



Aqua reports 2013:2

Biologisk recipientkontroll vid Södra Cell Värö

Anna Lingman

Björn Fagerholm

Susanne Tärnlund



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för akvatiska resurser

Biologisk recipientkontroll vid Södra Cell Värö. Årsrapport för 2012.

Anna Lingman, Björn Fagerholm, Susanne Tärlund.

Adress

SLU, Institutionen för akvatiska resurser,
Kustlaboratoriet, Skolgatan 6, 742 42 Öregrund

mars 2013

SLU, Institutionen för akvatiska resurser

Aqua reports 2013:2

ISBN: 978-91-576-9128-6 (elektronisk version)

Vid citering uppge:

Lingman, A., Fagerholm, B. och Tärlund, S. (2013).

Biologisk recipientkontroll vid Södra Cell Värö. Årsrapport för 2012.

Aqua reports 2013:2. Sveriges lantbruksuniversitet, Öregrund. 25 s.

Rapporten kan laddas ned från

<http://www.slu.se/aquareports>

E-post

Anna.Lingman@slu.se

Rapportens innehåll har granskats av:

Andreas Bryhn, SLU, Kustlaboratoriet

Karl Lundström, SLU, Kustlaboratoriet

Finansiärer

Södra Cell AB, Södra Cell Värö

Framsida: Ålyngelledare i Viskan. Foto: Björn Fagerholm.

Baksida: Glasål på mossa. Foto: Björn Fagerholm.

Sammanfattning

Pappersmassafabriken Södra Cell Värös påverkan på fisksamhället har övervakats sedan 1983 genom provfisken med bottentrål i det havsområde där avloppsvattnet släpps ut (recipienten). Motsvarande undersökningar har utförts i ett opåverkat referensområde.

Fångsten har främst dominerats av unga individer av flera torsk- och plattfiskarter. De vanligaste arterna i fisket är sandskädda och vitling. Den trend vi tidigare sett med ökande fångster under senare år har nu brutits och sett till den senaste tioårsperioden har fångsten av fler arter minskat än ökat. Fjärsing, tungevar, svart smörbult, simkrabba och krabba (krabbtaska) är arter som har ökat i båda områdena. Kolja och slätvar har ökat i recipientområdet, men ingen trend har kunnat urskiljas i referensområdet. Rödspätta och bergtunga däremot, saknar trend i recipienten men har minskat i referensen. Torsk har minskat på båda lokalerna den senaste tioårsperioden. Sedan provfiskets början har artrikedomen i fångsten ökat i både recipient- och referensområdet. Utifrån undersökningarna kunde ingen tydlig negativ effekt på fisk urskiljas från Södra Cell Värös utsläpp.

Uppvandringen av ålyngel i Viskan har dokumenterats med hjälp av fällor i åmynningen sedan 1971. En stark nedgång i uppvandringen har skett sedan mitten av sjuttioalet och totalfångsten under säsongen 2012 var den tredje lägsta som registrerats. Nedgången i Viskan har följt de trender som setts på andra platser i Europa och den bedöms inte ha något tydligt samband med verksamheten vid Södra Cell Värö.

För att undersöka bottenförhållandena på och i anslutning till utsläppstuben har området filmats varje höst med en fjärrstyrd undervattensfarkost, en så kallad sjöuggla. Havsbotten i anslutning till tuben visade inte några tecken på syrebrist vid årets filmning.

Summary

The impact of the pulp mill Södra Cell Värö on the local fish community has been monitored since 1983 by trawl surveys in area where waste water is discharged. Corresponding studies have been conducted in an undisturbed reference area.

The catch is mainly dominated by young individuals of several cod (*Gadidae*) and flatfish (*Pleuronectidae*) species. The most common species in the fishery is dab (*Limanda limanda*) and whiting (*Merlangius merlangus*). The trend lines with increasing catches observed in recent years have now been broken, and during the last decade there have been more species associated with decreasing catches than with increasing catches. Greater weever (*Trachinus draco*), scald fish (*Arnoglossus laterna*), black goby (*Gobius niger*), swimming crab (*Liocarcinus sp.*) and edible crab (*Cancer pagurus*) are species that have increased in both areas. Haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) and brill (*Scophthalmus rhombus*) have increased in the recipient area, but no trend has been observed on the reference area. Plaice (*Pleuronectes platessa*) and lemon sole (*Microstomus kitt*), however, have had no trend in the recipient but have decreased in the reference area. Cod (*Gadus morhua*) has decreased in both areas over the last decade. Since the beginning of the survey period, species diversity in the catch increased in both the recipient and the reference area. Based on these studies, no clear negative effect on fish could be identified due to Södra Cell Värö's emissions.

Upstream migration of young eels (*Anguilla anguilla*) in the river Viskan has been documented annually by means of traps in the river mouth. A strong decline has occurred since the beginning of sampling in the late 1970's and in 2012 the third lowest recorded number of eels was caught. The decline has followed the trends seen elsewhere in Europe and is not believed to have any clear correlation with the activities of Södra Cell Värö.

To investigate the sediment conditions in the area close to the discharge tube, this area has been filmed every fall with an ROV (remotely operated underwater vehicle). The seabed adjacent to the tube showed no sign of hypoxia in this year's filming.

Innehåll

1 Inledning	1
2 Material och metoder	2
2.1 Ålyngeluppvandring i Viskan	2
2.2 Provfiske med bottentrål	4
2.3 Dokumentation av utsläppstub och omgivande bottnar	5
3 Resultat	6
3.1 Ålyngeluppvandring i Viskan	6
3.2 Provfiske med bottentrål	9
3.3 Dokumentation av utsläppstub och omgivande bottnar	19
4 Diskussion	22
4.1 Ålyngeluppvandring i Viskan	22
4.2 Provfiske med bottentrål	22
4.3 Dokumentation av utsläppstub och omgivande bottnar	24
5 Referenser	25
6 Bilagor	26

1 Inledning

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser (tidigare Fiskeriverkets Kustlaboratorium) ansvarar för och genomför en del av recipientkontrollen för cellulosindustrin Södra Cell Värö (figur 1). Kontrollerna initierades 1971 med syftet att bedöma vilken effekt anläggningens drift har på fisk. Kontrollprogrammets innehåll och inriktning fastställdes av Länsstyrelsen i Halland den 1 januari 1991. Resultaten av undersökningarna redovisas i årliga rapporter.

Södra Cell Värö använder 100 000 m³ vatten från Viskan varje dag som släpps ut via en utsläppstub som är 5 km lång och är försedd med 175 diffusordysor på de sista 1000 meterna för att sprida ut utsläppet. Utsläppet sker på ett vattendjup av 15–18 m i öppet hav väster om massafabriken. Vattnet som släpps ut är 30–40 °C varmt och har pH 8. Av den totala vattenmängden är 70 000 m³ kylvatten som bara värms innan det når tuben. I den övriga delen finns nedbrytningsprodukter av ved från massafabrikens blekeri som sedan renas i en biologisk rening. De parametrar som mäts och följs upp av tillsynsmyndighet är TOC (totalt organiskt kol), kväve, fosfor och suspenderat material¹. Utsläppet av renat processvatten och den fysiska närvaron av tuben på havsbotten kan eventuellt påverka levnadsförhållandena för fisk i utsläppsområdet.

För att säkra intaget av sötvatten reglerar Södra Cell Värö vattennivån i Viskans mynning. Denna reglering kan eventuellt påverka åluppvandringen i ån.

Denna rapport redovisar tillståndet i recipienten för avloppsvatten från Södra Cell Värö, hur detta har utvecklats över tid och i relation till utvecklingen i ett referensområde. Vidare redovisas hur uppvandringen av ålyngel i Viskans mynning har förändrats över tid.

¹ *Personlig kommunikation: Knut Omholt (knut.omholt@sodra.com) (2012-04-12).
Mer hjälp om utsläppen. Personlig e-post till Anna Lingman (anna.lingman@slu.se).*

2 Material och metoder

2.1 Ålyngeluppvandring i Viskan

Uppvandring av ålyngel i Viskan kontrolleras med hjälp av fyra ålyngelledare i Södra Cell Värös dammanläggning i Viskans mynning. Dessa ledare är belägna utmed strandkanterna, en på vardera sidan utmed Viskans två mynningsarmar. Varje ledare består av en 7 till 8 meter lång ränna genom dammvallen. Rännans ena ände mynnar i havet cirka 1 decimeter under lägsta vattennivån och den andra änden är belägen innanför vallen cirka 1,5 meter över ytan. Ålarna slingrar sig längs rännan med stöd av upprättstående kvastar och faller vid dess slut ner i en behållare (Neuman, 1977).



Figur 1. Översiktskarta med fiske- och provtagningslokaler.

Ålyngelledaren.
Foto: Björn Fagerholm.



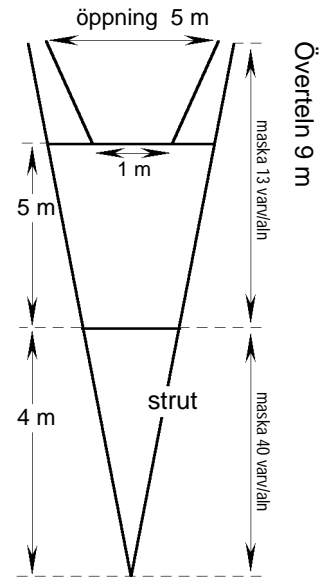
De täckta rostfria behållarna (ålyngelsamlarna) töms var tredje till var fjärde dygn och de insamlade ålynglens totalvikt registreras. Vid tillfällen då endast ett fåtal yngel samlats registreras endast individantalet. I dessa fall görs en skattning av totalvikten. Innan 2003 användes vikten 0,3 gram som genomsnittlig vikt för ett ålyngel. Från och med år 2003 har andra vikter använts. Dessa beräknades utifrån mätningar 2003 till 0,3 gram för maj, 0,46 gram för juni, 0,5 gram för juli, 0,7 gram för augusti och 1,0 gram för september och oktober. Under perioder då stora mängder ål samlats in har dessa placerats ut i Viskans tillrinningsområde. När små mängder ål insamlats har de släppts ut i ån uppströms om ålyngelsamlaren. Kontrollen genomförs i regel från maj till och med augusti. Det har visat sig att denna period ofta täckt in den tid under vilken huvuddelen av ålarna vandrat upp. Vissa år har provtagningen förlängts, eftersom en stor andel av ålynglen vandrat upp sent på säsongen (Thörnqvist, 2001).

2.2 Provfiske med bottentrål

Årliga undersökningar med bottentrål startade 1983 för att ge en uppfattning om fiskesamhällets tillstånd i påverkansområdet, även kallad recipienten (Thoresson, 1992). Tre år senare fastställdes ett program som omfattade trålningar i september med standardiserad bottentrål i Södra Cell Värös påverkansområde och i ett referensområde (figur 1 och 2). Påverkansområdet är lokaliserat till avloppstubens mynningsområde och referensområdet är beläget cirka 15 kilometer norrut, väster om Ustö (figur 1). Djupet där trålningarna genomförs är 18 till 24 meter i påverkansområdet och 24 till 28 meter i referensområdet. Inom varje område görs normalt fem parallella tråldrag med ett mellanrum på minst 50 meter. De enskilda tråldragen är 1200 meter långa och utförs i en följd vid varje undersökningstillfälle. Den effektiva tråltiden, det vill säga den tid trålen släpas över havsbotten, uppgår till cirka 20 minuter med en fart av 2 knop. Trålningen upprepas under tio dagar, varannan dag i vardera området, och vid varje tillfälle drar man fem tråldrag per område. Det ger totalt fem dagars trålning med totalt 25 drag per område. Varje tråldrag om cirka 20 minuter räknas som en ansträngning.

I varje tråldrag registreras fisk, kräftdjur och bläckfisk med individuell längd per centimeterklass och sammanlagd vikt per art. Alla fiskar kontrolleras även med avseende på yttre synliga sjukdomssymptom (Thulin *et al.*, 1989).

Beräkningarna har utförts i Microsoft Office XP Excel 2007 samt statistikprogrammet IBM SPSS Statistics 20 för Windows. För alla beräkningar har signifikansnivån $p < 0,05$ använts. Linjära regressioner har använts för att fastställa om en signifikant utveckling har skett över tid. För att se om fiskens längdfördelning skiljer sig åt



Bottentrål, måttuppgifter

Figur 2. Schematisk bild över den trål som används i provfisket.

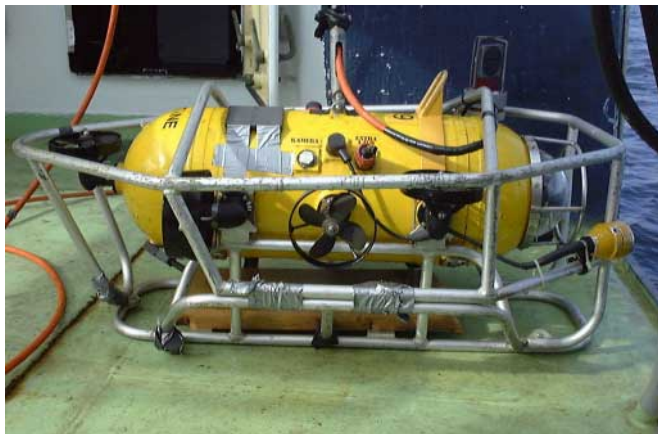
mellan recipient och referens har ANOVA-analys använts. För att jämföra om utvecklingen över tid är olika i de två områdena har ANCOVA-analys använts. I analyser där kraven på normalfördelning eller homogen varians inte uppfyllts har värdena logaritmerats. I de fall dessa krav ändå inte uppfyllts genom logaritmering, har ett icke-parametriskt Mann-Whitney U-test använts. Statistik för signifikanta samband presenteras i en fotnot, alternativt i tabell 1. Icke signifikanta samband presenteras inte.

Vetenskapliga namn på observerade arter och andra taxonomiska grupper anges, förutom i den engelska sammanfattningen, i bilagor och anges endast i texten då de inte förekommer på annan plats.

2.3 Dokumentation av utsläppstub och omgivande botten

Varje år filmas utsläppstuben och havsbotten i tubens närhet för att kontrollera synbara effekter av Södra Cell Värös utsläpp (Thoresson, 1992). Kontrollen genomförs vid ett tillfälle varje år med hjälp av en undervattensfarkost, en så kallad sjöuggla. Under 2012 filmades tuben och omgivande botten under cirka 60 minuter den 28 november, vilket var senare än tidigare år, på grund av en ovanligt stormig höst. Efteråt granskades filmen och djurlivet på och runt tuben dokumenterades och eventuella tecken på påverkan noterades. Resultaten bygger på en visuell tolkning av filmen och jämförelser med tidigare års filmer, och har inte kvantifierats eller genomgått några statistiska analyser.

Sjöugglan.
Foto: Björn Fagerholm.

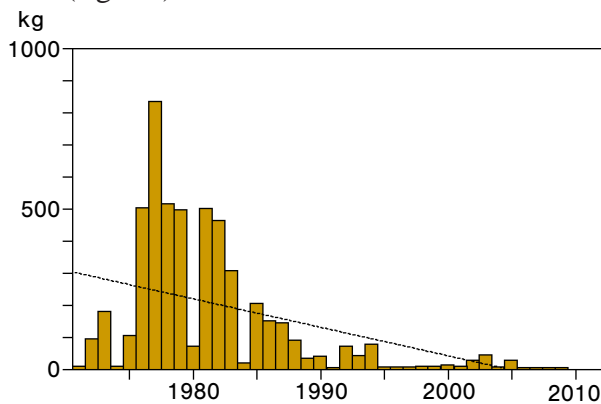


3 Resultat

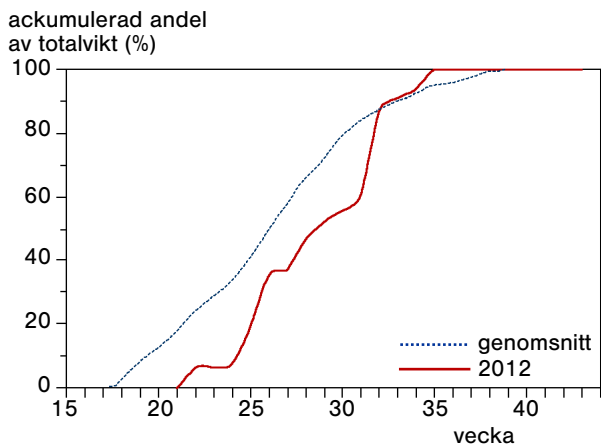
3.1 Ålyngeluppvandring i Viskan

Under provtagningsperioden 2012, som sträckte sig från slutet av maj till slutet av augusti, samlades totalt c:a 46 gram uppvandrande ålyngel in (figur 3). Det är det tredje lägsta värdet sedan insamlingen startade 1971. År 2011 noterades den hittills lägsta totalvikten (c:a 14 gram) under provtagningsperioden och 2010 var den totala ålyngelfångsten också mycket låg (c:a 35 gram). Sedan provtagningen påbörjades 1971 har det skett en signifikant minskning av massan insamlade ålyngel².

2012 fångades ålyngel relativt sett jämnt fördelat under provtagningsperioden, med en topp i juni och en topp i augusti månad. Glasålens uppgång startade senare än genomsnittligt för perioden 1980–2012 och upphörde något tidigare än normalt (figur 4).



Figur 3. Totalvikt av ålyngel per år insamlade i Viskan 1971–2012. Trendlinje anger linjär trend över tid.



Figur 4. Kumulativ vikt (%) för ålyngelfångsterna i Viskan 2012 och genomsnittet för insamlingsperioden 1980–2012 (1981 års data finns ej med).

² Linjär regression 1971–2012: $p < 0,001$, $R^2 = 0,31$.

Tabell 1. Antal individer i genomsnitt per tråldrag om 20 minuter under 2012 och i medeltal för hela undersökningsperioden i recipientområdet Värö och i referensområdet Ustö. Arterna är sorterade efter hur vanligt förekommande de varit i provtagningen vid Värö. Trend anger om förekomsten förändrats signifikant över tid. För fisk är signifikansen beräknad sedan 1983, för evertebraterna sedan 1990 utom för eremitkräfta som började registreras först 2002. + anger ökande trend, - anger minskande trend med signifikansnivåer, * = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$, *** = $p < 0,001$ och ns anger att ingen signifikant förändring observerats över tiden.

	VÄRÖ					USTÖ				
	2012	medel 1983- 2012	trend	medel 2003- 2012	trend	2012	medel 1983- 2012	trend	medel 2003- 2012	trend
sandskädda	156,8	241,7	ns	304,6	ns	356,1	327,7	ns	289,1	ns
vittling	0,4	52,8	ns	62,1	-**	37,2	72,4	ns	78,8	ns
rödspotta	15,6	22,3	ns	27,8	ns	7,4	20,7	-**	11,9	-*
kolja	15,1	13,0	+***	29,3	ns	0,1	9,5	ns	3,4	ns
torsk	0,1	6,2	ns	6,1	-*	1,7	5,7	-**	3,1	-*
fjärsing	10,4	5,4	+***	14,9	ns	5,1	1,3	+***	3,5	ns
knot	3,0	4,5	ns	6,4	ns	2,9	4,0	ns	4,7	ns
rötsimpa	3,6	3,5	+**	4,2	ns	2,4	4,2	-***	2,0	ns
taggmakrill	0,0	3,2	ns	6,7	ns	0,6	0,9	+*	2,4	ns
randig sjökock	0,6	2,5	ns	4,2	ns	0,2	0,5	ns	0,3	-**
lerskädda	0,7	1,9	ns	2,1	-**	13,4	6,8	ns	6,0	ns
tungevar	2,9	1,0	+***	2,9	ns	2,9	0,4	+***	1,3	+**
piggvar	0,3	0,9	-*	0,6	ns	0,1	0,1	ns	<0,1	ns
slätvar	0,1	0,7	+**	1,5	ns	0,1	0,3	ns	0,5	ns
skäggsimpa	1,2	0,6	ns	0,8	ns		0,0	ns	0,0	ns
skarpsill	0,0	0,6	ns	1,0	ns	3,4	3,8	ns	6,8	ns
småvar	0,0	0,5	ns	0,5	-*		0,2	ns	0,1	-**
bergtunga	0,3	0,5	ns	0,5	ns		0,7	-***	<0,1	ns
kummel	0,0	0,4	ns	0,8	ns	0,9	1,5	ns	1,6	ns
skrubbskädda	0,4	0,4	ns	0,4	ns	0,4	0,5	ns	0,4	ns
sill	0,2	0,3	ns	0,2	ns	0,4	0,9	ns	0,5	ns
svart smörbult	0,1	0,3	+***	0,8	ns	2,1	1,6	+***	4,3	ns
äkta tunga	0,2	0,2	ns	0,3	ns	0,2	0,1	ns	0,1	ns
skärsnultra		0,2	-*	<0,1	ns	<0,1	<0,1	ns	<0,1	ns
gulstrimmig mullus		0,1	ns	<0,1	ns		<0,1	ns	<0,1	ns
fläckig sjökock		<0,1	ns			<0,1	<0,1	+**	<0,1	ns
sjurygg		<0,1	ns	0,1	ns					
fenknot		<0,1	+*	0,1	ns		<0,1	ns	<0,1	ns
femtömmad skärlånga		<0,1	ns							
småtunga	<0,1	<0,1	+**	0,1	+*					
bergvar		<0,1	ns	<0,1	ns		<0,1	ns		
ansjovis		<0,1	ns	<0,1	ns		<0,1	ns	<0,1	ns
berggylla		<0,1	ns				<0,1	ns		
gråsej		<0,1	ns	<0,1	ns	0,2	<0,1	ns	<0,1	ns
långa		<0,1	ns	<0,1	ns		<0,1	ns	<0,1	ns
havskatt		<0,1	ns	<0,1	ns		<0,1	ns		
sandstubb		<0,1	ns	<0,1	ns	0,2	<0,1	+*	<0,1	ns
pigghaj		<0,1	ns	<0,1	ns	0,1	0,1	ns	0,2	ns
lyrtorsk		<0,1	ns							
paddtorsk		<0,1	ns							
tobis (kust-/havs-)		<0,1	ns	<0,1	ns					
grässnultra		<0,1	ns	<0,1	ns					
makrill		<0,1	ns	<0,1	ns		<0,1	ns	<0,1	ns
marulk		<0,1	ns				<0,1	ns		
oxsimpa		<0,1	ns	<0,1	ns					

Tabell 1. (Forts.)

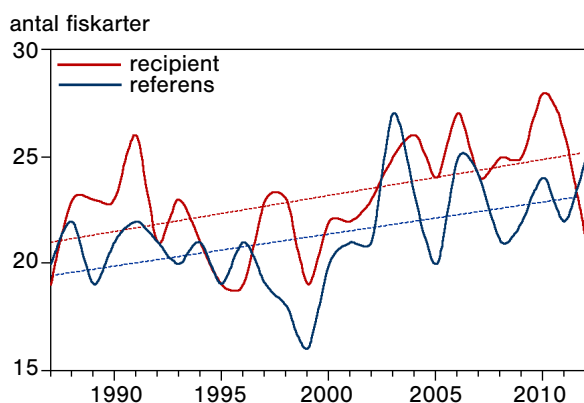
	VÄRÖ					USTÖ				
	2012	medel 1983- 2012	trend	medel 2003- 2012	trend	2012	medel 1983- 2012	trend	medel 2003- 2012	trend
småfläckig rödhaj		<0,1	ns							
spetsstjärtad smörbult		<0,1	ns	<0,1	ns		<0,1	ns	<0,1	ns
stensnultra		<0,1	ns							
tånglake		<0,1	ns							
gulål						<0,1	ns	<0,1	<0,1	ns
lerstubb						<0,1	ns	<0,1	<0,1	ns
spetsjärtat längebarn						<0,1	ns	<0,1	<0,1	ns
klarbult						<0,1	ns	<0,1	<0,1	ns
knaggrocka						<0,1	ns	<0,1	<0,1	ns
totalt antal fiskar	212,1	363,9	+ *	479,0	- *	438,1	464,2	ns	421,5	ns
antal fiskarter	21	22,1	+ ***	25,1	ns	25	20,3	+ ***	23,3	ns
evertebrater										
simkrabba obestämd	57,7	18,1	+*	28,3	ns	51,6	22,8	+***	37,0	ns
eremitkräfta	7,2	5,4	ns	5,4	ns	5,7	10,5	ns	11,0	ns
strandkrabba	13,0	3,6	+*	5,4	ns	0,2	0,4	ns	0,8	ns
krabba	4,3	1,0	+***	2,0	ns	1,2	0,5	+***	1,0	+*
bläckfisk obestämd	<0,1	0,1	ns	0,1	ns	0,2	0,4	ns	0,6	ns
hummer	0,1	<0,1	ns	<0,1	ns	0,2	<0,1	+*	0,0	+*
havskräfta		<0,1	ns	<0,1	ns	0,2	0,1	+*	0,2	ns
loligo subulata							0,1	ns	0,1	ns
maskeringskrabba	0,8			0,3	+*	0,3	0,5	ns	0,2	ns
nordisk Kalmar							<0,1	ns	<0,1	ns
sandräka							<0,1	ns	<0,1	ns
total antal evertebrater	78,9	25,9	+ **	41,6	ns	12,0	20,3	+ **	37,3	ns
antal evertebratarter	7	5,7	+ **	6,5	ns	8	5,4	+ **	7,2	ns
antal arter totalt	28	27,8		31,6		33	25,7		30,5	

3.2 Provfiske med bottentrål

Under 2012 genomfördes 25 tråldrag (ansträngningar) inom varje område. Totalt fångades 29 olika fiskarter och åtta olika arter av ryggradslösa djur (evertebrater). I recipientområdet fångades 21 olika fiskarter, vilket var fyra färre än i referensområdet (tabell 1, bilaga 1 och 2). Antalet fångade fiskar uppgick till 16 255 och av dessa fångades 5 302 (33%) i recipientområdet. När det gäller evertebraterna så fångades däremot fler arter, men färre individer, i referensområden än i recipientområdet. Det finns ingen statistisk skillnad i utvecklingen av antal arter över tiden mellan de två områdena (figur 5). Antalet arter som fångats varje år visar en ökning i både recipienten och referensen sedan trålfisket startade 1983. Även om man bortser från de första åren, fram till 1987, då färre tråldrag gjordes, så har artantalet ökat i båda områdena (figur 5).

För första gången sedan 1991 fångades år 2010 pigghaj i referensområdet och pigghajar fångades även 2011 och 2012. Bläckfiskarna har svår systematik och är små (6–7 cm), av totalt 7 bläckfiskar, fångade 2012, förblev samtliga obestämda med avseende på art.

Den totala abundansen av fiskar i recipientområdet uppvisar en svagt signifikant ökning under 1983–2012, men minskar under den senaste tioårsperioden (tabell 1). Förekomsten av evertebrater ökar i båda områdena, sett över hela undersökningsperioden (tabell 1).



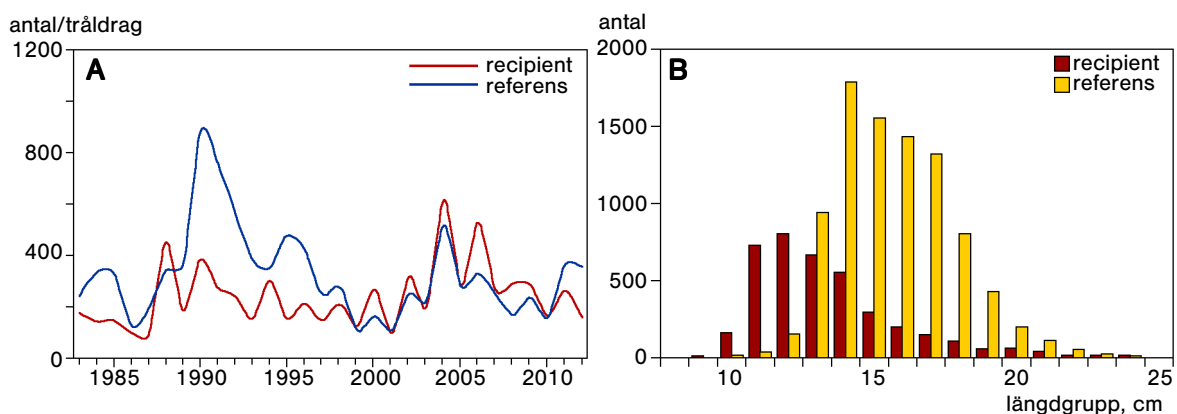
Figur 5. Antalet observerade fiskarter i trålfisket 1987–2012. Råta linjer anger linjär trend över tid.

3.2.1 De vanligaste fiskarterna i trålfisket

Liksom föregående år utgjorde sandskägga den största andelen av fångsten med 79% av antalet fiskar fångade på båda lokalerna. Den därefter vanligaste arten, vitling, stod för 6% av antalet sammanlagt i båda områdena. De flesta vitlingarna (99%) fångades dock i referensområdet. De återstående tre vanligaste arterna – kolja, rödspätta och fjärsing – utgjorde tillsammans 8% av antalet fiskar i fångsten. Torsk tillhörde tidigare de vanligaste förekommande arterna, men utgjorde 2012 endast 0,3% av det totala antalet fångade fiskar i båda områdena. År 2010 och 2011 var andelen på samma låga nivå.

Sandskägga

Fångsten av sandskägga har legat på en förhållandevis hög och varierande nivå sedan undersökningarna påbörjades 1983 (figur 6). Utvecklingen i de två områdena skiljer sig inte över tiden. Under trålningen 2012, liksom 2011, fångades något fler sandskäggor i referensområdet än i recipientområdet, vilket är första gången på 13 år. Sandskäggan representerades nästan uteslutande av förhållandevis små och därmed unga individer. Under fisket 2012 fanns en signifikant storleksskillnad mellan lokalerna, med större fiskar i referensområdet³.



Figur 6. A) Fångst av sandskägga per tråldrag om 20 min åren 1983–2012. B) Storleksfördelning hos den totala fångsten i respektive område under 2012.

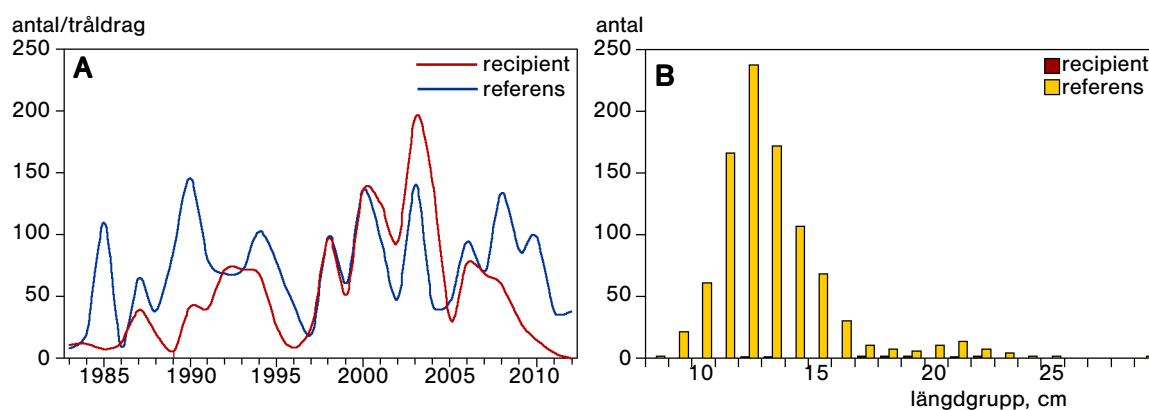
³ Kovariansanalys ANOVA $_{1983-2012}$: $p=0,01$, $R^2=0,17$.



Sandskädda.
Foto: Björn Fagerholm.

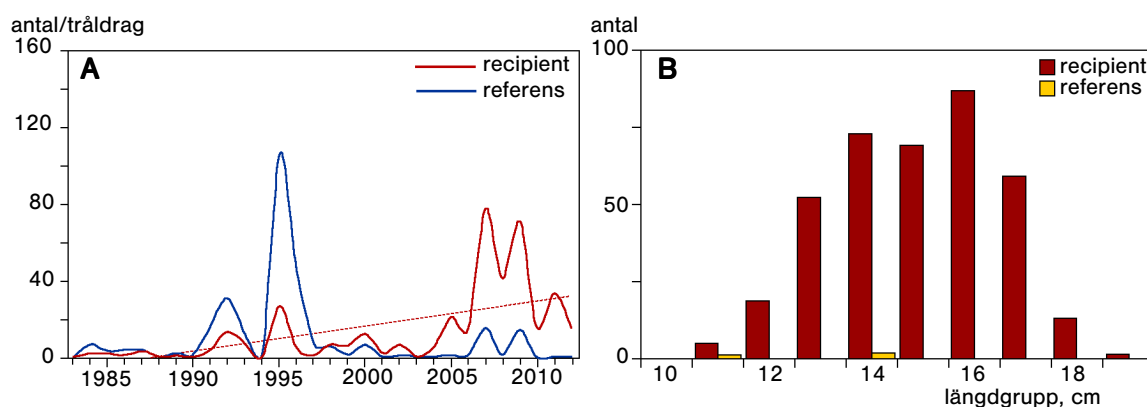
Vitling

Fångsten av vitling har fluktuerat relativt mycket från år till år i båda områdena (figur 7). Referensområdet har sett över hela perioden haft högre fångster och områdena har utvecklats olika över tid⁴. Sett till hela tidsperioden finns ingen trend, men den senaste tioårsperioden har vitlingen minskat (tabell 1) i recipienten och nivåerna har aldrig varit så låga under undersökningsperioden som under 2012. Ingen trend kan urskiljas i referensområdet, men en lägre fångst har bara förekommit vid tre tidigare tillfällen. Medellängden av vitling 2012 skiljer sig inte åt mellan de två områdena. Vitlingens längdfördelning ger två toppar, vilket syns med störst tydlighet i referensområdet, en kring 11–13 cm och en kring 20–22 cm.



Figur 7. A) Fångst av vitling per tråldrag om 20 min, 1983–2012. B) Storleksfördelning hos den totala fångsten i respektive område under 2012.

⁴ Kovariansanalys ANCOVA (år*område) $_{1983-2012}$: $p=0,006$, $R^2=0,18$.



Figur 8. A) Fångst av kolja per tråldrag om 20 min, 1983–2012. Rät linje anger linjär trend över tid. B) Storleksfördelning hos den totala fångsten i respektive område under 2012.

Kolja

Fångsterna av kolja har fluktuerat sedan trålningarna startade, med låga fångstnivåer under 1980-talet och under flera år från slutet av 1990-talet (figur 8). Fångsten har utvecklats olika över tid⁵, på grund av en tydlig ökning i recipienten under senare år. I recipientområdet har fångsten ökat signifikant sedan provtrålningarna startade (tabell 1, figur 8), medan ingen trend har kunnat urskiljas i referensområdet. Under 2012 fångades bara 3 koljor i referensområdet.

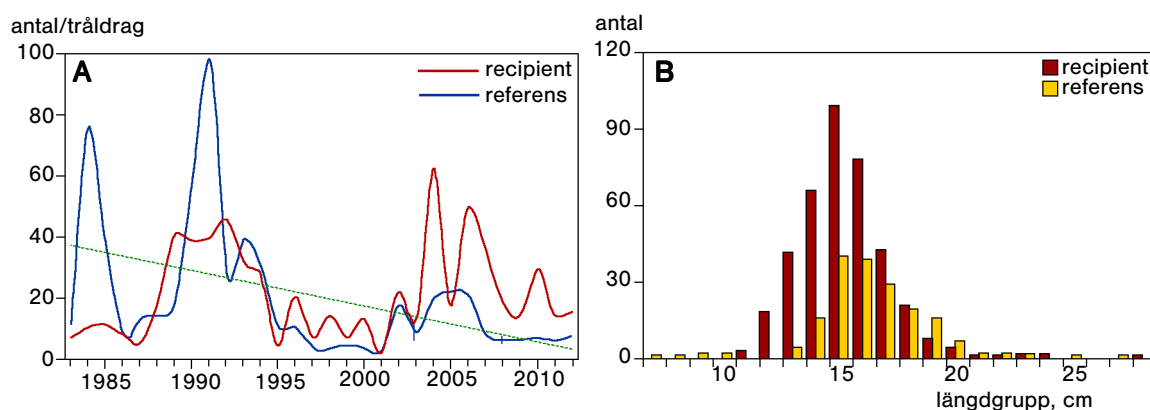
De fångade individerna har nästan genomgående varit inom storleksintervallet 10–20 cm. Medellängden av kolja i fångsten 2012 skilde sig inte åt mellan de båda lokalerna, men väldigt få individer fångades i referensområdet.

Rödspätta

Fångsten av rödspätta har uppvisat periodvisa fluktuationer på båda lokalerna sedan trålningen startade (figur 9). Abundansen har utvecklats olika i de två områdena över tiden⁶. I recipientområdet kan ingen trend urskiljas sedan trålningen startade. I referensområdet, däremot, har fångsten av rödspätta minskat över tiden (tabell 1, figur 9).

⁵ Kovariansanalys ANCOVA (år*område) 1983–2012: $p=0,004$, $R^2=0,29$.

⁶ Kovariansanalys ANCOVA (år*område) 1983–2012: $p=0,006$, $R^2=0,18$.



Figur 9. A) Fångst av rödspätta per tråldrag om 20 min, 1983–2012. Rät linje anger linjär trend över tid. B) Storleksfördelning hos den totala fångsten i respektive område under 2012.

Liksom hos sandskädda fanns en stor dominans av unga individer i fångsten 2012. Under de tre föregående åren har medellängden i fångsten varit större i referensområdet, men för 2012 kunde denna skillnad inte fastställas statistiskt.

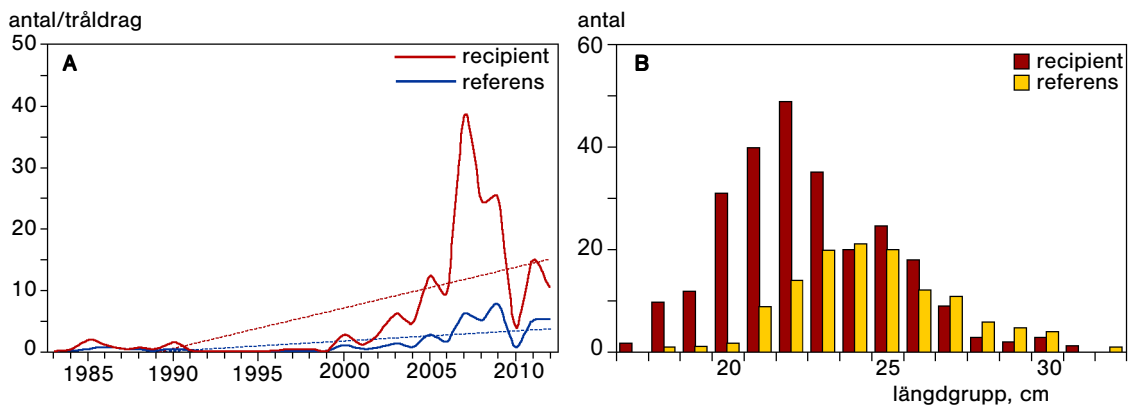
Fjärsing

Fångsten av fjärsing har ökat på ett liknande sätt på båda lokalerna sedan trålningarna startade 1983 (tabell 1, figur 10) och den största ökningen har skett sedan sekelskiftet. Mer fjärsing har fångats i recipienten än i referensområdet⁷. Medellängden av fjärsing i fångsten 2012 skilde sig inte signifikant mellan lokalerna och storlekar mellan 20 och 30 cm dominerade.

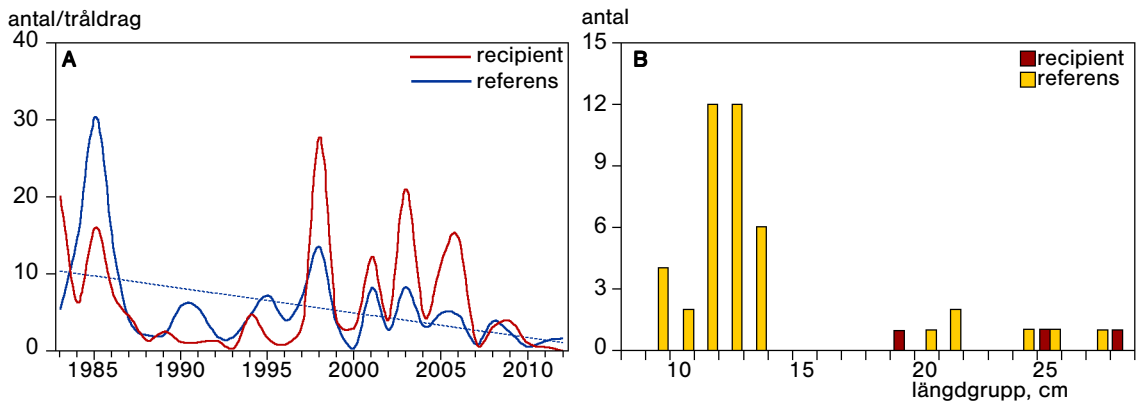


Fjärsing. Foto: Björn Fagerholm.

⁷ Mann-Whitney U-test _{1983–2012}: $p < 0,004$, $Z = -2,85$.



Figur 10. A) Fångst av fjärsing per tråldrag om 20 min, 1983–2012. Råta linjer anger linjär trend över tid. B) Storleksfördelning hos den totala fångsten i respektive område under 2012.



Figur 11. A) Fångst av torsk per tråldrag om 20 min, 1983–2012. Rät linje anger linjär trend över tid. B) Storleksfördelning hos den totala fångsten i respektive område under 2012.

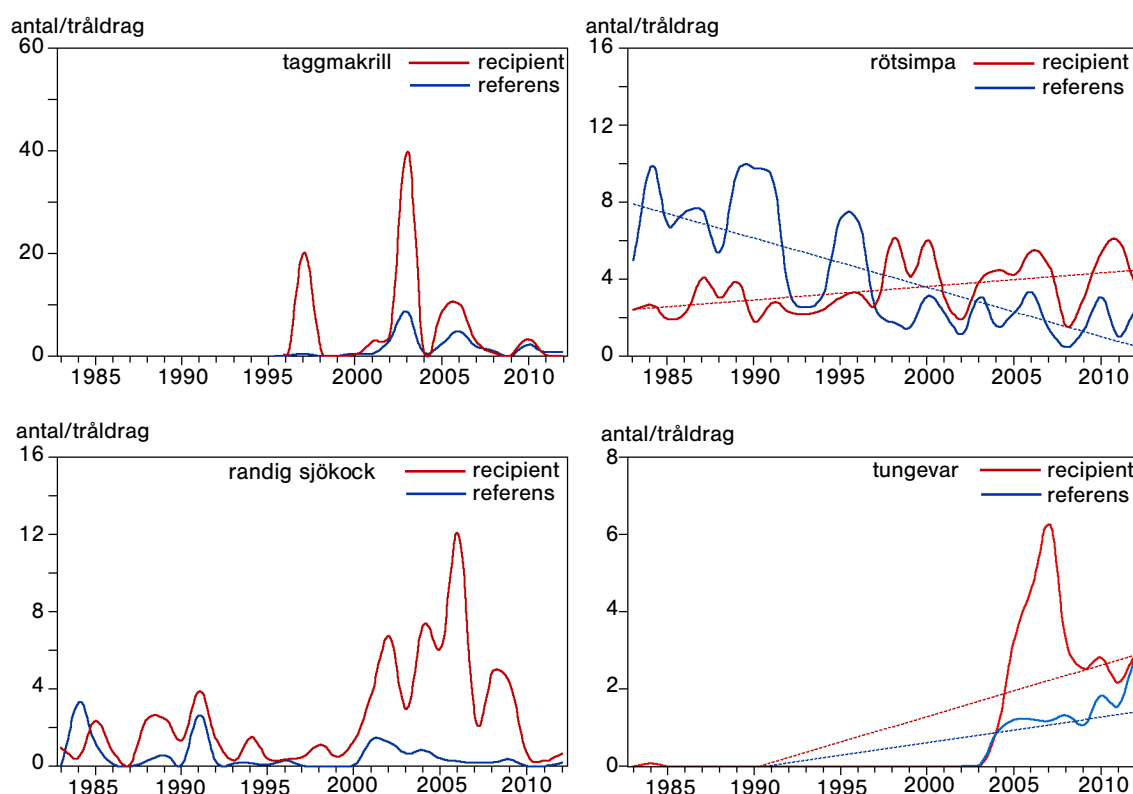
Torsk

Sedan slutet av 1990-talet har det förekommit stora mellanårsvariationer i torskförekomsten, och fångsterna har varit mycket små under de senaste sex åren (figur 11). Fluktuationer har förekommit på båda lokalerna och ingen skillnad i fångstens utveckling över tiden har kunnat urskiljas mellan recipientområdet och referensområdet. I recipientområdet finns ingen trend hos fångst per ansträngning sedan provtrållningarna startade. Däremot uppvisar den senaste tioårsperioden en negativ trend (tabell 1). I referensområdet kan negativa trender urskiljas både för hela perioden och den senaste tioårsperioden (tabell 1).

Torskfångsten under 2012 dominerades som tidigare av yngre individer. Större delen av fångsten utgjordes av storlekar mellan 9 och 13 centimeter, och bara ett fåtal något större fiskar förekom. Medellängden av torsk i fångsten 2012 skilde sig inte åt mellan lokalerna.

3.2.2 Övriga fiskarter i trålfisket

Ökande fångster har observerats hos flera fiskarter sett till hela tidsperioden, i synnerhet inom det område som förväntas vara påverkat av processvatten från Södra Cell Värö, men även i viss mån i referensområdet (tabell 1, figur 12). Sett till den senaste tioårsperioden har däremot flera bottenlevande arter minskat. Här redovisas några av resultaten av vanliga förekommande arter samt arter för vilka märkbara förändringar skett.



Figur 12. Genomsnittlig fångst (antal) per tråldrag om 20 min av taggmakrill, rötsimpa, randig sjökock och tungevar i recipientområdet och referensområdet 1983–2012. Rätta linjer anger linjär trend över tid.

Fångsten av taggmakrill har ökat signifikant i referensområdet (figur 12). Innan 1997 fångades bara ett fåtal taggmakrillar i båda områdena. Arten blev sedan mer vanligt förekommande. Fluktuationerna är för stora för att ge någon trend i recipientområdet. Områdenas utveckling skiljer sig inte åt över tid.

Fångsten av rötsimpa har minskat i referensområdet sedan trålningarna startade, medan den ökat i recipienten (figur 12). Utvecklingen av fångsten mellan områdena skiljer sig signifikant över tid⁸.

Fångsten av knot har fluktuerat sedan provtrålningarna startade och skiljer sig inte mellan de båda lokalerna. Trender för knot saknas i båda områdena.

Fångsten av randig sjökock i recipientområdet visar inte längre en signifikant ökning på grund av de senaste årens låga fångster (figur 12). I referensområdet ligger antalet fångade sjökockar på en låg nivå och det går inte att urskilja någon trend. Statistiskt går det inte att visa att fångsten av randig sjökock har utvecklats olika över tid i de två områdena.

Registreringen av den relativt ovanliga plattfisken tungevar har ökat markant i båda områdena (figur 12). Från att bara ha noterats vid enstaka tillfällen har det de senaste åtta åren fångats i genomsnitt 3,1 individer per tråldrag i recipienten och 1,5 per tråldrag i referensen. Utvecklingen mellan områdena skilde sig inte åt sett över hela tidsperioden, men från 2005 och framåt ökade fångsterna i referensområdet, samtidigt som fångsten i recipienten under 2007–2012 föll tillbaka till samma nivå som i referensområdet, efter en tidigare markerad ökning⁹.

⁸ Kovariansanalys ANCOVA _{1983–2012}: $p < 0,001$, $R^2 = 0,51$.

⁹ Kovariansanalys ANCOVA _{2005–2012}: $p = 0,014$, $R^2 = 0,70$.

Lerskädda har fångats i högre antal i referensområdet än i recipientområdet sedan provtrålningarna startade¹⁰. Fångsterna har minskat under den senaste tioårsperioden i referensområdet medan någon motsvarande trend inte finns i recipienten (tabell 1).

Slätvar ökade kraftigt i recipientområdet under åren 2006–2010. Fångsterna har de två senaste åren varit nere på samma nivå som tidigare, men det finns en positiv trend (tabell 1). Även i referensen ökade fångsterna under de här åren, men signifikanta trender saknas. Det finns ingen statistisk skillnad i fångstutveckling mellan områdena.

Fångsten av svart smörbult började öka i båda områdena i mitten av 1990-talet, från att arten tidigare var sällan förekommande. De största fångsterna erhöles 2008 och uppgick då till i medeltal 9,9 fiskar per tråldrag. Utvecklingen över tid är lika i de två områdena. Trender saknas på lång och kort sikt (tabell 1).

Piggvar har minskat i recipienten, medan ingen trend kan skönjas i referensområdet (tabell 1). Områdena har utvecklats på liknande sätt över tiden med avseende på piggvar.

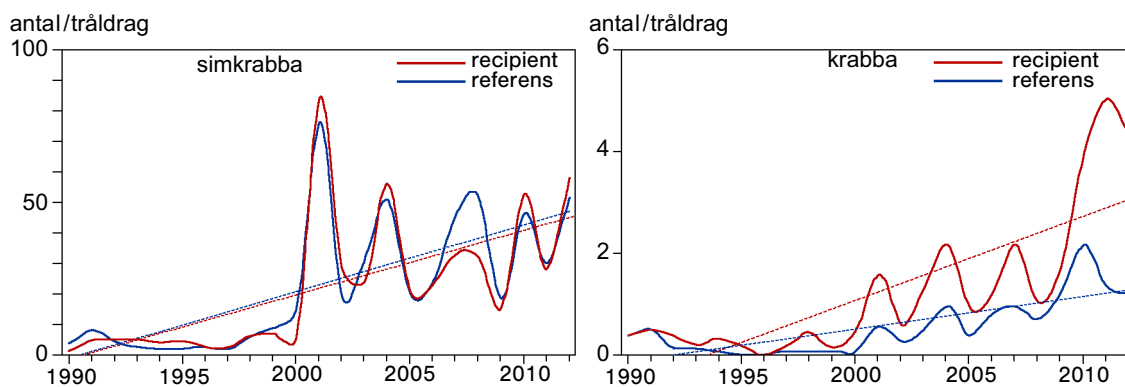
Under perioden 1984–1996 fångades i genomsnitt 1,4 bergtungor per tråldrag, medan fångsten per tråldrag 1998–2012 bara var 0,03 – d.v.s. en bergtunga vart 34:e drag. Utvecklingen mellan områdena skiljer sig signifikant över tid¹¹, eftersom recipientområdet legat på en mer stabil nivå medan fångsten i referensområdet minskat (tabell 1). Sedan 1998 har fångsterna varit större i recipientområdet, medan förhållandet tidigare oftast var det motsatta.

¹⁰ Mann-Whitney U-test _{1983–2012}: $p < 0,001$, $Z = -4,80$.

¹¹ Kovariansanalys ANCOVA _{1983–2012}: $p < 0,001$, $R^2 = 0,57$.

3.2.3 Kräftdjur

Av de sex olika kräftdjursgrupper (tabell 1) som fångades under trålningen 2012 dominerade simkrabbor, följt av strandkrabbor. Kräftdjuren har registrerats regelmässigt från början av 1990-talet varför beräkningarna är gjorda på data mellan 1990 och 2012. Fångsten av simkrabbor och krabbtaskor (krabba) har ökat signifikant i båda områdena sedan trålningarna startade (tabell 1, figur 13). Mer krabba har fångats i recipienten än i referensområdet¹². Den högsta noteringen av simkrabbor är från år 2000, varefter fångsterna varit något mindre. Krabba nådde en toppnotering i recipienten under 2011, med över fem krabbor per tråldrag. Fångsternas utveckling skiljer sig inte åt mellan lokalerna över tid. Eremitkräfta var den tredje vanligaste arten bland kräftdjuren. Eremitkräfta började dock inte registreras förrän 2002 och beräkningarna är gjorda på data från 2002–2012. Fångsterna har inte förändrats nämnvärt under tidsperioden.



Figur 13. Fångst av simkrabba och krabba per tråldrag om 20 min, 1990–2012. Trendlinje anger linjär trend över tid.

3.2.4 Förekomst av yttre skador

Vid Kustlaboratoriets provfisken noteras alltid yttre synliga sjukdomssymptom. Totalt under trålningarna 2012 påträffades endast 12 fiskar (0,11 procent av fångsten) med för ögat synliga symptom, vilket är något högre jämfört med föregående år. Under 2012 noterades skador och sjukdomar enbart på sandskäddor. Det vanligaste

¹² Mann-Whitney U-test $_{1990-2012}$: $p < 0,001$, $Z = -2,75$.

symptomet 2012 var tumörer, som observerades hos fem fiskar. Andra symptom var *Lymfocystis*¹³, hudsår och ryggradsförkortning. Av de sjuka individerna observerades sju i referensområdet och fem i recipientområdet.

3.3 Dokumentation av utsläppstub och omgivande botten

För att kontrollera hur utsläppet påverkar den omgivande botten filmades tuben den 28 november 2012 under 60 minuter med hjälp av en fjärrstyrd undervattensfarkost (sjöuggla). Filmen börjar vid 18 meters djup vid tubens mynning (figur 14) och följer tuben upp till cirka 16 meters djup. Sikten var något sämre än tidigare år och det rådde en svag sydgående ström. Större delen av tuben samt dess fundament var bitvis täckt av utfällda havsnejlikor (*Metridium senile*) som filtrerar vattnet (figur 15). Även blåmusslor (*Mytilus edulis*) och sjöstjärnor (*Asterias rubens*) var vanliga. Runt tuben påträffades fiskar som stensultra och mindre torskfiskar. På sandbotten en bit ifrån tuben syntes olika sorters plattfisk och strandkrabbor (figur 16).



Figur 14. Värötubens mynning på 18 m djup omgiven av musselskal.



Figur 15. Tuben är bitvis täckt av fullt utfällda havsnejlikor (*Metridium senile*), som filtrerar vattnet.

¹³ *Lymfocystis* är en virussjukdom som orsakar druvliknande hudtumörer.

Figur 16. Plattfisk (troligen sandskägga) på botten bredvid utsläppstuben



Det förorenade vattnet släpps ut genom 175 diffusordysor utefter tubens sidor samt vid mynningen. Utsläppen strömmade ur öppningarna som mörka plymer med inslag av större partiklar. Dysorna var ofta omgärdade av stora havsnejlikor (figur 17).

Omgivande botten utgjordes av jämn sand eller skalgrusbotten och under tuben fanns mest skalrester, huvudsakligen efter musslor som troligen fallit av röret eller ansamlats där på grund av vattenströmmar.

Söder om tuben fanns en jämn botten bestående av finsand med inslag av mjukare organiskt sediment (figur 18) och där upptäcktes inga vita syrefria fläckar (svavelvätebakterier). Tecken på syrebrist i sedimentet har dock observerats tidigare år. Syrebrist kan uppstå i sedimentet vid otillräcklig vattenomblandning och kan förvärras när stora mängder organiskt material tillförs och bryts ned, varvid syre förbrukas.

Utanför den avslutande mynningen samt i området norr om tuben syntes stora områden av skalbotten bestående av diverse musselskal, däribland en stor del islandsmussla (*Artica islandica*), men även hjärtmusslor och sandmusslor (figur 19). Följer man röret upp mot grundare vatten längs norra sidan övergår skalbotten till finare grus/sand, men fortfarande med ett stort inslag av musselskal.



Figur 17. Längs tuben finns öppningar med jämna mellanrum (dysor), där utsläppsvatten släpps ut. Dessa öppningar var ofta omgärdade av havsnejlikor (*Metridium senile*).



Figur 18. Rensa bottnar med finsediment och enstaka strandkrabbor. Inga tecken på syrefria bottnar observerades under 2012.



Figur 19. Stora områden runt tuben var täckta av skalbotten

4 Diskussion

4.1 Ålyngeluppvandring i Viskan

Uppvandringen av juvenila ålar har varit svag de senaste decennierna, och 2012 utgjorde inget undantag, med den tredje lägsta totalvikten som registrerats sedan provtagningen startade 1971. Notera att provtagningen 2012 påbörjades sent och avslutades tidigt och det kan betyda att en del av årets uppvandring inte övervakats. Inför 2013 planeras en översyn av ålyngelledarna. Bland annat kommer pumpar och ventiler att bytas så man lättare kan reglera flödet. Det fanns tecken under 2012 på att pumpar och ventiler inte fungerade lika effektivt som de gjorde när anläggningen var ny.

Utvecklingen i Viskan speglar en omfattande rekryteringsnedgång för ålen i hela Europa och en negativ utveckling gällande förekomst av glasål har på västkusten även konstaterats vid Ringhals kärnkraftverk (ICES, 2013). Det betyder att det med stor sannolikhet inte finns någon tydlig koppling mellan nedgången av uppvandrande ål i Viskan och uttaget av vatten till driften av massaindustrin vid Södra Cell Värö.

Transport av juvenila ålar för utsättning längre upp i vattensystemet, i enlighet med den ålplan som finns upprättad, skedde senast 2005.

4.2 Provfiske med bottentrål

Antalet fångade arter under provtrålingarna har ökat i både recipient- och referensområdet sedan trålingarna startade. Flera av de arter som studerats närmare visar en ökning av abundansen i recipienten men inte i referensen. Att artantal och förekomst av vissa arter ökar i recipienten kan möjligen bero på tillförseln av organiskt material via utsläppstuben till området runt denna. Detta kan stimulera den biologiska produktionen och öka födomängden för fisk, med en attraktion till området som följd. Att tuben även kan utgöra ett mindre konstgjort rev skulle också kunna vara positivt för fisk.

Sett till den senaste tioårsperioden är det fler arter vars förekomst har minskat än ökat, och främst gäller det bottenlevande arter. Detta kan bero på naturliga fluktuationer i fisksamhället men kan också vara en indikation på att något skett som påverkar bottenlevande fisk negativt. Det är också möjligt att det finns samband med omgivningsfaktorer. Vädret har varit ogynnsamt (blåsig) under de senare årens fiske vilket kan ha påverkat resultaten från provtagningen.

För flera av de arter där abundansen har ökat, till exempel svart smörbult, fjärsing och kolja, skedde ökningen framförallt under 2000-talet. Någon entydig förklaring till denna utveckling, vid sidan av en attraktion till påverkansområdet, är svår att finna. Möjligen kan utvecklingen mot ett varmare klimat (Moksnes *et al.*, 2010) ha bidragit till förändringen, vilket dock inte skulle förklara utvecklingen för de arter som endast ökat i recipientområdet. Rötsimpan har haft en intressant utveckling, då den har minskat i referensområdet parallellt med en ökning i recipienten. Det skulle kunna tyda på en starkt positiv effekt i recipientområdet på denna art. Det kan exempelvis vara ökningen av näringsämnen i vattnet som varit gynnsam. Enligt de undersökningar som gjorts hittills tyder resultaten på att Södra Cell Värö inte har haft en negativ påverkan på fiskbeståndet, utan snarare en positiv påverkan på vissa arters utveckling.

Fångsten vid trålningen har till stor del bestått av ungfisk. Detta beror troligtvis på att de områden som fiskats, både recipient och referens, fungerar som bra uppväxtplatser för ungfisk av flera arter. Att så få stora individer fångats kan också bero på trålningsmetoden, genom att trålen rör sig för långsamt över botten för att fånga de stora individerna. Ett byte av fartyg mellan 2009 och 2010 kan möjligen ha haft en effekt på resultatet av undersökningarna under de senaste åren.

Det finns flera sjukdomssymptom hos fisk som har kopplats till pappersindustrin, som skelettdefekter och fenröta (Thulin *et al.*, 1989). Dessa förekommer, men någon tendens att de skulle vara vanligare i det påverkade området än i referensområdet kunde inte ses under 2012.

4.3 Dokumentation av utsläppstub och omgivande botten

Under årets dokumentation syntes inga vita syrefria fläckar på botten runt tuben. Syrebrist har observerats på samma plats tidigare, men framtiden får utvisa om den förbättrade situationen vid besöket 2012 var av tillfällig natur eller inte. Undervattensfilmningen fördröjdes fram till sent i november eftersom det var för blåsigt i september och oktober. Detta kan möjligen förklara de förbättrade bottenförhållandena. De partier av botten som inte bestod av fin sand- och sedimentbotten utgjordes huvudsakligen av botten täckt av musselskal på liknande sätt som under tidigare år. Dokumentationen 2012 visade ett stort antal utfällda havsnejlikor fastsittande på tuben och dess fundament. När dessa är utvecklade och utfällda för att filtrera det omgivande vattnet framstår de som nästan som heltäckande skogar i motsats till då de drar in sig och enbart framstår som geleartade klumpar. Därför är det möjligt att man underskattar antalet havsnejlikor när de inte är utfällda.



Kräftrålarer Miranda Marie användes vid provfisketrålningen utanför Värö. Foto: Björn Fagerholm.

5 Referenser

- ICES (2013). Report of the 2012 Session of the Joint EIFAAC/ICES Working Group on Eels. ICES Advisory Committee. ICES CM 2012/ACOM:18. 828 s.
- Moksnes, P-O., Elfving T., Tobiasson S. och Wikner J. (2010). Havsmiljöns tillstånd ur miljömålsperspektiv. HAVET 2010, 6–10.
- Neuman, E. (1977). Fiskeriundersökningar vid Väröhalvön. Statens Naturvårdsverk. Opubl. Rapport. SNV, 18 s.
- Thoresson, G. (1992). Handbok för kustundersökningar. Recipientkontroll. Kustrapport 1992:4. Fiskeriverket, 88 s.
- Thulin J., Höglund J. & Lindesjö E. (1989). Fisksjukdomar i kustvatten. Naturvårdsverket, 126 s.
- Thörnqvist, S. (2001). Biologisk recipientkontroll vid Värö Bruk. Årsrapport för 2000. Fiskeriverket, Kustlaboratoriet. Opubl. rapport. 12 s.

