S., Sköld, M. (2020). Fjällbacka, Västerhavet, 1989–2019; Torhamn, södra Egentliga Östersjön, 2002–2019; Kvädöfjärden, Egentliga Östersjön, 1981–2019; Holmöarna, Bottniska viken, 1989–2019. Faktablad från integrerad kustfiskövervakning 2020:1. Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges lantbruksuniversitet.
- 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
- Svahn, E., Förlin, L., Faxneld, S., Parkkonen, J., Blass, M., Franzén, F., Heimbrand, Y., Käll, F., Lingman, A., Åkerlund, C., Olsson, J. (2023). Faktablad – Resultat från integrerad kustfiskövervakning 2023. *Aqua notes* 2023:16. Uppsala: Institutionen för akvatiska resurser.
<https://doi.org/10.54612/a.55u5stujq0>

Bilaga 1. Studerade variabler & Lästips

Tabell 1. Samtliga studerade variabler inom programmet integrerad kustfiskövervakning.

Responsgrupp	Variabel
Samhällsstruktur	Art- och storlekssammansättning. Totalt antal och biomassa av enskilda arter. Längd och ålder hos enskilda individer.
Abundans	Fångst per fiskeansträngning av enskilda arter.
Demografi	Könsfördelning och åldersfördelning.
Reproduktion och endokrina störningar	Relativ embryovikt (ESI), fekunditet och yngelhälsotillstånd. Vitellogenin i blodet.
Patologi	Sjukliga förändringar (deformationer, sår, inre och yttre skador).
Blodstatus och jonreglering	Hematokrit (HT), hemoglobin (Hb) och antalet omogna röda blodceller (iRBC), plasma Cl ⁻ , Na ⁺ , K ⁺ och Ca ²⁺ .
Immunförsvar	Lymfocyter, granulocyter, trombocyter, totalt antal vita blodceller.
Leverfunktion	Levermorfologi, leversomatiskt index (LSI), etoxyresorufin-O-deetylas (EROD), glutationreduktas (GR), glutationstransferas (GST) och katalas.
Nervfunktion	Acetylkolinesteras (AChE)
Tillväxt, energilagring och metabolism	Tillväxthastighet, konditionsfaktor, leverstorlek, blodglukos och blodlaktat.
Metaller och organiska miljögifter	I lever: Cd, Cu, Cr, Ni, Zn, As, Ag, Sn, Se, Pb och PFOS (Perfluoroktansulfonsyra) har bl.a använts i brandsläckningsskum I muskel: Hg, PCB (Polyklorerade bifenyler, har använts som mjukgörare i plaster, i hydraulvätska, i transformatorer mm., totalförbjöds 1978), DDT (Diklordifenyltriklorethan, har använts för insektsbekämpning, totalförbjöds 1975), HCH:er (Hexaklorocyklohexaner, tre typer mäts α , β , γ (även kallad lindan), har använts för insektsbekämpning, förbjöds inom jordbruket 1978). HCB (Hexaklorbensen, har använts som svampbekämpningsmedel och som industriråvara men kan även bildas vid förbränning, togs bort från marknaden 1980). Dioxiner (anges som TCDD-ekvivalenter), bildas oavsiktligt genom ex. ofullständig förbränning.

Lästips

Käll, F., Falk, A., Sjöholm, J., Jaktén Langert, W., & Nyquist, N. (2023). Biologisk recipientkontroll för Ringhals kärnkraftverk – Årsrapport för 2022. Aqua reports 2023:2. Uppsala: Institutionen för akvatiska resurser. <https://doi.org/10.54612/a.28e6tnrfh8>

Soerensen A., Eliassen J., Jonsson C., Kylberg E., Stjärnkvist N., Staveley Öhlund J., Faxneld S. (2024). Graphic and statistical overview of temporal trends and spatial variations within the Swedish National Monitoring Programme for Contaminants in Marine Biota (until 2022 year's data). Naturhistoriska riksmuseet, Stockholm. <https://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:nrm:diva-5540>

Bilaga 2. Miljöövervakning i Vendelsö

Programområde Kust och hav, Integrerad kustfiskövervakning

Havs- och vattenmyndigheten

Box 11 930, 404 39 Göteborg

E-post miljoovervakning@havochvatten.se

Telefon 010-698 60 00

Naturvårdsverket

Miljögiftsenheten

106 48 Stockholm

Telefon 010-698 10 00

Recipientkontroll

Recipientkontroll Ringhals kärnkraftverk

Ringhals AB

Utförare

Recipientkontrollprogrammet, provfiske

[Sveriges lantbruksuniversitet](#)

[Institutionen för akvatiska resurser](#)

Kustlaboratoriet, Box 7018, 75007 Uppsala

Hälsotillstånd hos fisk

[Göteborgs universitet](#)

[Institutionen för biologi och miljövetenskap](#)

Box 463, 405 30 Göteborg

Metaller och miljögifter

[Naturhistoriska riksmuseet](#)

Enheten för miljöanalys och -forskning

Box 50007, 104 05 Stockholm

Analys

[Institutionen för miljövetenskap, Stockholms universitet](#)

[Kemiska institutionen, Umeå universitet](#)

[SLU, Sveriges Lantbruksuniversitet](#)

[Livsmedelsverket](#)

Datavårdskap

Bestånds- och effektdata fisk

[Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser](#)

Kustlaboratoriets [Kustfiskdatabas KUL](#)

Miljögifter i fisk

[SGU, Sveriges Geologiska Undersökningar](#)

Box 670, 751 28 Uppsala