



Aqua reports 2023:3

Biologisk recipientkontroll vid Oskarshamns kärnkraftverk Årsrapport för 2022

Fredrik Franzén, Emma Svahn, Anna Lingman, Ingrid Bergman



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för akvatiska resurser

Biologisk recipientkontroll vid Oskarshamns kärnkraftverk– Årsrapport för 2022

Fredrik Franzén, <https://orcid.org/0000-0003-2953-8974>, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Akvatiska resurser,

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

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

Ingrid Bergman, <https://orcid.org/0000-0002-1227-9251>, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för Akvatiska resurser,

Rapportens innehåll har granskats av:

Elisabeth Bolund, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser
Alice Pettersson, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser

Finansiär: OKG AB, Dnr 2021-11359 (SLU-ID: 20021.5.2-348)

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

Publikationsansvarig: Noél 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: Utloppet av Hamnefjärden, Anna Lingman
Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Serietitel: Aqua reports
Delnummer i serien: 2023:3
ISBN (elektronisk version): 978-91-8046-825-1
DOI: <https://doi.org/10.54612/a.4c0gq2dgm>
Nyckelord: kärnkraft, kylvatten, recipientkontroll, provfiske, bottenfauna,
främmande arter, kylvattenintag
Rekommenderad citering: Franzén, F. et al. (2023). Biologisk recipientkontroll vid
Oskarshamns kärnkraftverk – Årsrapport för 2022. Aqua reports
2023:3. Uppsala: Institutionen för akvatiska resurser. 52 s.
<https://doi.org/10.54612/a.4c0gq2dgm>

Sammanfattning

Oskarshamns kärnkraftverk (OKG AB) påverkar den omgivande havsmiljön, främst genom användning av kylvatten. Den kylvattenpåverkade recipientens vattentemperatur var i medeltal 3,4 °C varmare än referensområdet Borholmsfjärden under 2022.

Under 2022 pågick inga särskilda studier av fiskförluster i kylvattenhanteringen och det rapporterades inga avvikande händelser från kraftverkets silstation.

Revisionsavställningen under våren, innebar en utebliven värmeökning i Hamnefjärden, vilket sannolikt påverkade resultatet i vårfisket med biologiska länkar till att en större andel av arterna var så kallade kallvattenarter som har högre förekomst i vatten med lägre temperaturer. Även ryssjefisket bör ha påverkats av detta och det kan vara en del i förklaringen till de låga ålfångsterna. I ryssjorna slogs däremot nytt fångstrekord av svartmunnad smörbult i år igen och storspigg fångades i ovanligt stort antal.

I fisket med biologiska länkar, nätlänkar och nordiska kustöversiktsnät var fångsterna stora av abborre, mört, björkna och andra karpfiskar. De skillnader vi såg i fiskfångsterna mellan områdena kan förklaras av naturliga skillnader i temperatur, exponeringsgrad och geografisk lokalisering snarare än påverkan av varmvattenutsläppen från kärnkraftverket.

I vårens fiske med kustöversiktsnät utanför Hamnefjärdens mynning registrerades låga fångster av de flesta för fisket vanligen förekommande arterna. Störning från säl noterades i nära 90 procent av fiskeansträngningarna.

De varma somrarna 2018 och 2021 har resulterat i att en stor andel av de fångade abborrarna i provfiskena var fyra respektive ett år gamla.

Konditionsvärdet för abborr- och mörthonor låg i samtliga områden omkring Simpevarp och Kvädöfjärden på eller över gränsvärdet för god kondition. Vid 2022 års provtagningar påträffades inga abborrhonor med missbildade gonader i något av ovan nämnda områden. Majoriteten av fiskar med sjukdomssymptom fångades i Simpevarp. Endast en sjuk fisk noterades i Kvädöfjärden.

Antalet årsyngel av abborre och mört var lågt i Hamnefjärden 2022. Fångsterna i yrkesfisket efter vandrande ål, så kallad blankål, var återigen ett av de lägsta sedan journalföringen av detta fiske startades 1972.

Under 2022 års undersökning av fauna på mjuka bottenar registrerades totalt 19 arter i Simpevarp och 21 arter i referensområdet Kvädöfjärden. Östersjömusslan var den vanligast förekommande arten på grunda bottenar och på djupa bottenar i Kvädöfjärden. På Simpevarps djupa bottenar var den rörbyggande havsborstmasken *Pygospio elegans* den mest förekommande arten. Vitmärla, en art som används som indikator för bland annat förändringar i halter av näringsämnen, sjönk ytterligare i antal på Kvädöfjärdens stationer. I år hittades den inte alls på grunda bottenar i Simpevarp. På djupa bottenar i samma område har den inte registrerats sedan 2013.

Summary

The Oskarshamn nuclear power plant affects its surrounding environment primarily by the use of cooling water. The inner part of the recipient bay was on average 3,4 °C warmer than the surface water in a reference bay during 2022. No targeted studies of fish losses in the usage of cooling water were done in 2022. There were no reports concerning any abnormalities concerning fish losses from the power plant.

The maintenance outage for one month during spring caused defaulted warming of the Hamnefjärden bay. Thus, a higher abundance of cold water preferring species occurred in the netfishing in the bay during spring. Most likely, this could also explain low catches of eel in fyke nets in the recipient bay. In the latter, the catches of round goby were record high and the abundance of three-spined stickleback was unusually high.

In fishing with biological gillnets, linked gillnets and Nordic survey nets catches of perch, roach, white bream and other cyprinids were large. Discrepancies in catches between the areas can mostly be explained by natural differences in temperature, degree of exposure to open sea and location, rather than impact from heated cooling water from the power plant.

Fishing with coastal survey nets outside the mouth of Hamnefjärden bay in spring recorded low catches of the usually most common species in this investigation. Disturbances from grey seal were noted in almost 90 % of the effort.

Warm summers in 2018 and 2021 resulted in a large proportion of perches aged four and one year old. Fulton's condition factor for females of perch and roach was on or slightly over average for all areas in both Simpevarp and Kvädöfjärden. None of the fishes above proved to have deformed gonads. The majority of fish noted with disease symptoms was caught in Simpevarp.

The numbers of yearlings from perch and roach were low in Hamnefjärden bay in 2022.

The catch of silver eel in commercial fishing near Simpevarp was again one of the lowest since the start of this record keeping.

During the 2022 surveys of soft-bottom benthic fauna, a total number of 19 species were found in Simpevarp and 21 species at the reference area, Kvädöfjärden. This is the first time since 2018 that the species number in the reference area exceeds that of Simpevarp. The most common species found in the shallow bottom areas, as well as in the deep areas of Kvädöfjärden was the mussel Baltic macoma (*Limecola balthica*). In the deeper bottoms of Simpevarp, the tube-building polychaete *Pygospio elegans* was the species found in highest density. The amphipod *Monoporeia affinis*, a species used as an indicator for changes in levels of nutrients, had decreased at both locations in Kvädöfjärden, and was not found at all on the shallow bottoms of Simpevarp. The species has not been recorded in the deep areas of Simpevarp since 2013.

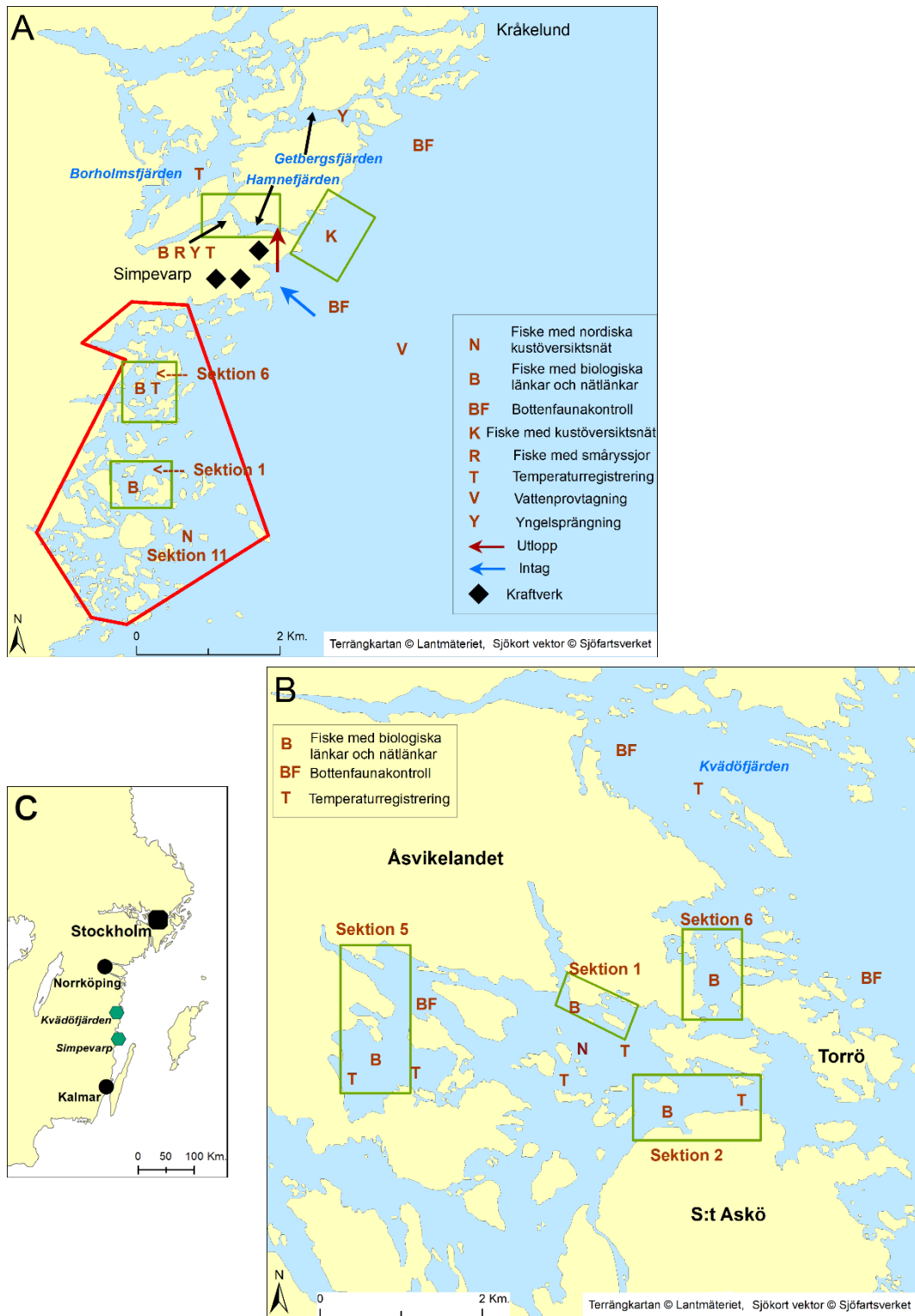
Innehållsförteckning

1.	Inledning	11
2.	Kraftverkets drift och temperaturpåverkan	13
3.	Kontrollprogram och metodik	15
3.1.	Dödlighet i silstationer	15
3.2.	Provfisken med biologiska länkar	15
3.3.	Provfisken med nätlänkar	16
3.4.	Provfiske med nordiska kustöversiktsnät	16
3.5.	Provfisken med kustöversiktsnät	16
3.6.	Provfisken med småryssjor	17
3.7.	Sjukdomssymptom	17
3.8.	Ålders- och tillväxtanalyser	17
3.9.	Gonadutveckling och kondition hos stationär fisk	17
3.10.	Abborr- och mörtyngel	18
3.11.	Journalföring av yrkesfiskets fångster	18
3.12.	Bottenfauna	18
3.13.	Bentiska algsamhällen.....	18
3.14.	Temperaturmätning	19
3.15.	Fysikalisk-kemisk vattenprovtagning	19
3.16.	Rapportering	19
4.	Resultat	20
4.1.	Dödlighet i silstationer	20
4.2.	Fiskundersökningar i recipient och referens.....	20
4.2.1.	Biologiska länkar	20
4.2.2.	Provfisken med nätlänkar	26
4.2.3.	Provfiske med nordiska kustöversiktsnät	27
4.2.4.	Provfisken med kustöversiktsnät	29
4.2.5.	Provfisken med ryssjor	32
4.2.6.	Sjukdomssymptom.....	34
4.3.	Ålders- och tillväxtanalyser	34
4.4.	Gonadutveckling och kondition hos stationär fisk	35
4.5.	Abborr- och mörtyngel	38

4.6.	Journalföring av yrkesfisket.....	39
4.7.	Bottenfauna	39
4.8.	Bentiska algsamhällen.....	42
5.	Diskussion.....	43
6.	Tack.....	49
	Referenser.....	50

1. Inledning

Svensk kärnkraft påverkar den omgivande havsmiljön, främst genom sin användning av kylvatten, som tas från havet och släpps uppvärmt ut i havet igen efter användning. Denna rapport redovisar resultat från den biologiska kontrollverksamheten i vattenrecipienten utanför Oskarshamns kärnkraftverk (OKG AB) för samhällena av fisk och mjuk- och hårbottenfauna under 2022. Undersökningarna i området har pågått sedan 1962 och har under årens lopp främst fokuserat på dödlighet av fisk vid kylvattenintaget och effekter på fisk, bottenfauna och algsamhällen i närrecipienten (Hamnefjärden) och fjärrecipienten (Simpevarp) (figur 1). Resultaten av undersökningarna jämförs med referensområdet vid Kvädöfjärden, nära Valdemarsvik och presenteras i årliga rapporter (Bryhn et al. 2019). Fördjupade utvärderingar görs ungefär vart femte år (Andersson, 2016) och kan leda till förändringar i baskontrollprogrammet. För genomförande av det biologiska programmet inom recipientkontrollen ansvarar Kustlaboratoriet vid Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU Aqua). Under 2019 påbörjades en revision av kontrollprogrammet där vissa delar anpassades för att bättre motsvara den driftsituation som råder efter de senare årens förändringar av Oskarshamnsverket. Sedan 2017 är endast den tredje reaktorn, benämnd O3, i drift. Den tar sitt kylvatten på cirka 22 meters djup i havet utanför och har en effekt som uppgår till cirka 1,5 gånger den sammanlagda effekten hos de två nedlagda reaktorerna. Under 2020 genomfördes resterande del av revisionen. Fysikalisk och kemisk vattenanalys samt övervakning av algsamhällen på hårda botten ingår i den samordnade kustrecipientkontrollen för Kalmar län och genomförs av andra utförare än SLU. Den sistnämnda är under upphandling och utfördes varken under 2021 eller 2022.

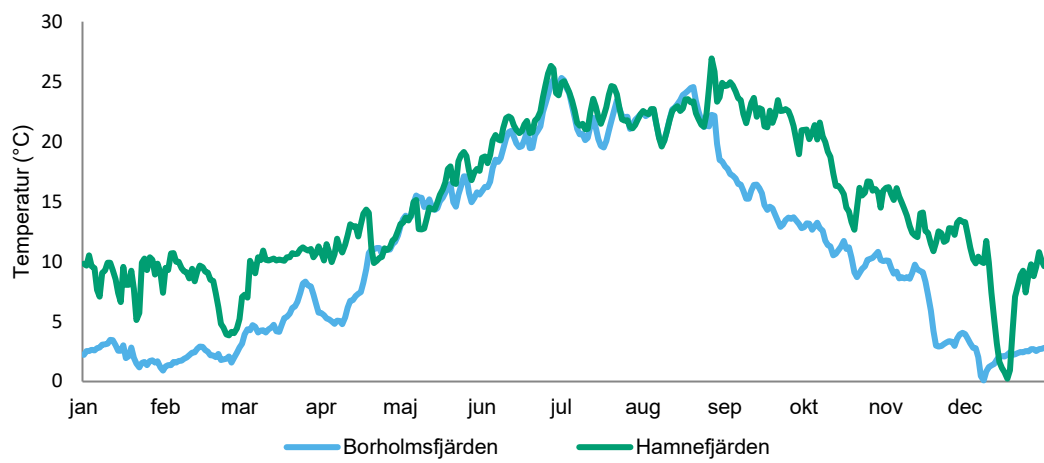


Figur 1. Karta över undersökningsområden i Simpevarp (A) och i referensområdet Kvädöfjärden (B). Fisket med Nordiska Kustöversiktsnät (N) utförs i hela område i Kvädöfjärden och inom den röda markeringen i Simpevarp. Områdenas geografiska placering visas i karta C.

2. Kraftverkets drift och temperaturpåverkan

Vattentemperaturen i den inre delen av Hamnefjärden (figur 1) beror, förutom på väder och vind, huvudsakligen på driftsituationen vid Oskarshamnsverket. Sedan 2017 är det endast tredje reaktorn, benämnd O3, i drift.

Oskarshamnsverket hade 2022 ett ganska normalt driftår med två kortstopp och ett längre uppehåll (23 dygn) från mitten av april till början av maj för revision. Sammantaget under 2022 (figur 2) var kraftverkets uppvärmning av utsläppsområdet Hamnefjärden normal för tiden efter att stängningarna av reaktor ett och två gjordes (2017 resp. 2016). Innan detta kunde den årliga genomsnittliga temperaturskillnaden mellan Hamnefjärden och referensstationen i Borholmsfjärden vara så stor som 5–6 °C medan den efter detta legat runt 2–4 °C. Under 2022 var skillnaden 3,4 °C. Att skillnaden i temperatur mellan Hamnefjärden och Borholmsfjärden inte är så stor under perioden maj till och med augusti förklaras av att vattnet från djupintaget till Oskarshamnsverket är så mycket kallare än ytvattnet i den jämförda referensen (figur 2). De ganska kraftiga temperaturfall som syns i februari och december i Hamnefjärden orsakades av kortstopp respektive sträng kyla. I början av oktober fick nordliga och västliga vindar intagsvattnet till O3 att sjunka från drygt 14 °C till 6 °C på en vecka. Detta gav ett betydligt kallare utloppsvatten i Hamnefjärden och temperaturen sjönk kraftigt medan Borholmsfjärden inte påverkades nämnvärt.



Figur 2. Temperaturen (dygnsmedelvärden) på en meters djup i Hamnefjärden och Borholmsfjärden under 2022.



Gädda. Foto Ulf Bergström.

3. Kontrollprogram och metodik

Här beskrivs de undersökningar som ska genomföras enligt det biologiska kontrollprogrammet för OKG AB. För mer detaljerade beskrivningar av programmet och metodik hänvisas till följande handböcker: Thoresson (1992), Thoresson (1996a), Thoresson (1996b), Ljunghager (2015a) och Ljunghager (2015b).

3.1. Dödlighet i silstationer

Det vatten från havet som pumpas upp till kraftverket från cirka 22 m djup för att kyla reaktorn, passerar ett system av olika galler. Dessa galler silar främst organiskt material som alger, växter, musslor, maneter och fisk som skiljs av från vattnet. Rensmaterialet från silstationen samlas upp i renskorgar och återförs till havet. Korgarna töms i yttersta delen av Hamnefjärden ungefär en gång per vecka. En del uppfångade fiskar, framför allt ål och skrubbskädda, överlever tack vare denna hantering. Uppenbara avvikelser från normalsituationen gällande förekomst av fisk meddelas till SLU.

Vid kylvattenintaget till O3 utfördes från april 2020 till och med mars 2021 en pilotstudie där driftpersonalen varannan vecka skiljde av rensmaterial från silstationen efter exakt ett dygn och lämnade över till SLU för kontroll. Förekomsten av fisk i dessa stickprov kontrollerades och räknades upp till att gälla total drifttid. Resultaten från undersökningen redovisades i årsrapporten för 2021. (Franzén et al. 2022)

3.2. Provfisken med biologiska länkar

Det utförs årligen provfisken med biologiska länkar både i recipientområdet Simpevarp och i det opåverkade referensområdet Kvädöfjärden. Inom sektion 5 (Hamnefjärden) i Simpevarp genomförs ett provfiske varannan vecka under perioden vecka 12–24 (under 2022 vecka 11–23) samt tre nätter under augusti. I augusti genomförs även provfisken en natt inom sektion 1 (Berkeskär) i Simpevarp samt inom sektion 1 i Kvädöfjärden. I oktober fiskas det tre nätter inom sektion 1 i Kvädöfjärden samt Hamnefjärden i Simpevarp. Även sektion 2 i Kvädöfjärden fiskas i oktober men endast under 1 natt.

Från och med 2019 flyttades tre av de tidigare sex fiskenätterna med biologiska länkar i Hamnefjärden i augusti till att utföras i oktober, samtidigt som fisket med biologiska länkar på sektion 1 i Kvädöfjärden utökades från en natt till tre nätter. En av anledningarna till detta var att de abborrar och mörtar som provtas för att studera könsorganens utveckling i Hamnefjärden jämförs med dem från höstfisket i Kvädöfjärden. För att resultaten med nuvarande metodik ska kunna jämföras med den långa tidsserien som baseras på olika metodiker, har endast de tre första nätterna som fiskats under sommaren analyserats mellan 1966 – 2019 även om fler nätter fiskats. Innan 1966 varierade ansträngningen under sommarfisket.

3.3. Provfisken med nätlänkar

Ett fiske med nätlänkar på sex stationer genomförs under augusti inom sektion 6 (Ekö) i Simpevarp, samt en natt vardera inom sektionerna 5 och 6 (inner- respektive ytterskärgård) i Kvädöfjärden. Ekö har fram till 2019 fiskats med sex nätter då man minskade ansträngningen till tre nätter i augusti 2020. Sedan 2021 fiskas Ekö bara en natt. På grund av detta analyseras bara data från den första fiskenatten för samtliga år som provfisket pågått. En jämförelse av vad den minskade ansträngningen inneburit för resultatet kommer att rapporteras i den kommande femårsrapporten.

3.4. Provfiske med nordiska kustöversiktsnät

I skärgården söder om Simpevarp, sektion 11 (Simpevarpsområdet), utförs sedan år 2020 ett fiske med nordiska kustöversiktsnät i augusti. Fisket sker på samma 45 ursprungligen slumpade stationer en natt per station enligt Karlsson (2015).

I Kvädöfjärden utförs även under samma period fiske med nordiska kustöversiktsnät inom ramen för den Nationella Miljöövervakningen i Sverige.

I denna rapport analyseras bara data från stationer som är fiskade mellan 0–10 meters djup. Eftersom redskapet inte fångar fiskar under 12 cm längd på ett representativt sätt har dessa uteslutits ur data som analyseras, men däremot redovisas det totala antalet fångade arter.

3.5. Provfisken med kustöversiktsnät

Sedan april år 2011 sker fisket med två stycken 3 meter djupa och 35 m långa översiktnät vid åtta stationer utanför Hamnehålet i Simpevarp koncentrerat till sex fiskeinsatser under perioden april–maj. Hela 84 av totalt 96 ansträngningar (nät per natt) var störda av framförallt säl närvaro och i viss mån drivande växter och alger.

Äldre data från den här undersökningsserien har räknats om och anpassats för att vara jämförbara med metodiken sedan 2011.

3.6. Provfisken med småryssjor

Fiske med småryssjor genomförs i Hamnefjärden under perioden mars–juni med vittjning minst två gånger per vecka, främst för att övervaka förekomsten av ål och andra arter med lägre fångstbarhet i nät.

3.7. Sjukdomssymptom

För att följa eventuella förändringar i sjukdomsförekomst registreras yttre, synliga sjukdomssymptom regelmässigt i alla provfiskefångster. Parasitologiska undersökningar utförs endast då det kan påkallas av observationer i fält eller av annan information.

3.8. Ålders- och tillväxtanalyser

Tillväxt och ålder övervakas genom årliga undersökningar av cirka 200 abborrhonor fångade i augusti med nordiska kustöversiktsnät i Simpevarp respektive Kvädöfjärden. Urvalet av individerna sker med ett förutbestämt antal av varje cm-längdklass. I oktober provtas och åldersanalyseras 100 abborrhonor med en kroppslängd större än 13 cm från Hamnefjärden och Kvädöfjärden.

Motsvarande provtagning genomförs på 100 mörtar från Hamnefjärden och från Kvädöfjärden och åldersprover sparas för eventuella framtida behov.

3.9. Gonadutveckling och kondition hos stationär fisk

I samband med provtagning för ålders- och tillväxtanalys i oktober (se avsnitt 3.6) undersöks mört och abborre visuellt för kontroll av störningar i gonadutvecklingen, för att följa eventuella effekter på fiskbeståndets fortplantningsförmåga. Referensmaterial från abborre och mört insamlas från Kvädöfjärden.

Fram till och med 2018 insamlades abborre från Hamnefjärden i augusti till denna kontroll.

I rapporten redovisas eventuella missbildningar hos gonader samt beräkning av gonadsomatiskt index (GSI), vilket motsvarar gonadvikt i förhållande till kroppsvikt (somatisk vikt). Kondition beräknas enligt Fultons index (K), med

formeln $K = 100(w/L^3)$, där w är vikten i gram och L är längden i centimeter. Ju högre K -värde, desto högre kondition har fisken.

Kontroll av ål sker endast om det påkallas av nya observationer.

Det fångades bara fem mörtar vid höstens provfiske i Simpevarp så därför har inget mörtprov tagits där från 2022.

3.10. Abborr- och mörttyngel

Täthet av årsyngel uppskattas med hjälp av undervattensdetonationer på tio stationer i Hamnefjärden. Detta sker vid två skilda tillfällen vid första tillväxtsäsongens slut i oktober–november. Provtagning sker samtidigt av förstaårstillväxt hos minst 200 abborrar och mörtar i Hamnefjärden och hos minst 100 individer av vardera art i Getbergsfjärden norr om Simpevarp.

3.11. Journalföring av yrkesfiskets fångster

Journalföring av yrkesfiskets fångster har historiskt sett utgjort en stor del av kontrollprogrammet. När programmet inleddes i början av 1970-talet fanns sju aktiva yrkesfiskare som journalförde sitt fiske. Numera finns det endast två verksamma fiskare kvar i programmet. En fiskare på Marsö i Misterhults skärgård och en fiskare i Kvädöfjärden journalför allt sitt fiske med nät, ryssjor och ålflytgarn. I årsrapporten redovisas endast det riktade fisket efter blankål (vandringssål) med ålflytgarn. Fisket efter blankål vid Marsö, vilket är det enda nu pågående i programmet, utförs i juli till och med september på 8–10 fasta platser där redskapen är anpassade efter platsen och sätts ut på samma sätt varje år.

3.12. Bottenfauna

För att följa bottenfaunans art- och individrikedom samt bestämma biomassan görs undersökningar med bottenhuggare (av typen van Veen) varje vår. Provtagningen utförs enligt Naturvårdsverkets riktlinjer (eBIN B R06) under våren på två stationer strax norr respektive söder om Hamnefjärdens mynning vid Simpevarp och på tre stationer i Kvädöfjärden.

3.13. Bentiska algsamhällen

Den bentiska florans utbredning följs genom dykkartering på tre stationer vid ett tillfälle under september–oktober. Stationerna ligger vid sydspetsen av ön

Stubbskär cirka 3 km nordost om Hamnehålet, alldeles söder om Hamnehålets mynning, samt vid ön Stora Rönnen cirka 4 km söder om Simpevarpshalvön. Provtagningen koordineras med den samordnade kustrecipientkontrollen i Kalmar län. Sedan 2020 har inte karteringen utförts på grund av att det inte funnits någon upphandlad utförare.

3.14. Temperaturmätning

Vattentemperaturen i ytan registreras dagligen vid en för fiskeområdet representativ punkt samt vid botten intill varje redskap under alla provfisken. Dagliga uppgifter om vattentemperaturen samlas även in genom automatiskt registrerande instrument i Hamnefjärden, Borholmsfjärden och Eköfjärden vid Simpevarp samt från en station i Kvädöfjärden. Dessa är monterade på en meters djup. I Kvädöfjärden görs dagliga manuella mätningar året runt på en lokal, och en gång per vecka under april–november på en annan lokal. På tre stationer i Kvädöfjärden mäts siktdjup samt temperatur för varje meter från yta till botten en gång per vecka under perioden april–november.

3.15. Fysikalisk-kemisk vattenprovtagning

Fysikalisk-kemisk vattenprovtagning genomförs sex gånger per år på en provstation, OKG1-V, cirka 1 km sydost om Hamnehålet. Vattentemperatur och salthalt mäts med fältinstrument på varje meter från yta till botten (16 meter). Övriga parametrar (syrgashalt, syrgasmättnad, totalt organiskt kol, totalkväve, nitrit, nitrat, ammonium, totalfosfor, fosfat, silikat och svavelväte) registreras vid ytan och botten. Undersökningen ingår i den samordnade kustrecipientkontrollen i Kalmar län. Resultaten redovisas endast vart femte år i den mer djupgående rapporten.

3.16. Rapportering

SLU sammanställer på uppdrag av OKG AB resultaten från den biologiska recipientkontrollen. Rapporten ska vara OKG tillhanda senast den 15 mars. Enheten för radiologi och yttre miljö (GR) bifogar rapporten till den årliga miljörapporten till länsstyrelsen i Kalmar län. För vissa delar av programmet sker en större avrapportering ungefär vart femte år genom SLU. Den senaste större rapporten skrevs 2016 (Andersson et al. 2016).

4. Resultat

Vid analys och redovisning av resultat används endast data från fisken vilka bedömts ostörda från till exempel säl, drivande alger, maneter med mera. Fångsterna anges som antal och catch per unit effort (CPUE, fångst per ansträngning, i detta fall antal per nät och natt), som är ett vedertaget begrepp inom fiskerivetenskapen.

4.1. Dödlighet i silstationer

OKG har inte rapporterat några avvikelser från det normala i dödligheten av fisk i silstationen för O3 under 2022. Resultaten från pilotstudien under 2020 och 2021 tydde på att fiskdödligheten i silstationen till stor del speglar hur fisksamhället på 20–25 meters djup ser ut (Franzén et al, 2022).

4.2. Fiskundersökningar i recipient och referens

4.2.1. Biologiska länkar

Recipienten vår och sommar

Under 2022 fångades rekordmånga arter i vårfisket, hela 19 stycken medan det i sommarfisket noterades 9 arter (tabell 1). Detta kan jämföras med 12 respektive 10 arter föregående år. Totalfångsten var medelstor under både våren och sommaren. Ungefär lika många fiskar fångades under vår och sommar, i medeltal 17 respektive 18 fiskar per nät och natt.

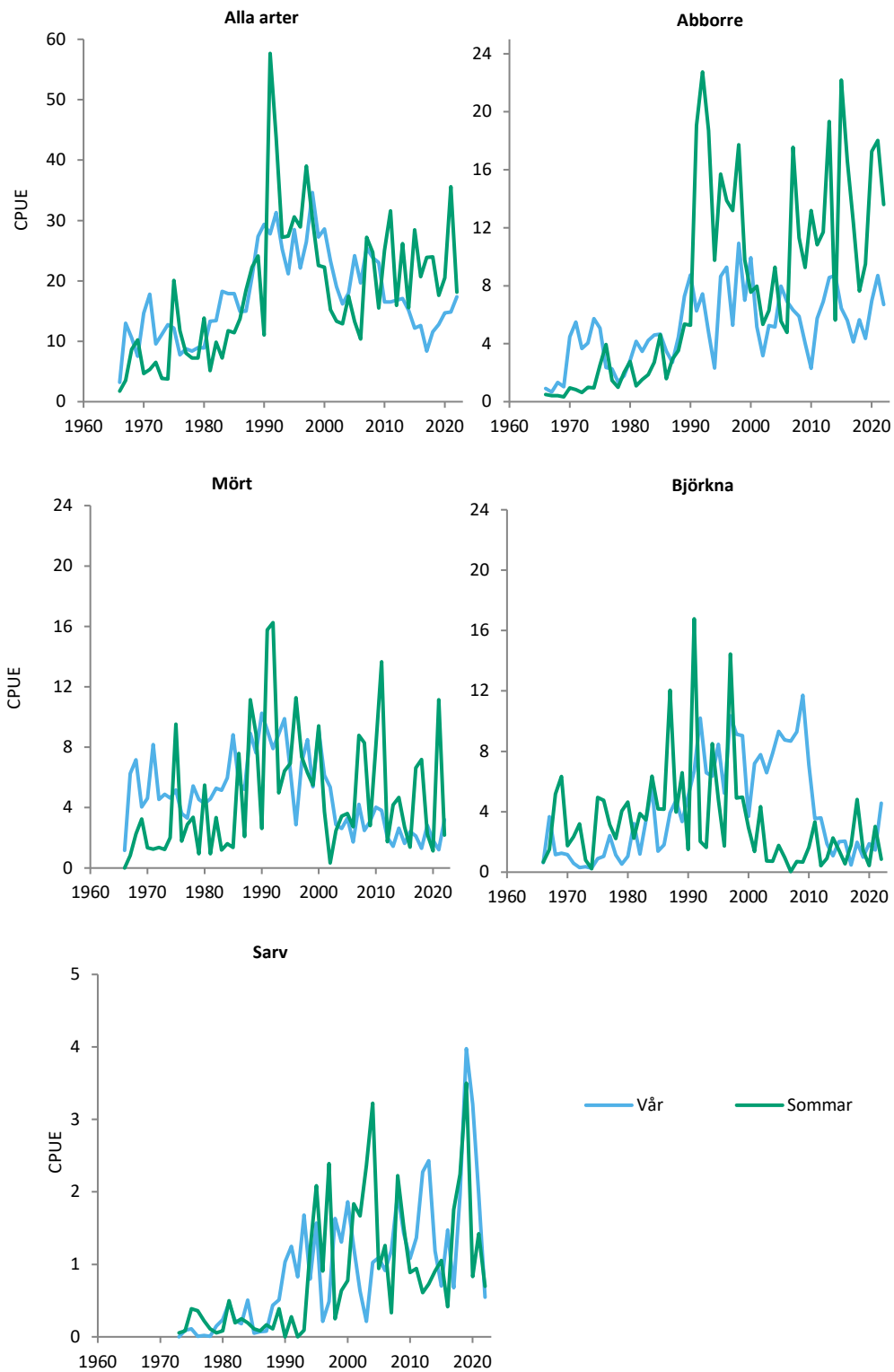
Den vanligast förekommande arten i både vår- och sommarfisket 2022 var abborre, precis som föregående år (tabell 1, figur 3). Under sommaren utgjorde abborre 75 procent av fångsten och under våren 39 procent. Björkna och mört var också vanliga i båda fiskena följt av sarv. Mört som nådde rekordnivåer 2021 var nu tillbaka på medelnivåer. Temperaturen i bottenvattnet vid vittjning var i medeltal 13,4 °C under våren 2022, något högre än året innan. Under sommaren 2022 var medeltemperaturen 18,7 °C, något lägre än året innan.

Tabell 1. Totalantal och CPUE (fångst per nät och natt) av alla förekommande arter 2022 vid provfiske med biologiska länkar under vår och sommar i Hamnefjärden.

Artnamn svenska	Vår		Sommar	
	Antal	CPUE	Antal	CPUE
Abborre	563	6,70	449	13,61
Björkna	384	4,57	28	0,85
Mört	270	3,21	72	2,18
Sarv	46	0,55	23	0,70
Id	41	0,49	1	0,03
Strömning	36	0,43		
Svartmunnad smörbult	28	0,33		
Gärs	24	0,29		
Braxen	24	0,29	14	0,42
Gädda	9	0,11	4	0,12
Sik	8	0,10		
Sutare	8	0,10	5	0,15
Skrubbskädda	6	0,07	2	0,06
Öring	3	0,04		
Vimma	3	0,04		
Löja	2	0,02		
Rötsimpa	1	0,01		
Storspigg	1	0,01		
Mindre havsnål	1	0,01		
Totalt	1458	17,36	598	18,12
Antal arter		19		9



Sarv. Foto Anna Lingman



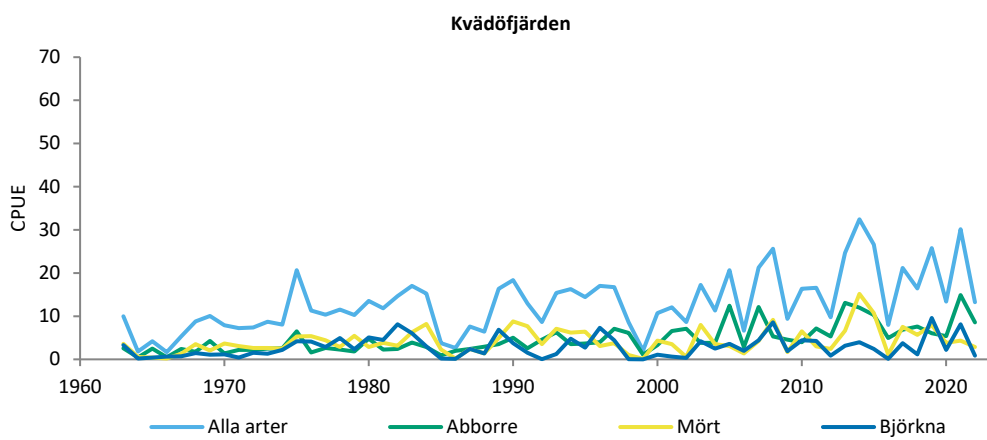
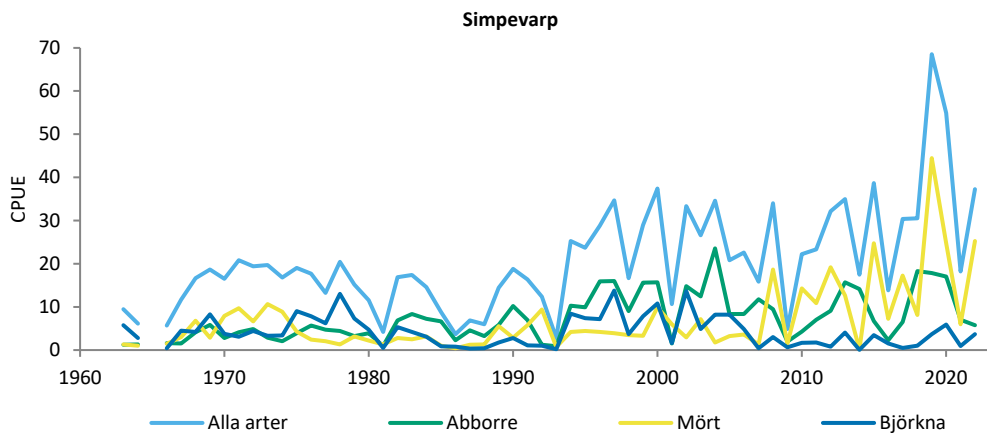
Figur 3. CPUE (fångster per nät och natt, 1 natts fiske 1966-1969 samt 1971, 3 natters fiske 1970 samt 1972-2022) av alla arter totalt och av dominerande arter i provfiske med biologiska länkar i Hamnefjärden åren 1966-2022 (sarv 1973-2022, observera annan skala på y-axeln).

Närreferens och fjärreferens sommar

I de biologiska länkarna fångades 10 arter i sektion 1 i Simpevarp och 9 arter i sektion 1 i Kvädöfjärden (tabell 2). Till skillnad från föregående år var mört mycket vanligare än abborre i Simpevarp medan abborren fortfarande var vanligast i Kvädöfjärden. Tredje vanligaste arten var björkna i båda områdena. Fångsten av gärs i Simpevarp var rekordstor föregående år men var nu åter mindre. Totalt fångades 37 fiskar per nät och natt i Berkeskär och 13 i Kvädöfjärden, vilket var omvänt mönster jämfört med föregående år. Utvecklingen över tid för totalfångst och fångst av abborre, mört och björkna ses i figur 4.

Tabell 2. Totalantal och CPUE (antal per nät och natt) av alla förekommande arter 2022 vid provfiske med biologiska länkar i augusti i Simpevarp sektion 1 (Berkeskär) och sektion 1 (Trollhomen) i Kvädöfjärden.

Artnamn svenska	Simpevarp sek 1 Berkeskär		Kvädöfjärden sek 1 Trollholmen	
	Antal	CPUE	Antal	CPUE
Mört	454	25,22	51	2,83
Abborre	103	5,72	154	8,56
Björkna	66	3,67	16	0,89
Gärs	19	1,06	5	0,28
Skrubbskädda	11	0,61	4	0,22
Strömming	5	0,28		
Sik	5	0,28	3	0,17
Vimma	5	0,28	1	0,06
Sarv	3	0,17		
Mindre havsnål	1	0,06		
Nors			2	0,11
Gös			2	0,11
Totalt	672	37,33	238	13,22
Antal arter		10		9



Recipient och referens höst

Fisket utfördes under tre nätter i oktober inom sektion 5 (Hamnefjärden) i Simpevarp och sektion 1 (Trollholmen) i Kvädöfjärden. Sektion 2 (Stora Askö) i Kvädöfjärden fiskades enbart en natt. Per nät och natt fångades i genomsnitt ungefär 9 fiskar i Hamnefjärden medan det i Kvädöfjärden sektion 1 fångades cirka 8 fiskar och i sektion 2 hela 45 fiskar (tabell 3). I Simpevarp utgjordes fångsten till 83 procent av abborre medan motsvarande siffra för Kvädöfjärden endast var 19 procent i sektion 1 och 10 procent i sektion 2. Den största delen av fångsten i Kvädöfjärden, båda sektionerna, bestod av mört (68 procent i sektion 1 och 88 procent i sektion 2). Artsammansättningen i fångsterna skiljde sig lite mellan områdena. Sarv, sutare, gädda, vimma och ruda som fångades i Simpevarp var inte representerade i fångsten i Kvädöfjärden. Däremot fanns gärs, strömming, gös, björkna, sik och torsk i Kvädöfjärden men inte i Simpevarp. Medeltemperaturen i bottenvattnet vid vittjning var under höstfisket 2022 relativt hög i Simpevarp (Hamnefjärden) med 16,2 °C. I Kvädöfjärden var temperaturen 13,1 °C i sektion 1 och 14,0 °C i sektion 2.

Tabell 3. Totalantal och CPUE (antal per nät och natt) av alla förekommande arter 2022 vid provfiske med biologiska länkar i oktober i Simpevarp sektion 5 och Kvädöfjärden sektion 1 och 2.

Art	Simpevarp sek 5 Hamnefjärden		Kvädöfjärden sek 1 Trollholmen		Kvädöfjärden sek 2 Stora Askö	
	Antal	CPUE	Antal	CPUE	Antal	CPUE
Abborre	269	7,47	83	1,54	52	4,33
Sarv	28	0,78				
Sutare	9	0,25				
Gädda	6	0,17				
Mört	5	0,14	302	5,59	474	39,50
Id	3	0,08	1	0,02		
Vimma	3	0,08				
Skrubbskädda	1	0,03	10	0,19		
Ruda	1	0,03				
Gärs			34	0,63	11	0,92
Strömming			11	0,20		
Gös			3	0,06	1	0,08
Björkna			2	0,04		
Sik			1	0,02		
Torsk					3	0,25
Totalt	325	9,03	447	8,28	541	45,08
Antal arter		9		9		5

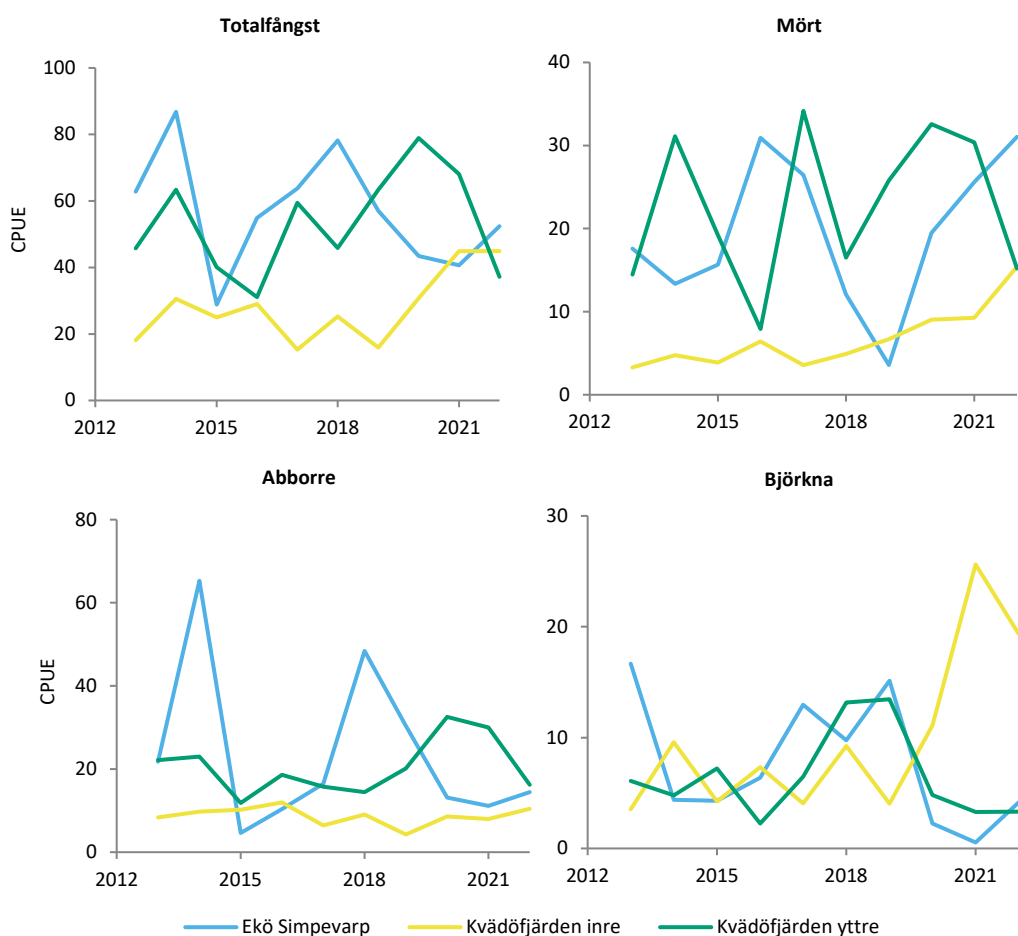
4.2.2. Provfisken med nätlänkar

Under augusti fiskades Simpevarps sektion 6 (Ekö) en natt med nätlänkar. Där fångades 12 arter (tabell 4). Motsvarande fiske i två delområden i Kvädöfjärden, inre fjärden samt yttre fjärden resulterade i 9 respektive 10 arter. Mört var den vanligaste arten i fångsten vid Simpevarp, med 31 fångade per nät och natt. Bara ett år tidigare, 1989, har det fångats fler mörtar. Abborre var näst vanligast, följd av björkna. I Kvädöfjärdens inre sektion dominerade björkna återigen med 19 björknor per nät och natt. Bara 2021 års fiske har haft högre fångster (25 björknor per nät och natt). Kvädöfjärdens yttre fiskeområde hade bara halva totalfångsten av förra årets stora fångster. Fångsten dominerades av mört och abborre. Mörtens, abborrens, björknans, samt totalfångstens utveckling i alla tre områdena över den senaste tioårsperioden ses i figur 5.

Den genomsnittliga botten temperaturen vid vittjning var för Simpevarp 13 °C och för Kvädöfjärdens yttre och inre stationer 15 °C.

Tabell 4. Antal fångade fiskar samt CPUE (antal per nät och natt) av alla förekommande arter vid provfiske under en natt i augusti med nätlänkar vid Ekö i skärgården söder om Simpevarp och i två delområden i Kvädöfjärden.

Art	Simpevarp Ekö		Kvädöfjärden inre		Kvädöfjärden yttre	
	Antal	CPUE	Antal	CPUE	Antal	CPUE
Mört	745	31,04	370	15,42	365	15,21
Abborre	346	14,42	250	10,42	389	16,21
Björkna	100	4,17	464	19,33	80	3,33
Gärs	33	1,38	35	1,46	39	1,63
Sarv	16	0,67			3	0,13
Strömning	6	0,25	2	0,08	8	0,33
Skrubbskädda	5	0,21	3	0,13	4	0,17
Svartmunnad smörbult	2	0,08				
Vimma	2	0,08				
Löja	1	0,04				
Sik	1	0,04			1	0,04
Storspigg	1	0,04				
Braxen			5	0,21		
Gädda			1	0,04		
Gös			24	1,00	3	0,13
Id					1	0,04
Totalsumma	1258	52,42	1078	44,92	893	37,21
Antal arter		12		9		10



Figur 5. Fångst av alla arter (totalfångst), abborre, mört och björkna i provfiske med nätlänkar under en natt i augusti i Simpevarp sektion 6 (Ekö) och i två delområden i Kvädöfjärden 2013–2022.

4.2.3. Provfiske med nordiska kustöversiktsnät

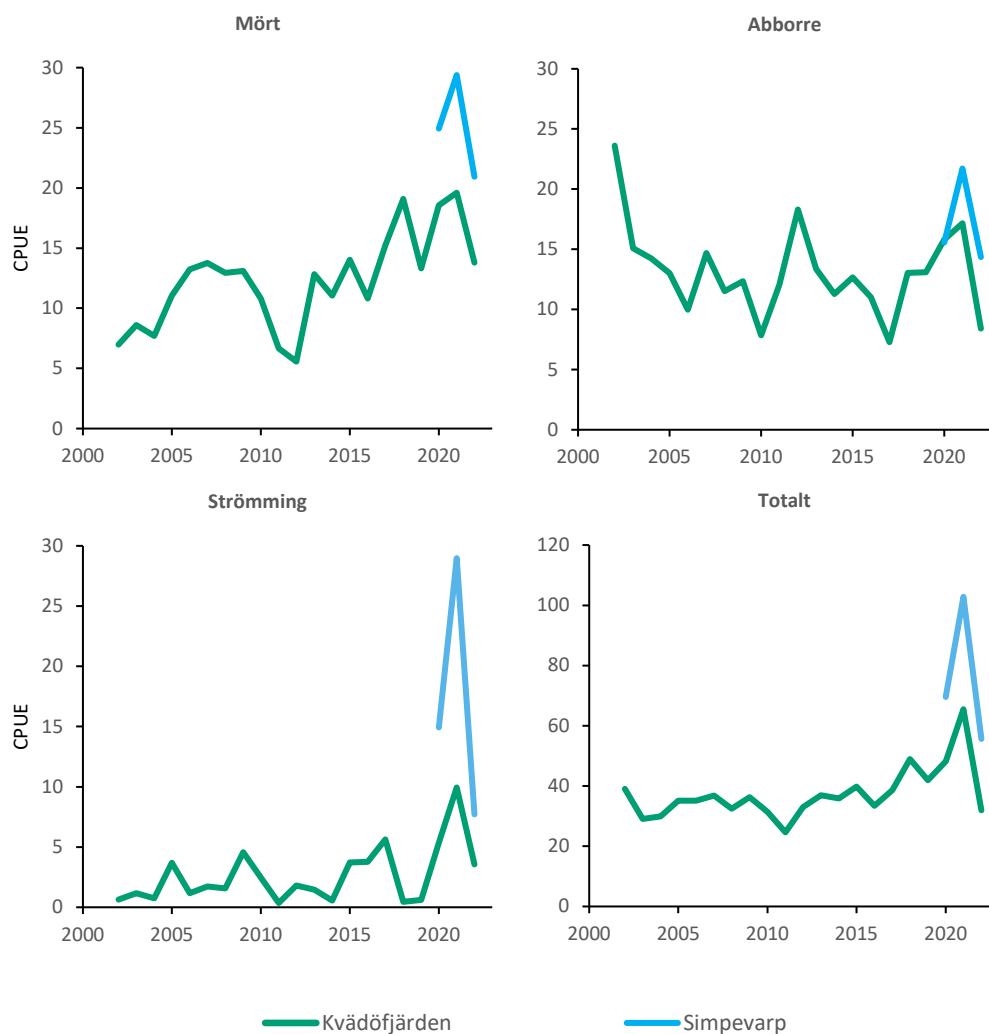
Mört var den vanligaste fångade arten i det nya fisket med nordiska kustöversiktsnät i Simpevarpsområdet (cirka 21 mörtar per nät och natt) (tabell 5), liksom i jämförelseområdet Kvädöfjärden (13,8 per nät och natt).

Det fångades 18 arter i Simpevarp och 14 arter i Kvädöfjärden. Den största skillnaden i artsammansättning är att Kvädöfjärden har en relativt stor fångst av gös och nors, arter som inte alls fångades i Simpevarp. Nya arter för Simpevarpsområdet var mindre havsnål och braxen. I fångster som är mindre än 12 cm återfinns svart smörbult och storspigg i båda områdena. Totalt fångades cirka 56 fiskar per nät och natt i Simpevarp och 32 i Kvädöfjärden, vilket för båda områdena var ungefär hälften av fångsten 2022. Minskningen utgörs till störst del av minskad fångst av strömming och mört. Fångst per ansträngning av mört,

abborre, strömming och totalfångsten ses i figur 6. Bottentemperaturen vid vittjning var i medel 10,6 °C i Simpevarp och 12,7 °C i Kvädöfjärden.

Tabell 5. Antal fångade fiskar, samt CPUE (antal per nät och natt) av alla förekommande arter vid provfiske från 45 stationer i Simpevarpsområdet, respektive 45 stationer i Kvädöfjärden med Nordiska kustöversiktsnät.

	Simpevarpsområdet		Kvädöfjärden	
	Antal	CPUE	Antal	CPUE
Mört	942	20,93	400	13,79
Abborre	646	14,36	244	8,41
Strömming	347	7,71	103	3,55
Gärs	244	5,42	20	0,69
Löja	141	3,13	26	0,90
Björkna	117	2,60	43	1,48
Skrubbskädda	12	0,27	4	0,14
Sarv	9	0,20		
Id	8	0,18	1	0,03
Sik	8	0,18	3	0,10
Skarpsill	6	0,13	15	0,52
Vimma	6	0,13	1	0,03
Mindre havsnål	5	0,11		
Braxen	3	0,07	1	0,03
Svartmunnad smörbult	3	0,07		
Sutare	2	0,04		
Tobiskung	2	0,04		
Tånglake	2	0,04		
Nors			23	0,79
Gös			41	1,41
Totalsumma	2503	55,62	925	31,90
Antal arter		18		14



Figur 6. Fångst av mört, abborre, strömming och alla arter (totalfångst) i provfiske med nordiska kustöversiktsnät i augusti i Simpevarpsområdet 2020–2022 respektive i Kvädöfjärden 2002–2022.

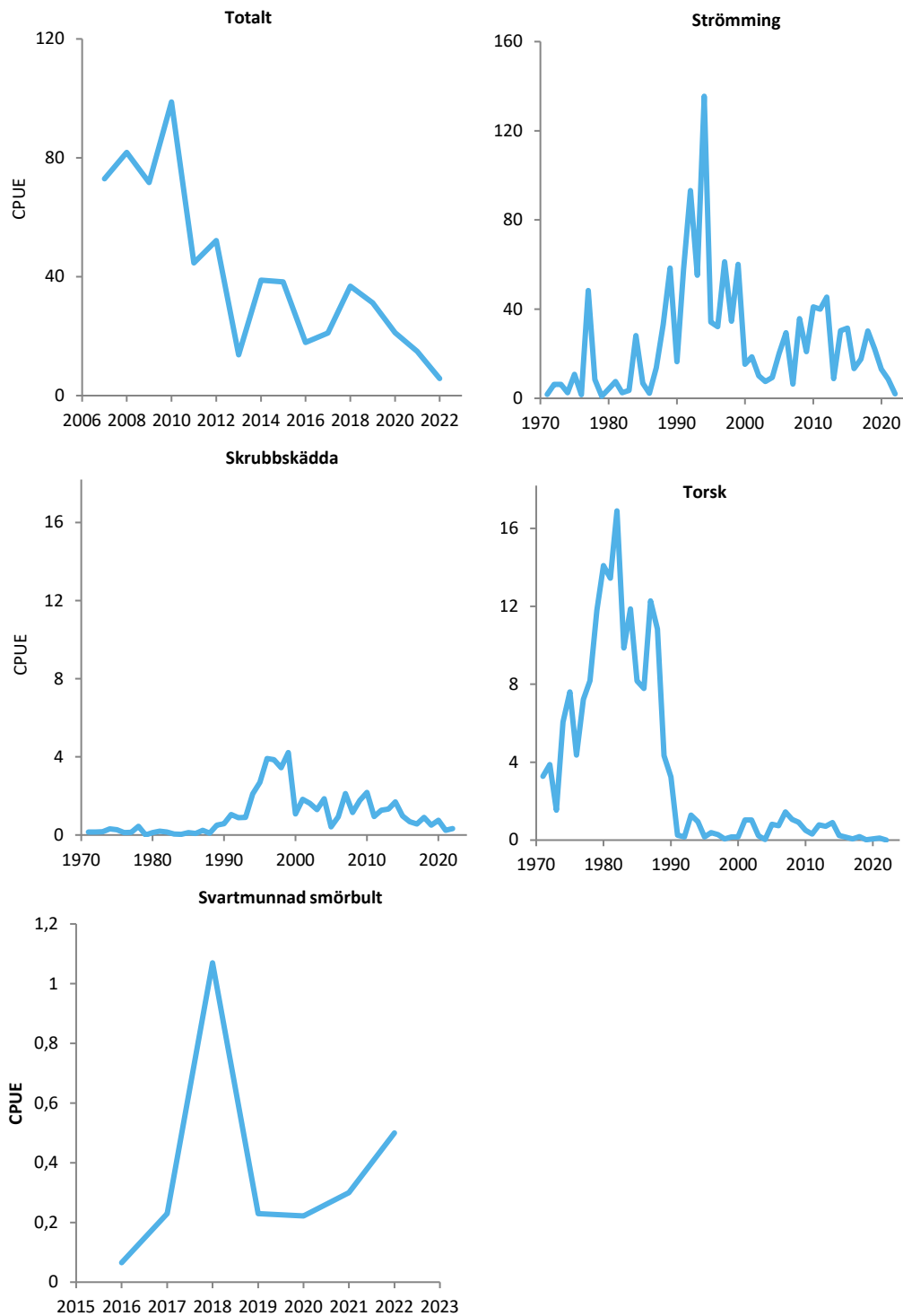
4.2.4. Provfisken med kustöversiktsnät

Fisket 2022 karaktäriserades av en hög grad av störning från säl och därmed små fångster av samtliga vanligen förekommande arter. I de ostörda fångster som ändå gjordes dominerades som tidigare strömming (tabell 6, figur 7), följd av rötsimpa och abborre. Ett fåtal individer av den invasiva arten svartmunnad smörbult fångades 2016 för första gången i Simpevarp. I provfisket 2018 var den totala fångsten uppe i över 100 individer. Efter detta har antalet i ostört fiske varit lägre men om även stört fiske räknas in är arten den tredje vanligaste i fisket 2022.

Efter en period med stora fångster av torsk under främst tidigt 1980-tal har fångsterna legat på låga nivåer under de senaste årtiondena. Under 2022 års fiske var fångsten av torsk den lägsta sedan provfisket började 1973. Även skrubbskädda förekom i förhållandevis låga tätheter. Totalt fångades 2022 i ostört fiske 10 arter och om även stört fiske räknas in 21 arter.

Tabell 6. Antal fångade fiskar och CPUE vid ostört fiske. Antal fångade fiskar vid både ostört och stört fiske med kustöversiktsnät 2022. Ansträngningen vid ostört fiske var 12 och den totala ansträngningen, inklusive störda stationer, var 96.

Art	Antal vid ostört fiske	CPUE vid ostört fiske	Antal totalt vid både ostört och stört fiske
Strömming	24	2,00	65
Rötsimpa	11	0,92	194
Abborre	10	0,83	111
Gärs	6	0,50	48
Svartmunnad smörbult	6	0,50	110
Skrubbskädda	4	0,33	32
Mört	3	0,25	45
Piggvar	2	0,17	11
Tånglake	2	0,17	10
Oxsimpa	1	0,08	4
Mindre havsnål			9
Björkna			4
Tångräka obestämd			3
Tångspigg			2
Vimma			1
Nors			1
Sik			1
Småspigg			1
Storspigg			1
Tobiskung			1
Torsk			1
Totalt	69	5,75	655
Artantal	10		21



Figur 7. Fångst av torsk, strömming, skrubbskädda (1971–2022), svartmunnad smörbult (2016–2022) och alla arter totalt (2007–2022), uttryckt som antal per nät och natt (CPUE) i fisket med kustöversiktsnät.

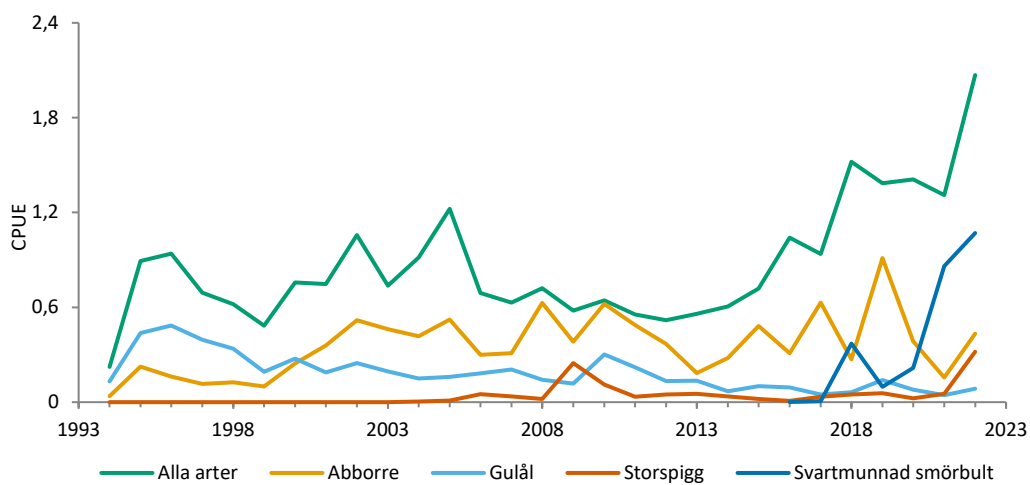
4.2.5. Provfisken med ryssjor

Under vårens fiske med småryssjor i Hamnefjärden, Simpevarp, fångades 23 fiskarter samt hästräka och tångräka (tabell 7). Den invasiva arten svartmunnad smörbult var återigen vanligast i fångsten och nådde rekordnivå. Det fångades i genomsnitt 1,1 svartmunnad smörbult per ryssja och dygn. Abborre var den näst vanligaste arten (0,4 per ryssja och dygn). Under 2022 var storspigg den tredje vanligaste arten i ryssjorna, jämfört med tidigare år då det var sarv. Fångsten av storspigg var den största någonsin. Det var återigen en låg fångst av gulål (0,08 stycken per ryssja och dygn). Gulål och blankål tillhör samma art, men redovisas separat i SLU Aquas provfisken. Figur 8 visar utvecklingen över tid för de tre vanligaste fiskarterna samt gulål och totalfångsten i Hamnefjärden.

Tabell 7. Antal fångade fiskar och räkor, samt fångst per ryssja och dygn av alla förekommande fisk- och räkarter vid provfiske med småryssjor under våren 2022 i Hamnefjärden, Simpevarp.

Art	Antal	CPUE
Svartmunnad smörbult	1926	1,07
Abborre	781	0,43
Storspigg	574	0,32
Gulål*	152	0,08
Tångräka obestämd	125	0,07
Mört	64	0,04
Sarv	39	0,02
Björkna	38	0,02
Blankål*	25	0,01
Mindre havsnål	25	0,01
Sutare	23	0,01
Gärs	17	0,01
Tånglake	12	0,01
Id	10	0,01
Tångsnälla	8	<0,01
Löja	6	<0,01
Strömning	6	<0,01
Skrubbskädda	5	<0,01
Svart smörbult	5	<0,01
Gädda	3	<0,01
Hästräka	2	<0,01
Småspigg	2	<0,01
Tångspigg	2	<0,01
Braxen	1	<0,01
Vimma	1	<0,01
Totalt	3852	2,14
Antal arter		25

*Gulål och blankål är två olika livsstadier hos ålen.



Figur 8. Totalfångst av alla fiskarter samt fångst av abborre, gulål, storspigg och svartmunnad smörbult i provfiske med ålryssjor under våren i Hamnefjärden, Simpevarp, 1994–2022, uttryckt som antal per ryssja och natt (CPUE). Svartmunnad smörbult är en invasiv art som upptäcktes i området först 2016.



Svartmunnad smörbult. Foto Anna Lingman

4.2.6. Sjukdomssymptom

De vanligaste yttre sjukdomssymptomen bland fiskarna fångade i 2022 års provfisker var hudsår, grumlade ögonlinser samt defekta gällock (tabell 8). Flest sjuka fiskar påträffades i Simpevarp där 0,3 procent av de fångade fiskarna visade symptom. Endast en sjuk fisk påträffades i referensområdet Kvädöfjärden.

Störst andel sjuka i förhållande till antal fångade individer var det av oxsimpa (en av fyra fångade oxsimpor) som hade en grumlig ögonlins, ål (2,8 procent) och sutare (8 procent) i Simpevarp. I Kvädöfjärden var det en björkna som uppvisade symptom, ryggradskrökning skolios (0,02 procent).

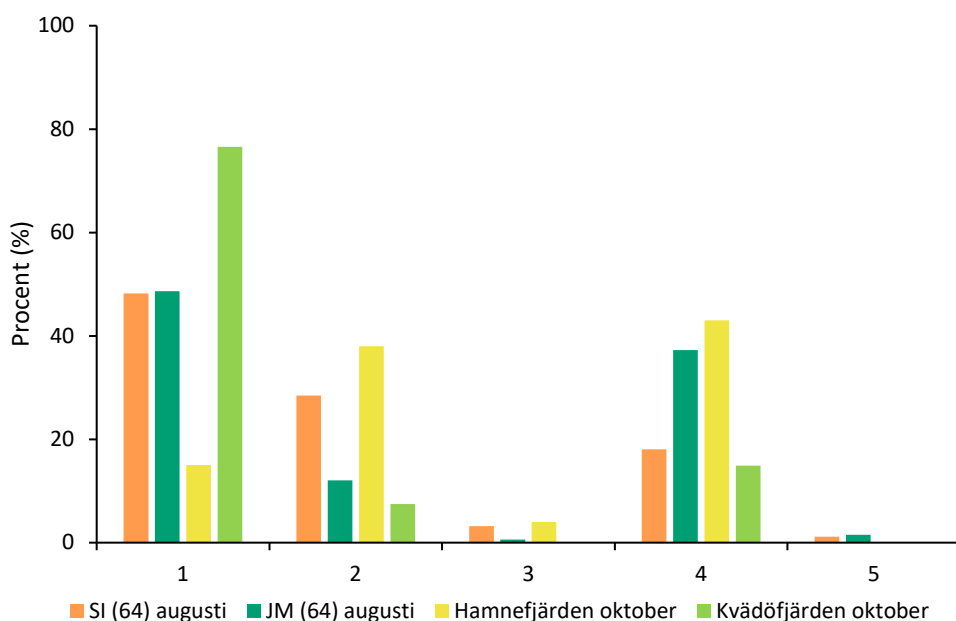
Tabell 8. Andel fiskar med yttre sjukdomssymptom (procent) i Simpevarp och referensområdet Kvädöfjärden under 2022.

	Simpevarp	Kvädöfjärden
Hudsår	0,07	
Ögonlins grumlad	0,07	
Gällock defekt	0,06	
Fenröta, akut	0,03	
Mopsskalle	0,03	
Hudsymptom,	0,03	
Ryggradskrökning – Scolios	0,02	0,02
Blomkålssjuka	0,01	
Skelettdefekt	0,01	
Fena defekt	0,01	
Ryggradsförkortning	0,01	
Ryggradskrökning – Lordos	0,01	
Totalt antal fiskar med symptom	40	1
Totalfångst (antal)	11700	5760
Total prevalens (procent)	0,34	0,02

4.3. Ålders- och tillväxtanalyser

Den allra största delen av de fångade abborrarna i både sommar- och höstfisker med nordiska kustöversiktsnät och biologiska länkar var ett år gamla förutom i Hamnefjärden under hösten (figur 9). Även abborrar som var fyra år utgjorde en stor del av fångsten.

Abborrar, två år gamla eller äldre, hade från båda lokalerna i Simpevarp en större årlig längdtillväxt än de från respektive referensfisker i Kvädöfjärden (tabell 9). Även ettåringar följde detta förhållande men endast under hösten.



Tabell 9. Medellängd i cm hos 1 till 5 år gamla abborrar i Simpevarp och i Kvädöfjärden 2022.

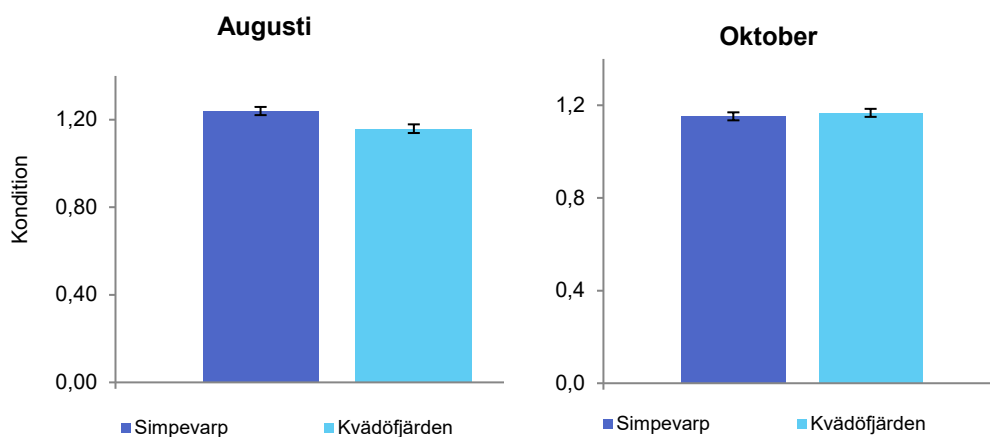
ålder	SI 64 augusti	JM 64 augusti	Hamnefjärden oktober	Kvädöfjärden oktober
1	14,2	14,8	20,4	17,4
2	22,4	20,2	25,5	22,9
3	26,5	20,5	27,2	
4	30,6	27,6	30,5	29,6
5	31,4	26,0		

4.4. Gonadutveckling och kondition hos stationär fisk

Abborrhonor, fångade för provtagning i skärgården söder om Simpevarp (del av fiskeområdet Simpevarp) och i Kvädöfjärden i augusti år 2022, hade ett medelvärde av konditionsindex på 1,2 (figur 10, tabell 10). I oktober var konditionsvärdet 1,2 i både Simpevarp och i Kvädöfjärden, vilket låg mycket nära tidigare års värden. Konditionsvärdet för mört i Kvädöfjärden låg på 1,0 och var något högre än genomsnittet för tidigare provtagningsperiod. Samtliga områden ligger över gränsvärdet för god kondition vilket är 1,0.

Tabell 10. Kondition (medelvärde av Fultons index) för abborr- och mörthonor i Simpevarp och Kvädöfjärden under olika provfisken 2022 och medelvärde för perioden 2007—2021 alternativt ett medelvärde bara med 2019—2021 då tidigare referensmaterial saknas.

Art	Augusti			Oktober				
	Simpevarpsområdet	Simpevarp, Ekö och Simpevarpsområdet	Kvädöfjärden	Simpevarp, Hamnefjärden		Kvädöfjärden		
	2022	2007–2021	2007–2021	2022	2019–2021	2022	2021	
Abborre	1,2	1,3	1,2	1,1	1,2	1,2	1,2	1,1
Mört	-	-	-	-	1,0	1,0	0,9	



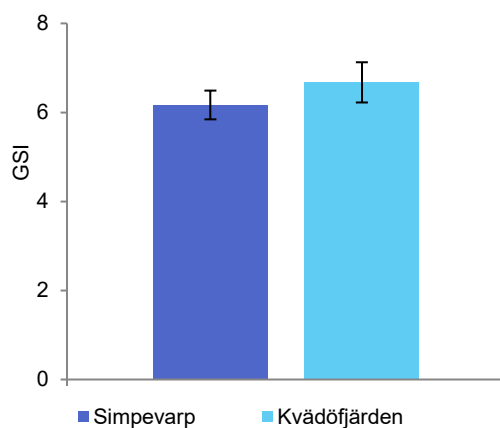
Figur 10. Kondition (medelvärde av Fultons index) för abborrhonor vid skärgården söder om Simpevarp och Kvädöfjärden i augusti respektive oktober 2022. Felstaplar markerar konfidensintervall (95 % CI).

Av de abborrhonor som provtogs i Hamnefjärden 2022 hade 36 honor gonadstatus ”könsorgan ej utvecklade” (påbörjad tillväxt men ej tillräcklig mognad för lek nästa år), 64 hade ”könsorgan under tillväxt” (på väg att mogna för påföljande lek), och ingen hona hade missbildad gonad. Abborrar med könsorgan under tillväxt uppvisade ett gonadsomatiskt index (GSI) på 6,2. Medelvärdet för perioden sedan provtagningen började genomföras på hösten år 2019 (tabell 11, figur 11) var 5,6. I Kvädöfjärden fångades 78 abborrar med utvecklade könsorgan och bara 16 abborrar med könsorgan under tillväxt. GSI för abborrar under tillväxt i Kvädöfjärden låg på 6,7 som kan jämföras med 5,7 som är medelvärdet för perioden 2007 till 2021. I Kvädöfjärden har provtagningen alltid skett i oktober, därav den längre tidsserien.

Mört i Hamnefjärden provtogs inte 2022 (se metodik). Av 100 undersökta mörthonor i Kvädöfjärden hade samtliga mörtar könsorgan under tillväxt. GSI i Kvädöfjärden låg på 8,1 att jämföras med långtidsmedelvärdet på 8,7.

Tabell 11. Medelvärden av gonadsomatiskt index (GSI) för abborre och mört med könsorgan under tillväxt i Hamnefjärden i Simpevarp och Kvädöfjärden oktober 2022, och medelvärden för perioden 2007–2021. För abborrar i Simpevarp används medelvärdet för åren 2019–2021 som jämförelse.

Art	Simpevarp		Kvädöfjärden	
	2022	2019–2021	2022	2007–2021
Abborre	6,2	5,5	6,7	5,7
Mört	-	-	8,1	8,7



Figur 11. Gonadsomatiskt index (GSI) för abborre med könsorgan under tillväxt i Hamnefjärden (söder om Simpevarp) och Kvädöfjärden i oktober 2022. Felstaplar markerar konfidensintervall (95% CI).

År 2022 påträffades inga abborrhonor med missbildade gonader i Hamnefjärden eller i Kvädöfjärden (tabell 12). Sedan undersökningarnas start 2007 har 1,3 procent av de provtagna abborrarna i Hamnefjärden haft missbildade gonader. Under samma period har ingen abborrhona med missbildade gonader hittats i Kvädöfjärden. Av de 100 mörthonor som provtogs i Kvädöfjärden på hösten hade inga individer missbildade gonader. I Simpevarp har under tidsperioden 2007–2020 nästan 1 procent av mörten haft missbildade gonader, medan motsvarande siffra i Kvädöfjärden är 0,36 procent.

Tabell 12. Andel abborr- och mörthonor med missbildade gonader (procent) i Hamnefjärden, Simpevarp och Kvädöfjärden oktober 2022, och medelvärden för perioden 2007–2020 i Simpevarp, p.g.a. ingen provtagning 2021, och 2007–2021 i Kvädöfjärden.

Art	Simpevarp		Kvädöfjärden	
	2022	2007–2020	2022	2007–2021
Abborre	0,0	1,3	0,0	0,0
Mört	-	0,9	0,0	0,4

4.5. Abborr- och mörtyngel

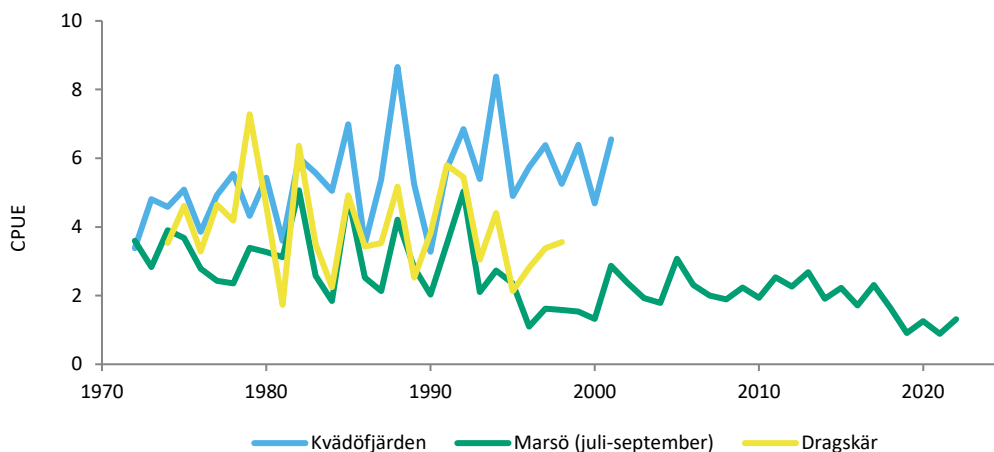
I Hamnefjärden var antalet fångade årsyngel av både abborre och mört lågt (tabell 13). Av abborre fångades endast cirka 15 procent av långtidsmedelvärdet medan mörtfångsterna närapå uteblev. Medellängden hos abborrynglen från Hamnefjärden var nära 90 mm, vilket är det fjärde högsta värdet sedan undersökningarna inleddes 1971 och nästan 16 mm längre än medelvärdet. I Getbergsfjärden var motsvarande medellängd 69 mm, vilket är drygt 4 mm längre än långtidsmedelvärdet. Endast 7 årsyngel av mört påträffades på de tjugo skotten i Hamnefjärden, vilket vi bedömde vara för lågt för att beräkna medellängden på ett statistiskt säkert sätt.

Tabell 13. Antal per skott av årsyngel hos abborre och mört i Hamnefjärden 2022. Medellängd för abborre i Hamnefjärden och Getbergsfjärden. Medellängd för årsyngel av mört redovisas inte då det fångades endast sju individer i Hamnefjärden och ingen i Getbergsfjärden.

Art	Hamnefjärden		Getbergsfjärden
	Antal per skott	Medellängd (mm)	Medellängd (mm)
Abborre	3,8	89,4	69,0
Mört	0,4	–	–

4.6. Journalföring av yrkesfisket

Ålfångstens mellanårsvariationer uppvisade relativt tydliga likheter mellan områdena Dragskär, Marsö och Kvädöfjärden, så länge fisket pågick parallellt i dessa områden (figur 12). Däremot är fångsttenden negativ vid Marsö (Andersson et al. 2016), en utveckling som förstärkts då samtliga fångster per ansträngning mellan 2019 och 2022 har varit bland de lägsta sedan journalföringen inleddes 1972. Fisket 2022 redovisade ett genomsnitt på 1,3 blankålar per redskap och dygn, vilket är cirka hälften av långtidsmedelvärdet.



Figur 12. Fångster av blankål med ålflytgarn i områdena Kvädöfjärden 1972–1999, Marsö 1972–2022 och i Dragskär 1972–1998 (antal individer per redskap och dygn; CPUE).

4.7. Bottenfauna

Under 2022 års undersökning påträffades mellan 10 och 19 arter av bottenfauna per lokal, och tätheten uppmättes till mellan 505 och 1 397 individer per kvadratmeter på de fyra lokalerna (tabell 14). På Simpevarps grunda bottnar (17–20 m) hade östersjömussla (*Limecola balthica*) högst abundans, följt av blåmussla (*Mytilus edulis*) och den rörbyggande havsborstmaskan *Pygospio elegans*. Sandmussla (*Mya arenaria*) påträffades i proverna igen efter att inte ha hittats de senaste två åren. Slammärsla (*Corophium volutator*), som funnits i proverna sedan 2012, minskade i förekomst jämfört med tidigare år. Vid årets provtagning hittades endast 5 individer på lokalen. Detta kan jämföras med 491 individer år 2021. Nyckelarten vitmärsla (*Monoporeia affinis*), som kan användas som indikator på flera olika miljöförändringar, hittades inte alls på lokalen i år, efter att ha noterats i färre antal sedan 2019.

Även den grundare provtagningslokalen i Kvädöfjärden dominerades av östersjömussla och blåmussla, med den invasiva arten nordamerikansk

havsborstmask (*Marenzelleria sp.*) som den tredje vanligast förekommande arten. Vitmärta minskade ytterligare på lokalen. Endast tre individer registrerades under 2022, att jämföras med 228 individer år 2020.

Vid 2022 års provtagning av Simpevarps djupare bottnar (20–24 m) var havsborstmasken *Pygospio elegans* den vanligast förekommande arten, följt av den invasiva arten nyazeeländsk tusensnäcka (*Potamopyrgus antipodarum*) och östersjömussla. Även föregående år var nyazeeländsk tusensnäcka näst vanligast, men antalet individer skiljer sig stort mellan åren. 2022 räknades 31 individer, medan 2021 registrerades 120 individer.

På Kvädöfjärdens djupare bottnar var östersjömussla den vanligaste arten under 2022. Även nordamerikansk havsborstmask och larver av familjen fjädermyggor (*Chironomidae*) var vanligt förekommande på lokalen. Vitmärta fortsatte att minska i antal på lokalen, och vid årets undersökningar noterades endast två individer. Under 2021 hittades 6 individer.



Hediste diversicolor. Foto Stefan Eiler.

Tabell 14. Mjukbottenfauna (individer per kvadratmeter) på grunda och djupare bottnar i Simpevarp och Kvädöfjärden 2021. Namn markerade med * innefattar flera arter.

Art	Latinskt namn	Simpevarp 17–20 m	Kvädö- fjärden 17–20 m	Simpevarp 22–24 m	Kvädö- fjärden 22–24 m
Östersjömussla	<i>Limecola balthica</i>	225	595	27	513
Blåmussla	<i>Mytilus edulis</i>	183	519	11	
(saknar svenskt namn)	<i>Pygospio elegans</i>	109		348	
Nordamerikansk havsborstmask*	<i>Marenzelleria sp.</i>	39	77	13	73
Fjädermyggor*	<i>Chironomidae</i>	13	20		80
Bakborstig rovmask	<i>Hediste diversicolor</i>	36	53	22	
Fåborstmaskar*	<i>Oligochaeta</i>	20	36	9	5
Tångmärla*	<i>Gammarus sp.</i>	34	31		2
Bukig tusensnäcka	<i>Ecrobia ventrosa</i>	28	3	19	2
Skorv	<i>Saduria entomon</i>	3	33		6
Nyzeeländsk tusensnäcka	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>			31	11
Sandmussla	<i>Mya arenaria</i>	3		20	
Korvmask	<i>Halicryptus spinulosus</i>	5	3		11
Hissfjällmask	<i>Bylgides sarsi</i>	3	13		3
Slammärla	<i>Corophium volutator</i>	5	2		
Strandvattengråsugga	<i>Jaera albifrons</i>	5	2		
Båtsnäcka	<i>Theodoxus fluviatilis</i>	5	2		
Vitmärla	<i>Monoporeia affinis</i>		3		2
Virvelmaskar*	<i>Turbellaria</i>		2		3
Rundmaskar*	<i>Nematoda</i>			5	
Oval dammsnäcka	<i>Radix balthica</i>	3			
Kvalster*	<i>Acarina</i>		2		
Nordlig hjärtmussla	<i>Cerastoderma glaucum</i>		2		
Hydror*	<i>Hydrozoa</i>		2		
Totalantal/m ²		719	1 397	505	709
Artantal		17	19	10	12

4.8. Bentiska algsamhällen

Inga undersökningar gjordes under 2022. Se metodik.



Bentiskt algsamhälle. Foto SLU Aqua.

5. Diskussion

Kraftverkets kylvattenintag påverkar omgivande kustekosystem främst på två sätt. Dels fastnar fisk och andra organismer i kylvattenintagets silstation och dör, eller skadas genom snabba förändringar i tryck och temperatur vid passage genom kylsystemet (Bryhn et al. 2013; Andersson et al. 2016). Vidare sker en förhöjning av temperatur i recipienten där kylvattenutsläppet utmynnar, vilket gynnar arter med höga temperaturoptima och missgynnar arter med låga temperaturoptima. Detta förändrar ekosystemens struktur och funktion i recipienten och omgivande områden (Andersson et al. 2016). På grund av att endast en reaktor, av tidigare tre, numera är i drift och att kylvattenintaget där sker i form av djupvatten har sannolikt dessa effekter minskat.

Det rekordstora antalet arter i de biologiska länkarna under våren 2022 utgjordes till betydande del av så kallade kallvattenarter. Till skillnad mot 2021 noterades exempelvis arterna strömming, vimma, sik, öring, löja och rötsimpa. Detta trots att medeltemperaturen vid vittjning under våren inte var lägre än föregående år. Det kan förklaras av att låga temperaturer, strax över 10 °C, uppmättes vid fem av de sju vittjningarna under våren i samband med revisionsavställningen och en utebliven uppvärmning under den perioden.

Att artsammansättningen i fångsterna skiljde sig mellan Simpevarp och Kvädöfjärden under hösten var förväntat. En förklaring till det kan vara skillnaderna i områdenas geografiska placering och olikheterna i exponeringsgrad mot öppet hav. Skillnaderna inom de olika sektionerna i Kvädöfjärden kan bero på att fisket inom sektion 2 äger rum i ett vandringsstråk för fisken, vilket kan orsaka stora variationer i fångsten, både gällande artsammansättning och antal.

De stora abborrfångsterna under sommarens nätfiske i Hamnefjärden kan bero på att fisket utfördes under för abborren optimala temperaturförhållanden, men också på att den utfiskningseffekt som tidigare observerats har minskat då fisket numera sker under tre nätter istället för som tidigare under sex nätter.

De senaste åren har det observerats att stora kolonier av skarv etablerat sig i Hamnefjärden. En skarv äter i genomsnitt cirka 0,5 kg fisk per dygn (Gremillet, 1995), vilket sannolikt kraftigt påverkar dödligheten av fisk i Hamnefjärden då ett stort antal skarvar övervintrar där. De arter som är känsligast för skarvpredation är abborre och karpfiskar (Ovegård et al. 2021). Utifrån enbart provfiskeresultaten går

det inte säga om de minskade fångsterna av vissa arter i Hamnefjärdens vårfiske främst är orsakade av skarv eller lägre temperatur.

I nätlänkarna var fångsterna genomsnittliga, med undantag för björkna och mört. Björkna fångades i mycket stor mängd i Kvädöfjärdens inre delar, samtidigt som fångsterna var låga i Simpevarp och Kvädöfjärdens yttre sektion. I Simpevarp fångades mycket stora mängder mört. Det är svårt att veta vad dessa ökning beror på, men det är inte ovanligt att förekomsten av karpfiskar fluktuerar kraftigt i fångsten. Det ser vi tydligt även i fångsterna med biologiska länkar i Hamnefjärden och Berkeskär. Detta kan bero på förflyttningar mellan skärgårdsområden snarare än en förändring av det totala beståndet. Trots att mört är en så kallad varmvattenart, har mörtfångsterna inte haft någon samvariation med temperaturen sedan 2016, utan uppvisar snarare ett motsatsförhållande, där fångsten är större vid låg temperatur. Detta skulle kunna ha ett samband med migration, predation eller födosök. Abborre och mört uppvisar samma mönster i Kvädöfjärden, om än inte lika tydligt.

Den invasiva arten svartmunnad smörbult, som fångades för första gången i andra redskap i Simpevarp 2016, fångades för första gången med nätlänkarna 2022. Att fångsten dröjt beror troligtvis inte på att arten inte funnits på provfiskeplatsen Ekö tidigare, utan att det nu finns individer som är så stora att de kan fångas i nätlänkarnas större maskor.

I fisket med kustöversiktsnät registrerades extremt låga fångster av strömming. Då hela 84 av 96 nätnätter var störda är det uppenbart att fångsterna till stor del styrs av närvaron av säl vid redskapen. Det går att anta att det är strömming som är målart för sälens predation då den var den vanligaste fångsten när fisket var ostört, medan rötsimpa var den vanligaste arten vid stört fiske. För att registrera en sälstörning ska det förekomma sälskadad fisk eller rester av fisk i redskapet och/eller att säl observerats intill redskapen vid fisket. I många fall finns misstanke om att redskapen störts av säl trots att inga av ovanstående observationer gjorts. Detta på grund av att fångsterna varit så små. Troligen stör säl fisket betydligt bara genom sin närvaro i fiskeområdet (Fjälling, 2005; Königson et al. 2009), vilket innebär att de dagar sälstörning observerats på någon av positionerna i fisket har sannolikt även stationer noterade som ostörda ändå påverkats.

Under de senaste 15 åren har flera olika åtgärder för att begränsa sälens inverkan på fisket gjorts. Sälskrämmor, skydds jakt och förändrade sättnings- och vittningstider har gett blandade men i slutändan kläna resultat. Närvaro av människor vid redskapen under fisketiden är det som fungerat bäst. För att fisket ska kunna ge rättvisande resultat behövs ytterligare åtgärder diskuteras.

Det nya provfisket med nordiska kustöversiktsnät i Simpevarp är ännu svårt att dra några slutsatser ifrån på grund av att det bara utförts tre somrar. Temperaturen vid fisket i Simpevarp vid botten var i genomsnitt 11 °C, vilken var den kallaste hittills. Detta gav utslag på fångststorleken i form av färre fångade fiskar än året

innan. Fångst per ansträngning av strömming som fångades i Simpevarp med nordiska kustöversiktsnät i augusti var fyra gånger så stor som den med kustöversiktsnät under våren där strömming är målart. Detta förstärker bilden av att det är sälstörningarna som gör fångsten så liten i kustöversiktsnäten, snarare än den egentliga förekomsten av strömming i området. Ytterligare en tänkbar förklaring till den stora fångsten av strömming under sommaren skulle kunna vara att andelen höstlekande strömming har ökat och att dessa söker sig närmare kusten under sensommaren.

Fångsterna av ål i journalföringen från yrkesfisket 2022 låg kvar på den låga nivå de har varit sedan 2018. De fyra senaste årens fångster har varit de absolut lägsta sedan 1972 då undersökningarna inleddes. Detta och de fortsatt mycket små fångsterna av ål i provfisket med ryssjor överensstämmer med den generella utvecklingen av ålfisket runt Östersjöns kuster. Mänsklig påverkan genom bland annat fiske och vattenkraft i kombination med en rad andra faktorer så som minskat uppväxthabitat, klimatförändringar (Sundelöf et al. 2022) och låg rekrytering av ål till utbredningsområdet i Europa, Nordafrika och västra Asien (Ices 2020) tros vara orsaker till den generellt nedåtgående trenden för ålbeståndets storlek. Lokalt skulle de låga fångsterna av ål även kunna bero på både direkt predation från skarv och säl och den störning på fisket som dessa innebär. En annan orsak för de låga fångsterna de senaste två åren kan vara att revisionsavställningarna då har skett under våren.

Med anledning av den kraftiga ökningen av svartmunnad smörbult i Simpevarp är det viktigt att följa utvecklingen av arten då den klassas som invasiv. Den kan tränga undan andra arter med liknande livsmiljöer. Den kan också påverka andra bestånd genom predation på ägg och yngel (Florin et al. 2021). I Hamnefjärden är svart smörbult ett exempel på en art som kan tänkas påverkas. Den har observerats i sparsamt antal efter den första observationen av svartmunnad smörbult i området men den fanns endast i låga antal även innan den nya arten dök upp vilket gör det svårt att bedöma påverkansgraden.

En annan art som ser ut att ha ökat stort i våra fångster 2022 var storspiggen. Det är dock svårt att med säkerhet bedöma utvecklingen av denna art baserat på fiskemetodiken som inte är anpassad för att fånga den lilla storspiggen då maskorna är för stora. Det är främst stora individer av arten, rombärande honor samt parasitfyllda spiggar, som fångas i ryssjorna vilket inte kan ge en representativ bild av spiggbeståndet.

Abborrar som var fyra år utgjorde en stor del av fångsten. Dessa kan spåras tillbaka till deras varma födelseår 2018 som var ett mycket gynnsamt år för abborren generellt, både gällande rekryteringen av yngel och längdtillväxten under det första året. Överlevnaden hos en årsklass är i allra högsta grad beroende av den tillväxt de har under första året, vilket i sig visats starkt kopplat till vattentemperaturen (Huss et al. 2019). Även om temperaturhöjningen runt

Oskarshamnsverket numera inte är så kraftig som tidigare verkar abborren ändå dra nytta av den förhöjning som förekommer, vilket syns i skillnaderna i längdtillväxt mellan provfiskeområdet söder om Simpevarp och Hamnefjärden.

Effekter av uppvärmningen av Hamnefjärden brukar kunna observeras i att både mörthonor och abborrhonor har högre gonadsomatiskt index och konditionsindex i oktober jämfört med Kvädöfjärden. De växer och lekmognar snabbare i det uppvärmda vattnet.

Sedan införandet av djupintaget av kylvatten har inte samma stora uppvärmning skett och skillnaderna mellan områdena har jämnats ut, så var fallet även 2022. Det gällde även de missbildningar av könsorgan som tidigare synts och kopplats till uppvärmt kylvatten (Lukšienė & Sandström, 1994).

Andelen fiskar med sjukdomssymptom eller skador var 0,34 procent i Simpevarp och 0,02 procent i referensområdet. Om det föreligger en statistisk skillnad däremellan är inte fastställt, men frekvensen utmärker sig inte jämfört med andra provfiske längs kusten. Ingen art är mer drabbad än någon annan och det är bara enstaka fall av varje sjukdom/skada. Det är inte troligt att de sjukdomsfall som förekommit kan kopplas till varmvattenutsläppet. Sedan tidigare har man dock sett att sjukdomar är vanligare i varmt vatten, vilket kan bero på att virus och bakterier trivs bättre där och att fisken eventuellt kan ha ett minskat immunförsvar på grund av den stress som varmt vatten kan innebära (Thulin et al. 1989). Risken för detta borde således ha minskat i och med den minskade uppvärmningen av Hamnefjärden.

Undersökningarna av årsyngel under senhösten har som syfte att ge information om hur väl reproduktionen av arter som abborre, gädda, mört med flera fungerar lokalt i Hamnefjärden. Ynglen längdmäts även och jämförs med en av varmvatten opåverkad referens, Getbergsfjärden. I Hamnefjärden har det sedan 2012, med undantag av de varma åren 2018 och 2021, varit låga nivåer av abborryngel. Detta skulle kunna tyda på predation och/eller dålig reproduktion. Det är inte troligt att de två åren med höga tätheter beror på rekrytering från omgivande vatten eftersom medellängden hos abborrynglen i Hamnefjärden även då har varit betydligt större än de från referensfjärden. Därför har de sannolikt vuxit upp på platsen. Det är svårt att fastställa hur mycket kraftverket inverkar på reproduktionen då längdtillväxten hos årsynglen varit god samtidigt som tätheterna har minskat. Det är dock säkert att uppvärmningen av Hamnefjärden har varit lägre sedan stängningen av de två äldsta reaktorerna (Bryhn et al. 2019), medan antalet fiskätande fåglar, företrädesvis skarv, som uppehåller sig i fjärden ökat. Något som kan ha inverkan på framförallt reproduktionen är att tillfälliga driftstopp har större genomslag, i form av kraftigt sjunkande vattentemperatur i fjärden, då endast en reaktor är kvar i drift.



Sprängning efter årsyngel. Foto Peter Söderling.

Vid 2022 års undersökning såg Simpevarps och Kvädöfjärdens bottenfauna överlag ut som tidigare år. Dock minskade antalet individer av indikatorarten vitmärla (*Monoporeia affinis*) på alla lokaler den tidigare påträffats. Vitmärlan var under senare hälften av 1900-talet vanligt förekommande i stora antal på alla provtagningslokaler, men sedan 1990-talets början har förekomsterna stadigt minskat (Andersson et al. 2016). Vitmärlan är en nyckelart för djupa botten i Östersjön (Lopez och Elmgren, 1989) och kan användas som en indikator för ett flertal miljöförändringar. Bland annat är vitmärlan känslig för lägre syrehalt i sedimenten (Sandberg-Kilpi et al. 1999; Gorokhova et al. 2013) och ett flertal miljögifter (Jacobsson et al. 2008; Jacobson et al. 2010), speciellt i kombination

med stigande vattentemperaturer. Dessa faktorer kan leda till en långsammare populationstillväxt och minskad reproduktiv framgång (Wiklund och Sundelin, 2001; Jacobsson et al. 2008), vilket över tid leder till en minskad populationsstorlek. Den påvisade minskningen av vitmärla kan förutom miljöfaktorer även bero på etableringen av den invasiva nordamerikanska havsborstmasken. Vitmärlan och den nordamerikanska havsborstmasken har liknande biologiska nischer, och konkurrens mellan arterna kan förändra vitmärlans födotillgång, tillväxt, beteende och förekomst längs hela Sveriges Östersjökust (Kotta och Ólafsson, 2003; Neidman et al. 2003).

Liksom tidigare år är förekomsten av östersjömussla på båda undersökta djup betydligt högre i Kvädöfjärden än i Simpevarp. Troligtvis beror skillnaden på avsaknaden av predatorer i Kvädöfjärden jämfört med Simpevarpsområdet. Skrubbskäddan, vars huvudföda är musslor och andra bottenlenade organismer, har minskat i antal i Kvädöfjärden. Vidare har den invasiva svartmunnade smörbulden ännu inte påträffats i Kvädöfjärden, medan förekomsten av arten är hög i Simpevarp. Svartmunnad smörbult äter främst musslor, och östersjömusslan är inget undantag (Nurkse et al. 2016).

Blåmusslan förekommer i stora antal på samtliga stationer förutom Kvädöfjärdens djupa bottnar. Detta speglar troligtvis hur havsbotten ser ut på de olika stationerna. I Simpevarp och på den grundare botten i Kvädöfjärden finns det hårda substrat bland mjukbotten, medan Kvädöfjärdens djupa botten nästan uteslutande består av mjuka substrat. Blåmusslan koloniserar främst hårda substrat genom att fästa sig till dem med byssustrådar (Joschko et al. 2008) och avsaknaden av sådana substrat förklarar sannolikt avsaknaden av musslan.

Förekomsten av den rörbyggande havsborstmasken *Pygospio elegans* är hög på både djupa och grunda bottnar i Simpevarp, medan arten bara enstaka år har hittats på grunda bottnar i Kvädöfjärden. En orsak kan vara att predatorer, så som skorv, ofta är mer vanligt förekommande i Kvädöfjärden. Då arten gräver ner sig i sedimentet är den även beroende av en stabil havsbotten med en sedimenttyp den lätt kan kolonisera (Svelgrove et al. 1999; Bolam och Fernandes, 2002). I Kvädöfjärden består botten främst av gyttja, medan Simpevarps bottnar till större del utgörs av hårt packad finsand. Till sitt rörbyggande föredrar *Pygospio* sandiga bottnar (Bolam och Fernandes, 2002), och det är troligtvis den främsta orsaken till varför arten förekommer i större utsträckning i Simpevarp. Det har även konstaterats att rekryteringen av *Pygospio*-larver är högre där det redan finns aggregationer av arten, vilket bidrar till fortsatt dominans av arten på Simpevarps bottnar (Bolam och Fernandes, 2002).

6. Tack

Tack till Marcus Eriksson, Peter Söderling, Alexandra Falk, Elmo Lingman, Erik Gunnarsson, Ulf Ohlsson, för insamlande av data. Tack till Carolina Åkerlund för biologiska analyser av bottenfauna.

Referenser

- Andersson, K. (2016). *Oskarshamnsverket – Egenkontrollprogram för yttre miljö*. OKG. 54 s.
- Andersson, J., Bryhn, A., Franzén, F., Jonsson, A.-L. (2016). *Biologisk recipientkontroll vid Oskarshamns kärnkraftverk. Sammanfattande resultat av undersökningar fram till år 2014*. Aqua reports 2016:3. Sveriges lantbruksuniversitet, Figeholm.
- Bolam S.G., Fernandes, T.F. (2002). *Dense aggregations of tube-building polychaetes: response to small-scale disturbances*. Journal of Experimental Biology and Ecology 269(2): 197-222.
- Bryhn, A., Franzén, F., Duberg, J., & Flink, H. (2018). *Biologisk recipientkontroll vid Oskarshamns kärnkraftverk, Årsrapport för 2017*. Aqua reports 2018:8. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser, Öregrund Drottningholm Lysekil. 70 s.
- Bryhn, A., Franzén, F., Flink, H. & Lingman, A. (2019). *Biologisk recipientkontroll vid Oskarshamns kärnkraftverk, Årsrapport för 2018*. Aqua reports 2019:4. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser, Öregrund Drottningholm Lysekil. 35 s.
- Bryhn, A. C., Bergenius, M. A. J., Dimberg, P. H., Adill, A. (2013). *Biomass and number of fish impinged at a nuclear power plant by the Baltic Sea*. Environmental Monitoring and Assessment, 185: 10073-10084.
- Florin, A. B., Jonsson, A. L., & Gisselman, F. (2021). *Svartmunnad smörbult: en invasiv främmande art i våra svenska vatten*. Rapport 2021:7. Göteborg: Havs- och vattenmyndigheten.
- Franzén, F., Lingman, A., Svahn, E., Söderling, P. & Åkerlund, C. (2022). *Biologisk recipientkontroll vid Oskarshamns kärnkraftverk. Årsrapport för 2021*. Aqua reports 2022:6. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser, Öregrund.
- Gorokhova, E., Löf, M., Reutgard, M., Lindström, M., Sundelin, B. (2013). *Exposure to contaminants exacerbates oxidative stress in amphipod *Monoporeia affinis* subjected to fluctuating hypoxia*. Aquatic Toxicology 127: 46–53.
- Grémillet, D., Schmid, D. & Culik, B. (1995). *Energy requirements of breeding great cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis** Marine Ecology Progress Series 121, 1-9
- Huss M, Lindmark M, Jacobson P, van Dorst RM, Gårdmark A. (2019). *Experimental evidence of gradual size-dependent shifts in body size and growth of fish in response to warming*. Glob Change Biol. 25:2285–2295. <https://doi.org/10.1111/gcb.14637>
- ICES. (2020). *Joint EIFAAC/ICES/GFCM Working Group on Eels (WGEEL)*. ICES Scientific Reports 2:85. 223 pp. <http://doi.org/10.17895/ices.pub.5982>
- Jacobson, T., Prevodnik, A. & Sundelin, B. (2008). *Combined effects of temperature and a pesticide on the Baltic amphipod *Monoporeia affinis**. Aquatic Biology, 1, 269-276.

- Jacobson, T., Holmström, K., Yang, G., Ford, A. T., Berger, U. & Sundelin, B. (2010). *Perfluorooctane sulfonate accumulation and parasite infestation in a field population of the amphipod Monoporeia affinis after microcosm exposure*. *Aquatic Toxicology*, 98(1), 99-106
- Joschko, T.J., Buck, B.H., Gutow, L., Schröder, A. (2008) *Colonization of an artificial hard substrate by Mytilus edulis in the German Bight*. *Marine Biology Research* 4: 350-360.
- Karlsson, M. (2015). *Undersökningstyp: Provfiske i Östersjöns kustområden - Djupstratifierat provfiske med Nordiska kustöversiksnät*. Havs- och vattenmyndigheten. Programområden Kust och Hav. Version 1:4 2020-02-03.
- Kotta, J., Ólafsson, E. (2003) *Competition for food between the introduced polychaete Marenzelleria viridis (Verrill) and the native amphipod Monoporeia affinis in the Baltic sea*. *Journal of Sea Research*, 50: 27 – 35.
- Ljunghager, F. (2015a). *Provfiske med kustöversiksnät, nätlänkar och ryssjor på kustnära grunt vatten*. Havs- och vattenmyndigheten Version 1:1 2015-07-08. 48 s.
- Ljunghager, F. (2015b). *Provfiske i Östersjöns kustområden - Djupstratifierat provfiske med Nordiska kustöversiksnät*. Havs- och vattenmyndigheten Version 1:3 2015-07-07. 46 s.
- Lopez, G., Elmgren R. (1989) Feeding depths and organic absorption for the deposit feeding benthic amphipods *Pontoporeia affinis* and *Pontoporeia femorata*. *Limnology and Oceanography*, 34(6): 982-991.
- Lukšienė, D. & Sandström, O. (1994). *Reproductive disturbance in a roach (Rutilus rutilus) population affected by cooling water discharge*. *Journal of Fish Biology* (1994) 45:613-625.
- Naturvårdsverket (2003). *Bioindikatorer som miljö kvalitetsnormer Redovisning av ett regeringsuppdrag*. Rapport 5294. 30 s.
- Neideman, R., Wenngren, J., Ólafsson, E. (2003) *Competition between the introduced polychaete Marenzelleria sp. and the native amphipod Monoporeia affinis in Baltic soft bottoms*. *Mar Ecol Prog Ser*, 264: 49-55.
- Nurkse, K., Kotta, J., Orav-Kotta, H., Ojaveer, H. (2016). A successful non-native predator, the round goby, in the Baltic Sea: generalist feeding strategy, diverse diet and high prey consumption. *Hydrobiologia* 777: 271-281
- Ovegård, M., Jepsen, N., Bergenius Nord, M. & Petersson, E. (2021). *Cormorant predation effects on fish populations: A global meta-analysis*. *Fish and fisheries*.
- Sandberg-Kilpi, E., Vismann, B., Hagerman, L. (1999). Tolerance of the Baltic amphipod *Monoporeia affinis* to hypoxia, anoxia and hydrogen sulfide. *Ophelia*, 50: 61–68.
- Snelgrove, P.V.R., Grant, J., Pilditch, C.A. (1999). *Habitat selection and adult-larvae interactions in settling larvae of soft-shell clam Mya arenaria*. *Marine Ecology Progress Series* 182: 149-159.
- Sundelöf, A., Florin, A. B., Rogell, B., Bolund, E., Sca Vitale, F., Sundblad, G., Strömberg, H., Ahlbeck Bergendahl, I., Sundin, J., Lundström, K., Wikström, K., Magnusson, K., Fetterplace, L., Wennerström, L., Ogonowski, M., Bergenius Nord, M., Holmgren, N., Kaljuste, O., Bohman, P., Fredriksson, R., Eiler, S., Larsson, S., Axenrot, T. & Östman, Ö. (2022). *Fisk-och skaldjursbestånd i hav och sötvatten 2021: Resursöversikt*. (Rapport 2022:2). Göteborg: Havs- och vattenmyndigheten.
- Tamelander, T., Spilling, K., Winder, M. (2017). *Organic matter export to the seafloor in the Baltic Sea: Drivers of change and future projections*. *Ambio* 46, 842–851.
- Thoresson, G. (1992). *Handbok för kustundersökningar. Recipientkontroll*. Fiskeriverket Kustrapport 92:4. 88 s.

- Thoresson, G. (1996a). *Metoder för övervakning av kustfiskbestånd*. Fiskeriverket Kustrapport 96:3. 35 s
- Thoresson, G. (1996b). *Handbok för kustundersökningar*. Referensområden. Fiskeriverket Kustrapport 96:7. 56 s.
- Thulin, J., Höglund, J. & Lindesjö, E. (1989). *Fisksjukdomar i kustvatten*. Naturvårdsverket informerar. Statens naturvårdsverk. 126 s.
- Wiklund, AKE., Sundelin B. (2001) *Impaired reproduction in the amphipods *Monoporeia affinis* and *Pontoporeia femorata* as a result of moderate hypoxia and increased temperature*. Marine Ecology Progress Series, 222: 131-141.