



Aqua reports 2022:6

Biologisk recipientkontroll vid Oskarshamns kärnkraftverk

Årsrapport för 2021

Fredrik Franzén, Anna Lingman, Emma Svahn, Peter Söderling, Carolina Åkerlund



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för akvatiska resurser

Biologisk recipientkontroll vid Oskarshamns kärnkraftverk

Årsrapport för 2021

Fredrik Franzén	Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser
Anna Lingman	Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser
Emma Svahn	Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser
Peter Söderling	Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser
Carolina Åkerlund	Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser

Rapportens innehåll har granskats av:

Birgit Koehler, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser

Andreas Bryhn, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser

Finansiär:

OKG AB

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
Utgivare:	Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser
Utgivningsår:	2022
Utgivningsort:	Lysekil
Illustrationer:	Hissfjällmask <i>Bylgides sarsi</i> . Foto: Stefan Eiler
Serietitel:	Aqua reports
Delnummer i serien:	2022:6
ISBN:	978-91-576-9956-5 (elektronisk version)
Nyckelord:	kärnkraft, kylvatten, recipientkontroll, provfiske, bottenfauna, främmandearter, kylvattenintag

Sammanfattning

Oskarshamns kärnkraftverk påverkar den omgivande havsmiljön, främst genom användning av kylvatten. Dess kylvattenpåverkan på recipientens vattentemperatur var under 2021 förhållandevis hög beroende på stabila driftförhållanden. Reaktor O3 slog produktionsrekord.

Från april 2020 till och med mars 2021 utfördes en pilotstudie vid kylvattenintaget till O3 för att undersöka fiskdödligheten i silstationen. Fiskar delades in i två storleksklasser, stora och små. Resultatet visar att det i genomsnitt dör cirka 1 500 fiskar och räkor per dygn vid drift, där små individer är mer än 15 gånger vanligare förekommande än större.

I fisket med biologiska länkar noterades under sommaren stor fångst i Hamnefjärden. Endast två gånger tidigare har fångsten varit större. Till skillnad från föregående år var det större fångst i referensområdet jämfört med närreferensen söder om Simpevarp. Under hösten fångades mer fisk i referensområdet jämfört med i Hamnefjärden. Under samtliga fisken med biologiska länkar har abborre dominerat fångsten förutom under hösten i referensområdets ena lokal där mört var vanligast.

I augustifisket med nätlänkar i skärgården söder om Simpevarp och i motsvarande fiske i två områden i Kvädöfjärden var mört och abborre de mest fångade arterna. Den överlägset största andelen av de fångade abborrarna i samtliga nätprovfisken både i Simpevarp och i Kvädöfjärden var tre år gamla.

I fisket med kustöversiktsnät registrerades relativt låga fångster av strömming. Störning från säl noterades i nära hälften av fiskeansträngningarna. I vårens ryssjeprovfiske i Hamnefjärden var totalfångsten fortsatt relativt stor. Rekordstor fångst noterades av den invasiva arten svartmunnad smörbult samtidigt som den minsta fångsten sedan provfiskets början 1982 registrerades av gulål.

Konditionsvärdet för abborre- och mörthonor i samtliga områden omkring Simpevarp och Kvädöfjärden låg över gränsvärdet för god kondition (1,0). Vid 2021 års provtagningar påträffades inga abborrhonor med missbildade gonader i något av ovan nämnda områden. Under samma period var siffran för mört i Kvädöfjärden 1,1 procent. Majoriteten av fiskar med sjukdomssymptom fångades i Simpevarp. Vissa arter såsom tånglake, gädda och rötsimpa uppvisade oftare symptom än andra fångade fiskar. Endast en sjuk fisk noterades i referensområdet Kvädöfjärden.

För första gången sedan 2018 var antalet årsyngel av abborre i Hamnefjärden uppe i nivåer nära medelvärde sedan undersökningarna inleddes 1983. De låga nivåerna av motsvarande för mört kvarstod. Fångsterna i yrkesfisket efter vandrande ål, så kallad blankål, var de lägsta sedan journalföringen av detta fiske startades 1972.

Vid 2021 års undersökningar av faunan på mjuka botten registrerades totalt 19 arter i Simpevarp och 15 arter i referensområdet Kvädöfjärden. Slammärsla var den dominerande arten på grunda botten i Simpevarp. På motsvarande djup i Kvädöfjärden var blåmussla den vanligast förekommande arten. Den rörbyggande havsborstmasken *Pygospio elegans* dominerade på djupare botten i Simpevarpsområdet. På Kvädöfjärdens djupare botten var förekomsten av östersjömussla störst. Nyckelarten vitmärsla minskade i antal på samtliga stationer där den påträffas år 2021. På djupa botten i Simpevarp har arten inte registrerats sedan 2013.

Innehållsförteckning

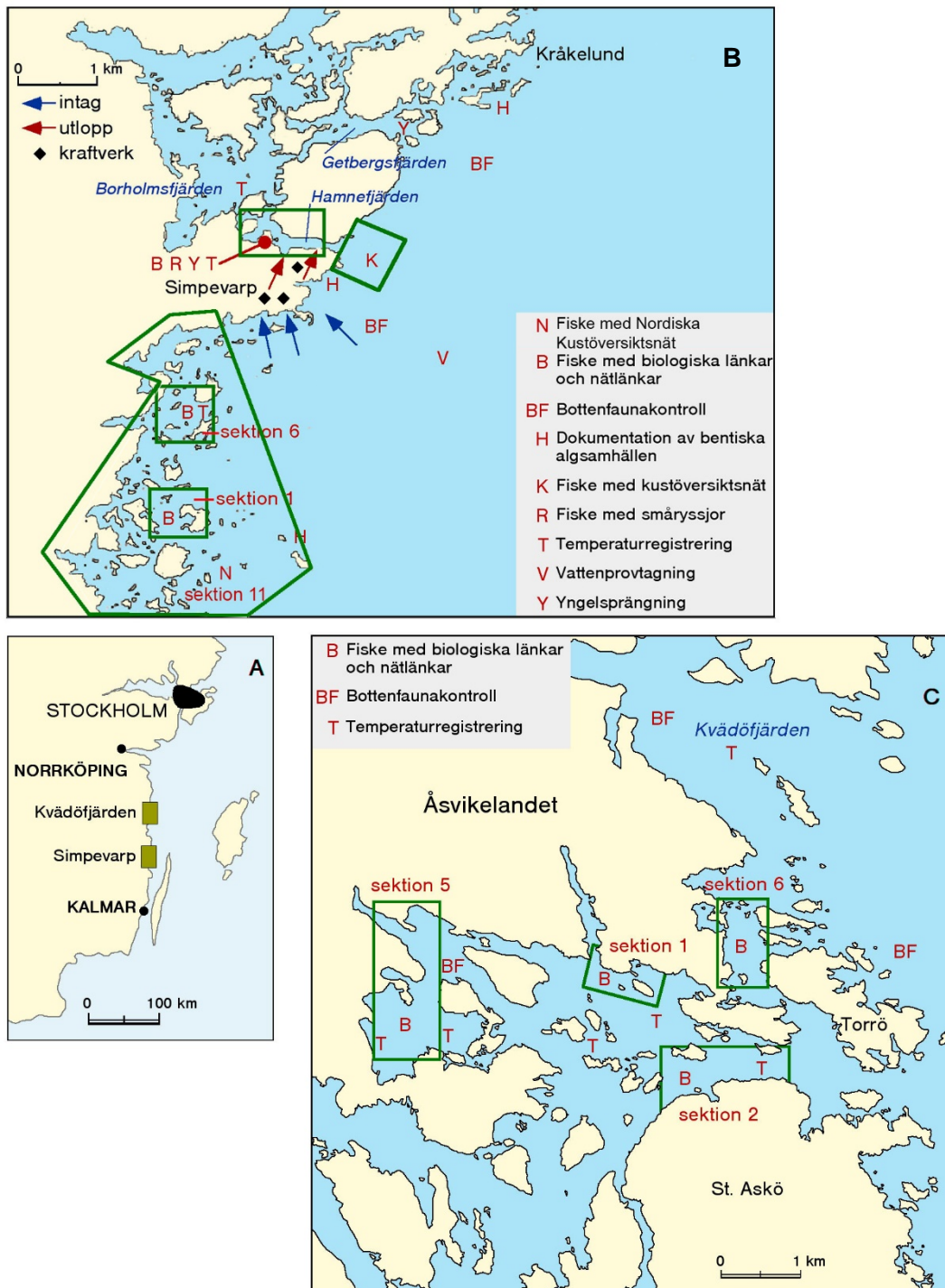
1. Inledning	7
2. Kraftverkets drift och temperaturpåverkan	9
3. Kontrollprogram och metodik	10
3.1. Dödlighet i silstationer	10
3.2. Provfisken med biologiska länkar	11
3.3. Provfisken med nätlänkar	11
3.4. Provfiske med nordiska kustöversiktsnät	11
3.5. Provfisken med kustöversiktsnät	12
3.6. Provfisken med småryssjor	12
3.7. Sjukdomssymptom	12
3.8. Ålders- och tillväxtanalyser	12
3.9. Gonadutveckling och kondition hos stationär fisk	13
3.10. Abborr- och mörtyngel	13
3.11. Journalföring av yrkesfiskets fångster	13
3.12. Bottenfauna	13
3.13. Bentiska algsamhällen.....	14
3.14. Temperaturmätning	14
3.15. Fysikalisk-kemisk vattenprovtagning	14
3.16. Rapportering.....	15
4. Resultat	16
4.1. Dödlighet i silstationer	16
4.2. Fiskundersökningar i recipient och referens.....	17
4.2.1. Biologiska länkar.....	17
4.2.2. Provfisken med nätlänkar	22
4.2.3. Provfiske med nordiska kustöversiktsnät	24
4.2.4. Provfisken med kustöversiktsnät	27
4.2.5. Provfisken med ryssjor	29
4.2.6. Sjukdomssymptom.....	31
4.3. Ålders- och tillväxtanalyser	31
4.4. Gonadutveckling och kondition hos stationär fisk	32

4.5.	Abborr- och mörtyngel	35
4.6.	Journalföring av yrkesfisket	35
4.7.	Bottenfauna	36
4.8.	Bentiska algsamhällen.....	38
5.	Diskussion.....	39
	Referenslista	44

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 kraftstation (OKG AB) för samhällena av fisk och mjuk- och hårbottenfauna under 2021. 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 m.fl., 2019). Fördjupade utvärderingar görs ungefär vart femte år (Andersson m.fl., 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. 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 inte under 2021.

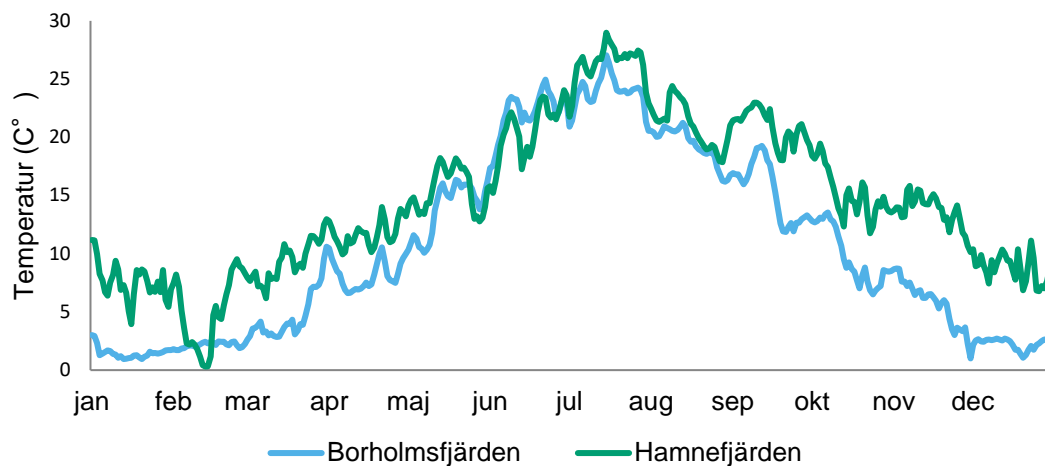


Figur 1. Karta över undersökningsområden i Simpevarp (B) och i referensområdet Kvädöfjärden (C). Områdenas geografiska placering visas i karta A.

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.

Sammantaget under 2021 (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 2021 var skillnaden 3,3 °C. Reaktor 3 (O3) var avställd för revision från 22 maj till den 18 juni, men i övrigt hade den inga andra driftuppehåll. Att skillnaden i temperatur mellan Hamnefjärden och Borholmsfjärden inte är så stor under perioden juli till och med augusti förklaras av att vattnet från djupintaget till Oskarshamnsverket är så mycket kallare än ytvattnet i den jämförda referensen (figur 2). Det ganska kraftiga temperaturfall som syns i februari i Hamnefjärden orsakades av sträng kyla. Vattnet i Borholmsfjärden påverkades inte av detta då den redan var islagd.



Figur 2. Temperaturen (dygnsmedelvärden) på en meters djup i Hamnefjärden och Borholmsfjärden under 2021.

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. Detta skedde endast när anläggningen hade normal drift. I studien separerades större fisk från de mindre enligt för varje art bestämda storleksmått, vilket innebar att fisk från samma art kunde ingå i båda grupperna. Volymen av hela rensmassan skattades och i de fall där renskorgen innehöll mer än 1 000 liter material togs ett större stickprov på 450 – 500 liter. Från rensmassan, eller i de fall ett stickprov togs, artbestämdes, räknades och mättes all stor fisk och fem enlitersprover togs slumpvis. I literproverna räknades och vägdes förekomsten av alla små fiskar och räkor. Resultaten från dessa stickprov räknades sedan upp till den totala mängden rensmassa och den totala drifttiden för den period varje stickprov representerat. Slutligen har medelvärden för varje provperiod räknats upp till hela den period undersökningen har pågått. Under perioden undersöktes rensmassan från silstationen vid totalt tolv tillfällen. Endast tio av dessa provtagningar användes i studien då två ansågs vara bristfälliga, eftersom renskorgen vid ett tillfälle var full av blåmusslor (cirka 3 m³) och en provtagning tyvärr genomfördes på felaktigt sätt. Detta ger att resultatet är en grov uppskattning av de förluster av fisk som sker i

silstationen. Det kan även förekomma ytterligare arter i kylvattenintaget som inte har påträffats vid provtillfällena.

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 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.

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 stationer 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 45 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 översiktnät vid åtta stationer utanför Hamnehålet i Simpevarp koncentrerat till sex fiskeinsatser under perioden april–maj. Under 2021 fiskades enligt programmet. 46 av totalt 96 ansträngningar (nät per natt) var störda av framförallt sälnärvaro. 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. År 2021 presenteras data till och med 7 juni då information från de tre sista vittjningarna på grund av tekniska skäl gått förlorad i övergången till elektronisk registrering av fångst.

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 och 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 gonadosomatiskt 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.

3.10. Abborr- och mört yngel

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 (vandringsål) med ålflytgarn. Fisket efter blankål på 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. Under 2021 utfördes inte karteringen på grund av att det inte fanns 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 20 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 m.fl. 2016).



Skory Saduria entomon. Foto: Stefan Eiler

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 varken 2020 eller 2021. Pilotstudien med avskiljning av rensmaterial från ett dygns drift var fjortonde dag utfördes kontinuerligt under avtalad period 2020 och 2021, med undantag för tiden då O3 var avställd för revision, från augusti till och med november 2020. Uppehåll har även gjorts vid semestrar och under perioder av hög personalfrånvaro på grund av covid-19-pandemin. Det resulterade i sammanlagt 223 dygn med full drift.

Undersökningen tyder på att fiskdödligheten i silstationen till stor del speglar hur fisksamhället på 20–25 meters djup ser ut. Mer kustnära och grunt levande arter som exempelvis abborre och mört saknades helt i resultaten för studien (tabell 1). Små fiskar samt räkor var mer än 15 gånger så vanligt förekommande som stora fiskar i rensmassan. De vanligast förekommande arterna var sådana som generellt lever bottennära och kan ses som mindre simstarka, eller som gärna söker skydd under strukturer, exempelvis spigg, stubbar, havsnålar, smörbultar och räkor. De vanligast förekommande arterna per dygn vid drift var, avrundat till närmsta 50-tal, storspigg (500 st.), följt av tånglake (350 st.), svart smörbult (250 st.) samt tångräka (200 st.). Totalt dog det i genomsnitt 1 500 fiskar och räkor per dygn i silstationen vid drift, sett till de tio tillfällen som ingår i studien.

Tabell 1. Samtliga arter som återfanns i rensmassorna från silstationen under undersökningsperioden 2020–2021. Förekomst per driftdygn och beräknat antal individer under hela undersökningsperioden (223 dygn).

Artnamn svenska	Beräknat antal per driftdygn	Beräknat antal för 223 dygn
Storspigg	512	114 110
Tånglake	340	75 840
Svart smörbult	229	51 110
Tångräka	197	43 980
Sandräka	101	22 590
Strömming	43	9 660
Stubbar	34	7 650
Mindre havsnål	26	5 890
Tobiskung	6	1 290
Småspigg	6	1 250
Skrubbskädda	2	540
Svartmunnad smörbult	2	360
Rötsimpa	1	290
Piggvar	<1	50
Gärs	<1	20
Torsk	<1	20
Totalsumma	1501	334 630
Antal arter		16

4.2. Fiskundersökningar i recipient och referens

4.2.1. Biologiska länkar

Recipienten vår och sommar

Under 2021 fångades 12 arter i vårfisket och 10 arter i sommarfisket (tabell 2). Totalfångsten var under våren inom det förväntade, knappt 15 fiskar per nät och natt. Under sommaren noterades rekordnivåer, då det i snitt fångades nära 36 fiskar per nät och natt. Endast vid två tillfällen sedan år 1966 har totalfångsten varit större (år 1992 samt 1997).

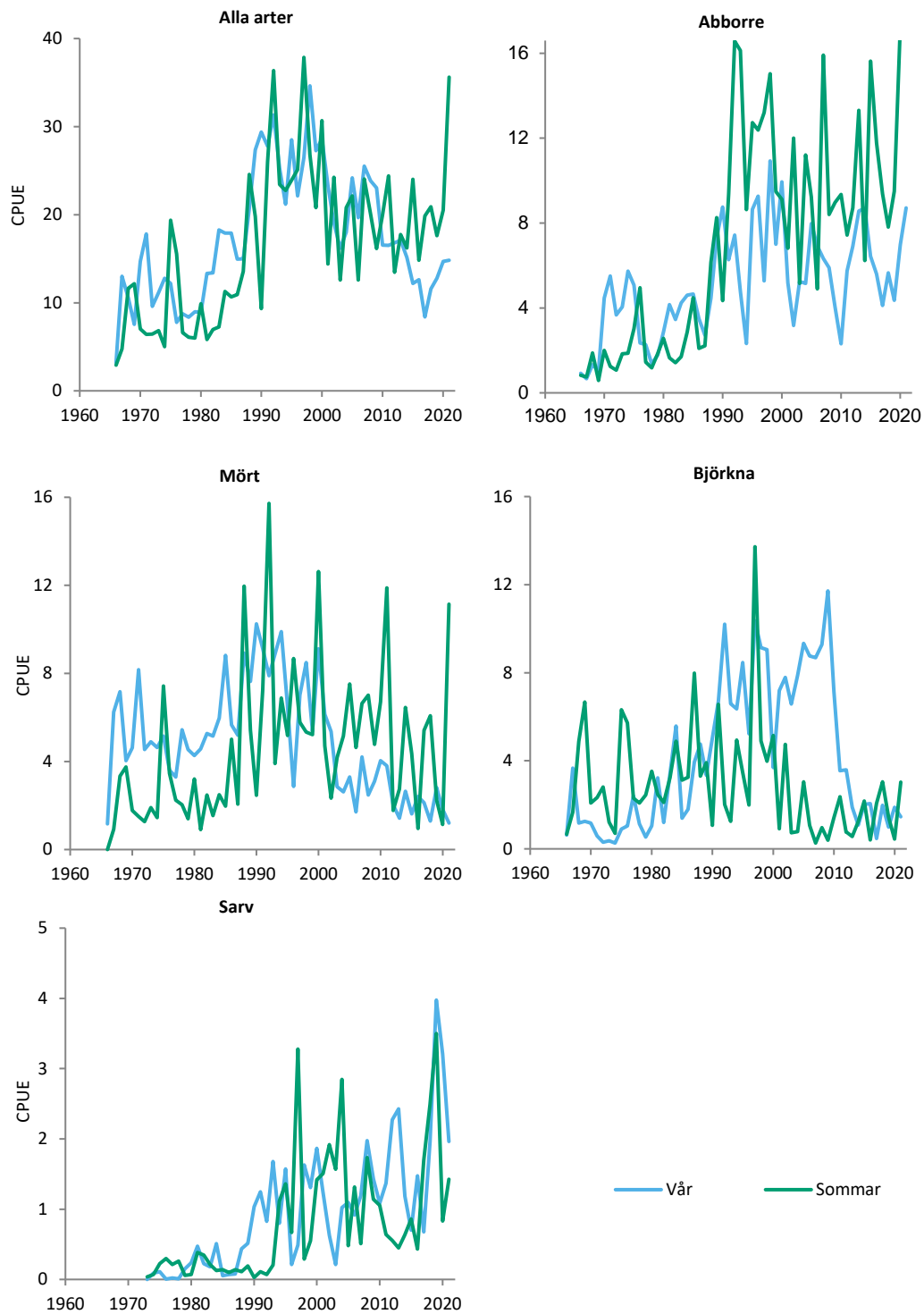
Den vanligast förekommande arten i både vår- och sommarfisket 2021 var, precis som föregående år, abborre (tabell 2, figur 3). Under sommaren var lite mer än varannan provfiskad fisk abborre, och antalet fångade per nät och natt, 18 stycken, var det högst noterade. Vårfisket utgjordes av 58 procent abborre, och nästan 9 fiskar fångades per nät och natt. Sarv var den näst vanligaste arten i fisket på våren men förekom i lägre antal än föregående två år och fångsten var mindre under sommaren. I sommarfisket var mört istället den näst vanligaste arten. Det var en av de större mörtfångsterna historiskt, 11 stycken per nät och natt. Den tredje vanligaste arten för både vår- och sommarfisket var björkna. Under våren registrerades fortsatt ett litet antal individer av arten per nät och natt för att under sommaren vara ungefär dubbelt så stort.

Tabell 2. Totalantal och CPUE (fångst per nät och natt) av alla förekommande arter 2021 vid provfiske med biologiska länkar under vår och sommar i Hamnefjärden.

Artnamn svenska	Vår		Sommar	
	Antal	CPUE	Antal	CPUE
Abborre	732	8,71	595	18,03
Mört	101	1,20	368	11,15
Björkna	123	1,46	100	3,03
Sarv	165	1,96	47	1,42
Id	65	0,77	46	1,39
Sutare	6	0,07	9	0,27
Braxen	9	0,11	4	0,12
Gädda	14	0,17	2	0,06
Gärs	14	0,17		
Svartmunnad smörbult	11	0,13		
Skrubbskädda	5	0,06	2	0,06
Vimma			2	0,06
Mindre havsnål	1	0,01		
Totalt	1246	14,83	1175	35,61
Antal arter		12		10



Provfiske med nät. Foto: Fredrik Franzén.



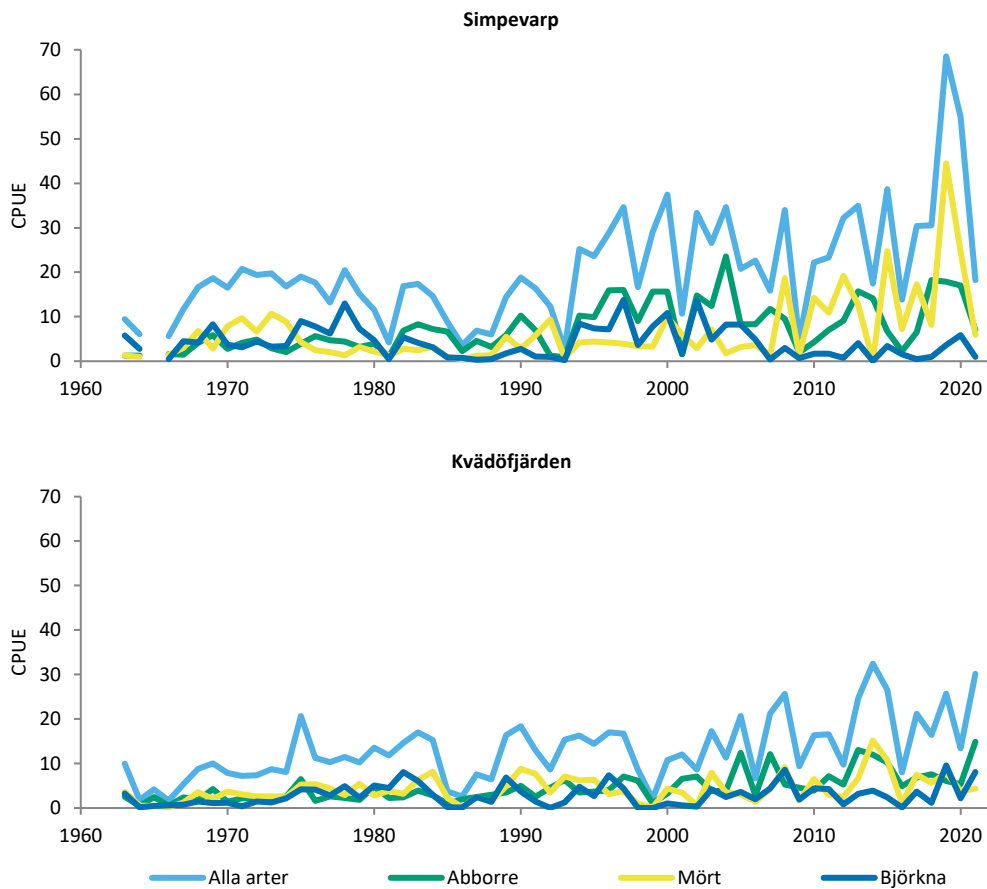
Figur 3. CPUE (fångster per nät och natt, 6 nätters fiske 1972–2018 3 nätters fiske 2019–2021) av alla arter totalt och av dominerande arter i provfiske med biologiska länkar i Hamnefjärden åren 1966–2021 (sarv 1973–2021).

Närreferens och fjärreferens sommar

I de biologiska länkarna fångades 9 arter både i sektion 1 (Berkeskär) i Simpevarp och i sektion 1 i Kvädöfjärden (tabell 3). Abborre var mest frekvent förekommande i fångsten i båda områdena. I Berkeskär följdes abborren av björkna och gärs medan det i Kvädöfjärden var vanligare med björkna och mört. Totalt fångades ungefär 18 fiskar per nät och natt i Berkeskär och 30 i Kvädöfjärden, vilket var omvänt mönster jämfört med föregående år. Fångsten av gärs i Berkeskär var den historiskt största noterade. Utvecklingen över tid för totalfångst och fångst av abborre, mört och björkna ses i figur 4.

Tabell 3. Totalantal och CPUE (antal per nät och natt) av alla förekommande arter 2021 vid provfiske med biologiska länkar i augusti i Simpevarp sektion 1 (Berkeskär) och sektion 1 i Kvädöfjärden.

Artnamn svenska	Simpevarp Berkeskär		Kvädöfjärden sek 1	
	Antal	CPUE	Antal	CPUE
Abborre	126	7,00	268	14,89
Mört	107	5,94	78	4,33
Gärs	53	2,94	12	0,67
Björkna	17	0,94	146	8,11
Strömming	13	0,72	6	0,33
Skrubbskädda	8	0,44	14	0,78
Id	2	0,11		
Sarv	1	0,06		
Tångsnälla	1	0,06		
Gös			17	0,94
Braxen			1	0,06
Vimma			1	0,06
Totalt	328	18,22	543	30,17
Antal arter		9		9



Figur 4. Fångster av alla arter totalt och av dominerande arter (CPUE, antal individer per nät och natt) i provfiske med biologiska länkar sektion 1 (Berkeskär) i Simpevarp och Kvädöfjärden åren 1963–2021.

Recipient och referens höst

Fisket utfördes under tre nätter i oktober inom sektion 5 (Hamnefjärden) i Simpevarp och sektion 1 i Kvädöfjärden. Sektion 2 i Kvädöfjärden fiskades enbart en natt. Per nät och natt fångades i genomsnitt ungefär 5 fiskar i Hamnefjärden medan det i Kvädöfjärden sektion 1 fångades cirka 16 fiskar och i sektion 2 nästan 15 fiskar (tabell 4). I Hamnefjärden utgjordes hela 94 procent av fångsten av abborre vilken även var den dominerande arten i sektion 1 i Kvädöfjärden. I Kvädöfjärden sektion 2 var det däremot vanligast med mört följt av gärs och endast 8 procent utgjordes av abborre. I Kvädöfjärden sektion 1 var mört den näst vanligaste arten följt av strömming. Endast en mört fångades i Hamnefjärden där det även fångades enstaka individer av bland annat gädda och sutare, vilka helt saknades i Kvädöfjärden. Artsammansättningen i fångsten var således olika beroende på område. Medeltemperaturen i bottenvattnet vid vittjning var under höstfisket i år 13,9 °C i Hamnefjärden, 13,4 °C i Kvädöfjärden sektion 2 och 12,9 °C i Kvädöfjärden sektion 1.

Tabell 4. Totalantal och CPUE (antal per nät och natt) av alla förekommande arter 2021 vid provfiske med biologiska länkar i oktober i Hamnefjärden och Kvädöfjärden sektion 1 och 2.

Artnamn svenska	Simpevarp Hamnefjärden		Kvädöfjärden sek 1		Kvädöfjärden sek 2	
	Antal	CPUE	Antal	CPUE	Antal	CPUE
Abborre	174	4,83	529	9,80	14	1,17
Gädda	3	0,08				
Sutare	3	0,08				
Id	2	0,06	3	0,06		
Mört	1	0,03	171	3,17	129	10,75
Sarv	1	0,03				
Svartmunnad smörbult	1	0,03				
Strömning			75	1,39	5	0,42
Gärs			74	1,37	18	1,50
Skrubbskädda			15	0,28	2	0,17
Sik			14	0,26		
Gös			6	0,11	2	0,17
Björkna			2	0,04	2	0,17
Nors			1	0,02		
Torsk					2	0,17
Totalt	185	5,14	890	16,48	174	14,50
Antal arter		7		10		8

4.2.2. Provfisken med nätlänkar

Under augusti fiskades Simpevarps sektion 6 (Ekö) en natt med nätlänkar. Där fångades 9 arter (tabell 5). Motsvarande fiske i två delområden i Kvädöfjärden, inre fjärden samt yttre fjärden resulterade i 8 respektive 10 arter. Mört var den vanligaste arten i fångsten vid Simpevarp, med 25 fångade per nät och natt. Abborre var näst vanligast, följd av gärs. I Kvädöfjärdens inre sektion dominerade björkna stort med den största fångsten någonsin under den 35 år långa tidsserien. Nästan 26 björknor per nät och natt fångades, att jämföra med det tidigare rekordet år 2003 då 17 björknor per nät och natt fångades. Kvädöfjärdens yttre fiskeområde fortsatte att uppvisa höga fångster av flertalet arter. Totalfångsten var den näst högsta i tidsserien med 68 fiskar per nät och natt. Fångsten dominerades av mört och abborre. Mörtens, abborrens, björknans, samt totalfångstens utveckling i alla tre områdena över den senaste tioårsperioden ses i figur 5.

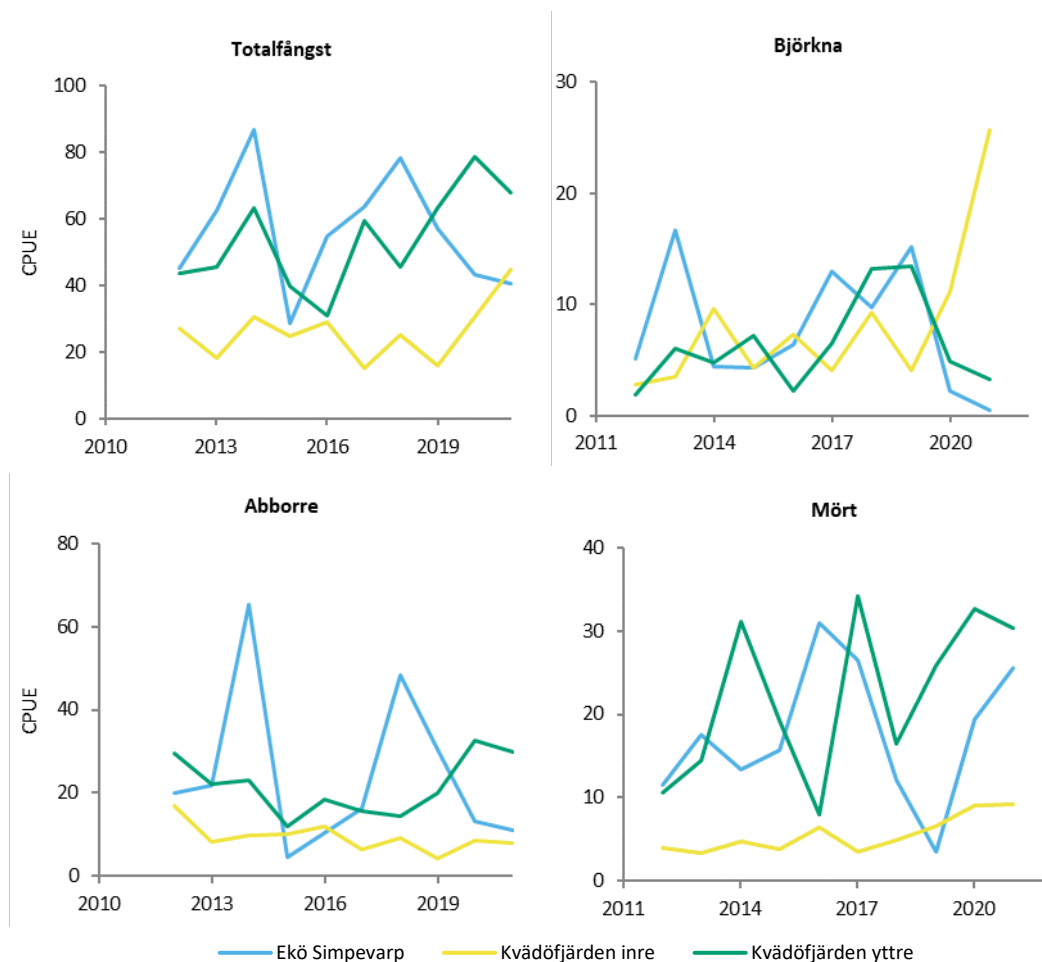
Den genomsnittliga botten temperaturen vid vittjning var för Simpevarp 11 °C, Kvädöfjärdens inre 19 °C och för Kvädöfjärdens yttre 17 °C.

Tabell 5. 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	614	25,58	222	9,25	729	30,38
Abborre	267	11,13	191	7,96	720	30,00
Gärs	30	1,25	19	0,79	45	1,88
Sarv	25	1,04			2	0,08
Strömming	22	0,92			27	1,13
Björkna	13	0,54	615	25,63	79	3,29
Skrubbskädda	3	0,13	1	0,04	4	0,17
Sik	2	0,08				
Braxen			4	0,17		
Gös			24	1,00	1	0,04
Id			1	0,04	25	1,04
Ruda					2	0,08
Totalsumma	976	40,67	1077	44,88	1634,00	68,083333
Antal arter		8		8		10



Ruda. Foto: Fredrik Franzén.



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 2011–2021.

4.2.3. Provfiske med nordiska kustöversiktsnät

Mört var den vanligaste fångade arten i det nya (sedan 2019) fisket i Simpevarpsområdet (drygt 29 mörtar per nät och natt) med nordiska kustöversiktsnät (tabell 6), liksom i jämförelseområdet Kvädöfjärden (19,6 per nät och natt). Stora mängder strömming (29 per nät och natt) fångades i Simpevarp, främst på de djupare stationerna, men även på de grundare. Även i Kvädöfjärden fångades mer strömming (9,9 per nät och natt, att jämföra med den tidigare högsta fångsten från 2017 med 5,6 per nät och natt), men även mer skarpsill och mört än någonsin tidigare. Fångsten av abborre i Kvädöfjärden var ovanligt stor (17 per nät och natt) och fångsten av abborre i Simpevarp var ännu högre med 21 abborrar per nät och natt.

Det fångades 17 arter i Simpevarp och 16 arter i Kvädöfjärden. Den största skillnaden i artsammansättning är att Kvädöfjärden har en relativt stor fångst av gös (1,26 per nät och natt) och nors, arter som inte alls fångades i Simpevarp. I Simpevarp har däremot 1,2 sarvar per nät och natt fångats, vilka inte alls fångats

under 2021 i Kvädöfjärden. Totalt fångades cirka 103 fiskar per nät och natt i Simpevarp och 65 i Kvädöfjärden, vilket var nytt rekord i tidsserien. Utvecklingen av mört, abborre, strömming och totalfångsten ses i figur 6. Bottentemperaturen vid vittjning var i medel 15,9 °C i Simpevarp och 16,2 °C i Kvädöfjärden.

Tabell 6. 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.

Artnamn svenska	Simpevarpsområdet		Kvädöfjärden	
	Antal	CPUE	Antal	CPUE
Mört	1234	29,38	686	19,60
Strömming	1217	28,98	348	9,94
Abborre	912	21,71	601	17,17
Björkna	368	8,76	81	2,31
Löja	233	5,55	114	3,26
Gärs	112	2,67	32	0,91
Skarpsill	90	2,14	336	9,60
Sarv	51	1,21		
Vimma	25	0,60	3	0,09
Skrubbskädda	24	0,57	13	0,37
Id	17	0,40	12	0,34
Sutare	11	0,26		
Sik	10	0,24	9	0,26
Ruda	9	0,21	1	0,03
Svartmunnad smörbult	2	0,05		
Tånglake	2	0,05		
Piggvar	1	0,02		
Braxen			1	0,03
Gädda			1	0,03
Gös			44	1,26
Nors			10	0,29
Totalsumma	4318	102,81	2292	65,49
Antal arter		17		16



Figur 6. Fångst av mört, abborre, strömming och alla arter (totalfångst) i provfiske med nordiska kustöversiktsnät i augusti i Simpevarpsområdet 2020–2021 (SI; blåa punkter) respektive i Kvädöfjärden 2002–2021 (JM; grön linje).

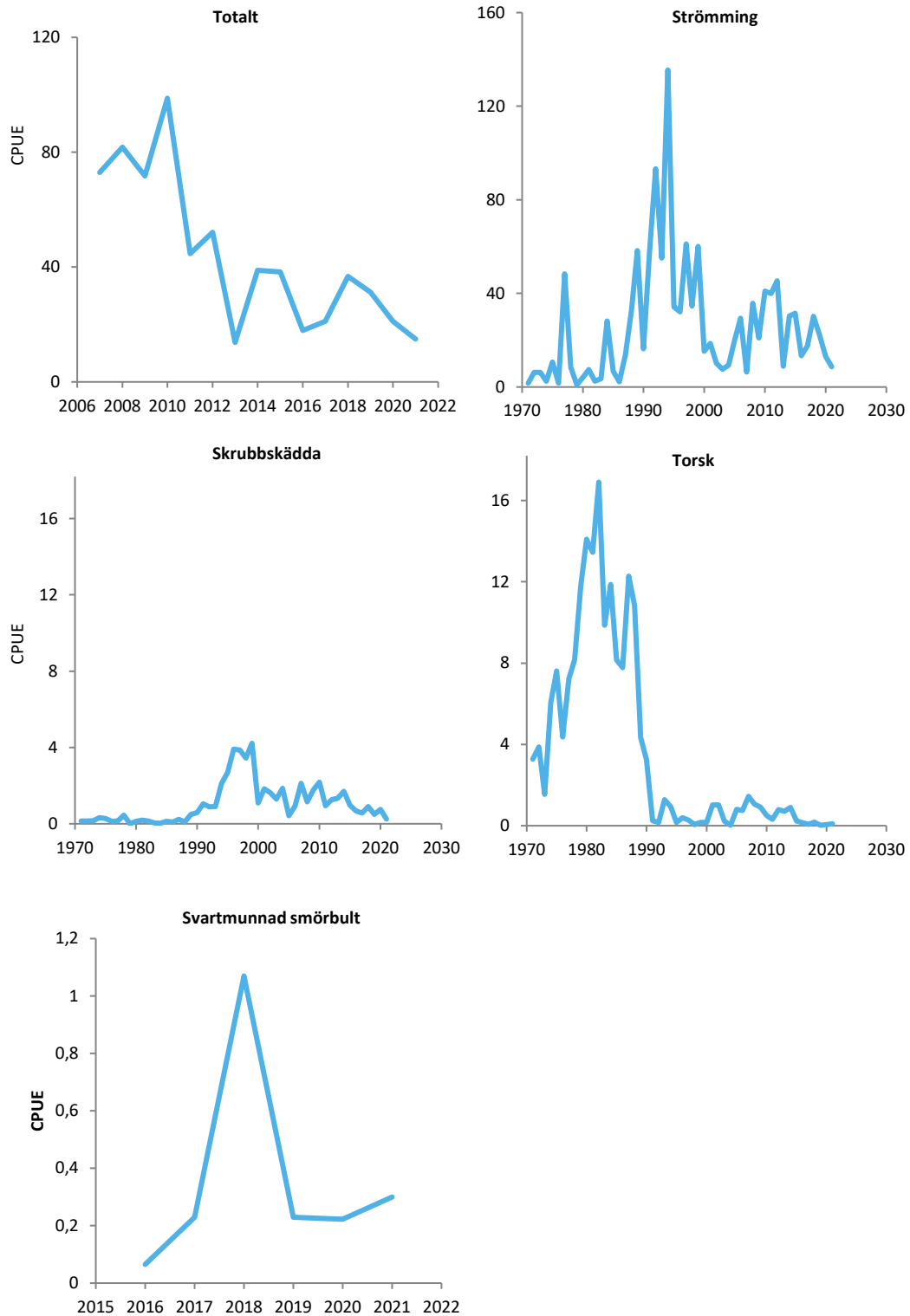
4.2.4. Provfisken med kustöversiktsnät

Fångsterna 2021 dominerades som tidigare starkt av strömming (tabell 7), vilken utgjorde nästan 60 procent av det totala antalet individer i fisket (cirka 9 strömmingar per nät och natt). Rötsimpa följd av abborre var de andra mer vanliga arterna. Ett fåtal individer av den invasiva arten svartmunnad smörbult fångades för första gången i provfisket 2016, och 2018 var den totala fångsten uppe i över 100 individer (figur 7). Efter detta har antalet varit betydligt lägre.

Efter en period med stora fångster av torsk under främst tidigt 1980-tal har fångsterna legat på låga nivåer under de senaste årtiondena (figur 7, tabell 7). Under 2021 års fiske var fångsten av torsk den lägsta sedan provfisket började 1973. Även skrubbskädda förekom i förhållandevis låga tätheter (figur 7). Totalt fångades 16 arter under 2021 (tabell 7).

Tabell 7. Totalantal och antal per nät och natt av samtliga fångade arter i fisket med kustöversiktsnät 2021.

Art	Antal	CPUE
Strömming	430	8,60
Rötsimpa	129	2,58
Abborre	84	1,68
Gärs	20	0,40
Mört	17	0,34
Svartmunnad smörbult	15	0,30
Skrubbskädda	12	0,24
Sik	8	0,16
Tånglake	8	0,16
Mindre havsnål	6	0,12
Piggvar	5	0,10
Torsk	5	0,10
Oxsimpa	3	0,06
Björkna	1	0,02
Storspigg	1	0,02
Vimma	1	0,02
Totalt	745	14,9
Artantal		16



Figur 7. Fångst av torsk, strömming, skrubbskädda (1971–2021), svartmunnad smörbult (2016–2021) och alla arter totalt (2007–2021), uttryckt som antal per nät och natt (CPUE) i fisket med kustöversiktsnät.

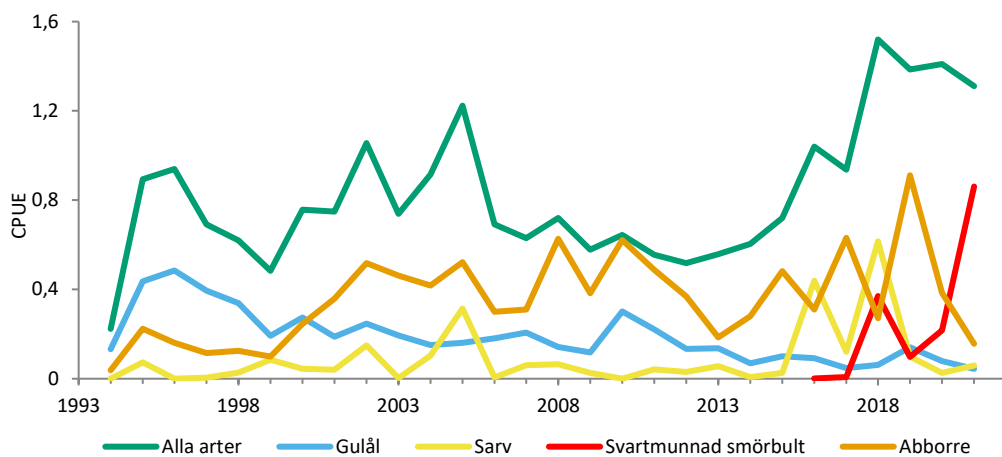
4.2.5. Provfisken med ryssjor

Under vårens fiske med småryssjor i Hamnefjärden (tabell 8), Simpevarp, fångades 20 fiskarter samt hästräka och tångräka (obestämd). Den invasiva arten svartmunnad smörbult var vanligast i fångsten. Det fångades i genomsnitt nästan 1 svartmunnad smörbult per ryssja och dygn. Abborre var den näst vanligaste arten (0,2 per ryssja och dygn). Tångräkor av obestämd art var tredje vanligast i fångsten medan den tredje vanligaste fiskarten var sarv (knappt 0,1 fisk per ryssja och dygn). Gulål var den femte vanligaste fiskarten (0,04 fiskar per ryssja och dygn; gulål och blankål tillhör samma art, men redovisas separat i SLU Aquas provfisken) vilket innebar att det var den minsta fångsten som registrerats i Hamnefjärden sedan provfisket började 1982 (i figuren endast sedan 1994). Figur 8 visar utvecklingen över tid för de tre vanligaste fiskarterna samt gulål och totalfångsten i Hamnefjärden.

Tabell 8. Antal fångade fiskar och räkor, samt fångst per ryssja och dygn av alla förekommande fisk- och räkarter vid provfiske med småryssjor under våren 2021 i Hamnefjärden, Simpevarp.

Artnamn svenska	Antal	CPUE
Svartmunnad smörbult	1326	0,86
Abborre	241	0,16
Tångräka obestämd	234	0,15
Sarv	90	0,06
Storspigg	82	0,05
Gulål*	68	0,04
Björkna	39	0,03
Mört	33	0,02
Svart smörbult	28	0,02
Tånglake	27	0,02
Sutare	19	0,01
Blankål*	14	0,01
Skrubbskädda	11	0,01
Gädda	11	0,01
Gärs	9	0,01
Tångspigg	6	< 0,01
Hästräka	5	< 0,01
Mindre havsnål	5	< 0,01
Löja	4	< 0,01
Tångsnälla	3	< 0,01
Id	2	< 0,01
Strömming	1	< 0,01
Totalt	2258	1,47
Antal arter		22

*Gulål och blankål är två olika livsstadier hos ålen.



Figur 8. Totalfångst av alla fiskarter samt fångst av gulål, sarv och svartmunnad smörbult i provfiske med ålryssjor under våren i Hamnefjärden, Simpevarp, 1994–2021, uttryckt som antal per ryssja och natt (CPUE). Svartmunnad smörbult är en invasiv art som upptäcktes i området först 2016.



Ål *Anguilla anguilla*. Foto: SLU Aqua.

4.2.6. Sjukdomssymptom

De vanligaste yttre sjukdomssymptomen bland fiskarna fångade i 2021 års provfisker var defekta fenor, grumlade ögonlinser samt skelettdefekter (tabell 9). Flest sjuka fiskar påträffades i Simpevarp där 0,5 procent av de fångade fiskarna visade symptom. Endast en sjuk fisk påträffades i referensområdet Kvädöfjärden. Definitionen ”annat symptom” angavs för en del sjuka fiskar i Hamnefjärden under fisket med småryssjor 2021 där information om sjukdomstyp gått förlorad. Det gäller en björkna, en gädda och en skrubbskädda.

Störst andel sjuka i förhållande till antal fångade individer var det av tånglake (13 procent), gädda (13 procent) och rötsimpa (7 procent) i Simpevarp. I Kvädöfjärden var det en gädda som uppvisade symptom (knappt 4 procent).

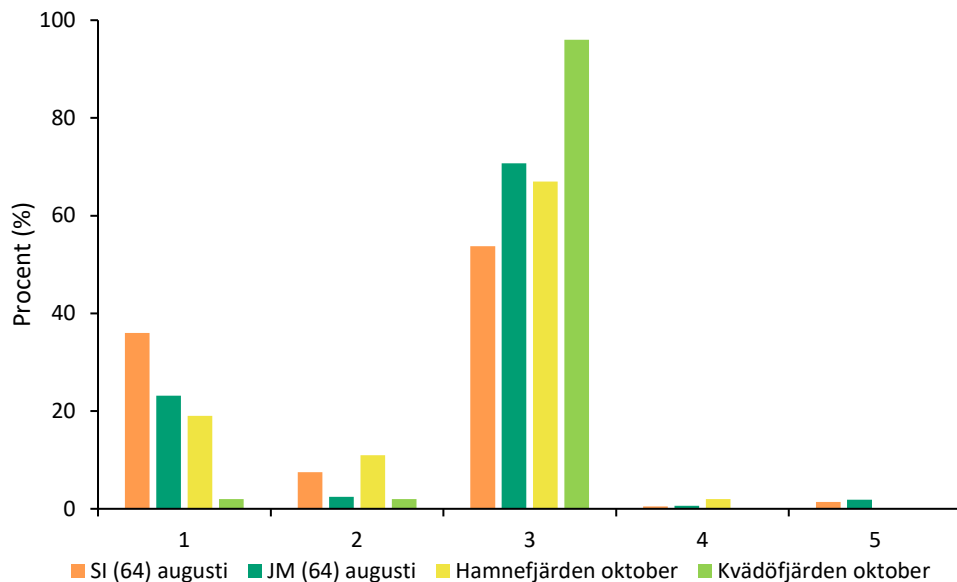
Tabell 9. Andel fiskar med yttre sjukdomssymptom (procent) i Simpevarp och referensområdet Kvädöfjärden under 2021.

Symptom, Prevalens (%)	Simpevarp	Kvädöfjärden
Fena defekt	0,11	
Ögonlins grumlad	0,09	
Skelettdefekt	0,05	
Hudsår	0,05	
Ögonskada	0,05	
Fenröta, akut	0,04	
Annat symptom anges	0,02	
Ryggradskrökning - Lordos	0,02	0,01
Gällock defekt	0,02	
Fenröta/ Fenerosion	0,02	
Öppet sår	0,01	
Hudsymptom	0,01	
Mopsskalle	0,01	
Ryggradskrökning - Scolios	0,01	
Totalt antal fiskar med symptom	64	1
Totalfångst	12 995	7 910
Totalt	0,49	0,01

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 tre år gamla (figur 9). Detta gällde på samtliga lokaler i både Simpevarp och Kvädöfjärden. Det extrema väderåret 2018, med mycket höga temperaturer, var ett mycket gynnsamt år för abborren både när det gällde rekrytering av yngel och deras längdtillväxt under sitt första år. Det senare har även bidragit till 2018-årskullens överlevnadschanser och därmed den dominans de uppvisar i förhållande till andra årskullar.

Abborrar, ett år gamla eller äldre, hade från båda lokalerna i Simpevarp en större längdtillväxt än de från respektive referensfisken i Kvädöfjärden (tabell 10). Förhållandet är omvänt för fyraåringar under augusti, men längden baseras på endast en individ från respektive lokal.



Figur 9. Åldersfördelning (procent av provtagna honor) hos abborre i Simpevarpsområdet och Kvädöfjärden i augusti 2021 och åldersfördelning (1–5 år; procent av 100 provtagna honor >13 cm i respektive område) hos abborre i Hamnefjärden och Kvädöfjärden i oktober 2021.

Tabell 10. Medellängd i cm hos 1 till 5 år gamla abborrar i Simpevarp och i Kvädöfjärden 2021.

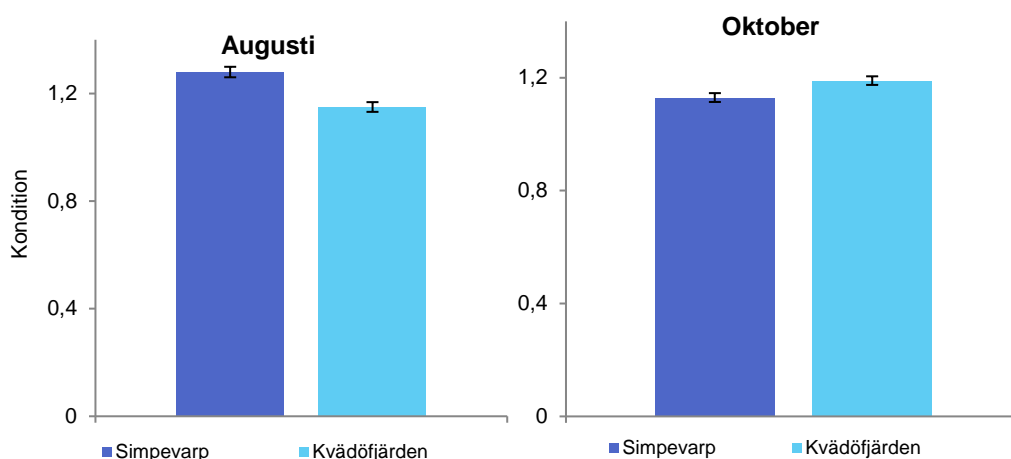
Ålder	Simpevarp augusti	Kvädöfjärden augusti	Hamnefjärden oktober	Kvädöfjärden oktober
1	15,6	13,9	19,3	16,0
2	20,8	19,3	23,2	22,5
3	26,7	23,2	28,4	24,0
4	27,5	30,5	28,5	
5	40,8	31,2		

4.4. Gonadutveckling och kondition hos stationär fisk

Abborrhonor, fångade för provtagning i skärgården söder om Simpevarp (del av fiskeområdet Simpevarp) år 2021, hade ett medelvärde av konditionsindex på 1,3. Motsvarande siffra för de honor som fångades i Kvädöfjärden i augusti var 1,2 (tabell 11). I oktober var konditionsvärdet 1,1 i Simpevarp och 1,2 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 11. Kondition (medelvärde av Fultons index) för abborr- och mörthonor i Simpevarp och Kvädöfjärden under olika provfisken 2021 och medelvärde för perioden 2007–2020 alternativt ett medelvärde bara med 2019 och 2020 då tidigare referensmaterial saknas.

Art	Augusti				Oktober			
	Simpevarpsområdet	Simpevarp, Ekö	Kvädöfjärden		Simpevarp, Hamnefjärden	Kvädöfjärden		
	2021	2007–2020	2021	2007–2020	2021	2019–2020	2021	2007–2020
Abborre	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1
Mört	-	-	-	-	-	1,0	1,0	0,9



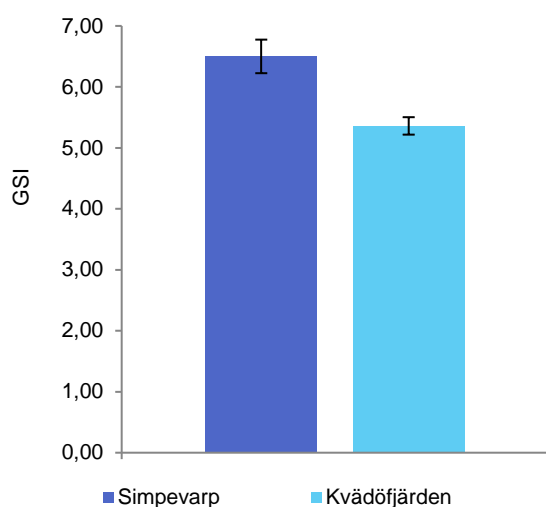
Figur 100. Kondition (medelvärde av Fultons index) för abborrhonor vid skärgården söder om Simpevarp och Kvädöfjärden i augusti respektive oktober 2021. Felstaplar markerar konfidensintervall (95 % CI).

Av de abborrhonor som provtogs i Hamnefjärden 2021 hade 27 honor gonadstatus ”könsorgan ej utvecklade” (påbörjad tillväxt men ej tillräcklig mognad för lek nästa år), 73 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 6,5. Värdet var högre än 5,1, som var medelvärdet för perioden sedan provtagningen började genomföras på hösten år 2019 (tabell 12, figur 11). I Kvädöfjärden fångades 27 abborrar med utvecklade könsorgan och 173 abborrar med könsorgan under tillväxt. GSI för abborrar under tillväxt i Kvädöfjärden låg på 5,4 som kan jämföras med 5,8 som är medelvärdet för perioden 2007 till 2020. I Kvädöfjärden har provtagningen alltid skett i oktober, därav den längre tidsserien.

Mört i Hamnefjärden provtogs inte 2021 (se metodik). Av 91 undersökta mörthonor i Kvädöfjärden hade 90 mörtar könsorgan under tillväxt. GSI i Kvädöfjärden låg på 9,3, något högre än långtidsmedelvärdet på 8,7.

Tabell 12. Medelvärden av gonadsomatiskt index (GSI) för abborre och mört med könsorgan under tillväxt i Hamnefjärden i Simpevarp och Kvädöfjärden oktober 2021, och medelvärden för perioden 2007–2020. För abborrar i Simpevarp används medelvärdet för åren 2019 och 2020 som jämförelse.

Art	Simpevarp		Kvädöfjärden	
	2021	2019–2020	2021	2007–2020
Abborre	6,5	5,1	5,4	5,8
Mört	-	-	9,3	8,7



Figur 11. Gonadsomatiskt index (GSI) för abborre med könsorgan under tillväxt i Hamnefjärden (söder om Simpevarp) och Kvädöfjärden i oktober 2021. Felstaplar markerar konfidensintervall (95% CI).

År 2021 påträffades inga abborrhonor med missbildade gonader i Hamnefjärden eller i Kvädöfjärden (tabell 13). Sedan undersökningarnas start 2007 har 1,45 procent av de provtagna abborrarna i Hamnefjärden haft missbildade gonader. Under samma period har ingen abborrhona med missbildade gonader hittats i Kvädöfjärden. Av de 91 mörthonor som fångades i Kvädöfjärden på hösten hade en individ missbildade gonader. I Simpevarp har under tidsperioden 2007–2020 nästan 1 procent av mörten haft missbildade gonader, medan motsvarande siffra i Kvädöfjärden är 0,35.

Tabell 13. Andel abborr- och mörthonor med missbildade gonader (procent) i Hamnefjärden, Simpevarp och Kvädöfjärden oktober 2021, och medelvärden för perioden 2007–2020.

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

4.5. Abborr- och mörtynge

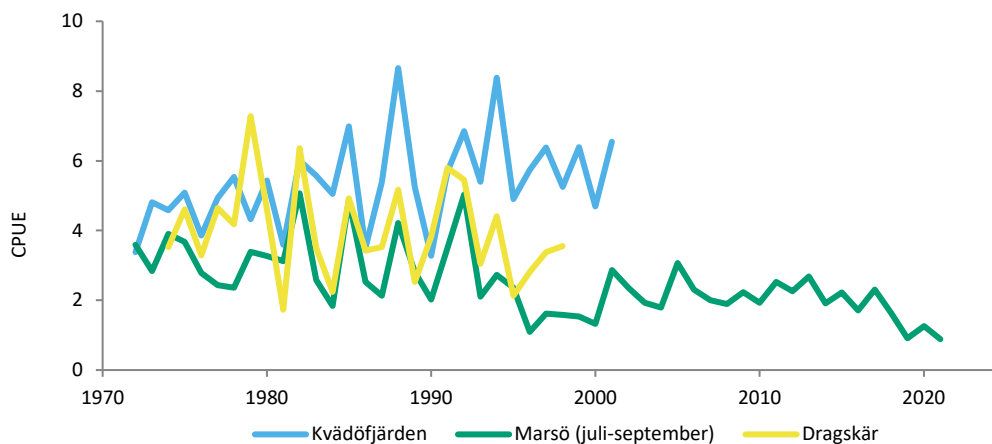
I Hamnefjärden var antalet fångade årsyngel av abborre förhållandevis stort medan förekomsten av årsyngel av mört fortsatt var låg (tabell 14). De två föregående åren har antalet av både abborr- och mörtynge per skott varit noll eller nära noll. Medellängden hos abborrynglen från Hamnefjärden var nära 93 mm, vilket är det näst högsta värdet sedan undersökningarna inleddes 1971. I Getbergsfjärden var motsvarande medellängd 74,7 mm, vilket också är högt historiskt sett. Endast 19 årsyngel av mört påträffades på de tjugo skotten i Hamnefjärden, vilket vi bedömde något lågt för att beräkna medellängden på ett statistiskt säkert sätt.

Tabell 14. Antal per skott och medellängd av årsyngel hos abborre och mört i Hamnefjärden 2021. Medellängd redovisas endast för abborre i Getbergsfjärden då ingen mört fångades. Medellängd för abborre i Hamnefjärden inom parentes då endast 19 individer fångades.

Art	Hamnefjärden		Getbergsfjärden
	Antal per skott	Medellängd (mm)	Medellängd (mm)
Abborre	24,5	92,6	74,7
Mört	0,95	(79,6)	–

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 m.fl., 2016), en utveckling som förstärktes då resultatet 2021 var det lägsta sedan journalföringen inleddes. Fisket 2021 redovisade ett genomsnitt på 0,89 blankålar per redskap och dygn, vilket är endast cirka en tredjedel av medelvärdet (2,52) sedan tidsseriens start 1972.



Figur 12. Fångster av blankål med ålflytgarn i områdena Kvädöfjärden 1972–1999, Marsö 1972–2021 och i Dragskär 1972–1998 (antal individer per redskap och dygn; CPUE).

4.7. Bottenfauna

Vid 2021 års undersökningar påträffades mellan 9 och 17 arter av bottenfauna per lokal och tätheterna uppgick till mellan 794 och 2321 individer per kvadratmeter på de fyra lokalerna (tabell 15). Under provtagningarna på grunda bottnar (17 – 20 m) i Simpevarp år 2021 var förekomsten av slammärsla (*Coropodium volutator*), blåmussla (*Mytilus edulis*) och östersjömussla (*Limecola balthica*) störst. Slammärsla har förekommit vid samtliga provtagningstillfällen sedan år 2012 och har sedan år 2019 ökat från att vara den åttonde vanligaste arten till att vara den mest vanligt förekommande arten vid 2021 års provtagningar. För andra året i rad påträffades inte den främmande arten sandmussla (*Mya arenaria*) vid undersökningarna på grunda bottnar i Simpevarp. På motsvarande djup i Kvädöfjärden hade blåmussla den högsta abundansen, följt av östersjömussla och det invasiva ringmasksläktet nordamerikansk havsborstmask (*Marenzelleria sp.*). Abundansen för indikatorarten vitmärsla (*Monoporeia affinis*) var de lägsta sedan år 2018 och arten var vid 2021 års provtagningar den sjätte vanligast förekommande arten.

Vid 2021 års provtagningar på de djupare stationerna (22–24 m) i Simpevarp var den rörbyggande havsborstmasken *Pygospio elegans* den dominerande arten (tabell 15). Andra vanligt förekommande arter var nyazeeländsk tusensnäcka (*Potamopyrgus antipodarum*) och sandmussla. Den invasiva arten nyazeeländsk tusensnäcka var åter en av de vanligaste arterna på djupa bottnar efter att föregående år varit den sjunde vanligaste arten. Sandmussla har ökat i antal sedan år 2018 och var vid 2021 års undersökningar åter en av de tre vanligast förekommande arterna på djupa bottnar i Simpevarp. På motsvarande djup i Kvädöfjärden dominerades den insamlade mjukbottenfaunan av östersjömussla, följt av fjädermygglarv (*Chironomidae*) och fåborstmask (*Oligochaeta*). Vid 2019 och 2020 års provtagningar var arten vitmärsla den tredje vanligaste arten med 205 och 181 registrerade individer. Vid undersökningarna år 2021 påträffades endast 6 individer av denna indikatorart på stationen.

Tabell 15. 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
(saknar svenskt namn)	<i>Pygospio elegans</i>	173	5	451	
Blåmussla	<i>Mytilus edulis</i>	484	1079	22	
Slammärsla	<i>Corophium volutator</i>	491	52	2	
Östersjömussla	<i>Limecola balthica</i>	347	583	24	778
Nordamerikansk havsborstmask*	<i>Marenzelleria sp.</i>	153	111	6	6
Nyzeeländsk tusensnäcka	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>		2	120	
Bakborstig rovmask	<i>Hediste diversicolor</i>	39	67	28	
Bukig tusensnäcka	<i>Ecrobia ventrosa</i>	51	34		
Strandvattengråsugga	<i>Jaera albifrons</i>	6	11	37	2
Sandmussla	<i>Mya arenaria</i>			42	
Skorv	<i>Saduria entomon</i>	31	8		3
Fåborstmaskar*	<i>Oligochaeta</i>	8	5	14	11
Vitmärsla	<i>Monoporeia affinis</i>	17	38		6
Stor tusensnäcka	<i>Peringia ulvae</i>	6		9	
Fjädermyggor*	<i>Chironomidae</i>	9	16		56
Virvelmaskar*	<i>Turbellaria</i>	9			
Korvmask	<i>Halicryptus spinulosus</i>	8	6		2
Insekt*	<i>Insecta</i>	6		2	
Båtsnäcka	<i>Theodoxus fluviatilis</i>	2		2	
Hissfjällmask	<i>Bylgides sarsi</i>		19		
Totalantal/m ²		1840	2036	735	873
Artantal		17	15	12	9

4.8. Bentiska algsamhällen

Inga undersökningar gjordes under 2021. Se metodik.

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 m.fl., 2013; Andersson m.fl., 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 m.fl., 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.

Pilotstudien vid silstationen till reaktor O3, som kyls med djupvatten, visade att fiskdödligheten skiljer sig markant från motsvarande i kylvattnet till de nu nerlagda reaktorerna O1 och O2 under den tid de kyldes med ytvatten. Till exempel saknades abborre och mört helt i den nya studien, vilket tyder på att förluster av mer grundlevande och kustnära arter kan undvikas vid användande av djupvattenkylning. Även ål saknades helt och det hittades endast en torsk i undersökningen. När det gäller de senare är det dock vanskligt att säga att detta helt beror på kylning med djupvattenintag, då det troligen till större del förklaras med dessa arters minskande förekomst i allmänhet. Små arter och även små individer där samma art återfanns i gruppen av stor fisk, till exempel tånglake, var tydligt överrepresenterade i rensmassorna. Detta bör kunna förklaras av att mindre fiskar och räkor förekommer i större antal och dessutom är simsvagare än större och därför har svårare att undvika intagsströmmen. Inga kommersiellt viktiga arter förekom i någon större omfattning. Resultaten pekar på att djupvattenkylning är att föredra framför ytvattenkylning om förluster av fisk ska begränsas.

Fångsterna av ål minskade återigen i journalföringen från yrkesfisket och var nu de lägsta sedan 1972 då undersökningarna inleddes. Samtidigt var fångsterna av ål fortsatt mycket låg i provfisket med ryssjor i Hamnefjärden. Observationerna överensstämmer med den generella utvecklingen av ålfisket runt Östersjöns kuster. Låg rekrytering av ål till utbredningsområdet i Europa, Nordafrika och västra Asien är sannolikt den största anledningen till förklaringen och vad den i sin tur beror på är inte kvantitativt klarlagt (ICES, 2020). 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.

Förekomsten av den invasiva arten svartmunnad smörbult i Hamnefjärdens ryssjefiske var, efter en liten nergång 2019 och en liten ökning under 2020, nu på rekordhög nivå, medan den inhemska svarta smörbulten förekom i låga antal. Det finns anledning att misstänka att fångstnedgången av svart smörbult i Hamnefjärden kan bero på att den trängts undan av den svartmunnade smörbulten.

De stora totalfångsterna och abborrfångsterna under sommarens nätfiske i Hamnefjärden kan bero på att fisket utfördes under för abborren optimala temperaturförhållanden, men också att den utfiskningseffekt som tidigare observerats har minskat då fisket numera sker under tre nätter istället för som tidigare under sex nätter. Det stod klart att det återigen är årsklassen abborrar födda 2018 som utgjorde den överlägset största andelen av de fångade abborrarna. Det varma året 2018 gav dessa en mycket bra start på livet med en stor längdtillväxt. Överlevnaden hos en årsklass är i allra högsta grad beroende av den tillväxt de har under första året, vilket i sig är starkt kopplat till vattentemperaturen (Huss m.fl., 2019). Ett- till femåriga abborrar från främst Hamnefjärden men även närreferensen i Simpevarpsområdet hade haft en större tillväxt än motsvarande från fiskena i Kvädöfjärden. Även om temperaturhöjningen runt Oskarshamnsverket numera inte är så kraftig som tidigare verkar abborren ändå dra nytta av den förhöjning som förekommer främst under vinterperioden.

Vid en jämförelse av temperaturen mellan Hamnefjärden och Kvädöfjärden under höstfiskena bör beaktas att de uppmätta 13 graderna får betraktas som ovanligt låga för Hamnefjärden och ovanligt höga för Kvädöfjärden. Det kan förklara den stora skillnaden i fångst mellan områdena.

De senaste åren har 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. De arter som är känsligast för skarvpredation är abborre och karpfiskar (Ovegård m.fl., 2021). Utifrån våra provfiskeresultat går det dock inte att dra slutsatser om minskande bestånd som beror på skarv. De minskade fångsterna av de flesta vanligt förekommande arterna i vårfisket i Hamnefjärden beror sannolikt både på predation från skarv och lägre vattentemperaturer.

I fisket med kustöversiktsnät registrerades relativt låga fångster av strömming. Det finns indikationer på att detta till stor del styrs av närvaron av säl vid redskapen. Under 2021 var nästan hälften av fiskeansträngningarna tydligt störda av säl och det är endast fångster gjorda vid ostörda redskap som redovisas i resultaten. För att registrera en sälstörning ska det förekomma sålskadad fisk eller rester av fisk i redskapet och/eller att säl observerades intill redskapen vid fisket. I många fall finns misstanke om att redskapen störts av säl trots att inga av ovanstående observationer gjorts. Troligen stör sälen 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.

Det nya provfisket med nordiska kustöversiktsnät är ännu svårt att dra några slutsatser ifrån på grund av att det bara utförts två gånger. Förvånansvärt stora mängder strömming fångades, främst på de yttre stationerna, vilket är mer väntat på grund av de kallare temperaturerna på djupare vatten, men en hel del strömming fångades även på grundare vatten. Efter fisket 2020 antogs att de stora strömmingsfångsterna berodde på den låga vattentemperaturen, men under 2021 var medeltemperaturen högre och trots det fångades dubbelt så mycket strömming. Vid en jämförelse av CPUE av strömming med 105 andra augustiprovfisken i SD 27 på 15 olika lokaler mellan 2002 och 2021 så har så stora fångster inte uppmätts tidigare. Samtidigt som kallvattenarten strömming fångades i stor mängd förekom goda fångster av de varmvattenälskande arterna mört och abborre. Även i Kvädöfjärden fångades ovanligt stora mängder av både strömming och skarpsill. Fångst per ansträngning av strömming som fångades i Simpevarp med nordiska kustöversiktsnät var mer än tre gånger så stor som den som fångades med kustöversiktsnät, som har strömming som 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.

I nätlänkarna var fångsterna genomsnittliga, med undantag för björkna som fångades i mycket stor mängd i Kvädöfjärdens inre delar, samtidigt som fångsterna till synes minskade i Simpevarp och Kvädöfjärdens yttre sektion. Det är svårt att veta vad denna ökning beror på, men det är inte ovanligt att förekomsten av karpfiskar fluktuerar kraftigt i fångsten. Detta kan bero på förflyttningar mellan skärgårdsområden snarare än en ökning av det totala beståndet.

Effekter av uppvärmningen av Hamnefjärden brukar kunna observeras i att både mörthonor och abborrhonor har högre gonadsomatiskt index (gonadvikt i förhållande till kroppsvikt) och konditionsindex i oktober jämfört med Kvädöfjärden. De växer och lekmognar snabbare i det uppvärmda vattnet. Under 2021, då uppvärmningen av Hamnefjärden och Simpevarps närområde låg inom spannet för vad som kan anses vara normalt sedan införandet av djupintaget av kylvatten, bör skillnaden gällande dessa faktorer varit förhållandevis låg. 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 0,49 procent i Simpevarp och 0,01 procent i referensområdet. Om det föreligger en statistisk skillnad däremellan är inte fastställt, men samtliga siffror faller inom den

förväntade ramen. 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 m.fl., 1989).

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, med undantag av det extremt varma året 2018, under de sex föregående åren noterats väldigt låg, eller obefintlig förekomst, av årsyngel från både abborre och mört. Under 2021 påträffades åter abborryngel nära nivån av medelvärdet sedan 1983, vilket bör betyda antingen att abborrleken i fjärden fungerat relativt bra alternativt att rekryteringen av abborryngel från omgivande vatten varit stor. Det senare motsägs av att medellängden hos abborrynglen i Hamnefjärden är betydligt större än de från referensfjärden och därför troligen har växt upp på platsen. Förmodligen har leken fungerat bra i Hamnefjärden, trots att en viss temperatursänkning noterades i samband med att reaktorn ställdes av för revision i en knapp månad från slutet av maj, vilket sammanfaller ganska väl med abborrens lekperiod. Abborrens lekplatser i Hamnefjärden återfinns dock till största del i de inre delarna av fjärden som inte påverkas lika mycket av kylvattenutsläppet och vid en jämförelse med referensfjärden är skillnaden i temperatur inte speciellt stor under den aktuella perioden. Predation från fågel har också en stor påverkan på återväxten, både på den potentiellt lekande fisken och dess avkomma. Slutligen kan konstateras att det är svårt att fastställa hur mycket kraftverket inverkar på reproduktionen. Det är dock säkert att uppvärmningen av Hamnefjärden har varit lägre sedan stängningen av de två äldsta reaktorerna, medan antalet fiskätande fåglar, företrädesvis skarv, som uppehåller sig i fjärden ökat.

Vid år 2021 års undersökningar hade vitmärla, *Monoporeia affinis*, minskat i antal på samtliga stationer där den påträffas i området. Efter att ha varit en av de vanligast förekommande arterna på grunda och djupa bottnar i Kvädöfjärden år 2020 så var förekomsten vid 2021 års provtagningar nere på de lägsta nivåerna sedan år 2018. På djupa bottnar i Simpevarp har vitmärla inte påträffats sedan år 2013. Sedan 1990-talets början har vitmärlan minskat i området efter att tidigare varit vanlig och förekommit i stora tätheter på samtliga provtagningslokaler (Andersson m.fl. 2016).

Vitmärla anses vara en nyckelart på djupa bottnar i Östersjön (Lopez och Elmgren 1989) och används som en indikator för olika typer av miljöförändringar som minskande syrehalt i sediment (Sandberg-Kilpi m.fl., 1999; Gorokhova m.fl., 2013), stigande temperaturer i kombination med minskande syrehalt (Wiklund och

Sundelin 2001) och ökande oligotrofiering (minskande halt näringsämnen) (Tamelander m.fl., 2017). Minskningen av vitmärla i kontrollprogrammets område kan bero på en eller flera av faktorerna ovan, men minskningen har också kopplats till koloniseringen av den invasiva nordamerikanska havsborstmasken. Ökad konkurrens med den nordamerikanska havsborstmasken har visats påverka vitmärlans födotillgång, beteende och även abundans på andra platser längs den svenska Östersjökusten (Kotta och Ólafsson, 2003; Neideman m.fl., 2003).



Monoporeia affinis. Foto: Stefan Eiler

Referenslista

- 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.
- 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. 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.
- Franzén, F., Lingman, A. & Åkerlund, C. (2020). *Biologisk recipientkontroll vid Oskarshamns kärnkraftverk. Årsrapport för 2019*. Aqua reports 2020:2. 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>
- Karlsson, M. (2015). *Undersökningstyp: Provfiske i Östersjöns kustområden - Djupstratifierat provfiske med Nordiska kustöversiktnät*. 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 kustöversiktnät, 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.
- 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.
- 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.

