



Aqua reports 2019:4

Biologisk recipientkontroll vid Oskarshamns kärnkraftverk

Årsrapport för 2018

Andreas Bryhn, Henrik Flink, Fredrik Franzén & Anna Lingman



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för akvatiska resurser

Biologisk recipientkontroll vid Oskarshamns kärnkraftverk

Årsrapport för 2018

Andreas Bryhn¹, Henrik Flink², Fredrik Franzén² & Anna Lingman²

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser,

¹Kustlaboratoriet, Skolgatan 6, 742 42 Öregrund

²Kustlaboratoriet, Simpevarp 100, 572 95 Oskarshamn

mars 2019

Aqua reports 2019:4

ISBN: 978-91-576-9636-6 (elektronisk version)

E-post till ansvarig författare:

fredrik.franzen@slu.se

Rapportens innehåll har granskats av:

Peter Ljungberg, **Sveriges lantbruksuniversitet**, Institutionen för akvatiska resurser

Stefan Larsson, **Sveriges lantbruksuniversitet**, Institutionen för akvatiska resurser

Vid citering uppge:

Bryhn, A., Flink, H., Franzén, F. & Lingman, A. (2019). Biologisk recipientkontroll vid Oskarshamns kärnkraftverk. Årsrapport för 2018. Aqua reports 2019:4. **Sveriges lantbruksuniversitet**, Institutionen för akvatiska resurser, Öregrund. 29 s.

Nyckelord: Kärnkraft, kylvatten, recipientkontroll, provfiske, bottenfauna, främmande arter, kylvattenintag

Rapporten kan laddas ned från:

<http://pub.epsilon.slu.se/>

Chefredaktör:

Noél Holmgren, prefekt, Institutionen för akvatiska resurser, **Sveriges lantbruksuniversitet**, Lysekil

Uppdragsgivare & finansjär:

OKG AB

Framsida: Hamburg i Hamnefjärden Foto: Fredrik Franzén.

Baksida: En skopa sediment för bottenfaunaprovtagning. Foto: Susanne Tärnlund.

Sammanfattning

Oskarshamnsverkets kylvattenpåverkan och utslagning av fisk i recipienten har sedan omläggningen till djupvattenkylning, och senare även nedläggning av reaktor 1 och 2, varit förhållandevis låg, och var så även under 2018.

Under sommarens nätprovfisken med biologiska länkar i Hamnefjärden, i skärgården söder om Simpevarp och i Kvädöfjärden var abborre den vanligaste arten, med mört som den näst mest förekommande. I vårfisket i Hamnefjärden var abborre följt av björkna de mest fångade arterna. Merparten av de fångade abborrarna var två år gamla. I skärgården söder om Simpevarp förekom även en del ettåriga abborrar. Det var ovanligt få treåriga abborrar på alla tre lokalerna.

Fångsterna i sommarfisket med nätlänkar hade abborre följt av björkna som de vanligaste arterna, både i fisket söder om Simpevarp och på den inre lokalen i Kvädöfjärden. På den yttre lokalen i Kvädöfjärden var förhållandet det omvända mellan de två arterna.

Fisket med kustöversiktsnät utanför Hamnefjärdens mynning under april och maj hade, likt tidigare år, strömning som den absolut vanligaste arten. Anmärkningsvärt var att den invasiva arten svartmunnad smörbult nu var den näst mest förekommande arten i fisket.

I vårens ryssjeprovfisken i Hamnefjärden utgjorde ål en historiskt liten del av totalfångsten, vilken främst bestod av sarv, svartmunnad smörbult och abborre.

Förekomsten av årsyngel av abborre och mört var för undersökningsserien något lägre, respektive långt under långtidsmedelvärdena, för de två arterna i Hamnefjärden. Första årets längdtillväxt hos båda konstaterades ha varit god.

Journalföringen av yrkesfisket efter blankål norr om Simpevarp noterade de lägsta fångsterna sedan år 2000.

Dykinventeringar av algsamhällena på hårda bottenar uppvisade att tångens utbredning på de tre lokalerna i Simpevarp är fortsatt stor för området. I undersökningar av faunan på mjuka bottenar påträffades fler arter än föregående tre år på samtliga lokaler, samt även fler än långtidsgenomsnittet sedan 1962. Det noterades även att vitmärulan, *Monoporeia affinis*, uteblev helt i Simpevarp och förekom sparsamt i Kvädöfjärden.

Innehållsförteckning

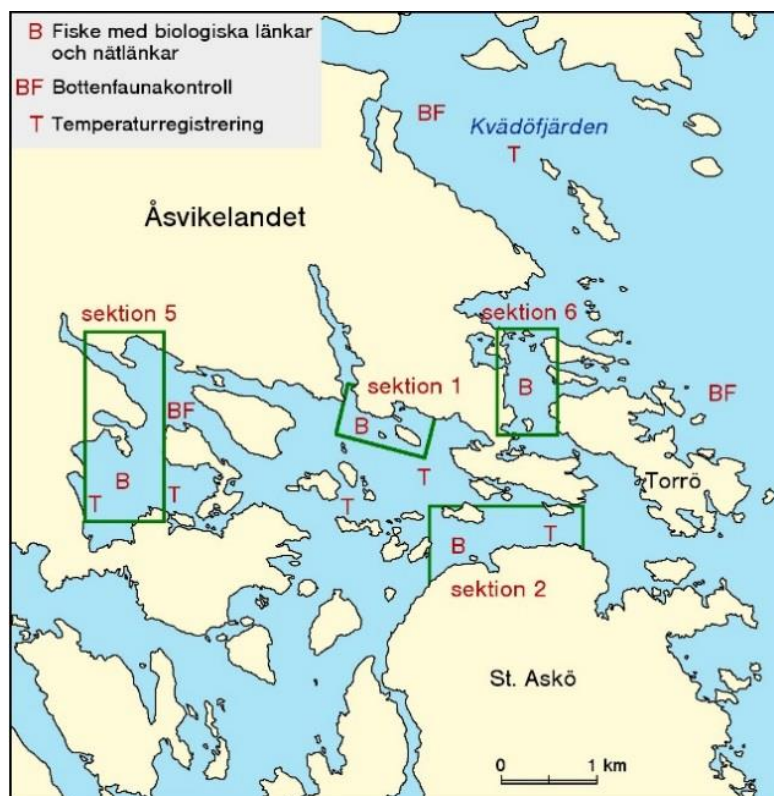
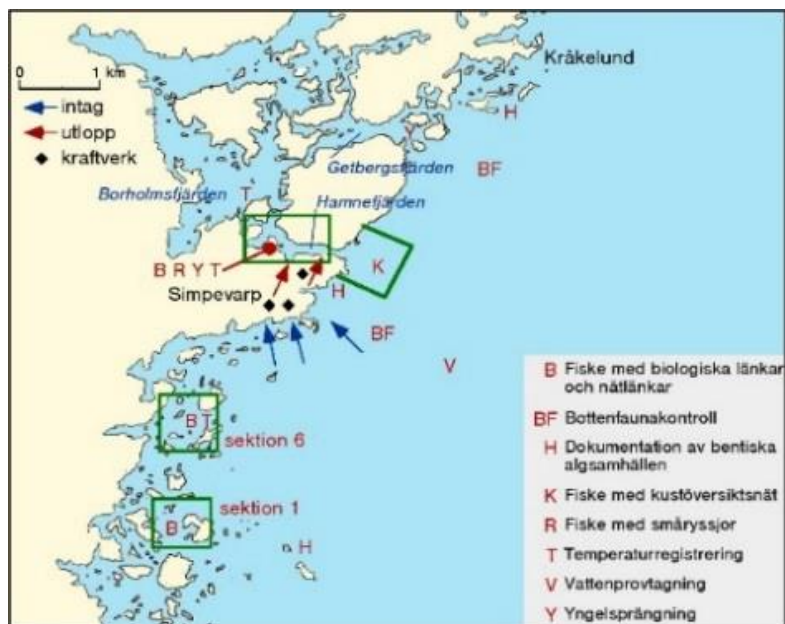
1	Inledning	1
	Kontrollprogram och metodik	3
1.1	Provfisken med biologiska länkar	3
1.2	Provfisken med nätlänkar	3
1.3	Provfisken med kustöversiktsnät	4
1.4	Provfisken med småryssjor	4
1.5	Ålders- och tillväxtanalyser	4
1.6	Sjukdomssymptom	4
1.7	Gonadutveckling och kondition hos stationär fisk	4
1.8	Täthet och tillväxt av årsyngel	5
1.9	Journalföring av yrkesfisket	5
1.10	Dödlighet i silstationer	5
1.11	Bottenfauna	5
1.12	Bentiska algsamhällen	6
1.13	Temperaturmätning i recipienten	7
1.14	Fysikalisk-kemisk vattenprovtagning	7
1.15	Rapportering	7
2	Resultat	8
2.1	Provfisken med Biologiska länkar	8
	2.1.1 Hamnefjärden	8
	2.1.2 Simpevarp och Kvädöfjärden	10
2.2	Provfisken med nätlänkar	12
2.3	Provfisken med kustöversiktsnät	13
2.4	Provfisken med småryssjor	16
2.5	Ålders- och tillväxtanalyser	17
2.6	Sjukdomssymptom	18
2.7	Gonadutveckling och kondition hos stationär fisk	19
2.8	Täthet och tillväxt av årsyngel	21
2.9	Journalföring av yrkesfisket	21
2.10	Dödlighet i silstationer	22
2.11	Bottenfauna	22
2.12	Bentiska algsamhällen	24
2.13	Kraftverkets drift och temperaturpåverkan	25
3	Diskussion	27
	Referenslista	29

1 Inledning

Det biologiska kontrollprogrammet för Oskarshamns kärnkraftverk syftar till att undersöka eventuella effekter på fisk och andra delar av havsmiljön av det omfattande utsläppet av uppvärmt kylvatten. Resultaten från flera av delundersökningarna i påverkansområdet, Simpevarp, jämförs med motsvarande från ett opåverkat referensområde av liknande karaktär, Kvädöfjärden, nära Valdemarsvik (Figur 1). Anlockning och skyende hos fisk har dokumenterats i recipienten och undersöks fortlöpande, liksom påverkan på fiskars tillväxthastighet. Effekter på alg- och bottenfaunasamhällen orsakade av kärnkraftverkets påverkan på vattenomsättning och tillförsel av uppvärmt kylvatten undersöks. Eventuell förekomst av nya arter förväntas täckas in i befintligt kontrollprogram.

Sedan 2011 ansvarar Institutionen för akvatiska resurser vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU Aqua) för kontrollen. Föreliggande årsrapport redovisar översiktligt kontrollverksamheten under 2018. Fördjupade analyser av kärnkraftverkets påverkan på ekosystem och fiske utförs med ungefär fem års intervall. Under 2016 utkom rapport för femårsperioden till och med 2014 (Andersson, J. m.fl., 2016) vilken kan hittas på webbsidan www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/aqua/extern-webb/sidan-publikationer/aqua-reports-xxxx_xx/femarsrapport-si-2014-aqua-report-2016-3.pdf

Under 2019 pågår en revision av kontrollprogrammet där vissa delar anpassas för att bättre motsvara den driftsituation som råder efter de senare årens förändringar av Oskarshamnsverket. Fysikalisk och kemisk vattenanalys samt övervakning av alg-samhällen på hårda bottnar ingår i den samordnade kustrecipientkontrollen för Kalmar län och genomförs av andra utförare än SLU. Resultaten från den samordnade kustrecipientkontrollen presenteras sedan 2001 på webbsidan www.kalmarlanskustvatten.org.



Figur 1. Karta över undersökningsområden i Simpevarp och i referensområdet Kvädöfjärden.

Kontrollprogram och metodik

Den biologiska kontrollen av vattenrecipienten vid Oskarshamnsverket utförs av SLU Aqua Kustlaboratoriet i Simpevarp enligt det biologiska recipientkontrollprogrammet som är beskrivet i Oskarshamnsverkets egenkontroll för yttre miljö, kapitel 6. (Andersson, K. 2016). Syftet är att följa konsekvenser av varmvattenutsläppet i havsmiljön. För mer detaljerade beskrivningar av programmet och metodik hänvisas till följande handböcker Thoresson, G. (1992), Thoresson, G. (1996a), Thoresson, G. (1996b), Ljunghager, F. (2015a) och Ljunghager, F. (2015b). Handböckerna kan hittas på webbsidan <https://www.slu.se/institutioner/akvatiska-resurser/miljoanalys/datainsamling/provfisken/provfiske-vid-kusten/provfiskemetodik-vid-kusten/>

1.1 Provfisken med biologiska länkar

Provfiske med biologiska länkar inom sektion 1 i Simpevarp, Berkeskär, och inom sektion 1 i Kvädöfjärden genomförs i augusti varje år. I Kvädöfjärden fiskas det även vid ett tillfälle under oktober inom sektion 2. Inom sektion 5 i Simpevarp, Hamnefjärden, genomförs ett fiske varannan vecka under perioden vecka 12–24 samt sex fisken koncentrerade till den senare delen av augusti.

1.2 Provfisken med nätlänkar

Sex fisken med nätlänkar genomförs under augusti inom sektion 6 i Simpevarp, Ekö, samt tre nätter vardera inom sektionerna 5 och 6 (inner- respektive ytterskärgård) i Kvädöfjärden. På grund av omfattande fångster 2018 fiskades sektion 6 i Simpevarp en natt mindre än planerat. För att underlätta jämförelser i rapporten så redovisas endast resultaten från de tre första nätternas fiske i Simpevarp. Fisket i Kvädöfjärden kombineras med ett fiske med Nordiska kustöversiktsnät inom ramen för den Nationella Miljöövervakningen i Sverige.

1.3 Provfisken med kustöversiktsnät

Sedan april år 2011 sker fisket med två stycken 2,5 meter djupa översiktnät vid åtta stationer utanför Hamnehålet i Simpevarp koncentrerat till sex fiskeinsatser under perioden april–maj.

1.4 Provfisken med småryssjor

Fiske med småryssjor genomförs under perioden mars–juni med vittjning minst två gånger per vecka för att övervaka förekomsten av, samt hälsotillstånd och kondition hos ål i Simpevarp, Hamnefjärden.

1.5 Ålders- och tillväxtanalyser

Tillväxt och ålder övervakas genom årliga undersökningar av cirka 300 abborrar fångade med nätlänkar inom sektion 6 i Simpevarp samt 200 abborrar och 200 mörtar fångade i augusti i Hamnefjärden.

Åldersanalys genomförs ej av mört från Hamnefjärden, men prover sparas för eventuella framtida behov. 300 abborrar (inga mörtar) från Kvädöfjärden undersöks som referens.

1.6 Sjukdomssymptom

För att följa eventuella förändringar i sjukdomsförekomst registreras yttre, lätt synliga sjukdomssymptom regelmässigt i alla provfiskefångster. Parasitologiska undersökningar utförs endast då det kan påkallas av observationer i fält eller av annan information. Under perioden våren och försommaren fångas cirka 200 ålar i Hamnefjärden för kontroll av förekomst av ålparasiten *Anguillicola*. Med anledning av att få ålar fångades i ålryssjorna under 2018 kontrollerades endast 92 individer.

1.7 Gonadutveckling och kondition hos stationär fisk

I samband med provtagning för ålders- och tillväxtanalys (se avsnitt 2.7) görs en okulär besiktning av mört och abborre för kontroll av störningar av gonadutvecklingen. Referensmaterial från abborre och mört insamlas från Kvädöfjärden under oktober. I rapporten redovisas även jämförelser med referensmaterial från augustifiske i Kvädöfjärden. Kontroll av ål sker endast om det påkallas av nya observationer. Syftet är att följa eventuella effekter på fiskbeståndets fortplantningsförmåga.

I rapporten redovisas eventuella missbildningar på 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. En fisk med ett K-värde över 1,0 anses ha god kondition.

1.8 Täthet och tillväxt av årsyngel

Täthet av årsyngel uppskattas med hjälp av undervattensdetonationer på tio stationer i Hamnefjärden. Detta sker vid två skilda tillfällen vid första tillväxtsåsongens 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 referensområdet Getbergsfjärden.

Provtagningen 2018 utfördes i ordinarie omfattning men i Getbergsfjärden fångades inga årsyngel av mört så medellängden av dessa kunde följaktligen inte beräknas.

1.9 Journalföring av yrkesfisket

I ett delområde i Simpevarps närhet samt i två delområden i Kvädöfjärden journalför dagligen fiskare sin fångst och rapporterar in denna till SLU. Fångst med ålflytgarn och ålbottengarn redovisas specifikt.

1.10 Dödlighet i silstationer

Rensmaterial från silstationen i O3 samlas upp i renskorgar och återförs till havet. Korgarna töms med hjälp av hjullastare i yttersta delen av Hamnefjärden ungefär en gång per vecka. En del uppfångade fiskar, framförallt ål och flundra, överlever tack vare denna hantering.

För kylvattenintaget till O3 gäller att driftpersonalen rapporterar uppenbara avvikelser från normalsituationen gällande förekomst av fisk till Gemensam miljö, vilka i sin tur ombesörjer att SLU erhåller rapport om eventuella avvikelser.

1.11 Bottenfauna

För att följa bottenfaunans art- och individrikedom samt bestämma biomassan görs undersökningar med bottenhuggare (van Veen) varje vår. Provtagningen sker enligt Naturvårdsverkets riktlinjer (BIN B R06) och utförs under våren på två stationer i

havsområdet belägna öster om Ävrö vid Simpevarp och på tre stationer i Kvädöfjärden.

1.12 Bentiska algsamhällen

Den bentiska, fastsittande, bottenfloras 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, samt vid ön Stora Rönnen cirka 4 km söder om Simpevarpshalvön.

Provtagningen samordnas med den samordnade kustrecipientkontrollen i Kalmar län.



Ålbottengarn. Foto: Anna Lingman, SLU Aqua.

1.13 Temperaturmätning i recipienten

Vattentemperaturen registreras vid alla provfisken.

Dagliga uppgifter om vattentemperaturen samlas in genom automatiskt registrerande instrument i Hamnefjärden, Borholmsfjärden och Eköfjärden vid Simpevarp samt från en station i Kvädöfjärden.

I Kvädöfjärden görs 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 temperatur och siktdjup på varje meter från yta till botten, en gång per vecka under perioden april–november.

1.14 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, TOC, tot-N, nitrit-N, nitrat-N, ammonium-N, tot-P, fosfat-P, silikat-Si, svavelväte H₂S) registreras vid ytan och botten. Metodiken samordnas med kustrecipientkontrollen i Kalmar län. Resultaten redovisas vart femte år i den mer djupgående rapporten.

1.15 Rapportering

SLU sammanställer på uppdrag av OKG AB resultaten från den biologiska recipientkontrollen. Rapporten ska vara OKG tillhanda senast den 20 mars. Avdelningen Gemensam miljö (GM) 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 sista större rapporten skrevs 2016 (Andersson m.fl. 2016).

2 Resultat

Vid analys och redovisning av resultat används endast data från fisken vilka bedömts ostörda från till exempel säl, drivande alger, maneter med mera.

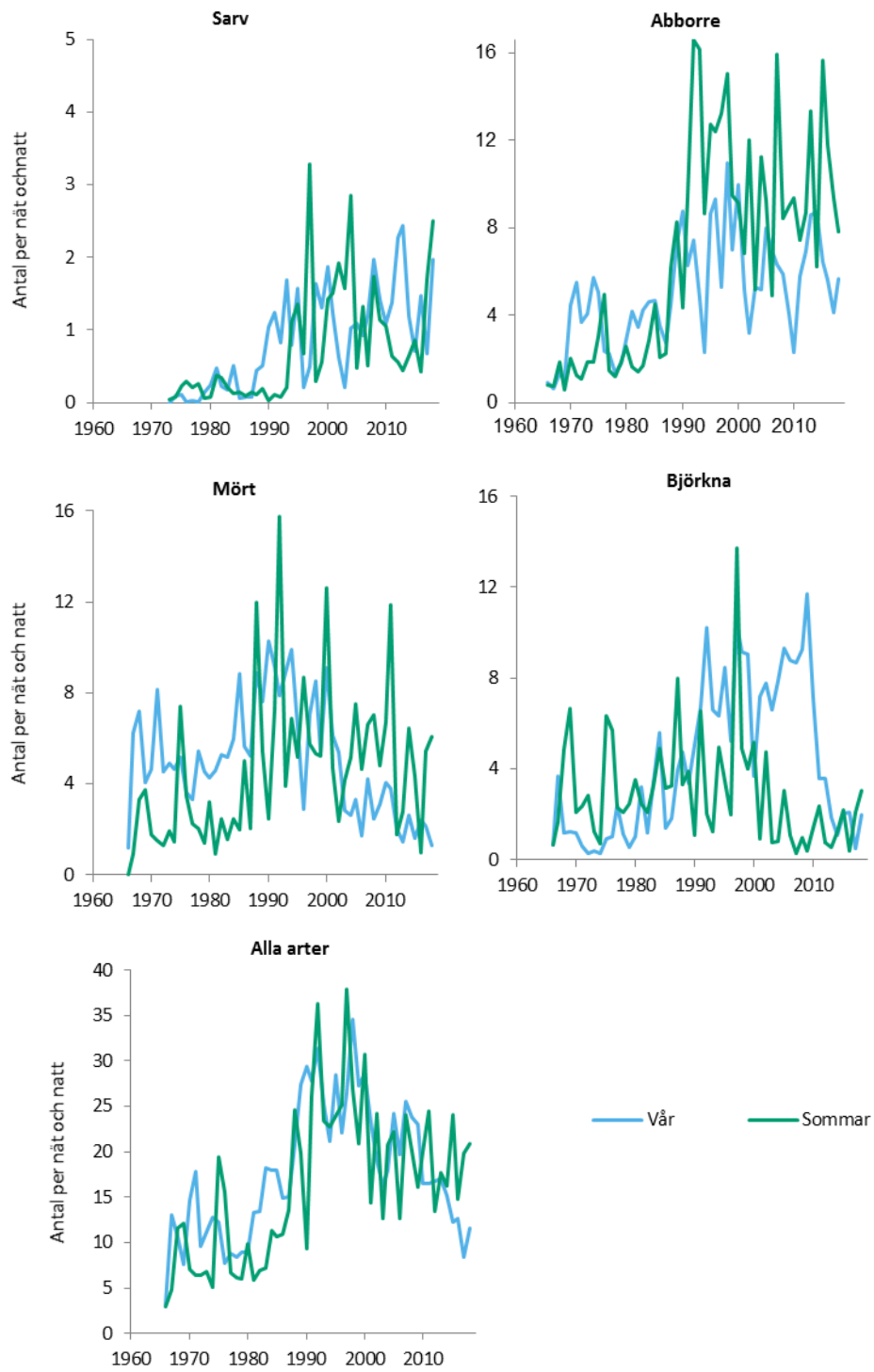
2.1 Provfisken med Biologiska länkar

2.1.1 Hamnefjärden

Under 2018 fångades 12 arter i vårfisket och 9 arter i sommarfisket (Tabell 1). Den vanligast förekommande arten i både vår- och sommarfisket var abborre (5,7, respektive 7,8 abborrar per nät och natt). Björkna och sarv var de näst vanligaste arterna i fångsten under våren med respektive 2,0 st. per nät och natt. På sommaren fångades 3,0 st. björkna per nät och natt samt 2,5 st. sarv per nät och natt, men då var mört den näst vanligaste arten (6,1 st. per nät och natt). Under sommarfisket fångades det största antalet sarv (2,5) sedan 2004 (Figur 2).

Tabell 1. Totalantal och fångst per nät och natt av alla förekommande arter 2018 vid provfiske med biologiska länkar under vår och sommar i Hamnefjärden.

Art	Hamnefjärden vår		Hamnefjärden sommar	
	Antal	Antal per nät och natt	Antal	Antal per nät och natt
Abborre	452	5,7	539	7,8
Björkna	158	2,0	210	3,0
Gärs	18	0,2	1	0,0
Gädda	12	0,2	2	0,0
Id	2	0,0	5	0,1
Mört	104	1,3	419	6,1
Sarv	157	2,0	172	2,5
Skrubbskädda	1	0,0		
Storspigg	2	0,0		
Sutare	9	0,1	91	1,3
Svartmunnad smörbult	7	0,1		
Vimma	5	0,1	2	0,0
Totalt	927	11,6	1441	20,9
Antal arter		12		9



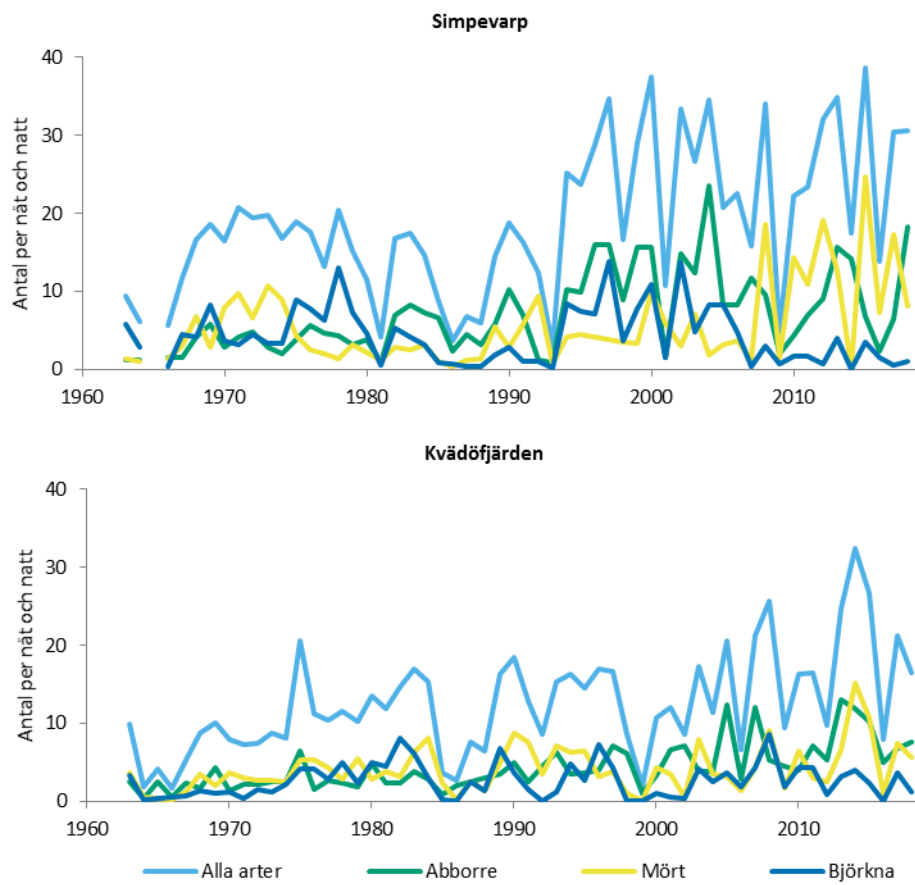
Figur 2. Fångster av alla arter totalt och dominerande arter (antal individer per nät och natt) i provfiske med biologiska länkar i Hamnefjärden åren 1966–2018 (sarv 1973–2018).

2.1.2 Simpevarp och Kvädöfjärden

I de biologiska länkarna i sektion 1 fångades i Berkeskär, Simpevarp, 9 arter och i Kvädöfjärden 10 arter. Den mest fångade arten i båda områdena var abborre följt av mört (Tabell 2). Totalt fångades 30,5 fiskar per nät och natt i Berkeskär och 16,4 fiskar per nät och natt i Kvädöfjärden. Utvecklingen över tid för totalfångst och fångst av abborre, mört och björkna ses i figur 3.

Tabell 2. Totalantal och antal per nät och natt av alla förekommande arter 2018 vid provfiske med biologiska länkar i augusti i Berkeskär och Kvädöfjärden.

Art	Simpevarp Berkeskär		Kvädöfjärden	
	Antal	Antal per nät och natt	Antal	Antal per nät och natt
Abborre	347	18,3	137	7,6
Mört	155	8,2	102	5,7
Gärs	32	1,7	5	0,3
Björkna	19	1,0	21	1,2
Skrubbskädda	11	0,6	8	0,4
Strömming	11	0,6	1	0,1
Sarv	2	0,1		
Sik	2	0,1	1	0,1
Svartmunnad smörbult	1	0,1		
Gös			11	0,6
Nors			6	0,3
Vimma			4	0,2
Totalt	580	30,5	296	16,4
Antal arter		9		10



Figur 3. Fångster av alla arter totalt och dominerande arter (antal individer per nät och natt) i provfiske med biologiska länkar sektion 1 i Simpevarp och Kvädöfjärden åren 1963-2018.

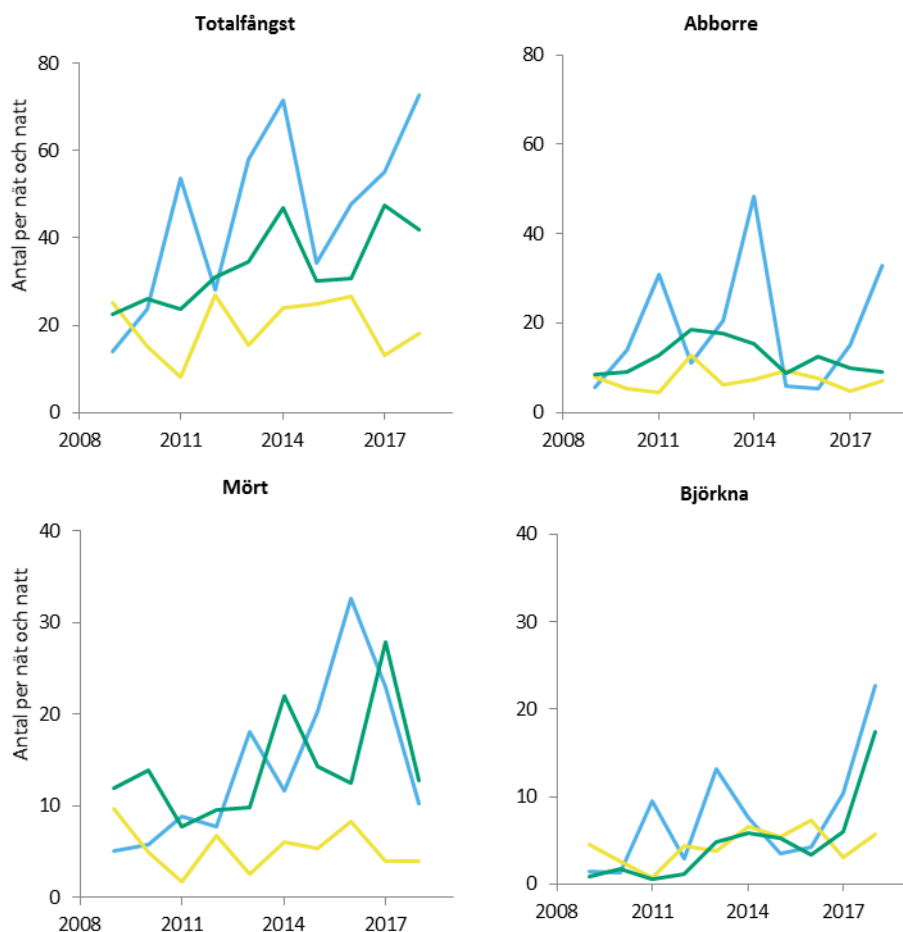
2.2 Provfisken med nätlänkar

Under tre fiskenätter med nätlänkar i augusti vid Ekö i skärgården söder om Simpevarp, fångades 14 arter (Tabell 3). Motsvarande fiske i två delområden i Kvädöfjärden, inre fjärden samt yttre fjärden, resulterade i 10 respektive 16 arter. Abborre var vanligast i fångsten både vid Simpevarp och i inre Kvädöfjärden. Björkna var den vanligaste fisken i yttre Kvädöfjärden och näst vanligast i fångsten i de andra områdena. Abborrens, björknans, mörtens samt totalfångstens utveckling i alla tre områdena över den senaste tioårsperioden ses i figur 4.

För första gången fångades den invasiva arten svartmunnad smörbult i fisket med nätlänkar vid Simpevarp, men den har fortfarande inte fångats i motsvarande fiske i Kvädöfjärden.

Tabell 3. Antal fångade fiskar, samt fångst per nät och natt, av alla förekommande arter vid provfiske under tre nätter 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	Antal per nät och natt	Antal	Antal per nät och natt	Antal	Antal per nät och natt
Abborre	2379	33,04	506	7,03	657	9,13
Björkna	1634	22,69	406	5,64	1258	17,47
Mört	739	10,26	281	3,90	920	12,78
Sarv	262	3,64			34	0,47
Gärs	159	2,21	5	0,07	29	0,40
Skrubbskädda	29	0,40	2	0,03	45	0,63
Storspigg	8	0,11	1	0,01	29	0,40
Strömming	4	0,06			33	0,46
Id	4	0,06				
Vimma	3	0,04			3	0,04
Gädda	2	0,03	2	0,03		
Sutare	1	0,01	2	0,03		
Löja	1	0,01			1	0,01
Svartmunnad smörbult	1	0,01				
Gös			87	1,21	1	0,01
Braxen			15	0,21	2	0,03
Sik					4	0,06
Nors					1	0,01
Piggvar					1	0,01
Tånglake					1	0,01
Totalt	5226	72,58	1307	18,15	3019	41,93
Antal arter		14		10		16

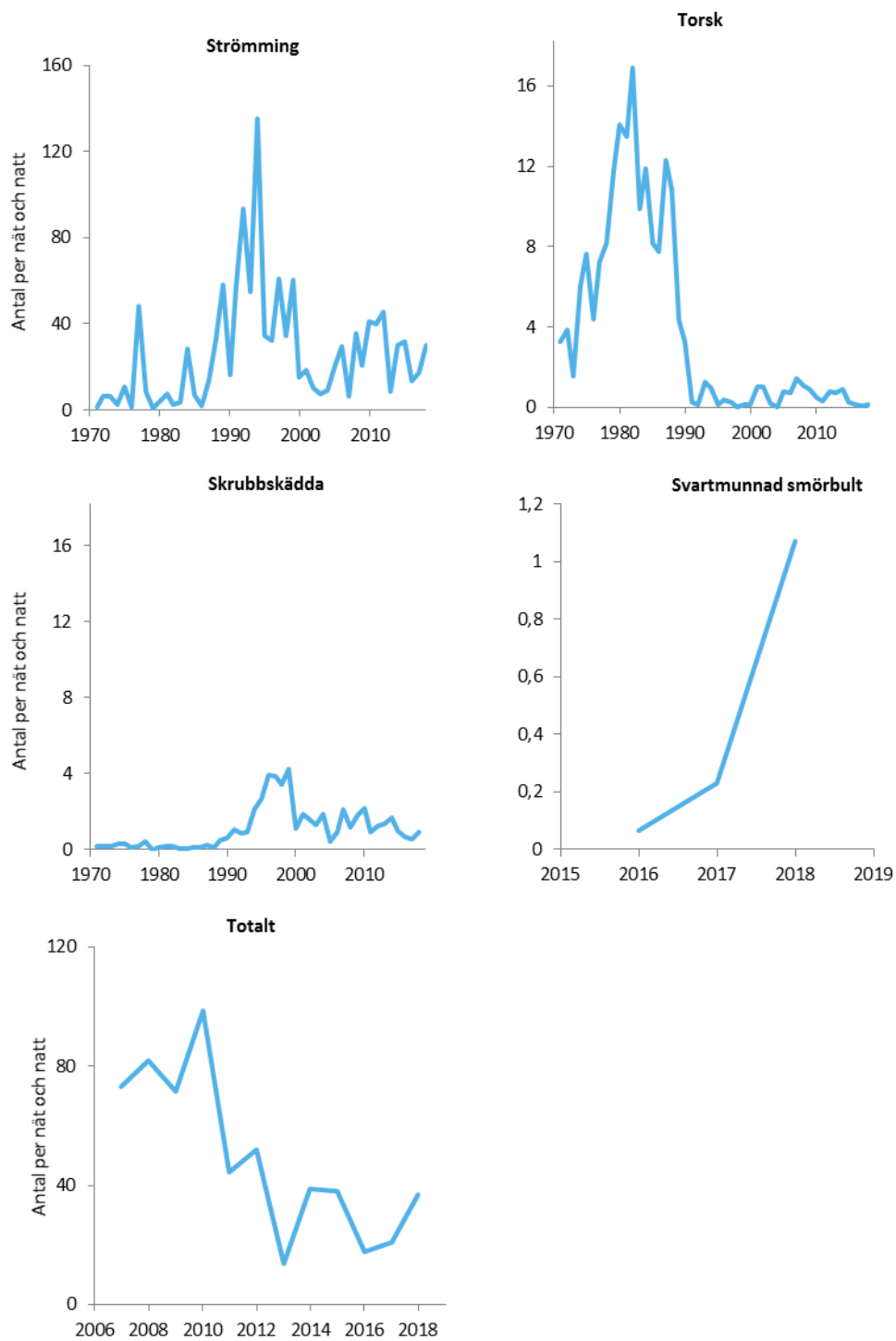


Figur 4. Fångst av all arter (totalfångst), abborre, mört och björkna i provfiske med nätlänkar under tre nätter i augusti Simpevarp Ekö och i två lokaler i Kvädöfjärden 2009–2018.

2.3 Provfisken med kustöversiktsnät

Fångsterna 2018 dominerades som tidigare starkt av strömming, vilken utgjorde drygt 80 procent av det totala antalet individer i fisket (29,1 st per nät och natt). Den invasiva arten svartmunnad smörbult var den näst vanligaste arten. Ett fåtal individer av den fångades för första gången i provfisket 2016 och 2018 var den totala fångsten 2018 uppe i över 100 individer.

Efter en period med stora fångster av torsk under främst tidigt 1980-tal har fångsterna därefter legat på låga nivåer under de senaste årtiondena (Figur 5, Tabell 4). Under 2018 års fiske var fångsten av torsk fortsatt liten. Även skrubbskädda förekom i förhållandevis låga tätheter (Figur 5). Antalet arter 2018 var totalt 20 (Tabell 4).



Figur 5. Fångst av strömming, torsk, skrubbskädda (1971-2018), svartmunnad smörbult (2015-2018) och alla arter totalt (2007-2018) uttryckt som antal per nät och natt i fisket med kustöversiktnät.

Tabell 4 *Totalantal och antal per nät och natt av samliga fångade arter i fisket med kustöversiktsnät 2018.*

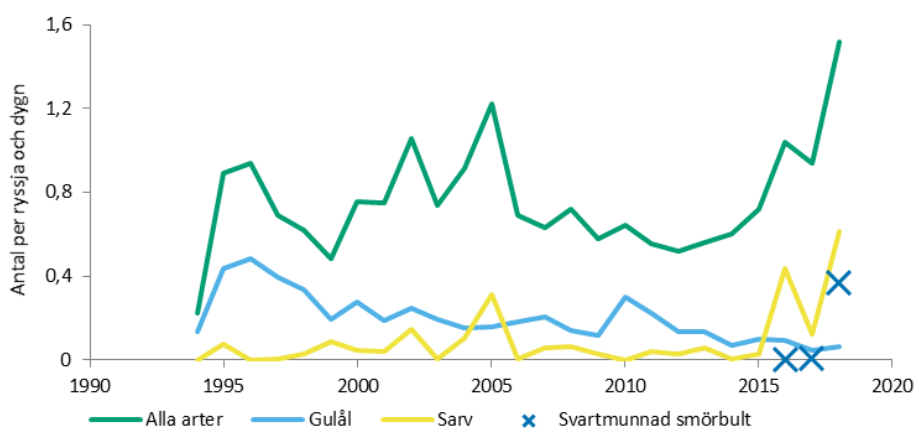
Art	Totalantal 2018	Antal/nät*natt 2018
Strömming	2795	29,11
Svartmunnad smörbult	108	1,13
Abborre	99	1,03
Skrubbskädda	89	0,93
Rötsimpa	78	0,81
Mört	71	0,74
Gärs	65	0,68
Oxsimpa	28	0,29
Tånglake	26	0,27
Torsk	15	0,16
Sik	14	0,15
Storspigg	11	0,11
Vimma	10	0,10
Piggvar	9	0,09
Björkna	4	0,04
Blankål	1	0,01
Nors	1	0,01
Svart smörbult	1	0,01
Tobiskung	1	0,01
Tångspigg	1	0,01
Totalt	3427	35,7
Artantal		20

2.4 Provfisken med småryssjor

Under vårens fiske med småryssjor i Hamnefjärden, Simpevarp, fångades 19 fiskarter samt 2 arter av räka (Tabell 5). Sarv var vanligast i fångsten och det fångades mer än dubbelt så många sarvar som abborrar. Näst vanligast var den invasiva arten svartmunnad smörbult som ökat markant i antal sedan 2016 då den upptäcktes i området. Det fångades endast 0,06 gulålar per ryssja och dygn. Gulål har aldrig utgjort en så liten del av totalfångsten som i 2018 års fiske (Figur 6).

Tabell 5. Antal fångade fiskar och räkor, samt fångst per ryssja och dygn av alla förekommande fisk- och räkararter vid provfiske med småryssjor under våren i Hamnefjärden, Simpevarp.

Art	Antal	Antal per ryssja och dygn
Sarv	1095	0,62
Svartmunnad smörbult	659	0,37
Abborre	483	0,27
Tångräka	126	0,07
Gulål	110	0,06
Storspigg	86	0,05
Sutare	77	0,04
Björkna	50	0,03
Blankål	33	0,02
Skrubbskädda	30	0,02
Mört	19	0,01
Gädda	17	0,01
Gärs	13	0,01
Svart smörbult	12	0,01
Tånglake	9	0,01
Sandräka	5	0,00
Löja	3	0,00
Strömning	3	0,00
Id	2	0,00
Mindre havsnål	2	0,00
Tångspigg	1	0,00
Totalt	2835	1,59
Antal arter		21

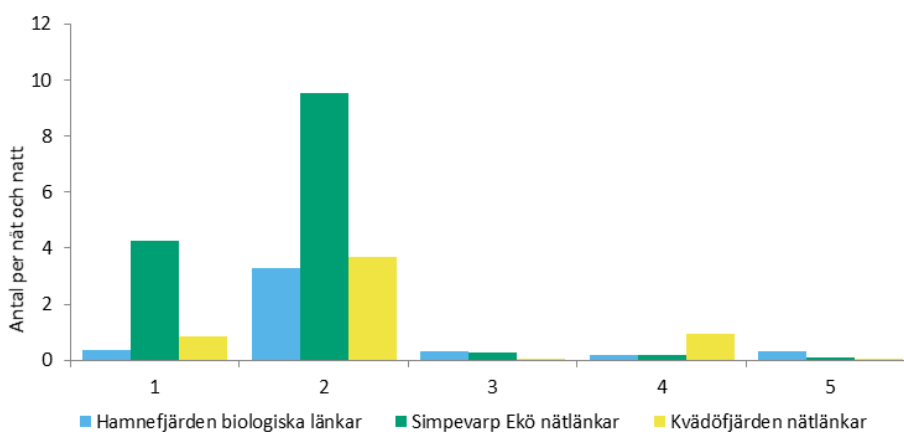


Figur 6. Totalfångst av alla fiskarter samt fångst av gulål, sarv och svartmunnad smörbult i provfiske med ålyssjor under våren i Hamnefjärden, Simpevarp, 1994–2018. Svartmunnad smörbult är en invasiv art som upptäcktes i området först 2016.

2.5 Ålders- och tillväxtanalyser

Merparten av de fångade abborrarna i sommarfisket med biologiska länkar och nätlänkar i Simpevarp och Kvädöfjärden var två år gamla (Figur 7). I Ekö, skärgården söder om Simpevarp, förekom även en del ettåriga abborrar. Det var ovanligt få treåriga abborrar på alla tre lokalerna. Denna kull, födda 2015, har varit svagt representerad både som ett- och tvååringar i föregående års provfisken.

Medellängden för de vanligaste åldrarna var något större i Hamnefjärden och Simpevarps skärgård än i Kvädöfjärden (Tabell 6).



Figur 7. Åldersfördelning hos abborre i Hamnefjärden, Ekö och i Kvädöfjärden 2018. Antal per nät och natt från fiske med biologiska länkar, i Hamnefjärden och med nätlänkar, i Ekö respektive Kvädöfjärden.

Tabell 6. *Medellängd i cm hos 1 till 5 år gamla abborrar i Hamnefjärden, Ekö och i Kvädöfjärden 2018.*

Ålder	Hamnefjärden biologiska länkar	Simpevarp nätlänkar	Kvädöfjärden nätlänkar
1	17,4	16,0	14,8
2	22,2	21,6	19,4
3	26,9	25,3	25,7
4	31,5	28,3	25,8
5	34,0	34,1	28,1

2.6 Sjukdomssymptom

De vanligaste yttre sjukdomssymptomen bland fiskarna fångade i 2018 års provfisken var hudsår, fenröta samt defekta gällock och fenor (Tabell 7). Flest sjuka fiskar påträffades i recipientområdet där 0,2 procent av fiskarna visade symptom. I referensområdena var prevalensen, andelen fiskar med sjukdomssymptom, 0,1 procent. Hudsår upptäcktes hos abborre, björkna, mört och sutare. Fenröta och defekta fenor fanns också hos flera olika arter medan defekta gällock nästan uteslutande förekom hos abborrar.

Tabell 7. *Andel fiskar med yttre sjukdomssymptom (procent) i recipient (Hamnefjärden och Hamnehålet), närreferens (Ekö och Berkeskär i skärgården söder om Simpevarp) och fjärreferens (Kvädöfjärden).*

Symptom, prevalens (%)	Recipient	Närreferens	Fjärreferens
Hudsår	0,05	0,03	0,01
Gällock defekt	0,03	0,05	
Fena defekt	0,03		0,01
Fenröta/fenerosion	0,03		
Ryggradsförkortning	0,01		0,01
Ögonskada	0,01		
Lymfocystis	0,01		
Skelettdefekt	0,01		
Ryggkrökning		0,01	
Mopsskalle		0,01	
Totalt antal fiskar med symptom	17	8	3
Totalfångst	8704	7865	9022
Prevalens (%), alla symptom	0,20	0,10	0,03

Av 92 provtagna gulålar från fisket med småryssjor i Hamnefjärden hade 43 individer ålparasiten *Anguillicola*, det motsvarar en prevalens på 47 procent (Tabell 8). Över de senaste tio åren har i genomsnitt varannan ål varit infekterad. Som mest hittades 12 parasiter i en och samma ål 2018 och de infekterade ålarna som undersöktes hade i genomsnitt 3 parasiter var, att jämföra med medelvärdet för 2007–2018 på närmare 5 parasiter per infekterad ål.

Tabell 8. Prevalens (%) och intensitet av ålparasiten *Anguillicola* hos gulål i Hamnefjärden, Simpevarp, 2018 och medelvärden 2007–2018. Intensitet är beräknat som antalet parasiter per infekterad gulål.

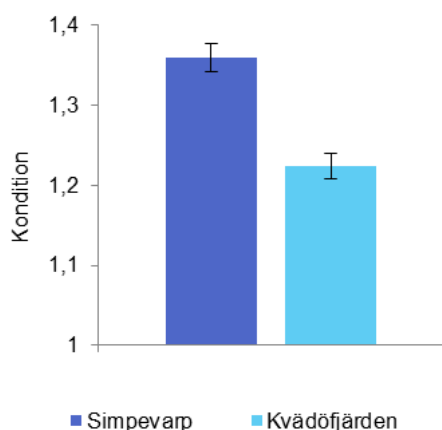
	2018	2007-2018
Prevalens (%)	47	52
Intensitet	3,0	4,7

2.7 Gonadutveckling och kondition hos stationär fisk

Abborrhonor som fångades för provtagning vid Ekö i skärgården söder om Simpevarp hade ett medelvärde av konditionsindex på 1,4 och motsvarande siffra för de honor som fångades i Kvädöfjärden i augusti var 1,2 (Figur 9). Både för abborre och mört, oavsett fiskeperiod, var konditionsindex 2018 mycket likt medelvärden för perioden 2007–2018 (Tabell 9). Konditionen bedöms som god i samtliga fall med undantag för mörthonorna i Kvädöfjärden vars konditionsindex i genomsnitt (0,9) var strax under gränsvärdet (1,0) som indikerar god kondition.

Tabell 9. Kondition (medelvärde av Fultons index) för abborr- och mörthonor i Simpevarp och Kvädöfjärden under olika provfisken 2018 och medelvärde för perioden 2007–2018.

Art	Simpevarp		Kvädöfjärden		Simpevarp		Kvädöfjärden	
	Ekö		augusti		Hamnefjärden		oktober	
	2018	2007–2018	2018	2007–2018	2018	2007–2018	2018	2007–2018
Abborre	1,4	1,3	1,2	1,1	1,3	1,2	1,1	1,1
Mört	-	-	-	-	1,0	1,0	0,9	0,9



Figur 9. Kondition (medelvärde av Fultons index) för abborrhonor vid Ekö i skärgården söder om Simpevarp och Kvädöfjärden augusti 2018 fångade i nätlänkar. Felstaplar markerar konfidensintervall (95 % CI).

Av de abborrhonor som fångades för provtagning i Hamnefjärden 2018 hade 94 honor gonadstatus ”könsorgan ej utvecklade” och 104 hade ”könsorgan under tillväxt”. Abborrarna med könsorgan under tillväxt hade ett gonadsomatiskt index (GSI) som tangerade medelvärdet för perioden 2007–2018 (0,9) (Tabell 10). I Kvädöfjärden fångades 14 abborrar med utvecklade könsorgan och endast en abborre med könsorgan under tillväxt; med anledning av detta redovisas inte GSI för 2018.

Det fångades 1 mört i Hamnefjärden och 8 i Kvädöfjärden med utvecklade könsorgan. I medeltal hade de 191 mörtarna i Hamnefjärden med könsorgan under tillväxt ett GSI på 2,8 vilket kan jämföras med ett långtidsmedelvärde på 3,2. De 52 mörtarna i Kvädöfjärden med motsvarande gonadstatus hade ett GSI på 8,9 och ett långtidsmedelvärde på 8,4. Det fångades inga abborrar eller mörtar till provtagning 2018 i vare sig Hamnefjärden eller Kvädöfjärden som hade gonadstatus ”lekmogen” eller ”utlekt”.

Tabell 10. Medelvärden av gonadsomatiskt index (GSI) för abborre och mört med könsorgan under tillväxt i Hamnefjärden, Simpevarp, augusti 2018 och Kvädöfjärden oktober 2018 och medelvärden för perioden 2007–2018 (medelvärde för mört i Kvädöfjärden saknar data för 2011 och 2012).

Art	Simpevarp		Kvädöfjärden	
	2018	2007-2018	2018	2007-2018
Abborre	0,9	0,9	-	5,9
Mört	2,8	3,2	8,9	8,4

Endast 1 av 199 provtagna abborrhonor i Hamnefjärden 2018 hade missbildade gonader vilket motsvarar 0,5 procent och kan jämföras med medelvärdet för 2007–

2018 på 1,6 procent (Tabell 11). Av mörthonorna i Hamnefjärden hade 8 av 200, 4 procent, missbildade gonader och medelvärdet för hela perioden var 1,1 procent. Missbildade gonader har aldrig påträffats bland provtagna abborrhonor i Kvädöfjärden under perioden 2007–2018 och med endast ett undantag, 2007, så har inte heller missbildningar påträffats bland provtagna mörthonor i Kvädöfjärden.

Tabell 11. *Andel abborr- och mörthonor med missbildade gonader (procent) i Hamnefjärden, Simpevarp, augusti 2018 och Kvädöfjärden oktober 2018 och medelvärden för perioden 2007–2018 (medelvärde för mört i Kvädöfjärden saknar data för 2011 och 2012).*

Art	Simpevarp		Kvädöfjärden	
	2018	2007-2018	2018	2007-2018
Abborre	0,5	1,6	0,0	0,0
Mört	4,0	1,1	0,0	0,1

2.8 Täthet och tillväxt av årsyngel

I Hamnefjärden fångades i medeltal nära 27 årsyngel av abborre per skott (Tabell 12). Detta är något under medelvärdet sedan 1983, vilket är 28 yngel per skott. Längden hos abborrynglen från Hamnefjärden var 82,2 mm och 80,0 mm i Getbergsfjärden vilket överträffar långtidsmedelvärdena på 72,5 mm respektive 63,6 mm.

Årsyngel av mört påträffades endast i Hamnefjärden. Här fångades nära tretton yngel per skott vilket är långt under medelvärdet i en mycket varierande långtidsserie. Nämnas bör att det under de fyra föregående åren fångats noll eller nära noll årsyngel av mört i Hamnefjärden. Den genomsnittliga längden hos mörtynghen i Hamnefjärden 2018 var cirka 75 mm, vilket var ovanligt långt.

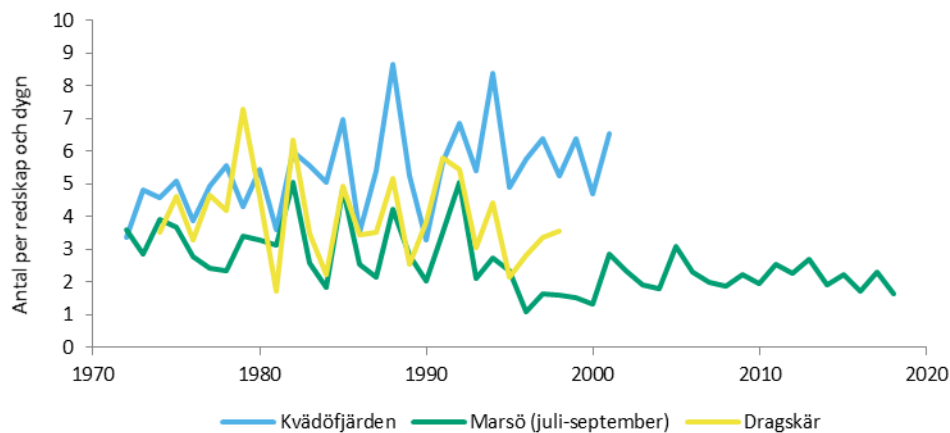
Tabell 12. *Antal årsyngel per skott av och medellängd hos abborre och mört i Hamnefjärden 2018.*

Art	Hamnefjärden		Getbergsfjärden
	Antal per skott	Medellängd (mm)	Medellängd (mm)
Abborre	26,6	82,2	80,0
Mört	12,8	74,7	-

2.9 Journalföring av yrkesfisket

Fångstens mellanårsvariationer uppvisade relativt tydliga likheter mellan områdena Dragskär, Marsö och Kvädöfjärden, så länge fisket pågick parallellt i dessa områden (Figur 10). Däremot är fångsttrenden negativ vid Marsö (Andersson m.fl., 2016), en utveckling som har fortsatt under de två senaste åren. År 2018 fångades i genomsnitt

1,6 blankålar per redskap och dygn, vilket är det lägsta noterade värdet sedan år 2000.



Figur 10. Fångster av blankål med ålflytgarn i områdena Kvädöfjärden 1972–1999, Marsö 1972–2018 och i Dragskär 1972–1998 (antal individer per redskap och dygn).

2.10 Dödlighet i silstationer

Inga uppgifter gällande dödlighet av fisk som avviker från det normala har inkommit från silstationen för O3 under 2018.

2.11 Bottenfauna

Vid provtagningen på grunda bottnar (17–20 m) i Simpevarp 2018 hade blåmussla (*Mytilus edulis*) den högsta abundansen (Tabell 13). Vitmärla, *Monoporeia affinis*, uteblev i provtagningen 2018 medan den tidigare har förekommit i samtliga undersökningar sedan 2002 och i de flesta undersökningar sedan 1976. På grunda bottnar i Kvädöfjärden 2018 dominerade blåmussla, östersjömussla och havsborstmasken *Marenzelleria*, vilket även har varit det typiska fallet under det senaste årtiondet.

På de djupare bottnarna (22–24 m) dominerades den insamlade mjukbottenfaunan i Simpevarp 2018 av havsborstmasken *Pygospio elegans* (Tabell 13). I Kvädöfjärden på motsvarande djup dominerades den undersökta mjukbottenfaunan, avseende abundans, av östersjömussla, följd av fjädermygglarver (Chironomidae) och havsborstmasken *Marenzelleria*. Dessa tre grupper har varit vanliga i provtagningen även under de föregående tre åren. Tre pungräkor av släktet *Praunus* registrerades 2018, vilket var första gången någonsin för denna lokal.

Det förekom 12–18 arter per undersökt lokal (Tabell 13). Det totala antalet individer per m² (Tabell 13) var 455-1759 beroende på lokal. Mer information anges i den senaste femårsrapporten (Andersson, J. m.fl., 2016), där även en mer omfattande analys av kontrollprogrammets mjukbottenfaunadata görs.

Tabell 13. Mjukbottenfauna i Simpevarp och Kvädöfjärden 2018.

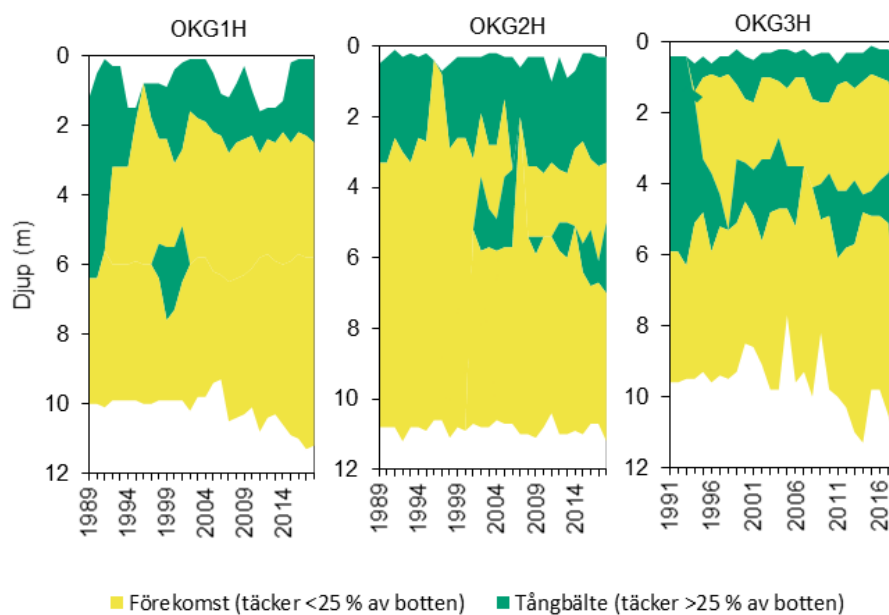
Art	Simpe- varp, 17– 20 m djup	Kvädöfjär- den, 17–20 m djup	Simpe- varp, 22–24 m djup	Kvädöfjär- den, 22–24 m djup
<i>Mytilus edulis</i>	357	632	1	
<i>Limecola balthica</i>	189	211	29	347
<i>Pygospio elegans</i>	94	19	185	
<i>Peringia ulvae</i>	73	39		
<i>Hediste diversicolor</i>	25	13	12	1
<i>Marenzelleria spp</i>	23	104	8	23
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	3	6		
<i>Corophium volutator</i>	3		2	
<i>Saduria entomon</i>	2	3	1	2
<i>Gammarus sp.</i>	2	1		
<i>Crangon crangon</i>	2			
<i>Jaera albifrons</i>	1	8		
<i>Halicryptus spinulosus</i>	1	6	1	2
<i>Mya arenaria</i>	1		12	
<i>Idotea chelipes</i>	1			
Oligochaeta		42	3	14
<i>Monoporeia affinis</i>		21		1
Chironomidae		15		57
<i>Bylgides sarsi</i>		2		
<i>Praunus sp.</i>		2		3
<i>Cerastoderma glaucum</i>		1		1
<i>Radix balthica</i>		1		
<i>Potamopyrgus anti- podarum</i>			36	21
<i>Neomysis integer</i>			1	
<i>Ecrobia ventrosa</i>				6
Totalantal/m ²	1214	1759	455	747
Artantal	15	18	12	12

2.12 Bentiska algsamhällen

Tångens utbredning på de tre lokalerna i Simpevarp är fortsatt stor för området. I både OKG2H och 3H uppmättes den största djuputbredningen av tång under mätperioden (11,2 respektive 11,3 m) och i OKG1H den nästa största (11,2 m) (Figur 11).

I relation till den senaste 15-årsperioden uppmättes en hög täckningsgrad av >25-procentig täckning i samtliga områden 2018.

Totalt dokumenterades 15 arter av alger varav de flesta (8) var rödalger (tabell 14). Två arter av tång påträffades. Den totala täckningsgraden var nära 100 procent i samtliga bälten.



Figur 11. Tångens djuputbredning vid stationer utanför Simpevarp 1989–2018 (1991–2018 för OKG3H).

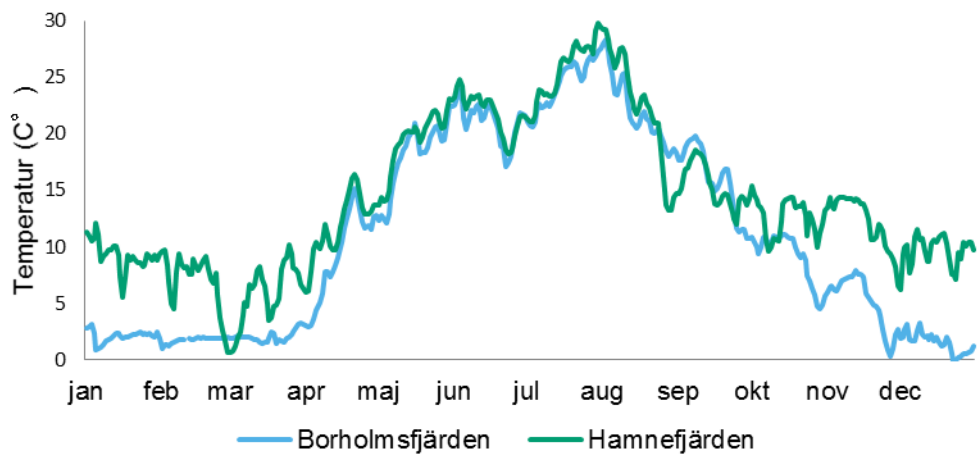
Tabell 14 Täckningsgrad av alger i grön-, brun- och rödalgsbältet. (*Pylaiella littoralis* och *Ectocarpus siliculosus* är sammanslagna då de är svåra att skilja åt i fält.)

Art	Grönalgsbältet	Brunalgsbältet	Rödalgsbältet
<i>Rivularia</i> sp.	3,4	0,1	
<i>Furcellaria lumbricalis</i>		0,1	45,7
<i>Phyllophora</i> sp.			0,8
<i>Ceramium tenuicorne</i>	1,2	1,5	29,6
<i>Polysiphonia fucoides</i>			2,7
<i>Polysiphonia fibrillosa</i>		0,1	0,9
<i>Rhodomela confervoides</i>		0,1	0,2
<i>Rhodocorton</i> sp.		0,9	
Totalt rödalger	1,2	2,6	79,8
<i>Pylaiella littoralis</i> och <i>Ectocarpus siliculosus</i>	0,6	5,2	7,4
<i>Elachista lubrica</i>		1,6	
Totalt fintrådiga bruna alger	0,6	6,8	7,4
<i>Fucus serratus</i>			1,3
<i>Fucus vesiculosus</i>	0,4	93,6	12,2
Totalt tång	0,4	93,6	13,6
<i>Enteromorpha</i> sp.	1,8		
<i>Cladophora glomerata</i>	87,8	3,7	0,3
<i>Cladophora rupestris</i>	0,1		0,8
Totalt grönalger	89,7	3,7	1,1
Summa täckning	95,3	106,7	101,9

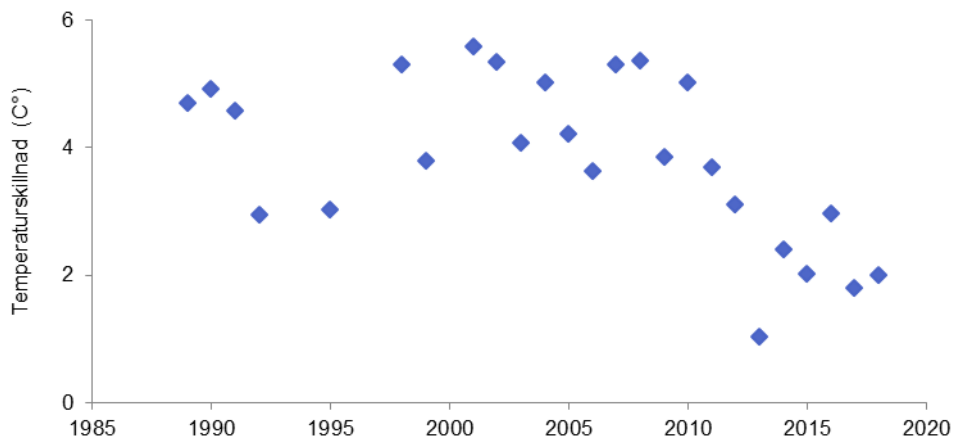
2.13 Kraftverkets drift och temperaturpåverkan

Vattentemperaturen i den inre delen av Hamnefjärden (Figur 1) beror, förutom på väder och vind, huvudsakligen på driftsituationen från Oskarshamnsverket.

Sammantaget under 2018 var kraftverkets uppvärmning av utsläppsområdet Hamnefjärden fortsatt mindre jämfört med perioden fram till 2012 (Figur 13), främst beroende på att O1 och O2 inte längre är i drift. Vid en jämförelse med Borholmsfjärden, (Figur 12) sågs att temperaturen i Hamnefjärden 2018 avvek mest under perioden januari till och med april samt från oktober och till årets slut. Under våren, hösten och vintern (januari–april och oktober–december) var vattnet i inre Hamnefjärden i medeltal 5,4 °C varmare beroende på utsläppet av uppvärmt kylvatten. Under perioden maj–september var medelskillnaden endast 0,6 °C, då det kalla vattnet från djupvattenintaget bidrog till lägre utsläppstemperaturer. En jämförelse över hela året gav att Hamnefjärden hade i medeltal cirka tre grader varmare vatten än den närliggande Borholmsfjärden. Skillnaden förklaras till största del av den tid (november–mars) då intagsvattnet till Oskarshamnsverket var varmare än ytvattnet i den jämförda referensen (Figur 12 och Figur 13).



Figur 12. Temperaturen (dygnsmedelvärden) i Hamnefjärden och Borholmsfjärden under 2018.



Figur 13. Temperaturskillnaden mellan den uppvärmda Hamnefjärden och Borholmsfjärden under april-november 1989–2018.

3 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 A. m.fl., 2013; Andersson J. 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 och på så sätt förändrar ekosystemens struktur och funktion i recipienten och omgivande områden (Andersson J. m.fl., 2016). På grund av att endast en reaktor numera är i drift och att kylvattenintaget där sker i form av djupvatten har sannolikt dessa effekter minskat. Övervakningen av förlusterna i silstationen har föreslagits öka i omfattning inom ramen för kontrollprogrammet, vilket kan kvantifiera graden av den typen av påverkan.

Det förekom främst sarv i fångsten från fiske med småryssjor, medan svartmunnad smörbult har ökat drastiskt i antal och är nu näst vanligaste arten från att bara ha förekommit i fåtal exemplar 2016 och 2017. Som ett resultat av att mängden sarv och svartmunnad smörbult ökade under 2018 och att fångsterna av gulål fortsätter vara låga så har den senare aldrig tidigare utgjort en så liten andel av totalfångsten. Resultat som inte visas eller nämns i rapporten är att trenden med förändrad storleksfördelning av gulålen i Hamnefjärden förstärks. Det har blivit en allt större andel stor gulål och mindre andel liten gulål i fångsten. Alla storlekar har minskat i antal men det är tydligast bland små gulålar (<50 cm). Lokalt skulle detta kunna bero på predation av skarv eller på dålig rekrytering.

Abborren hade högre konditionsindex i augusti i Simpevarp jämfört med Kvädöfjärden, vilket även har observerats tidigare år. I Simpevarp var det färre abborrar med missbildade gonader än långtidsmedelvärde, men det var ovanligt många mörtar med missbildade gonader (4 procent). Det förekom inte mycket sjuk fisk alls, men något mer sjukdomar i recipient än i referensområden. Antalet ålparasiter var i stort sett som vanligt men med något lägre prevalens och intensitet än långtidsmedel.

Kontrollprogrammet registrerade ganska stora fångster av strömming i fisket med djupnät, troligtvis beroende på ovanligt få sälstörningar. Sälen är en stor fiskkonsument och söker sig annars gärna till fiskenät. Provfisket gav fortsatt låga fångster av torsk och skrubbskädda, men höga fångster av den invasiva arten svartmunnad smörbult. Det registrerades även låg förekomst av treåriga abborrar i provfiskena i Simpevarp och Kvädöfjärden, vilket sannolikt beror på en svag årsklass.



Årsyngel av abborre i Hamnefjärden. Foto: Fredrik Franzén.

I yngelundersökningen observerades väldigt storvuxna årsyngel av abborre både i Hamnefjärden och Getbergsfjärden, liksom ovanligt stora årsyngel av mört i Hamnefjärden. Inga mört yngel fångades i Getbergsfjärden. Abborre och mört räknas som varmvattenarter i Sverige (Andersson J. m.fl., 2016) och det är troligt att den varma sommaren 2018 var orsaken till kraftig yngeltillväxt inom dessa arter.

Det var svårt att sätta näten med biologiska länkar i Hamnefjärden under sommaren, på grund av den stora växtligheten. Efter halva fiskeperioden började en förruttnelseprocess av algerna och vattnet blev ”mjölkigt” och grumligt i de innersta delarna. Detta fortsatte under flera veckor och vattnet skiftade till turkost och luktade mycket illa. Efter att driften av O1 och O2 upphört är vattenomsättningen lägre i fjärdens inre delar. Det påverkar både syresättning och temperatur vilket medfört förändringar av vegetationen.

Vitmärlan, *Monoporeia affinis*, var under 1960-1980-talet en vanligt förekommande art i mjukbottenfaunan på alla fyra provtagningslokalerna. Sedan början av 1990-talet har den blivit betydligt mer sällsynt (Andersson J. m.fl., 2016). I 2018 års undersökning uteblev den helt i Simpevarp och förekom sparsamt i Kvädöfjärden (Tabell 13). Minskningen har skett samtidigt med tillkomsten av den nordamerikanska havsborstmasken *Marenzelleria*, inte bara i kontrollprogrammets undersökningsområde, utan även i andra delar av Kalmar län (Andersson J. m.fl., 2016). Vitmärlans något mer sentida återgång i Bottenhavet har även tolkats som ett tecken på oligotrofiering (minskande halt av näringsämnen), med minskad primärproduktion och därmed minskad bottendeposition av organiskt material (Tamelander T. m.fl., 2017). Bentiska algsamhällen hade stor djuputbredning 2018, men det var också mer glest med tång.

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. 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.
- 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.
- Ljunghager, F. (2015a). *Provfiske med kustöversiktsnät, 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 kustöversiktsnät*. Havs- och vattenmyndigheten Version 1:3 2015-07-07. 46 s.
- 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.

