



Aqua reports 2018:8

Biologisk recipientkontroll vid Oskarshamns kärnkraftverk

Årsrapport för 2017

Andreas Bryhn, Fredrik Franzén, Jon Duberg, Henrik Flink



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för akvatiska resurser

Biologisk recipientkontroll vid Oskarshamns kärnkraftverk

Årsrapport för 2018

Andreas Bryhn¹, Fredrik Franzén², Jon Duberg², Henrik Flink²

¹**Sveriges lantbruksuniversitet**, Institutionen för akvatiska resurser,
Kustlaboratoriet, Skolgatan 6, 742 42 Öregrund

²**Sveriges lantbruksuniversitet**, Institutionen för akvatiska resurser,
Kustlaboratoriet, Simpevarp 100, 572 95 Figeholm

April 2018

Aqua reports 2018:8

ISBN: 978-91-576-9564-2 (elektronisk version)

E-post till ansvarig författare:

fredrik.franzen@slu.se

Rapportens innehåll har granskats av:

Lena Bergström, **Sveriges lantbruksuniversitet**, Institutionen för akvatiska resurser

Håkan Wickström, **Sveriges lantbruksuniversitet**, Institutionen för akvatiska resurser

Vid citering uppge: 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. 70s.

Nyckelord: Kärnkraft, biologisk recipientkontroll, fisk, fiske, provfiske, alger, bottenfauna, kylvattenutsläpp.

Rapporten kan laddas ned från:

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

Chefredaktör:

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

Uppdragsgivare & finansiär: OKG AB.

Framsida: Hamnefjärden. Foto: Fredrik Franzén.

Baksida: Hamnefjärden. Foto: Fredrik Franzén.

Sammanfattning

Effekter på det akvatiska ekosystemet av kylvattenanvändning vid Oskarshamnsverket på Östersjökusten övervakas inom ramen av ett långsiktigt kontrollprogram. Programmet omfattar provfisket med nät och ryssjor dels inom en påverkansgradient och dels i ett referensområde som är opåverkat av kylvatten. Vidare övervakas långsiktig utveckling av bottenfauna och makrovegetation i områden med olika kylvattenpåverkan samt omfattningen av fiskförluster vid kraftverkets rening av inkommande kylvatten. Fångstdata samlas in för bedömning av de eventuella effekter kylvattenutsläppet har på det lokala yrkesfisket. I denna årsrapport görs ingen djupare analys av kraftverkets effekt på vattenmiljö och fiske. Sådana analyser görs istället vid fördjupande utvärderingar med ungefär fem års mellanrum och då effekter tas upp i texten i denna rapport har dessa uppgifter i de flesta fall hämtats från dessa utvärderingar. Under 2016 presenterades en utvärdering av resultaten från 2010–2014. Målsättningen med den här rapporten är att rapportera resultaten från undersökningarna år 2017, till viss del sammanfatta mer djupgående analyser över en längre tidsperiod samt att utvärdera och komma med förslag på förändringar i programmet.

Användning av djupvattenintag på kärnkraftsreaktorerna O3 och O1 och helt utebliven drift på O2 innebär att både kylvattnets inverkan i recipienten och dödligheten av fisk vid kylvattenintagen var förhållandevis små under 2017, precis som under de fem föregående åren.

I nätprovfisket i det mest kylvattenpåverkade området, Hamnefjärden, har den totala fiskfångsten ökat sedan 1970-talet. Under samma period har fångsten av mört minskat i vårfisket, men ökat i sommarfisket, samtidigt som mönstret har varit det motsatta vad gäller fångsten av björkna. Under den senaste tioårsperioden har björkna haft en tillbakagång även under våren. Abborre dominerar fångsten i Hamnefjärden och har sedan 1960-talet ökat både i vår- och sommarfisket. Abborre har historiskt dominerat fångsten även i skärgården söder om Simpevarp, men 2017 fångades det mer mört än abborre. Detta gällde även för en av lokalerna i referensområdet Kvädöfjärden. Fångsterna av sarv uppvisar en långsiktig positiv utveckling, både i det mest kylvattenpåverkade området och i den omgivande skärgården i Simpevarp. Däremot har den minskat på den inre lokalen i Kvädöfjärden. I skärgården i Simpevarp och i Kvädöfjärden har antalet arter i fångsten ökat sedan 1980-talet. Fångsten av gädda uppvisar en negativ utveckling på alla lokaler i skärgården under samma period.

Störningar på gonader, det vill säga könsorganen, hos abborre och mört har tidigare observerats i relativt stor omfattning i Hamnefjärden, men har varit ovanliga eller obefintliga under senare år. Under provtagningen i Hamnefjärden 2017 var störningsfrekvensen 1,5 procent hos abborre och 1,0 procent hos mört. I referensområdet observerades inga individer med missbildade gonader under detta år.

Små fångster av årsyngel av abborre i Hamnefjärden under de senaste åren bidrog till en fortsatt långsiktigt negativ trend för antal abborryngel i undersökningarna sedan 1980-talet. I undersökningarna 2017 påträffades inga årsyngel av abborre i Hamnefjärden. Ynglens medellängder i både Hamnefjärden och referensen Getbergsfjärden ökar dock fortfarande över tid.

Den totala fångsten av gulål vid provfiske med ryssjor i Hamnefjärden 2017 var, likt de senaste tre åren, bland de minsta som noterats sedan 1980-talet. De små fångsterna kan sannolikt kopplas till en generellt minskad rekrytering av ålyngel till Europa. Förekomsten av simblåseparasiter hos gulål har legat runt 50–60 procent under lång tid och efter ett par år med lägre förekomst så var förekomsten år 2017 åter över 50 procent. Påverkan av kraftverkets drift på förekomsten av parasiter har inte kunnat påvisas vid jämförelser med andra områden.

Resultat från många års undersökningar i Hamnefjärden har påvisat omfattande påverkan på fisksamhället i fjärden, främst genom att det uppvärmda kylvattnet ökat tillväxttakt och individrikedom hos fiskarter som abborre och mört vilka föredrar varmare vatten. Under senare år har dock förändrade drifrutiner införts, i första hand genom ett intag av djupvatten för kylning. De fulla effekterna av detta har ännu inte kunnat utvärderas.

Fiske med kustöversiktsnät under våren i havsbandet utanför kraftverket syftar till att studera effekter på strömming och andra marina arter som oftast förekommer rikligast vid relativt låga vattentemperaturer. Störningar orsakade av i huvudsak säl har varit omfattande under senare år. Detta provfiske kunde redan under 1970-talet påvisa att strömming och även andra fiskarter anlockades till det varmare vattnet.

Under våren 2016 fångades den invasiva främmande arten svartmunnad smörbult för första gången i Simpevarp. Arten förekom i fångsten både i provfisket med ryssjor i Hamnefjärden och i provfisket med kustöversiktsnät utanför Hamnefjärden. Svartmunnad smörbult fångades i något större omfattning 2017 i dessa fisken, vilket indikerar att arten kan ha börjat etablera sig i området.

En positiv utveckling av artantalet hos bottenfaunan har observerats i både Simpevarp och referensområdet under perioden 1962–2016. Detta gäller i synnerhet vid de grunda lokalerna, där även individtätheten har ökat över tid. Resultaten av bottenfaunaundersökningen har i första hand återspeglat storskaliga förändringar i regionen. Under 2017 undersöktes endast lokalerna i Kvädöfjärden och där noterades Östersjömussla som dominerande art. Arten uppvisar under provtagningsperioden 1976–2017 en starkt ökande trend på både den djupare och den grundare lokalen.

De hårda bottenarnas algsamhällen övervakas på tre lokaler i kraftverkets närhet. Algsamhällena bedöms ha en god ekologisk status och de studerade lokalerna tillhör de bättre i länet med avseende på täckningsgrad och tångens djuputbredning. Några effekter av kylvattenpåverkan på algsamhället har således inte kunnat beläggas på de studerade lokalerna. De förändringar som inträffat under senaste tre åren, med ökad utbredning av blåstång både i ytan och på djupet, har även noterats periodvis längre

tillbaka under tidsserien. Samma gäller för den ökning av rödalger som skett på 5-6 m djup.

Slutligen bör även nämnas den skarvkoloni som är under etablering i Hamnefjärden. Storskarv har under flertalet år använt den isfria fjärden som övervintringsplats och under 2017 började de även att häcka i fjärden. Troligtvis påverkas både fiskbestånden och undersökningarna av den ökade förekomsten av skarv. I skrivande stund är en ansökan om skydds jakt i OKG:s namn inlämnad till Länsstyrelsen.

English Summary

Potential ecosystem effects caused by the nuclear power plant, close to Oskarshamn on the Swedish coast of the Baltic Proper, are monitored in yearly surveys. Gillnets and fyke nets are used at several sites by, and adjacent to, the location of the emitted cooling water. Monitoring is also carried out in a reference area not affected by cooling water. Furthermore, the long-term development of macro-vegetation and soft bottom macrofauna are monitored in a gradient from the cooling water. Fish mortality due to entrapment in the cooling water system is also followed, and commercial landings are monitored to assess possible effects on the local fishery. This annual report does not include explicit evaluation of the impact of the power plant on the ecosystem and fishery. Such analyses are instead made and reported at five year intervals in more in-depth reports. When documented effects are mentioned in this report, the information is in most cases from such reports. Most recently, an evaluation of the results for 2010–2014 was presented in 2016. The aims of the current report are to describe the results from surveys conducted in 2017, summarize trends and propose possible changes to the monitoring program.

The usage of deep water for cooling reactors O1 and O3 as well as downtime on reactor O2 caused a reduction of fish mortality and reduced cooling water impact in the recipient area in 2017, compared to previous years.

Total catches in the gillnet surveys have increased in the recipient bay Hamnefjärden since the 1970's. During the same time period the catches of roach (*Rutilus rutilus*) have decreased in the spring survey and increased in the summer survey. Catches of silver bream (*Blicca bjoerkna*) have shown the opposite pattern, but during the last decade, catches of silver bream have also decreased during spring. Perch (*Perca fluviatilis*) dominates the catches in Hamnefjärden, and has increased in both the spring and summer since the 1960's. Perch has also been the dominating species in gillnet catches in the archipelago south of Simpevarp. However in 2017, roach was more common than perch. This was also true for one of the reference areas.

Furthermore, catches of rudd (*Scardinius erythrophthalmus*) have increased over time in Hamnefjärden as well as in the archipelago south of the power plant and at the outer location in the reference area Kvädöfjärden. However, catches of rudd decreased in the inner location in Kvädöfjärden. There has been an overall increase in the number of species observed in the catches since the 1980's in the archipelagos of Simpevarp and Kvädöfjärden. However, pike (*Esox lucius*) catches has decreased.

Abnormal gonads have previously been observed at high frequencies in perch and roach in Hamnefjärden. Such deformed gonads have only been observed rarely in recent years. In 2017, the frequency of abnormal gonads in Hamnefjärden was 1.5 percent for perch and 1.0 percent for roach. In the reference area, no abnormal gonads were found in these two species.

Continuous low abundances of perch fry in Hamnefjärden have in recent years contributed to a long-term negative trend since the 1980's. In 2017, no young-of-the-year perch were caught in Hamnefjärden. The average length of perch fry is, however, increasing over time in both Hamnefjärden and Getbergsfjärden.

The fyke net catches of yellow eel (*Anguilla anguilla*) in 2017 were among the smallest observed since the start of the survey in the 1980's, and were also small during 2014–2016. The reduction of yellow eel catches can probably be explained by decreased recruitment of eel fry observed all over Europe. The prevalence of the swim bladder parasite (*Anguillicola crassus*) has fluctuated around 50–60 percent during many years. The prevalence has been slightly lower in the latest years but was again up over 50 percent in 2017. Comparisons with other areas indicate no direct impact from the powerplant on the prevalence of the parasite.

Many years of studies in the shallow Hamnefjärden have revealed a considerable impact of the heated cooling water discharge on the local fish community. The most obvious effects are seen in an increased growth and abundance of species benefited by higher water temperatures, such as perch and roach. In recent years, changes in the operation of the power plants have, among other things, included a relocation of the cooling water intake to greater depths. The effects of these changes have not yet been fully evaluated.

Gillnet surveys are performed in the spring on the open coast outside the power plant to study effects on herring and other marine species, which are typically more abundant at relatively low water temperatures. This survey demonstrated already in the 1970's that Baltic herring (*Clupea harengus membras*) and other marine species are attracted to the coastal area receiving the heated cooling water. There has been extensive interferences from grey seal (*Halichoerus grypus*) on the surveys during recent years.

In 2016, the invasive fish species round goby (*Neogobius melanostomus*) was captured for the first time in the Simpevarp area, both in Hamnefjärden and on the open coast outside of Hamnefjärden. The species was caught also in 2017, in higher numbers than last year, which indicates that the round goby is establishing in the area.

Species richness in soft bottom macrofauna have increased strongly between 1962–2017, both in Simpevarp and the reference area. An increase is especially observed at the shallower sites, where there is also an increase in total abundances. The long-term results from the bottom fauna monitoring reflect long term changes occurring also at larger geographical scale in the area. In 2017, bottom macrofauna was only surveyed in Kvädöfjärden. The dominating species was Baltic clam (*Limecola balthica*), which has increased since the 1970's both in the shallower and the deeper site.

Vegetation on hard bottoms is monitored at three sites in the vicinity of the power plant. The macro-algal communities are considered to have good ecological status and the studied sites are among the most well-developed in the region regarding coverage ratio and depth distribution. Thus, no obvious negative effects from cooling

water discharges on the algal community has been revealed. Changes during the last three years related to increased benthic and surface distribution of bladder wrack (*Fucus vesiculosus*) have been observed periodically during the time series. The same is true for the increase of red algae (Rhodophyta) at 5-6 m depths.

At last, it should be pointed out that a colony of great cormorants (*Phalacrocorax carbo*) is being established in Hamnefjärden. Great cormorants have used the permanently ice-free bay as a wintering area during several years, and in 2017 it started to breed in the surroundings. Both the local fish populations and the survey program are likely to be affected by the increased numbers of great cormorants. At the time of writing, an application for culling has been submitted to the county board, in the name of OKG.

Innehållsförteckning

1	Inledning	9
2	Kraftverkets drift och temperatur-förhållanden i recipient och referens- område	12
2.1	Material och metoder	12
2.2	Resultat	12
3	Fiskförluster i silstationerna	16
3.1	Material och metoder	16
3.2	Resultat	17
4	Fiskbeståndens långsiktiga utveckling	18
4.1	Provfisken	18
4.2	Statistik	18
4.3	Beståndsutveckling i Hamnefjärden	19
4.3.1	Material och metoder	19
4.3.2	Resultat	20
4.4	Beståndsutveckling i skärgården	31
4.4.1	Material och metoder	31
4.4.2	Resultat	31
4.5	Beståndsutveckling i fiske med kustöversiktsnät på våren	40
4.5.1	Material och metoder	40
4.5.2	Resultat	41
5	Journalföring av yrkesfiskefångster	45
5.1	Material och metoder	45
5.2	Resultat	46
6	Bottenfauna	47
6.1	Material och metoder	47
6.2	Resultat	48
6.2.1	Djupintervall 17–20 meter	48
6.2.2	Djupintervall 22–24 meter	49
7	Kontroll av gonadutveckling	53
7.1	Material och metoder	53
7.2	Resultat	53
8	Bentiska algsamhällen	54

8.1	Material och metoder	54
8.2	Resultat	55
9	Diskussion	59
9.1	Kontrollprogrammets utformning	59
9.2	Kraftverkets drift och temperatur samt förluster i silstationer	60
9.3	Beståndsutveckling i Hamnefjärden	61
9.4	Beståndsutveckling i skärgården	63
9.5	Fiske med kustöversiktsnät på våren	63
9.6	Gonadutveckling	63
9.7	Bottenfauna	64
9.8	Bentiska algsamhällen	65
	Referenser	67
	Bilaga 1.	69

1 Inledning

Oskarshamnsverket, OKG, i Simpevarp vid Smålands kust, är ett kärnkraftverk vars första reaktor fasades in på kraftnätet 1971. Det biologiska kontrollprogrammet för Oskarshamnsverket syftar till att fånga upp eventuella effekter på fisk-, alg- och bottenfaunasamhällen orsakade av kärnkraftverkets påverkan på vattenomsättning och tillförsel av uppvärmt kylvatten. Den dödlighet av fisk som uppkommer vid reningen av det kylvatten som används i produktionsprocessen övervakas likaså. Kontrollen av vattenrecipienten vid Oskarshamnsverket (OKG) har efter 1988 bedrivits enligt vad som föreslagits i brev från Naturvårdsverket (SNV) till OKG 1988-12-13 (SNV 82-5377-88) med överenskomna kompletteringar enligt brev från OKG till SNV 1989-03-06. Ett biologiskt kontrollprogram för vattenrecipienten fastställdes av länsstyrelsen i Kalmar 1990-12-27. Från och med 1997 utgick provfiske med nät-länkar inom sektion 1 söder om Simpevarp och fiske med kustöversiktnät under hösten. Den biologiska recipientkontrollen vid Oskarshamnsverket överfördes från och med 1 juli 2011 från Fiskeriverket till Institutionen för akvatiska resurser vid Sveriges lantbruksuniversitet som då övertog hela dåvarande Fiskeriverkets verksamhet avseende forskning och fortlöpande miljöanalys.

Basundersökningar inför lokalisering av ett kärnkraftverk till Simpevarpshalvön inleddes redan 1962, cirka 10 år innan den första reaktorn togs i drift. Vissa undersökningsmoment har pågått sedan dess. Ett flertal av undersökningarna har hela tiden bedrivits parallellt i Simpevarp och i ett referensområde, Kvädöfjärden, nära Valdemarsvik (Figur 1). Det senare området har tidigare benämnts "Jämförelseområdet". Verksamheten under 1980-talet till och med 1988 sammanfattades av Neuman & Andersson, 1990. En sammanfattning och utvärdering av resultaten till och med 1995 presenterades av Andersson m.fl. (1996). På uppdrag av SKB (Svensk Kärnbränslehantering AB) gjorde Fiskeriverkets Kustlaboratorium en rapport under 2003 som sammanfattar all litteratur med anknytning till fiskundersökningar vid Oskarshamnsverket fram till den aktuella tidpunkten (Lingman & Franzén, 2003).

Undersökningarna fram till och med 2001 utvärderades i en rapport 2005 (Andersson m.fl., 2005) och under 2011 och 2016 gjordes motsvarande utvärderingar för perioden till och med 2008 respektive 2014 (Andersson m.fl., 2011 och 2016). Fördjupade analyser av kärnkraftverkets påverkan på ekosystem och fiske görs i första hand i dessa rapporter och inte i årsrapporterna. Undersökningarna syftar till att påvisa eventuella effekter av påverkan på fisk och andra delar av havsmiljön av det omfattande utsläppet av uppvärmt kylvatten. Därför jämförs resultaten från flera av delundersökningarna i påverkansområdet med resultat från ett opåverkat referensområde av liknande karaktär (Kvädöfjärden). Anlockning och skyende har dokumenterats i recipienten, liksom påverkan på fiskars tillväxthastighet. Den fiskeskada som uppstår genom att fisk sugas in i kraftverket och skadas eller dör övervakas också.

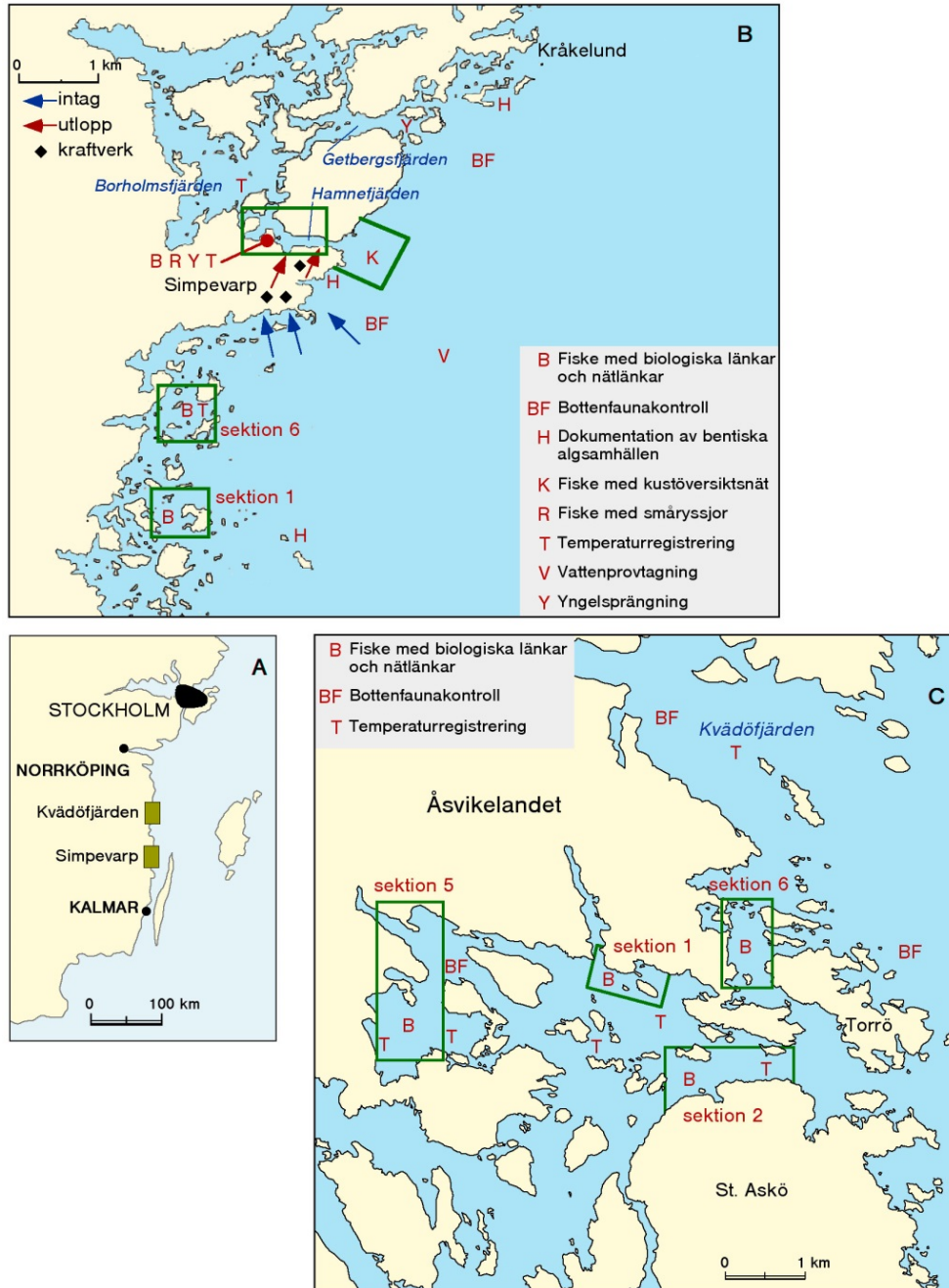
I samband med miljöprovningen av hela OKG:s verksamhet, som avslutades 2006, beslutade Miljödomstolen att OKG skulle införa ett djupvattenintag för kärnkraftsreaktorerna O1 och O2. Orsaken till beslutet var att man, genom att ta in kallare kylvatten, ville motverka en förhöjning av utsläppstemperaturen i Hamnefjärden efter genomförda effekthöjningar. Under augusti 2011 togs det nya intaget i drift på O2. Vid reaktorn O1 började den nya intaget att användas under 2013.

Föreliggande rapport redovisar översiktligt kontrollverksamheten under 2017 tillsammans med mer djupgående analyser sett till en längre tidsperiod. Rapporten innehåller främst resultat från de moment som avser den långsiktiga utvecklingen hos fisk, bottendjur och algsamhällen. För en detaljerad beskrivning av undersökningarnas praktiska genomförande hänvisas till Thoreson (1992, 1996a och 1996b). Eventuell förekomst av nya eller invasiva arter förväntas täckas in i befintligt kontrollprogram och observationer skall kommuniceras till länsstyrelsen i Kalmar län. Fysikalisk och kemisk vattenanalys samt övervakning av bentiska algsamhällen 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.

Därtill utvärderas kontrollprogrammets ändamålsenlighet i denna rapport. Kontrollprogrammet syftar till att utvärdera Oskarshamnsverkets effekt på havsmiljön. Programmet står inför förslag om förbättringar, varför vilka förändringar som går att följa beroende på de olika provfiskena och övriga mätningar diskuteras. Därutöver diskuteras andra brister i kontrollprogrammet, det vill säga, vad som skulle behöva undersökas kontinuerligt men som inte i nuläget sker i någon eller tillräcklig utsträckning.

Recipientkontrollen vid Oskarshamnsverket består av ett flertal moment av varierande karaktär. På grund av detta ges en kortfattad metodbeskrivning i direkt anslutning till redovisning av resultaten från respektive moment.

Svenska namn på fiskar och andra organismer används i den löpande texten. För svenska och vetenskapliga namn på alla arter som förekommer i fiskundersökningarna hänvisas till bilaga 1. Även samtliga förekommande arter av bottenfauna presenteras med vetenskapligt namn och abundans i Bilaga 1.



Figur 1. Karta över undersökningsområden i Simpevarp (B) och i referensområdet Kvädöfjärden (C).

2 Kraftverkets drift och temperaturförhållanden i recipient och referensområde

2.1 Material och metoder

Statistik över driftförhållanden och temperatur i ingående och utgående kylvatten från de tre blocken erhålls från kraftverket. I Hamnefjärden registreras vattentemperaturen i ytan med automatiska instrument under hela året i den inre delen av fjärden. Motsvarande övervakning sker på en lokal i den närliggande Borholmsfjärden, på en lokal i skärgården söder om kraftverket (Eköfjärden) och på en lokal i Kvädöfjärden. I Kvädöfjärden övervakas dessutom vattentemperaturen på tre lokaler utmed en profil från yta till botten genom manuell mätning vid ett tillfälle per vecka under april–oktober. På dessa lokaler registreras även siktdjup med hjälp av Secchi-skiva (Figur 1).

2.2 Resultat

O1 började driftåret med 100 procent reaktoreffekt och lugn drift. Några driftstörningar ägde rum i form av en effektreducering under tre dagar i slutet av januari samt ett kortstopp en vecka i början av april. En gradvis sänkning av driften påbörjades 20 april inför kommande revisionsavställning. Den 17 juni snabbstoppades O1 och kort efter togs beslut att inte återstarta anläggningen. Det utgående vattnet från O1 var under normal drift i medeltal 9,4 °C varmare än vid intaget (Figur 2). Eftersom intagsvattnet var kallt översteg det utgående vattnet inte 20 °C någon gång under de sammanlagt 151 dygn driften va normal under första halvåret 2017 (Figur 3).

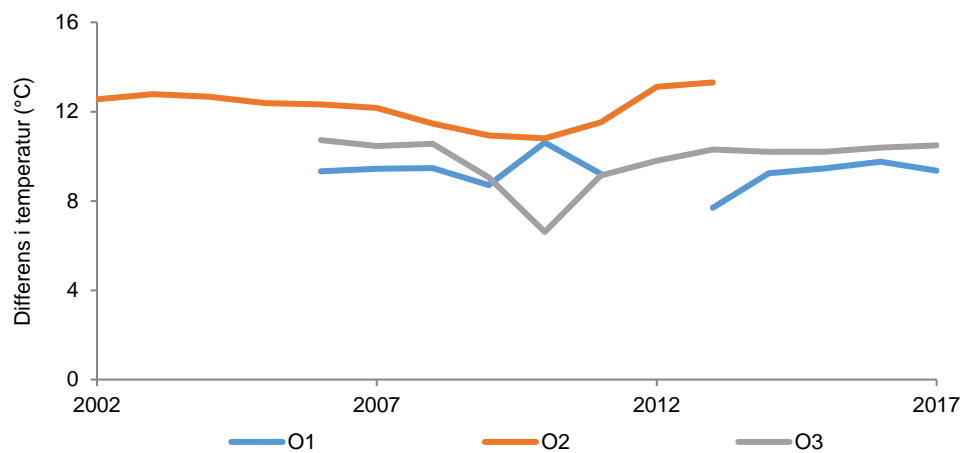
Block O2 var avställt under hela 2017.

Block O3 hade normal drift under 289 dagar 2017 och uppnådde en årlig nettoproduktion strax under 10 TWh. Efter ett planerat uppehåll för revision med början 18 augusti hade O3 diverse uppstartsproblem och fasades in mot elnätet igen den 23 oktober. Full effekt uppnådes den 13 november. Det utgående vattnet från O3 var vid normal drift i genomsnitt 10,5 °C (Figur 2) varmare än det intagna vattnet och översteg 20 °C sammanlagt 71 dygn under 2017 (Figur 3).

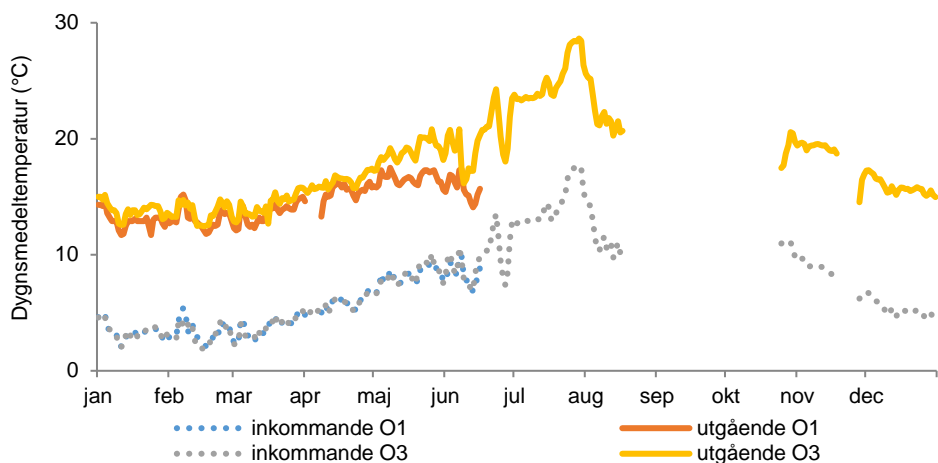
Sammantaget under 2017 var Oskarshamnsverkets uppvärmning av utsläppsområdet Hamnefjärden fortsatt mindre jämfört med perioden fram till 2013 (Figur 5), beroende på att O1 stod stilla andra halvan av året, O2 hela året och att djupvattenkylning användes på både O1 och O3.

Vattentemperaturen i den inre delen av Hamnefjärden (Figur 1) beror, förutom på väder och vind, huvudsakligen på driftsituationen vid O1 och O2. Vattnet från O3 mynnar i fjärden längre ut och strömmar inte inåt i fjärden lika mycket som vattnet från O1 och O2. O2 var 2017 helt ur drift vilket gjorde att temperaturen under första halvåret till stor del styrdes av utsläpp från O1. Senare när både O1 och O2 stod stilla kom det att visa sig att sydostliga vindar förde in vatten från O3:s utsläpp längre in i fjärden. Vattnet från O3 har tidigare fått draghjälp ut ur fjärden av den utgående strömmen från O1 och O2. Temperaturen i hamnefjärden höll sig mellan 5 och 10 °C från årets början ända fram till senare delen av mars. Efter ett kortstopp på O1 i början av april höjdes temperaturerna sakta i Hamnefjärden, vilket även var fallet i de tre referensfjärdarna. Temperatursituationen i Hamnefjärden avvek ovanligt lite från de i referensfjärdarna under perioden från början av maj till mitten av oktober. När O3 startades igen i oktober blev Hamnefjärdens vatten betydligt varmare än referensernas.

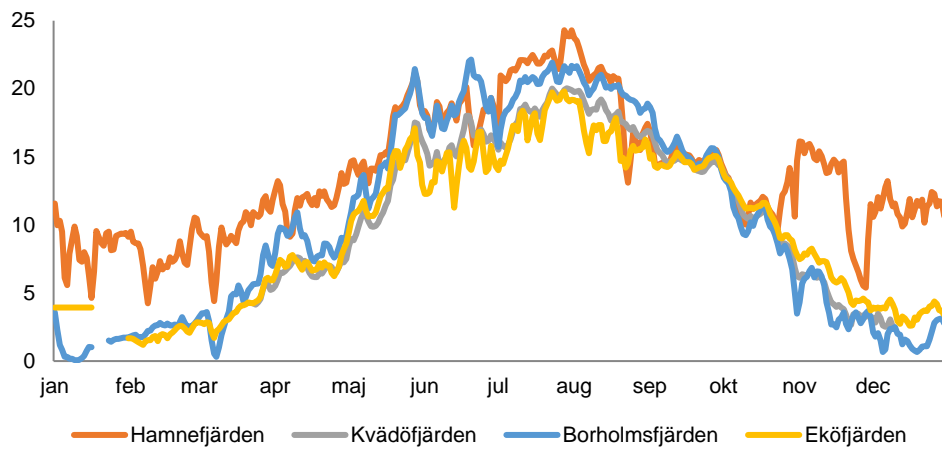
Vid en jämförelse med Borholmsfjärden, Eköfjärden och Kvädöfjärden (Figur 4) sågs tydligt att temperaturen i Hamnefjärden 2017 avvek mest under perioden januari till och med april samt från oktober och till årets slut. Under våren, hösten och vintern (januari–april och oktober–december) var vattnet i inre Hamnefjärden cirka 4–5 °C varmare beroende på utsläppet av uppvärmt kylvatten. Under perioden maj–september var skillnaden mindre, cirka 0–2 °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 de jämförda fjärdarna (Figur 3 och Figur 4).



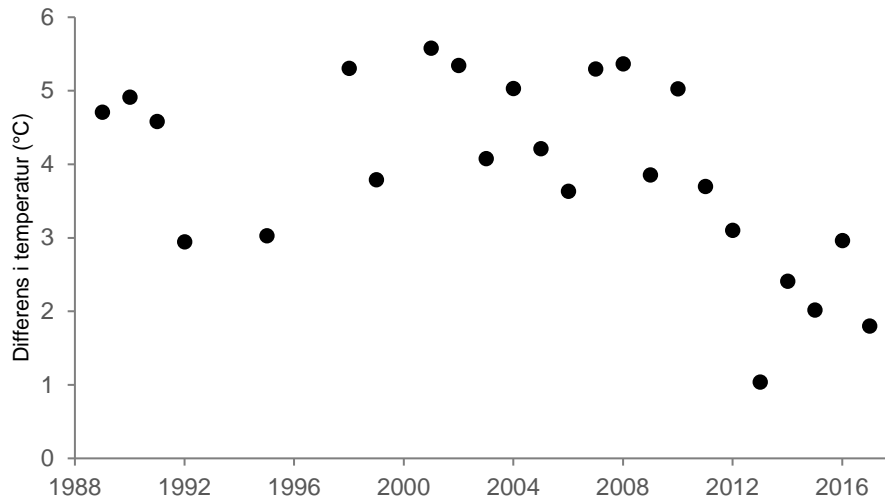
Figur 2. Skillnad i temperatur mellan in- och utgående kylvatten på de tre blocken vid Oskarshamnsverket 2002–2017. Block O2 har inte varit i drift sedan 2013.



Figur 3. Dygnsmiddeltemperatur 2017 hos inkommande och utgående kylvatten för block O1 och O3 vid Oskarshamnsverket. O1 ställdes av i mitten av juni, O2 var avställd under hela 2017.



Figur 4. Dygnsmedeltemperaturer 2017 för inre Hamnefjärden (recipient) och referensstationerna i Kvädöfjärden, Borholmsfjärden och Eköfjärden.



Figur 5 Skillnad i årsmedeltemperaturer 1989-2017 mellan Hamnefjärden och Borholmsfjärden för perioden april till och med november.

3 Fiskförluster i silstationerna

3.1 Material och metoder

Enligt kontrollprogrammet skall fiskräkning utföras på block O1 och O2 under normal drift från april till och med september. Programmet utformades ursprungligen främst för att fastställa förluster av ål i silstationerna, därav valet av period på året. Fiskar tillräckligt stora för att artbestämmas räknas visuellt vid passage genom ett av silstationens fyra kylvattenstråken under tre timmar varje dygn. Undantag från programmet får dock göras då de nödvändiga ingreppen riskerar att påverka driftsäkerheten vid kraftverket, till exempel vid stor förekomst av maneter eller drivande alger. Den totala fiskförlusten per månad beräknas sedan genom att observerad förekomst räknas upp för att motsvara det totala kylvattenflödet under hela månaden. Sammanlagd fiskförlust för perioden april–september beräknas sedan. Under 2017 gjordes ingen fiskräkning vid block O2 då den var avställd hela året. Vid block O1 utfördes fiskräkning under sammanlagt 194 timmar fram till att det stängdes i mitten av juni. På block O3 föreskriver kontrollprogrammet att driftsperonalen endast skall rapportera situationer som avviker från det normala. Några sådana rapporter har inte inkommit för O3 under 2017.

Inför att OKG planerade för en effekthöjning, och därmed en ökning av mängden utsläppt kylvatten, började 2006 den ordinarie fiskräkningen vid O2 att kompletteras med analys av stickprov för att täcka in även de fiskar som är för små och förekommer i för stort antal för att kunna räknas i silstationerna. År 2009 påbörjades motsvarande stickprovtagning även i silstationen för O1. Målsättningen var att provtagningen skulle ske en gång per vecka.

Redan inför undersökningsåret 2016 beslutades att den kompletterande fiskräkningen inte skulle fortsätta då OKG i realiteten släppt ut mindre mängder uppvärmt vatten efter den planerade effekthöjningen än innan. Inga resultat från den kompletterande fiskräkningen redovisas därmed i denna rapport.

3.2 Resultat

Ordinarie fiskräkning utfördes 2017 på block O1 under 194 timmar av de 136 dygn anläggningen var i drift under perioden april till mitten av juni 2016. Det motsvarade 88 procent av kravet för fiskräkning. Den överlägset mest förekommande arten i räkningen var strömming (Tabell 1). Sedan omläggningen till djupvattenkylning har förlusterna av mer grunt levande arter som abborre, mört, gädda och ål minskat. Resultatet för 2017 var inget undantag.

Tabell 1. Uppräknade fiskförluster (antal), avläsningstimmar, fasad tid (produktionstid då reaktorn är fasad mot ehnädet) och fiskräkning (% av fastställt krav) mellan 2003 och 2017 för block O1. Under 2012 var anläggningen endast i drift en vecka och under 2015 noterades inga förluster då fiskräkning endast utfördes under sammanlagt 66 timmar.

Art	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Abborre	9466	4079	3226	6257	1388	4965	5043	2010	4729	0	519	127	0	0	59
Skrubbskädda	9568	7574	5426	6596	5569	6736	8930	4496	4454	0	1553	161	0	185	130
Gädda	183	85	105	496	117	285	92	110	37	0	0	32	0	0	59
Mört	3165	810	6533	1623	1871	3790	2726	1846	477	0	328	222	0	65	0
Rötsimpa	0	0	80	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0
Strömming	3182	11421	1340	5917	758	3279	14253	11934	17749	0	813	285	0	8823	2603
Torsk	52	0	0	0	0	135	57	38	34	0	36	0	0	0	0
Ål <40cm	1264	1003	93	225	457	335	423	97	724	0	207	153	0	0	0
Ål >40cm	159	85	296	0	241	146	821	298	150	0	182	0	0	0	0
Övriga arter	45	514	0	0	41	222	510	0	1991	0	565	127	0	0	27
SUMMA	27084	25571	17099	21114	10442	19893	32855	20829	30377	0	4203	1107	0	9073	2878
Avläsningstimmar	261	152	239	198	187	296	433	413	369	9	124	362	66	389	194
Fasad tid, timmar	3390	3437	2931	2403	3745	3379	4181	2993	3674	0	1070	2868	1614	3273	1759
Fiskräkning, % av krav	62	35	65	66	40	70	83	110	80		92	101	33	95	88

4 Fiskbeståndens långsiktiga utveckling

4.1 Provfisken

För att följa fisksamhällets långsiktiga utveckling i Simpevarp och i referensområdet Kvädöfjärden utförs årliga provfisken. Vid fisket registreras antal individer per cm-längdklass och totalvikt i gram för varje art. Från och med sommaren 2001 anges fiskens längdfördelning inom längdintervall om 1 cm, och dessförinnan i intervall om 2,5 cm sedan 1989. Före 1989 registrerades endast antal och vikt. Yttre symptom på missbildning, sjukdom eller skada noteras alltid för fisken som fångas i provfiskena. Enheten för fångst per fiskeansträngning är antal per nät och natt, för alla typer av nät. För ryssjor används enheten antal per station (omfattande fem ryssjor) och natt. Analyserna som redovisas omfattar endast de fisken som har kunnat genomföras utan observerade störningar av redskapens fångstbarhet. Detaljer kring metoden för varje redskap beskrivs i respektive avsnitt nedan. I bilaga 1 listas svenska och vetenskapliga namn på alla arter som förekommit i fiskundersökningarna under 2017.

4.2 Statistik

Linjär regression har använts för att undersöka tidstrender för fångst per ansträngning (antal individer per nät och natt) och artantal. Värderna för fångst per ansträngning har transformerats (naturlig logaritm) innan analys för att uppnå normalfördelning. Regressionsanalys har endast utförts för arter som förekommer i provfiskefångsten under minst 80 procent av åren.

4.3 Beståndsutveckling i Hamnefjärden

4.3.1 Material och metoder

Provfisket med så kallade biologiska länkar i Hamnefjärden är uppdelat på sju fisken under perioden mars–juni samt en intensivinsats om sex fisken under två–tre veckor på sensommaren. Provfiskena startade 1966. Varje fiske omfattar tolv stycken 27 meter långa nät med maskstorlekar mellan 21,5 och 60 millimeter maskstolpe, fördelade på fyra stationer i Hamnefjärdens inre del (Figur 1). Under de inledande åren (mellan 1966 och 1972) tillämpades en förenklad registrering av arter i fångsten, där endast vissa arter registrerades. Artsammansättningen under dessa år bedöms därför vara osäker. Regressionsanalyser av fångst (antal) per nät och natt för arter som inte har registrerats rutinmässigt före 1973 har därför utförts med start år 1973. För arterna abborre, björkna, gers, gädda, mört och skrubbäckda har regressionsanalyser utförts från startåret 1966.

Provfiske med ålryssjor genomförs på fyra stationer i Hamnefjärden under våren (vecka 12–24) sedan 1982. Varje station omfattar sedan 1988 fem sammanlänkade enkelryssjor och målet är att dessa skall vittjas vid två tillfällen varje vecka. Antalet individer från varje enskild station registreras artvis i 1-centimeters längdgrupper. Fiskets utformning före 1988 redovisas av Thoresson (1992).

Varje år undersöks 200 ålar från Hamnefjärden för att följa förekomsten av nematoden *Anguillicola crassus*. Den upp till 5 centimeter långa parasiten angriper simblåsan hos ål där den livnär sig på värdjurets blod. Släktet *Anguillicola* har förts in till Europa från Sydostasien och är numera starkt etablerad i Hamnefjärden där parasitangrepp observerades för första gången 1988 (Höglund & Andersson, 1993).

Från fisket med biologiska länkar insamlas 200 honor vardera av både abborre och mört för provtagning och åldersanalys. Insamlingen sker slumpvis, parallellt med denna noteras kvoten mellan hanar och honor i varje centimeter-klass. Detta görs för att kunna räkna fram antalet fångade honor i varje åldersklass. För samtliga individer noteras längd, totalvikt, somatisk vikt och gonadens (fortplantningsorganets) vikt. Gonadens utvecklingsstatus noteras enligt en 4-gradig skala med tillägg för en extra kod som anger om gonaden uppvisar missbildningar eller annan onormal utveckling (Thoresson, 1996a). Abborrens ålder och tillväxt bestäms med hjälp av analys av otoliter och gällocksben. Otoliter kallas ibland även för hörselstenar och är en kalkstruktur som ingår i fiskars balansorgan. Dessa har tillväxtzoner som kan liknas vid årsringarna i ett träd. Fördelningen av kön och ålder inom förekommande storleksklasser beräknas med utgångspunkt från analys av otoliter och könsfördelning och den sanna ålderssammansättningen hos honor i fångsten räknas fram med

hjälp av längdfördelningen. Från mört insamlas och arkiveras fjäll och otoliter. Motsvarande provtagningar genomförs under hösten i Kvädöfjärden i ett provfiske utanför kontrollprogrammet.

Årsynglens täthet och tillväxt i Hamnefjärden registreras på senhösten varje år med hjälp av mindre undervattensdetonationer. Ett referensmaterial för att uppskatta årsynglens individtillväxt hos abborre och mört samlas samtidigt in i den närbelägna, men av kylvatten opåverkade Getbergsfjärden (Figur 1). Vilka fiskar som klassificeras som årsyngel bedöms utifrån storleksfördelningen. Vid tveksamma fall åldersbestäms fisken med hjälp av dess otoliter.

4.3.2 Resultat

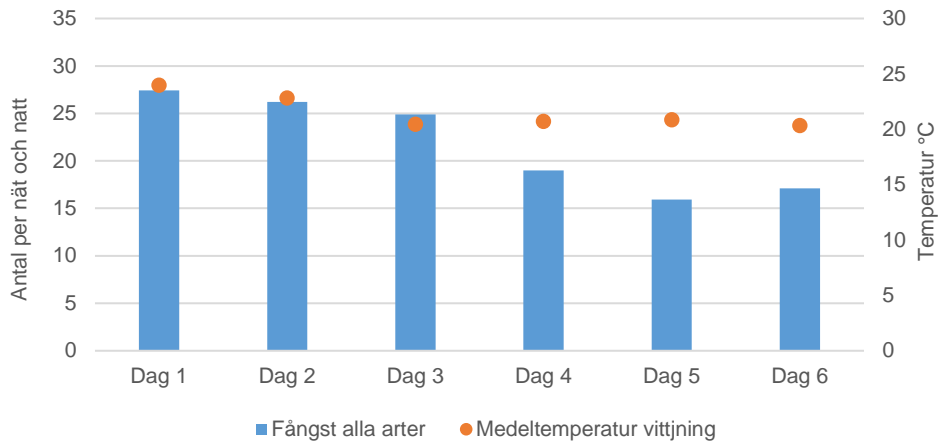
Eftersom motsvarande provfisken saknas i referensområdet Kvädöfjärden finns inget direkt jämförelsematerial för provfiskena med biologiska länkar och ryssjor i Hamnefjärden. Fokus i resultatrapporteringen ligger istället på trender för arters fångstutveckling över tid.

Nätprovfiske

Precis som tidigare dominerade abborre och mört fångsten i både vår- och sommarfisket 2017 i Hamnefjärden (Tabell 2). I sommarfisket utgjordes fångsten till 47 procent av abborre. Andelen abborre har ökat i sommarfiskets fångst sedan 1973¹. Fångsten av gers år 2017 var lägre än långtidsmedelvärdet i både vår- och sommarfisket samtidigt som fångsten av sutare var ovanligt stor i sommarfisket (Tabell 2). Under sommarfisket sjönk vattentemperaturen från 24 °C till 20 °C mot slutet av provfiskeperioden (Figur 4) till följd av en låg temperatur i det ingående kylvattnet (Figur 3). Fångsten var störst vid det första vittjningstillfället, och sjönk sedan under de efterföljande vittjningarna (Figur 6). Detta mönster kan förklaras av den sjunkande temperaturen, möjligen kombinerat med en utfiskningseffekt. Den låga vattentemperaturen bidrog sannolikt till att den totala fångsten 2017 var lägre än långtidsmedelvärdet (Tabell 2). På lång sikt har dock den totala fångsten av fisk ökat signifikant i både vår- och sommarfisket som en följd av att flera av de dominerande arterna visar en positiv fångstutveckling (Figur 7, Tabell 2). Sedan provfiskets start 1966 har det skett en ökning av fångsterna av abborre, björkna, gers och sutare i vårfisket samt abborre, mört och sutare i sommarfisket (Figur 7, Tabell 2). Fångsterna av sarv har ökat i både vår- och sommarfisket sedan denna art började registreras 1973. Sedan 1966 har det dock skett en negativ utveckling för fångsten av mört i vårfisket och fångsten av björkna i sommarfisket (Figur 7, Tabell 2). Även om den totala fångsten i vårfisket visar en positiv trend på lång sikt har det skett en minskning under tioårsperioden 2008–2017 (Tabell 2). Antalet arter i fångsten i vårfisket

¹ Linjär regression 1973–2017: $p < 0,001$, $R^2 = 0,49$.

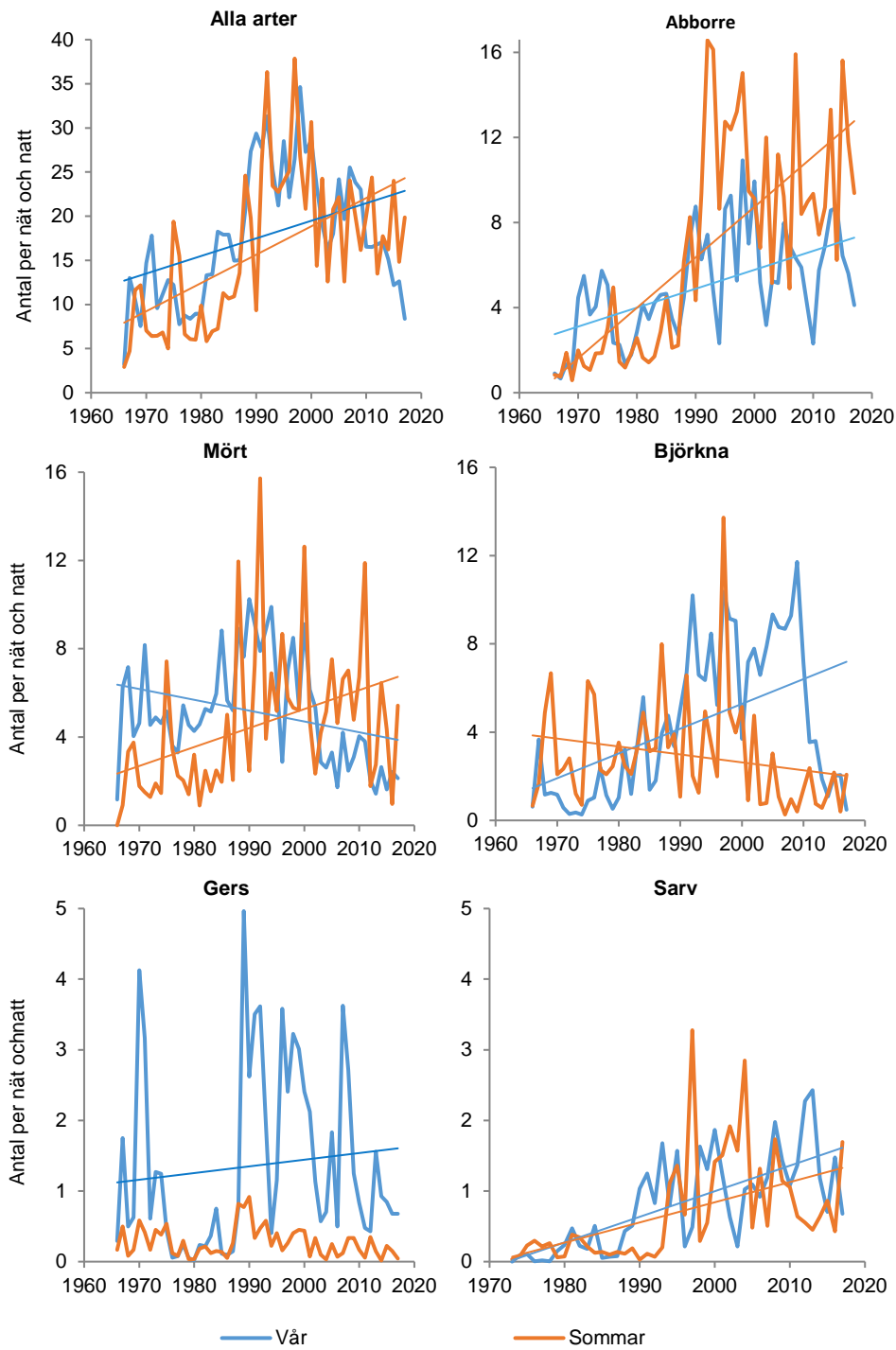
uppvisade ingen trend under denna tioårsperiod (Tabell 2). Trender för fångsten av mindre vanligt förekommande arter redovisas i Tabell 2.



Figur 6. Fångst (antal individer per nät och natt) av alla arter samt medeltemperatur per vittjningstillfälle under sommarfisket i augusti med biologiska länkar i Hamnefjärden 2017. Temperaturen är uppmätt i bottenvattnet vid varje station i samband med vittjning.



Årsyngel. Foto: Fredrik Landfors, SLU Aqua.



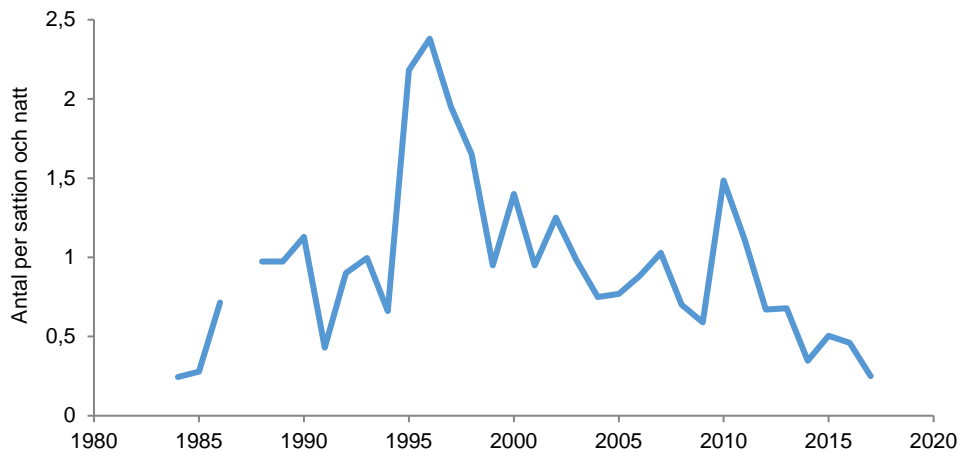
Figur 7. Tidsutveckling för fångsten av alla arter och dominerande arter (antal individer per nät och natt) i provfiske med biologiska länkar i Hamnefjärden åren 1966–2017 (sarv 1973–2017). Trendlinje anger signifikant förändring över tid ($p < 0,05$).

Tabell 2. Fångst (antal individer) per nät och natt av alla förekommande arter 1973–2017 (för abborre, björkna, gers, gädda, mört och skrubbskädda gäller tidsperioden 1966–2017) samt 2008–2017, vid provfiske med biologiska länkar under vår och sommar i Hamnefjärden. Linjär regression har beräknats med logariterade värden. + anger ökande trend, - anger minskande trend med signifikansnivåer *= $p<0,05$, **= $p<0,01$, ***= $p<0,001$, ns anger att ingen signifikant förändring observerats över tiden. Arter som förekommer i fångsterna under färre än 80 % av åren har uteslutits vid trendanalys. Detta markeras i tabellen med grå ruta. Fångst vid störda ansträngningar ingår inte. Arter sorteras efter fallande långtidsmedelvärde.

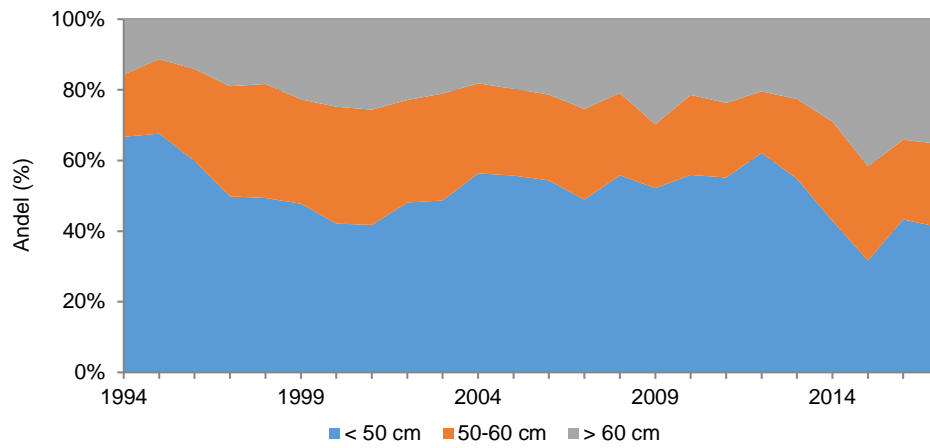
Art	Hamnefjärden vår					Hamnefjärden sommar				
	2017	Medel 1973-2017	Trend 1973-2017	Medel 2008-2017	Trend 2008-2017	2017	Medel 1973-2017	Trend 1973-2017	Medel 2008-2017	Trend 2008-2017
Abborre	4,12	5,02	+***	5,83	ns	9,38	6,72	+***	9,92	ns
Mört	2,13	5,12	-**	2,57	ns	5,42	4,53	+***	5,21	ns
Björkna	0,48	4,32	+***	4,28	-***	2,07	2,94	-**	1,23	ns
Gers	0,68	1,36	+*	1,04	ns	0,04	0,27	ns	0,18	ns
Sarv	0,68	0,82	+***	1,46	ns	1,70	0,70	+***	0,92	ns
Strömning		0,56	-**	0,11			<0,01			
Skrubbskädda	0,04	0,23	ns	0,21	ns	0,09	0,16		0,06	
Id	0,05	0,15	ns	0,16	ns	0,13	0,25	ns	0,29	ns
Sutare	0,06	0,12	+***	0,29	-**	0,87	0,30	+***	0,70	ns
Vimma	0,02	0,10	ns	0,05	ns	0,02	0,20	ns	0,07	ns
Gädda	0,06	0,09	ns	0,09	ns	0,14	0,09	ns	0,08	ns
Braxen		0,04		<0,01			0,11		<0,01	
Sik	0,01	0,04		0,03						
Storspigg	0,02	0,01		0,05						
Asp		<0,01		<0,01						
Guläl		<0,01		<0,01			<0,01		<0,01	
Gös		<0,01					<0,01			
Horngädda		<0,01								
Lake		<0,01		<0,01						
Lax		<0,01								
Löja		<0,01		<0,01			<0,01		<0,01	
Mindre havsnål		<0,01		<0,01						
Nors		<0,01		<0,01						
Piggvar		<0,01		<0,01			<0,01			
Regnbåge		<0,01		<0,01			<0,01			
Ruda		<0,01		<0,01			<0,01		<0,01	
Rötsimpa		<0,01		<0,01			<0,01			
Svart smörbult	0,02	<0,01		<0,01			<0,01		<0,01	
Torsk		<0,01					<0,01			
Öring	0,01	<0,01		<0,01			<0,01			
Blankål							<0,01			
Oxsimpa							<0,01			
Totalt	8,38	18,85	+*	16,21	-***	14,83	17,43	+***	19,10	ns
Artantal	14	14,49	ns	14,30	ns	10	10,93	ns	10,30	ns

Ryssjeprovfiske

Provfiske med ålryssjor utfördes på fyra stationer i Hamnefjärden under perioden mars–juni. Fångsten av gulål 2017 var, liksom fångsterna 2014, 2015 och 2016, bland de minsta som noterats sedan undersökningarna inleddes på 1980-talet (Figur 8). Tidigare år har låga gulålsfångster kopplats till låga vattentemperaturer vid driftstopp. Under våren 2017 var O2 ur drift, liksom föregående fyra år, men de andra två reaktorerna var i drift. Efter att djupvattenkylning 2013 infördes även på O1 har dock vartemperaturerna i Hamnefjärden varit lägre (Figur 5). Utöver gulålarna fångades 13 blankålar under 2017 (Tabell 3). De största fångsterna av gulål under detta provfiskes historia skedde 1995–1998, sannolikt som ett resultat av stora utsättningar av ålyngel några år tidigare. Därför dominerades fångsterna då av mindre ålar. Den höga andelen små ålar som observerades under 2000-talet minskade efter 2012 (Figur 9). Den invasiva arten svartmunnad smörbult fångades med ryssjor i Hamnefjärden för första gången vid provfisket 2016 och den förekom i fångsten även 2017. Totalt fångades 2 respektive 13 individer 2016 och 2017 (inklusive fångsten vid störda ansträngningar), vilket visar att svartmunnad smörbult troligen har börjat etablerat sig i området.



Figur 8. Fångst av gulål vid provfiske med småryssjor (antal per station och dygn) i Hamnefjärden under perioden mars–juni åren 1982–2017. Uppehåll i fisket gjordes 1983 och 1987. Observera att förändrad fiskemetodik mellan 1986 och 1988 innebär att en viss försiktighet måste iaktas vid en jämförelse av perioderna före och efter förändringen.



Figur 9. Andel (%) i fångsten av gulål för storleksklasserna mindre än 50 cm, 50–60 cm och större än 60 cm i Hamnefjärden 1994–2017.

Tabell 3. Antal fiskar per ryssja och natt av alla förekommande fiskarter vid provfiske med småryssjor i Hamnefjärden under perioden mars-juni 2017. Tabellen visar även medelvärden för perioden sedan 1994-2017 samt för den senaste tioårsperioden (2008-2017). Linjär regression har beräknats med logaritmerade värden. + anger ökande trend, - anger minskande trend med signifikansnivåer $*=p<0,05$, $**=p<0,01$, $***=p<0,001$. ns anger att ingen signifikant förändring observerats över tiden. Arter som förekommer under färre än 80 % av åren har uteslutits vid trendanalys. Detta markeras med grå ruta. Fångst vid störda ansträngningar ingår inte. Arter sorterar efter fallande långtidsmedelvärde.

Ryssjeprovfiske Hamnefjärden					
Art	2017	Medel 1994-2017	Trend 1994-2017	Medel 2008-2017	Trend 2008- 2017
Abborre	0,631	0,345	***	0,437	ns
Gulål	0,048	0,206	***	0,136	*
Sarv	0,121	0,072	ns	0,081	ns
Gers	0,012	0,056	**	0,025	**
Storspigg	0,034	0,030		0,061	
Björkna	0,005	0,027	ns	0,022	ns
Svart smörbult	0,026	0,018	+	0,027	ns
Sutare	0,010	0,017	+	0,025	ns
Mört	0,009	0,014	ns	0,015	ns
Strömming	0,006	0,012		0,026	
Skrubbskädda	0,006	0,012	***	0,018	ns
Blankål	0,007	0,011	***	0,015	ns
Tångräka obestämd	0,046	<0,01		0,012	
Tånglake	0,008	<0,01		<0,01	
Sandräka	0,007	<0,01		<0,01	
Svartmunnad smörbult	0,007	<0,01		<0,01	
Gädda	0,002	<0,01		<0,01	
Löja	0,002	<0,01	ns	<0,01	ns
Tångspigg	0,002	<0,01		0,001	
Id	0,001	<0,01	ns	<0,01	ns
Småspigg	0,001	<0,01		<0,01	
Björkna eller braxen		<0,01			
Lake		<0,01		<0,01	
Mindre havsnål		<0,01		<0,01	
Obestämd fiskart		<0,01			
Oxsimpa		<0,01		<0,01	
Ruda		<0,01			
Rötsimpa		<0,01		<0,01	
Sik		<0,01		<0,01	
Tobiskung		<0,01		<0,01	
Tångsnälla		<0,01		<0,01	
Vimma		<0,01		0,000	
Totalt	0,99	0,74	ns	0,705	ns
Artantal	21	18,04	***	21,1	ns

Sjukdomar och parasiter

Yttre tecken på sjukdomar observerades under 2017 hos 49 av totalt 3845 fiskar fångade med nät och ryssjor i Hamnefjärden (Tabell 4). Detta motsvarar en prevalens (andel individer med sjukdomssymptom) på cirka 1,2 procent. Tidigare år har prevalensen legat på ungefär 1 procent. Nytt för i år var att fenröta/fenerosion var den vanligaste åkomman. Hudsår har tidigare år oftast varit det symptom som noterades flest gånger.

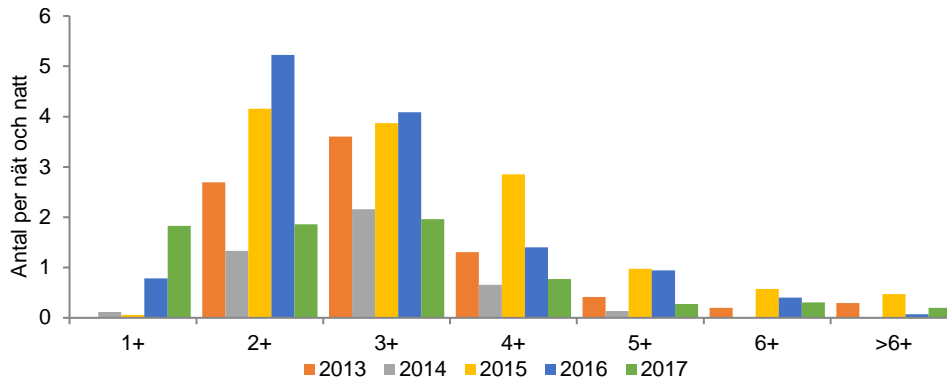
För att följa förekomsten av den parasitiska nematoden *Anguillicola crassus* analyseras simblåsorna hos de först fångade gulålarna från Hamnefjärden varje vår (ej i fig). Under våren 2017 hittades simblåseparasiter hos 51 av totalt 97 undersökta ålar. Detta ger en frekvens på 52 procent. De flesta av gulålarna var lindrigt angripna och medelantalet parasiter i simblåsan hos dessa individer var cirka tre stycken. Som mest hittades 15 parasiter i en individ. Förekomsten av simblåseparasiter hos gulål låg från etableringen på 1980-talet och fram till och med 2013 på en stabil nivå runt 50–60 procent. År 2014 och 2015 var frekvensen endast 35 respektive 43 procent och 2016 var den 46 procent. En tidigare jämförelse med kontroller av gulål från yrkesfisket i Kvädöfjärden och Marsö visade att frekvensen av angripna gulålar i dessa områden låg på ungefär samma nivå som i Hamnefjärden under åren 1997–2008 (Andersson m.fl., 2011).

Tabell 4 Förekomst av yttre sjukdomssymptom samt prevalens (%) av de vanligaste symptomen per art samt totalt i fångsten med biologiska länkar och ålryssjor i Hamnefjärden 2017.

Symptom	Abborre	Blankål	Mört	Sarv	övriga arter	Totalsumma
Hudsår	1	3	3		1	8
Fenröta/fenerosion.	17		3	14	2	36
Gällock defekt	1					1
Mekanisk oläkt skada	1		2			3
Skelettdefekt			1			1
Alla symptom	20	3	9	14	3	49
Totalfångst	2122	13	569	213	754	3671
Prevalens (%), alla symptom	0.9	23.1	1.6	6.6	0.4	1.3

Abborrens åldersfördelning

Ålderssammansättningen hos fångade abborrhonor i Hamnefjärden sommaren 2017 visade på en jämn förekomst av ett-, två- och treåriga honor (Figur 10). Medellängderna hos abborrhonorna i det insamlade provet var 17,5 centimeter för ettåringar, 22,6 centimeter för tvååringar, 26,5 centimeter för treåringar samt 29,4 centimeter för fyraåringar. Ettåringar från Kvädöfjärden var 13,9 cm medan två-, tre- och fyraåringar där var 20,7 centimeter, 22,6 centimeter, respektive 24,0 centimeter långa.



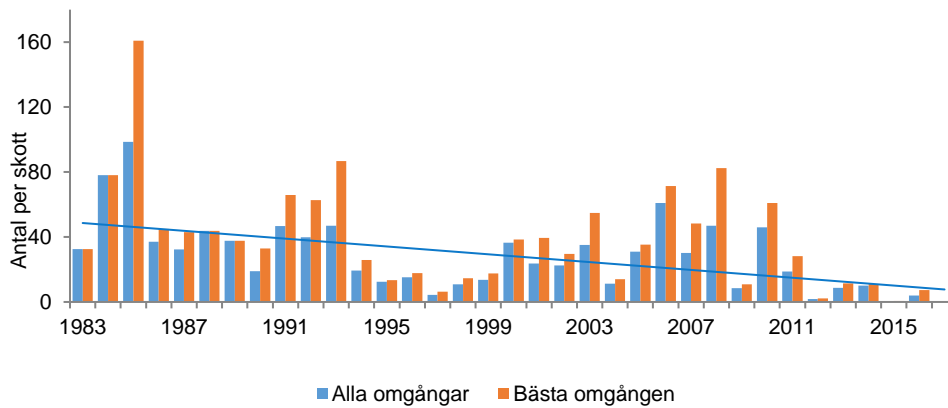
Figur 10. Fångster av abborre (honor) i Hamnefjärden under sommarfiskena 2013–2017, fördelade på enskilda åldersgrupper.

Täthet och tillväxt av årsyngel

Förekomsten av abborryngel i Hamnefjärden har under de fem föregående åren (2012-2016) varit sparsam jämfört med medelvärdet sedan tidsseriens start 1983 (Figur 11). I de två sprängomgångarna 2017 påträffades inga årsyngel av abborre alls, för första gången sedan tidsseriens start 1983. Medelvärdet för perioden 1983–2017 är cirka 28 abborrar per skott. Resultatet för 2017 förstärker ytterligare den negativa trend som noterats efter de fem föregående årens låga fångster².

Tätheten av mörtyngel (inte i figur) har också uppvisat stora mellanårsvariationer sedan undersökningarna i Hamnefjärden inleddes. Från 1991 till och med 2017 har medelfångsten varierat från noll till närmare 150 mörtyngel per skott, med ett medelvärde på drygt 27 yngel. De två sprängomgångarna 2017 uppvisade, likt 2016, inga mörtyngel alls och de senaste fyra åren har fångsterna legat nära noll. I Getbergsfjärden utförs inga kvantitativa registreringar, då området endast används som referens för årsynglens längdtillväxt.

² Linjär regression 1983-2017: $p < 0,001$, $R^2 = 0,31$



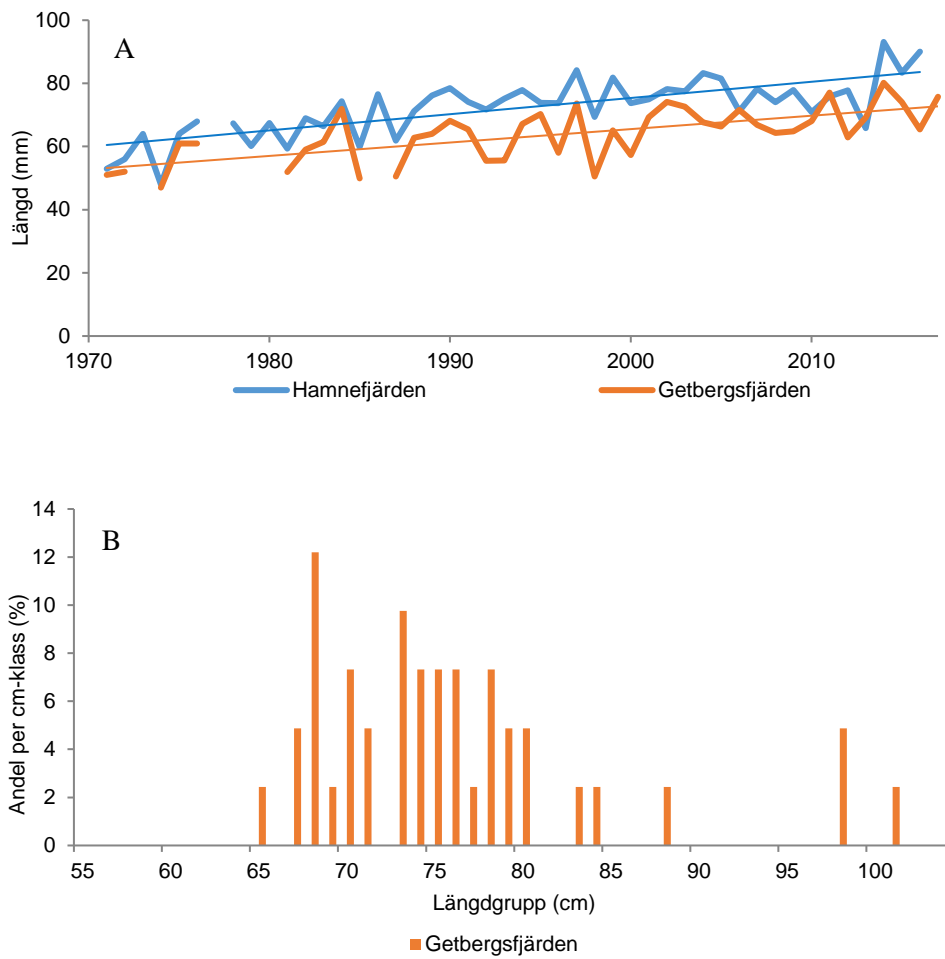
Figur 11. Antal årsyngel av abborre per skott vid sprängningar i Hamnefjärden åren 1983–2017. Trendlinje anger signifikant förändring över tid ($p < 0,05$).

Abborrynglens medellängd i oktober i Hamnefjärden är 72,2 för hela undersökningsperioden från 1971 (Figur 12). Inga abborryngel fångades 2017. I Getbergsfjärden var 2017 medellängden 75,8 millimeter, vilket är högre än långtidsmedelvärdet (63,9 millimeter). Abborrynglens medellängd har ökat signifikant över tiden i båda områdena³.

I Hamnefjärden fångades 2017, som ovan nämnts, inte heller några årsyngel av mört. Medellängderna sedan 1971 för Hamnefjärden och referensen Getbergsfjärden är 57,1 millimeter respektive 45,6 millimeter, för de år då mörtynghar fångats, och är i båda områdena ökande⁴. Någon jämförelse av medellängden mellan de två områdena gjordes inte 2017.

³ Linjär regression 1971-2017: $p < 0,001$, $R^2 = 0,55$ för Hamnefjärden resp. $p < 0,001$ och $R^2 = 0,45$ för Getbergsfjärden

⁴ Linjär regression 1971-2017: $p < 0,01$, $R^2 = 0,26$ för Hamnefjärden resp. $p < 0,001$ och $R^2 = 0,30$ för Getbergsfjärden



Figur 12. A) Medellängd hos årsyngel av abborre i oktober i Hamnefjärden 1971-2016 och Getbergsfjärden 1971-2017. Trendlinje anger signifikant förändring över tid ($p < 0.05$). B) Längdfördelning hos årsyngel av abborre i Getbergsfjärden 2017. Undersökningen gav ingen fångst i Hamnefjärden.

4.4 Beståndsutveckling i skärgården

4.4.1 Material och metoder

Skärgårdens fisksamhällen följs genom provfisken med nätlänkar under högsommaren i ett delområde söder om Simpevarp (sektion 6) och i två referensområden i Kvädöfjärden (sektion 5 och 6, härafter angivna som inre respektive yttre lokalen) (Figur 1). I Simpevarp samt i den inre lokalen i Kvädöfjärden startade undersökningarna 1987. I den yttre lokalen i Kvädöfjärden startade undersökningarna 1989. Mellan 1989 och 1996 utfördes ett motsvarande fiske i ytterligare ett område vid Simpevarp. Detta fiske lades dock ner på grund av att resultaten i de båda områdena var mycket likartade.

Skärgårdsfiskena är främst inriktade på fångst av ungfisk. På grund av detta används en annorlunda sammansättning av maskstorlekar än vid fisket i Hamnefjärden. Fiskena sker på sex stationer inom varje delområde med en nätlänk på varje station. En nätlänk består av fyra sammankopplade nät med maskstorlekarna 17, 21,5, 25 och 30 millimeter maskstolpe. Varje enskild station fiskades ursprungligen vid sex tillfällen årligen under augusti. Från och med 2006 reducerades antalet fisketillfällen i Kvädöfjärden från tidigare sex till tre fisken per station. Neddragningen är en följd av tillämpningen av en ny provfiskestrategi baserad på slumpmässigt valda stationer fiskade med Nordiska kustöversiktsnät (Havs- och vattenmyndigheten, 2015). Den nya strategin började tillämpas på försök 2002 och tillämpas sedan 2006 som komplement till den äldre metodiken. Vid analys av trender används här endast fångstdata från de tre första fisketillfällena i Kvädöfjärden för hela perioden sedan 1987.

Utöver fiskena med nätlänkar utförs också ett fiske med biologiska länkar inom ett område vardera i både Simpevarp (sektion 1 i Figur 1) och Kvädöfjärden (sektion 1 i Figur 1). Detta fiske sker under en natt vid ett enda tillfälle i augusti och har bedrivits sedan början av 1960-talet. På grund av den begränsade tillgången på årliga data och den översiktliga karaktären hos detta fiske tas inga hänsyn till eventuell förekomst av störningar i denna rapport.

Från fisket med nätlänkar samlas även ett prov av abborrhonor in för åldersanalys. Insamlingens målsättning är att provta ett förutbestämt antal honor i varje längdgrupp och parallellt med denna provtagning noteras kvoten mellan hanar och honor i varje centimeter-längdklass. Proven används för att beräkna antalet fångade honor i varje åldersklass. Abborrens ålder och tillväxt bestäms med hjälp av analys av otoliter och gällocksben.

4.4.2 Resultat

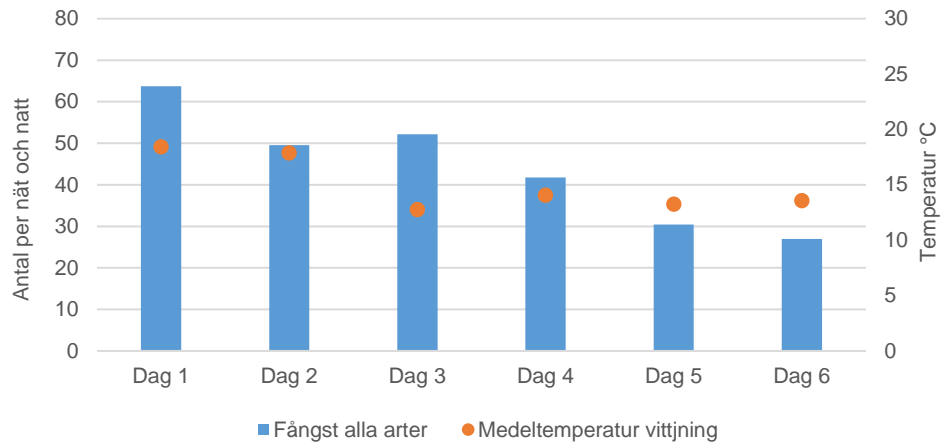
Provfisken med nätlänkar

Abborre, björkna, gers, mört och sarv har historiskt utgjort cirka 90 procent eller mer av fångsten i fisket med nätlänkar i Simpevarp och Kvädöfjärden. Detta förhållande gällde även för fångsterna i provfisket i Simpevarp och på båda lokalerna i Kvädöfjärden under 2017. På den inre lokalen i Kvädöfjärden utgjorde dessa dominerande arter dock endast drygt 80 procent av fångsten under åren 2013–2015 men under fisket 2017 utgjorde de återigen drygt 90 procent av totalfångsten.

Under provfisket i Simpevarp 2017 växlade vattentemperaturen mellan 13–18 °C och de högsta temperaturerna uppmättes vid de två första vittjningstillfällena för att sedan sjunka (Figur 13). Fångsten var störst vid det första vittjningstillfället då temperaturen var som högst, för att sedan sjunka till lägre fångster under resterande del av provfisket (Figur 13). Orsaken till denna minskning i fångst var troligtvis en kombination av temperaturminskning och en möjlig utfiskningseffekt. Totalt för alla arter var fångsten per ansträngning högre än långtidsmedelvärdet (Tabell 5). För samtliga av de så kallade varmvattenarterna abborre, mört, björkna, gers och sarv var fångsterna högre än det historiska medelvärdet (Figur 14, Tabell 5). För mörten var fångst per ansträngning i Simpevarp 2017 cirka 60 procent högre än långtidsmedelvärdet för arten (Tabell 5) och låg på liknande nivåer jämfört med fångsterna under 2016 års provfiske (Figur 14). Även fångsten av kallvattensarten strömming var något högre i Simpevarp 2017 och fångstutvecklingen för arten visar en positiv utveckling från 1987 och framåt (Tabell 5). Andra arter som har blivit mer vanligt förekommande i fångsten i Simpevarp sedan 1987 är gers, sarv och skrubbskädda. Samtidigt har fångsten av gädda minskat (Tabell 5).

Under provfisket i Kvädöfjärden 2017 var den genomsnittliga vattentemperaturen i bottenvattnet vid redskapen 18 °C på den inre respektive 17 °C på den yttre lokalen. Totalt för alla arter var fångst per ansträngning lägre än långtidsmedelvärdet i inre Kvädöfjärden och högre än detsamma i yttre Kvädöfjärden (Tabell 5). På den inre lokalen var fångsten av varmvattenarterna abborre, mört, björkna, gers och sarv lägre än långtidsmedelvärdet över åren 1987-2017. På denna lokal visar fångsterna av mört en negativ trend över tid (Figur 14, Tabell 4) liksom även fångsterna av gers, gädda och sarv (Tabell 5). Fångsten av gös var 2017 högre än långtidsmedelvärdet och visar en positiv trend (Tabell 5), dock var gösfångsten 2017 den lägsta sedan 2011. På den yttre lokalen var fångsten av mört och björkna mer än dubbelt så stor jämfört med långtidsmedelvärdet samtidigt som fångsten av abborre var något lägre än detsamma. Björkna och skrubbskädda har blivit mer vanligt förekommande i fångsten sedan 1987 samtidigt som gäddan visar en minskande trend även i detta område (Tabell 5).

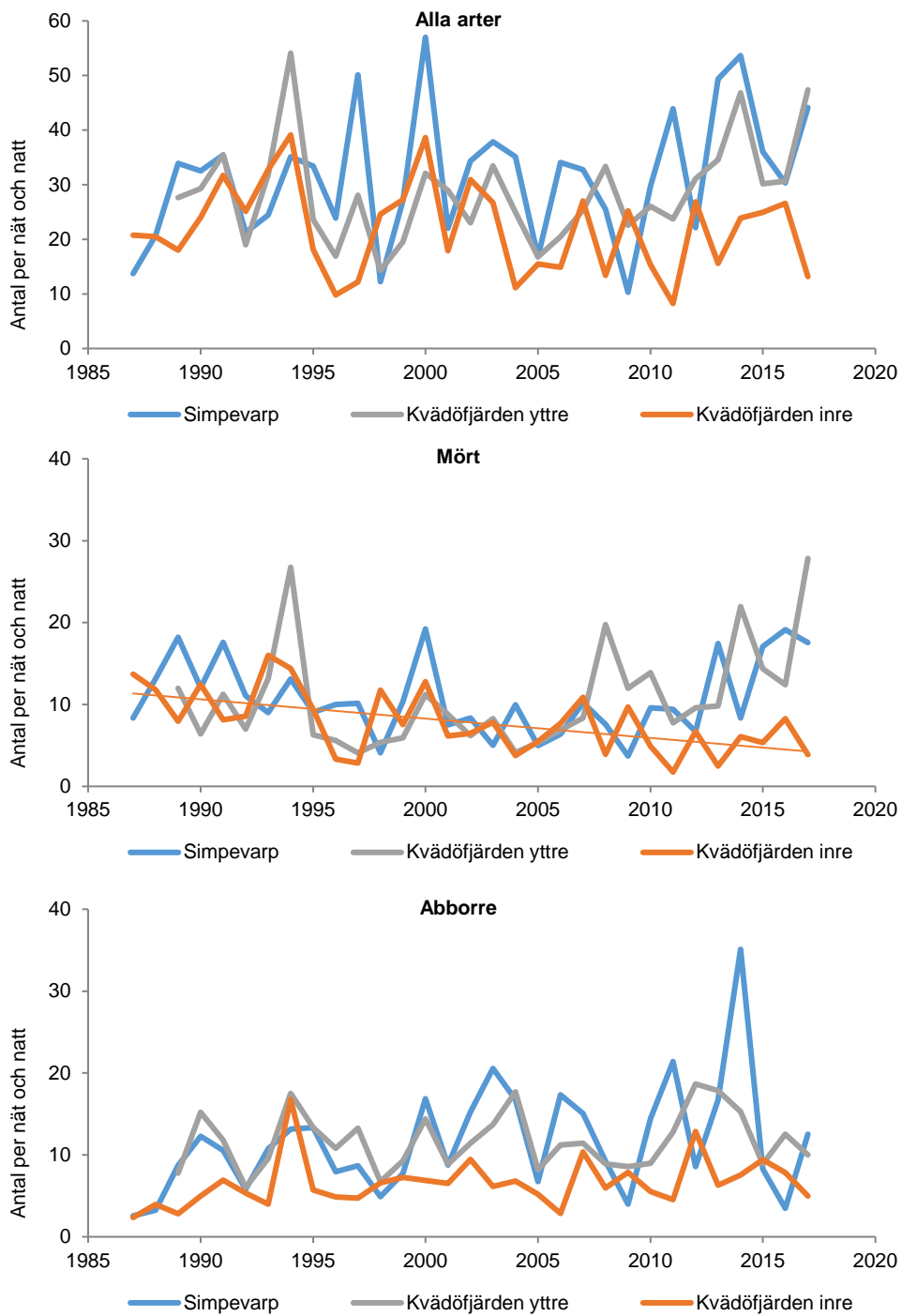
Artantalet har ökat signifikant på alla tre studerade lokalerna (Tabell 5), antalet arter i fångsten var dock lägre än långtidsmedelvärdet på både den inre och yttre lokalen i Kvädöfjärden 2017.



Figur 13. Fångst (antal individer per nät och natt) av alla arter samt medeltemperatur per vittjningstillfälle under provfisket med nätlänkar i Simpevarp augusti 2017. Temperaturen är uppmätt i bottenvatt-net vid varje station i samband med vittjning.



Stillastående utsläpp från O1 och O2. Foto: Johan Penner, SLU Aqua.



Figur 14. Fångst (antal individer per nät och natt) av alla arter samt av de dominerande arterna abborre och mört i provfiske med nätlänkar i skärgården söder om Simpevarp och i två lokaler i Kvädöfjärden under augusti 1987–2017 (Kvädöfjärden yttre 1989–2017). Signifikant trend (beräknad från logaritmerade fångstvärden) illustreras med linjär trendlinje ($p < 0,05$).

Tabell 5. Fångst (antal individer) per nät och natt av alla förekommande arter 1987–2017, vid provfiske med nätlänkar i ett område söder om Simpevarp och i två delområden i Kvädöfjärden (sektion 6 1989–2017). Linjär regression har beräknats med logaritmerade värden. + anger ökande trend, - anger minskande trend med signifikansnivåer $*=p<0,05$, $**=p<0,01$, $***=p<0,001$, ns anger att ingen signifikant förändring observerats över tiden. Arter som förekommer i fångsterna under färre än 80 % av åren har uteslutits vid trendanalys. Detta markeras i tabellen med grå ruta. Fångst vid störda ansträngningar ingår inte. Arter sorteras efter fallande långtidsmedelvärde.

Art	Simpevarp			Kvädöfjärden inre			Kvädöfjärden yttre		
	2017	Medel 1987-2017	Trend 1987-2017	2017	Medel 1987-2017	Trend 1987-2017	2017	Medel 1987-2017	Trend 1987-2017
Abborre	12,53	11,55	ns	4,97	7,08	ns	10,01	11,96	ns
Mört	17,55	10,78	ns	3,89	8,52	-**	27,83	11,07	ns
Björkna	7,40	6,30	ns	3,08	3,75	ns	5,94	1,75	+**
Gers	2,56	1,18	+**	0,18	0,38	-*	1,93	1,10	ns
Sarv	2,69	1,03	+**		1,01	-***	0,47	0,41	ns
Strömning	0,92	0,23	+**	0,07	0,24		0,82	0,11	
Skrubbskädda	0,26	0,18	+***	0,04	0,02		0,31	0,18	+**
Gädda		0,15	-**		0,15	-***		0,09	-*
Vimma	0,03	0,06	ns		0,01			<0,01	
Id	0,01	0,05	ns		0,01			0,06	
Sik	0,06	0,02			<0,01			<0,01	
Skarpsill	0,01	0,01			<0,01				
Sutare	0,06	<0,01			<0,01			0,04	
Storspigg	0,02	<0,01						<0,01	
Ruda	0,01	<0,01			<0,01			0,02	
Öring		<0,01							
Braxen		<0,01		0,28	0,30			<0,01	
Gulål		<0,01			<0,01			<0,01	
Karpfisk obestämd		<0,01							
Löja		<0,01						<0,01	
Mindre havsnål		<0,01							
Nors		<0,01			<0,01		0,04	<0,01	
Piggvar		<0,01							
Svart smörbult		<0,01		0,01	<0,01			<0,01	
Tobiskung		<0,01						<0,01	
Torsk		<0,01			<0,01				
Tångräka obestämd		<0,01							
Tångsnälla		<0,01			<0,01				
Gös				0,64	0,43	+***	0,04	<0,01	
Lake								<0,01	
Regnbåge								<0,01	
Rötsimpa								<0,01	
Tånglake								<0,01	
Totalt	44,11	31,58	ns	13,17	21,93	ns	47,40	26,81	ns
Antal arter	14,00	13,16	+***	9,00	10,61	+**	9,00	10,62	+*

Provfisken med biologiska länkar

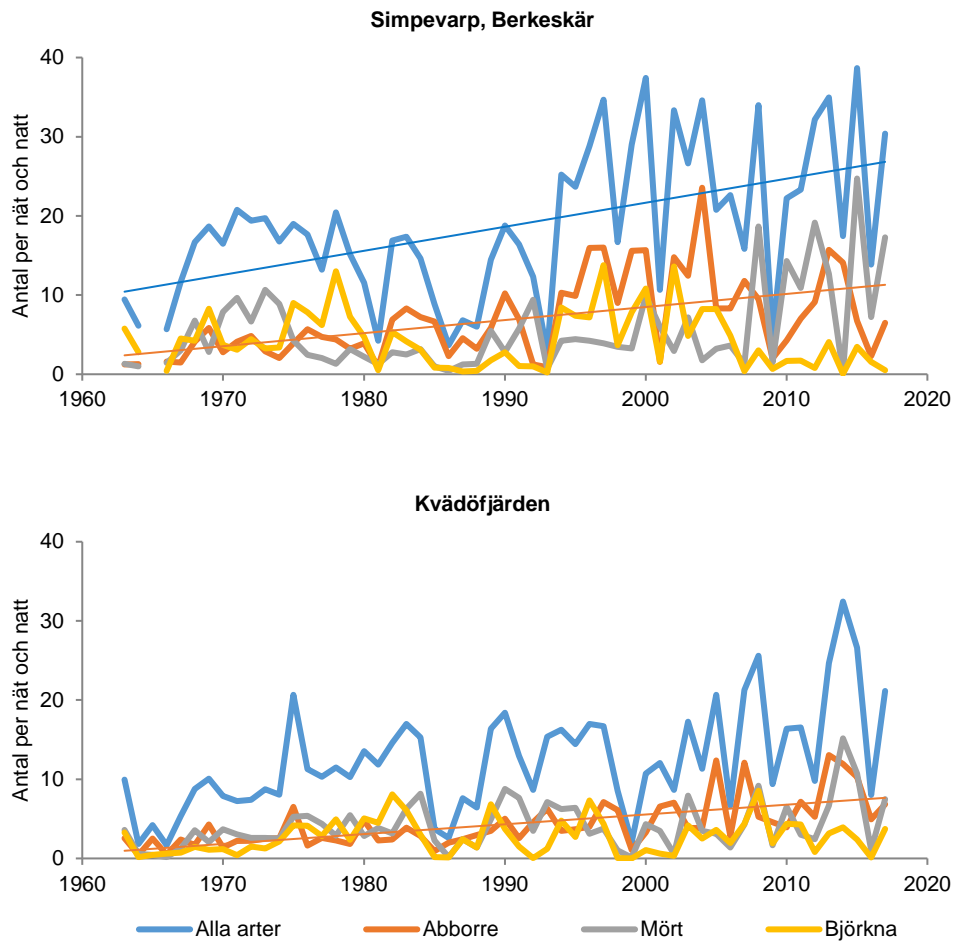
Vattentemperaturerna vid provfiskena med biologiska länkar i Berkeskär söder om Simpevarp och i Kvädöfjärden var relativt höga. Bottentemperaturen vid redskapen var i medeltal 15 respektive 17 °C i de två områdena. I båda områdena var de totala fångsterna därmed också höga (Figur 15, Tabell 6).

Vid Berkeskär var fångsterna av abborre och björkna låga, samtidigt som fångsterna av mört och gers var över medelvärdet för både hela tidsserien och medelvärdet för de senaste tio åren (Figur 15, Tabell 6). Fångsten i Berkeskär innehöll även ovanligt mycket strömming. I Kvädöfjärden var fångsterna av mört, björkna, skrubbskädda och gös hög (Figur 15, Tabell 6). Fångsten av abborre var högre än långtidsmedelvärdet men lägre än medelvärdet för den senaste tioårsperioden.

På båda provfiskelokalerna har fångsten av abborre ökat sedan 1960-talet (Figur 15, Tabell 6). I Berkeskär har antalet skrubbskädda och gers ökat under perioden 1966–2017 (ökningen av gers gäller också perioden 2007-2017) samtidigt som antalet id minskat under perioden 1973–2017 (Tabell 6). Den totala fångsten har ökat i Berkeskär under 1973–2017. Samma ökning syns inte i Kvädöfjärden, men där har istället antalet arter ökat över tidsperioden.



Skogsholmen i Kvädöfjärden. Foto: Fredrik Franzén SLU



Figur 15. Tidsutveckling för fångsten av alla arter och dominerande arter (antal individer per nät och natt) i provfiske med biologiska länkar vid Berkeskär söder om Simpevarp och i Kvädöfjärden åren 1963–2017. Trendlinje anger signifikant förändring över tid.

Sjukdomar och parasiter

Den totala fångsten i fisket med nätlänkar i skärgården söder om Simpevarp 2017 uppgick till 6 352 fiskar. Inga av dessa uppvisade några yttre tecken på sjukdomar eller skador. Sjukdomsfrekvensen har tidigare legat runt 0,2 procent. De vanligast förekommande symptomen har historiskt varit hudsår och fenröta.

I provfisket med nätlänkar i Kvädöfjärden, där totalt 4 361 fiskar fångades, noterades två fiskar med yttre sjukdomssymptom. Dessa utgjordes av en mört med hudsår och en skrubbskädda med defekta fenor. Tidigare år har sjukdomsfrekvensen i detta fiske varit lägre i Kvädöfjärden än i Simpevarp och som högst har sjukdomsprevalensen varit 0,2 procent under perioden 1992–2016.

I provfiskena med biologiska länkar vid Berkeskär söder om Simpevarp och i Kvädöfjärden fångades totalt 547 respektive 381 fiskar. Inga av fångsterna i något av områdena uppvisade yttre tecken på sjukdomar eller skador. Tidigare år har inga eller ett fåtal fiskar med sjukdomssymtom fångats och sedan början av 1990-talet har sjukdomsprevalensen som högst varit cirka 1,5 procent i båda dessa fisken.



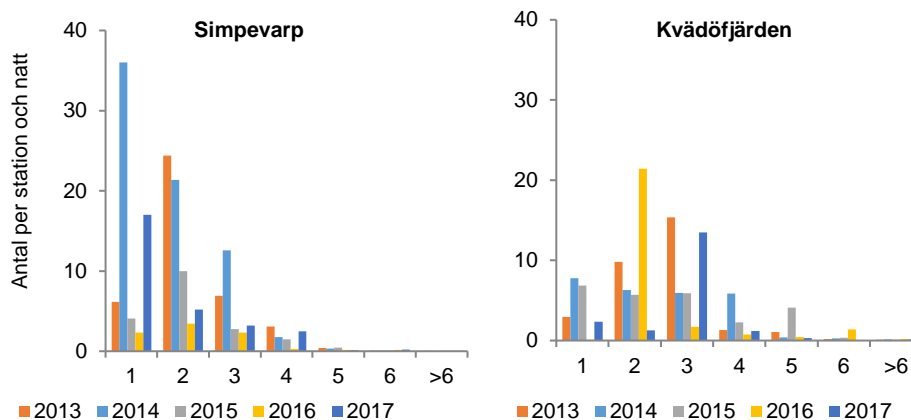
Provfiske i Skärgården söder om Simpevarp. Foto: Anna Lingman, SLU Aqua.

Tabell 6. Fångst (antal individer) per nät och natt av alla förekommande arter 1973–2017 (för abborre, björkna, gers, gädda, mört och skrubbskädda i Berkeskär och Kvädöfjärden gäller tidsperioderna 1966–2017 respektive 1963–2017) samt 2007–2017, vid provfiske med biologiska länkar vid Berkskär söder om Simpevarp och i Kvädöfjärden. Linjär regression har beräknats med logaritmerade värden. + anger ökande trend, - anger minskande trend med signifikansnivåer $*=p<0,05$, $**=p<0,01$, $***=p<0,001$. ns anger att ingen signifikant förändring observerats över tiden. Arter som förekommer under färre än 80 % av åren har uteslutits vid trendanalys. Detta markeras i tabellen med grå ruta. Fångst vid störda ansträngningar ingår inte. Arter sorterar efter fallande långtidsmedelvärde.

Art	Simpevarp, Berkeskär					Kvädöfjärden				
	2017	Medel 1973-2017	Trend 1973-2017	Medel 2007-2017	Trend 2007-2017	2017	Medel 1973-2017	Trend 1973-2017	Medel 2007-2017	Trend 2007-2017
Abborre	6,50	7,14	++	7,72	ns	6,83	4,45	+++	7,33	ns
Mört	17,28	5,72	ns	12,65	ns	7,50	4,24	ns	6,39	ns
Björkna	0,50	4,31	ns	1,74	ns	3,72	2,77	ns	3,33	ns
Sarv	0,94	0,49	ns	0,42	ns	0,01				
Gers	2,72	0,50	+	1,12	++	0,61	0,24	ns	0,22	ns
Skrubbskädda	1,06	0,40	+	0,85	ns	1,39	0,48	ns	0,69	ns
Id		0,29	--	0,18			0,15		0,02	
Gädda	0,06	0,13		0,03			0,10		0,02	
Strömming	1,22	0,09		0,29			0,05		0,15	ns
Torsk		0,06					0,01			
Sik		0,03		0,07		0,06	0,02		0,03	
Vimma	0,11	0,03		0,03		0,11	0,10		0,18	ns
Braxen		0,01		0,01		0,11	0,02		0,08	
Mindre havsnål		0,01		0,04						
Gulål		<0,01								
Löja		<0,01		<0,01						
Piggvar		<0,01					<0,01			
Ruda		<0,01		0,01						
Rötsimpa		<0,01					<0,01			
Sutare		<0,01		<0,01			<0,01		0,01	
Svart smörbult		<0,01								
Tobiskung		<0,01								
Gös						0,78	0,15		0,41	ns
Lake							<0,01			
Nors						0,06	0,08		0,17	
Skarpsill						0,06	<0,01		0,02	
Tånglake							<0,01		<0,01	
Totalt	13,83	19,50	+	23,73	ns	8,00	13,60	ns	19,07	ns
Artantal	9	8,57	ns	9,10	ns	11	8,64	+++	10,30	ns

Abborrens åldersfördelning

Under 2017 genomfördes åldersanalys av totalt 369 honor från Ekö söder om Simpevarp, medan motsvarande gjordes för 311 honor i Kvädöfjärden. Ett år gamla abborrar var vanligast i fångsten i Simpevarp medan treåringar var dominerande i Kvädöfjärden (Figur 16). Fångsterna i Simpevarp av abborrar äldre än ett år var ovanligt jämnt fördelade mellan abborrar i åldrarna 2 till 4 år. I båda områdena noterades anmärkningsvärt låga fångster av tvååringar. En stark årskull i Kvädöfjärden, födda 2014, kom in i fisket som tvååringar 2016 och var starkt representerad även i fisket 2017, nu som treåringar. Äldre abborrar har tidigare tenderat att vara något vanligare i Kvädöfjärden, men det var inte fallet 2017. Medellängderna hos abborrhonorna i det insamlade provet från Simpevarp var 19,6 centimeter för tvååringar, 23,9 centimeter för treåringar och 28,4 centimeter för fyraåringar. Tvååringar från Kvädöfjärden var 20,7 cm medan tre- och fyraåringar där var 22,6 respektive 24,0 centimeter långa.



Figur 16. Fångst (antal/station och natt) av abborre (honor) för åldersgrupperna 1–6 år och äldre i Simpevarp (vänster) och Kvädöfjärden (höger) åren 2013–2017.

4.5 Beståndsutveckling i fiske med kustöversiktsnät på våren

4.5.1 Material och metoder

Fisket med kustöversiktsnät (tidigare benämnda djupnät) under våren beskriver utvecklingen i området där det uppvärmda kylvattnet möter och blandas med havsvattnet (Figur 1). Detta fiske riktar sig i första hand mot kallvattenarter. Anlockning

av strömming under vinter och vår har konstaterats i området, likaså stora populationssvängningar hos såväl stationära som vandrande marina arter. Från och med 1997 utförs provfisket endast vid sex tillfällen under perioden april–maj. Efter en tidigare utvärdering drogs slutsatsen att enbart vårfisken räcker för att belysa kallvattenarternas utveckling. Efter flera år med omfattande störningar av i första hand säl gjordes en större omläggning av fisket år 2011.

Grundprogrammet omfattar från och med 2011 fisken på åtta stationer inom en radie av cirka 1 kilometer från Hamnfjärdens mynning mot öppet hav (Figur 1). På varje station fiskas vid varje tillfälle med två sammanlänkade 35 meter långa 10-fots kustöversiktsnät. Nätens höjd i utsträckt läge vid botten är cirka 2,5 meter. Provfisket upprepas vid sex tillfällen under april och maj.

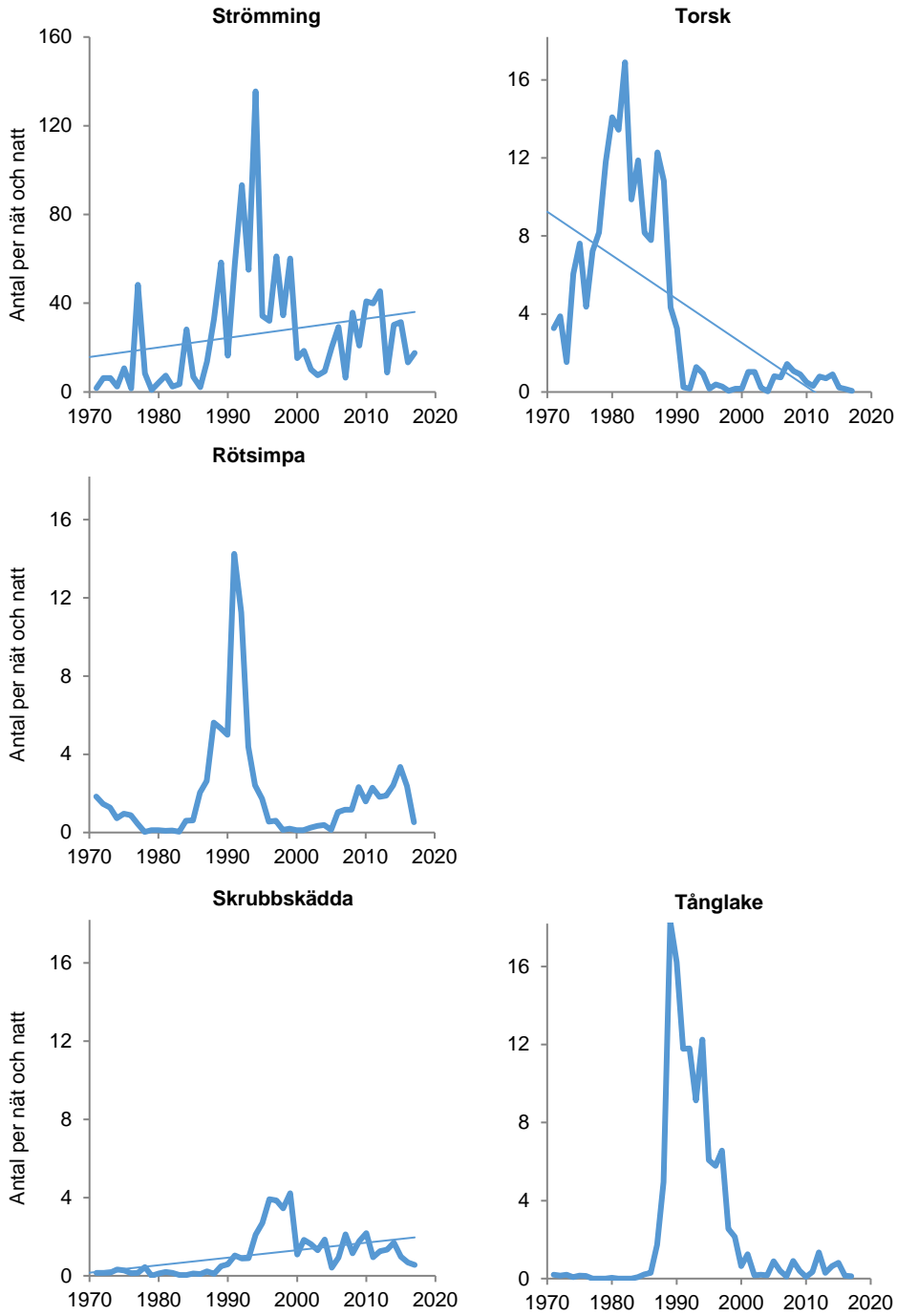
4.5.2 Resultat

Kallvattenfisket med kustöversiktsnät utfördes enligt programmet vid sex tillfällen under april och maj 2017. Av totalt 96 genomförda fiskeansträngningar uppvisade 48 ansträngningar (50 procent) störningar främst orsakade av säl.

Fångsterna dominerades som tidigare starkt av strömming. Gers var den näst vanligaste arten 2017 och övriga arter förekom sparsamt i fångsten. Efter en period med stora fångster av torsk under främst tidigt 1980-tal har fångsterna därefter utvecklats negativt på lång sikt (Figur 17, Tabell 7). Även under de senaste tio åren har torskfångsterna minskat och endast under år 2004 har fångsterna varit lägre än under 2017 års fiske då fångsten av torsk motsvarade 0,3 procent av totalfångsten. Även strömming, rötsimpa, och tånglake förekom i högre tätheter under en period från den senare delen av 1980-talet och cirka tio år framåt (Figur 17). Fångsterna av strömming har därefter varierat mycket mellan år. På lång sikt (sedan 1971) syns en positiv trend för strömmingsfångsten. Fångsten av skrubbskädda uppvisar en ökning på lång sikt (1971–2017), men ser man endast till de senaste tio åren (2008–2017) visas en nedgång i fångsterna av arten (Figur 17, Tabell 7). Fångsterna av rötsimpa har fluktuerat kraftigt under hela undersökningsperioden och uppvisade en topp runt början av 1990-talet för att sedan sjunka igen. Under tioårsperioden 2007–2016 sågs en signifikant ökning igen men låg åter på en lägre nivå 2017.

Antalet arter visar en ökande trend och 2017 fångades totalt 17 arter (Tabell 7). Samma år var den totala fångsten per ansträngning 21 individer per nät och natt, vilket är betydligt högre än fångstmedelvärdet för hela perioden sedan 1971 (Tabell 7). Vid sidan av de förändringar som redovisas ovan för dominerande arter noteras en långsiktig tillbakagång för mört, medan gers, oxsimpa och sik har blivit mer vanligt förekommande (Tabell 7). Den invasiva arten svartmunnad smörbult fångades för första gången i Hamnfjärdens mynning vid provfisket 2016 och även 2017 förekom arten i fångsten. Totalt fångades 5 respektive 20 individer 2016 och 2017 (inklusive fångsten vid störda ansträngningar) vilket indikerar att artens svartmunnad smörbult

kan ha börjat etablerat sig i området. Arten fångades även i provfiske med ryssjor inne i Hamnefjärden.



Figur 17. Fångst per ansträngning av strömming, torsk och rötsimpa, skrubbskädda och tånglake i provfisket med kustöversiktnät vid Simpevarp april–maj (juni) åren 1971–2017. Trendlinje anger signifikant förändring över tid.

Tabell 7. Antal fiskar per nät och natt av alla fiskarter i fiske med kustöversiktsnät år 2017 samt medelvärden för hela perioden sedan 1971 samt för den senaste tioårsperioden. Linjär regression har beräknats med logaritmerade värden. + anger ökande trend, - anger minskande trend med signifikansnivåer *= $p<0,05$, **= $p<0,01$, ***= $p<0,001$. ns anger att ingen signifikant förändring observerats över tiden. Arter som förekommer under färre än 80 % av åren har uteslutits vid trendanalys. Detta markeras med grå ruta. Fångst vid störda ansträngningar ingår inte. Arter sorterats efter fallande långtidsmedelvärde.

Art	2017	Medel 1971-2017	Trend 1971-2017	Medel 2008-2017	Trend 2008-2017
Strömring	17,56	26,14	+***	28,47	ns
Torsk	0,06	3,86	-***	0,56	-*
Tånglake	0,13	2,55	ns	0,51	ns
Rötsimpa	0,52	1,89	ns	1,97	ns
Abborre	0,31	1,16	ns	0,68	ns
Mört	0,02	1,10	-***	0,15	ns
Skrubbskädda	0,56	1,08	+***	1,26	-*
Oxsimpa	0,31	0,28	+***	0,39	ns
Gers	1,02	0,26	+***	0,43	ns
Sik	0,08	0,21	+**	0,15	ns
Björkna	0,02	0,03		<0,01	
Tobiskung		0,03		<0,01	
Nors		0,02		0,02	
Piggvar	0,15	0,02		0,06	ns
Öring		0,02			
Vimma	0,02	0,01		<0,01	
Sjurygg		0,01			
Svartmunnad smörbult	0,23	<0,01		0,03	
Storspigg	0,04	<0,01		<0,01	
Tångspigg	0,04	<0,01		<0,01	
Skarpsill	0,02	<0,01		<0,01	
Gulål		<0,01			
Gädda		<0,01			
Gös		<0,01			
Id		<0,01			
Lake		<0,01		<0,01	
Lax		<0,01			
Mindre havsnål		<0,01		0,01	
Sutare		<0,01		<0,01	
Ringbuk		<0,01			
Totalt	21	38,71	ns	34,75	ns
Artantal	17	12,17021277	+*	13	ns

Sjukdomar och parasiter

Under fisket med kustöversiktsnät 2016 fångades totalt 1 409 fiskar (inklusive fångsten vid störda ansträngningar). Inga fiskar med yttre tecken på sjukdom eller skador registrerades. Förekomsten av fiskar med sjukdomssymtom har varit låg under majoriteten av åren sedan provfiskets start, med undantag för några år i början av 1990-talet då rötsimpa var hårt drabbad av en ögonparasit.



Svartmunnad smörbult i provfiskanät. Foto: Anna-Li Jonsson SLU

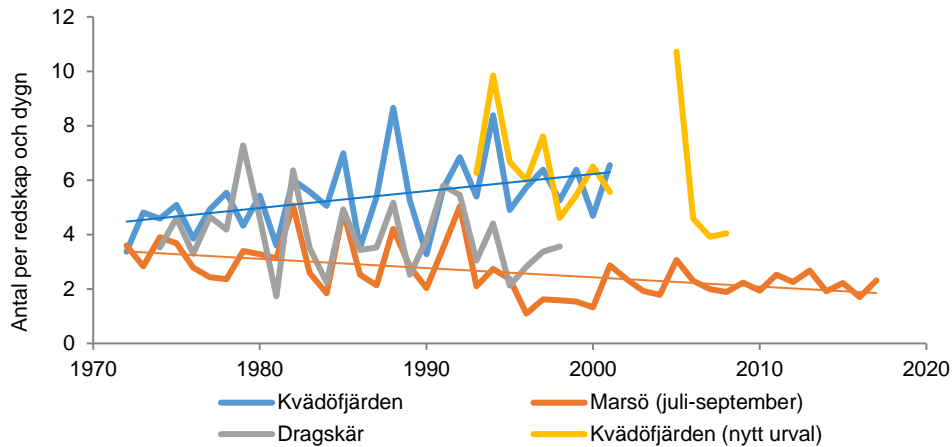
5 Journalföring av yrkesfiskefångster

5.1 Material och metoder

Journalföring av yrkesfiskets fångster har ingått i kontrollprogrammet för Oskarshamnsverket sedan början av 1960-talet. Syftet är främst att undersöka om fisket efter den vandrande blankålen påverkas genom det kylvattenutsläpp som sker. Ålen räknas som en varmvattenart i Sverige och har en optimal tillväxttemperatur på 22–23 °C (Sadler, 1979). Det kan därför tänkas att ålen attraheras till det varma kylvattenutsläppet. När undersökningarna inleddes valdes därför undersökningslokaler både söder och norr om kylvattenutsläppet för att kunna följa utvecklingen av fisket på platser med olika avstånd och placering i förhållande till detta. Journalföringen från Dragskär (cirka 13 kilometer söder om utsläppet) och Kvädöfjärden (cirka 100 kilometer norr om utsläppet) utgick från och med 1999 respektive 2002. I Kvädöfjärden återupptogs en del av det gamla blankålsfisket under 2004 av en annan fiskare. Journaler från detta fiske har inkommit under 2005–2008, men statistiken bör användas med en viss försiktighet, då fiskelokaler och redskap inte är helt identiska med dem som redovisades fram till och med 2001. Av denna anledning lades en ny serie för Kvädöfjärden till i figuren (Figur 18). Den serien visar utvecklingen för de lokaler som överensstämmer bäst med det nya fisket. Från och med 2009 finns endast journaler från fisket med ålflytgarn vid Marsö (cirka 5 kilometer norr om utsläppet). Journalföringen innebär att fiskaren bokför sina fångster med olika redskap dagligen under fiskesäsongen. För större fasta redskap som ålflytgarn registreras fångsten från varje enskild fiskeplats. Ändrade regler för ålfiske under senare år har bland annat inneburit att säsongen för fiske har förkortats till tre månader per år. Av denna anledning har tidsserien för fiske med ålflytgarn vid Marsö omarbetats, så att den i denna rapport endast avser fångster under perioden från och med vecka 27 till och med vecka 39 fram till och med 2003. Denna period motsvarar i stort månaderna juli–september. Efter 2003 har resultat som exakt motsvarar dessa månader valts ur databasen.

5.2 Resultat

Fångstens mellanårsvariationer uppvisade relativt tydliga likheter mellan områdena Dragskär, Marsö och Kvädöfjärden, så länge fisket pågick parallellt i dessa områden (Figur 18). Däremot är fångsttenden negativ vid Marsö⁵ för hela perioden 1972–2017, medan fångsten i Kvädöfjärden⁶ uppvisat en positiv trend fram till den sista journalförda fångsten 2001. En negativ utveckling vid Marsö inleddes 1993 och ledde fram till ett minimum under 1996. Därefter skedde en viss återhämtning, varefter fångsten per fiskeansträngning har legat på en ganska stabil nivå under hela perioden fram till idag.



Figur 18. Fångster av blankål med ålflytgarn i områdena Kvädöfjärden 1972–2001, Marsö 1972–2017 och i Dragskär 1972–1998 (antal individer per redskap och dygn). Nytt urval Kvädöfjärden 1993–2001, 2005–2008. Trendlinje anger signifikant förändring över tid.

⁵ Ln-linjär regression 1972–2017: $p < 0,001$, $R^2 = 0,24$

⁶ Ln-linjär regression 1972–2001: $p < 0,05$, $R^2 = 0,18$

6 Bottenfauna

6.1 Material och metoder

Bottenfaunasamhällets utveckling i Simpevarp och Kvädöfjärden har följts sedan 1962. År 2017 provtogs endast Kvädöfjärden. Provtagning sker på två olika djupintervall i både recipienten och referensområdet (Figur 1). De grundare lokalerna på 17–20 meters djup ligger i havsbandet och karaktäriseras som transportbottnar med låg organisk halt i sedimentet. De djupare lokalerna ligger på 22–24 meters djup och här har sedimentet en högre halt av organiskt material. I Simpevarp är den djupa lokalen belägen 1,8 kilometer sydsydost om Hamnefjärdens mynning och fullt exponerad mot öppet hav, medan den djupa lokalen i Kvädöfjärden har ett mera skyddat läge. Provtagningen sker under senvåren. Varje år tas fem hugg på varje lokal med en så kallad van Veen-huggare. Sedimentet från varje hugg sköljs genom ett såll med 1 millimeter maskvidd och sållresterna konserveras i 70 procent alkohol. Proven sorteras sedan under stereolupp och djuren artbestäms, räknas och vägs. Vid analysen görs alltid en bedömning av om hugget är representativt eller inte. Det kan till exempel vara en eller flera burkar från ett hugg som inte har blivit ordentligt konserverade och om detta hugg underkänns skall inte resultaten från detta användas.

Trendanalyser för bottenfaunasamhällets utveckling över tid har utförts genom icke-parametriska Spearman-korrelationer. Sådana korrelationer möjliggör analys även när observationer endast har gjorts under ett fåtal år, vilket är fallet för många av de arter som förekommer i bottenfaunaundersökningarna.

6.2 Resultat

6.2.1 Djupintervall 17–20 meter

På de grundare bottarna inträffade en markant förändring i början av 1980-talet och både abundans (antalet individer per kvadratmeter) och artantal (antal arter per hugg) är tydligt ökande under hela undersökningsperioden (Figur 19, Figur 20, Tabell 8). I Tabell 8 listas abundansen för 2016, långtidsmedelvärde och statistiskt signifikanta förändringar för samtliga fångade arter uppdelat per område och djupintervall.

Vid provtagningen i Simpevarp 2016 hade blåmussla (*Mytilus edulis*) den högsta abundansen följd av östersjömussla (*Limecola baltica*; benämnd som *Macoma baltica* i tidigare rapporter) samt stor tusensnäcka (*Peringia ulvae*). Observationen av stor tusensnäcka 2016 var den största som noteras under undersökningsperioden sedan 1976. Däremot observerades förhållandevis låga tätheter hos den till Östersjön införda havsborstmasken *Marenzelleria sp.* Under de föregående fyra åren 2012–2015 var havsborstmasken och de två musslorna vanligast förekommande i undersökningen. Blåmussla och östersjömussla har totalt sett varit de vanligaste arterna 1976–2016 (Tabell 8).

I Kvädöfjärden dominerade östersjömussla, blåmussla och bukig tusensnäcka (*Ecrobia ventrosa*) år 2017 (Tabell 8). Bukig tusensnäcka uppmättes i rekordnivåer 2017. År 2017 observerades även mysider (*Mysidae*), en kräftdjursfamilj, för första gången i Kvädöfjärden. Att den invasiva *Marenzelleria sp.* har haft en stark populationsutveckling sedan den introducerades till Östersjön kan följas i båda områdena, särskilt under det senaste decenniet. Sett över hela undersökningsperioden sedan 1976 har blåmusslan och östersjömusslan varit helt dominerande i båda områdena följt av *Marenzelleria sp.* i Kvädöfjärden och i Simpevarp av den lilla rörbyggande havsborstmasken *Pygospio elegans*. *Pygospio* uteblev helt i undersökningarna i Simpevarp 2014, återfanns i betydande omfattning 2015, medan endast 4 individer observerades 2016. Dock observerades inga långsiktiga trender för *Pygospio* i Simpevarp. Däremot ökande trender för blåmussla, östersjömussla, stor tusensnäcka och *Marenzelleria sp.* (Tabell 8). I Kvädöfjärden har *Marenzelleria sp.* och östersjömussla ökat sedan 1976, medan förekomsten av blåmussla inte uppvisar någon trend över tid (Tabell 8).

Artantalet i Simpevarp var något lägre 2016 jämfört med toppnoteringen 2013 men var fortfarande över långtidsmedelvärdet sedan 1962 (Figur 20, Tabell 8). I Kvädöfjärden observerades ungefär lika många arter 2017 (cirka 10 per hugg) som under 2013–2015 och antalen är på samma nivåer som i Simpevarp. Artrikedomen

var över långtidsmedelvärdet på båda lokalerna och uppvisar en stigande trend (Figur 20, Tabell 8).

Biomassan dominerades, som tidigare år, av de båda musslorna och 2016 svarade dessa för 89 procent av bottendjurens totala massa i Simpevarp respektive 96 procent i Kvädöfjärden 2017.

6.2.2 Djupintervall 22–24 meter

På de djupare bottarna (22–24 meter) sågs en ökning i både abundans och artantal under 1980-talet (Figur 19, Figur 20, Tabell 8). Från slutet av 1980-talet bröts trenden för individtätheten, då en markerad tillbakagång noterades. Sedan början av 2000-talet har individtätheten på de djupa stationerna fluktuerat i båda områdena. Efter en kraftig uppgång 2011 ligger individtätheten nu på en nivå nära 70 procent över långtidsmedelvärdet. I Tabell 8 listas abundansen för 2016 i Simpevarp och 2017 i Kvädöfjärden, långtidsmedelvärde och statistiskt signifikanta förändringar för samtliga fångade arter uppdelat per område och djupintervall.

På den djupa lokalen i Simpevarp nådde stor tusensnäcka en rekordnotering och var vanligast bland bottendjuret 2016 och därefter följde östersjömussla och larver av fjädermyggor (*Chironomidae*). År 2014 och 2015 var östersjömussla den vanligast förekommande arten.

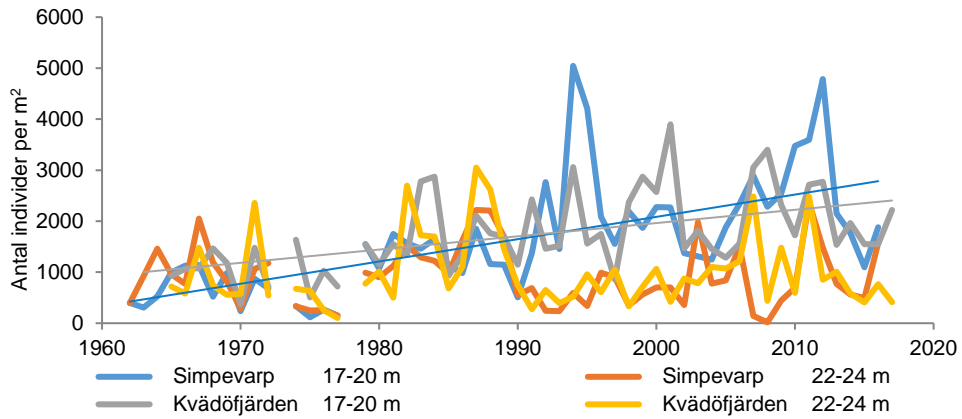
I Kvädöfjärden var östersjömusslan helt dominerande 2017, liksom 2013–2016. De näst vanligaste bottendjuret var fjädermygglarver tillsammans med *Marenzelleria* spp.

När abundanserna år 2016 och 2017 jämförs med medelvärdet för perioden 1976–2017 (Tabell 8) är det tydligt att sammansättningen av arterna med högst individtäthet har förändrats. Främst har den tidigare dominanten vitmärla (*Monoporeia affinis*) gått starkt tillbaka på de djupare lokalerna. Vitmärlan hade högst abundanser fram till slutet av 1980-talet, men har därefter minskat kraftigt, i synnerhet i Simpevarp. I Kvädöfjärden återkom den i större antal igen mellan åren 2000 och 2011, men har under de sex senaste årens provtagning uteblivit helt eller nästan helt.

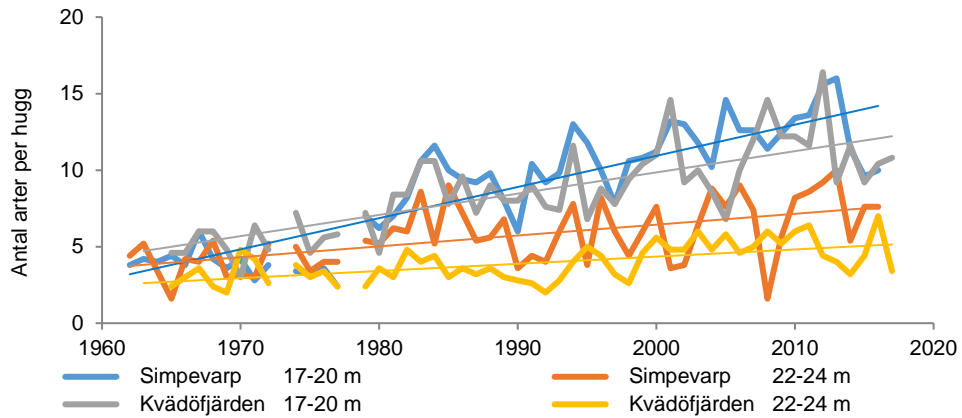
Under perioden 1976–2016, har förekomsten av *Marenzelleria* ökat i Simpevarp medan östersjömussla inte visar någon riktad förändring över tid (Tabell 8). Båda arterna har emellertid haft en starkt ökande trend i Kvädöfjärden 1976–2017.

Antalet arter per hugg på de djupa stationerna har ökat signifikant på båda lokalerna. Antalet arter var strax över långtidsmedelvärdet i Simpevarp 2016 och strax under långtidsmedelvärdet i Kvädöfjärden 2017. Antalet individer per kvadratmeter har inte förändrats över tiden vid någon av lokalerna (Figur 19, Tabell 8).

Bottendjurens totala biomassa på de djupa bottarna dominerades likt tidigare kraftigt av östersjömussla, både i Simpevarp år 2016 (69 procent av total biomassa) och i Kvädöfjärden år 2017 (hela 99 procent av total biomassa).



Figur 19. Bottenfaunasamhällets utveckling i Simpevarp och Kvädöfjärden under perioden 1962–2017 (1962 och 1964 ingen provtagning i Kvädöfjärden, 2017 ingen provtagning i Simpevarp, 1973 och 1978 ingen provtagning varken i Kvädöfjärden eller i Simpevarp). Totalt antal individer per m². Trendlinje anger signifikant förändring över tid baserat på Spearman-korrelationer.



Figur 20. Antal arter per hugg vid provtagning av bottenfaunasamhället i Simpevarp och Kvädöfjärden under perioden 1962–2016 (1962 och 1964 ingen provtagning i Kvädöfjärden, 2016 ingen provtagning i Simpevarp och 1973 och 1978 ingen provtagning varken i Kvädöfjärden eller i Simpevarp). Trendlinje anger signifikant förändring över tid baserat på Spearman-korrelationer.

Tabell 8. Trender och medelvärden för antal individer per kvadratmeter av samtliga förekommande arter av bottenfauna i Simpevarp 1976-2016 och Kvädöfjärden 1976-2017. Trendanalyser är baserade på Spearman-korrelationer. + anger ökande trend, - anger minskande trend med signifikansnivåer *= $p<0,05$, **= $p<0,01$, ***= $p<0,001$, ns anger att ingen signifikant förändring observerats över tiden.

Vetenskapligt namn	SI 17-20 m			JM 17-20 m			SI 22-24 m			JM 22-24 m		
	Medel 1976- 2016	Trend 1976- 2016		Me- del 1976- 2017	Trend 1976- 2017		Me- del 1976- 2016	Trend 1976- 2016		Medel 1976- 2017	Trend 1976- 2017	
<i>Mytilus edulis</i>	547	630,7	+**	897	646,2	ns	7	17,6	ns	0,5	ns	
<i>Limecola balthica</i>	503	463,2	+***	573	648,8	+***	189	264	ns	345	452,9	+***
<i>Pygospio elegans</i>	4	279,7	ns	9	85,1	ns	30	157	ns	0,5	ns	
<i>Oligochaeta</i>	5	149,6	ns	2	52,2	ns	7	36,6	ns	0,7	ns	
<i>Marenzelleria sp.</i>	54	77,3	+***	156	100,8	+***		64,1	+***	30	82,3	+***
<i>Monoporeia affinis</i>	18	74,6	ns	34	168,9	ns		224	-***	2	443,6	-***
<i>Hydrobia ventrosa</i>		51,8	ns		8,7	ns		2,9	ns		0,2	ns
<i>Hydrobiidae</i>		46,0	ns		34,8	ns		1,3	ns		0,2	ns
<i>Corophium volutator</i>	12	30,7	+**		5,6	+***		4,0	+***		0,3	ns
<i>Saduria entomon</i>	5	26,9	+**	5	29,5	+***	2	14,5	-**		1,3	ns
<i>Gammarus sp.</i>	11	23,3	ns	11	8,3	ns		14,6	-**		0,1	ns
<i>Hediste diversicolor</i>	68	21,3	ns	11	2,6	+*	11	4,1	+*		0,3	ns
<i>Peringia ulvae</i>	475	17,5	+**		23,6	ns	1174	34,1	ns		1,1	ns
<i>Bylgides sarsi</i>	11	15,2	ns	2	14,3	ns		2,7	-*		11,1	-*
<i>Jaera albifrons</i>		10,0	-**	2	5,3	ns		0,2	ns			
<i>Halicryptus spinu-</i>		9,7	ns	6	33,7	-*		8,7	ns		6,3	ns
<i>Hydrobia sp.</i>		8,5	ns		6,1	-*		4,4	ns			
<i>Chironomini</i>		7,8	ns		2,3	ns		31,3	ns		9,1	ns
<i>Jaera sp.</i>		5,4	+***		5,3	+***		0,1	ns			
<i>Chironominae</i>		4,6	ns		4,8	ns		12,2	ns		5,9	ns
<i>Tanytarsini</i>		4,3	ns		3,6	ns		6,6	ns		0,4	ns
<i>Halacaridae</i>		3,6	ns		0,8	ns						
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	23	2,7	+**		1,5	ns		0,1	ns			
<i>Orthoclaadiinae</i>		1,8	+**		0,1	ns		0,1	ns		0,0	ns
<i>Fabricia sabella</i>		1,7	+*		1,3	+*		1,6	ns			
<i>Nematoda</i>		1,6	ns		0,1	ns						
<i>Ostracoda</i>		1,3	ns		0,7	ns		0,1	ns		0,3	ns
<i>Chironomidae</i>	126	0,9	ns	3	2,2	ns	105	11,3	-*	30	5,0	ns
<i>Fabriciola baltica</i>		0,9	ns					0,1	ns			
<i>Radix peregra agg.</i>		0,6	+*		0,4	ns		0,1	ns			
<i>Mya arenaria</i>		0,5	ns	5	0,4	+*	16	2,9	+***		0,0	ns
<i>Tanypodinae</i>		0,5	ns					0,3	ns		1,1	ns
<i>Manayunkia aestu-</i>		0,5	ns					0,1	ns			
<i>Tubificidae</i>		0,4	ns					0,2	ns			
<i>Cyanophthalma ob-</i>		0,4	ns		0,2	ns					0,4	ns
<i>Idotea chelipes</i>		0,3	ns									
<i>Neomysis integer</i>		0,3	ns		0,0	ns		0,1	ns		0,0	ns
<i>Praunus inermis</i>		0,2	+*		0,1	ns		0,1	ns			

Tabell 8 fortsättning. Trender och medelvärden för antal individer per kvadratmeter av samtliga förekommande arter av bottenfauna i Simpevarp 1976-2016 och Kvädöfjärden 1976-2017. Trendanalysen är baserad på Spearman-korrelationer. + anger ökande trend, - anger minskande trend med signifikansnivåer $*=p<0,05$, $**=p<0,01$, $***=p<0,001$, ns anger att ingen signifikant förändring observerats över tiden.

Vetenskapligt namn	SI 17-20 m			JM 17-20 m			SI 22-24 m			JM 22-24 m		
	Medel 1976- 2016	Trend 1976- 2016	Medel 1976- 2016	Medel 1976- 2017	Trend 1976- 2017	Medel 1976- 2016	Trend 1976- 2016	Medel 1976- 2016	Medel 1976- 2017	Trend 1976- 2017		
<i>Pisicola geometra</i>	0,2	+	*	0,0	ns							
<i>Turbellaria</i>	0,2	ns										
<i>Mysis relicta</i>	0,1	ns		0,1	ns	0,1	ns		0,2	ns		
<i>Bathyporeia pilosa</i>	0,1	ns										
<i>Calliopius laeviusculus</i>	0,1	ns		0,1	ns							
<i>Cerastoderma glaucum</i>	0,1	ns		0,5	ns				0,0	ns		
<i>Crangon crangon</i>	0,1	ns		0,1	ns	2	0,1	ns				
<i>Nemertini</i>	0,1	ns										
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	12	0,1	ns	2	0,3	+	*	32	9,4	+	***	
<i>Acarida</i>		0,1	ns									
<i>Coleoptera</i>		0,1	ns									
<i>Heterotanaïs oerstedii</i>		0,1	ns									
<i>Idotea baltica</i>		0,1	ns	0,1	ns		0,2	ns				
<i>Pontoporeia femorata</i>		0,1	ns				0,1	ns				
<i>Radix balthica</i>	5	0,1	ns									
<i>Terebellides stroemi</i>		0,1	ns	5,6	-	**			0,6	-	**	
<i>Alkmaria romijni</i>				0,1	ns							
<i>Balanus improvisus</i>				0,1	ns		0,1	ns				
<i>Ceratopogonidae</i>									0,0	ns		
<i>Diptera</i>							0,04	ns				
<i>Ecrobia ventrosa</i>				495	20,7	ns			0,2	ns		
<i>Michteimysis mixta</i>					0,2	ns		0,1	ns	0,1	ns	
<i>Mysidae</i>				2	0,0	ns						
<i>Sabellidae</i>					0,0	ns						
Totalantal	1879	1626	+	***	2219	1909	+	***	1574	919	ns	
Artantal	10	8,8	+	***	17	14,5	+	*	7,6	5,7	+	***

7 Kontroll av gonadutveckling

7.1 Material och metoder

Ett slumpmässigt insamlat prov på cirka 200 abborrar samt 200 mörtar från provfisket med biologiska länkar i Hamnefjärden respektive Kvädöfjärden skall enligt kontrollprogrammet analyseras årligen med avseende på gonadernas (könsorganens) utvecklingsstatus och specifikt förekomst av störningar hos gonadutvecklingen. Insamlingen omfattar enbart honor och utförs i samband med provfisket i augusti i Hamnefjärden. På lokaler opåverkade av uppvärmt vatten sker könsorganens utveckling normalt något senare. Insamlingen i Kvädöfjärden genomförs därför senare under hösten i samband med ett provfiske utanför kontrollprogrammet för Oskarshamnsverket. Samtliga fiskar längdmäts och totalvikt, somatisk vikt (kroppsvikt utan mage, tarmar och gonad) och gonadens vikt registreras. Gonadens utvecklingsstatus noteras enligt en 4-gradig skala med tillägg för en extra kod som anger om gonaden uppvisar missbildningar eller annan onormal utveckling (Thoresson, 1996a).

7.2 Resultat

Tre av 200 abborrar (1,5 procent) från Hamnefjärden hade missbildade gonader, medan inga störningar i gonadutvecklingen observerades hos de 69 abborrar som analyserades från Kvädöfjärden. I Hamnefjärden har prevalensen av abborre med missbildade gonader varierat mellan cirka 1–4 procent under den föregående tioårsperioden medan skadorna under samma period uteblivit helt i Kvädöfjärden. Vidare uppvisade två av de totalt 200 mörtarna (1,0 procent) som provtogs i Hamnefjärden störd gonadutveckling, medan inga skador noterades bland 185 provtagna mörtar från Kvädöfjärden. Prevalensen gonadskador hos mört i Hamnefjärden 2017 var på samma nivå som vid andra provtagningar i både Hamnefjärden och Kvädöfjärden under 2000-talet.

8 Bentiska algsamhällen

8.1 Material och metoder

De hårda bottenarnas algsamhällen inventeras årligen på en lokal cirka 3 kilometer nordost om Hamnefjärdens mynning (OKG1H), den punkt där kylvattenströmmen mynnar i havsbandet. Vidare provtas en lokal omedelbart söder om Hamnefjärdens mynning (OKG2H) och en lokal cirka 4 kilometer söder om denna punkt (OKG3H) (Figur 1).

Karteringen genomförs med hjälp av dykare. Täckningsgrad för grönalger, blåstång och rödalger skattas utefter en 5–10 meter bred profil (transekt) från strandlinjen utmed botten till vegetationsbältets undre gräns. Skattningarna görs kontinuerligt längs transekten och nya noteringar görs vid förändringar av arternas täckningsgrad och vid förändring av substratet. Djup och avstånd från startpunkt noteras vid varje ny skattning. Täckningsgraden anges i en sjugradig skala: 1, 5, 10, 25, 50, 75 och 100 procent.

Speciellt intresse ägnas de bältesbildande algerna blåstång och i förekommande fall sågtång. Av detta skäl har varje ordinarie transekt förstärkts med två kompletterande transekter. Dessa ligger i anslutning till den ordinarie transekten och har liknande bottenpografi. På dessa noteras enbart tångens utbredning och täckning. Förutom studier längs transekter görs även undersökningar av olika algers täckningsgrad i utslumpade rutor (0,5 x 0,5 meter) inom tre olika djupintervall (0,3–0,6 meter (grönalgsbältet), 0,7–1,5 meter (brunalgsbältet) och 4–6 meter (rödalgsbältet).

8.2 Resultat

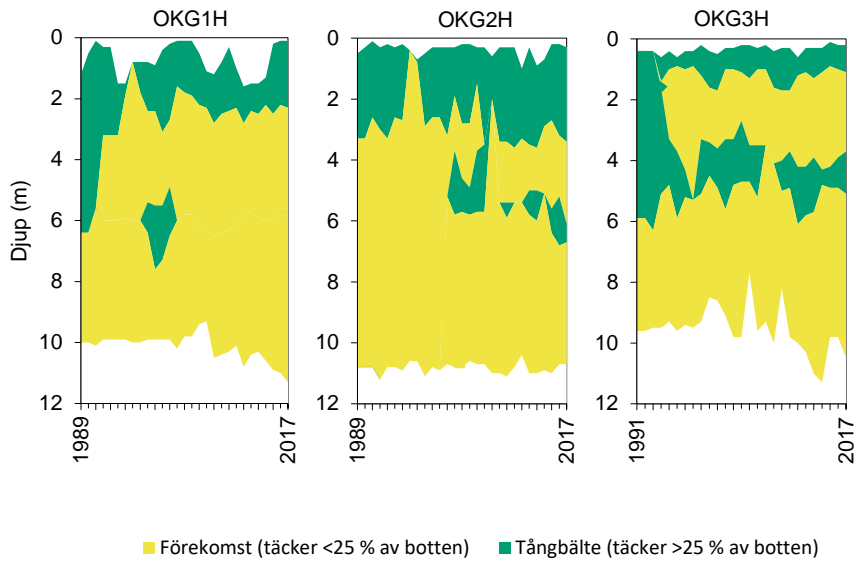
Vid stationen strax norr om Simpevarp (OKG1H) har mängden tång i stort sett varit oförändrad de senaste 15 åren. De senaste tre åren har dock tång hittats både grundare än vad som varit fallet för övriga år sedan 2009 och djupare än under hela undersökningsperioden (Figur 21). Både mängden tång (täckningsindex) och dess utbredning har dock minskat signifikant under de 27 år stationen provtagits (Figur 21 och Figur 22, Tabell 9).

Vid stationen utanför Simpevarp (OKG2H) har tången ökat sin täckning, både ytnära och på sex meters djup, där den åter växer så tätt att det bildas ett bälte (>25 procent täckning, Figur 21, Tabell 9). Den totala mängden tång har varit oförändrad sedan 2015 och 2016, men det finns en ökande trend för djuputbredning under hela provtagningsperioden (Tabell 9).

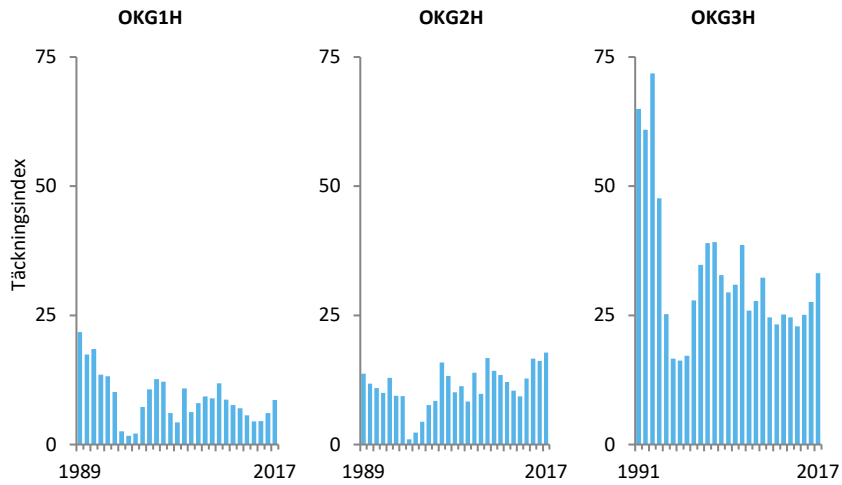
Söder om Simpevarp, på den tredje stationen i området (OKG3H), var tångens täckning något högre jämfört med 2015 och 2016. I de djupare delarna av profilen (4–5 m djup) var täckningen över 25 procent, men utbredningen var mindre än för några år sedan. Jämfört med 1990-talet har mängden tång (täckningsindex) minskat signifikant (Figur 22, Tabell 9).

Totalt sett var förändringarna mellan 2016 och 2017 små avseende tångens djuputbredning och täckning utanför Simpevarp.

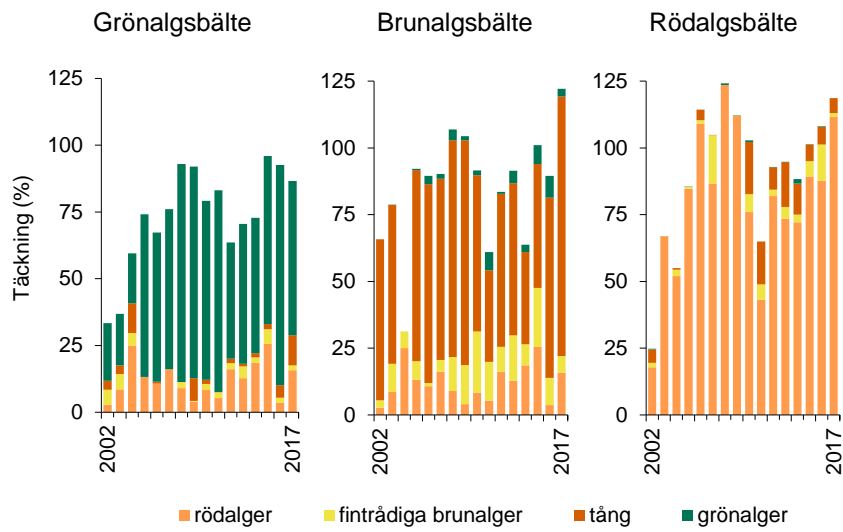
Resultaten från utslumpade rutor utanför Simpevarp visar att mängden fintrådiga grönalger nära ytan har varierat mycket men att den generellt har ökat under perioden 2002-2017 (Figur 23). I brunalgsbältet (tångbältet) på cirka en meters djup har fintrådiga grön-, brun- och rödalger ökat (Figur 23). Mängden rödalger på 5-6 m djup ökade fram till 2009 men sjönk därefter under några år. Under åren 2011-2017 ökade rödalgerens utbredning på detta djup återigen kraftigt (Figur 23). Tydligast var förändringen på den nordliga transekten (OKG1H). Vid OKG2H var det framför allt kräkel (*Furcellaria lumbricalis*) som ökade medan den andra dominerande rödalgen, fjäderslick (*Polysiphonia fucoides*), istället minskade. Mängden tång i rödalgsbältet har ökat under perioden och har under de senaste sex åren legat på en högre nivå än tidigare (Figur 23). Störst är dock ökningen vid den sydliga transekten (OKG3H).



Figur 21. Tångens djuputbredning vid stationer utanför Simpevarp 1989–2017 (1991–2017 för OKG3H).



Figur 22. Täckningsindex för tången vid stationer utanför Simpevarp 1989–2017 (1991–2017 för OKG3H). Genom att kombinera uppgifter om tångens täckning och utbredning längs utlagda profiler har ett täckningsindex räknas fram för varje besök.



Figur 23. Täckning av olika alggrupper i slumpade rutor i tre olika djupintervall (grönalgsbältet, brunalgsbältet och rödalgsbältet). Medelvärden av samtliga tre stationer vid Simpevarp 2002–2017.

Tabell 9. Täckningsindex för tång vid stationer utanför Simpevarp 1989–2017 (1991–2017 för OKG3H) och genomsnittlig täckning för övriga stationer i Kalmar län. + anger ökande trend, - anger minskande trend med signifikansnivåer *= $p < 0,05$, **= $p < 0,01$, ***= $p < 0,001$. ns anger att ingen signifikant förändring observerats under tiden.

	Täckningsindex				Bältets utbredn. i djupled (m)				Täckning på 1 m djup (%)					
	län	Kalmar	OKG1H	OKG2H	OKG3H	län	Kalmar	OKG1H	OKG2H	OKG3H	län	Kalmar	OKG1H	OKG2H
1989	9	22	14		2,1	5,2	2,8		54	1	88			
1990	7	17	12		1,6	5,9	3,0		48	88	88			
1991	9	18	11	65	1,3	5,5	2,5	5,5	42	88	88	88		
1992	8	14	10	61	1,3	2,9	2,3	5,5	38	88	88	88		
1993	9	13	13	72	1,2	2,9	3,1	5,7	39	88	88	88		
1994	7	10	9	48	1,0	1,7	2,3	4,2	35	1	88	88		
1995	6	3	9	25	0,8	0,4	2,4	4,4	27	1	88	68		
1996	4	2	1	17	0,7	0,0	0,0	4,0	23	1	1	38		
1997	4	2	2	16	0,6	1,0	0,1	0,6	21	18	38	10		
1998	5	7	4	17	0,8	1,6	0,4	0,7	29	63	63	10		
1999	6	11	8	28	0,9	5,5	2,3	0,9	33	18	88	18		
2000	6	13	8	35	1,1	6,0	2,3	1,2	41	88	88	88		
2001	7	12	16	39	1,2	2,5	2,9	4,4	50	100	100	100		
2002	7	6	13	39	1,1	1,5	5,5	5,3	45	100	75	50		
2003	6	4	10	33	1,2	1,7	5,5	5,2	35	5	18	75		
2004	6	11	11	29	1,3	1,8	5,6	4,5	43	50	75	50		
2005	6	6	8	31	1,1	1,7	5,4	4,5	46	50	100	100		
2006	7	8	14	39	1,5	1,2	5,4	4,9	41	1	100	88		
2007	6	9	10	26	0,9	1,6	2,0	0,8	32	1	88	25		
2008	6	9	17	28	1,0	1,7	3,0	1,2	39	100	100	75		
2009	7	12	14	32	1,4	2,1	3,0	4,6	42	100	100	75		
2010	6	9	13	25	1,4	1,3	3,3	4,6	34	50	100	75		
2011	6	8	12	23	1,5	1,2	2,6	5,1	27	5	100	10		
2012	6	7	10	25	1,6	0,9	5,3	5,6	33	10	50	25		
2013	6	6	9	25	1,3	1,0	5,7	5,3	25	1	50	50		
2014	5	5	13	23	1,0	0,9	2,2	4,5	20	1	50	50		
2015	6	5	17	25	1,1	2,3	2,5	4,7	20	10	100	50		
2016	6	6	16	28	1	2	7	5	27	100	100	25		
2017	7	9	18	33	1	2	7	5	35	100	100	25		
n	29	29	29	27	29	29	29	27	29	29	29	27		
r ²	0,12	0,25	0,20	0,26	0,00	0,22	0,25	0,02	0,17	0,00	0,01	0,11		
lutn	-0,06	-	0,22	-0,90	0,00	-0,09	0,11	0,03	-0,45	-0,26	0,37	-1,28		
p	0,06	0,01	0,01	0,01	0,83	0,01	0,01	0,45	0,03	0,78	0,53	0,08		
sign	ns	-**	ns	-**	ns	-*	+**	ns	-*	ns	ns	ns		

9 Diskussion

9.1 Kontrollprogrammets utformning

Ett syfte med denna rapport är att utvärdera det nuvarande kontrollprogrammet för att avgöra Oskarshamnsverkets huvudsakliga påverkan på havsmiljön. En tydlig förändring efter att reaktorerna O1 och O2 först skiftat till användning av djupvattenkylning och senare även tagits helt ur drift, är en minskad uppvärmning av Hamnefjärden. Idag följs temperaturen endast på en station långt in i fjärden. Då utsläppsvattnet från O3 påverkar främst de yttre delarna av fjärden bör vattentemperaturen övervakas även där. Förslagsvis placeras en ny temperaturmätare i den centrala delen av fjärden och en i den yttre delen.

I detta sammanhang bör även intaget av kylvatten till den enda kvarvarande reaktorn, O3, diskuteras. Elforsk (Svenska elföretagens forskning och utveckling; Ehlin m.fl., 2009) har tidigare gjort en bedömning av den totala miljöpåverkan från svenska kärnkraftverk som sammanfattas enligt följande av Ehlin m.fl. (2012):

”det hitintills allvarligaste miljöproblemet vid kärnkraftverken är den mängd fisk, som sugts in i kylvattenintagen och dör på rensgaller och silar”

I och med att både block 1 och 2 stängdes definitivt under 2017 upphörde förlusterna av fisk vid dessa och därmed kontrollen av fiskförluster. Detta innebär att kontrollen härnäst endast innefattas av den rapporteringsplikt som åligger kraftverket vid situationer som avviker från det normala i O3:s silstation. Det kunde dock ligga i kraftverkets intresse att börja övervaka silstationsförlusterna vid den återstående reaktorn, eftersom dessa förluster potentiellt är så betydande påverkansfaktor, och kraftverket kan behöva ha en beredskap att besvara frågor om vilken påverkan den har. Dessa frågor kan inte besvaras utan tillhörande övervakning. Omvänt skulle en

övervakning och en jämförande undersökning med silstationsförluster vid ytvattenintag kunna stärka kraftverkets miljöprofil. Det är nämligen högst möjligt att en sådan undersökning skulle kunna visa på följande två skillnader i miljöpåverkan vid djupvattenintag kontra ytvattenintag: 1) kraftverkets behov av kylvatten (som innan silstationen innehåller fisk) kan minska vid djupvattenintag eftersom detta vatten har lägre temperatur och 2) fiskförlusten mätt i antal individer per m³ kylvatten kan minska vid djupvattenintag eftersom kustfisk ofta uppvisar tätare förekomst i ytvatten (se t.ex. Jonsson m.fl., 2016). Dessa två hypoteser återstår emellertid att testa och eventuellt belägga.

Fisket med biologiska länkar ger viktig information om vilka förändringar i fiskesamhället som har skett i anslutning till kylvattenutsläppet, samt i referensområdet Kvädöfjärden. Här bör noteras att fiske på båda platserna endast sker på sommaren och därför endast möjliggör en jämförelse av varmvattenarter. Däremot för kallvattenarter, som främst fångas i vårfisket, görs ingen sådan jämförelse då vårfisket endast sker i Hamnefjärden. Här kan man tänka sig två möjliga typer av förändringar: 1) att utöka provtagningen på våren med biologiska länkar i Kvädöfjärden för att möjliggöra jämförelser med Hamnefjärden, eller 2) att minska fisket på våren i Hamnefjärden. Denna rapport rekommenderar alternativ 1) eftersom sommarfisket och vårfisket ger olika bilder av hur fiskesamhället ser ut. Nuvarande upplägg är inte optimalt i detta hänseende, men det skulle förbättras om ett jämförande vårfiske med biologiska länkar inrättades.

Förekomsten av årsyngel av abborre och mört i Hamnefjärden har utvecklats negativt sedan kylvattenutsläppen förändrades. Däremot har inte deras längdtillväxtförändrats nämnvärt. De numera lägre temperaturerna i fjärden under sommarhalvåret verkar främst ha påverkat nyrekryteringen av yngel. För att undersöka om nergången beror på de förändrade kylvattenutsläppen eller om de följer en mer generell naturlig trend vore det önskvärt att genomföra fler fisker och yngelsprängningar i såväl Simpevarp som Kvädöfjärden vid samma säsonger. Detta skulle möjliggöra mer kraftfulla jämförelser mellan påverkat och opåverkat område och medge att på ett mer preciserat sätt avgöra vilka effekter OKG:s kylvattenutsläpp har eller inte har. Om inte finansieringen räcker till en utökning av programmet eller om reglerande myndighet inte anser att det krävs bör en omfördelning av nuvarande insatser övervägas, så att fisket i Simpevarp eventuellt utglesas till förmån för att fördela fler provtagningsinsatser i jämförande områden.

9.2 Kraftverkets drift och temperatur samt förluster i silstationer

De stora förändringar av driften som skett de senaste åren, både med avseende på införsel av djupvattenkyllning och utebliven drift förväntades förändra Oskarshamnsverkets påverkan på omgivande vatten i olika avseenden. En tydlig effekt är

att Hamnefjärden påverkats i mindre grad av uppvärmda vatten sedan omläggningen påbörjades 2011. Den återstående reaktorn, O3, använder uteslutande djupvatten vilket har lägre och jämnare temperatur jämfört med en ytvattenkyld reaktor. Det ungefärliga påslag på 10 °C som normal drift på O3 medför, innebär att det utgående vattnet till Hamnefjärden kommer att avvika mest i temperatur från omgivande vatten under vinterhalvåret (varmare) och omvänt (kallare) under sommarhalvåret. En ny situation med en betydligt jämnare temperatur under året är därför förväntad i Hamnefjärden.

Förväntade skillnader i förlusterna av fisk mellan användning av ytvatten respektive djupvatten grundar sig på att fördelningen av fisk, både med avseende på art och på förekomst, ser olika ut på olika djup. Förluster av kustnära och mer grunt levande arter som spigg, strömming, abborre, mört, ål och flera av de småväxta arterna förväntades minska med djupvattenkylning. Samtidigt förväntades förlusterna av djuplevande arter som torsk och skrubbskädda kunna öka.

På O1, där fiskräkning skett både före och efter övergången till djupvattenkylning 2013, uteblev förlusterna av strömming, storspigg och småväxta fiskar i princip helt efter övergången. Dessa arter drar sig mot grunt vatten under våren och försommaren och det är då de största förlusterna brukar ske. Ett liknande mönster sågs även under 2012 på O2 efter övergången till djupvattenkylning. Det var förvånande att motsvarande inledningsvis inte skedde för abborre och ål, som normalt uppträder på grundare vatten. Möjligtvis uppsöker arterna dessa periodvis djupare vatten. Förlusterna av skrubbskädda som föredrar mer kallt och djupt vatten följde till en början inte heller det förväntade mönstret och förekom i lägre antal än tidigare. Under 2015 gjordes ingen fiskräkning och resultaten från de kontroller som skedde på O1 under 2016 och 2017 talar ändå för att omläggningen till kylning med djupvatten gett den förväntade effekten med minskade förluster av framför allt kustnära och mer grunt levande arter som spigg, abborre, mört och ål.

9.3 Beståndsutveckling i Hamnefjärden

Den långsiktiga positiva utveckling som har observerats i antalet fisk enligt Hamnefjärdens nätfiske förklaras främst av stigande fångster av abborre i vår- och sommarfisket, björkna i vårfisket och mört i sommarfisket sedan provfiskenas start på 1960-talet. Dessa ökningarna kan i sin tur delvis förklaras av en ändrad fiskemetodik. Under 1970- och 1980-talet bedrevs provfiske en gång i veckan under isfri tid och fisken i Hamnefjärden utsattes då för ett relativt högt fisketryck. Från mitten av 1980-talet reducerades ansträngningen och fiskpopulationerna fick en större möjlighet att återhämta sig mellan provfiskena.

De långsiktiga minskande trenderna hos mört i vårfisket och björkna i sommarfisket, samt den kortsiktiga tillbakagången av björkna i vårfisket, skulle kunna relateras till

ökningen i antal av rovfisken abborre. En annan möjlig förklaring är hög dödlighet orsakad av den stora mängd skarvar som under de senaste tio åren uppehållit sig i Hamnefjärden under vinter och vår. Björkna kan även delvis ha missgynnats av tät växtlighet. Nivån för björkna i sommarfisket har varit låg under längre tid och sammanföll till en början med den igenväxning av Hamnefjärden som observerades i början av 2000-talet. Under de senaste sex åren har dock ingen igenväxning skett varför växtligheten inte kan därför inte vara den enda orsaken. Ytterligare tänkbara anledningar till de minskande trenderna hos mört och björkna är en stor utvandring under höst- och vinterperioden samt att kärnkraftverket under de senaste tio åren i allt högre omfattning störts av driftstopp. Lägre vattentemperaturer vid sådana situationer medför att de fiskarter som föredrar varmare vatten undviker området eller blir mindre aktiva och därmed inte fångas lika effektivt av näten. I och med införandet av djupintag för kylvatten har också vattentemperaturen i Hamnefjärden blivit något lägre under framförallt sommaren.

En av de tydligaste effekterna av temperaturförhållandena i Hamnefjärden är tillväxttakten hos årsyngel av abborre. Vid en tillbakablick ända till provtagningens början, 1971, ses en ökning av medellängden hos årsyngel i både referensområdet och i Hamnefjärden. Vid en jämförelse av de två områdena de senaste tio åren är medellängden dock i princip oförändrad både i referensen och i Hamnefjärden. Detta är möjligen en effekt av den minskade värmeförseln till fjärden, orsakad av långa driftstopp och de senaste årens användning av djupvattenintag. Efter att även block 1 tagits helt ur drift är en normalisering av abborrynglens tillväxt att vänta i Hamnefjärden. Låga förekomster av abborryngel under senare år, i synnerhet 2017 då inga yngel observerades, men även under hösten 2015 samt 2016, kan sannolikt också kopplas till en mindre tillförsel av uppvärmt kylvatten.

I hela Europa har en negativ utveckling av rekrytering hos ålyngel observerats (ICES, 2016). De trots detta relativt oförändrade fångsterna i det lokala yrkesfisket under senare år, de relativt stora gulålsfångsterna 2010 och 2011 och de för det aktuella fisket ovanligt stora fångsterna av blankål i Hamnefjärden under 2012 och 2013, kan möjligen ha varit ett resultat av ett nedreglerat ålfiske. Man kan dock inte utesluta att de förhållandevis oregelbundna drifrutinerna under senare år kan ha påverkat både ålens förekomst och fångstbarhet i Hamnefjärden. Låga fångster under senare år kan sannolikt kopplas till driften vid kraftverket med återkommande avbrott i tillförseln av uppvärmt kylvatten.

Fångst av den invasiva främmande arten svartmunnad smörbult i Hamnefjärden var väntad då arten under 2010-talet har ökat sin utbredning i Östersjön och spritt sig norrut. Arten fångades först i Hamnefjärden 2016, och fångades i ett ökat antal 2017. Att de första fångade individerna av denna art var relativt stora gör att det är mest troligt att arten har spritt sig till Simpevarp naturligt genom vandring, snarare än att larver och ägg har förflyttats hit med hjälp av fartygs- och båttrafik.

9.4 Beståndsutveckling i skärgården

Nätprovfiskena i Simpevarps skärgård och Kvädöfjärden under augusti 2017 föregicks av varmt väder och därmed var vattentemperaturen förhållandevis hög vid fiskenas inledning. Svalare väder och västliga vindar fick dock temperaturerna att sjunka under fiskeperioden. I Kvädöfjärden sjönk temperaturen först i de inre delarna och något senare i de yttre vilket också avspeglar sig i fångsterna. Vattentemperaturen styr både vilka arter som uppehåller sig i ett område och hur aktiva fiskarna är, vilket i sin tur påverkar hur effektivt de fångas av näten. Provfiskefångsternas mellanårsvariationer förklaras sannolikt till stor del av variationer i vattnets temperatur vid själva fisketillfället, men det finns inga konstaterande trender över tid mot vattentemperaturen i samband med provfisket i något av områdena. Observerade trender kan således inte förklaras av varierande temperaturförhållanden vid fisketillfällena.

9.5 Fiske med kustöversiktsnät på våren

En förändring av metodik gjordes i fisket med kustöversiktsnät inför provfisket 2011 vilket har minskat andelen störda observationer. Fortfarande förekommer dock en betydande störning av säl i fisket och flera observationer har därmed inte kunnat användas vid analys av trender hos fångsten.

Fångsten per fiskeansträngning för de vanligaste arterna, förutom den dominerande arten strömming, har visat få förändringar över tid. De låga fångsterna och den negativa fångstutvecklingen för torsk speglar denna arts minskning i Östersjön som helhet (SLU, 2015), med den skillnaden att nedgången vid Simpevarp är betydligt kraftigare. Detta kan tolkas som en effekt av att populationen koncentreras till sina kärnområden i öppna havet vid låga beståndstätheter (Neuman, 1984; Casini m.fl., 2012).

Utvecklingen hos strömmingsfångsterna vid Simpevarp på lång sikt avviker starkt från beståndsutvecklingen generellt i centrala Östersjön (SLU, 2015). Den senare uppvisar en starkt negativ utveckling sedan 1970-talet. Under det senaste decenniet ökar dock lekbeståndet igen, vilket möjligen har haft en effekt på de senaste årens positiva utveckling vid Simpevarp.

9.6 Gonadutveckling

Under 1990-talet konstaterades skador på könsorganen hos flera fiskarter i kylvattnerecipienterna till kraftverken i Forsmark och Oskarshamn. Ett stort antal prover

har insamlats, vilka analyserats histologiskt av forskare i Vilnius, Litauen, där erfarenhet finns av liknande skador från bland annat recipienten för ett kärnkraftverk i landets östra del. Skadebilden hos mört visade att en stor del av honorna bar på ägg som dött och att gonadernas (könsorganens) utveckling blivit arytmisk och inte längre kopplad till årstiderna (Lukšienė & Sandström, 1994). Preliminära resultat tyder på att andra arter drabbats på ett liknande sätt som mörten. Uppenbara skador har konstaterats hos abborre och gädda. I Hamnefjärden och Forsmark har påverkan varit tydlig nog att kunna observeras med blotta ögat hos äldre fisk. Indikationer finns att andelen skadad fisk står i relation till vattentemperaturen; ju högre temperatur, desto fler fiskar med skador (Andersson m.fl., 2011). En hög andel av de abborrar och mörtar som är större än 30 centimeter har haft så grava skador att de sannolikt inte längre kunnat fortplanta sig.

I undersökningarna under senare år var andelen individer med störd gonadutveckling liten hos både abborre och mört, men detta ska sättas i relation till att det i Kvädöfjärden inte har förekommit någon fisk med skadade gonader på över tio år. Lägre bakgrundstemperatur, samt att abborrbeståndet i Hamnefjärden under senare år till stor del utgörs av yngre fisk, är förmodligen huvudorsakerna till en lägre frekvens av gonadskador än tidigare hos abborre. Förändrade driftförhållanden kan möjligen också ha bidragit. Då vattentemperaturen i Hamnefjärden numera främst påverkas av kylvattnet under vinterhalvåret, då könsorganen hos både abborre och mört utvecklas och mognar, kvarstår risken för gonadskador och övervakningen bör fortsätta för att följa upp vad som sker.

9.7 Bottenfauna

I undersökningarna av bottenfauna observerades en förändring på de grunda lokalerna i början av 1980-talet, då både abundans och artrikedom ökade påtagligt. Denna trend kvarstår även om abundansen varit lägre under senare år, både i Simpevarp och i referensområdet. Stora likheter mellan Simpevarp och referensområdet talar för att utvecklingen främst speglar en naturlig variation snarare än påverkan av kylvatten.

I ett längre perspektiv kan utvecklingen sannolikt kopplas till de storskaliga förändringar som skett i Östersjön under den över femtio år långa undersökningsperioden, som till exempel ökad näringstillförsel, stigande vattentemperaturer och minskande salthalt. De dominerande arterna, blåmussla och östersjömussla, har under senare år fått sällskap av den introducerade havsborstmasken *Marenzelleria sp.* och 2013 var det första året då den senare hade högst abundans på en av de grunda lokalerna (i referensområdet). Någon associerad förändring i övriga delar av botten-

samhället har ännu inte påvisats. Möjligen skulle en minskad förekomst av den inhemska rovbormasken (*Hediste diversicolor*) kunna bero på ökad konkurrens från *Marenzelleria sp.*

På de djupare lokalerna håller trenden med en ökning av artantalet i sig, medan det inte skett någon långsiktig förändring av totalabundansen. Dessa lokaler kan vissa år påverkas av syrebrist och troligtvis är syresituationen en starkt reglerande faktor på dessa botten. Syrebrist har möjligen bidragit till mycket låga abundanser på lokalen vid Simpevarp under 2007–2009. En förändring som noteras är att den tidigare dominanten vitmärla (*Monoporeia affinis*) gått tillbaka starkt. Möjligen kan syrebrist förklara detta, då vitmärlan är känslig för låga syrehalter (Sandberg-Kilpi m.fl., 1999; Gorokhova m.fl., 2013). Man kan inte utesluta att kraftverkets påverkan på vattenströmmarna i området har bidragit till ansamlingar av organiskt material på provtagningslokalen eller förändrad vattentemperatur -vilket i sin tur lett till syrekonsumtion och låga syrgashalter i sedimentet. Det har visats att *Marenzelleria sp.* kan vara en tidig kolonisatör av tidigare syrefria botten (Norkko m.fl., 2012). När masken sedan gräver kan det ha en positiv effekt på syreförhållandena och därmed sedimentets förmåga att binda fosfor. I förlängningen skulle detta kunna påverka bottenfaunans utveckling på dessa botten.

9.8 Bentiska algsamhällen

Kylvattenutsläppets påverkan på algsamhällena vid Simpevarp består dels i en direkt påverkan på algernas tillväxt genom förändringar av näringstillförsel, vattentemperatur och flöden och dels genom en indirekt påverkan på issituationen. Slitage från is i rörelse är förmodligen den mest bidragande faktorn till de förändringar av algbältena som noterats vid Simpevarp sedan undersökningarna startade.

En ökande förekomst av fintrådiga alger har under det senaste decenniet observerats vid Simpevarp. Detta skulle kunna kopplas till utsläpp av uppvärmt vatten, men då utvecklingen rapporteras ha varit likartad i andra delar av Kalmar län är det svårt att fastställa. Det finns heller ingenting i insamlade data för tångens utbredning och täckning som visar på tydlig koppling till förändringar i storleken på utsläppet av varmvatten från kärnkraftverket. Mängden tång har visserligen ökat tydligt under perioden 2012 till 2017 på lokalen närmast kylvattenutsläppet. Framför allt har det skett en avsevärd ökning av tångens täckningsgrad nära ytan men motsvarande förändringar har skett på platsen tidigare och även på andra platser. Det är därför svårt att hävda att det skulle vara en effekt av minskade kylvattenutsläpp.

En sammanvägd bedömning av utvecklingen hos studerade algsamhällen indikerar en begränsad påverkan av det uppvärmda kylvatten som tillförs från Oskarshamnsverket.

Möjligen skulle provtagning i Hamnefjärdens direkta mynning mot havet ge ett annat resultat. Detta bör övervägas inför eventuella förändringar i programmet.



Tångbälte i ytan norr om Hamnefjärden. Foto: Fredrik Franzén, SLU

Referenser

- Andersson, J., Mo, K., Sandström, O. & Svedäng, H. (1996). Biologiska kontrollundersökningar vid Oskarshamnsverket - Sammanfattning av resultaten t.o.m. 1995. Fiskeriverket, Kustrapport 1996:5. 36 s.
- Andersson, J., Franzén, F., Lingman, A. & Sandström, O. (2005). Recipientundersökningar vid kärnkraftverket vid Oskarshamn. Sammanställningar av resultat från undersökningar av fisksamhällen och mjukbottenfauna 1962–2001. Fiskeriverket, Finfo 2005:8. 42 s.
- Andersson, J., Bergström, L. & Lingman, A. (2011). Biologisk recipientkontroll vid Oskarshamns kärnkraftverk. Sammanställning av undersökningar till och med år 2008. Aqua reports 2011:3. Sveriges lantbruksuniversitet, Öregrund. 63 s.
- Andersson, J., Bryhn, A., Franzén, F. & Jonsson, A. (2016). Biologisk recipientkontroll vid Oskarshamns kärnkraftverk. Sammanfattande resultat av undersökningar fram till år 2014. Aqua reports 2016:3. Sveriges lantbruksuniversitet, Öregrund. 102 s.
- Casini, M., Blenckner, T., Möllmann, C., Gårdmark, A., Lindegren, M., Llope, M., Kornilovs, G., Plikshs, M. & Stenseth, N.C. (2012). Predator transitory spillover induces trophic cascades in ecological sinks, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, vol. 109, no. 21: 8185-8189.
- Ehlin, U., Lindahl S., Neuman E., Sandström O. (2009). Miljöeffekter av stora kylvattenutsläpp. Elforsk rapport 09:79. Elforsk, Stockholm.
- Ehlin, U., Borenäs, K., Neuman, E., Sandström, O. (2012). Miljöeffekter av stora kylvattenutsläpp i ett varmare klimat. Elforsk rapport 12:26. Elforsk, Stockholm.
- Höglund, J. & Andersson, J. (1993). Prevalence and abundance of *Anguillicola crassus* in the European eel (*Anguilla anguilla*) at a thermal discharge site on the Swedish coast. *J. Appl. Ichtyol.* 9: 115–122.
- Ices (2016). Report of the Working Group on Eels (WGEEL), 15–22 September 2016, Cordoba, Spain. ICES CM 2016/ACOM:19. Ices, Köpenhamn.
- 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.
- Havs- och vattenmyndigheten (2015). Programområde: Kust och hav. Undersökningstyp: Provfiske i Östersjöns kustområden – Djupstratifierat provfiske med Nordiska kustöversiktsnät. Version 1:3.
- Jonsson, A.-L., Lingman, A., Olsson, J. (2016). Faktablad – Resultat från övervakningen av kustfisk 2016:2. Hanöbukten 2015. Sveriges lantbruksuniversitet och Havs- och vattenmyndigheten, Öregrund.

- Lingman, A., & Franzén, F. (2003). Litteratursammanställning avseende resultat från den biologiska recipientkontrollen, samt undersökningar gällande fiskpopulationer, vid Oskarshamnsverket, 1962–2002. Fiskeriverket, Kustlaboratoriet. Arbetsrapport. 37 s.
- Lukšienė, D. & Sandström, O. (1994). Reproductive disturbance in a roach (*Rutilus rutilus*) population affected by cooling water discharge. *Journal of Fish Biology*, 45: 613–625.
- Neuman, E. (1984). Fluctuations in the abundance of cod in the Baltic and Bothnian coastal areas. *Medd. Havsfiskelaboratoriet Lysekil* 306. 17 s.
- Neuman, E. & Andersson, J. (1990). Naturvårdsverkets biologiska undersökningar utanför Oskarshamnsverket under 1980-talet. Naturvårdsverket Rapport 3780. 29 s.
- Norkko, J., Reed, D., Timmermann, K., Norkko, A., Gustafsson, B., Bonsdorff, E., Slomp, C., Carstensen, J., Conley, D. (2012). A welcome can of worms? Hypoxia mitigation by an invasive species. *Global Change Biology*, 18: 422–434.
- Sadler, K., (1979). Effects of temperature on the growth and survival of the European eel, *Anguilla anguilla* L. *Journal of Fish Biology*, 15: 499–507.
- 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.
- SLU (2015). Fisk- och skaldjursbestånd i hav och sötvatten 2015. <http://www.slu.se/sv/institutioner/akvatiska-resurser/sok-publikation/fiskbestand-och-miljo-i-hav-och-sotvatten/>
- 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.

Bilaga 1.

Artlista från provfisken och undersökningar i silstationer i Simpevarp och Kvädöfjärden 2017.

Ordning/klass art	Latin	Ordning/klass art	Latin
<i>Benfiskar</i>		<i>Benfiskar</i>	
Abborre	<i>Perca fluviatilis</i>	Storspigg	<i>Gasterosteus aculeatus</i>
Björkna	<i>Abramis bjoerkna</i>	Strömming	<i>Clupea harengus</i>
Braxen	<i>Abramis brama</i>	Sutare	<i>Tinca tinca</i>
Gers	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	Svart smörbult	<i>Gobius niger</i>
Gädda	<i>Esox lucius</i>	Svartmunnad smörbult	<i>Neogobius melanostomus</i>
Gös	<i>Sander lucioperca</i>	Torsk	<i>Gadus morhua</i>
Id	<i>Leuciscus idus</i>	Tånglake	<i>Zoarces viviparus</i>
Löja	<i>Alburnus alburnus</i>	Vimma	<i>Abramis vimba</i>
Mindre havsnål	<i>Nerophis ophidion</i>	Ål; Blankål	<i>Anguilla anguilla</i>
Mört	<i>Rutilus rutilus</i>	Ål; Gulål	<i>Anguilla anguilla</i>
Nors	<i>Osmerus eperlanus</i>	Öring	<i>Salmo trutta</i>
Oxsimpa	<i>Taurulus bubalis</i>		
Piggvar	<i>Psetta maxima</i>		
Regnbåge	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Däggdjur	
Ruda	<i>Carassius carassius</i>	Gråsäl	<i>Halichoerus grypus</i>
Rötsimpa	<i>Myoxocephalus scorpius</i>		
Sarv	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>		
Sik	<i>Coregonus maraena</i>	Kräftdjur	
Skarpsill	<i>Sprattus sprattus</i>	Tångräka	<i>Palaemon adspersus</i>
Skrubbskädda (flundra)	<i>Platichthys flesus</i>	Sandräka	<i>Crangon crangon</i>



Kungsfiskare i Hamnefjärden. Foto: Fredrik Franzén SLU

