



Aqua reports 2017:4

Biologisk recipientkontroll vid Oskarshamns kärnkraftverk

Årsrapport för 2016

Andreas Bryhn, Fredrik Franzén, Anna-Li Jonsson & Anna Lingman



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för akvatiska resurser

Biologisk recipientkontroll vid Oskarshamns kärnkraftverk

Årsrapport för 2016

Andreas Bryhn¹, Fredrik Franzén², Anna-Li Jonsson² & Anna Lingman²

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 Oskarshamn

april 2016

Aqua reports 2017:4

ISBN: 978-91-576-9484-3 (elektronisk version)

E-post till ansvarig författare:

fredrik.franzen@slu.se

Rapportens innehåll har granskats av:

Magnus Huss, **Sveriges lantbruksuniversitet**, Institutionen för akvatiska resurser

Alfred Sandström, **Sveriges lantbruksuniversitet**, Institutionen för akvatiska resurser

Vid citering uppge:

Bryhn, A., Franzén, F., Jonsson, A-L. & Lingman, A. (2017). Biologisk recipientkontroll vid Oskarshamns kärnkraftverk. Årsrapport för 2016. Aqua reports 2017:4. **Sveriges lantbruksuniversitet**, Institutionen för akvatiska resurser, Öregrund. 63 s.

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

Rapporten kan laddas ned från:

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

Chefredaktör:

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

Uppdragsgivare & finansär:

OKG AB

Framsida: Hamnehålet. Fredrik Franzén.

Baksida: Torrö Kvädöfjärden. Fredrik Franzén

Sammanfattning

Effekter på det akvatiska ekosystemet av kylvattenanvändning vid Oskarshamnsverket på Östersjökusten övervakas inom ramen av ett långsiktigt kontrollprogram. Programmet omfattar provfisker 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 dessutom in för bedömning av de eventuella effekter kylvattenutsläppet har på det lokala yrkesfisket. I årsrapporten 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.

Användning av djupvattenintag på kärnkraftsreaktorerna O3 och O1 och helt utebliven drift på O2 bidrog till att både kylvattnets inverkan i recipienten och dödligheten av fisk vid kylvattenintagen var förhållandevis små under 2016, precis som under 2015.

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. I samtliga nätprovfisker dominerar fångsten av abborre och fångsten av denna art har ökat över tid i Hamnefjärden sedan 1960-talet. Sommaren 2016 var fångsten av abborre mycket stor i Hamnefjärden, samtidigt som den var relativt liten i skärgården. Även fångsterna av sarv uppvisar en långsiktig positiv utveckling, både i det mest kylvattenpåverkade området och i den omgivande skärgården i Simpevarp, samt även i den yttre lokalen i referensområdet Kvädöfjärden. I skärgården i Simpevarp och i Kvädöfjärden har antalet arter i fångsten ökat sedan 1980-talet. Fångsten av mört och sarv uppvisar en negativ utveckling i den inre lokalen i Kvädöfjärden 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 2016 var störningsfrekvensen 2,5 procent hos abborre och 4,5 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 långsiktig negativ trend, för antal abborryngel i undersökningarna, sedan 1980-talet. Förekomsten i Hamnefjärden 2016 var återigen låg. Ynglens medellängder i Hamnefjärden och Getbergsfjärden ökar över tid i båda områdena.

Den totala fångsten av gulål vid provfiske med ryssjor i Hamnefjärden 2016, likt de senaste två åren, bland en av 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 på en stabil nivå runt 50–60 procent under lång tid, med en viss nedgång under senare år. 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 fiskesamhället i fjärden, främst genom en positiv effekt av uppvärmt kylvatten på 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. Upp-täckten av arten i detta område var väntad då svartmunnad smörbult har ökat och spridit sig norrut i Kalmar sund under 2010-talet.

Utvecklingen har varit negativ i närområdet sedan 1970-talet, men detta beror sannolikt på storskaliga orsaker som medfört att ålen minskat i hela sitt kontinentala utbredningsområde. Några effekter av kylvattenutsläppen på ål har inte kunnat be-läggas.

En positiv utveckling av artantalet hos bottenfaunan har observerats i både Simpevarp och referensområdet under perioden 1962–2016. I synnerhet gäller detta de grunda lokalerna, där även individtätheten har ökat över tid. Resultaten av bottenfaunaundersökningen har i första hand speglat storskaliga förändringar i regionen. Kraftverkets drift kan möjligen ha haft en negativ påverkan på den djupare lokalen i påverkansområdet.

De hårda bottarnas 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 negativa effekter av kylvattenpåverkan på algsamhället har således inte kunnat be-läggas på de studerade lokalerna.

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 in several sites at, 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 areas with variations in cooling water impact. Fish mortality due to entrapment in the cooling water system and commercial landings are monitored to assess possible effects on the local fishery. This annual report do not presents an extensive evaluation of the impact of the power plant on the ecosystem and fishery. Such analyses are instead made and reported in five year intervals. When documented effects are mentioned in this report the information is in most cases from such reports. An evaluation of the results for 2010–2014 was presented in 2016.

Using deep water for cooling reactors O1 and O3 and downtime on reactor O2 led to both a reduction of fish mortality and reduced cooling water impact in the recipient area, compared to previous years.

Total catches of fish caught with gillnets have increased in the surveys carried out in the recipient bay Hamnefjärden since the 1970's. During the same period the catches of roach (*Rutilus rutilus*) have decreased in the spring survey and increased in the summer survey. Meanwhile, catches of silver bream (*Blicca bjoerkna*) have shown the opposite pattern. However, during the last decade silver bream has decreased during spring as well. In all gillnet surveys perch (*Perca fluviatilis*) dominates the catch and the catch of this species has increased over time in Hamnefjärden since the 1960's. During the summer of 2016 the catch of perch was relatively large in Hamnefjärden and relatively small in the Simpevarp archipelago. Furthermore, rudd (*Scardinius erythrophthalmus*) has 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. In the Simpevarp archipelago and in Kvädöfjärden there has been an increase in the number of species observed in the catch since the 1980's. Furthermore, the catches of roach and rudd have decreased over time at the inner location in the reference area of Kvädöfjärden.

Abnormal gonads has previously been observed at high frequencies in perch and roach in Hamnefjärden. Such deformed gonads have rarely been observed in recent years. In 2016, the frequency of abnormal gonads in Hamnefjärden was 2.5 percent in perch and 4.5 percent in roach. In the reference area no abnormal gonads were found in these two species.

Low abundances of perch fry in Hamnefjärden in recent years have contributed to a long-term negative trend since the 1980's. Also in 2016 the abundance in Hamnefjärden was low. The average length of perch fry has increased over time in both Hamnefjärden and Getbergsfjärden.

The catches in fyke nets of yellow eel (*Anguilla anguilla*) in 2016 was one of the smallest observed since the start of the survey in the 1980's. Also in 2014 and 2015 catches were small. The small catches were probably due to the decrease in recruitment of eel fry that has been observed all over Europe. The prevalence of the swim bladder parasite (*Anguillicola crassus*) has fluctuated around 50–60 percent during many years. In the last years, however, the prevalence has been slightly lower. Comparisons with other areas contradict any impact from the powerplant on the prevalence of the parasite.

Many years of studies in Hamnefjärden have revealed a considerable impact of heated cooling water discharge on the local fish community. The most obvious ones are positive effects on growth and abundance of species preferring high water temperatures, such as perch and roach. In recent years changes in operations of the power plants have been made, including a relocation of the cooling water intake at 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, normally appearing at relatively low water temperatures. Interferences from grey seals (*Halichoerus grypus*) on surveys have been extensive during recent years. This survey demonstrated already in the 1970's that Baltic herring and other marine species are attracted to the coastal area receiving the heated cooling water.

In 2016, the invasive alien species round goby (*Neogobius melanostomus*) was captured for the first time in the Simpevarp area, both in Hamnefjärden and on the open coast outside Hamnefjärden. The introduction of this species to Simpevarp was expected since it has increased and spread northward in the Kalmar sound during the 2010's.

Commercial catches of silver eel (*Anguilla anguilla*) are monitored in the vicinity of the power plant in Simpevarp and in a reference area in Kvädöfjärden. The catches in Simpevarp have decreased since the 1970s, as in other parts of the continental habitat area of eel, but no effects of the cooling water discharges have been established.

Species richness in soft bottom macrofauna increased strongly between 1962–2016 in Simpevarp, as well as in the reference area. The increase was observed especially at the shallow sites, where also total abundance shows a positive trend. The long-term bottom fauna monitoring primarily illustrates regional long term changes. It is possible that the power plant has had a negative impact on the fauna at the deep site of the recipient.

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. Thus, no obvious negative effects from cooling water discharges on the algal community have been revealed.

Innehållsförteckning

1	Inledning	9
2	Kraftverkets drift och temperaturförhållanden i recipient och referensområde	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	29
4.4.1	Material och metoder	29
4.4.2	Resultat	30
4.5	Beståndsutveckling i fiske med kustöversiktsnät på våren	38
4.5.1	Material och metoder	38
4.5.2	Resultat	39
5	Journalföring av yrkesfiskefångster	43
5.1	Material och metoder	43
5.2	Resultat	44
6	Bottenfauna	45
6.1	Material och metoder	45
6.2	Resultat	45
6.2.1	Djupintervall 17–20 meter	45
6.2.2	Djupintervall 22–24 meter	47
7	Bentiska algsamhällen	51
7.1	Material och metoder	51
7.2	Resultat	51
8	Kontroll av gonadutveckling	55

8.1	Material och metoder	55
8.2	Resultat	55
9	Diskussion	56
9.1	Kraftverkets drift och temperatur och fiskförluster i silstationer	56
9.2	Beståndsutveckling i Hamnefjärden	57
9.3	Beståndsutveckling i skärgården	58
9.4	Fiske med kustöversiktsnät på våren	59
9.5	Gonadutveckling	59
9.6	Bottenfauna	60
9.7	Bentiska algsamhålen	61
	Referenser	62
	Bilaga 1.	64

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.

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

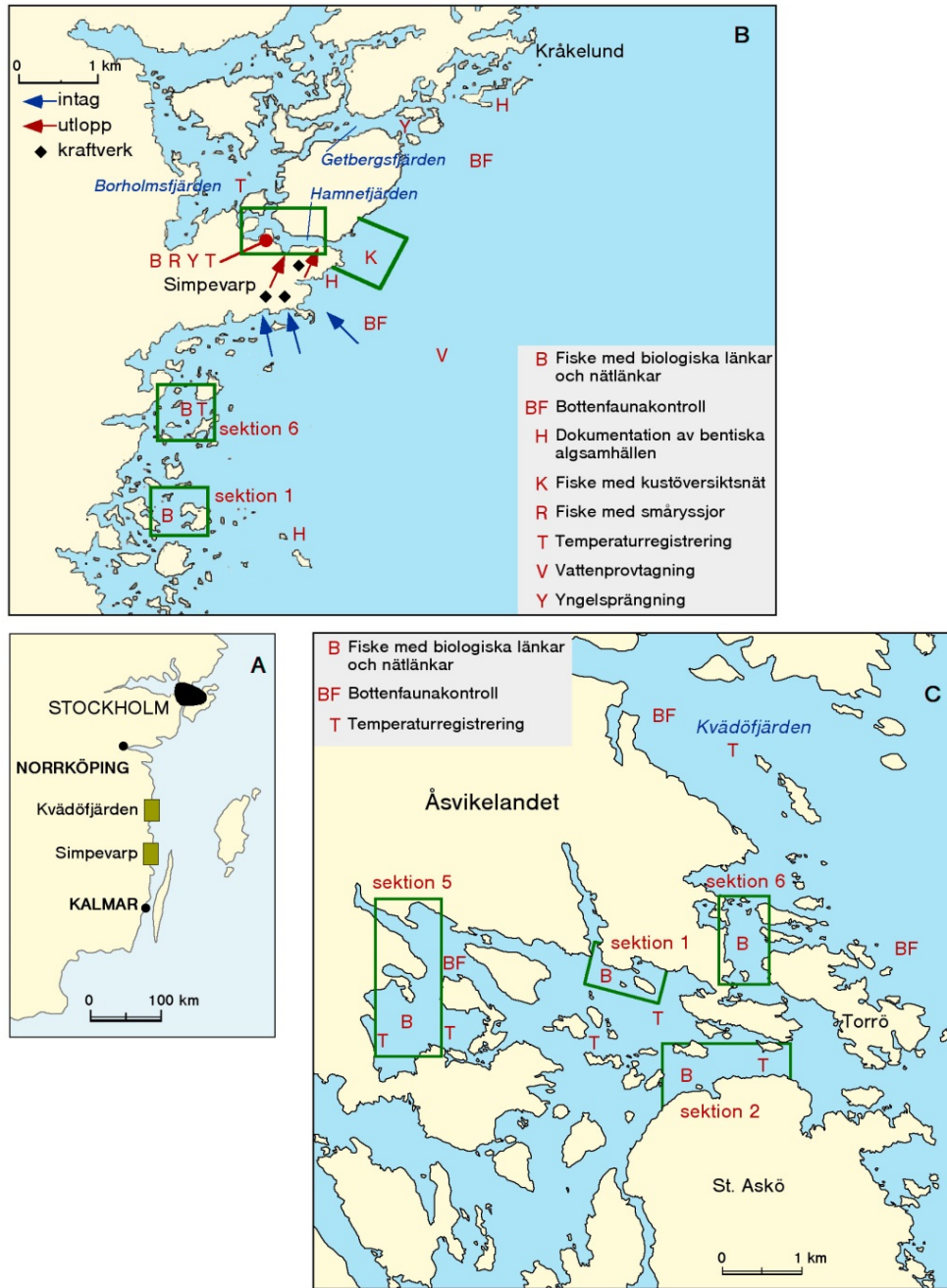
perioden till och med 2008 respektive 2014 (Andersson m.fl. 2011, 2016). Fördjupade analyser av kärnkraftverkets påverkan på ekosystem och fiske görs i första hand i dessa rapporter och inte i årsrapporterna. Undersökningarna syftar till att påvisa eventuella effekter av påverkan på fisk och andra delar 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 miljöprövningen 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 årsrapport redovisar översiktligt kontrollverksamheten under 2016 tillsammans med preliminära resultat, främst 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, 1996 a och b). Eventuell förekomst av nya eller så kallade 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.

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. Samtliga förekommande arter av bottenfauna presenteras med vetenskapligt namn och abundans i Tabell 7.



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

2 Kraftverkets drift och temperaturförhållanden i recipient och referensområde

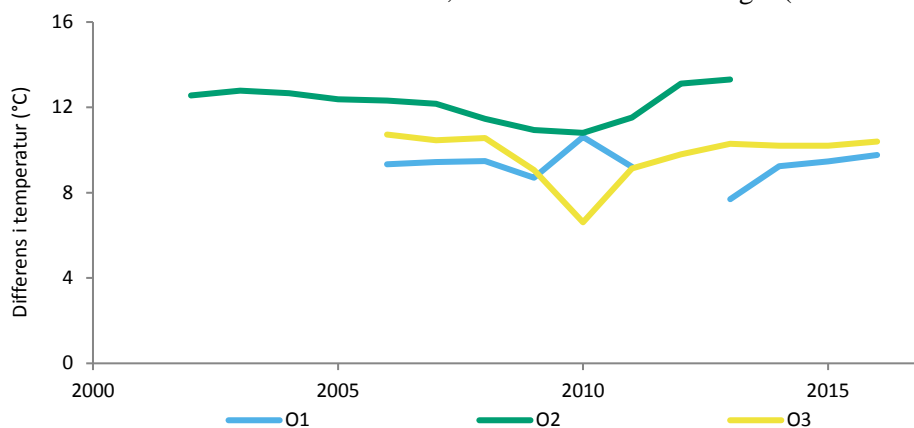
2.1 Material och metoder

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. I slutet av februari uppstod ett kortstopp och anläggningen fasades in mot elnätet igen efter fyra dagar. Revisionsavställningen påbörjades 28 mars och efter ytterligare ett kortstopp vid återstarten nåddes full effekt 19 maj. Efter revisionen gick anläggningen, förutom ett kortstopp i december, med full effekt året ut. Det utgående vattnet från

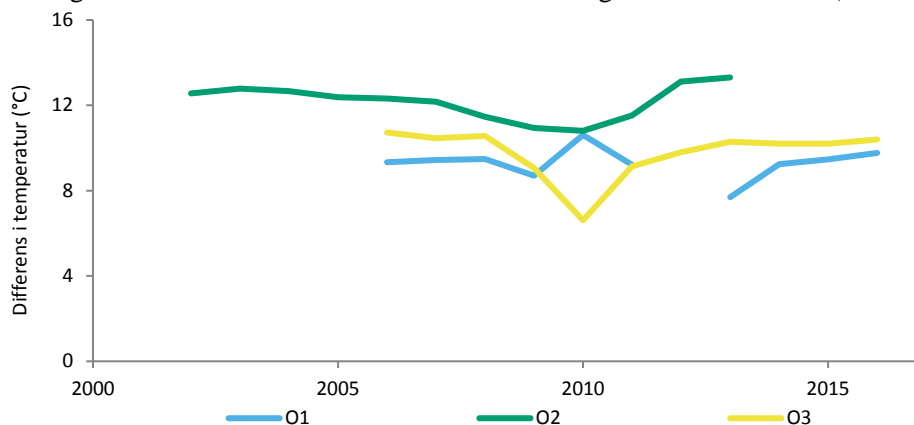
O1 var under normal drift i medeltal 9,8 °C varmare än vid intaget (



Figur 2) och översteg 20 °C under sammanlagt 129 dygn från slutet av maj till slutet av oktober (Figur 3). Den högsta uppmätta temperaturen på utsläppet från O1 var 26,5 °C och noterades den 20 och 21 september.

Block O2 var avställt även under hela 2016.

Block O3 hade normal drift under 319 dagar 2016 och uppnådde för första gången sedan starten en årlig nettoproduktion över 10 TWh. Förutom ett planerat uppehåll för revision mellan 28 maj och 28 juni gjordes under 2016 två kortstopp och ett lite längre stopp för att byta ut skadat bränsle. Året avslutades med drift vid full effekt. Det utgående vattnet från O3 var vid normal drift i genomsnitt 10,4 °C (

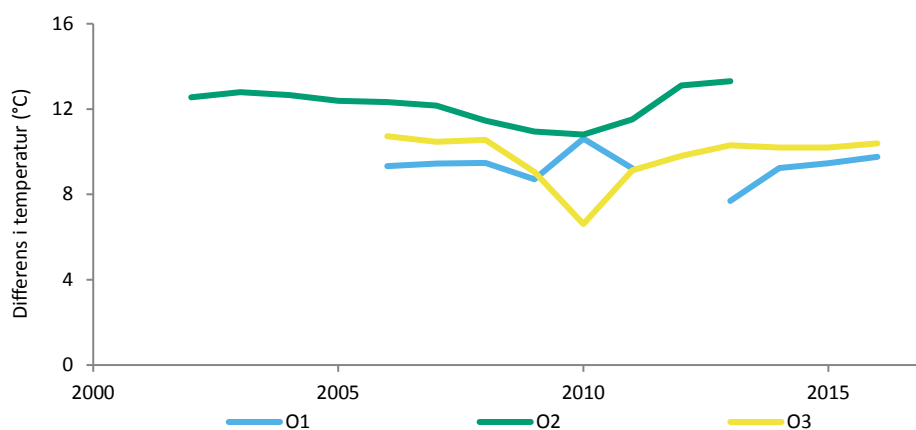


Figur 2) varmare än det intagna vattnet och översteg 20 °C sammanlagt 123 dygn under 2016 (Figur 3).

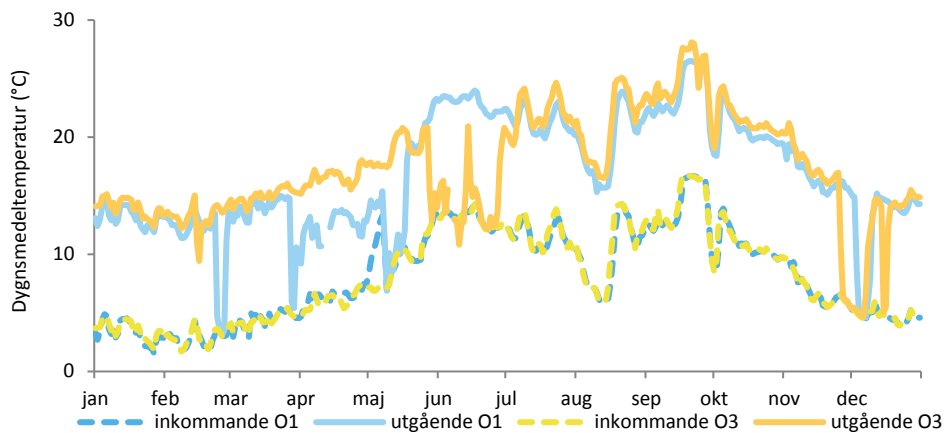
Sammantaget under 2016 var Oskarshamnsvverkets uppvärmning av utsläppsområdet Hamnefjärden fortsatt mindre jämfört med perioden fram till 2013, beroende på att O2 stod stilla hela året och att djupvattenkylning användes på både O1 och O3.

Vattentemperaturen i den inre delen av Hamnefjärden (Figur 1) beror, förutom på väder och vind, huvudsakligen på driftsituationen vid O1 och O2, då vattnet från O3 mynnar i fjärden längre ut och inte strömmar inåt i fjärden lika mycket som vattnet från O1 och O2. Även under 2016 var O2 ur drift vilket gjorde att temperaturen till stor del styrdes av utsläpp från O1. Temperaturen höll sig mellan 5 och 10 °C från årets början ända fram till senare delen av mars, förutom vid kortstopp på både O1 och O3 i slutet av februari. I april höjdes temperaturerna sakta i alla de undersökta fjärdarna för att i början av maj stiga snabbt i samband med varmt väder. En bit in i maj kom vårens enda riktiga bakslag med lågtryck och västliga vindar vilket fick temperaturen att falla cirka 5 °C i alla fyra fjärdarna. Under sommaren steg temperaturen och i slutet av juni var både Hamnefjärdens och Borholmsfjärdens vatten runt 25 °C. Kallare väder fick sedan vattnet att svalna fram till nästa högtryck i mitten av juli. I slutet av juli och i slutet av september orsakade västliga vindar kraftiga temperaturfall i alla fjärdarna. Från oktober och framåt sjönk temperaturen mer måttligt och i december planade den ut runt cirka 5–10 °C i Hamnefjärden och 2–4 °C i de andra tre fjärdarna.

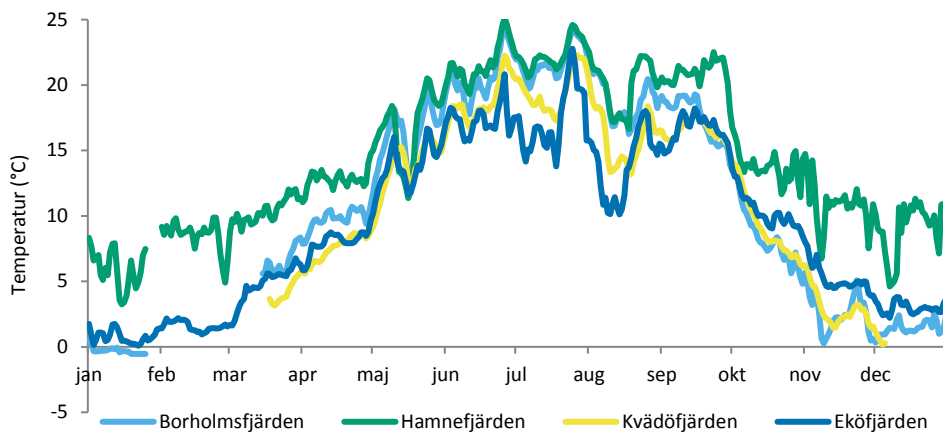
Vid en jämförelse med referensfjärdarna Borholmsfjärden, Eköfjärden och Kvädöfjärden (Figur 4) sågs tydligt att temperaturen i Hamnefjärden avviker mest under perioden januari till och med april samt från oktober och till årets slut. Under våren, hösten och vintern (januari–april och oktober–december) var vattnet i inre Hamnefjärden cirka 5 °C varmare beroende på utsläppet av uppvärmt kylvatten. Under perioden maj–september var skillnaden mindre, cirka 3 °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 2002–2016. Block O2 har inte varit i drift sedan 2013.



Figur 3. Dygnsmedeltemperatur 2016 hos inkommande och utgående kylvatten för block O1 och O3 vid Oskarshamnsverket. O2 var avställd under hela 2016.



Figur 4. Dygnsmedeltemperaturer 2016 för inre Hamnefjärden (recipient) och referensstationerna i Kvädöfjärden, Borholmsfjärden och Eköfjärden.

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 och räknas visuellt vid passage i silstationerna noteras i ett av de fyra kylvattenstråken under tre timmar varje dygn. Undantag 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 genom att observerad förekomst divideras med den andel av det totala kylvattenflödet som har kontrollerats under månaden. Sammanlagd fiskförlust för perioden april–september beräknas sedan. Under 2016 gjordes av naturliga skäl ingen fiskräkning vid block O2 då den var avställd hela året. Vid block O1 utfördes fiskräkning under sammanlagt 389 timmar 2016. 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 2016.

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.

Till undersökningen 2016 beslutades att ingen kompletterande fiskräkning skulle ske då OKG i realiteten släppte ut mindre mängder uppvärmt vatten efter den planerade effekthöjningen än innan. Under 2016 kom dessutom det beslut som innebär att både O1 och O2 kommer att påbörja en avveckling under sommaren 2017. Inga resultat från den kompletterande fiskräkningen redovisas därmed i denna rapport.

3.2 Resultat

Ordinarie fiskräkning utfördes på block O1 under 389 timmar av de 136 dygn anläggningen var i drift under perioden april till september 2016. Det motsvarade 95 procent av kravet för fiskräkning. Den överlägset mest förekommande arten i räkningen var strömming (Tabell 1). Sedan omläggningen till djupvattenkylning har förlusterna av mer grundvattenlevande arter som abborre, mört, gädda och ål minskat. Resultatet för 2016 var inget undantag.

Tabell 1. Uppräknade fiskförluster (antal), avläsningstimmar, fasad tid (produktionstid då reaktorn är fasad mot ehnätet) och fiskräkning (% av fastställt krav) mellan 2003 och 2016 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
Abborre	9466	4079	3226	6257	1388	4965	5043	2010	4729	0	519	127	0	0
Skrubb-skädda	9568	7574	5426	6596	5569	6736	8930	4496	4454	0	1553	161	0	185
Gädda	183	85	105	496	117	285	92	110	37	0	0	32	0	0
Mört	3165	810	6533	1623	1871	3790	2726	1846	477	0	328	222	0	65
Röt-simpa	0	0	80	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0
Strömming	3182	11421	1340	5917	758	3279	14253	11934	17749	0	813	285	0	8823
Torsk	52	0	0	0	0	135	57	38	34	0	36	0	0	0
Ål <40cm	1264	1003	93	225	457	335	423	97	724	0	207	153	0	0
Ål >40cm	159	85	296	0	241	146	821	298	150	0	182	0	0	0
Övriga arter	45	514	0	0	41	222	510	0	1991	0	565	127	0	0
SUMMA	27084	25571	17099	21114	10442	19893	32855	20829	30377	0	4203	1107	0	9073
Avläsningstimmar	261	152	239	198	187	296	433	413	369	9	124	362	66	389
Fasad tid, timmar	3390	3437	2931	2403	3745	3379	4181	2993	3674	0	1070	2868	1614	3273
Fiskräkning, % av krav	62	35	65	66	40	70	83	110	80		92	101	33	95

4 Fiskbeståndens långsiktiga utveckling

4.1 Provfisken

För att följa fiskesamhällets långsiktiga utveckling i Simpevarp och i referensområdet Kvädöfjärden utförs årliga provfisken. Vid fisket registreras antal individer per cm-längdklass och totalvikt (kg med tre decimaler) 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. Tillämpad enhet för fångst per fiskeansträngning är, för alla typer av nät, antal per nät och natt. För ryssjor används enheten antal per station (om fem ryssjor) och natt. Denna analys omfattar endast de fisken som har kunnat genomföras utan observerade störningar av redskapens fångstbarhet. Detaljer kring metodiken för varje redskap beskrivs i respektive avsnitt nedan. I bilaga 1 listas svenska och vetenskapliga namn på alla arter som förekommit i fiskundersökningarna under 2016.

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 (till och med 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 ej bedöms ha registrerats före 1973 har därför utförts med start år 1973. För arterna abborre, björkna, gers, gädda, mört och skrubbskädda 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 och parallellt med denna noteras kvoten mellan hanar och honor i varje centimeter-klass. Detta 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 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 längd-

fördelningen. 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.



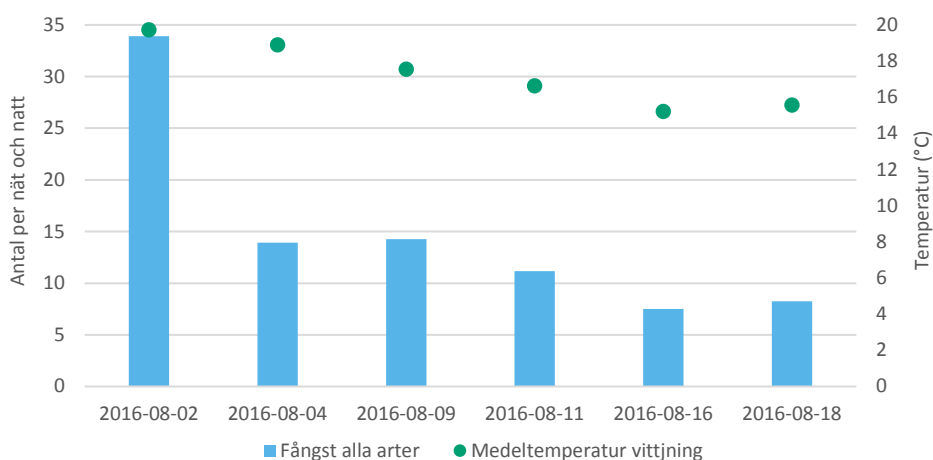
Mört i nät. Foto: Anna Lingman, SLU Aqua.

Nätprovfiske

Precis som tidigare dominerade abborre, mört och björkna fångsten i både vår- och sommarfisket 2016, i Hamnefjärden (Tabell 2). I sommarfisket var dock fångsterna av mört och björkna ovanligt låga (Tabell 2) och fångsten utgjordes till 79 procent

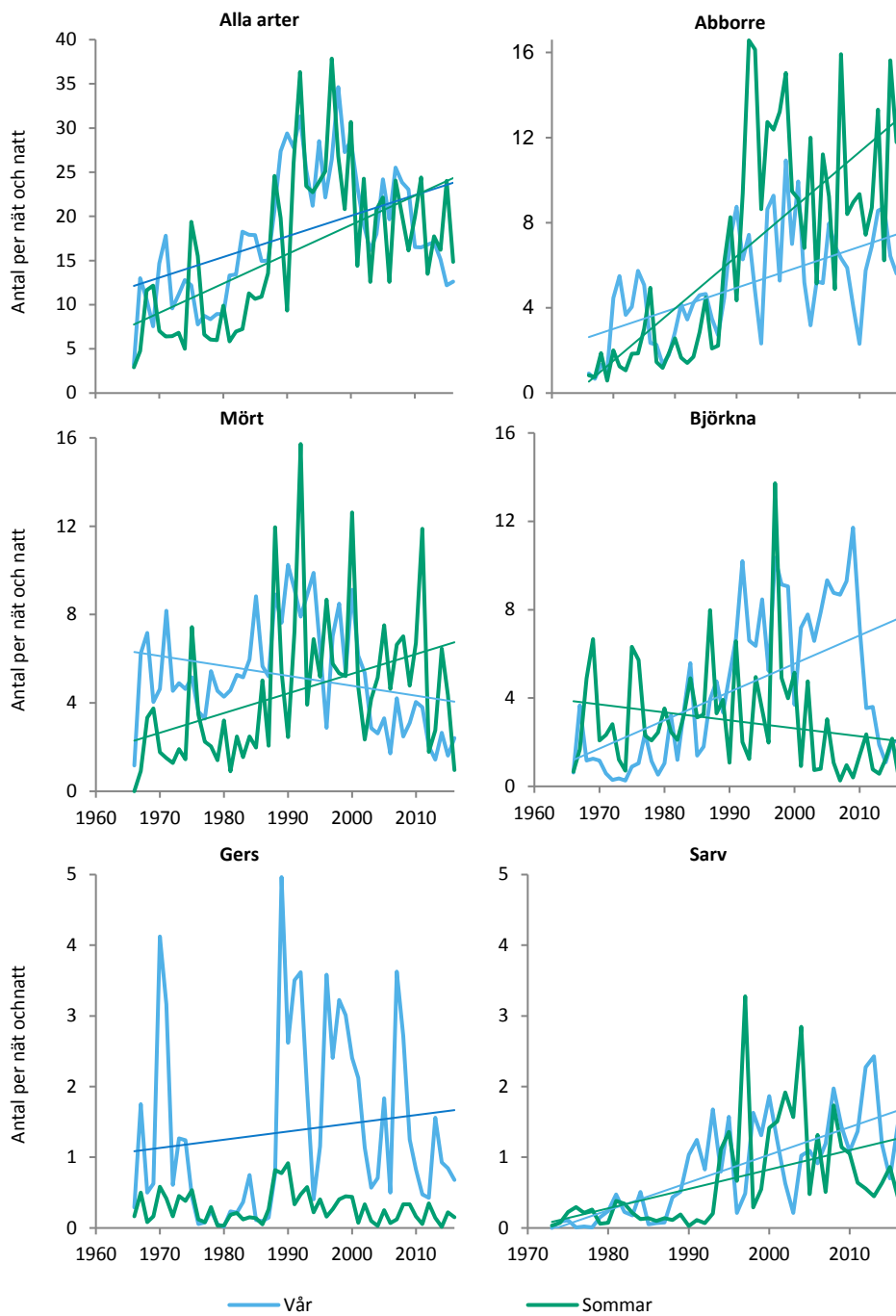
av abborre. Andelen abborre har ökat i sommarfiskets fångst sedan 1973¹. Fångsten av gers 2016 var lägre än långtidsmedelvärdet i både vår- och sommarfisket samtidigt som fångsten av sutare var ovanligt stor i sommarfisket (Tabell 2).

Under sommarfisket sjönk vattentemperaturen från 20 °C till 15 °C mot slutet av provfiskeperioden (Figur 5) 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 5). Detta mönster kan förklaras av den sjunkande temperaturen, möjligen kombinerat med en utfiskningseffekt. Den låga vattentemperaturen bidrog sannolikt till att den totala fångsten 2016 var lägre än långtidsmedelvärdet (Tabell 2). På lång sikt har dock den totala fångsten av fisk ökat signifikant i både vår- och sommarfisket (Figur 6, Tabell 2) som en följd av att flera av de dominerande arterna visar en positiv fångstutveckling. Sedan provfiskets start 1966 har det skett en ökning av fångsterna av abborre, björkna och gers i vårfisket samt abborre och mört i sommarfisket (Figur 6, 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 6, Tabell 2). I vårfisket har fångsterna av björkna även haft en tydlig tillbakagång under de senaste tio åren (Figur 6, Tabell 2). Även om den totala fångsten i vårfisket visar en positiv trend på lång sikt har det skett en minskning under tioårsperioden 2007–2016 (Tabell 2). Även antalet arter i fångsten minskade i vårfisket under denna tioårsperiod (Tabell 2). Trender för fångsten av mindre vanligt förekommande arter redovisas i Tabell 2.



Figur 5. Fångst (antal individer per nät och natt) av alla arter samt medeltemperatur per vittjningdatum under sommarfisket med biologiska länkar i Hamnefjärden 2016. Temperaturen är uppmätt i bottenvattnet vid varje station i samband med vittjning.

¹ Linjär regression 1973-2016: $p < 0,001$, $R^2 = 0,50$.



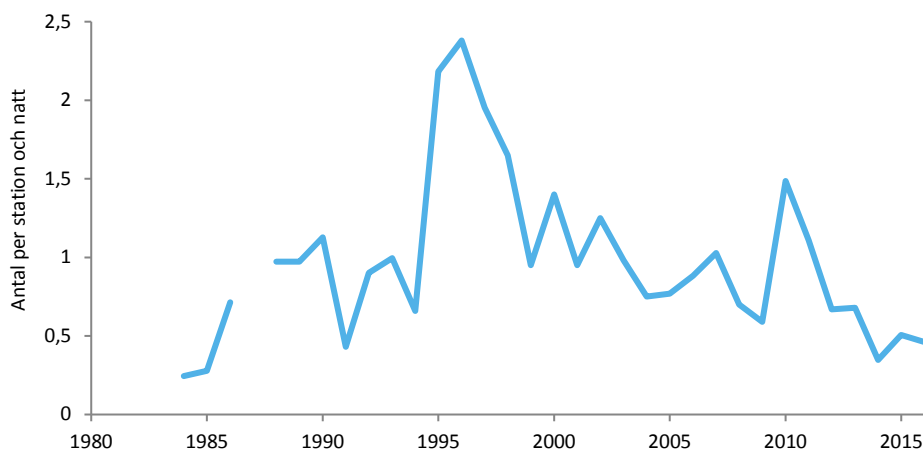
Figur 6. Tidsutveckling för fångsten av alla arter och dominerande arter (antal individer per nät och natt) i provfiske med biologiska länkar i Hamnefjärden åren 1966–2016 (sarv 1973–2016). Trendlinje anger signifikant förändring över tid.

Tabell 2. Fångst (antal individer) per nät och natt av alla förekommande arter 1973–2016 (för abborre, björkna, gers, gädda, mört och skrubbskädda gäller tidsperioden 1966–2016) samt 2007–2016, 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 procent av åren har uteslutits vid trendanalys. Detta markeras i tabellen med grå ruta. Fångst vid störda ansträngningar ingår inte. Arter sorterar efter fallande långtidsmedelvärde.

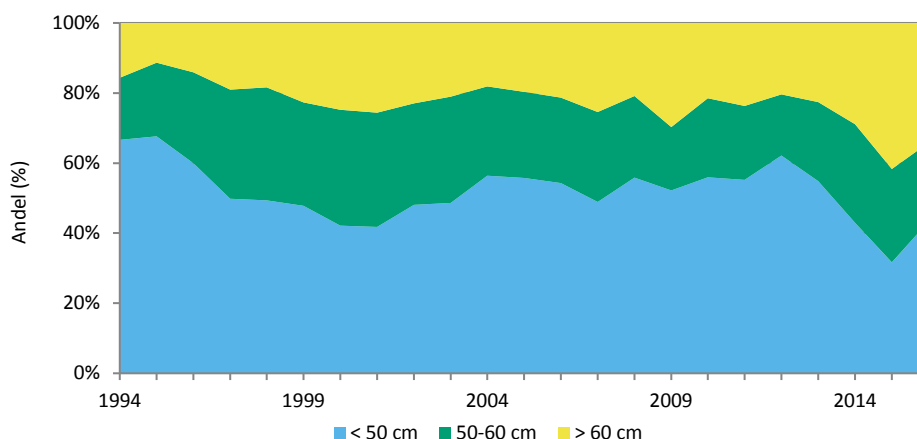
Art	Hamnefjärden vår					Hamnefjärden sommar				
	2016	Medel 1973-2016	Trend 1973-2016	Medel 2007-2016	Trend 2007-2016	2016	Medel 1973-2016	Trend 1973-2016	Medel 2007-2016	Trend 2007-2016
Abborre	5,61	5,04	+	6,05	ns	11,78	6,67	+	10,57	ns
Mört	2,42	5,18	-*	2,78	ns	0,96	4,52	+	5,33	ns
Björkna	2,06	4,40	+	5,10	-***	0,40	2,95	-**	1,05	ns
Gers	0,68	1,38	+	1,33	ns	0,15	0,28	ns	0,19	ns
Sarv	1,48	0,82	+	1,51	ns	0,43	0,68	+	0,80	ns
Strömming	0,02	0,57	-*	0,11	ns	<0,01				
Skrubbskädda	0,12	0,24	ns	0,23	ns	0,04	0,16		0,05	
Id	0,10	0,15	ns	0,17	ns	0,08	0,25	+	0,28	ns
Sutare	0,06	0,12	+	0,32	-**	0,89	0,29	+	0,65	ns
Vimma		0,10	ns	0,10	-**	0,03	0,20	ns	0,06	ns
Gädda	0,01	0,09	ns	0,09	ns	0,07	0,09	ns	0,08	ns
Braxen	0,02	0,04		0,01			0,12		<0,01	
Sik		0,04		0,04						
Storspigg	0,04	0,01		0,05						
Asp		<0,01		<0,01						
Gulål		<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			<0,01			
Ruda		<0,01		<0,01			<0,01		<0,01	
Rötsimpa		<0,01		<0,01			<0,01			
Svart smörbult		<0,01					<0,01		<0,01	
Torsk		<0,01					<0,01			
Öring		<0,01		<0,01			<0,01			
Blankål							<0,01			
Oxsimpa							<0,01			
Totalt	12,62	19,09	+	17,93	-***	14,83	17,43	+	19,10	ns
Artantal	13	14,50	ns	14,50	-*	10	10,93	ns	10,30	ns

Ryssjeprovfiske

Provfiske med ålryssjor utfördes på fyra stationer i Hamnefjärden under perioden mars–juni. Fångsten av gulål 2016 var, likt fångsterna 2014 och 2015, bland de minsta som noterats sedan undersökningarna inleddes på 1980-talet (Figur 7). Tidigare år har låga gulålsfångster kopplats till låga vattentemperaturer vid driftstopp. Våren 2016 gick det dock inte att se något sådant mönster. Utöver gulålarna fångades 37 blankålar under 2016. De största fångsterna av gulål som gjorts i provfiskets 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 tidigare observerats under 2000-talet minskade efter 2012 (Figur 8). Värt att notera från 2016 års provfiske med ryssjor i Hamnefjärden är att två individer av den invasiva främmande arten svartmunnad smörbult fångades. Dessa var de första exemplar av arten som fångats i Hamnefjärden och båda var 14 cm långa.



Figur 7. Fångst av gulål vid provfiske med småryssjor (antal per station och dygn) i Hamnefjärden under perioden mars–juni åren 1982–2016. Uppehåll i fisket gjordes 1983 och 1987. Observera att förändrad fiskemetodik mellan 1986 och 1988 innebär att en viss försiktighet måste iakttas vid en jämförelse av perioderna före och efter förändringen.



Figur 8. Andel (%) i fångsten av gulål för storleksklasserna mindre än 50 cm, 50–60 cm och större än 60 cm i Hamnefjärden 1994–2016.

Sjukdomar och parasiter

Yttre tecken på sjukdomar observerades under 2016 hos 20 av totalt 3 996 fiskar fångade med nät och ryssjor i Hamnefjärden (Tabell 3). Detta motsvarar en prevalens (andel individer med sjukdomssymptom) på 0,5 procent. Denna prevalens ligger på samma nivå som under 2015, men tidigare år har prevalensen legat på ungefär 1 procent. Hudsår och fenröta var liksom tidigare de symptom som noterades hos flest fiskar.

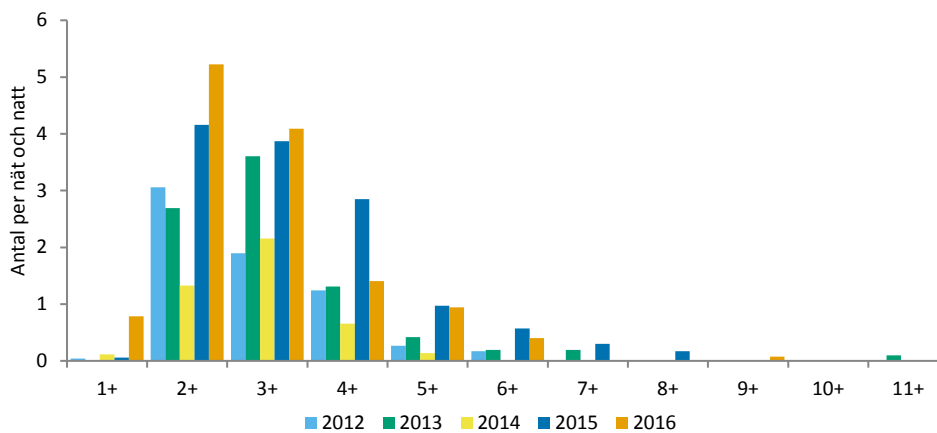
För att följa förekomsten av den parasitiska nematoden *Anguillicola crassus* analyseras simblåsorna hos de 200 först fångade gulålarna från Hamnefjärden varje vår. Under våren 2016 hittades simblåseparasiter hos 64 av totalt 138 undersökta ålar. Detta ger en frekvens på 46 procent. De flesta av gulålarna var lindrigt angripna och medelantalet parasiter i simblåsan hos dessa individer var cirka tre stycken. Som mest hittades 29 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. 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 3. Förekomst av yttre sjukdomssymptom samt prevalens (%) av alla symptom per art samt totalt i fångsten med biologiska länkar och ålryssjor i Hamnefjärden 2016.

Symptom	Abborre	Blankål	Gulål	Skrubbskädda	Totalsumma
Hudsår	3	1	1		5
Fenröta/fenerosion	5				5
Defekt gällock	3				3
Blomkålssjuka			2		2
Mekanisk oläkt skada		1			1
Skelettdefekt			1		1
Tumör			1		1
Ögonlins grumlad				1	1
Övriga symptom och defekter		1			1
Alla symptom	11	3	5	1	20
Totalfångst	1870	37	164	52	3996
Prevalens (%), alla symptom	0,6	8,1	3,0	1,9	0,5

Abborrens åldersfördelning

Ålderssammansättning hos fångade abborrhonor i Hamnefjärden sommaren 2016 visade på en god förekomst av två- och treåriga honor (Figur 9). Medellängderna hos abborrhonorna i det insamlade provet var 21,6 centimeter för tvååringar, 26,4 centimeter för treåringar och 28 centimeter för fyraåringar. Tvååringar från Kvädöfjärden var 18,3 cm medan tre- och fyraåringar där var 22,6 respektive 25,4 centimeter långa.

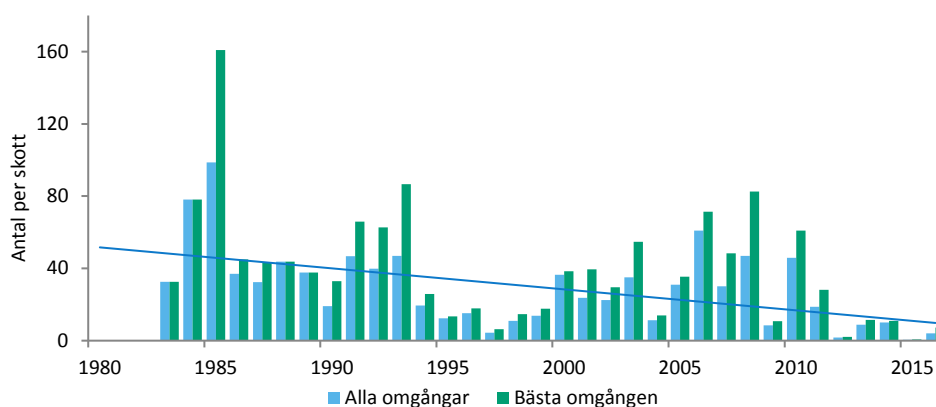


Figur 9. Fångster av abborre (honor) i Hamnefjärden under sommarfiskena 2012– 2016, fördelade på enskilda åldersgrupper.

Täthet och tillväxt av årsyngel

Förekomsten av abborryngel i Hamnefjärden har under de fem senaste åren varit sparsam jämfört med medelvärdet sedan tidsseriens start 1983 (Figur 10). De två sprängomgångarna 2016 gav i medeltal 4 abborrar per skott, vilket är bland de lägsta värdena sedan tidsseriens start 1983. Medelvärdet för perioden 1983–2016 är cirka 29 abborrar per skott. Resultatet för 2016 förstärker ytterligare den negativa trend som noterats efter de fyra föregående årens klena fångster².

Tätheten av mörtyngel (inte i figur) har också uppvisat stora mellanårsvariationer sedan undersökningarna i Hamnefjärden inleddes. Från 1991 till och med 2016 har medelfångsten varierat från noll till över 100 mörtyngel per skott. I de två sprängomgångarna 2015 fångades endast sju individer och 2016 fångades inga årsyngel alls av mört. I Getbergsfjärden utförs inga kvantitativa registreringar, då området endast används som referens för årsynglens längdtillväxt.



Figur 10. Antal årsungar av abborre per skott vid sprängningar i Hamnefjärden åren 1983–2016. Trendlinje anger signifikant förändring över tid.

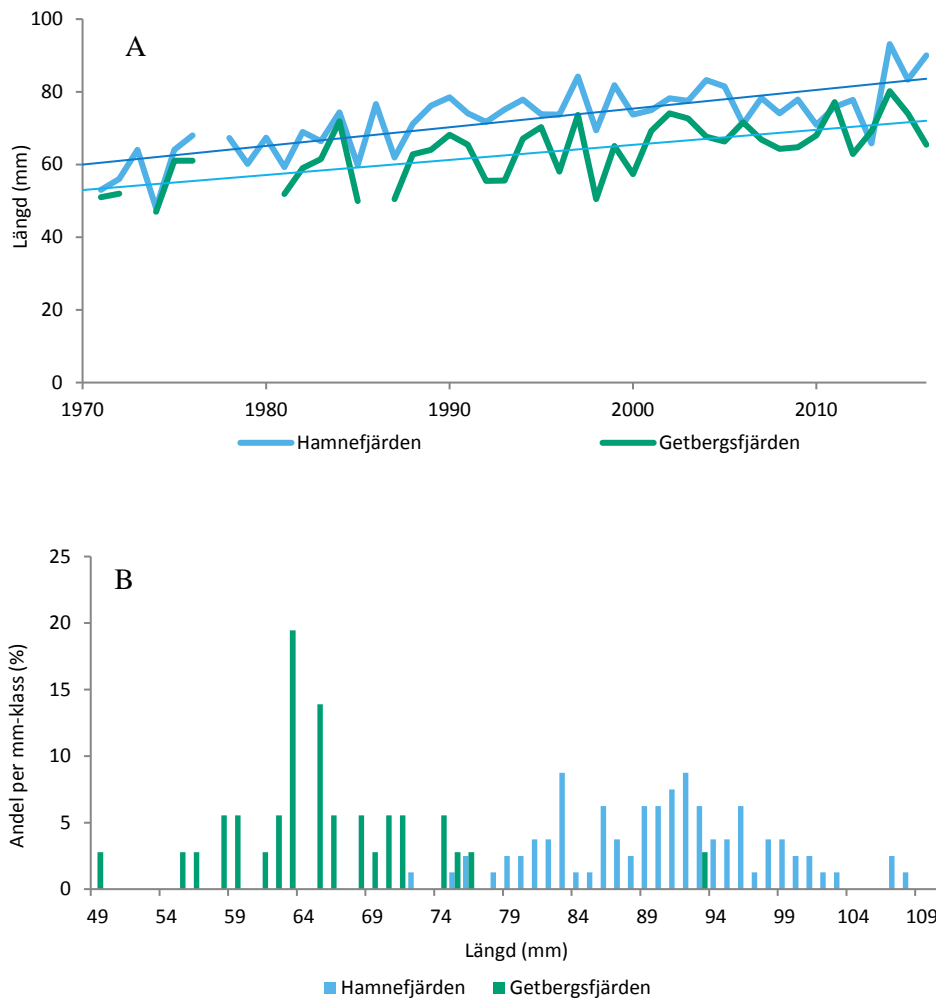
Abborrynglens medellängd i oktober i Hamnefjärden 2016 var 90,1 millimeter, vilket kan jämföras med medelvärdet 72,2 millimeter för hela undersökningsperioden från 1971 (Figur 11). I Getbergsfjärden var medellängden 65,4 millimeter, vilket är något högre än långtidsmedelvärdet (63,6 millimeter). Årsynglens längd skiljde sig signifikant åt mellan de två områdena under 2016³. Abborrynglens medellängd har ökat signifikant över tiden i båda områdena⁴.

2. Linjär regression 1983-2016: $p < 0,01$, $R^2 = 0,28$

3. Variansanalys Anova, $p < 0,001$. Vid ett Kolmogorov-Smirnov-test av residualerna visade sig materialet vara normalfördelat.

4. Linjär regression 1971-2016: $p < 0,001$, $R^2 = 0,55$ för Hamnefjärden resp. $p < 0,001$ och $R^2 = 0,42$ för Getbergsfjärden.

I Hamnefjärden fångades 2016, som ovan nämnts, inga årsyngel av mört. Medellängderna sedan 1971 för Hamnefjärden och referensen Getbergsfjärden är 57,1 millimeter respektive 44,7 millimeter, för de år då mört yngel har fångats. Någon jämförelse av medellängden gjordes inte 2016.



Figur 11. A) Medellängd hos årsyngel av abborre i oktober i Hamnefjärden och Getbergsfjärden 1971–2016. Trendlinje anger signifikant förändring över tid. B) Längdfördelning hos årsyngel av abborre i Hamnefjärden och Getbergsfjärden 2016.

4.4 Beståndsutveckling i skärgården

4.4.1 Material och metoder

Skärgårdens fisksamhällen följs genom provfisken med nätlänkar under högsom-
maren 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 det inre området i Kvädöfjärden startade undersök-
ningarna 1987. I det yttre området i Kvädöfjärden startade de 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 an-
vänds en annorlunda sammansättning av maskstorlekar än vid fisket i Hamnefjär-
den. 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 fis-
ketillfällen 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 vattenmyndig-
heten 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 längd-
grupp och parallellt med denna provtagning noteras kvoten mellan hanar och honor
i varje centimeter-längdklass. Detta för att senare kunna räkna fram 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

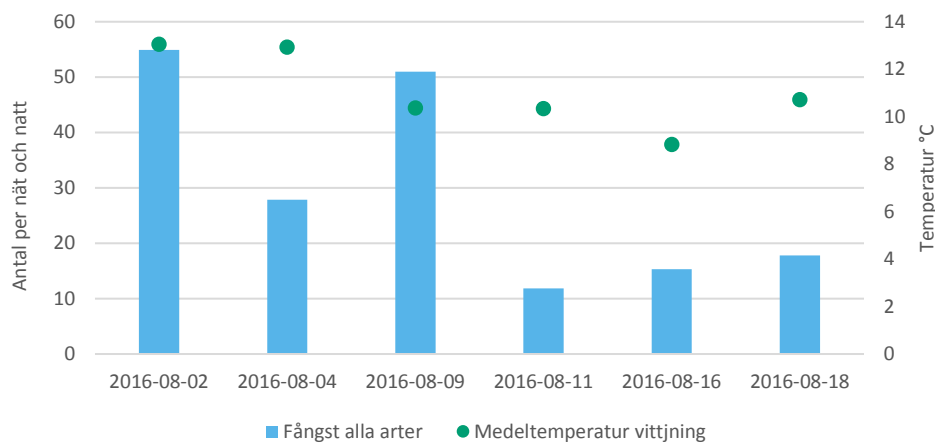
Vid provfisket med nätlänkar i Simpevarp 2016 var 16 av totalt 144 fiskeansträngningar störda av säl. Denna typ av störning har nätlänksfisket i Simpevarp tidigare varit förskonat från. Fångsten från de störda fiskeansträngningar är inte med i analyserna. I Kvädöfjärden var alla fiskeansträngningar ostörda.

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 Kvädöfjärdens yttre lokal under 2016. På den inre lokalen i Kvädöfjärden utgjorde dessa dominerande arter dock endast drygt 80 procent av fångsten under åren 2013–2015.

Under provfisket i Simpevarp 2016 var vattentemperaturen låg vid samtliga vittjningar (Figur 12). Som lägst var temperaturen i bottenvattnet 8 °C. Fångsten var störst vid det första vittjningstillfället då temperaturen var som högst (Figur 12). Sedan sjönk fångsten, troligtvis på grund av temperaturminskning och en möjlig utfiskningseffekt. Totalt för alla arter var fångst per ansträngning i nivå med långtidsmedelvärdet (Tabell 4 **Fel! Hittar inte referenskälla.**). Fångsterna av de så kallade varmvattenarterna abborre och björkna var dock låga relativt det historiska medelvärdet (Figur 13, Tabell 4 **Fel! Hittar inte referenskälla.**). För abborre var fångst per ansträngning 2016 den tredje lägsta som noterats. I och med denna låga fångst bröts trenden med ökande abborrefångst som pågått fram till och med 2015. För mörten var däremot fångst per ansträngning i Simpevarp 2016 nästan dubbelt så hög som långtidsmedelvärdet (Tabell 4) och den näst högsta sedan provfiskets start, trots att detta också är en varmvattenart. Även strömming, som är en kallvattenart, hade en ovanligt hög förekomst i fångsten i Simpevarp 2016 (Tabell 4) och fångstutvecklingen för strömming visar en positiv utveckling sedan 1987 (Tabell 4). 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 4).

Även i Kvädöfjärden var vattentemperaturen relativt låg under provfisket 2016 (medeltemperatur i bottenvattnet vid redskapen vid vittjning: 14 °C på båda lokalerna). Trots den låga vattentemperaturen var den sammanlagda fångsten av alla arter 2016 högre än långtidsmedelvärdet på båda lokalerna och fångsterna av abborre och mört var ungefär i nivå med långtidsmedelvärdena (Tabell 4). På den inre lokalen har dock fångsten av mört minskat sedan 1987. Även fångsterna av gers, gädda och sarv har minskat på denna lokal, samtidigt som fångsten av gös visar en positiv trend efter tre år med höga gösfångster. På den yttre lokalen har björkna och skrubbskädda blivit mer vanligt förekommande i fångsten sedan 1989.

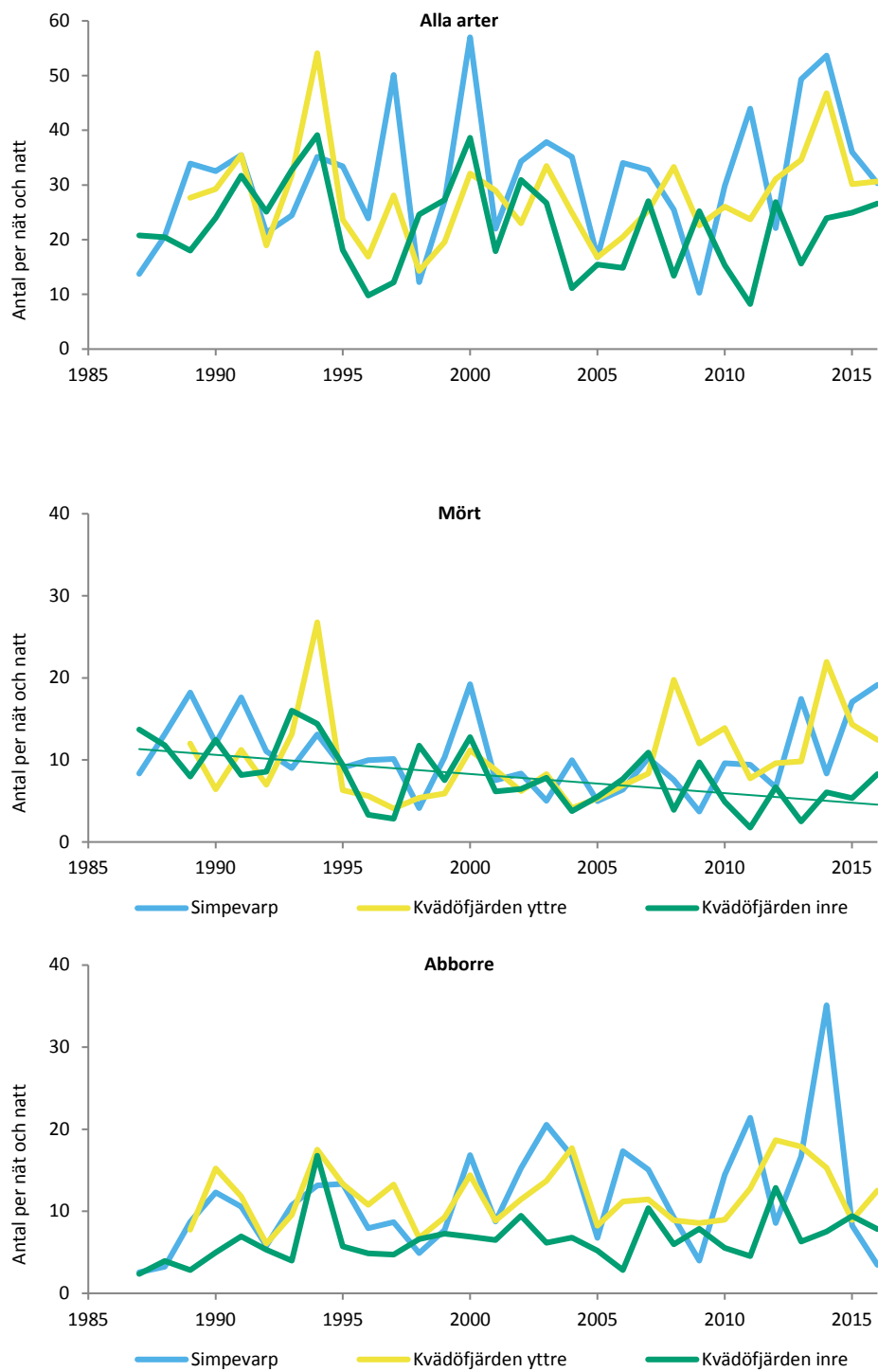
I Simpevarp och på båda lokalerna i Kvädöfjärden har antalet arter i fångsten ökat signifikant sedan provfiskets start (Tabell 4).



Figur 12. Fångst (antal individer per nät och natt) av alla arter samt medeltemperatur per vittjningsdatum under provfisket med nätlänkar i Simpevarp 2016. Temperaturen är uppmätt i bottenvattnet vid varje station i samband med vittjning.



Björkna. Foto: Anna Lingman, SLU Aqua.



Figur 13. 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 1987–2016 (Kvädöfjärden yttre 1989–2016). Trendlinje anger signifikant förändring över tid.

Tabell 4. Fångst (antal individer) per nät och natt av alla förekommande arter 1987–2016, vid provfiske med nätlänkar i ett område söder om Simpevarp och i två delområden i Kvädöfjärden (sektion 6 1989–2016). 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 procent 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			Kvädöfjärden inre			Kvädöfjärden yttre		
	2016	Medel	Trend	2016	Medel	Trend	2016	Medel	Trend
Abborre	3,46	11,52	ns	7,83	7,15	ns	12,53	12,88	ns
Mört	19,13	10,55	ns	8,28	8,67	-*	12,43	11,26	ns
Björkna	2,68	6,27	ns	7,29	3,77	ns	3,40	1,72	+**
Gers	2,13	1,13	+*	0,28	0,39	-*	0,88	1,15	ns
Sarv	0,81	0,97	+*	0,01	1,04	-***	0,13	0,44	ns
Skrubbskädda	0,13	0,18	+***	0,04	0,02		0,31	0,19	+**
Strömming	1,73	0,21	+**	0,54	0,25		0,89	0,10	
Gädda		0,15	-**	0,01	0,15	-**		0,10	ns
Vimma	0,13	0,06	ns	0,01	0,02			<0,01	
Id	0,02	0,05	ns		0,01			0,06	
Sik	0,08	0,01			<0,01		0,01	<0,01	
Skarpsill	0,02	0,01		0,04	<0,01				
Mindre havsnål	0,01	<0,01							
Storspigg	0,01	<0,01					0,01	<0,01	
Öring	0,01	<0,01							
Braxen		<0,01		0,33	0,30		0,03	<0,01	
Gulål		<0,01			<0,01			<0,01	
Löja		<0,01					0,01	<0,01	
Nors		<0,01			0,01			<0,01	
Piggvar		<0,01							
Ruda		<0,01			<0,01			0,02	
Sutare		<0,01			<0,01			0,05	
Svart smörbult		<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				1,93	0,42	+***	0,03	<0,01	
Lake								<0,01	
Regnbåge								<0,01	
Rötsimpa								<0,01	
Tånglake								<0,01	
Totalt	30,34	31,16	ns	26,61	22,22	ns	30,67	27,99	ns
Antal arter	14	13,13	+***	12	10,67	+***	13	10,68	+**

Provfisken med biologiska länkar

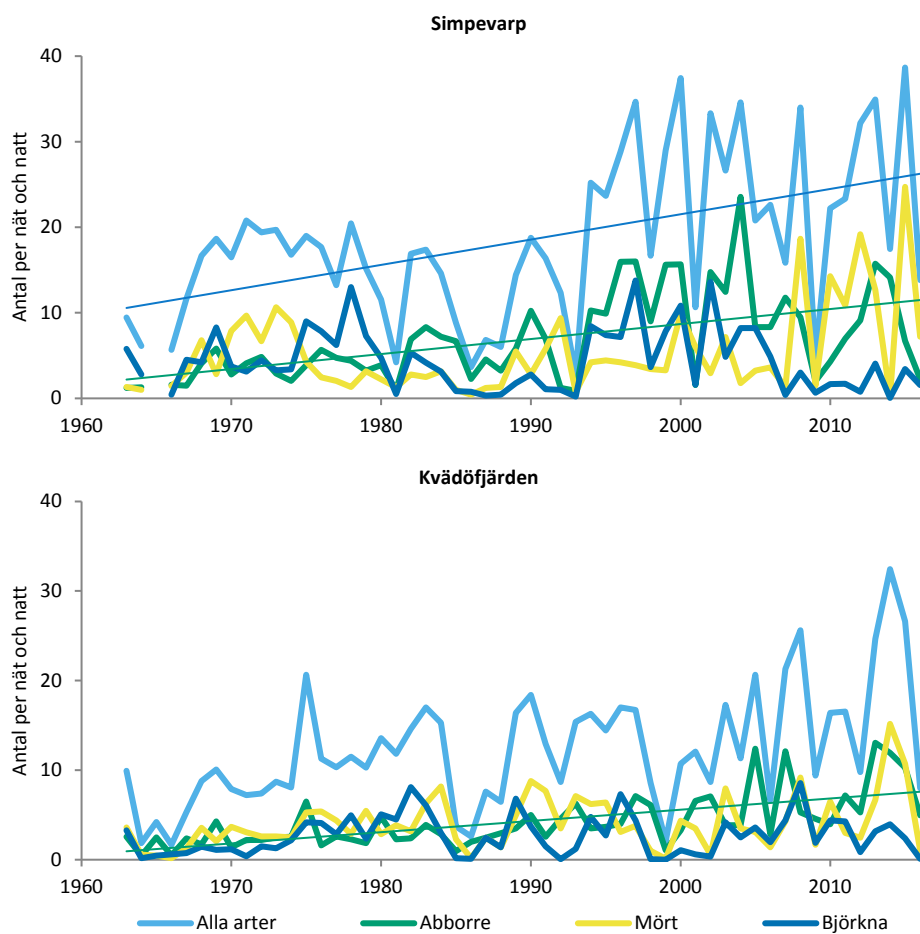
Precis som vid övriga sommarfisken 2016 var vattentemperaturen låg även vid provfisken med biologiska länkar i Berkeskär söder om Simpevarp och i Kvädöfjärden (medeltemperatur i bottenvattnet vid redskapen vid vittjning: 14 respektive 12 °C). I båda områdena var fångsterna låga totalt sett (Figur 14, Tabell 5). Vid Berkeskär var fångsten av abborre och björkna låg, samtidigt som fångsten av gers låg över medelvärdet för både hela tidsserien och medelvärdet för de senaste tio åren (Figur 14, Tabell 5). I Kvädöfjärden var istället fångsten av mört och björkna låg. Fångsten av abborre skiljde inte sig från långtidsmedelvärdet, men var lägre än medelvärdet för den senaste tioårsperioden (Figur 14, Tabell 5). Fångsten i Kvädöfjärden innehöll även en ovanligt stor mängd av kallvattenarterna strömming och nors (Tabell 5).

På båda provfiskelokalerna har fångsten av abborre ökat sedan 1960-talet (Figur 14, Tabell 5). I Kvädöfjärden har även andelen abborre ökat i fångsten sedan 1973⁵. Fångsten av id har minskat och den totala fångsten av alla arter har ökat vid Berkeskär. I Kvädöfjärden har antalet arter i fångsten ökat sedan 1966 och vimma och gös har haft en positiv utveckling sedan 2007 (Tabell 5).



Abborre i nät. Foto: Anna Lingman

⁵ Linjär regression 1973-2016: $p < 0,01$, $R^2 = 0,21$.



Figur 14. 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 1963–2016. Trendlinje anger signifikant förändring över tid.

Sjukdomar och parasiter

Den totala fångsten i fisket med nätlänkar i skärgården söder om Simpevarp 2016 uppgick till 4 119 fiskar (inklusive fångsten vid störda ansträngningar). Av dessa uppvisade tio fiskar yttre tecken på sjukdomar eller skador. Sjukdomsfrekvensen var 0,2 procent, vilket ligger i nivå med tidigare år. Det vanligast förekommande symptomet var hudsår (fyra drabbade individer). Fenröta, som under tidigare år varit vanligt förekommande, upptäcktes endast hos en av de fångade individerna 2016. Denna låga förekomst kan förklaras av den låga abborrefångsten, då abborre är den art som främst drabbas av fenröta.

I provfisket med nätlänkar i Kvädöfjärden, där totalt 4 124 fiskar fångades, noterades inga fiskar med yttre sjukdomssymptom. Även tidigare år har det hänt att inga sjuka fiskar har fångats i detta fiske 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 249 respektive 144 fiskar. Av dessa upptäcktes en sjuk fisk i vardera fisket under 2016. 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.



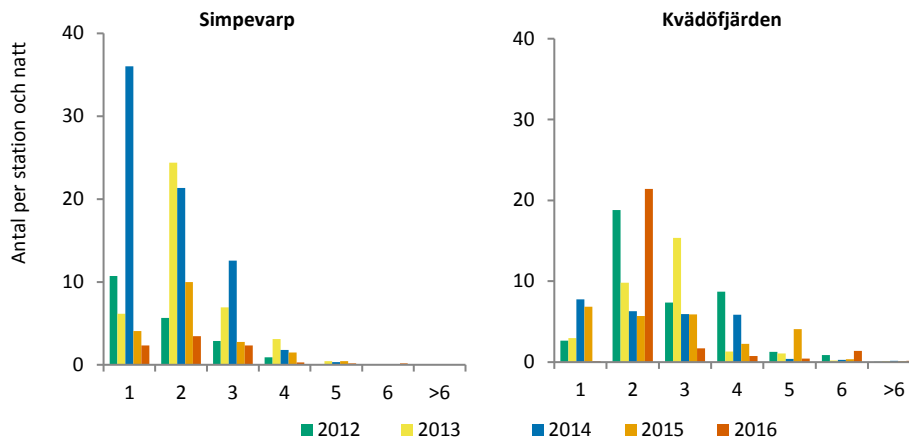
Skrubbskädda. Foto: Anna Lingman, SLU Aqua.

Tabell 5. Fångst (antal individer) per nät och natt av alla förekommande arter 1973–2016 (för abborre, björkna, gers, gädda, mört och skrubbskädda i Berkeskär och Kvädöfjärden gäller tidsperioderna 1966–2016 respektive 1963–2016) samt 2007–2016, vid provfiske med biologiska länkar vid Berkeskär 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 procent av åren har uteslutits vid trendanalys. Detta markeras i tabellen med grå ruta. Fångst vid störda ansträngningar ingår inte. Arter sorterats efter fallande långtidsmedelvärde.

Art	Berkeskär, Simpevarp					Kvädöfjärden				
	2016	Me- del 1973- 2016	Trend 1973- 2016	Me- del 2007- 2016	Trend 2007- 2016	2016	Me- del 1973- 2016	Trend 1973- 2016	Me- del 2007- 2016	Trend 2007- 2016
Abborre	2,28	7,15	+**	8,25	ns	4,94	4,26	+***	7,86	ns
Mört	7,22	5,49	ns	11,06	ns	1,06	4,03	ns	6,07	ns
Björkna	1,56	4,38	ns	1,73	ns	0,11	2,67	ns	3,39	ns
Sarv	0,11	0,48	ns	0,36	ns		0,01			
Gers	2,00	0,46	ns	0,92	ns	0,06	0,24	ns	0,17	ns
Skrubbskädda	0,44	0,39	ns	0,81	ns	0,56	0,45	ns	0,57	ns
Id		0,30	-**	0,19			0,16		0,03	
Gädda		0,13		0,03			0,10		0,02	
Strömming	0,11	0,06		0,19		0,28	0,05		0,15	ns
Torsk		0,06					0,01			
Sik	0,06	0,03		0,08		0,06	0,02		0,03	
Vimma		0,03		0,02		0,22	0,10		0,17	+**
Braxen		0,01		0,01			0,02		0,07	
Mindre havsnål		0,01		0,04						
Gulål		<0,01								
Löja		<0,01		<0,01						
Piggvar		<0,01					<0,01			
Ruda	0,06	<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						0,28	0,14		0,33	+*
Lake							<0,01			
Nors						0,39	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 2016 genomfördes åldersanalys av totalt 230 honor från Ekö söder om Simpevarp, medan motsvarande gjordes för 369 honor i Kvädöfjärden. Ett till tre år gamla abborrar var vanligast i fångsten i Simpevarp medan tvååringar var helt dominerande i Kvädöfjärden (Figur 15). Fångsterna i Simpevarp var sparsamma och ovanligt jämnt fördelade mellan abborrar i åldrarna 1–3 år. I Kvädöfjärden noterades dock förutom tvååringarna även anmärkningsvärda fångster av sexåringar. Den kullen, födda 2010, har ända sedan den kom in i fisket som tvååringar 2012 varit starkt representerad. Äldre abborrar tenderar även i fisket 2016 att vara något vanligare i Kvädöfjärden. Medellängderna hos abborrhonorna i det insamlade provet från Simpevarp var 19,8 centimeter för tvååringar, 24,4 centimeter för treåringar och 24,3 centimeter för fyraåringar. Tvååringar från Kvädöfjärden var 18,3 cm medan tre- och fyraåringar där var 22,6 respektive 25,4 centimeter långa.



Figur 15. Fångst (antal/station och natt) av abborre (honor) för åldersgrupperna 1–6 år och äldre i Simpevarp (vänster) och Kvädöfjärden (höger) åren 2012–2016.

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 populationsvägningar hos såväl stationära som vandrande marina arter. Från och med 1997 provfiskas endast vid sex tillfällen under perioden april–maj. Efteren tidigare

utvärdering drogs slutsatsen att enbart vårfisken räcker för att belysa kallvattenarternas utveckling. Efter en period av år med omfattande störningar av i första hand säl gjordes en större omläggning av fisket.

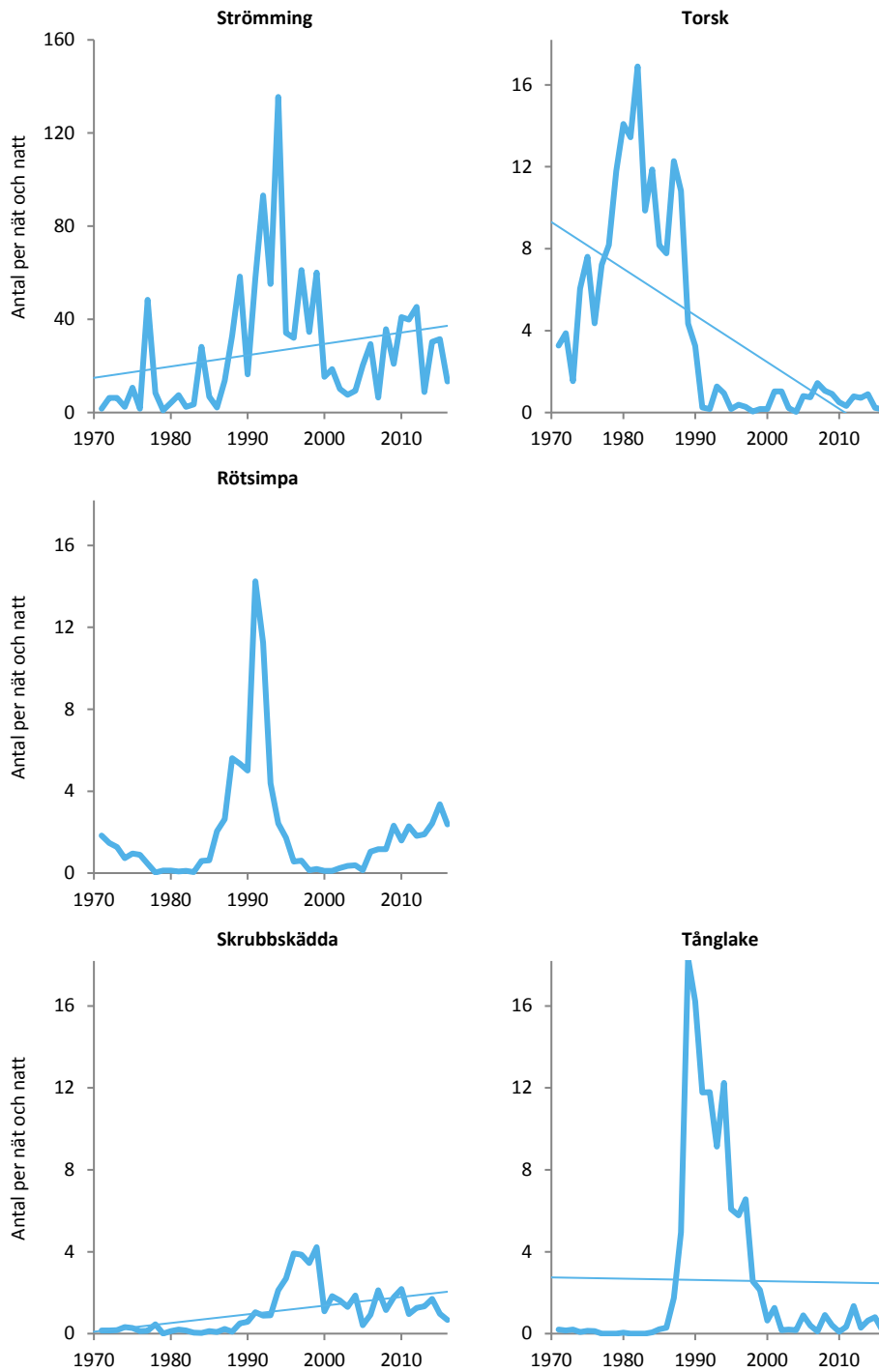
Grundprogrammet omfattar från och med 2011 fisken på åtta stationer inom en radie av cirka 1 kilometer från Hamnfjärdens mynning mot öppet hav (Figur 1). På varje station fiskas vid varje tillfälle med två sammanlänkade 35 meter långa 10-fots kustöversiktsnät. Nätens höjd i utsträckt läge vid botten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

4.5.2 Resultat

Fiske med kustöversiktsnät utfördes enligt programmet vid sex tillfällen under april och maj 2016. Av totalt 96 genomförda fiskeansträngningar uppvisade 50 ansträngningar (52 procent) störningar orsakade av säl.

Fångsterna dominerades som tidigare starkt av strömming. Rötsimpa var den näst vanligaste arten. Övriga arter förekom sparsamt i fångsten 2016. Fångsterna av torsk har utvecklats negativt på lång sikt efter en period med stora fångster under främst tidigt 1980-tal (Figur 16, Tabell 6). Även under de senaste tio åren har torskfångsterna minskat. Strömming, rötsimpa, och tånglake förekom i högre tätheter under en period från den senare delen av 1980-talet och cirka tio år framåt (Figur 16). Fångsterna av strömming har därefter varierat mycket mellan år. På lång sikt (sedan 1971) syns en positiv trend för strömmingsfångsten. Även fångsten av skrubbskädda och tånglake har ökat sedan 1971, men trenden är svag för tånglaken (Figur 16, Tabell 6). Fångsterna av rötsimpa har ökat under de senaste tio åren (Tabell 6).

År 2016 var den totala fångsten per ansträngning 17 individer per nät och natt fördelade på fjorton arter, vilket är mindre än hälften av fångstmedelvärdet för hela perioden sedan 1971 (Tabell 6). 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 i fångsten (Tabell 6). Värt att notera är att den invasiva främmande arten svartmunnad smörbult fångades för första gången i Hamnfjärdens mynning vid provfisket 2016. Totalt fångades fem individer utspritt på tre fisketillfällen och samtliga var 13–17 cm långa.



Figur 16. Fångst per ansträngning av strömming, torsk och rötsimpa, skrubbskädda och tånglake i provfisket med kustöversiktnät vid Simpevarp april–maj(juni) åren 1971–2016. Trendlinje anger signifikant förändring över tid.

Tabell 6. Antal fiskar per nät och natt av alla fiskarter i fiske med kustöversiktsnät år 2016 samt medelvärden för hela perioden sedan 1971 och 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 procent av åren har uteslutits vid trendanalys. Detta markeras med grå ruta. Fångst vid störda ansträngningar ingår inte. Arter sorterats efter fallande långtidsmedelvärde

Art	Medel		Trend	Medel		Trend
	2016	1971-2016	1971-2016	2007-2016	2007-2016	2007-2016
Strömming	13,39	26,32	+***	27,35	ns	
Rötsimpa	2,37	1,92	ns	2,04	+**	
Skrubbskädda	0,67	1,09	+***	1,41	ns	
Abborre	0,39	1,18	ns	0,73	ns	
Gers	0,26	0,25	+***	0,35	ns	
Oxsimpa	0,24	0,28	+***	0,40	ns	
Torsk	0,15	3,95	-***	0,70	_*	
Tånglake	0,15	2,60	+*	0,51	ns	
Svartmunnad smörbult	0,07	<0,01		<0,01		
Mört	0,04	1,12	-***	0,16	ns	
Sik	0,04	0,22	+**	0,15	ns	
Piggvar	0,04	0,02		0,04		
Nors	0,02	0,02		0,02		
Vimma	0,02	0,01		<0,01		
Björkna		0,03		<0,01		
Tobiskung		0,03		<0,01		
Öring		0,02				
Sjurygg		0,01				
Gulål		<0,01				
Gädda		<0,01		<0,01		
Gös		<0,01				
Id		<0,01				
Lake		<0,01		<0,01		
Lax		<0,01				
Mindre havsnål		<0,01		0,01		
Ringbuk		<0,01				
Skarpsill		<0,01				
Storspigg		<0,01		<0,01		
Sutare		<0,01		<0,01		
Totalt	17,87	39,10	ns	33,93	ns	
Artantal	14	12,42	ns	12,40	ns	

Sjukdomar och parasiter

Under fisket med kustöversiktsnät 2016 fångades totalt 1 043 fiskar (inklusive fångsten vid störda ansträngningar). Av dessa registrerades endast tre fiskar med yttre tecken på sjukdom. De sjuka fiskarna bestod av en abborre med defekt gällock samt två skrubbskäddor med *Lymfocystis*, en virussjukdom som visar sig som små knottor på hud och fenor. 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 provfiskenet. Foto: Anna-Li Jonsson

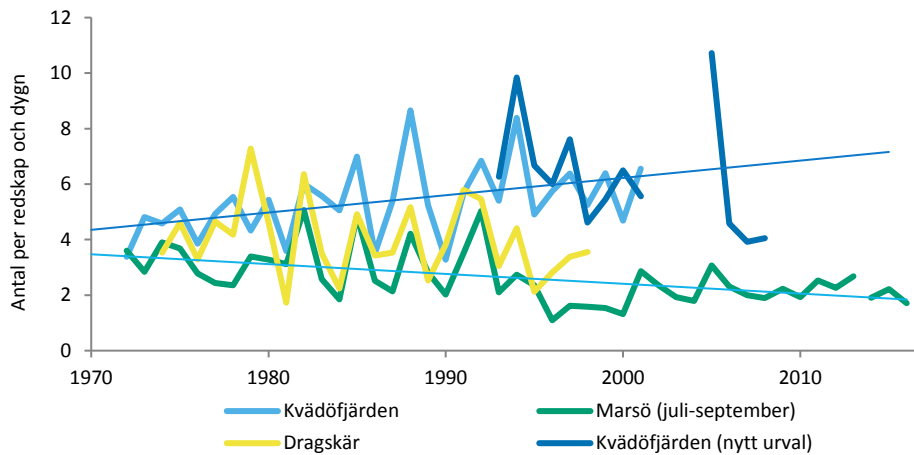
5 Journalföring av yrkesfiskefångster

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. När undersökningarna inleddes valdes därför undersökningslokaler både söder och norr om utsläppet för att kunna följa utvecklingen av fisket på platser med olika avstånd och placering i förhållande till kylvattenutsläppet. 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 17). 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 filtrerats fram 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 17). Däremot är fångsttenden negativ vid Marsö⁶ för hela perioden 1972–2016, medan fångsten i Kvädöfjärden⁷ 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 17. Fångster av blankkål med ålflytgarn i områdena Marsö 1972–2016, Dragskär 1972–1998 och i Kvädöfjärden 1972–2008 (antal individer per redskap och dygn). Nytt urval Kvädöfjärden 1993–2001, 2005–2008. Trendlinje anger signifikant förändring över tid.

⁶ Ln-linjär regression 1972–2016: $p < 0,001$, $R^2 = 0,25$

⁷ 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. Provtagning sker på två olika djupintervall i både recipienten och referensområdet (Figur 1). De grunda lokalerna på 17–20 meters djup ligger i havsbandet och karaktäriseras som transportbottnar med låg organisk halt i sedimentet. De djupa 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. Under senvåren tas varje år fem hugg på varje lokal med van Veen-huggare. Hugg för hugg sköljs sedimentet genom ett såll med 1 millimeter maskvidd och sållresterna konserveras i 70 procentig alkohol. Proven sorteras sedan under stereolupp och djuren artbestäms, räknas och vägs. Vid analysen görs alltid en bedömning av varje hugg om resultatet 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 bottenarna inträffade en markant förändring i början av 1980-talet och både abundans (antalet individer per kvadratmeter) och artantal (antal arter per

hugg) ökar påtagligt under hela undersökningsperioden (Figur 18, Tabell 7). I Tabell 7 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 (*Macoma balthica*) samt stor tusensnäcka (*Perrinia 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 7).

I Kvädöfjärden dominerade östersjömussla, blåmussla och *Marenzelleria sp.*, vilket varit fallet sedan år 2011 (Tabell 7). Även här observerades ovanligt höga tätheter av stor tusensnäcka 2016. 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 perioden 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, men återfanns i betydande omfattning 2015, medan endast 4 individer observerades 2016. Dock observerades inga långsiktiga trender för *Pygospio* i Simpevarp, men däremot ökande trender för blåmussla, östersjömussla, stor tusensnäcka och *Marenzelleria* (Tabell 7). I Kvädöfjärden har *Marenzelleria sp.* och östersjömussla ökat sedan 1976, medan förekomsten av blåmussla inte uppvisar någon trend över tid (Tabell 7).

Artantalet i Simpevarp var något lägre 2016 jämfört med toppnoteringen 2013 men var fortfarande över långtidsmedelvärdet sedan 1962 (

Figur 19, Tabell 7). I Kvädöfjärden observerades ungefär lika många arter 2016 (cirka 10 per hugg) som under 2013–2015 och det låg på samma nivå som i Simpevarp. Artrikedomen var över långtidsmedelvärdet på båda lokalerna och uppvisar en stigande trend (

Figur 19, Tabell 7).

Biomassan dominerades, som tidigare år, av de båda musslorna och 2016 svarade dessa för 89 procent av bottendjurens totala vikt i Simpevarp och för 97 procent av vikten i Kvädöfjärden.

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 18, Tabell 7). 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 7 listas abundansen för 2016, långtidsmedelvärde och statistiskt signifikanta förändringar för samtliga fångade arter uppdelat per område och djupintervall.

På den djupa lokalen i Simpevarp nådde stor tusensnäckla 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.

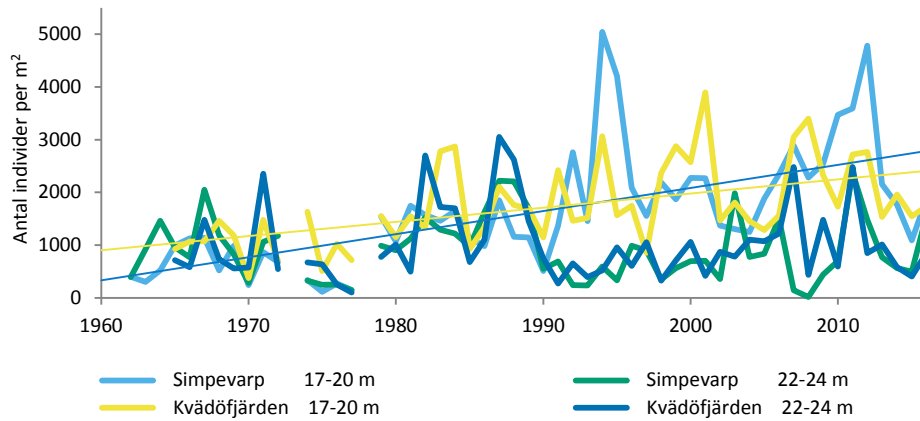
I Kvädöfjärden var östersjömusslan helt dominerande 2016, liksom 2013–2015. Det näst vanligaste bottendjuret var fjädermygglarver. En ny art detta år och på denna lokal var sandmusslan *Mya arenaria* (Tabell 7), som dock tidigare har funnits på andra lokaler i området. Det återfanns dock endast två sandmusslor här 2016 (Tabell 7).

Om abundansen 2016 jämförs med medelvärdet för perioden 1976–2016 (Tabell 7) kan det noteras att sammansättningen av arterna med högst individtäthet har förändrats, främst genom att den tidigare dominanten vitmärla (*Monoporeia affinis*) har 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 fem senaste årens provtagning uteblivit helt eller nästan helt.

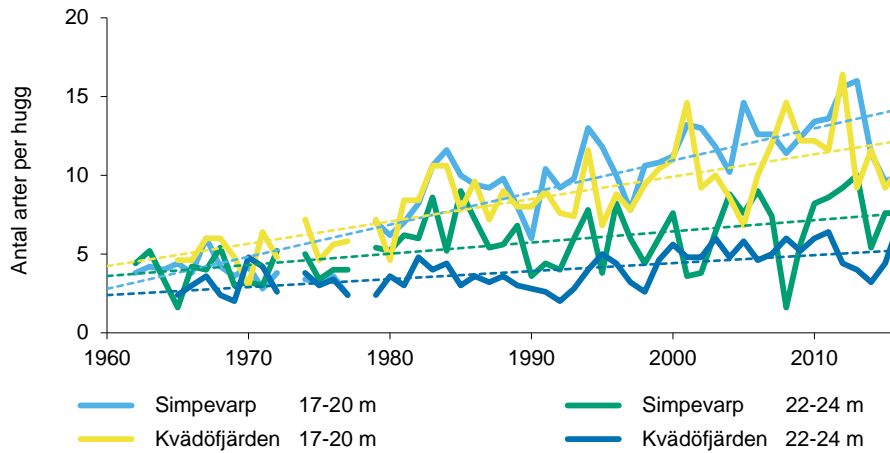
Avseende trender för vanliga arter 1976–2016, så har förekomsten av *Marenzelleria* ökat i Simpevarp medan östersjömussla saknar trend (Tabell 7). Båda arterna har emellertid haft en starkt ökande trend i Kvädöfjärden.

Antalet arter per hugg på de djupa stationerna har ökat trendmässigt på båda lokalerna. Antalet låg strax över långtidsmedelvärdet i Simpevarp medan en toppnotering på 7 arter per hugg observerades i Kvädöfjärden 2016. Antalet individer per m² saknar trend på båda lokalerna (Figur 18, Tabell 7).

Bottendjurens totala biomassa på de djupa bottarna dominerades 2015 likt tidigare kraftigt av östersjömussla, både i Simpevarp (69 procent av total biomassa) och i Kvädöfjärden (98 procent av total biomassa).



Figur 18. Bottenfaunasamhällets utveckling i Simpevarp och Kvädöfjärden under perioden 1962–2016 (1962 och 1964 ingen provtagning i Kvädöfjärden, 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 19. Antal arter per hugg vid provtagning av bottenfaunasamhället i Simpevarp och Kvädöfjärden under perioden 1962–2016 (1962 och 1964 ingen provtagning i Kvädöfjärden, 1973 och 1978 ingen provtagning varken i Kvädöfjärden eller i Simpevarp). Trendlinje anger signifikant förändring över tid baserat på Spearman-korrelationer.

Tabell 7. Trender och medelvärden för antal individer per kvadratmeter av samtliga förekommande arter av bottenfauna i Simpevarp och Kvädöfjärden 1976–2016. 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		
	2016	Medel 1976- 2016	Trend 1976- 2016	2016	Me- del 1976- 2016	Trend 1976- 2016	2016	Me- del 1976- 2016	Trend 1976- 2016	2016	Medel 1976- 2016	Trend 1976- 2016
<i>Mytilus edulis</i>	547	630,7	+**	584	639,9	ns	7	17,6	ns		0,5	ns
<i>Macoma balthica</i>	503	463,2	+***	610	650,7	+***	189	264	ns	643	455,6	+***
<i>Pygospio elegans</i>	4	279,7	ns	42	87,0	ns	30	157	ns	12	0,5	ns
<i>Oligochaeta</i>	5	149,6	ns	9	53,5	ns	7	36,6	ns		0,8	ns
<i>Marenzelleria sp.</i>	54	77,3	+***	214	99,4	+***		64,1	+***	5	83,6	+***
<i>Monoporeia affinis</i>	18	74,6	ns	58	172,2	ns		224	-***	9	454,6	-***
<i>Hydrobia ventrosa</i>		51,8	ns		8,9	ns		2,9	ns		0,3	ns
<i>Hydrobiidae</i>		46,0	ns		35,6	ns		1,3	ns		0,2	ns
<i>Corophium volutator</i>	12	30,7	+**	4	5,7	+***		4,0	+***		0,3	ns
<i>Saduria entomon</i>	5	26,9	+**	12	30,1	+***	2	14,5	-**		1,3	ns
<i>Gammarus sp.</i>	11	23,3	ns		8,2	ns		14,6	-**		0,1	ns
<i>Hediste diversicolor</i>	68	21,3	ns	4	2,4	ns	11	4,1	+*		0,3	ns
<i>Peringia ulvae</i>	475	17,5	+**	138	24,2	+*	1174	34,1	ns	25	1,1	ns
<i>Bylgides sarsi</i>	11	15,2	ns	26	14,3	ns		2,7	-*	7	11,4	-*
<i>Jaera albifrons</i>		10,0	-**	2	2,2	-*		0,2	ns			
<i>Halicryptus spinu-</i>		9,7	ns	21	34,4	ns		8,7	ns	7	6,4	+*
<i>Hydrobia sp.</i>		8,5	ns		6,3	ns		4,4	ns			
<i>Chironomini</i>		7,8	ns		2,3	ns		31,3	ns		9,3	ns
<i>Jaera sp.</i>		5,4	+***		5,5	+***		0,1	ns			
<i>Chironominae</i>		4,6	ns		4,9	ns		12,2	ns		6,1	ns
<i>Tanytarsini</i>		4,3	ns		3,7	ns		6,6	ns		0,4	+*
<i>Halacaridae</i>		3,6	ns		0,8	ns						
<i>Theodoxus fluviatilis</i>	23	2,7	+**	2	1,5	ns		0,1	ns			
<i>Orthoclaadiinae</i>		1,8	+**		0,1	ns		0,1	ns		0,1	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	12	2,1	ns	105	11,3	-*	126	4,4	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		0,3	ns	16	2,9	+***	2	0,0	ns
<i>Tanypodinae</i>		0,5	ns					0,3	ns		1,2	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		0,1	ns		0,1	ns		0,1	ns
<i>Praunus inermis</i>		0,2	+*		0,1	ns		0,1	ns			

Tabell 7 fortsättning. Trender och medelvärden för antal individer per kvadratmeter av samtliga förekommande arter av bottenfauna i Simpevarp och Kvädöfjärden 1976–2016. 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	Medel 1976- 2016	Trend 1976- 2016	Medel 1976- 2016	Medel 1976- 2016	Trend 1976- 2016	Medel 1976- 2016	Medel 1976- 2016	Trend 1976- 2016	Medel 1976- 2016	Medel 1976- 2016	Trend 1976- 2016
<i>Piscicola geometra</i>		0,2	+	0,1		ns						
<i>Turbellaria</i>		0,2	ns									
<i>Mysis relicta</i>		0,1	ns	0,1		ns	0,1		ns	0,3		+
<i>Bathyporeia pilosa</i>		0,1	ns									
<i>Calliopius laeviusculus</i>		0,1	ns	0,1		ns						
<i>Cerastoderma glaucum</i>		0,1	ns	0,6		ns				0,1		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	0,3		ns	32	9,4	+	19	4,5	+
<i>Acarida</i>		0,1	ns									
<i>Coleoptera</i>		0,1	ns									
<i>Heterotanais 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	5,8		-				0,6		-
<i>Alkmaria romijni</i>				0,2		ns						
<i>Balanus improvisus</i>				0,1		ns	0,1		ns			
<i>Ceratopogonidae</i>										0,1		ns
<i>Diptera</i>							0,04		ns			
<i>Michteimysis mixta</i>				0,2		ns	0,1		ns	0,1		ns
<i>Sabellidae</i>				0,1		ns						
Totalantal	1879	1626	+	1737	1725	+	1574	919	ns	855	1007	ns
Artantal	10	8,8	+	10	8,6	ns	7,6	5,7	+	7	3,9	ns

7 Bentiska algsamhällen

7.1 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*0,5 meter) inom tre olika djupintervall (0,3–0,6 meter (grönalgsbältet), 0,7–1,5 meter (brunalgsbältet) och 4–6 meter (rödalgsbältet)).

7.2 Resultat

Vid stationen strax norr om Simpevarp (OKG1H) har mängden tång i stort sett varit oförändrad de senaste 15 åren. De senaste två åren har dock tång hittats både grundare än vad som varit fallet för övriga år sedan 2009 och djupare än under hela

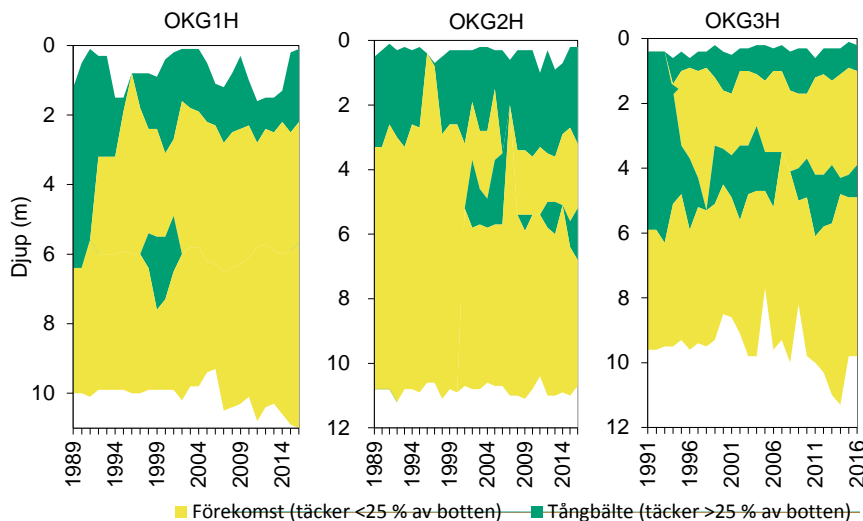
undersökningsperioden. (Figur 20). Både mängden tång (täckningsindex) och dess utbredning har dock minskat signifikant under de 27 år stationen provtagits (Figur 20 och Figur 21, Tabell 8).

Vid stationen utanför Simpevarp (OKG2H) hade tången ökat sin täckning, både ytnära och på sex meters djup, där den åter växte så tätt att det bildades ett bälte (hade >25 procent täckning) (Figur 20, Tabell 8). Den totala mängden tång var oförändrad sedan 2015, men det finns en ökande trend för hela provtagningsperioden.

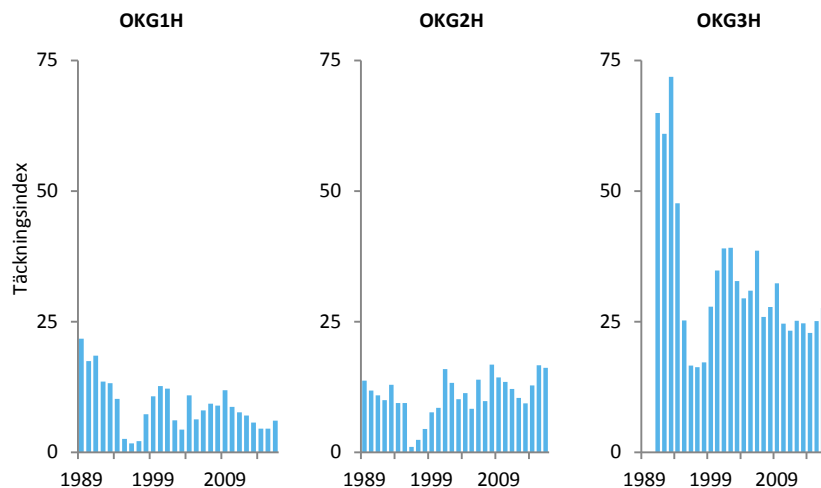
Söder om Simpevarp, på den tredje stationen i området (OKG3H), var tångens täckning ungefär samma som för 2015. Även här var tångens täckning över 25 procent i de djupare delarna av profilen (4–5 m djup), men utbredningen var mindre än för några år sedan. Jämfört med 1990-talet har mängden tång (täckningsindex) minskat signifikant (Figur 20, Tabell 8).

Totalt sett var förändringarna mellan 2015 och 2016 små avseende tångens djuputbredning och täckning utanför Simpevarp.

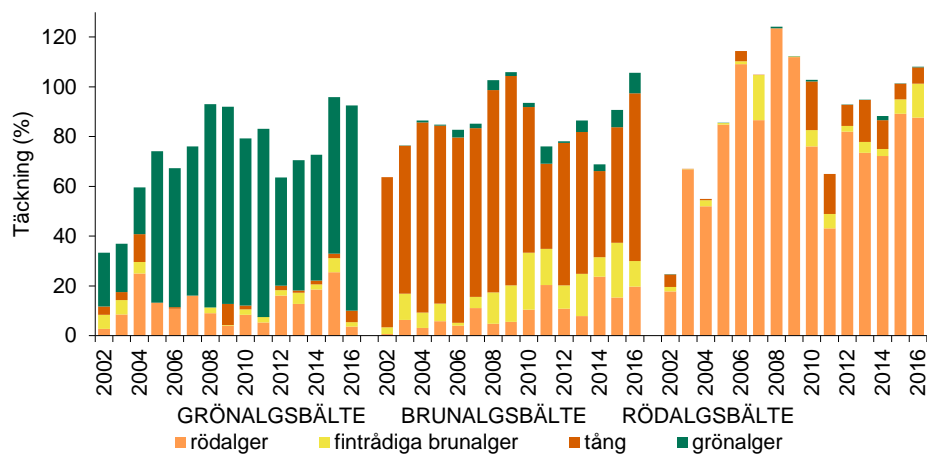
Resultaten från slumpade rutor visar att mängden fintrådiga grönalger i grönalgsbältet utanför Simpevarp ökade under perioden 2002–2016. I brunalgsbältet (tångbältet) på cirka en meters djup har fintrådiga grön-, brun- och rödalger ökat. Mängden rödalger på 5–6 meters djup (rödalgsbältet) ökade fram till 2009, minskade sedan, och har sedan dess varit ganska oförändrad (Figur 22). Framförallt är det rödalgera fjäderslick (*Polysiphonia fucooides*) och kräkel (*Furcellaria lumbricalis*) som har dominerat, men även ullsläke (*Ceramium tenuicorne*) är vanligt förekommande. Mängden tång i rödalgsbältet har ökat under perioden och har under de senaste sex åren legat på en högre nivå än tidigare.



Figur 20. Tångens djuputbredning vid stationer utanför Simpevarp 1989–2016 (1991–2016 för OKG3H).



Figur 21. Täckningsindex för tången vid stationer utanför Simpevarp 1989–2016 (1991–2016 för OKG3H). Genom att kombinera uppgifter om tågens täckning och utbredning längs utlagda profiler kan ett täckningsindex räknas fram för varje besök.



Figur 22. Täckning av olika alggrupper i slumpade rutor i tre olika djupintervall (grönalgsbältet, brunalgsbältet och rödalgsbältet). Medelvärden av samtliga tre stationer vid Simpevarp 2002–2016

Tabell 8. Täckningsindex för tång vid stationer utanför Simpevarp 1989–2016 (1991–2016 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	OKG3H
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		
n		28	28	28	26	28	28	28	26	28	28	28	26		
r ²		0,18	0,27	0,15	0,29	0,00	0,24	0,19	0,02	0,19	0,02	0,01	0,09		
lutn		-0,07	-0,31	0,19	-1,01	0,00	-0,10	0,09	0,03	-0,50	-0,72	0,25	-1,15		
p		0,03	0,00	0,04	0,00	0,99	0,01	0,02	0,55	0,02	0,47	0,70	0,15		
sign		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns		

8 Kontroll av gonadutveckling

8.1 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. Insamlingen i Kvädöfjärden genomförs senare under hösten i samband med ett provfiske utanför kontrollprogrammet för Oskarshamnsverket. Samtliga fiskar längdmäts och totalvikt, somatisk vikt 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).

8.2 Resultat

Fem av 200 abborrar (2,5 procent) från Hamnefjärden hade missbildade gonader, medan inga störningar i gonadutvecklingen observerades hos de 61 abborrar som analyserades från Kvädöfjärden. I Hamnefjärden har prevalensen av abborre med missbildade gonader varierat mellan cirka 1 och 4 procent under den föregående tioårsperioden medan skadorna under samma period uteblivit helt i Kvädöfjärden. Vidare uppvisade två av de totalt 44 mörtarna (4,5 procent) som provtogs i Hamnefjärden störd gonadutveckling, medan inga skador noterades bland 61 provtagna mörtar från Kvädöfjärden. Prevalensen hos mört i Hamnefjärden 2016 är relativt hög jämfört med tidigare provtagningar i både Hamnefjärden och Kvädöfjärden under 2000-talet, men siffran är osäker då den baseras på endast ett fåtal individer.

9 Diskussion

9.1 Kraftverkets drift och temperatur och fiskförluster i silstationer

De stora förändringar av driften som skett de senaste åren, både med avseende på införsel av djupvattenkylning och utebliven drift förväntades förändra Oskarshamnsverkets påverkan på omgivande vatten i olika avseenden. 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 fiskarna 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 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 dessa periodvis djupare vatten. Förlusterna av den mer kall- och djupvattenprefererande skrubbskäddan följde till en början inte heller det förväntade mönstret då den förekom i lägre antal än tidigare. Under 2015 gjordes ingen fiskräkning och resultatet från den kontroll som skedde på O1 under 2016 talar ändå för att omläggningen till kylning med djupvatten till viss del gett den förväntade effekten med minskade förluster av framför allt kustnära och mer grunt levande arter som spigg, abborre, mört och ål. I och med att både block 1 och 2 kommer att stängas definitivt under 2017 kommer förlusterna av fisk, och kontrollen av förluster av dessa, att upphöra. Mot bakgrund av detta är det kanske relevant att på något vis börja kontrollera förlusterna av fisk på block 3, som i dagsläget endast har rapporteringsplikt vid situationer som avviker från det normala.

9.2 Beståndsutveckling i Hamnefjärden

Den långsiktiga positiva utveckling som har observerats hos den totala abundansen av fisk i Hamnefjärdens nätfiske förklaras främst av stigande fångster av dominerande arter som abborre i vår- och sommarfisket, björkna i vårfisket och mört i sommarfisket sedan provfiskestart 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. Ökningen i antal och andel (endast under sommarfisket) av rovfisken abborre kan ha bidragit till de långsiktiga minskande trenderna hos mört i vårfisket och björkna i sommarfisket samt den kortsiktiga tillbakagången av björkna i vårfisket. 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 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 ingen igenväxning skett och växtligheten 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.

Andelen unga abborrar har ökat under sommarfisket i Hamnefjärden från 1990-talet och fram till 2008, samtidigt som äldre individer har haft en stark tillbakagång (Andersson m.fl. 2011). Detta mönster bröts under sommarfiskena 2015 och 2016, då både yngre och lite äldre abborrar förekom i betydligt större omfattning än åren dessförinnan. En tänkbar förklaring är att vattentemperaturen i de närmaste omgivningarna utanför Hamnefjärden var ovanligt låg till följd av en kall sommar och ogynnsamma vindar. Detta har sannolikt fört med sig att abborrarna sökt sig till det varmare vattnet inne i Hamnefjärden. Vad som skulle kunna tala emot detta är att abborrarna i augustifisket i Hamnefjärden fortfarande är något större än i motsvarande provfiske vid Ekö vid en given ålder. Troligtvis rekryteras de till fjärden under tidig sommar och får då en något högre tillväxttakt än de i omgivande fjärdar. Om det hade varit fråga om abborre som stannat hela året i fjärden och dragit nytta av de tider på året (januari–april och oktober–december) då skillnaden i temperatur mellan

Hamnefjärden och de omgivande fjärdarna är som störst hade förmodligen skillnaden i storlek varit större.

En av de mer lättavlästa effekterna av temperaturförhållandena i Hamnefjärden är tillväxttakten hos årsyngel av abborre. Vid en tillbakablick ända till provtagningens början, 1971, ses en ökning av medellängden i både referensområdet och Hamnefjärden. Men vid en jämförelse av de två områdena de senaste tio åren är medellängden i princip oförändrad både i referensen och 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 block 1 och 2 tagits helt ur drift är en normalisering av abborryngelns tillväxt att vänta i Hamnefjärden. Låga förekomster av abborryngel under senare år, i synnerhet under hösten 2015 men även 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 stabila 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 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 och spritt sig norrut i Kalmar sund. Att de första fångade individerna av denna var relativt stora gör att det är mest troligt att arten har spritt sig till Simpevarp på egen hand snarare än att larver och ägg har förflyttats hit med hjälp av fartygs- och båttrafik.

9.3 Beståndsutveckling i skärgården

Den låga vattentemperatur som rådde vid samtliga nätprovfisken i Simpevarps skärgård och Kvädöfjärden under sommaren 2016 påverkade fångsterna. Varmvattenarterer såsom abborre och björkna hade låg förekomst i fångsten samtidigt som kallvattenarten strömring hade en ovanligt hög förekomst. 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 fiske-tillfället. Dock finns inga trender över tid hos vattentemperaturen i samband med provfisket i något av områdena. Observerade trender kan således sannolikt inte förklaras av varierande temperaturförhållanden vid fisketillfällena.

9.4 Fiske med kustöversiktsnät på våren

Den förändring av metodik som gjordes i fisket med kustöversiktsnät inför provfisket 2011 har medfört att ett större antal ostörda observationer har erhållits efter denna ändring, trots att en stor del av fiskeansträngningarna har varit negativt påverkade av säl och därmed inte har kunnat användas vid analys av trender hos fångsten.

Fångsten per fiskeansträngning för de vanligaste arterna efter den dominerande arten strömming har visat få förändringar över tid. De låga fångsterna och den negativa fångstutvecklingen för torsk speglar artens 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.

9.5 Gonadutveckling

Under 1990-talet konstaterades skador på könsorganen hos flera fiskarter i kylvattenrecipienterna 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 under utvecklingen och att gonadernas (könsorganens) funktion blivit arytmisk och inte längre kopplad till årstiderna (Lukšienė & Sandström, 1994). Preliminära resultat tyder på att andra arter drabbats på ett liknande sätt som mört. Uppenbara skador har konstaterats hos abborre och gädda. I Hamnefjärden och Forsmark är påverkan 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. Övergången till att kylvatten tas in via djupvattenintag kommer att leda till högre vattentemperatur i recipienten vintertid. Denna förändring innebär att risken för gonadskador ökar och att övervakningen bör fortsätta för att följa upp vad som sker.



Abnormt stor gonad (romsäck) hos abborre i Hamnefjärden. Foto: SLU Aqua.

9.6 Bottenfauna

I undersökningarna av bottenfaunan 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 vanliga dominanterna, blåmussla och östersjömussla, har

under senare år fått sällskap av den introducerade havsborstmasken *Marenzelleria* sp. och 2013 var det första året då *Marenzelleria* hade högst abundans på en av de grunda lokalerna (i referensområdet). Någon påverkan på övriga delar av botten-samhället har ännu inte påvisats. Möjligen skulle en minskad förekomst av den inhemska rovborstmasken (*Hediste diversicolor*) kunna bero på ökad konkurrens från *Marenzelleria* sp. (www.frammandearter.se).

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. Troligtvis är syresituationen en starkt reglerande faktor på dessa bottenar. 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 vilket i sin tur lett till låga syrgashalter i sedimentet. Det har visats att *Marenzelleria* kan vara en tidig kolonisatör av tidigare syrefria bottenar (Norkko m.fl. 2012). Genom maskens grävande aktivitet och att detta har en positiv effekt på sedimentets förmåga att binda fosfor, skulle den kunna vara en bidragande faktor till att syreförhållandena förbättrats. I förlängningen skulle detta kunna gynna bottenfaunans utveckling på dessa bottenar.

9.7 Bentiska algsamhällen

Påverkan av is har sannolikt bidragit till en försvagning av algbälten vid Simpevarp under senare år och till de tendenser till återhämtning som indikerades vid provtagningen 2015 och 2016. En ökande förekomst av fintrådiga alger under det senaste decenniet har observerats vid Simpevarp, men utvecklingen rapporteras ha varit likartad i andra delar av Kalmar län. En sammanvägd bedömning av utvecklingen hos studerade algsamhällen indikerar en begränsad påverkan av det uppvärmda kylvattnet som tillförs från Oskarshamnsverket.

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. 102s.
- Anon. (2011). Sammanfattande rapport av recipientkontrollen i Kalmar läns kustvatten 2011. Kalmar läns kustvattenkommitté. 34 s.
www.kalmarlanskustvatten.org (senast besökt 2012-03-16)
- 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.
- http://www.frammandearter.se/5arter/pdf/Marenzelleria_spp.pdf (senast besökt 2012-03-16)
- 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.
- Karås, P. & Thoresson, G. (1992). An application of a bioenergetics model to Eurasian perch (*Perca fluviatilis* L.). *Journal of Fish Biology* 41: 217-230
- 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*, Volume 18, february 2012: 422–434.
- Sandberg-Kilpi, E., Vismann, B. & Hagerman, L. (1999). Tolerance of the Baltic amphipod *Monoporeia affinis* to hypoxia, anoxia and hydrogen sulfide. *Ophelia* Volume 50, Issue 1, 1999. pp 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 2016.

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>	<i>Däggdjur</i>	
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>	<i>Kräftdjur</i>	
Skarpsill	<i>Sprattus sprattus</i>	Tångräka	<i>Palaemon adspersus</i>
Skrubbskädda (flundra)	<i>Platichthys flesus</i>	Sandräka	<i>Crangon crangon</i>

