



Aqua reports 2012:6

Biologisk recipientkontroll vid Oskarshamns kärnkraftverk

Årsrapport för 2011

Jan Andersson, Fredrik Franzén, Anna Lingman



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för akvatiska resurser

Biologisk recipientkontroll vid Oskarshamns kärnkraftverk. Årsrapport för 2011.

Jan Andersson, Fredrik Franzén & Anna Lingman

mars 2012

SLU, Institutionen för akvatiska resurser

Aqua reports 2012:6

ISBN: 978-91-576-9073-9 (elektronisk version)

Vid citering uppge:

Andersson, J., Franzén, F. och Lingman, A. (2012). Biologisk recipientkontroll vid Oskarshamns kärnkraftverk. Årsrapport för 2011. Aqua reports 2012:6. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. 47 s.

Rapporten kan laddas ned från:

<http://www.slu.se/sv/bibliotek>

Adress

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

E-post

Jan.Andersson@slu.se

Rapportens innehåll har granskats av:

Alfred Sandström

Omslagsfoto: Fredrik Franzén

Sammanfattning

Effekter på det akvatiska ekosystemet av kylvattenanvändning vid kärnkraftverket vid Simpevarp utanför Oskarshamn vid östersjökusten övervakas inom ramen av ett långsiktigt kontrollprogram. Programmet omfattar provfisken med nät och ryssjor inom en påverkansgradient och i ett opåverkat referensområde. Vidare övervakas långsiktig utveckling av bottenfauna och makrovegetation i områden med olika kylvattenpåverkan samt hur mycket fisk som förloras vid kraftverkets rening av inkommande kylvatten och insamling av fångstdata för att bedöma effekter på det lokala yrkesfisket.

Det utgående kylvattnet är normalt 10–12 °C varmare än det inkommande. I de inre delarna av recipienten Hamnefjärden uppmättes en övertemperatur av 4–6 °C under april–november 2011 i förhållande till referensområden av liknade karaktär och det utgående vattnet översteg tidvis 30 °C under högsommaren.

Fiskförlusterna i kraftverkets silstationer dominerades av strömming och effekterna på berörda bestånd bedöms vara små. Lokala effekter kan dock inte uteslutas.

Abborre, mört och björkna dominerade provfiskefångsterna i Hamnefjärden och omgivande skärgård. Fångsterna av abborre uppvisar en på lång sikt positiv utveckling både i det mest kylvattenpåverkade området och i omgivande skärgård, samtidigt som fångsterna av mört har minskat både i Simpevarp och i referensområdet. Abborrarna i simpevarpsområdet var dock betydligt yngre än de i referensområdet, vilket möjligen kan förklaras av en snabbare tillväxt. Störningar på fiskars könsorgan har tidigare observerats i relativt stor omfattning i Hamnefjärden, men var ovanliga hos de abborrar och mörtar som analyserades under 2011. Förekomsten av årsyngel av abborre i Hamnefjärden har inte förändrats över tid. Ynglenas storlek uppvisar dock en positiv utveckling, såväl i Hamnefjärden som i ett närliggande referensområde.

Vare sig fångsten av gulål vid provfiske med ryssjor i Hamnefjärden eller ålfångstens storlekssammansättning har förändrats sedan fiskena inleddes under 1980-talet. Förekomsten av simblåseparasiter hos gulål har legat på en stabil nivå av 50–60% sedan parasiten etablerades i Hamnefjärden i slutet av 1980-talet.

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 låga vattentemperaturer. Efter fler års betydande störningar från sälar förändrades metodiken inför 2011. De ytsatta näten ersattes av bottenatta och antalet stationer utökades. Fångsten av dominanterna strömming, rötsimpa och torsk uppvisar stora svängningar sedan detta provfiske inleddes i början av 1970-talet. Endast torsken uppvisar dock en på lång sikt negativ utveckling, som sannolikt kan kopplas till den storskaliga utvecklingen för torsken i Östersjön.

Yrkesfisket efter blankål med ålflytgarn begränsades från och med 2009 till 90 dagar genom nationella regleringar. Från och med 2009 insamlas endast data från Marsö. Utvecklingen över en längre tidsperiod är negativ, samtidigt som fångsterna i referensområdet uppvisade en positiv trend fram till att det upphörde i sin dåvarande utformning efter 2001. Den observerade nedgången för fångsten per fiskeansträngning överensstämmer dock i stort med den generella utvecklingen på ostkusten.

En starkt positiv utveckling av både art- och individantal hos bottenfaunan på grundare lokaler finns i både Simpevarp och referensområdet under perioden 1962–2011. Artrikedomen har utvecklats positivt även på de djupare lokalerna, men trender saknas där hos abundansen. Den till Östersjön introducerade havsborstmasken *Marenzelleria sp.* har haft en stark populationsutveckling i båda områdena under senare år och var en av de dominerande arterna även under 2011. Utvecklingen bedöms till största delen spegla storskaliga förändringar av Östersjöns ekosystem.

De hårda bottenarnas algsamhällen övervakas på tre lokaler i kraftverkets närhet. Växksamhällena bedöms ha en god ekologisk status och studerade lokaler tillhör de rikaste i regionen. Den ytnära blåstångens täckningsgrad hade dock minskat på alla tre lokalerna, sannolikt beroende på nötning från is. På de två stationerna söder om utsläppet hade tången ökat sin djuputbredning. Täckningsgraden av fintrådiga grönalger ökade ytnära under det senaste decenniet, medan täckningen av rödalger på 5–6 m djup minskade under senare år.

Summary

Potential ecosystem effects caused by the effluent cooling water from the Simpevarp nuclear power plant, close to Oskarshamn on the Swedish coast of the Baltic Proper, are monitored in yearly surveys using gillnets and fyke nets. Fishing is undertaken at several sites in a coastal gradient starting at the location of the emitted cooling water, and in a reference area 100 km north of the recipient. Soft bottom macro fauna and macro vegetation are monitored both in the gradient and in the reference area. Fish mortality due to entrapment in the cooling water system and commercial landings are monitored to assess the effects on the local fishery.

The water used for cooling is normally heated by 10–12 °C when passing through the power plant. In sheltered parts of the recipient bay of Hamnefjärden, the surface water was 4–6 °C warmer in April–November 2011 than in the reference area comparable reference areas and the emitted water occasionally exceeded 30 °C in the summer.

Fish losses in the cooling water rinsing system were dominated by Baltic herring. Effects on abundances at the population level are estimated to be small, but local effects cannot be ruled out.

Perch (*Perca fluviatilis*), roach (*Rutilus rutilus*) and silver bream (*Blicca bjoerkna*) dominated the catches in the surveys with gillnets in Hamnefjärden, as well as in the archipelago surrounding the power plant. Perch abundances increased in these areas. Catches of roach decreased close to the power plant, but also in the reference area. Perch in the gillnet catches were younger and grew faster close to the power plant than in the reference area. Abnormal gonads, previously observed at high frequencies in perch and roach in Hamnefjärden, were rare in the 2011 sampling. The abundance of young of the year perch in the recipient did not change over time. The size of the perch fry however, increased in Hamnefjärden, as well as in the local reference area.

The catch and size structure of yellow eel (*Anguilla anguilla*) did not change over time in the recipient since the 1980's. The prevalence of swim bladder parasites (*Anguillicoloides sp.*) has been 50–60% since the parasite was established in Hamnefjärden in the late 1980's.

Gillnet surveys are performed in the spring on the open coast at the power plant to study effects on Baltic herring and other marine species, normally appearing at low water temperatures. Problems due to an increasing population of grey seals forced a change in fishing methodology in 2011, and the pelagic nets were replaced with a series of demersal nets. The abundances of the long term dominants Baltic herring (*Clupea harengus*), sea scorpions (*Myoxocephalus scorpius*) and cod (*Gadus morhua*) have shown large periodic variations since the survey was established in the early 1970's. Cod alone has shown a long term decrease, probably reflecting the general situation in the Baltic Sea.

Silver eel (*Anguilla anguilla*) catches decreased in the local fishery, but increased in the reference area until silver eel fishing stopped in this area in 2001. The long term development is however believed to reflect the general trends of eel in the Baltic region.

Abundance and species richness in soft bottom macro fauna increased strongly in shallow sites between 1962–2011, in Simpevarp as well as in the reference area. The number of species increased also on deeper sites, but the total abundance did not change significantly. The abundance of the introduced polychaete *Marenzelleria sp.* increased rapidly in recent years and is now among the dominants in both areas. The trend is reflective of the general changes in the Baltic Sea.

Vegetation on hard bottoms is monitored on three sites in the coastal gradient of cooling water. The algal communities are considered to have good ecological status

and the studied sites are among the richest in the region. The *Fucus vesiculosus* cover decreased however, in recent years due to the wearing of ice. *Fucus* increased its distribution in deeper parts in two sites south of the power plant. The cover of filamentous green algae increased over the last decade and the cover of red algae in 5–6 m depth decreased in recent years.

Innehåll

1 Inledning	1
2 Kraftverkets drift och temperaturförhållanden i recipient och referensområde	4
2.1 Material och metoder	4
2.2 Resultat	4
3 Fiskförluster i silstationerna	8
3.1 Metodik	8
3.2 Resultat	8
4 Fiskbeståndens långsiktiga utveckling	12
4.1 Beståndsutveckling i Hamnefjärden	12
4.2 Beståndsutveckling i skärgården	19
4.3 Beståndsutveckling av kallvattenarter	23
4.4 Journalföring av yrkesfiskefångster	26
5 Bottenfauna	28
5.1 Material och metoder	28
5.2 Resultat	28
6 Bentiska algsamhällen	30
6.1 Material och metoder	30
6.2 Resultat	30
7 Riktade undersökningar	34
7.1 Material och metoder	34
7.2 Resultat	34
8 Diskussion	35
9 Litteratur	42
10 Bilaga 1, artlista	44
11 Kontrollprogrammet för Oskarshamnsverket	45

1 Inledning

Det biologiska kontrollprogrammet för Oskarshamnsverket syftar till att fånga upp effekter på fisk-, alg- och bottenfaunasamhällen orsakade av kraftverkets påverkan på vattenomsättning och tillförsel av uppvärmt kylvatten samt av den dödlighet av fisk som uppkommer vid reningen av det kylvatten som används i produktionsprocessen. Kontrollen av vattenrecipienten vid Oskarshamnsverket har efter 1988 bedrivits i enlighet med 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. Fr o m 1997 utgick provfiske med nätlänkar inom sektion 1 söder om Simpevarp och fiske med djupnät under hösten. Den biologiska recipientkontrollen vid Oskarshamnsverket genomförde under första halvåret 2011 av Fiskeriverkets kustlaboratorium. Kustlaboratoriet och uppdraget att genomföra kontrollen överfördes från och med 1 juli 2011 till Institutionen för akvatiska resurser vid Sveriges Lantbruksuniversitet. Flera av undersökningarna sker parallellt i ett referensområde, Kvädöfjärden, beläget i södra Östergötland.

Basundersökningar inför lokalisering av ett kärnkraftverk till Simpevarpshalvön inleddes redan 1962 och vissa moment har pågått sedan dess. Vissa 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 t o m 1988 sammanfattades av Neuman & Andersson, 1990. En sammanfattning och utvärdering av resultaten t o m 1995 presenterades av Andersson *et al.* (1996).

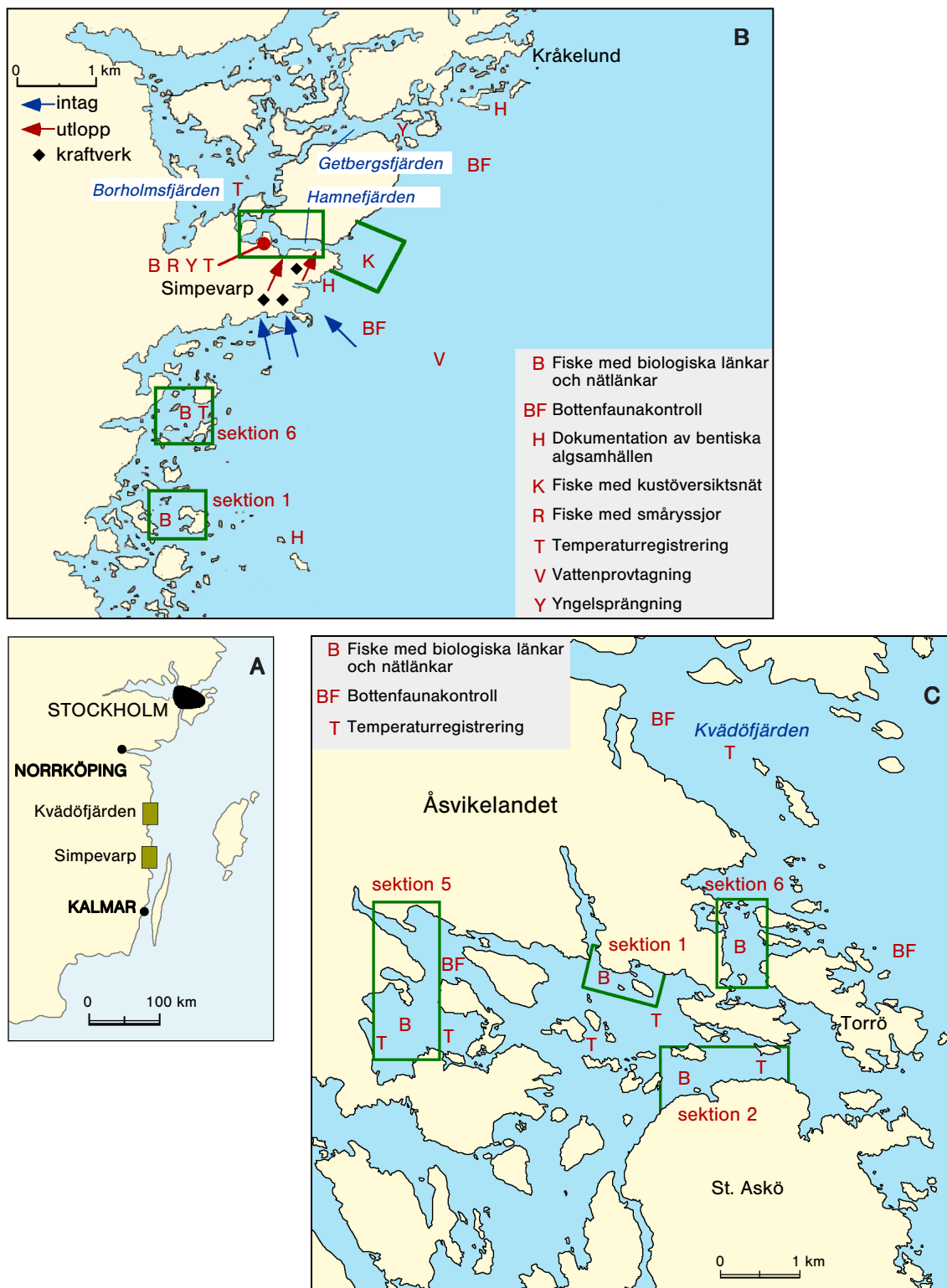
På uppdrag av SKB gjorde Fiskeriverkets Kustlaboratorium en rapport under 2003 som sammanfattar all litteratur med anknytning till fiskundersökningar vid Oskarshamnsverket (Lingman och Franzén, 2003). En sammanfattande utvärdering av undersökningar t o m 2001 presenterades under 2005 (Andersson *et al.*, 2005) och under

2011 gjordes en motsvarande utvärdering för perioden t o m 2008 (Andersson *et al.*, 2011).

Föreliggande årsrapport redovisar översiktligt kontrollverksamheten under 2011 tillsammans med preliminära resultat, främst från de moment som avser den långsiktiga utvecklingen hos fisk, bottendjur och algsamhällen (se Bilaga 2). För en detaljerad beskrivning av undersökningarnas praktiska genomförande hänvisas till Thoresson (1992; 1996 a,b). Fysikalisk och kemisk vattenanalys samt övervakning av bentiska algsamhällen ingår i den samordnade kustrecipientkontrollen för Kalmar län. För genomförande och analys av dessa moment svarade år 2011 SMHI respektive Linnéuniversitetet i Kalmar. Resultaten presenteras sedan 2001 även på adressen www.kalmarlanskustvatten.org.

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

Vetenskapliga namn på fiskar och andra organismer presenteras inte i den löpande texten om svenska namn finns. För dessa hänvisas till Bilaga 1, som återger svenska och vetenskapliga namn på alla arter som förekommer i texten.



Figur 1. Karta över undersökningsområdet – a) översikt b) detalj Simpevarp med provtagningsstationer c) detalj Kvädöfjärden med provtagningsstationer.

2 Kraftverkets drift och temperaturförhållanden i recipient och referensområde

2.1 Material och metoder

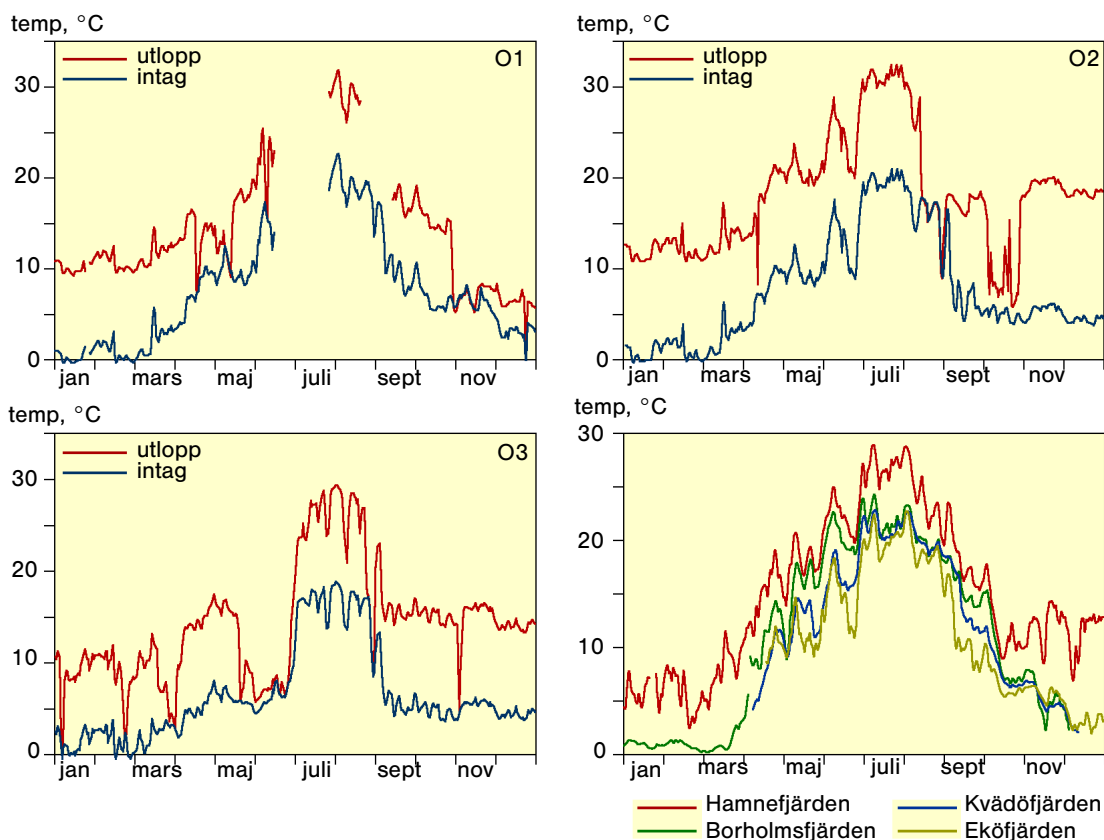
Statistik över driftförhållanden och temperatur i ingående och utgående kylvatten från de tre blocken erhålls från kraftverket. I Hamnefjärden registreras vattentemperaturen i ytan med automatiska instrument under hela året i den inre delen av fjärden. Motsvarande övervakning sker på en lokal i den närliggande Borholmsfjärden, på en lokal i skärgården söder om kraftverket, Eköfjärden, och på en lokal i Kvädöfjärden. I Kvädöfjärden övervakas 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

Kraftproduktionen vid OKG under 2011 präglades av flera störningar. Den sammanlagda nettoproduktionen uppgick till c:a 16 000 GWh, vilket understeg 2010 års produktion med nästan 1000 GWh. O1 hade, förutom ett kortstopp under två dygn i januari, normal produktion fram till revisionen 18 april. Den 17 maj återstartades anläggningen, men fick kortstoppas på nytt 9–12 juni efter att ett av de dieseldrivna reservaggregaten ej blivit driftklart. I augusti fick effekten sänkas på grund av problem med vibrationer i turbinanläggningen. Den 29 oktober hade vibrationsnivån försämrats så mycket att man beslutade att ställa av blocket. O1 stod avställt resten av året. O2:s produktion har sedan revisionen RA-09 haft problem med gasflöden och gasläckage i turbinanläggningen. Kortstopp för läcksökning och åtgärder genomfördes tre gånger under 2011. Efter revisionen, som avslutades 11 oktober, följde ett antal störningar, vilka orsakade att driften inte kom igång igen förrän 30 oktober. O2 saknar sedan revisionen ett skovelsteg i turbinanläggningen vilket innebär att verkningsgraden är lägre än tidigare vid motsvarande reaktoreffekt. En följd av detta är att mer värme släpps ut i havet.

Vid O3 stördes driften under det första halvåret av flera snabb- och driftstopp, orsakade främst av bränsleskador. Revisionsavställningen pågick mellan 22 maj och 28 juni. Efter denna begränsades effekten av vibrationer orsakade av höga havsvattentemperaturer på kylvattensidan. Det var inte förrän en vecka in i september som full effekt (129%) nåddes. Den 30 november sänktes effekten till 120% och kvarstod på den nivån året ut.

Sammantaget under 2011 värmdes Oskarshamnsverket upp Hamnefjärden (figur 2) i större omfattning än 2010, men något mindre än tidigare år. Driften vid O1 låg på 75% eller mer av kapaciteten under 268 av årets dagar. Temperaturen i utgående kylvatten från O1 nådde drygt 30 °C under fem dygn i början av augusti och var varmare än 20 °C under 36 dygn. Den genomsnittliga uppvärmningen av vattnet



Figur 2. Dagsmedeltemperatur för inkommande och utgående kylvatten för block 1, 2 och 3 vid Oskarshamnsverket (a) och dagsmedeltemperaturer för inre Hamnefjärden och referensstationerna i Kvädöfjärden, Borholmsfjärden och Eköfjärden 2011 (b).

från O1 under normal drift var 9,2 °C, vilket kan jämföras med 10,6 °C under 2010. O2 hade 289 dagar där driften låg på 75% eller mer av kapaciteten. Här var den genomsnittliga temperaturhöjningen 11,5 °C vilket var högre än under 2010 (10,8 °C). Från första veckan av juli fram till mitten av augusti var temperaturen 30 °C eller högre under 32 dygn med en topp på 32,4 °C. Vid O3 rådde normal drift under 292 dygn. Under den perioden värmdes vattnet upp i medeltal 9,4 °C. Anläggningen är kyld med djupvatten och använder således ett kallare vatten under sommarhalvåret. Anmärkningsvärt var att det ingående djupvattnet höll 15 °C eller mer under i princip hela juli och augusti. Det utgående vattnet kom upp i 25 °C eller mer under sammanlagt 38 dygn i juli och augusti. Maximitemperaturen på det utgående vattnet, 29,5 °C, noterades i början av augusti (figur 2).

Temperaturdata för hela 2011 samlades in från en mätpunkt i inre Hamnefjärden. Avståndet från utsäppspunkten är cirka 600 m, vilket innebär att en viss avkylning har hunnit ske. Temperaturen under årets första kvartal höll sig omkring 5 °C, med undantag för ett temperaturfall i mitten av februari och en snabb höjning i mitten av mars. Ingen av dessa förändringar berodde på kraftverkets drift utan på naturliga variationer. Motsvarande variationer noterades även i Borholmsfjärden, där de dock inte var lika kraftiga på grund av att fjärden var islagd. I slutet av mars och början av april gick isarna upp i skärgårdarna och temperaturerna i ytvattnet steg från strax över 0 °C till 3 °C under loppet av en vecka. Detta avspeglades även i Hamnefjärden, där temperaturen under samma period steg från c:a 6 °C till dryga 11 °C. Under andra kvartalet steg temperaturerna stadigt, med undantag för ett fall i skiftet april–maj, för att första veckan i juni nå 25 °C i Hamnefjärden och omkring 20 °C på de andra tre lokalerna. Under juli och inledningen av augusti rådde stabilt sommarväder och temperaturen i Hamnefjärden höll sig mellan 25 och 30 °C. I referensområdena låg temperaturen denna period över 20 °C, med undantag för den något mer exponerade Eköfjärden, där västliga vindar vid två tillfällen gav lite kraftigare temperaturnedgångar. Från slutet av augusti och fram till mitten av oktober gav upprepade

lågtryck med västliga vindar flera temperaturfall i alla fyra undersökta områden. Efter denna period rådde högtrycksväder med för årstiden förhållandevis varmt väder och svaga vindar, vilket fick vattentemperaturen att hålla sig stabil kring 6–7 °C i de tre referensområdena, respektive 10–12 °C i Hamnefjärden. Vid årets slut höll Eköfjärden, som var den enda av referenserna där mätare fortfarande fanns på plats, en temperatur på c:a 3–4 °C. I Hamnefjärden var då temperaturen c:a 12–13 °C. Sammantaget under perioden april t o m november var medeltemperaturen i Hamnefjärden c:a 4 °C, 5 °C respektive 6 °C högre än i Borholmsfjärden, Kvädöfjärden och Eköfjärden.

3 Fiskförluster i silstationerna

3.1 Metodik

Enligt kontrollprogrammet skall fiskräkning utföras på block 1 och 2 under normal drift från april t o m 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 stråken under tre timmar varje dygn. Undantag får dock göras då de nödvändiga ingreppen riskerar att påverka driftsäkerheten vid kraftverket, t ex vid stor förekomst av maneter eller drivande alger. Den totala fiskförlusten beräknas per månad genom att observerad förekomst divideras med den andel av det totala kylvattenflödet som har kontrollerats under månaden. Vid block 3 har ingen fiskräkning utförts. Kontrollprogrammet föreskriver att driftspersonalen där endast skall rapportera situationer som avviker från det normala. Några sådana rapporter har inte inkommit under 2011.

Under 2006 började 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 utökades provtagningen med motsvarande provtagning i silstationen för O1. Målsättningen är att provtagning skall ske en gång per vecka. Uppsamlingstiden, vilken oftast sammanfaller med den ordinarie fiskräkningen, för provet noteras och efter detta sorteras och räknas all fisk, inklusive småvuxen fisk av alla arter. Den totala fiskförlusten beräknas på samma sätt som för den ordinarie fiskräkningen. Då den kontrollerade perioden endast omfattar en liten andel av den totala drifttiden får det uppräknade resultatet anses som osäkert. Enstaka storvuxna individer av arter som flundra, mört, strömming, gädda och abborre har inte tagits med i denna analys, då de redan hanterats i den ordinarie fiskräkningen. Provtagningen omfattar all fisk som silas av i silstationernas filter under uppsamlingsperioden. Dessa filter har en maskstorlek av 2 mm.

Tabell 1. Drifftid i timmar och andel tid (%) med fiskräkning vid block 1 och 2 åren 2003–2011 i relation till föreskriven tid enligt kontrollprogrammet.

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
O1, fasad tid (tim) april–sept	3390	3437	2931	2403	3745	2659	4181	2993	3674
O1, fiskräkning (% av krav) apr–sept	61,6	35,4	65,1	65,9	40,0	89,1	82,9	110,3	80,4
O2, fasad tid (tim) april–sept	994	3559	3819	2983	2715	3591	3044	4392	3264
O2, fiskräkning (% av krav) apr–sept	98,4	84,3	62,0	76,3	64,0	42,6	85,3	82,2	77,1

Tabell 2. Uppräknade fiskförluster (antal) under de månader det förekommit fiskräkning i silstationerna för block 1 (O1) och block 2 (O2) 2010 och 2011. (*i september 2011 uteblev fiskräkning vid O2 då anläggningen ej var i drift. För O1 räknades ej fisk i september 2010, då driften var endast 44 timmar).

	april		maj		juni		juli		augusti		september		totalt	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010	2011	2010*	2011	2010	2011
O1														
abborre	809	96	565	151	538	171	98	1588	0	340	30	2383	2040	4729
flundra	1310	128	1281	515	1382	1594	491	259	32	170	67	1788	4563	4454
gädda	39	0	0	0	38	0	33	37	0	0	2	0	112	37
mört	1002	128	527	30	154	285	131	0	32	34	28	0	1874	477
strömming	5163	5208	5688	7902	691	1965	392	886	0	0	178	1788	12112	17749
torsk			0	0	38	38	0	0	0	34	1	0	39	34
ål <40cm		54	0	0	0	0	33	74	64	0	1	596	98	724
ål >40cm	39	54	188	0	38	62	33	0	0	34	4	0	302	150
O2														
abborre	814	294	243	339	344	425	183	567	304	136	303		2191	1761
flundra	1192	1306	1337	2037	1492	2360	697	567	448	34	303		5469	6304
gädda	0	0	0	0	0	0	73	73	0	0	0		73	0
mört	0	0	0	0	69	708	110	243	87	34	0		266	985
strömming	17297	8813	10592	34399	928	2171	872	121	45	272	606		30340	45776
torsk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43		43	0
ål <40cm	102	0	0	113	69	94	0	40	45	0	43		259	247
ål >40cm	34	33	84	0	34	47	76	0	45	68	87		360	148

3.2 Resultat

Fiskräkning utfördes på block 1 under perioden april t o m september och vid block 2 från april t o m augusti. Båda anläggningarna nådde upp till c:a 80% av det tidsmässiga kravet i förhållande till den drifftid de haft (tabell 1).

De mest påtagliga skillnaderna vid block 1 jämfört med 2010 var högre antal av abborre, strömming och ål mindre än 40 cm (tabell 2). Ål större 40 cm, gädda och mört förekom i lägre antal än under 2010. För den tredje vanligaste arten, flundra, noterades inga stora förändringar. I silstationen till block 2 var de största förändringarna en större förekomst av strömming och mört. Andra vanliga arter som abborre,

Tabell 3. Förluster av småvuxen fisk (antal) uppräknat till hela månader 2011 vid O1 och O2 samt antal stickprover och fasad tid per månad. Arterna är sorterade efter total förekomst i respektive silstation under hela perioden. *Varken O1 eller O2 har haft kontroll i juli. Förlusterna i juli är uppräknade på basis av drifttiden samt förluster övriga månader.

O1	april	maj	juni	juli*	augusti	sept	hela perioden
storspigg	1 061 467	761 344	451 710	680 125	394 901	7 200	3 356 748
småspigg	495 779	40 448	31 156	158 805	57 593	0	783 781
mindre havsnål	2 450	13 995	14 102	38 924	99 599	23 040	192 109
tångräka	565	171	875	25 334	93 772	4 320	125 037
ej artbest. gobider	0	0	0	6 679	19 086	7 200	32 965
tångsnälla	3 957	2 048	1 858	6 592	18 080	0	32 536
tobiskung	9 233	0	219	4 471	8 143	0	22 066
strömming	7 914	5 803	1 968	4 086	397	0	20 168
abborre	565	0	437	3 018	794	10 080	14 894
sandstubb	188	171	0	2 713	10 317	0	13 389
sandräka	5 653	1 195	0	1 740	0	0	8 588
tobis	1 884	0	0	834	1 397	0	4 116
björkna	0	0	0	732	0	2 880	3 612
skrubbskädda	0	171	984	720	238	1 440	3 552
tångspigg	2 827	0	0	718	0	0	3 545
skarpsill	0	0	0	504	1 984	0	2 488
löja	754	0	984	492	198	0	2 428
tånglake	0	853	219	272	0	0	1 344
piggvar	0	0	0	111	436	0	547
sarv	0	0	0	50	198	0	249
sjustrålig smörbult	0	171	0	43	0	0	214
antal stickprover	3	3	4	0	5	2	17
drifttid (h)	424	384	656	744	744	720	3 672

O2	april	maj	juni	juli*	augusti	hela perioden
storspigg	190 400	6 853 482	5 768 640	3 783 305	1 899	16 597 725
småspigg	57 167	412 920	277 120	221 445	2 848	971 499
mindre havsnål	5 833	567 424	16 640	174 581	1 424	765 902
ej artbest. gobider	0	2 976	0	174 512	588 112	765 600
strömming	1 633	168 144	0	50 125	0	219 902
sandräka	1 167	144 088	7 680	45 292	475	198 702
sandstubb	0	30 504	12 480	12 691	0	55 675
tångsnälla	2 567	27 280	4 160	10 180	475	44 662
tånglake	0	20 832	0	6 150	0	26 982
skrubbskädda	1 633	8 928	8 320	5 574	0	24 456
sjustrålig smörbult	0	17 856	0	5 272	0	23 128
löja	0	3 720	7 680	3 366	0	14 766
abborre	233	248	3 840	1 276	0	5 597
gers	0	2 976	320	973	0	4 269
torsk	0	2 976	0	879	0	3 855
tobiskung	467	1 240	0	644	475	2 825
tångräka	233	0	320	304	475	1 332
skarpsill	233	248	320	237	0	1 038
mört	700	0	0	207	0	907
tångspigg	467	0	0	138	0	604
piggvar	0	0	320	94	0	414
björkna	0	248	0	73	0	321
antal stickprover	4	4	3	0	1	12
drifttid (h)	700	744	720	744	356	3 264

flundra och ål mindre än 40 cm uppvisade inte några större förändringar. Ålar större än 40 cm förekom i ett lägre antal än under 2010. Vid båda blocken var, liksom föregående år, strömming den art som stod för de största förlusterna. Dessa skedde framförallt i april och maj.

I den kompletterande undersökningen av småvuxen fisk togs stickprov från O1 vid sammanlagt 17 tillfällen i april, maj, juni, augusti och september (tabell 3). Motsvarande prover från O2 togs vid 12 tillfällen i april, maj, juni och augusti. Storspigg var den överlägset vanligaste arten av småvuxen fisk i båda blockens silstationer. I framförallt O2:s silstation förekom den i stora mängder under maj och juni. Därefter följde för båda blocken småspigg och mindre havsnål. Andra vanliga arter var tång- och sandräka, gobider (stubbar och smörbultar), tångsnälla och strömming. Den enda nya arten för undersökningen var torsk.

4 Fiskbeståndens långsiktiga utveckling

4.1 Beståndsutveckling i Hamnefjärden

4.1.1 Metodik

Provfisket med sex biologiska länkar i Hamnefjärden är uppdelat på sju fisker under perioden mars–juni och en intensivinsats om sex fisker under två veckor på sensommaren. Varje fiske omfattar tolv nät, 27 m långa, med maskstorlekar mellan 21,5 och 60 mm maskstolpe, fördelade på fyra stationer i Hamnefjärdens inre del (figur 1). Antalet individer från varje enskilt nät registreras artvis i 1-cm längdgrupper och totalvikten per fisk för varje art vägs i gram.

Provfiske med ålryssjor genomförs på fyra stationer i Hamnefjärden under perioden från vecka 12 till vecka 24, ungefärligen motsvarande perioden från mitten av mars till mitten av juni. Varje station omfattar fem sammanlänkade ryssjor och målet är att dessa skall vittjas vid två tillfällen varje vecka. Antalet individer från varje enskild station registreras artvis i 1-cm längdgrupper.

All fisk som fångas i provfiskena examineras med avseende på förekomst av yttre symptom på missbildning, sjukdom eller skada.

200 ålar från Hamnefjärden undersöks årligen med avseende på förekomst av parasiter av släktet *Anguillicoloides*. Infestering av denna nematod hos ål observerades för första gången 1988 i Hamnefjärden (Höglund & Andersson, 1993). Den upp till 5 cm långa parasiten uppträder i ålens simblåsa, där den livnär sig av värdjurets blod. Parasiten har införts till Europa från Sydostasien och är numera starkt etablerad i Hamnefjärden.

Från fisket med biologiska länkar insamlas 200 honor vardera av både abborre och mört för åldersanalys. Insamlingen sker slumpvis och parallellt med denna noteras kvoten mellan hanar och honor i varje cm-klass. Detta för att kunna räkna fram antalet fångade honor i varje åldersklass. Abborrens ålder och tillväxt bestäms med hjälp av analys av otoliter och gällocksben. Från mört insamlas fjäll och otoliter för arkivering.

Årsynglens täthet och tillväxt i Hamnefjärden registreras varje höst 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 otoliter.

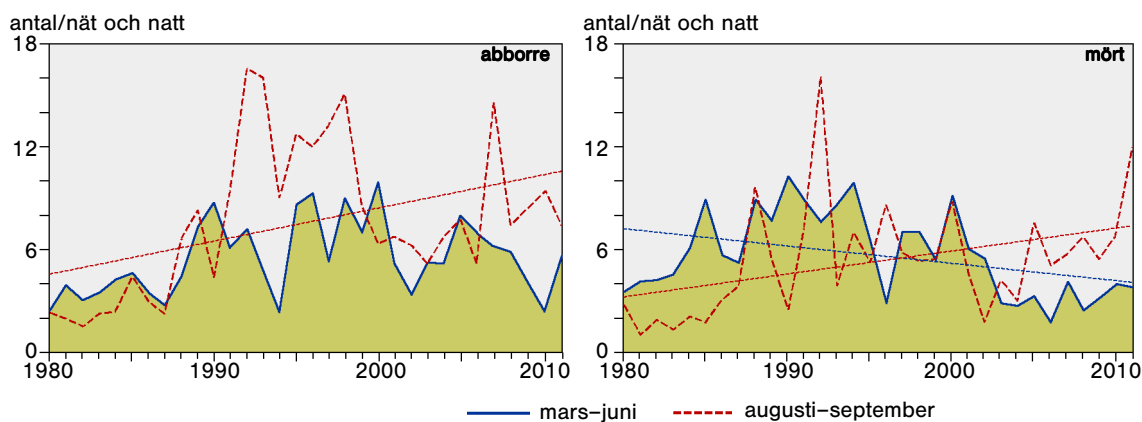
4.1.2 Resultat

Nätprovfiske

Abborre, björkna och mört dominerade i nämnd ordning under vårfisket 2011 (tabell 4). Abborren var betydligt vanligare än föregående år, medan motsatsen gällde för björkna. Samma arter dominerade i sommarfisket, men till skillnad mot under våren var mörtan vanligast då. Noteras bör att fångsten av sutare i sommarfisket var den största som någonsin registrerats.

Tabell 4. Fångst (antal) av alla fiskarter vid fiske med biologiska länkar i Hamnefjärden under vår- respektive sensommarperioden 2010 och 2011.

	vår		sommar	
	2011	2010	2011	2010
abborre	483	194	535	673
björkna	298	599	170	102
braxen	1			5
gers	40	70	4	12
gulål	1			
gädda	1	4	8	5
id	36	25	24	19
löja		1		
mört	320	339	856	483
nors		1		
piggvar		1		
sarv	115	91	46	76
sik	9	7		
skrubbskädda	35	9	3	2
storspigg		12		
strömming		11		
sutare	38	17	100	57
svart smörbult				1
vimma	9	7	11	4
antal arter	13	16	10	12



Figur 3. Fångst av abborre och mört med biologiska länkar i Hamnefjärden åren 1980–2011. Streckad linje anger linjär trend över tid.

En stigande trend hos vårfångsterna av abborre bröts efter 2009 (figur 3). En positiv utveckling ses däremot i sommarfisket¹, även om den mest dramatiska ökningen inträffade under 1980-talet. Utvecklingen av vårfångsten av mört sedan 1980 visar en svagt signifikant² negativ utveckling. Fångsten av mört under sommaren har varierat på en förhållandevis stabil nivå efter en uppgång i slutet av 1980-talet (figur 3). De näst största fångsterna någonsin under sommaren 2011 innebär dock att den långsiktiga utvecklingen numera är signifikant positiv³.

Den tidigare rapporterade igenväxningen av inre Hamnefjärden med havsnajas (*Najas marina*) var 2011, likt de båda föregående somrarna, förhållandevis måttlig. Inga störningar i fisket noterades och någon negativ påverkan av dessa växter på fiskets effektivitet bedöms således inte ha förelegat under sommaren 2011.

Ryssjeprovfiske

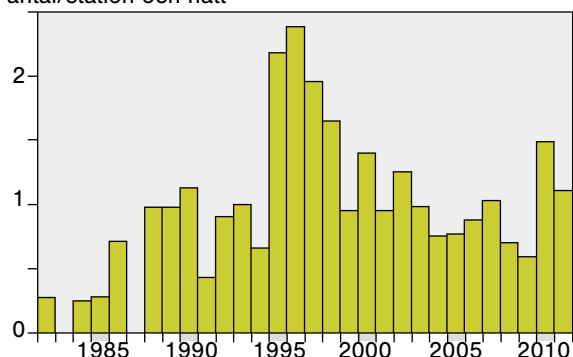
Provfiske med ålryssjor utfördes på fyra stationer i Hamnefjärden under perioden mars–juni. Fångsten av gulål var 2011 något mindre än den förhållandevis stora fångsten året innan (figur 4). De största fångsterna av ål som gjorts i provfiskets historia skedde 1995–1998, sannolikt som ett resultat av stora utsättningar av ålyngel några år tidigare. Följaktligen dominerades dessa fångster då av mindre ålar. Under 2011

¹ Linjär regression $p=0,05$, $r^2=0,17$

² Linjär regression $p=0,05$, $r^2=0,15$

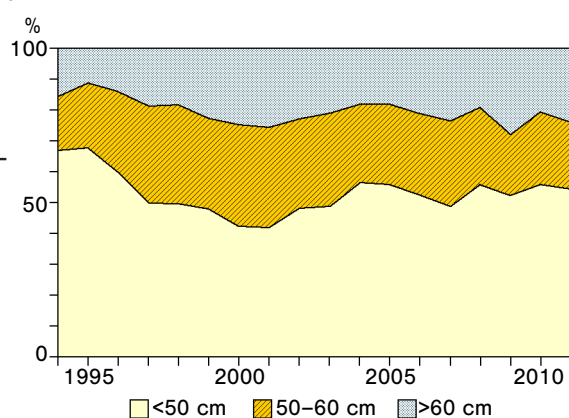
³ Linjär regression $p=0,05$, $r^2=0,15$

antal/station och natt



Figur 4. Fångst av gulål (antal/station och natt) med småryssjor i Hamnefjärden under perioden mars–juni åren 1982–2011. 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 5. Andel gulål i fångsten (%) i Hamnefjärden 1994–2011, fördelat på storleksklasserna <50 cm, 50–60 cm och >60 cm.



var över hälften av ålarna kortare än 50 cm och förhållandet mellan olika storleksklasser har varit likartat under de senaste tio åren (figur 5). Gulåls medellängd har inte förändrats signifikant över åren.

Sjukdomar och parasiter

Yttre tecken på sjukdomar observerades under 2011 hos 24 (0,5%) av totalt 4 807 fiskar från Hamnefjärden (tabell 5). Prevalensen var densamma som föregående år

Tabell 5. Förekomst av yttre sjukdomssymptom i fångsten med biologiska länkar och ålryssjor i Hamnefjärden samt prevalens (%) av alla symptom hos alla drabbade arter.

symptom	abborre	björkna	gulål	gädda	id	mört	skrubbskädda	sutare	alla arter
hudsår		1	1		9	3		2	16
lymfocystis							1		1
mekanisk oläkt skada								2	2
ryggradskrökning (lordos)	1		1	1	1				4
ögonlins grumlad	1								1
alla symptom	2	1	2	1	10	3	1	4	24
totalfångst	1870	530	394	15	62	1211	62	189	4807
prevalens, alla symptom, %	0,1	0,2	0,5	6,7	16,1	0,2	1,6	2,1	0,5

och avvek inte från vad som har varit normalt för Hamnefjärden under tidigare år. De vanligaste sjukdomssymptomen var hudsår hos karpfiskar.

Under våren 2011 analyserades 200 av totalt 393 ålar från Hamnefjärden med avseende på förekomst av simblåseparasiten *Anguillicoloides crassus*. Av dessa hade 99 individer (50%) parasiter i simblåsan, ett av de lägre värdena som registrerats sedan parasiten observerades för första gången i Hamnefjärden i slutet av 1980-talet. Den största delen av ålarna var lindrigt infekterade. Hos de parasiterade ålarna förekom i genomsnitt cirka fem parasiter i simblåsan. Som mest observerades 32 parasiter i en ål.

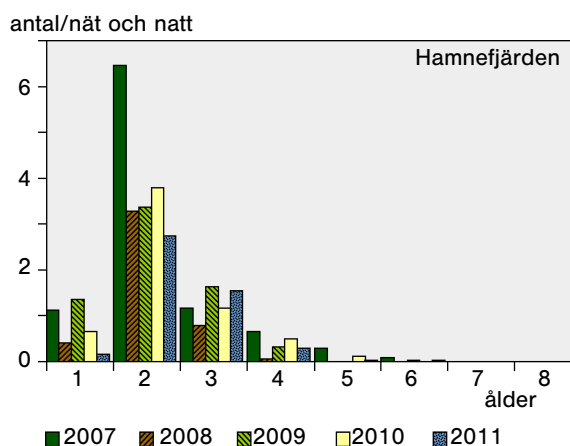
Abborrens åldersfördelning

Två- och treåriga fiskar dominerade bland de abborrhonor som fångades i Hamnefjärden under sommaren 2011, motsvarande årsklasserna från 2009 och 2008 (figur 6). Medellängden hos dessa var 23 cm för tvååringar respektive 26 cm för treåringar. Liksom under de tre föregående åren var äldre abborrar mindre vanliga i fångsten.

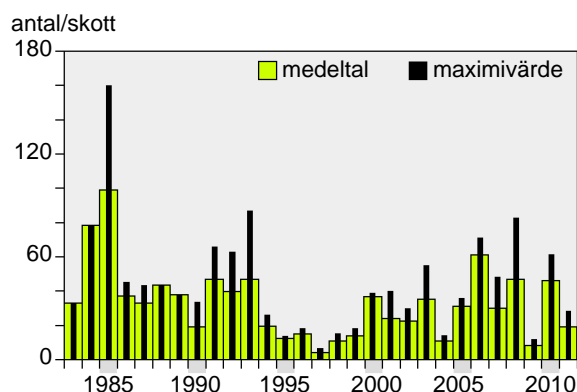
Täthet och tillväxt av årsyngel

Förekomsten av abborryngel i Hamnefjärden var lägre under 2011 än året innan och medelvärdet sedan 1983 (figur 7). Sedan tidsseriens start 1983 är medeltätheten av abborryngel 33,1 per skott, med en variation hos medelvärdet mellan drygt fyra och

Figur 6. Fångster av abborre (honor) i Hamnefjärden under sommarfiskena 2007–2011, fördelade på enskilda åldersgrupper (antal/nät och natt).



Figur 7. Antal årsungar av abborre per skott vid sprängningar i Hamnefjärden åren 1983–2011.



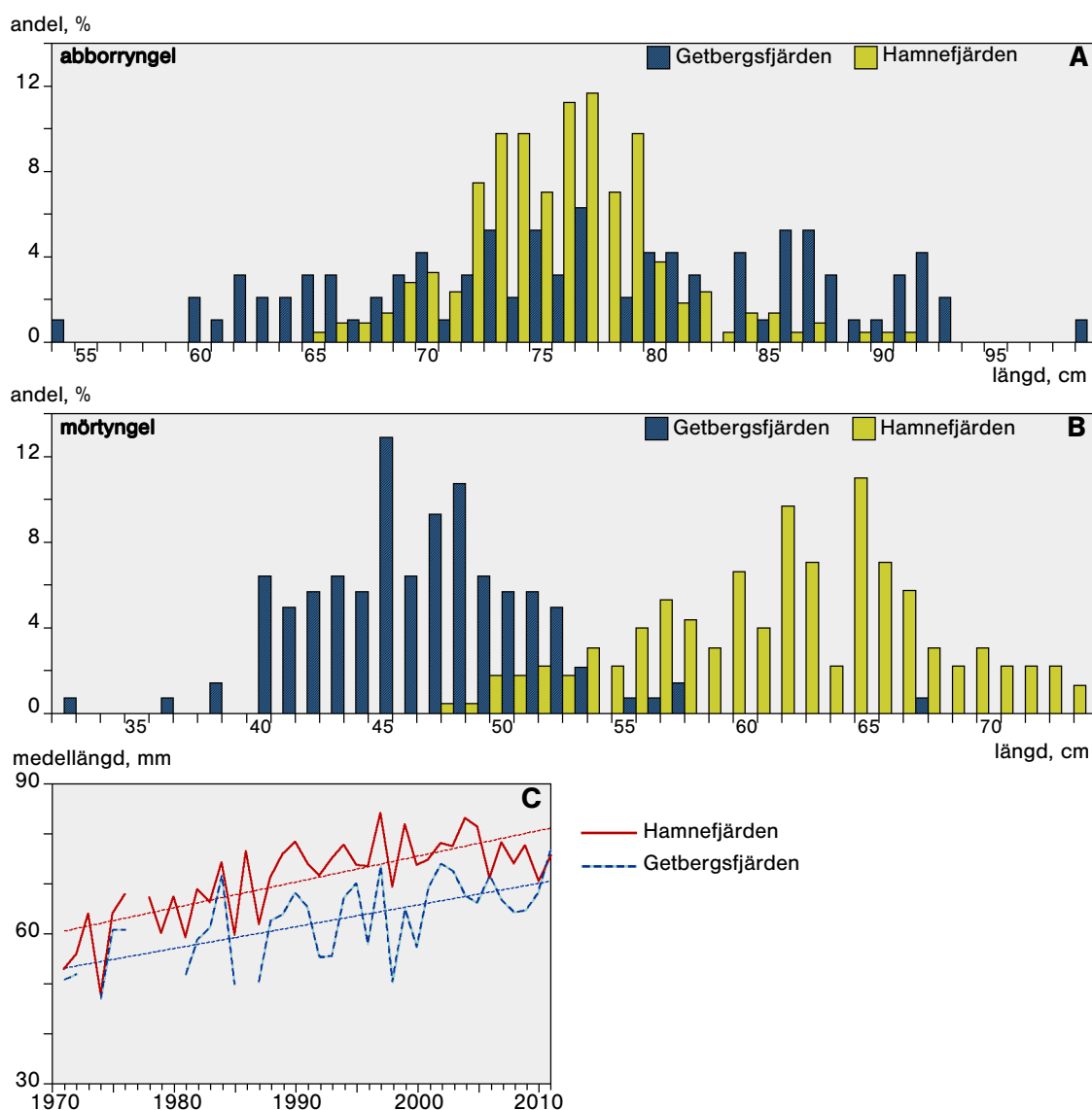
nära 100 yngel. Resultatet, uttryckt som medel för de två sprängomgångarna 2011, blev 18,8 årsyngel av abborre per skott, med en stor spridning mellan de tio provpunkterna i fjärden. Den svagt nedåtgående trend som funnits tidigare (t o m 2009) hos förekomsten av abborryngel i Hamnefjärden, är efter de högre fångsterna 2010 och 2011 inte längre signifikant⁴.

Tätheten av mört yngel (ej i figur) har också uppvisat stora mellanårsvariationer sedan undersökningarna i Hamnefjärden inleddes. Från 1991 t o m 2010 har medelfångsten varierat från noll till mer än 100 mört yngel per skott. I de två sprängomgångarna 2011 fångades i medeltal 129 årsyngel av mört per skott, också här med en stor spridning mellan de tio provpunkterna. Gränsen för maximal årsyngelstorlek hos mört sattes på basis av storleksfördelningen till 75 mm. I Getbergsfjärden utförs inga kvantitativa registreringar, då området endast används som referens för årsynglens längdtillväxt.

Abborrynglens medellängd 2011 i Hamnefjärden var 75,8 mm, vilket är högre än medelvärdet (71,0 mm) för undersökningsperioden från 1971 (figur 8). I Getbergsfjärden var medellängden hela 77,1 mm och låg därmed över långtidsmedelvärdet (62,7 mm). Årsynglens längd 2011 skilde sig inte signifikant mellan de två områdena. Abborrynglens medellängd ökar signifikant över tiden i båda områdena⁵.

⁴ Linjär regression, $p=0,06$, $r^2=0,12$

⁵ Linjär regression, $p<0,001$, $r^2=0,55$ för Hamnefjärden resp. $p<0,001$ och $r^2=0,39$ för Getbergsfjärden.



Figur 8. Procentuell längdfördelning hos årsyngel av abborre (a) och mört (b) i Hamnefjärden och Getbergsfjärden 2011 samt medellängd hos årsyngel av abborre (c) i Hamnefjärden och Getbergsfjärden 1971–2011. Streckad linje anger linjär trend över tid.

Mörtynglens längd var i medeltal 62,2 respektive 46,3 mm i Hamnefjärden och Getbergsfjärden (figur 8). Hamnefjärdens yngel uppvisade en något större spridning av längder. En jämförelse av medellängderna visade på en signifikant skillnad mellan områdena ⁶.

⁶ Variansanalys ANOVA, $p < 0,001$, $r^2 = 0,67$. Vid ett Kolmogorov-Smirnov-test av residualerna visade sig materialet vara normalfördelat; $p = 0,61$ för att residualerna är skilda från normalfördelning.

4.2 Beståndsutveckling i skärgården

4.2.1 Metodik

Skärgårdens fisksamhällen följs genom fisken med nätlänkar under högsommaren. Detta fiske bedrivs inom ett delområde söder om Simpevarp och inom två områden i Kvädöfjärden (figur 1). Mellan 1989 och 1996 gjordes 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.

Fiskena är främst inriktade på fångst av ungfisk. På grund av detta används en annorlunda sammansättning av maskstorlekar än vid fisket i Hamnefjärden. Fiskena sker på sex stationer inom varje delområde med en nätlänk på varje station. En nätlänk består av fyra sammankopplade nät med maskstorlekarna 17, 21,5, 25 och 30 mm maskstolpe. Varje enskild station fiskades ursprungligen vid sex tillfällen årligen under augusti. Från och med 2006 reducerades antalet fisketillfällen i Kvädöfjärden från tidigare sex till tre fisken per station. Neddragningen är en följd av tillämpningen av en ny provfiskestrategi baserad på slumpmässigt valda stationer fiskade med Nordiska kustöversiktsnät (Söderberg, 2009). 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 fisketillfallen i Kvädöfjärden för hela perioden sedan 1987.

Fr o m sommaren 2001 registreras fiskens kroppslängd uppdelad i 1-cm längdgrupper i stället för som tidigare i 2,5-cm längdgrupper, vilket medför att tolkningen av storleksfördelningen i fångsten underlättas.

Utöver fiskena med nätlänkar företas ett fiske med biologiska länkar inom ett område vardera i både Simpevarp och Kvädöfjärden (figur 1). Detta fiske utförs under en natt vid ett enda tillfälle i augusti och har bedrivits sedan början av 1960-talet.

All fisk som fångas i provfiskena examineras med avseende på förekomst av yttre symptom på sjukdom. Från fisket med nätlänkar insamlas ett stratifierat prov av abborrhonor för åldersanalys. Insamlingen siktar på att ta prov från ett förutbestämt antal honor i varje längdgrupp och parallellt med denna noteras kvoten mellan hanar och honor i varje cm-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.

4.2.2 Resultat

Nätprovfisken

Abborre, björkna, gers, mört och sarv har historiskt utgjort cirka 90% eller mer av fångsten i fisket med nätlänkar i Simpevarp och Kvädöfjärden. Detta förhållande gällde även för fångsterna i provfisket under 2011 (tabell 6). Bland de 18 fiskarter som noterades i Simpevarp var abborre vanligast, medan björkna och mört förekom i ungefär samma omfattning. Både abborre och björkna var mera talrika än året innan. Abborren dominerade även i Kvädöfjärden. Nivåerna var dock betydligt lägre där, i synnerhet på den inre lokalen. Björkna var betydligt mera ovanlig där, likaså mörten på den inre lokalen. Skillnaden mellan områdena framstår ännu tydligare vid betraktande av fångsten per fiskeansträngning av alla arter tillsammans.

Abborrfångsterna visade en positiv utveckling i Simpevarp⁷(figur 9). Fångsten av abborre i Simpevarp under 2011 var den största som noterats sedan undersökningarna inleddes 1987. Utvecklingen för abborre i Kvädöfjärden saknar däremot trender under motsvarande period. Fångsten av mört uppvisar en negativ utveckling för lokalen i Simpevarp⁸ och för den inre lokalen i Kvädöfjärden (sektion 5)⁹ (figur 9).

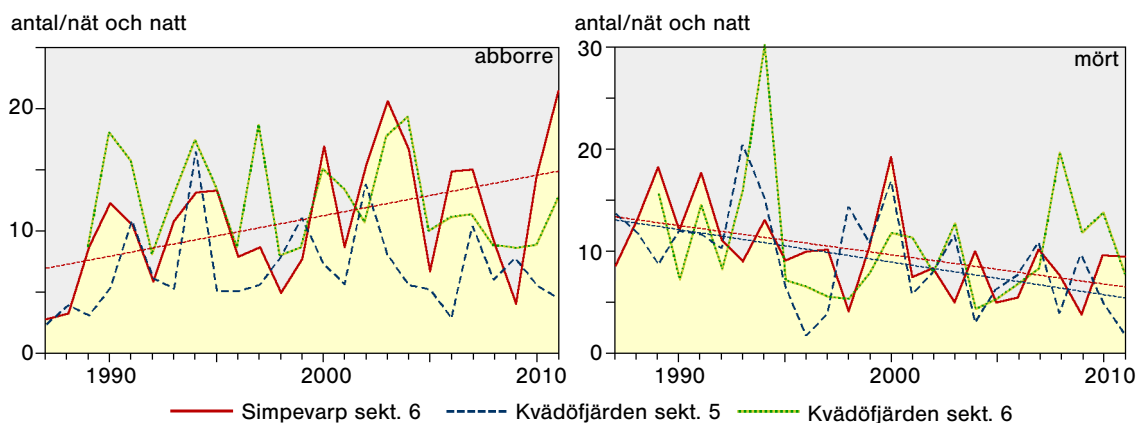
⁷ Linjär regression $p < 0,05$, $r^2 = 0,22$

⁸ Linjär regression $p < 0,05$, $r^2 = 0,26$

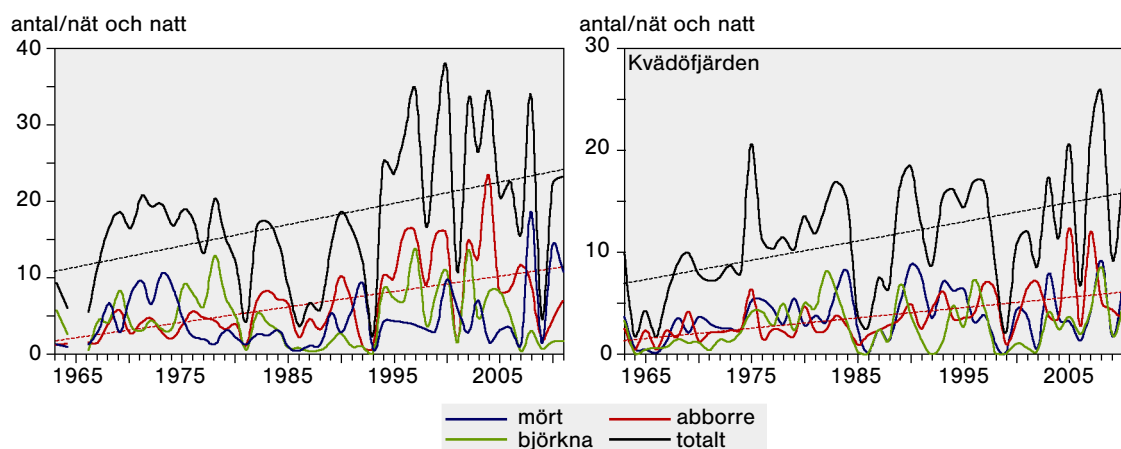
⁹ Linjär regression $p < 0,05$, $r^2 = 0,23$

Tabell 6. Fångst (antal) per station och natt under 2010 och 2011 av alla förekommande arter vid provfiske med nätlänkar i ett område söder om Simpevarp och i två delområden i Kvädöfjärden. Fiskeansträngningen på lokalen i Simpevarp är dubbelt så stor som på respektive lokal i Kvädöfjärden.

	Simpevarp sektion 6		Kvädöfjärden sektion 5		Kvädöfjärden sektion 6	
	2011	2010	2011	2010	2011	2010
abborre	85,56	57,78	18,17	22,06	51,17	35,94
björkna	31,33	9,72	2,72	10,67	2,00	7,00
braxen	<0,1		1,78	2,33		
gers	7,39	4,36	0,50	1,39	6,00	3,17
gulål	<0,1					
gädda	<0,1	0,17	0,11	0,39	0,39	0,67
gös			2,28	1,06		
id	0,11	<0,1		<0,1	<0,1	0,22
löja	0,11	<0,1				
mindre havsnål	<0,1					
mört	37,72	38,36	7,00	19,56	31,06	55,50
nors				0,56		
ruda	<0,1	<0,1			0,22	<0,1
rötsimpa					0,17	
sarv	9,78	5,03	<0,1	0,11	2,06	<0,1
sik	<0,1	<0,1				
skarpsill		0,14		0,17		
skrubbskädda	1,61	1,00	0,11	<0,1	1,17	0,83
storspigg	<0,1	<0,1				
strömning	0,61	0,22		2,94	0,11	0,39
sutare	<0,1	<0,1			0,50	0,28
svart smörbult						
torsk						
tångsnälla		<0,1	<0,1			
vimma	1,14	0,19				
alla arter	175,36	116,97	32,67	61,22	94,83	104,00
antal arter	18	17	10	13	12	11



Figur 9. Fångst av abborre och mört med nätlänkar under augusti åren 1983–2011 i skärgården söder om Simpevarp och i Kvädöfjärden. Streckad linje anger linjär trend över tid.



Figur 10. Fångst av abborre, björkna, mört och totalt med biologiska länkar under augusti åren 1963–2011 i skärgården söder om Simpevarp och i Kvädöfjärden. Streckad linje anger linjär trend över tid.

Den totala fångsten i fisket med biologiska länkar vid Berkeskär söder om Simpevarp (sektion 1) uppvisar en starkt positiv trend över hela perioden 1963–2011¹⁰ (figur 10). Den positiva trenden drivs främst av en positiv utveckling för abborre¹¹, samtidigt som förekomsten av de båda andra dominerande arterna, björkna och mört, inte förändras på lång sikt, trots betydande variationer mellan enskilda år och perioder. En liknande utveckling för totalfångst¹² och fångst av abborre¹³ ses i Kvädöfjärden. Även där saknas långsiktiga trender för björkna och mört i fisket med biologiska länkar.

Sjukdomar och parasiter

Den totala fångsten i sommarens fisken med nätlänkar i skärgården söder om Simpevarp uppgick till 6 327 fiskar. Av dessa uppvisade 13 individer (0,2%) yttre tecken på sjukdomar eller skador. Hälften av symptomen var hudsår, medan enstaka abborrar uppvisade symptom på akut fenröta. I Kvädöfjärden fångades 4 700 fiskar. Endast fyra av dessa (0,1%) hade yttre skador eller sjukdomar.

Abborrens åldersfördelning

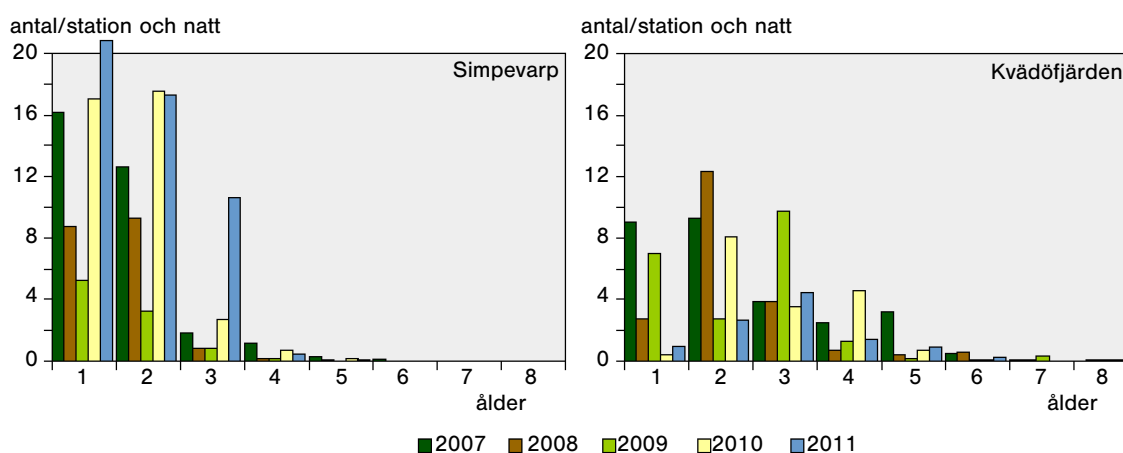
I Simpevarp och Kvädöfjärden genomfördes åldersanalys av totalt 364 respektive 306 honor under 2011. Fångsterna i Simpevarp dominerades av ett- och tvååriga

¹⁰ Linjär regression $p < 0,01$, $r^2 = 0,19$

¹¹ Linjär regression $p < 0,001$, $r^2 = 0,31$

¹² Linjär regression $p < 0,001$, $r^2 = 0,23$

¹³ Linjär regression $p < 0,001$, $r^2 = 0,34$



Figur 11. Fångst (antal/station×natt) av abborre (honor) för åldersgrupperna 1–8 år i Simpevarp (a) och Kvädöfjärden (b) åren 2007–2011.

fiskar, på ett liknande sätt som under senare år (figur 11). Treåringar förekom dock i ett ovanligt stort antal under 2011. Den tidigare observerade tendensen att abborrar i Simpevarp försvinner snabbt ur fångsten med stigande ålder var således inte lika tydlig. I Kvädöfjärden fångades färre ett- och tvååriga abborrhonor än i Simpevarp, medan förhållandet hos treåringar var något jämnare. De senare var den åldersklass som var talrikast i fisket i Kvädöfjärden. Äldre abborrar tenderade att vara något vanligare i Kvädöfjärden. Årsklassen från 2006 har varit starkt representerad i Kvädöfjärden sedan den kom in i fisket. Under fisket 2011 fanns den fortfarande med i fångsten, nu som femåringar.

4.3 Beståndsutveckling av kallvattenarter

4.3.1 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 strömning 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. Efter utvärdering drogs slutsatsen att enbart vårfisken räcker för att belysa kallvattenarternas utveckling. Efter en period av flera år med omfattande störningar av i första hand sälar, fattades

beslutet att göra en större förändring under 2011 av metodiken för detta fiske. Förändringen innebar att fiske med flytande, ytsatta nät upphörde och att fisket med bottensatta nät utökades från tre till åtta stationer. På varje fiskades vid varje tillfälle med två sammanlänkade 10-fots kustöversiktsnät. Nätens höjd i utsträckt läge vid botten är cirka 2,5 m.

Grundprogrammet omfattar från och med 2011 fisken på åtta stationer inom en radie av cirka 1 km från Hamnehålet (figur 1). Provfisket upprepas vid sex tillfällen under april och maj. Under 2011 gjordes ytterligare ett fiske i början av juni. Antalet individer från varje enskild station registreras artvis i 1-cm längdgrupper och vikten registreras per art och station. All fisk som fångas i provfiskena examineras med avseende på yttre symptom på sjukdom.

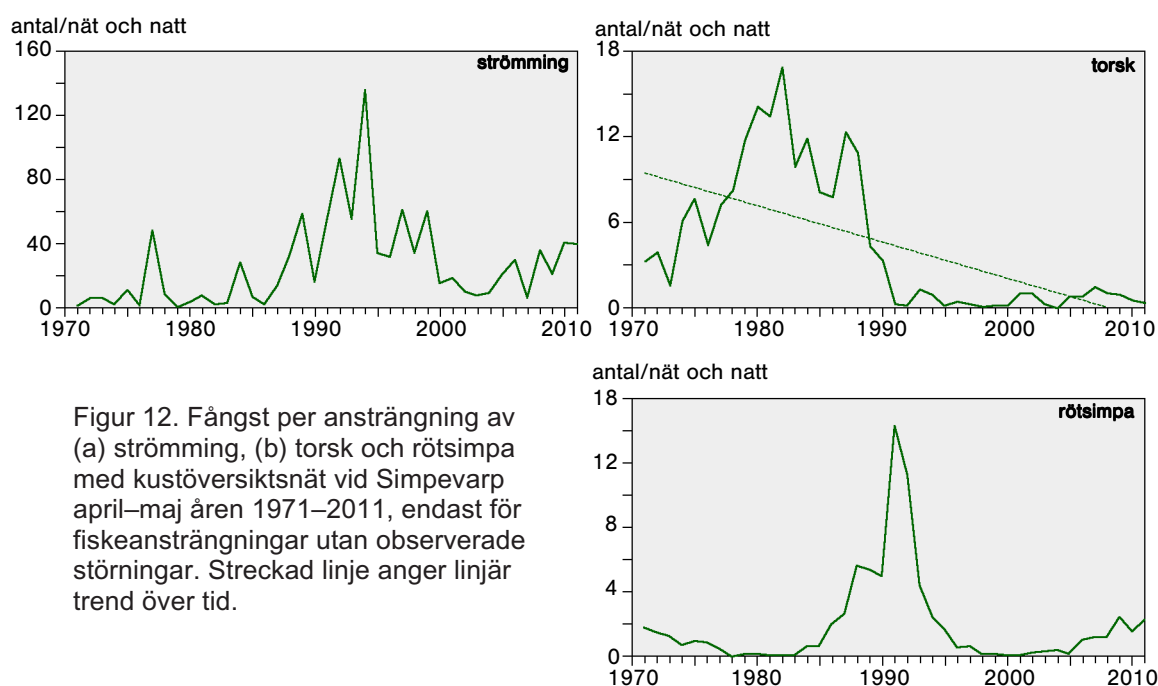
4.3.2 Resultat

Nätprovfisken

Fiske med kustöversiktsnät utfördes enligt programmet vid sex tillfällen under april och maj 2011. På grund av att fisket även detta år drabbades av omfattande störningar orsakade av säl, genomfördes ett kompletterande fiske i början av juni. Två tredjedelar av fiskeansträngningarna bedömdes vara störda, men antalet ostörda ansträngningar (38 st) var ändå större än föregående år (22 st).

Fångsten per fiskeansträngning av rötsimpa, strömning och torsk, som historiskt har tillhört dominanterna i fångsten, uppvisade små förändringar mellan 2010 och 2011 (figur 12). Abundansen av dessa arter uppvisar i samtliga fall en markerad topp under hela tidserien från 1971 (figur 12). Torskfångsterna var störst under 1980-talet, medan strömning och rötsimpa var vanligast under en period kring 1990. Efter respektive topp följer en signifikant negativ utveckling för torsk och strömning¹⁴ medan den observerade nedgången hos rötsimpa inte är statistiskt signifikant. En

¹⁴ Linjär regression, torsk fr o m 1980, $p < 0,001$, $r^2 = 0,65$; rötsimpa fr o m 1992, $p = 0,09$, $r^2 = 0,15$; strömning fr o m 1989, $p < 0,001$, $r^2 = 0,57$.



Figur 12. Fångst per ansträngning av (a) strömming, (b) torsk och rötsimpa med kustöversiktsnät vid Simpevarp april–maj åren 1971–2011, endast för fiskeansträngningar utan observerade störningar. Streckad linje anger linjär trend över tid.

viss uppgång för strömmingsfångsterna vid fisken utan störning noteras dock under senare år. Av dessa tre arter är det dock endast torsken som har utvecklats signifikant negativt sett över hela perioden från 1971¹⁵ och den låga nivån bestod under 2011. Under 2011 fångades nio olika fiskarter. Abborre, oxsimpa och skrubbskädda var andra vanligare arter i fångsten (tabell 7).

Sjukdomar och parasiter

I vårens fiske med kustöversiktsnät fångades

och kontrollerades 2 147 fiskar med avseende på yttre sjukdomssymptom. Bland dessa fiskar påträffades två skrubbskäddor med symptom på virussjukdomen *Lymphocystis*, som visar sig som små knottor på hud och fenor.

Tabell 7. Fångst (antal) av alla fiskarter i fiske med kustöversiktsnät år 2009, 2010 och 2011. Fångst vid störda ansträngningar ingår ej.

	2009	2010	2011
abborre	32	17	15
björkna	1		
gers	12	16	3
lake	1		
mört	4	4	
nors	1	2	
oxsimpa	25	13	11
piggvar	2	2	
rötsimpa	54	35	87
sik	11	4	2
skrubbskädda	31	48	36
strömming	461	901	1518
torsk	20	11	12
tånglake	9	2	13
tobiskung	1	1	

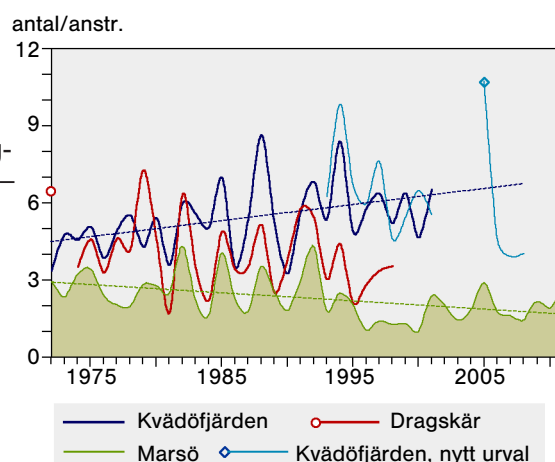
¹⁵ Linjär regression, $p < 0,0001$, $r^2 = 0,34$

4.4 Journalföring av yrkesfiskefångster

4.4.1 Material och metoder

Journalföring av yrkesfiskets fångster har ingått i kontrollprogrammet för Oskarshamnsverket sedan början av 1960-talet. Syftet med denna är främst att undersöka om fisket efter den vandrande ålen påverkas genom det kylvattenutsläpp som sker. När undersökningarna startades 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 (c:a 13 km söder om utsläppet) och Kvädöfjärden (c:a 100 km norr om utsläppet) utgick från och med 1999 respektive 2002. I Kvädöfjärden återupptogs 2004 en del av det gamla blankålsfisket 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 ej 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 13). 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 (c:a 5 km 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.

Figur 13. Fångster av blankål med ålflytgarn i områdena Marsö 1972–2011, Dragskär 1972–1998 och i Kvädöfjärden 1972–2008 (antal per redskap och dygn). Nytt urval Kvädöfjärden 1993–2001, 2005–2008. Streckad linje anger linjär trend över tid.



¹⁶ Linjär regression $p < 0,01$, $r^2 = 0,20$

¹⁷ Linjär regression $p < 0,05$, $r^2 = 0,18$

4.4.2 Resultat

Fångstens mellanårsvariationer uppvisar relativt tydliga likheter mellan områdena Marsö och Kvädöfjärden (figur 13). Däremot är fångsttrenden negativ vid Marsö 1972–2011¹⁶, medan Kvädöfjärden uppvisat en positiv trend fram till den sista journalförda fångsten 2001¹⁷. Den negativa utvecklingen av Marsös blankålsfiske inleddes 1993. Under 2001 steg fångsterna igen och närmade sig långtidsmedelvärdet, för att sedan åter sjunka under 2002 och 2003. Under 2004 var fångsten per ansträngning på Marsö åter något högre. Fångsten var betydligt större 2005 och blev det året en av de största sedan 1992. Under 2006, 2007 och även 2008 var dock fångsterna återigen mindre. 2008 gav de lägsta fångsterna av blankål på Marsö hittills under 2000-talet.

I maj 2007 infördes förbud mot att fiska ål. Dispens från förbudet gavs endast till fiskare som under perioden 2003–2005 årligen landat och rapporterat in minst 400 kg ål. Samtidigt höjdes minimimåttet från 60 cm till 65 cm. Under 2009 infördes en ytterligare reglering där fiskeperioden begränsades till 90 sammanhängande dygn.

Marsös ålfiske med ålflytgarn bedrivs sedan 2009 från 15 juni till 15 september. Resultaten är inte helt jämförbara med tidigare data då endast den traditionellt sett ”bästa” perioden fiskats. Fångsten 2009 uttryckt som antal blankålar per redskap och dygn blev 2,0, vilket var en uppgång med nära 60% jämfört med 2008 och det gamla urvalet av fiskeperiod. Till årsrapporten för 2010 räknades hela tidsserien (1972–2011) från Marsö om till att gälla fiske bedrivet fr o m. 1 juli t o m november. Långtidsmedelvärdet steg då från 2,26 ålar per redskap och dygn till 2,30. Medelfångsten 2011 var 2,47 ålar per redskap och dygn, vilket kan jämföras med 1,88 ålar året innan.

5 Bottenfauna

5.1 Material och metoder

Bottenfaunasamhällets utveckling i Simpevarp och Kvädöfjärden har följts sedan 1962. Provtagning sker i två strata (17–20 respektive 22–24 m djup) i både recipienten och referensområdet (figur 1). De grunda lokalerna i respektive område ligger i havsbandet och karaktäriseras som transportbottnar med låg organisk halt i sedimentet. Den djupa lokalen i Simpevarp är belägen 1,8 km SSO Hamnehålet och är fullt exponerad mot öppet hav. Den djupa stationen i Kvädöfjärden har ett mera skyddat läge. På varje lokal tas årligen fem hugg med van Veen-huggare under sen-våren. Det insamlade sedimentet sållas genom ett såll med 1 mm maskvidd och sållresterna konserveras i 70% alkohol. Proven sorteras under stereolupp och djuren artbestäms, räknas och vägs.

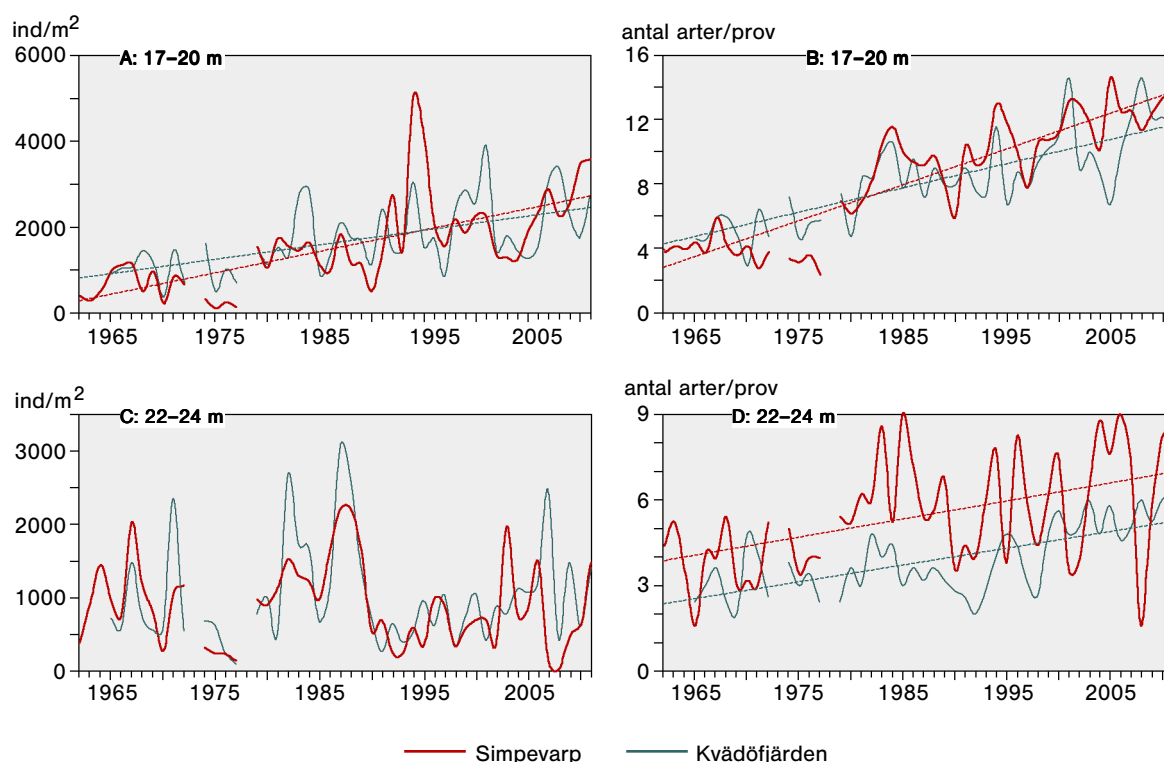
5.2 Resultat

En markant förändring inträffade på de grundare bottnarna i början av 1980-talet, och både abundans¹⁸ och artrikedom¹⁹ ökar påtagligt under hela undersökningsperioden (figur 14). Den totala abundansen på den grundare lokalen vid Simpevarp var 2011 den näst högsta som registrerats med nästan 3600 individer per kvadratmeter (figur 14 A). Fem arter dominerade bottensamhället till antalet i både Simpevarp och Kvädöfjärden under 2011 (bilaga 2). Den till Östersjön introducerade havsborstmasken *Marenzelleria sp.* har haft en stark populationsutveckling i båda områdena under senare år och tillhörde dominanterna även under 2011, tillsammans med den lilla havsborstmasken *Pygospio elegans*, glattmaskar (*Oligochaeta*), blåmussla (*Mytilus edulis*) och Östersjömussla (*Macoma balthica*). De båda musslorna svarade för en starkt dominerande andel av bottendjurens totala vikt i båda områdena. Antalet arter per prov låg kvar på en historiskt hög nivå även under 2011 (figur 14 B).

¹⁸ Linjär regression $p < 0,001$, $r^2 = 0,43$ för Simpevarp och $p < 0,001$ $r^2 = 0,34$ för Kvädöfjärden

¹⁹ Linjär regression $p < 0,001$, $r^2 = 0,80$ för Simpevarp och $r^2 = 0,63$ för Kvädöfjärden

På de djupare lokalerna (22–24 m), med ett mera organiskt sediment, noterades en ökning av både artantal och individtätet under 1980-talet, vilken bröts av en markerad tillbakagång för den senare variabeln från slutet av 1980-talet. Under mitten av 2000-talet sågs en tendens till ökad individtätet på de djupa stationerna igen. Den bröts dock i Simpevarp 2007 och i Kvädöfjärden 2008. Individtätheten under 2011 låg på en historiskt måttlig nivå och var närmast identisk i de båda områdena. *Marenzelleria* dominerade starkt till antalet i båda områdena, följd av östersjömussla. Musslorna var dock betydligt större i Kvädöfjärden, vilket bidrog till en betydligt större biomassa där (bilaga 2). Trenden för artrikedom är signifikant positiv på båda de djupa lokalerna under hela undersökningsperioden²⁰ och antalet arter förändrades i liten omfattning mellan 2010 och 2011.



Figur 14. Bottenfaunasamhälleens utveckling i Simpevarp och Kvädöfjärden åren 1962–2011. A, abundans; B, antal arter per hugg. Streckad linje anger linjär trend över tid.

²⁰ Linjär regression $p < 0,01$, $r^2 = 0,21$ för Simpevarp och $p < 0,001$, $r^2 = 0,42$ för Kvädöfjärden

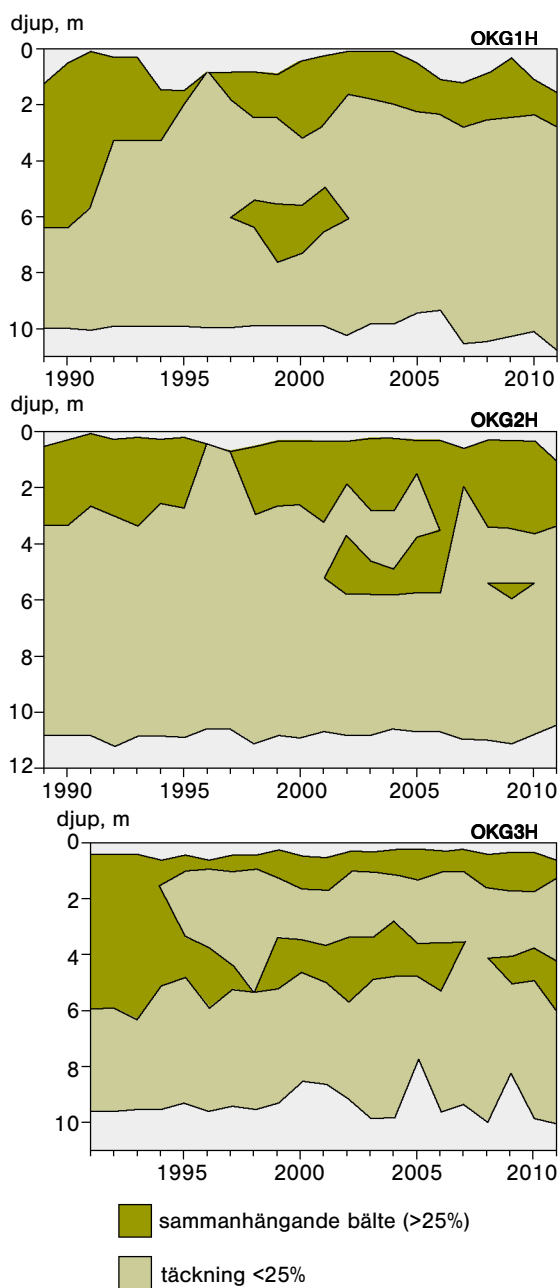
6 Bentiska algsamhällen

Material och metoder

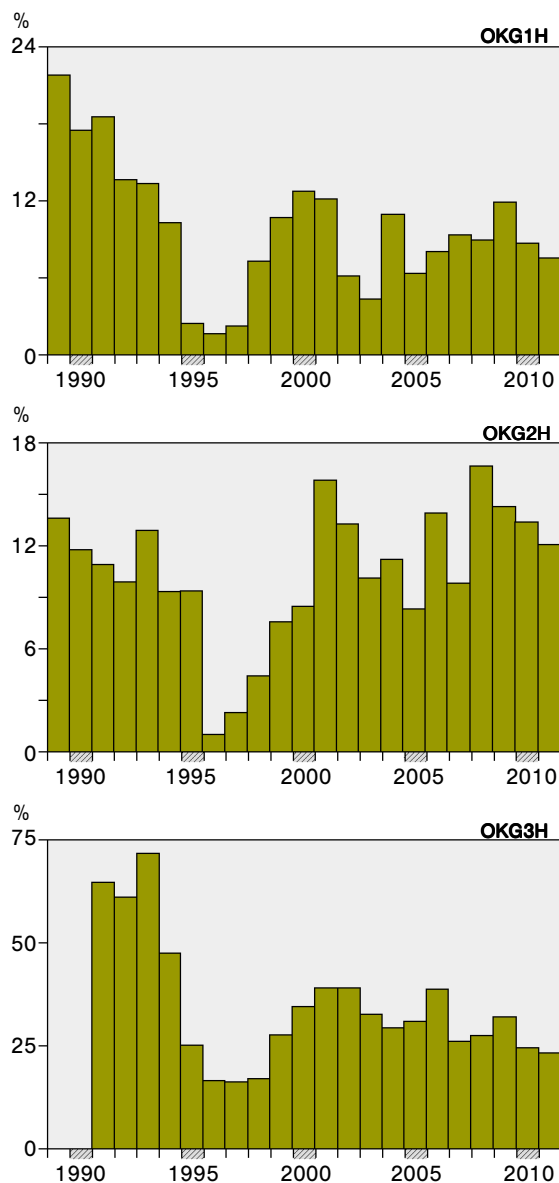
De hårda bottnarnas algsamhällen inventeras årligen på en lokal cirka 3 km nordost om utsläppet (OKG1H), på en lokal omedelbart söder om utsläppet (OKG2H) och på en lokal cirka 4 km söder om utsläppspunkten (OKG3H) (figur 1). Karteringen genomförs med hjälp av dykare. Täckningsgrad för grönalger, blåstång och rödalger skattas utefter en 5–10 meter bred profil 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 nollpunkt noteras vid varje ny skattning. Täckningsgraden anges i en sjugradig skala; 1, 5, 10, 25, 50, 75 och 100%. Speciellt intresse ägnas tången och av detta skäl har varje ordinarie transekt förstärkts med två stödprofiler där tångens utbredning och täckning studeras. Förutom studier längs transekter görs även undersökningar av olika algers täckningsgrad i utslumpade rutor (0,5 x 0,5 m) på inom tre olika djupintervall (0,3–0,6 m, 0,7–1,5 m och 4–6 m).

Resultat

På lokalen norr om Simpevarp (OKG1H) noterades skador på tångbältet nära ytan som sannolikt orsakats av havsisen (figur 15). Både tångens täckningsgrad och tångbältets djuputbredning har minskat signifikant under de 23 år stationen provtagits (figur 16, tabell 8). Vid stationen närmast kraftverket (OKG2H) ses inga långsiktiga förändringar, men även här fanns 2011 tydliga isskador på ytnära tång. Det djupa tångbeståndet var däremot nästan så tätt att det bildade ett bälte (>25% täckning) (figur 15). Söder om Simpevarp, på den tredje stationen i området (OKG3H), var tångens täckning och utbredning också tydligt utglesad i ytan, både på stamprofilen och på de båda stödprofilerna. Tångens täckning i djupare delar av profilen nådde liksom 2009 och 2010 upp till över 25%. Sedan början av 1990-talet har dock tångens täckningsgrad minskat signifikant på lokalen (figur 16, tabell 8).



Figur 15. Tångens djuputbredning vid stationer utanför Simpevarp. Mörkgröna ytor betyder att tången täcker >25% av botten (=bälte). Ljusgröna betyder förekomst (<25%).



Figur 16. Täckningsindex för tången vid stationer utanför Simpevarp 1989–2011. Genom att kombinera uppgifter om tångens täckning och utbredning längs utlagda profiler kan ett täckningsindex räknas fram för varje besök.

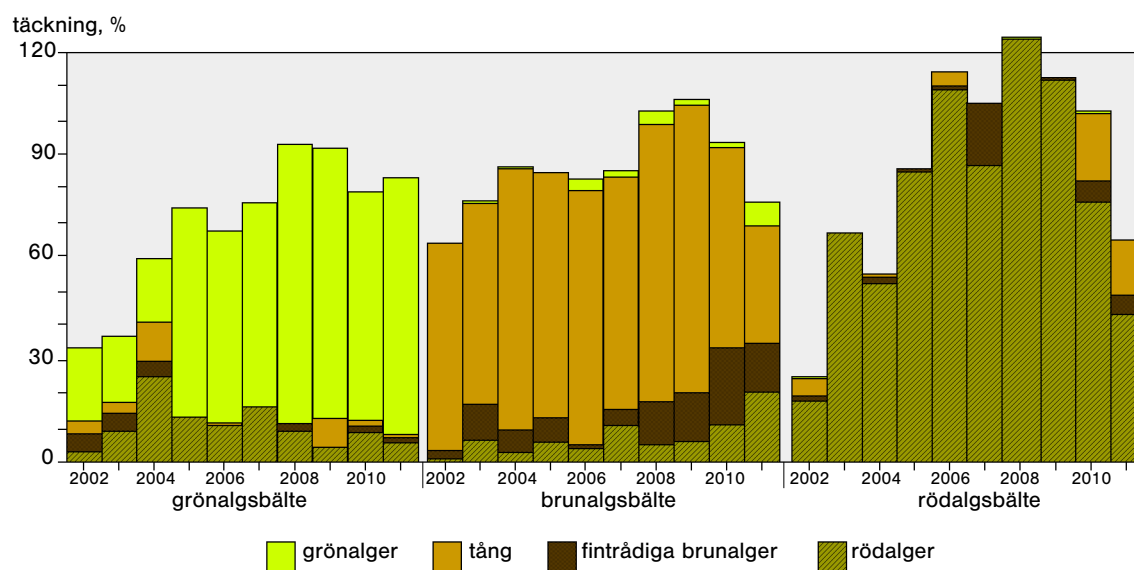
Tabell 8. Tångbältets utveckling utanför Simpevarp. Statistiskt signifikanta förändringar markeras med fetstil.

	Täckningsindex (se faktaruta)				Bältets utbredning i djupled (m)				Tångens täckning på 1 m (%)			
	Kalmar län				Kalmar län				Kalmar län			
	89-10	OKG1H	OKG2H	OKG3H	89-10	OKG1H	OKG2H	OKG3H	89-10	OKG1H	OKG2H	OKG3H
1989	9,1	21,7	13,7		2,1	5,2	2,8		53,5	1,0	87,5	
1990	7,0	17,4	11,8		1,6	5,9	3,0		47,9	87,5	87,5	
1991	9,4	18,5	10,9	65,0	1,3	5,5	2,5	5,5	41,9	87,5	87,5	87,5
1992	8,2	13,5	10,0	61,0	1,3	2,9	2,3	5,5	38,4	87,5	87,5	87,5
1993	9,0	13,2	12,9	71,9	1,2	2,9	3,1	5,7	39,4	87,5	87,5	87,5
1994	7,4	10,2	9,4	47,7	1,0	1,7	2,3	4,2	34,6	1,0	87,5	87,5
1995	5,7	2,5	9,4	25,2	0,8	0,4	2,4	4,4	27,2	1,0	87,5	67,5
1996	4,4	1,7	1,0	16,6	0,7	0,0	0,0	4,0	22,9	1,0	1,0	37,5
1997	3,6	2,2	2,3	16,3	0,6	1,0	0,1	0,6	21,0	17,5	37,5	10,0
1998	4,6	7,3	4,4	17,2	0,8	1,6	0,4	0,7	28,5	62,5	62,5	10,0
1999	5,9	10,7	7,7	27,9	0,9	5,5	2,3	0,9	33,1	17,5	87,5	17,5
2000	6,5	12,7	8,5	34,8	1,1	6,0	2,3	1,2	41,5	87,5	87,5	87,5
2001	6,8	12,2	15,9	39,0	1,2	2,5	2,9	4,4	49,9	100,0	100,0	100,0
2002	7,3	6,1	13,3	39,2	1,1	1,5	5,5	5,3	44,6	100,0	75,0	50,0
2003	5,8	4,3	10,1	32,8	1,2	1,7	5,5	5,2	34,8	5,0	17,5	75,0
2004	6,4	10,9	11,3	29,5	1,3	1,8	5,6	4,5	43,2	50,0	75,0	50,0
2005	5,7	6,3	8,3	30,9	1,1	1,7	5,4	4,5	46,4	50,0	100,0	100,0
2006	7,1	8,0	13,9	38,6	1,5	1,2	5,4	4,9	40,5	1,0	100,0	88,0
2007	5,7	9,3	9,8	25,9	0,9	1,6	2,0	0,8	32,0	1,0	88,0	25,0
2008	6,3	8,9	16,7	27,8	1,0	1,7	3,0	1,2	38,5	100,0	100,0	75,0
2009	7,3	11,9	14,3	32,3	1,4	2,1	3,0	4,6	42,2	100,0	100,0	75,0
2010	6,3	8,7	13,5	24,6	1,4	1,3	3,3	4,6	34,1	50,0	100,0	75,0
2011	6,4	7,6	12,1	23,3	1,5	1,2	2,6	5,1	27,2	5,0	100,0	10,0
lutning	-0,07	-0,32	0,17	-1,27	0,00	-0,13	0,09	-0,03	-0,17	-0,16	0,88	-0,68
r ²	0,12	0,18	0,09	0,26	0,00	0,23	0,12	0,01	0,02	0,00	0,05	0,02
signi- fikans	ns	p<0,05	ns	p<0,05	ns	p<0,05	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Resultaten från utslumpade provrutor i grön-, brun- och rödalgsbältena visar att mängden fintrådiga alger i Kalmar län ökade under perioden 2002–2011 (Anon, 2011). Speciellt gäller detta fintrådiga grönalger, men även rödalger. Utanför Simpevarp har utvecklingen varit ungefär densamma (figur 17). Här ökade täckningen av grönalger²¹, dominerade av arten grönslick (*Cladophora glomerata*) och dessa förekom 2005 till 2011 med betydligt högre täckning än tidigare år. Mängden rödalger på 4–6 m djup ökade fram till 2008²² men har sedan dess minskat betydligt. Framförallt är det fjäderslick (*Polysiphonia fucooides*) och gaffeltång (*Furcellaria lumbricalis*) som svarat för de stora variationerna.

²¹ Linjär regression $p < 0,001$, $r^2 = 0,76$

²² Linjär regression $p < 0,01$, $r^2 = 0,81$



Figur 17. Täckning av olika alggrupper i utslumpade rutor i tre olika djupintervall. Medelvärden av samtliga tre stationer vid Simpevarp 2002–2011.

7 Riktade undersökningar

7.1 Material och metoder

Ett slumpmässigt insamlat prov på c:a 200 abborrar och 200 mörtar från Hamnefjärden respektive Kvädöfjärden analyseras årligen med avseende på gonadernas utvecklingsstatus och 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).

7.2 Resultat

Under 2011 analyserades 204 abborrar från Hamnefjärden och 155 abborrar från Kvädöfjärden med avseende på förekomst av gonadstörningar. Inga störningar observerades. Två av tvåhundra mörtar från Hamnefjärden hade störda gonader, medan motsvarande analys inte kunde genomföras i Kvädöfjärden på grund av att så gott som inga mörtar kunde infångas under insamlingsperioden på hösten, sannolikt på grund av att havsvattnet var mycket kallt för årstiden.

8 Diskussion

Oskarshamnsverkets påverkan på biologin i sin omgivning består främst av de förluster av fisk som sker i silstationerna och de effekter som tillförseln av uppvärmt vatten ger i recipienten. I rapporteringen har sedan 2010 en diskussionsdel lagts till, med syftet att kommentera och förklara en del av de resultat som undersökningarna under året gett upphov till. Djupare analyser av resultaten presenteras i de större rapporter som görs med ungefär fem års mellanrum.

Strömming var den vanligaste arten vid kontrollen av fiskförluster i silstationerna. De var återigen fler än året innan, vilket sammanfaller med en liknande utveckling i provfisket sedan 2009. Vid en jämförelse med tidigare år fanns dock ingen sådan korrelation. Om de drygt 42 000 strömmingarna i silstationerna haft samma medelvikt som i provfisket (c:a 45 g/individ) innebär detta att förlusten av strömming 2011 (april–september) var c:a 2 ton. De svenska landningarna från yrkesfisket efter strömming i centrala Östersjön 2009 var c:a 50 000 ton (Fiskeriverket, 2011) vilket antyder att utslagningen i kraftverket har en liten effekt på bestånd och fiske.

Förluster av ål i samband med vattenkraftindustri är en av de orsaker som kommit att diskuteras i samband med att ålens situation i Europa har bedömts vara allt mera hotad. Sedan början av 1980-talet har rekryteringen av ålyngel till svenska kustvatten minskat starkt (Fiskeriverket, 2010). För block 1 och 2 vid Oskarshamnsverket beräknades förlusterna av ål uppgå till knappt 1 300 individer 2011, motsvarande cirka 380 kg om man räknar på en medelvikt som den hos ålen i Hamnefjärden. De årliga förlusterna av ål i svenska vattenkraftverk har beräknats uppgå till 280 000 blankålar (Fiskeriverket, 2010). Förlusterna vid Oskarshamnsverket framstår som små vid denna jämförelse, men en viss påverkan på det lokala fisket kan inte uteslutas.

Flundra följt av abborre var de två vanligaste arterna i silstationerna vid sidan av strömmingen. Förlusten av abborre ökade något jämfört med 2010 vilket också var

fallet för de totala fångsterna av dessa i provfiskena både i Hamnefjärden och i området strax söder om utsläppet. Fångsterna av flundra ökade också jämfört med 2010, men då endast i vårfisket i Hamnefjärden. Mot bakgrund av att dessa båda arter anses ha förhållandevis lokala populationer kan det inte uteslutas att förlusterna kan ha en viss påverkan på det lokala fisket. Abborrfångsternas positiva utveckling i området talar dock emot att effekten är betydande.

Den utökade kontrollen av fisk från silstationerna visar att storspigg var den helt dominerande arten. Förlusterna av denna art har under de fem år kontrollen pågått varit i storleksordningen fem till tjugo miljoner individer per år under perioden april–september. Den studerade perioden bedöms vara för kort för att dra några slutsatser om utvecklingen över tid. Storspiggen dominerar dock även i kylvattenintaget till Forsmarks kärnkraftverk och där har en trend med ökad förekomst av spigg i silstationerna observerats (Adill *et al.*, 2010). Förlusterna av storspigg där följer i stort den utveckling som noterats i trålfiskeundersökningar av Östersjöns pelagiala fisksamhällen. Förekomsten av spigg uppvisar i dessa undersökningar en tiofaldig ökning i området innanför Gotland från Ölands sydspets till Stockholm (ICES delområde 27) sedan undersökningarna startade i mitten av 1970-talet. Ökningen initierades runt år 2000 och förekomsten av spigg har sedan dess ökat successivt fram till idag (Jens Olsson, personlig kommentar).

Dagens kontrollprogram är till stor del utformat för att följa den långsiktiga utvecklingen av fisk, bottendjur och algsamhällen i en recipient påverkad av uppvärmt processvatten. Utvecklingen i Hamnefjärden uppvisar en på lång sikt positiv utveckling av den totala abundansen, främst driven av stigande fångster av abborre och björkna på våren och av abborre och mört under sommaren (Andersson *et al.*, 2011). De tydligaste förändringarna inträffade dock under 1980-talet. Därefter har den genomsnittliga nivån förändrats i mindre grad. Vårfångsterna av mört har varit mindre under det senaste decenniet och abborren har inte utvecklats lika positivt på våren som under sommaren. Den olikartade utvecklingen mellan vår- och sommar-

fisket skulle också kunna vara en effekt av en hög dödlighet under och/eller en stor utvandring under höst- och vinterperioden. Unga abborrar har blivit vanligare under sommaren i Hamnefjärden under det senaste decenniet, samtidigt som äldre individer har gått starkt tillbaka (Andersson *et al.*, 2011). Även detta mönster skulle kunna förklaras av en ökad dödlighet eller att äldre fiskar lämnar fjärden. Mönstret från Hamnefjärden, med en förskjutning mot dominans av yngre abborrar, finns även i skärgården söder om Simpevarp. Kvädöfjärden uppvisar inte samma utveckling. En ökad dödlighet skulle kunna bero på ett ökade antal fiskätande fåglar som uppehåller sig i Hamnefjärden under höst- och vinterperioden. Någon fullständig förklaring av avsaknaden av äldre abborrar i Hamnefjärden under senare år kan dock inte ges.

Det finns indikationer på att nyrekryteringen av abborre till Hamnefjärden åtminstone delvis består av fiskar som inte är födda i fjärden. Resultaten från yngelsprängningarna pekar förvisso på en relativt stabil rekrytering av abborryngel, men årstillväxten hos dessa borde i så fall vara högre och skilja sig mera från den i referensområdet. Mycket tyder alltså på att Hamnefjärdens fisksamhällen påverkas av invandring till och utvandring från närliggande rekryteringsområden.

Den relativt stora fångsten av ål i Hamnefjärdens ryssjefiske 2010 och 2011 är något förvånade mot bakgrund av den negativa utveckling som observerats av rekryteringen av ålyngel till hela Europa (ICES, 2008). Uppgången skulle kunna vara en effekt av att ålen tidvis uppehåller sig inne i kylvattentunnlarna och periodvis lämnar dessa för att söka sig ut i fjärden när temperaturen och flödet minskar. Den reducerade driften under 2010 skulle i så fall ha bidragit till de större ålfångsterna under våren.

Den rekordstora fångsten av abborrar 2011 i provfisket söder om Simpevarp innebar att utvecklingen på lång sikt numera är statistiskt signifikant, samtidigt som den inte förändrats i referensområdet. Detta talar emot en negativ påverkan till följd av kraftverkets drift. Däremot fanns under senare år, liksom i Hamnefjärden, en dominans

av de allra yngsta årklasserna, som inte förekom längre tillbaka i tiden och som saknar motsvarighet i referensområdet (Andersson *et al.*, 2011). Liksom i Hamnefjärden skulle detta kunna förklaras av en förhöjd dödlighet eller en större utvandring under sommaren från det aktuella provfiskeområdet än tidigare. De på lång sikt starkt ökande fångsterna i fisket med biologiska länkar några kilometer längre söderut talar för den senare förklaringen. Dessa redskap fångar äldre fiskar i större utsträckning. Den observerade tillväxtökningen hos abborre (Andersson *et al.*, 2011) skulle kunna ligga bakom utvecklingen, genom att större abborrar har en större benägenhet att sprida sig ut i de något svalare vattnen närmare öppet hav (Karås & Thoresson, 1992).

Både i skärgården söder om Simpevarp och i det yttre området i referensområdet i Kvädöfjärden har det visats att fångsterna av de fem vanligaste arterna, abborre, björkna, gers, mört och sarv är positivt korrelerade till vattentemperaturen i samband med fångsten. Mellanårsvariationerna förklaras således till stor del av variationer i vattnets temperatur vid själva fisketillfället. 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.

I fisket med kustöversiktsnät utanför Hamnefjärden har resultatet i allt högre grad kommit att präglas av störningar. Dessa orsakades framförallt av säl, men även av fiskätande fågel, drivande alger och stark ström. Under 2011 infördes en ny strategi för provfisket, med endast bottensatta nät tre gamla och fem nya stationer i påverkansområdet. Trots att mer än hälften av fiskeansträngningarna var störda av sälar, noterades ett större antal ostörda observationer än året innan och fångsten per fiskeansträngning för de vanligaste arterna förändrades i ringa omfattning.

Utvecklingen hos strömmingsfångsterna vid Simpevarp avviker starkt från beståndsutvecklingen generellt i centrala Östersjön (Fiskeriverket, 2010). Den senare

uppvisar en starkt negativ utveckling sedan 1970-talet, även om en viss återhämtning kan skönjas under senare år. En viss uppgång har även observerats vid Simpevarp under senare delen av 2000-talet, efter en längre period med vikande fångster. Abundansen under denna period låg dock på samma nivå eller högre än under de första åren av kraftverkets drift under 1970- och 1980-talen. Det är mot denna bakgrund sannolikt att strömmingens utveckling i provfisket speglar mera lokala förhållanden i kombination med en anlockning till det uppvärmda kylvattnet.

Torskfångsterna vid Simpevarp har legat på en mycket låg nivå under de senaste 20 åren och 2011 utgjorde inget undantag. Utvecklingen speglar torskens utveckling i Östersjön som helhet (Fiskeriverket, 2010), 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).

Det yrkesmässiga fisket efter blankål har förändrats under senare år. Regelverket för ålfisket har kommit att innefatta begränsningar i både fisketid och fångststorlek. Till denna och föregående års rapport omarbetades resultaten från ålfisket vid Marsö för att bättre överensstämma med de nya förhållandena. Skillnaden från tidigare bearbetningar är att fiskeperioden har varit från 1 juli till fiskesäsongens slut. Av denna anledning har årsmedelvärdena i serien från 1972–2008, utslaget som antalet ålar per redskap och dygn, hamnat på en något högre nivå än med tidigare beräkningsmodell. Den observerade nedgången för fångsten per fiskeansträngning överensstämmer dock i stort med den generella utvecklingen på ostkusten (Fiskeriverket, 2011).

I undersökningarna av abborrarnas och mörtarnas könsorgan var andelen individer med störd gonadutveckling lägre 2011 än tidigare. Hos de 200 undersökta abborrarna hittades inga störningar alls och endast två av de 200 mörtarna uppvisade störningar

på könsorganen. 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 bl a recipienten för Ignalina-verket. 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 mörten. 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. En hög andel av de abborrar och mörtar som är större än 30 cm har haft så grava skador att de sannolikt inte längre kunnat fortplanta sig.

Gonadskador har visats vara vanligare hos större abborrar (Andersson *et al.*, 2005) och i proven från 2011 förekom endast 29 abborrar större än 30 cm. 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.

I undersökningarna av bottenfaunan inträffade en förändring på de grunda lokalerna i början av 1980-talet, då både abundans och artrikedom ökade påtagligt. Dessa variabler har sedan fortsatt att utvecklas positivt, för att under de senaste tre åren plana ut. 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 den generella eutrofieringen av Östersjön. De vanliga dominanterna, blåmussla och östersjömussla, har under senare år fått sällskap av den introducerade havsborstmasken *Marenzelleria sp.* Någon påverkan på övriga delar av bottensamhället har ännu inte påvisats. Möjligen skulle en minskad förekomst av den inhemska rovborstmasken kunna bero på ökad konkurrens från *Marenzelleria sp.* (www.frammandearter.se).

På de djupare lokalerna har artantalet ökat något, medan det inte skett någon långsiktig förändring av totalabundansen. Under 2011 var ovan nämnda *Marenzelleria sp.* den art som förekom i överlägset högst tätheter. 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 2007-20-9. Man kan inte utesluta att kraftverkets påverkan på vattenströmmarna i området har bidragit till ansamlingar av organiskt material på provtagningslokalen och därmed följande låga syrgashalter i sedimentet. Det har visats att *Marenzelleria* kan vara en tidig kolonisationsart av tidigare syrefria bottenar (Norkko *et al.*, 2012). Genom grävande aktivitet och en förmåga att binda fosfor skulle den kunna vara en bidragande faktor till att syreförhållandena där förbättrats. I förlängningen skulle detta kunna gynna bottenfaunans utveckling på dessa bottenar.

De årliga undersökningar av algsamhällena som utförs i hela Kalmar län visar att stationerna vid Simpevarp tillhör de artrikaste vad avser alger på större djup, det s k rödalgsbältet. Området har därmed en tämligen hög biodiversitet och hög ekologisk status (Anon., 2011). Den ekologiska statusen beräknas genom att väga samman olika växters och algers förekomst och djuputbredning.

Stationerna har hela tiden tillhört de ”bättre” i länet vad avser djuputbredning och täckningsgrad för tång. De grundare delarna av tångbeståndet vid Simpevarp domineras av blåstång, medan djupare växande tång huvudsakligen är sågtång. När undersökningarna inleddes i början av 1990-talet fanns ett sammanhängande tångbälte från ytan och ända ner till närmare 6 m på två av de undersökta lokalerna (OKG1 och OKG3). Tångbestånden vid Simpevarp har utvecklats positivt från mitten av 1990-talet fram till 2001 för att därefter åter minska en aning, speciellt på grunt vatten. De senare åren har mängden tång varierat en del mest beroende på förändringar i de ytliga tångbestånden. Detta sätts till viss del i samband med att de senaste vintrarnas ökade isläggning i havet medfört ett stort slitage från drivande is.

9 Litteratur

- Adill, A., Mo, K. & Sevastik, A. (2010). Biologisk recipientkontroll vid Forsmarks kärnkraftverk. Årsrapport för 2009. Fiskeriverket, Kustlaboratoriet. Opubl. rapport. 29 s.
- 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, A., Lingman, A. & Sandström, O. (2005). Recipientundersökningar vid kärnkraftverket vid Oskarshamn. Sammanställningar av resultat från undersökningar av fiskesamhällen 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. Sveriges Lantbruksuniversitet, Aqua reports 2011:3, 70 s.
- Anon. (2011). Sammanfattande rapport av recipientkontrollen i Kalmar läns kustvatten 2011. Kalmar läns kustvattenkommitté. 34 s.
- www.kalmarlanskustvatten.org (senast besökt 2012-03-16)
- Fiskeriverket. (2010). Fiskbestånd och miljö i hav och sötvatten. Resurs och miljööversikt 2010. 256 s.
- Fiskeriverket. (2011). Fiskbestånd och miljö i hav och sötvatten. Resurs och miljööversikt 2011. 247 s.
- 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. (2008). Report of the Joint EIFAC/ICES Working Group on Eels (WGEEL). ICES Advisory Committee. ICES CM 2008/ACOM:15.
- Karås, P. & Thoresson, G. (1992). An application of a bioenergetics model to Eurasian perch (*Perca fluviatilis* L.). Jour. Fish Biol. 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 (1994) 45: 613–625.

http://www.frammandearter.se/5arter/pdf/Marenzelleria_spp.pdf

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.

Söderberg, K. (2009). Provfiske i Östersjöns kustområden – Djupstratifierat provfiske med Nordiska kustöversiktsnät. Naturvårdsverket rapport.

<http://www.naturvardsverket.se/sv/> (senast besökt 2012-03-16)

Thoresson, G. (1992). Handbok för kustundersökningar. Recipientkontroll. Fiskeriverket Kustrapport 1992:4. 88 s.

Thoresson, G. (1996a). Metoder för övervakning av kustfiskbestånd. Fiskeriverket Kustrapport 1996:3. 35 s.

Thoresson, G. (1996b). Handbok för kustundersökningar. Referensområden. Fiskeriverket Kustrapport 1996:7. 56 s.

10 Bilaga 1, artlista

Artlista från provfisken, undersökningar i silstationer och bottenfaunaprovtagning i Simpevarp och Kvädöfjärden 2011.

ordning/klass art	latin	ordning/klass art	latin
däggdjur		blötdjur	
gråsäl	<i>Halichoerus grypus</i>	större tusensnäcka	<i>Peringia ulvae</i>
benfiskar		nyzeeländsk tusensnäcka	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>
abborre	<i>Perca fluviatilis</i>	blåmussla	<i>Mytilus edulis</i>
björkna	<i>Abramis bjoerkna</i>	hjärtmussla	<i>Cerastoderma glaucum</i>
braxen	<i>Abramis brama</i>	östersjömussla	<i>Macoma balthica</i>
elritsa	<i>Phoxinus phoxinus</i>	sandmussla	<i>Mya arenaria</i>
gers	<i>Gymnocephalus cernuus</i>	oval dammsnäcka	<i>Radix balthica</i>
gädda	<i>Esox lucius</i>	havsborstmaskar	
gös	<i>Sander lucioperca</i>	fjällmask	<i>Bylgides sarsi</i>
horngädda	<i>Belone belone</i>	rovborstmask	<i>Hediste diversicolor</i>
hornsimpä	<i>Trigloporus quadricornis</i>	sandrörb. havsborstmask	<i>Pygospio elegans</i>
id	<i>Leuciscus idus</i>		MARENZELLERIA SP
kusttobis	<i>Ammodytes tobianus</i>	snabelsäcksmaskar	
lake	<i>Lota lota</i>	snabelsäcksmask	<i>Halicryptus spinulosus</i>
löja	<i>Alburnus alburnus</i>	fjädermyggor larver	
mindre havsnål	<i>Nerophis ophidion</i>		ORTHOCLADIINAE
mört	<i>Rutilus rutilus</i>		CHIRONOMINI
nors	<i>Osmerus eperlanus</i>		TANYTARSINI
gobid obestämd	<i>Anonymos</i>		
stubb (sand/ler)	<i>Anonymos</i>		
oxsimpä	<i>Taurulus bubalis</i>		
piggvar	<i>Psetta maxima</i>		
ruda	<i>Carassius carassius</i>		
rötsimpä	<i>Myoxocephalus scorpius</i>		
sarv	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>		
sik	<i>Coregonus maraena</i>		
strömming	<i>Clupea harengus</i>		
sjustrålig smörbult	<i>Gobiusculus flavescens</i>		
skarpsill	<i>Sprattus sprattus</i>		
skrubbskädda	<i>Platichthys flesus</i>		
småspigg	<i>Pungitius pungitius</i>		
storspigg	<i>Gasterosteus aculeatus</i>		
sutare	<i>Tinca tinca</i>		
svart smörbult	<i>Gobius niger</i>		
svartmunnad smörbult	<i>Neogobius melanostomus</i>		
tobiskung	<i>Hyperoplus lanceolatus</i>		
torsk	<i>Gadus morhua</i>		
tånglake	<i>Zoarces viviparus</i>		
tångsnälla	<i>Syngnathus typhle</i>		
tångspigg	<i>Spinachia spinachia</i>		
vimma	<i>Abramis vimba</i>		
blankål	<i>Anguilla anguilla</i>		
gulål	<i>Anguilla anguilla</i>		
öring	<i>Salmo trutta</i>		
kräftdjur			
tångräka	<i>Palaemon adspersus</i>		
sandräka	<i>Crangon crangon</i>		
pungräka	<i>Mysis relicta/Praunus inermis</i>		
märkräfta	<i>Gammarus sp.</i>		
slammärla	<i>Corophium volutator</i>		
minigråsugga	<i>Jaera sp.</i>		
ishavsgråsugga	<i>Saduria entemon</i>		
vitmärla	<i>Monoporeia affinis</i>		

11 Bilaga 2

11.1 Kontrollprogrammet för Oskarshamnsverket

11.1.1 Närområdet

Till närområdet hänföres Hamnefjärden och havsområdet inom en kilometer från den punkt där kylvattenströmmen mynnar i havet.

Kontroll av fiskförlusterna i silstationerna

Fiskräkning har genomförts i silstationerna för O1 och O2 under april till och med september med undantag vid avbrott för driftstopp och revisioner.

Provfisket med biologiska länkar

Fisket genomfördes enligt programmet. Näten sattes sju nätter under perioden v12–v24 och sex nätter under perioden v31–v33. Störningar registrerades. Insamlade data är bearbetade.

Provfisket med ålryssjor

Fisket genomfördes enligt programmet på fyra stationer kontinuerligt under perioden v12–v24. Av sammanlagt 1 780 ansträngningar (en ryssja, ett dygn) var 60 störda. Insamlade data är bearbetade.

Ålders- och tillväxtanalyser

Åldersprover insamlades från abborre och mört i Hamnefjärden. Åldersanalys genomfördes för abborre.

Yngelsprängningar

Sprängningar genomfördes i Hamnefjärden den 17:e och den 24:e oktober. Insamlade data har bearbetats.

Hydrografi

Automatiskt registrerande temperaturmätare var utplacerade i Hamnefjärdens inre del från 1 januari till 31 december. Insamlade data har bearbetats. Fysikalisk och kemisk vattenanalys i havsbandet vid Simpevarp har genomförts av SMHI på en lokal inom ramen för den samordnade kustrecipientkontrollen för Kalmar län. Resultaten från SMHI har inte inkommit i tid för rapporten. Dygnsmedelvärden för

temperaturen i inkommande och utgående kylvatten vid block 1, 2 och 3 beräknades av OKG. Data har bearbetats.

Provfiske med kustöversiktsnät

Fisket genomfördes under sex nätter i perioden april–maj. P.g.a. störningar orsakade av säl genomfördes ett kompletterande fiske i början av juni. Av totalt 112 nätansträngningar stördes 74 av säl.

Gonadkontroll

Gonadkontroll i avseende att upptäcka skador utfördes på den abborre och mört som samlades in för åldersanalys i Hamnefjärden i augusti.

11.1.2 Ytterområde och referensområde

Nätprovfisken

Fisket genomfördes enligt programmet. Fisken med biologiska länkar (redskapskod 10) genomfördes en natt under v33 på sektion 1 i Simpevarp, en natt under v31 på sektion 1 i Kvädöfjärden och en natt under v40 på sektion 2 i Kvädöfjärden. Fisken med nätlänkar (redskapskod 53) genomfördes med början vecka 31 under sex nätter vardera i sektion 6 i Simpevarp och tre nätter vardera inom sektion 5 och 6 i Kvädöfjärden. Insamlade data har bearbetats.

Ålders- och tillväxtanalyser

Åldersprover insamlades enligt programmet från abborre i Simpevarp och Kvädöfjärden. Åldersanalys och databearbetning har utförts på det insamlade materialet.

Yngelsprängningar

Yngelsprängning genomfördes i Getbergsfjärden vid Simpevarp den 17:e oktober. Resultaten har bearbetats.

Journalföring av yrkesfiskets fångster

Journaler för 2011 har inhämtats från en fiskare i Simpevarpsområdet. Från Kvädöfjärden har journaler från två fiskare inkommit. Insamlade data för fisket med ålflytgarn har bearbetats. I årsrapporten redovisas endast yrkesfisket med ålflytgarn.

Bottenfauna

Provtagning utfördes enligt programmet. Två stationer vid Simpevarp och tre stationer i Kvädöfjärden besöktes i maj och juni och fem hugg gjordes på vardera stationen. Insamlade data har bearbetats.

Bentiska algsamhällen

Tre stationer vid Simpevarp inventerades genom dykningar under hösten. Blåstångens och övriga algers täckningsgrad och djuputbredning undersöktes.

Hydrografiska observationer

Manuella temperaturmätningar utfördes årets samtliga dagar på station T9 i Kvädöfjärden och en gång per vecka under perioden april till december på station T8 i Kvädöfjärden. Mätningar med automatiskt registrerande instrument utfördes under perioden 9 april till 12 december på station T10 i Kvädöfjärden. Manuella temperatur- och siktdjupsmätningar utfördes på stationerna T1–T3 i Kvädöfjärden en gång per vecka under perioden april till oktober. Insamlade temperaturdata har bearbetats.

Gonadkontroll

Under vecka 40–42 genomfördes kontroll av gonaderna hos 155 abborrar från Kvädöfjärden. Det insamlade materialet har bearbetats.

