



Aqua reports 2014:3

Biologisk recipientkontroll vid Södra Cell Värö

Årsrapport för 2013

Peter Ljungberg, Björn Fagerholm



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för akvatiska resurser

Biologisk recipientkontroll vid Södra Cell Värö. Årsrapport för 2013.
Peter Ljungberg, Björn Fagerholm.

februari 2014
SLU, Institutionen för akvatiska resurser.
Kustlaboratoriet, Skolgatan 6, 742 42 Öregrund

Aqua reports 2014:3
ISBN: 978-91-576-9210-8 (elektronisk version)

Vid citering uppge: Ljungberg, P., Fagerholm, B. (2014). Biologisk recipientkontroll vid Södra Cell Värö. Årsrapport för 2013. Aqua reports 2014:3. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. 32 s.

Rapporten kan laddas ned från:
<http://www.slu.se/aquareports>

Adress:
SLU, Institutionen för akvatiska resurser
Skolgatan 6, 742 42 Öregrund

E-post: Peter.Ljungberg@slu.se
Björn.Fagerholm@slu.se

Rapportens innehåll har granskats av:
Thomas Axenrot, SLU, Institutionen för akvatiska resurser, Sötvattenslaboratoriet
Mattias Sköld, SLU, Institutionen för akvatiska resurser, Havsfiskelaboratoriet

Ansvarig utgivare: Magnus Appelberg, SLU.

Finansiärer:
Södra Cell AB, Södra Cell Värö

Framsida: Trålfångst skarpsill. Foto: Björn Fagerholm.

Baksida: Glasål från ålinsamlaren släpps tillbaka i Viskan. Foto: Björn Fagerholm.

Sammanfattning

Sedan 1983 övervakas fisksamhället utanför pappersmassafabriken Södra Cell Värö. Undersökningarna utförs genom provfiske med bottentrål i det havsområde där processvattnet strömmar ut (recipient). För att kunna göra relevanta tidsserieanalyser utförs även motsvarande provtagning i ett opåverkat område (referens).

Årets fångst har främst dominerats av unga individer av olika torsk- och plattfiskarter. De vanligaste förekommande arterna i fisket är sandskädda och vitling. Flera av arterna har visat stigande antal sedan provtagningarna startade, särskilt i recipienten. Fjärsing, tungevar, svart smörbult, simkrabba och krabba har ökat i båda områdena. Kolja och slätvar har ökat i recipienten, men ingen trend har kunnat urskiljas i referensområdet för dessa arter. Till de arter som minskat i antal hör rödspätta och bergtunga, som båda visar en nedåtgående trend i referensområdet. Sett till den senaste tioårsperioden har torsk och rödspätta minskat i båda områdena. Sedan provfiskets början har artrikedomen ökat i båda områdena. Undersökningarna kunde inte påvisa någon negativ effekt på fisk till följd av Södra Cell Värös utsläpp.

Uppvandringen av ålyngel i Viskan har dokumenterats med hjälp av fällor i åmynningen sedan 1971. Även om fångsten under säsongen 2013 var den högsta på åtta år så har det skett en stark nedgång i uppvandringen av ål sedan mitten av sjuttioalet. Nedgången i Viskan har följt de trender som setts på andra platser i Europa och den bedöms inte ha något samband med verksamheten vid Södra Cell Värö.

För att undersöka bottenförhållandena och djurlivet 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 tydliga tecken på syrebrist i årets filmning och djurlivet var inte förändrat jämfört med tidigare år.

Summary

The impact by the Södra Cell Värö pulp mill on the local fish community has been monitored since 1983. The waste water discharge area along with an undisturbed reference area is annually surveyed using bottom trawl.

The catch is dominated by juvenile individuals of several gadioid (*Gadidae*) and flatfish (*Pleuronectidae*) species. The most common species in the survey are dab (*Limanda limanda*) and whiting (*Merlangius merlangus*). The trend with increasing catches observed in recent years has been changed. 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 however species that have increased in both areas on a longer term. 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. Atlantic 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 emissions from Södra Cell Värö.

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, whereas the recorded number of eels sampled during 2013 was the highest in eight years. The decline has followed trends seen elsewhere in northern Europe and is not believed to have any correlation with the activities at Södra Cell Värö.

The area next to the outlet tube has been filmed every fall with an ROV (remotely operated underwater vehicle) in order to investigate the sediment conditions and the surrounding animal life. The seabed close to the tube showed no obvious sign of hypoxia in this year's filming and the animal life was normal.

Innehåll

1 Inledning	1
2 Material och metoder	3
2.1 Uppvandring av ålyngel i Viskan	3
2.2 Provfiske med bottentrål	4
2.3 Dokumentation av utsläppstub och omgivande bottnar	5
3 Resultat	6
3.1 Uppvandring av ålyngel i Viskan	6
3.2 Provfiske med bottentrål	7
3.3 Dokumentation av utsläppstub och omgivande bottnar	18
4 Diskussion	22
4.1 Uppvandring av ålyngel 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 svarar för och genomför delar av recipientkontrollen för cellulosaindustrin Södra Cell Värö (figur 1). Kontrollerna initierades 1971 med syftet att bedöma vilken effekt anläggningens drift har på fisksamhället i recipientområdet. Kontrollprogrammets innehåll och inriktning fastställts av Länsstyrelsen i Halland och gäller från den 1 januari 1991. Resultaten av undersökningarna redovisas genom årliga rapporter.

Södra Cell Värö använder 90 000 m³ vatten från Viskan varje dag. Processvattnet släpps ut i havet via en fyra kilometer lång utsläppstub, som på de sista 750 meterna är försedd med diffusordysor för att sprida ut utsläppet. Utsläppet sker på ett vattendjup mellan 15 och 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 och passerar sedimentationsbassänger innan det går ut i tuben. Resterande 20 000 m³ kommer främst från massafabrikens blekeri. Därefter går vattnet vidare i en biologisk reningsprocess där TOC (totalt organiskt kol) reduceras med ca 70%, och där även kväve och fosfor binds innan det släpps ut tillsammans med övrigt processvatten i stora sedimentationsbassänger. Där fångas träfibrer upp för att gå till slamhantering. Efter sedimentationsbassängerna når vattnet slutligen havet via tuben.

I utsläppet kan det finnas en del löst EDTA (etylendiamintetraättiksyra). Det finns inte några villkor för detta ämne då det förekommer i små mängder och inte anses påverka miljön. De parametrar som mäts och följs upp av tillsynsmyndighet är TOC, 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. Sedan klorblekningen upphörde 1993 så är det troligen tillförseln av gödande ämnen och dess följdverkningar som har potentiellt negativ påverkan på fisken.

¹ Personlig kommunikation: Knut Omholt (knut.omholt@sodra.com), 2012-04-12.



Figur 1. Översiktskarta med fiske- och provtagningslokaler.

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

Denna rapport redovisar tillståndet i recipienten med avseende på fisksamhället där utsläppsvattnet från Södra Cell Värö rinner ut, hur denna 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.

2 Material och metoder

2.1 Uppvandring av ålyngel i Viskan

Uppvandring av ålyngel i Viskan kontrolleras med hjälp av fyra ålyngelledare i Södra Cell Värös dammanläggning i Viskans mynning. Ledarna är belägna utmed strandkanterna, på vardera sidan utmed Viskans två mynningsarmar. Varje ledare består av en sju till åtta meter lång ränna genom dammvallen. Rännans ena ände mynnar i havet cirka en 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).

Behållarna (ålyngelsamlarna) töms åtminstone två gånger i veckan 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



Glasål.
Foto: Björn Fagerholm



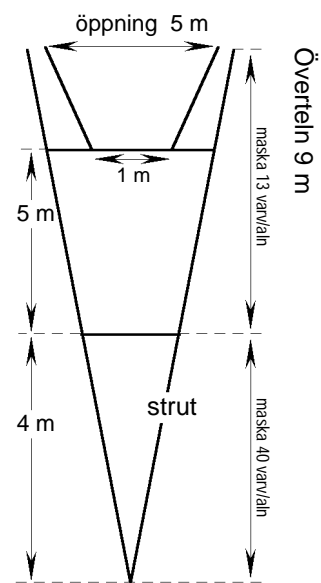
Ålyngelledare
Foto: Björn Fagerholm

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 de större sjöarna inom Viskans tillrinningsområde, i enlighet med Viskans ålplan.

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

För att ge en uppfattning om fisksamhällets tillstånd i recipienten initierades 1983 årliga undersökningar med bottentrål (Thoresson 1992). Tre år senare fastställdes ett program som omfattade trålningar i september med standardiserad bottentrål i Södra Cell Värös recipient samt i ett referensområde (figur 1 och 2). Recipienten är lokaliserad till avloppstubens mynningsområde och referensen är belägen cirka 15 kilometer norrut, väster om Ustö (figur 1). Djupet där trålningarna genomförs är 18 till 24 meter i recipienten och 24 till 28 meter i referensen. 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 och med en fart av två knop. Trålningen upprepas under tio dagar, varannan dag i vardera området, med fem tråldrag per område. Det ger totalt fem dagars trålning och



Bottentrål, måttuppgifter

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

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. Även yttre synliga sjukdomssymptom kontrolleras och registreras (Thulin *et al.* 1989).

Beräkningarna har utförts i Microsoft Office XP Excel 2010 samt statistikprogrammet IBM SPSS Statistics 20 för Windows och R för Mac. För alla beräkningar har signifikansnivån 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 mellan recipient och referens har en ANOVA-analys använts. För att jämföra om utvecklingen över tid är olika i de två områdena har en ANCOVA-analys använts. I analyser där kraven på normalfördelning eller homogen varians inte uppfyllts har värdena transformerats. I de fall dessa krav ändå inte uppfyllts genom logaritmering, har ett enklare test använts, ett icke-parametriskt Mann-Whitney U-test. 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 i bilagor och anges endast i texten då de inte förekommer på annan plats.

2.3 Dokumentation av utsläppstub och omgivande botten

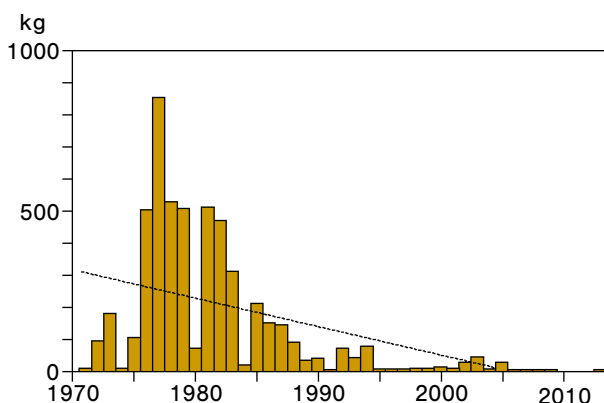
Varje år filmas utsläppstuben och havsbotten i tubens närhet för att kontrollera synbara effekter av Södra Cell Värös utsläpp (Thoreson 1992). Kontrollen genomförs vid ett tillfälle varje år med hjälp av en undervattensfarkost, en så kallad sjöuggla. Tuben och omgivande botten filmades vid två tillfällen, den 14 oktober och 6 november i cirka 60 minuter. Bottenförhållanden och djurliv runt tuben granskades och eventuella tecken på påverkan noterades. Resultaten bygger enbart på en visuell tolkning av filmen och jämförelser med tidigare års filmer.

3 Resultat

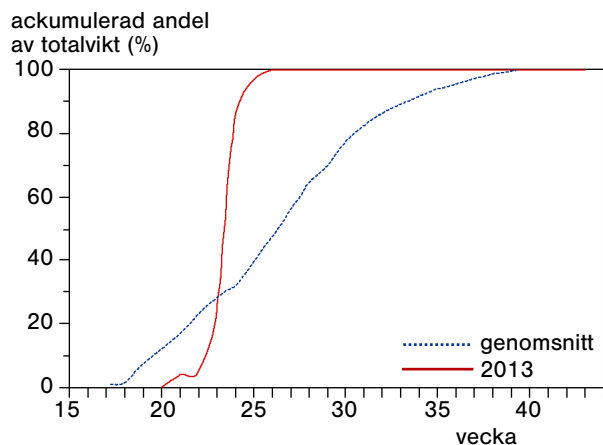
3.1 Uppvandring av ålyngel i Viskan

Under provtagningsperioden 2013, som pågick från mitten av maj till slutet av augusti, insamlades totalt ca 3 650 gram uppvandrande ålyngel (figur 3). Efter tre år med totalfångster under 50 gram innebar ålförekomsten 2013 en viss ökning, men på en fortsatt historiskt låg nivå. Sedan provtagningen påbörjades 1971 ses en kraftigt minskande trend². I enlighet med Viskans ålplan utplanterades 3,1 kilo ålyngel från den totala fångsten uppströms sjöarna Fävren och Mäsen inom Viskans vattensystem.

Under 2013 fångades merparten av ålynglen under en relativt snäv tidsperiod under början av juni månad. Detta innebar att glasålens uppvandring både startade senare och upphörde tidigare än genomsnittligt för perioden 1980–2013 (figur 4).

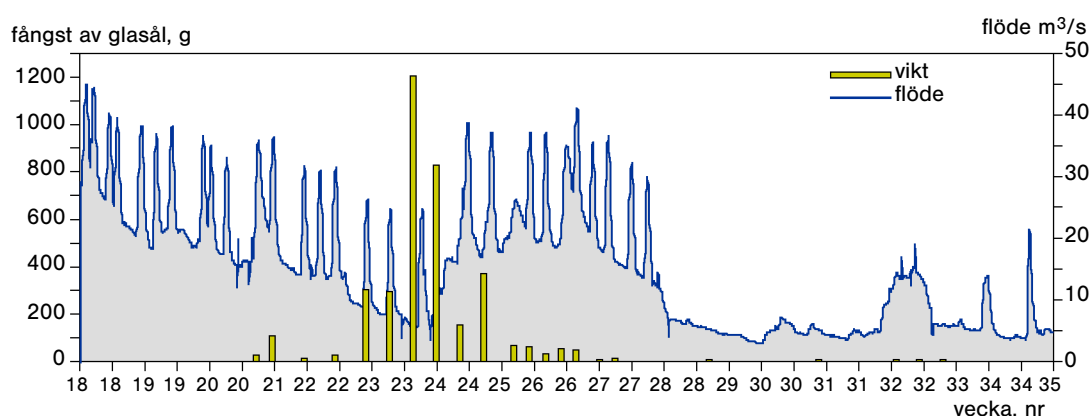


Figur 3. Totalvikt av ålyngel insamlade i Viskans mynning 1971–2013. Linjen anger signifikant trend över tid.



Figur 4 a. Kumulativa totalvikter (%) per vecka i Viskan för ålyngelfångsterna i relation till genomsnittet för insamlingsperioden 1980–2013 (1981 års data finns ej med).

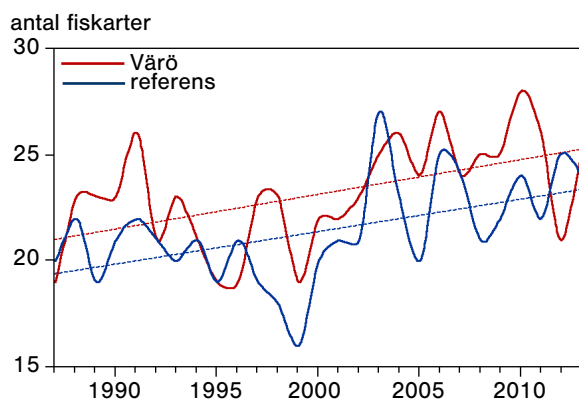
² Linjär regression 1971–2013: $p < 0,001$, $R^2 = 0,31$.



Figur 4 b. Förekomst av glasål (gram) i relation till vattenflödet flöde vid Åsbro i Viskan vecka 18–35, 2013.

3.2 Provfiske med bottentrål

Under 2013 genomfördes 25 tråldrag (ansträngningar) inom varje område. Totalt fångades 27 olika fiskarter och åtta olika arter av ryggradslösa djur (evertebrater). I recipientområdet (Värö) fångades 25 olika fiskarter, vilket var en mer än i referensområdet (tabell 1, bilaga 1 och 2). Antalet fångade fiskar uppgick till 15 782 och av dessa fångades 5 302 (39 procent) i recipientområdet. Antalet arter som fångats varje år visar en statistiskt signifikant ökning för både recipienten och referensen sedan trålfisket startade 1983 (tabell 1). Även om man bortser från de första åren, fram till 1987, då färre tråldrag gjordes, så har artantalet ökat i båda områdena (figur 5). Sett till den senaste tioårsperioden har dock antalet arter varit stabilt i båda områdena och artantalet skiljer sig inte mellan områdena (tabell 1).



Figur 5. Antalet observerade fiskarter i trålfisket 1987–2013. Streckad linje visar signifikant linjär trend över tid.

Tabell 1. Antal individer i genomsnitt per tråldrag om 20 minuter under 2013 och i medeltal för hela undersökningsperioden och för de senaste tio åren, i recipientområdet Värö och i referensområdet Ustö. Arterna är sorterade efter hur vanligt förekommande de varit i recipienten. 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.

FISKAR	VÄRÖ (recipient)					USTÖ (referens)				
	2013	medel 1983- 2013	trend	medel 2004- 2013	trend	2013	medel 1983- 2013	trend	medel 2004- 2013	trend
sandskädda	157,9	239,0	ns	300,1	-**	256,2	325,4	ns	292,1	ns
vitling	37,5	52,3	ns	46,2	-*	70,7	72,3	ns	71,9	ns
rödspotta	11,4	21,9	ns	27,6	-*	9,8	20,4	-**	11,9	-**
kolja	2,6	12,7	+**	29,5	ns	0,0	9,2	ns	3,4	ns
torsk	1,5	6,0	ns	4,2	-*	0,2	5,5	-**	2,3	-*
fjärsing	15,6	5,7	+***	15,8	ns	3,5	1,4	+***	3,8	ns
knot	6,0	4,6	ns	6,7	-**	1,0	3,9	ns	4,2	ns
rötsimpa	2,9	3,5	+*	4,1	ns	5,7	4,3	-***	2,3	ns
tagmakrill	0,2	3,1	ns	2,7	ns	0,1	0,9	+*	1,5	ns
randig sjöcock	2,8	2,5	ns	4,1	-*	0,1	0,5	ns	0,3	-*
lerskädda	1,8	1,9	ns	2,0	-**	6,0	6,8	ns	6,1	ns
tungevar	1,2	1,0	+***	3,0	ns	0,8	0,5	+***	1,4	ns
piggvar	0,4	0,9	-**	0,6	ns	0,1	0,1	ns	<0,1	ns
slätvar	1,4	0,8	+**	1,5	ns	0,7	0,4	ns	0,6	ns
skäggsimpa	0,5	0,6	ns	0,8	ns		<0,1	ns	<0,1	ns
skarpsill	0,0	0,6	ns	0,6	ns	21,5	4,4	ns	8,9	ns
småvar		0,5	ns	0,3	ns		0,2	ns	0,1	-*
bergtung	0,1	0,5	ns	0,4	ns	<0,1	0,7	-***	<0,1	ns
skrubbskädda	1,1	0,4	ns	0,4	ns	0,4	0,5	ns	0,4	ns
kummel	0,5	0,4	ns	0,8	ns	5,7	1,7	ns	2,1	ns
sill	<0,1	0,3	ns	0,1	ns	0,1	0,9	ns	0,5	ns
svart smörbult	0,4	0,3	+***	0,8	ns	2,3	1,6	+***	4,2	ns
äkta tunga	0,1	0,2	ns	0,2	ns	<0,1	0,1	ns	0,1	ns
skärsnultra		0,2	-*	<0,1	ns		<0,1	ns	<0,1	ns
gulstrimmig mullus		0,1	ns	<0,1	ns		<0,1	ns	<0,1	ns
ansjovis		<0,1	ns	<0,1	ns		<0,1	ns	<0,1	ns
berggylta		<0,1	ns				<0,1	-*		
bergvar		<0,1	ns	<0,1	ns		<0,1	ns		
femtömmad skärlånga		<0,1	ns				<0,1	ns		
fenknot	0,1	<0,1	+*	0,1	ns		<0,1	ns	<0,1	ns
fläckig sjöcock	<0,1	<0,1	ns	<0,1	ns	0,1	<0,1	+***	<0,1	ns
gråsej		<0,1	ns	<0,1	ns		<0,1	ns	<0,1	ns
grässnultra		<0,1	ns	<0,1	ns					
havskatt		<0,1	ns	<0,1	ns	<0,1	<0,1	ns	<0,1	ns
lyrtorsk		<0,1	ns							
långa		<0,1	ns	<0,1	ns		<0,1	ns	<0,1	ns
mokrill		<0,1	ns	<0,1	ns		<0,1	ns	<0,1	ns
marulk		<0,1	ns				<0,1	ns		
oxsimpa	<0,1	<0,1	+*	<0,1	ns					
paddtorsk		<0,1	ns							
pigghaj		<0,1	ns	<0,1	ns		0,1	ns	0,2	ns
sandstubb		<0,1	ns	<0,1	ns	0,1	<0,1	+**	0,1	ns
sjurygg		<0,1	ns	0,1	ns					
småfläckig rödhaj		<0,1	ns							
småtunga		<0,1	+*	0,1	ns					

Tabell 1. (Forts.)

	VÄRÖ (recipient)					USTÖ (referens)				
	2013	medel 1983- 2013	trend	medel 2004- 2013	trend	2013	medel 1983- 2013	trend	medel 2004- 2013	trend
spetsstjärtad smörbult		<0,1	ns	<0,1	ns		<0,1	ns	<0,1	ns
stensnultra		<0,1	ns							
tobis (kust-/havs-)		<0,1	ns	<0,1	ns					
tånglake		<0,1	ns							
gulål						<0,1	ns			
klarbult						<0,1	ns	<0,1	ns	
knaggrocka						<0,1	ns	<0,1	ns	
lerstubb						<0,1	ns	<0,1	ns	
spetsjärtat långebarn						<0,1	ns			
totalt antal fiskar	246,0	360,1	ns	453,0	-**	385,2	461,6	ns	418,4	ns
antal fiskarter	25	22,2	+***	25,1	ns	24	20,4	+***	23,0	ns
EVERTEBRATER										
simkrabba obestämd	45,8	20,3	+**	35,1	ns	37,2	14,5	+***	24,2	ns
eremitkräfta	1,8	5,1	ns	5,5	ns	3,4	9,9	ns	10,7	-**
strandkrabba	7,6	3,7	+*	6,1	ns	1,1	0,5	ns	0,9	ns
krabba	4,2	1,2	+***	2,3	ns	1,6	0,5	+**	0,9	ns
maskeringskrabba		0,5	ns	0,3	-*	0,3	0,4	ns	0,3	ns
bläckfisk obestämd	0,2	0,1	ns	0,1	ns		0,3	ns	0,5	ns
havskräfta		<0,1	ns	<0,1	-*		0,1	+*	0,2	ns
hummer		<0,1	ns	<0,1	ns		<0,1	+*	<0,1	ns
Loligo subulata						0,0	<0,1	ns	<0,1	ns
nordisk kalmar							<0,1	ns	<0,1	ns
sandräka							<0,1	ns	<0,1	-*
totalt antal evertebrater	59,5	28,4	+***	49,5	ns	43,6	21,3	+**	37,7	ns
antal evertebratarter	5,0	5,7	+*	6,4	ns	6,0	5,4	+**	7,1	ns
antal arter totalt	30	27,8		31,5		30	25,8		30,1	

Den totala mängden fisk i recipientområdet har legat på en stabil nivå sedan undersökningarna startade, men visar på en minskande trend sett till den senaste tioårsperioden (tabell 1). För referensområdet (Ustö) har abundansen varit stabil både sedan undersökningen startade och den senaste tioårsperioden (tabell 1).

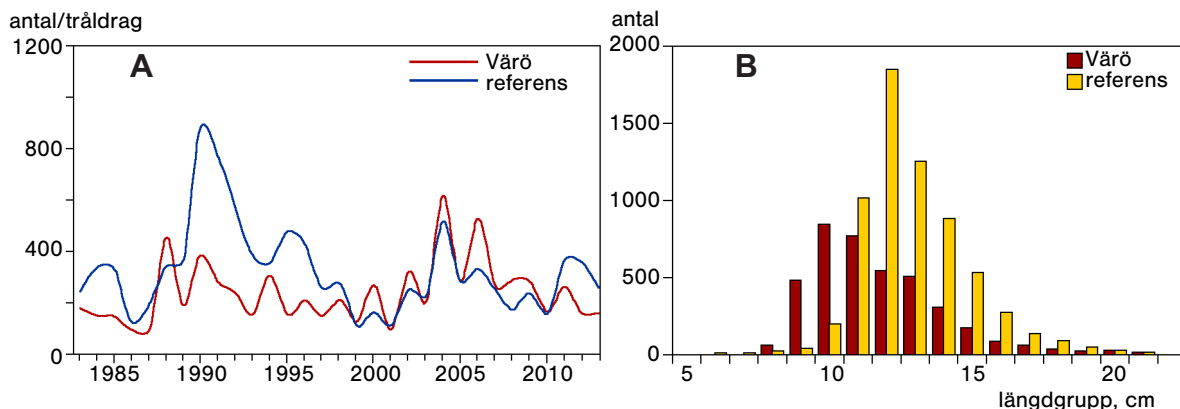
Av ryggradslösa djur fångades under 2013 fler arter, men färre individer, i referensområdet än i recipientområdet (tabell 1). Då de fångade bläckfiskarna är små (6–7 cm) och har svår systematik förblev samtliga av de totalt fyra fångade individerna obestämda med avseende på art. Abundansen av ryggradslösa djur visar en ökande trend i båda områdena, sett över hela undersökningsperioden, men har legat stabilt under den senaste tioårsperioden (tabell 1).

3.2.1 De vanligaste fiskarterna i trålfisket

Sandskädda utgjorde som oftast den största andelen av fångsten och stod för 66 procent av det totala antalet fiskar i de båda undersökningsområdena. Den därefter vanligaste arten, vitling, stod för sammanlagt 17 procent av fiskarna i fångsten. De återstående tre vanligaste arterna, skarpsill, rödspätta och fjärsing, utgjorde tillsammans 10 procent av mängden fiskar. Torsk hörde fram till 2006 till de vanligast förekommande arterna, men utgjorde 2013 endast 0,03 procent av den totala mängden fångad fisk.

3.2.1.1 Sandskädda

Sandskädda har varit den mest talrika arten i fångsten allt sedan undersökningarna påbörjades 1983 (bilaga 1 & 2). En anledning till detta är att bottenarna på bägge lokalerna främst består av lera och fin sand, vilket utgör ett utmärkt habitat för arten. Utvecklingen i de två områdena skiljer sig inte över tiden. Däremot visar arten på en negativ trend i recipienten under den senaste tioårsperioden (tabell 1). Sedan 2011 har fler sandskäddor fångats i referensområdet än i recipientområdet³. I fisket representerades sandskäddan nästan uteslutande av förhållandevis små och därmed unga individer. Likväl finns en storleksskillnad mellan individer från de två lokalerna, där referensområdet visar sig hysa större fiskar⁴.



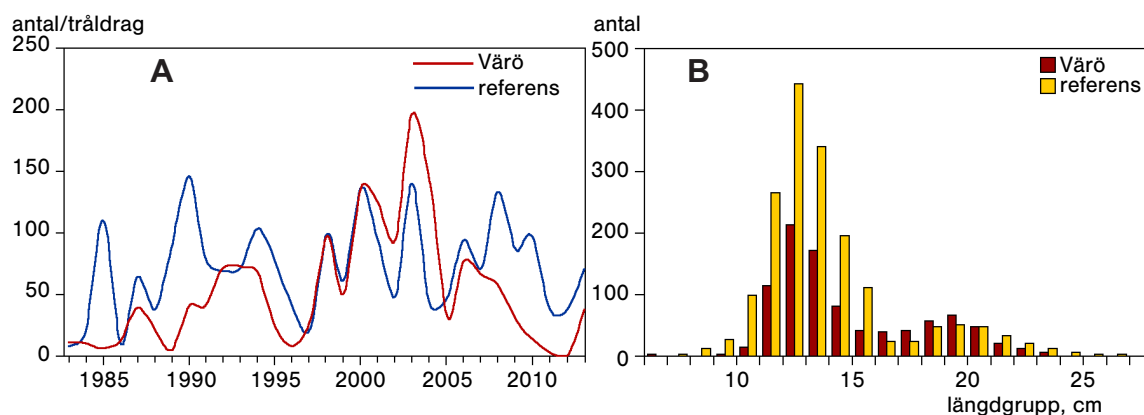
Figur 6. A) Fångst av sandskädda per tråldrag om 20 minuter åren 1983–2013. B) Storleksfördelning hos den totala fångsten i respektive område under 2013.

³ Kovariansanalys ANCOVA (år*område) 1983–2013: $F_{1,58}=5,22$ $p=0,026$.

⁴ Mann-Whitney U-test $W=5296808$, $p<0,001$.

3.2.1.2 Vitling

Fångsten av vitling har fluktuerat kraftigt mellan åren allt sedan undersökningarna startade 1983 (figur 7). Från en bottennotering 2012 tycks populationen återhämtat sig och fångsten 2013 var större i såväl recipient som referens. Sett till den senaste tioårsperioden har vitlingen minskat i recipienten (tabell 1). Trots nedgången i recipienten under senare år skiljer sig inte utvecklingen signifikant mellan de två områdena sett till hela tidsperioden. Vitlingens längdfördelning ger två toppar, vilket syns med störst tydlighet i referensområdet, en vid 12 cm och en vid 19 cm. Det fanns en skillnad under 2013 i medellängden hos individerna mellan de två områdena⁵.



Figur 7. A) Fångst av vitling per tråldrag om 20 minuter, 1983–2013.

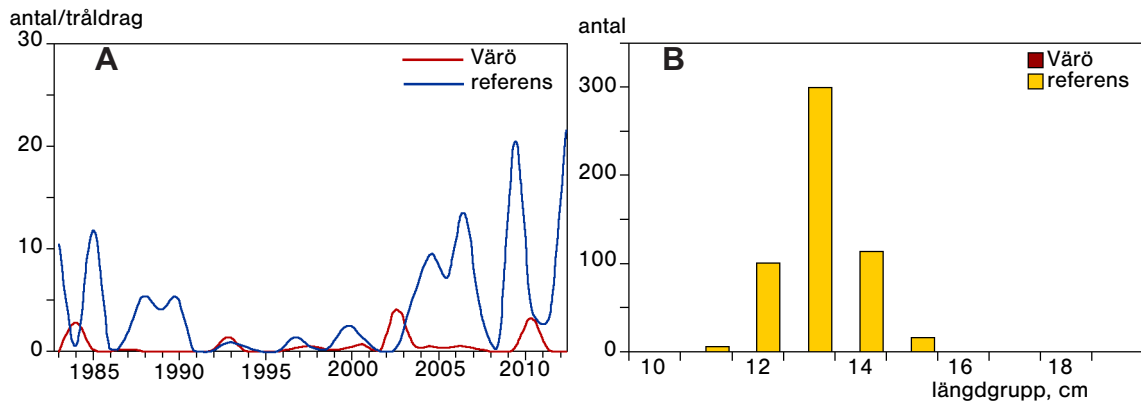
B) Storleksfördelning hos den totala fångsten i respektive område under 2013.

3.2.1.3 Skarpsill

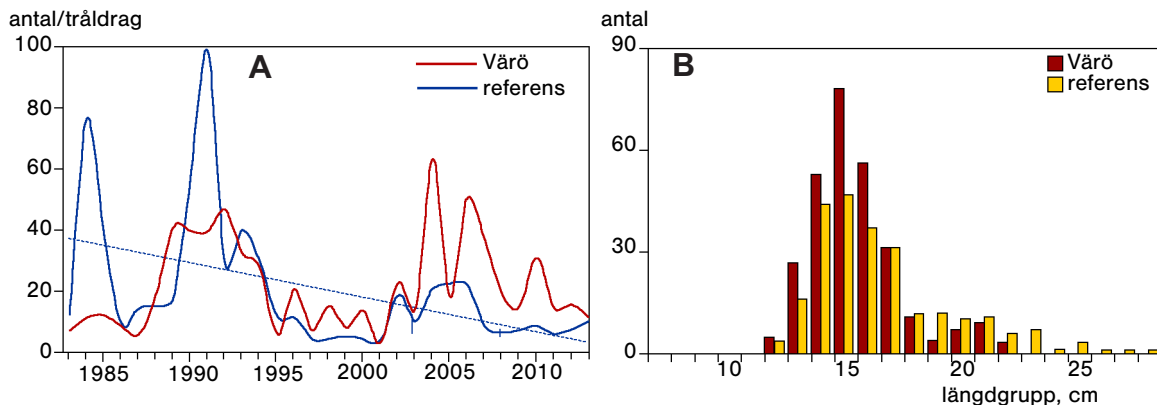
Skarpsill hade den tredje högsta abundansen vid 2013 års provtagning, uteslutande drivet av fångster i referensområdet (figur 8). Från att under större delen av 1990-talet enbart förekommet i enstaka exemplar tycks antalet ha ökat sedan början av 2000-talet, framför allt i referensområdet. Trots stigande fångster så finns ingen signifikant trend över tid för något av områdena, vare sig sedan starten 1983 eller det senaste decenniet (tabell 1). Däremot har fångsten varit signifikant större i referensområdet⁶. På grund av det låga antalet fångade skarpsillar från recipienten kunde inte skillnader i medellängd analyseras.

⁵ Mann-Whitney U-test $W=971627$, $p<0,001$.

⁶ Mann-Whitney U-test $W=210$, $p<0,001$.



Figur 8. A) Fångst av skarpsill per tråldrag om 20 minuter, 1983–2013. B) Storleksfördelning hos den totala fångsten i respektive område under 2013.



Figur 9. A) Fångst av rödspätta per tråldrag om 20 minuter, 1983–2013. Rät linje anger linjär trend över tid. B) Storleksfördelning hos den totala fångsten i respektive område under 2013.

3.2.1.4 Rödspätta

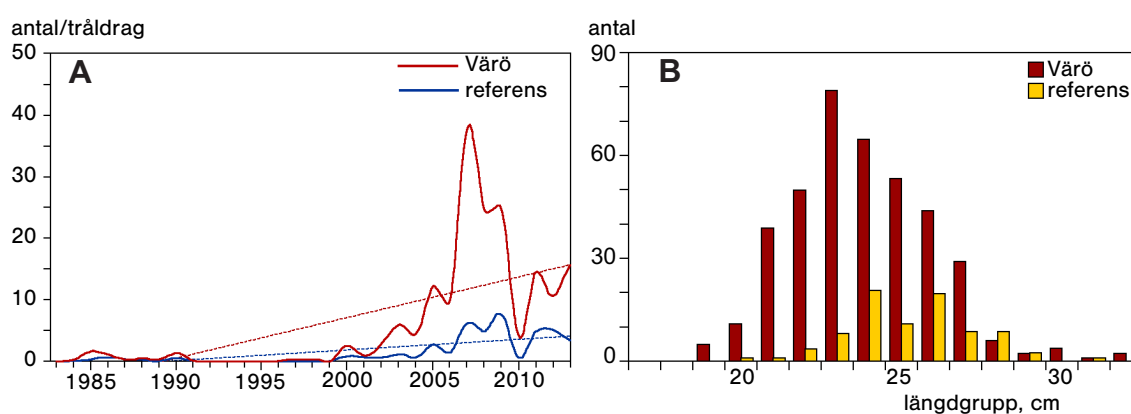
Fångsten av rödspätta har uppvisat periodvisa fluktuationer på båda lokalerna (figur 9). Fångsten har utvecklats olika i de två områdena över tiden⁷. I recipientområdet kan ingen trend urskiljas sedan trålningen startade. I referensområdet däremot, har fångsten av rödspätta minskat över tiden (tabell 1, figur 9). Liksom hos sandskädda fanns det en stor dominans av unga individer i fångsten. Trots en relativt jämn storleksdistribution i de båda områdena under 2013 (figur 9 B) var rödspättor från referensområdet större än individer från recipienten⁸.

⁷ Kovariansanalys ANCOVA (år*område) 1983–2013: $F_{1,58}=6,435$ $p=0,014$, $R^2=0,107$.

⁸ Mann-Whitney U-test $W=28632$, $p<0,001$.

3.2.1.5 Fjärsing

Fångsten av fjärsing har ökat båda lokalerna sedan trålningarna startade, huvudsakligen drivet av en ökning i abundansen sedan början av 2000-talet (tabell 1, figur 10). Mängden fångad fjärsing har varit större i recipienten än i referensområdet⁹. Även medellängden av fjärsing i fångsten 2013 skilde sig mellan lokalerna, med större individer fångade i referensområdet¹⁰.



Figur 10. A) Fångst av fjärsing per tråldrag om 20 minuter, 1983–2013. Råta linjer anger linjär trend över tid. B) Storleksfördelning hos den totala fångsten i respektive område under 2013.

3.2.1.6 Torsk

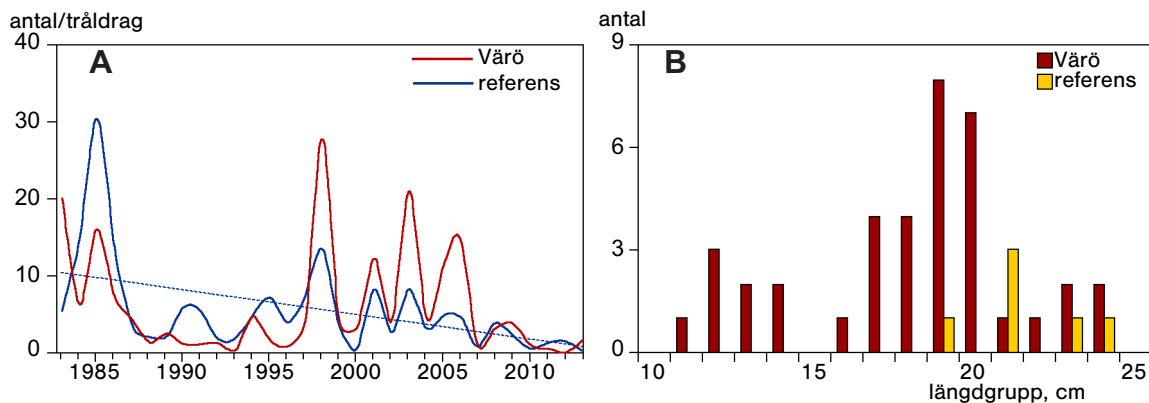
Sedan slutet av nittio-talet har det förekommit stora mellanårsvariationer i torskfångsten, samtidigt som fångsten har sjunkit kraftigt under de senaste sex åren (figur 11). Ingen trend kan skönjas i recipienten för hela undersökningsperioden. Däremot uppvisar den senaste tioårsperioden en negativ trend (tabell 1). I referensområdet kan negativa trender urskiljas både för hela undersökningsperioden och den senaste tioårsperioden (figur 11, tabell 1).

Torskfångsten under 2013 dominerades som tidigare av yngre individer. Större delen av fångsten utgjordes av storlekar mellan 12 och 20 centimeter, vilket indikerar att fiskarna var födda 2012 och 2013. Medellängden av torsk i fångsten 2013 var större i referensområden än i recipienten¹¹.

⁹ Mann-Whitney U-test $W=620,5$, $p=0,048$.

¹⁰ Mann-Whitney U-test $W=10561$, $p<0,001$.

¹¹ Variansanalys ANOVA: $F_{1,42}=5,81$, $p=0,020$.



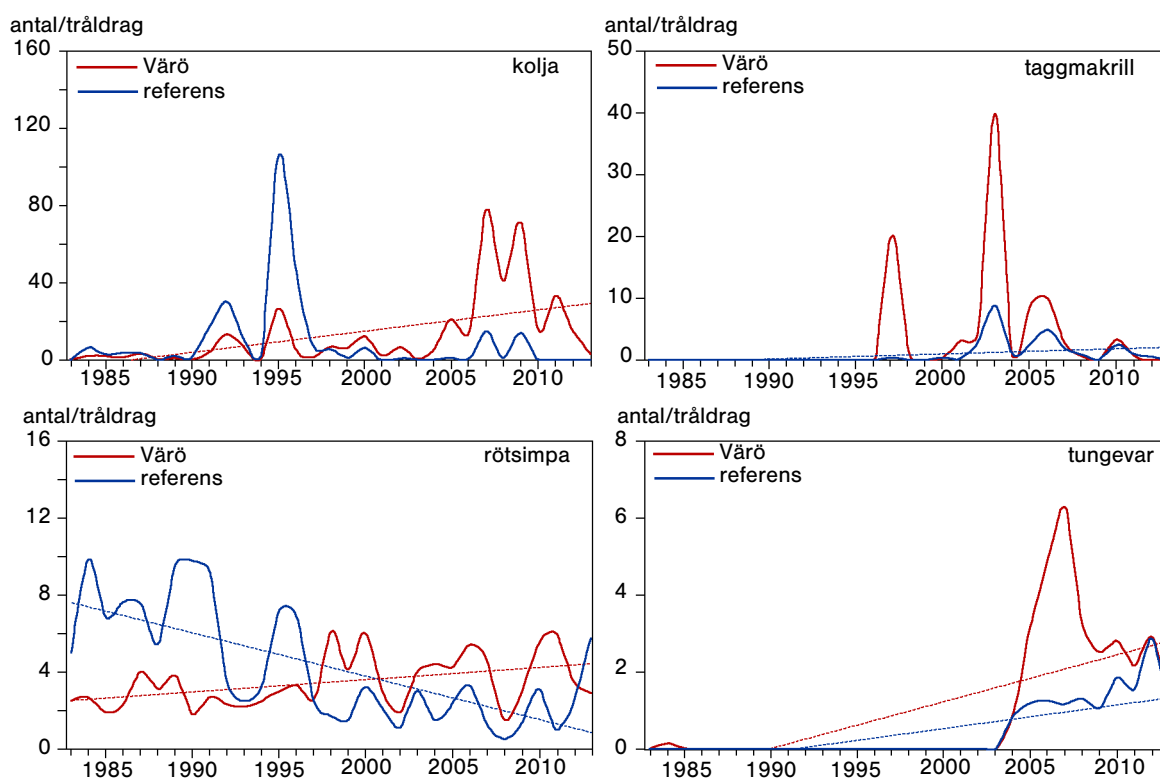
Figur 11. A) Fångst av torsk per tråldrag om 20 minuter, 1983–2013. Rät linje anger trend över tid. B) Storleksfördelning hos den totala fångsten i respektive område under 2013.

3.2.1.7 Övriga fiskarter i trålfisket

Förekomsten av flera arter har förändrats sedan provfiskena startade 1983. I recipientområdet har fångsten ökat för flera fiskarter, samtidigt med liknande utveckling för enstaka arter i referensområdet. En handfull arter, främst plattfiskar, visar på en nedåtgående långtidstrend (tabell 1). Sett till den senaste tioårsperioden visar flera, framför allt bottenlevande arter, på en vikande trend (tabell 1). Nedan redovisas resultaten för några vanligt förekommande arter samt för arter som uppvisar anmärkningsvärda förändringar.

Kolja – Fångsterna visar på stora fluktuationer mellan åren. Trenden i recipientområdet är stigande sedan provtrålningarna startade (tabell 1), medan ingen trend har kunnat urskiljas i referensområdet (tabell 1). Under det senaste decenniet har mest kolja fångats i recipientområdet (figur 12).

Taggmakrill – Innan 1997 fångades bara enstaka taggmakrillar. Sedan dess har arten blivit mer vanligt förekommande och visar på en signifikant ökning i referensområdet (figur 12). Däremot kan ingen trend påvisas för recipientområdet. Fångsten av taggmakrill skiljer sig inte mellan de två områdena.



Figur 12. Genomsnittlig fångst (antal) per tråldrag av kolja, taggmakrill, rötsimpa och tungevar i recipientområdet och referensområdet 1983–2013. Rät linje anger signifikant trend över tid.

Rötsimpa – Fångsten har minskat signifikant i referensområdet sedan trålningarna startade, medan den visar på en ökande trend i recipienten (tabell 1, figur 12).

Knot – Fångsten har fluktuerat sedan provtrålningarna startade, men skiljer sig inte mellan de båda lokalerna. Inom senaste decenniet visar fångsterna på en nedåtgående trend i recipienten, medan ingen trend kan påvisas för referensområdet (tabell 1).

Randig sjökock – Fångsten i recipientområdet har ökat tidigare, men denna trend är bruten på grund av de senaste årens låga fångster. I referensområdet ligger antalet fångade sjökockar på en låg nivå och det går inte heller här att urskilja någon trend. Däremot uppvisar båda områdena en statistiskt minskande trend under det senaste decenniet (tabell 1). Statistiskt går det inte att visa att fångsten av randig sjökock

har utvecklats olika över tid i de två områdena, men fångsten har varit högre i recipienten än i referensområdet sedan undersökningarna startade¹².

Tungevar – Efter ett flertal år med stigande fångster minskade dessa under 2013, både i recipienten och i referensen (figur 12). Trots detta visar arten på en statistiskt säkerställd uppåtgående trend i båda områdena sedan undersökningarna startade (tabell 1). Utvecklingen över tid skiljer sig inte signifikant mellan områdena¹³.

Lerskädda – Lerskäddan har varit talrikare i referensområdet än i recipientområdet¹⁴. Fångsterna har minskat under den senaste tioårsperioden i referensområdet medan någon motsvarande trend inte återfinns i recipienten (tabell 1).

Slätvar – Fångsterna ökade kraftigt i recipientområdet under åren 2006–2010. Dock har fångsterna de senaste åren varit nere på samma nivå som tidigare, men steg igen under 2013. Utvecklingen för recipienten visar en signifikant positiv trend (tabell 1). Även i referensen ökade fångsterna under de här åren, men signifikans saknas. Fångsten i recipienten har varit signifikant större än i referensområdet¹⁵.

Svart smörbult – Från att arten sällan förekom har fångsten ökat i båda områdena sedan i mitten av 1990-talet, vilket tydligt indikeras av signifikant positiva trender för både recipient och referens (tabell 1). De största fångsterna noterades 2008 och uppgick då till närmare tio fiskar per tråldrag i referensområdet. Fångsten skiljer sig inte mellan de två områdena.

Piggvar – Piggvaren har minskat i recipienten, medan ingen trend kan skönjas i referensområdet (tabell 1). Arten har varit vanligast i referensområdet¹⁶.

¹² Mann-Whitney U-test $W=822$, $p<0,001$.

¹³ Kovariansanalys ANCOVA (år*område) $_{1983-2013}$: $F_{1,58}=4,81$, $p=0,032$.

¹⁴ Kovariansanalys ANCOVA $_{1983-2013}$: $F_{1,58}=34,7$, $p<0,001$.

¹⁵ Kovariansanalys ANCOVA $_{1983-2013}$: $F_{1,58}=5,49$, $p=0,022$.

¹⁶ Mann-Whitney U-test $W=939,5$, $p<0,001$.

Bergtungor – Under perioden 1984–1996 fångades i genomsnitt 1,4 bergtungor per tråldrag, medan fångsten per tråldrag 1998–2013 bara var 0,03, motsvarande en bergtungor vart 34:e drag. Referensområdet visar på en negativ trend, medan ingen trend finns i recipienten för hela undersökningsperioden (tabell 1). Sedan 1998 har fångsterna varit större i recipientområdet, medan förhållandet tidigare oftast var det motsatta. Sett över hela perioden så skiljer inte fångsten sig åt mellan de två lokalerna.



Trålfångst.
Foto: Björn Fagerholm.

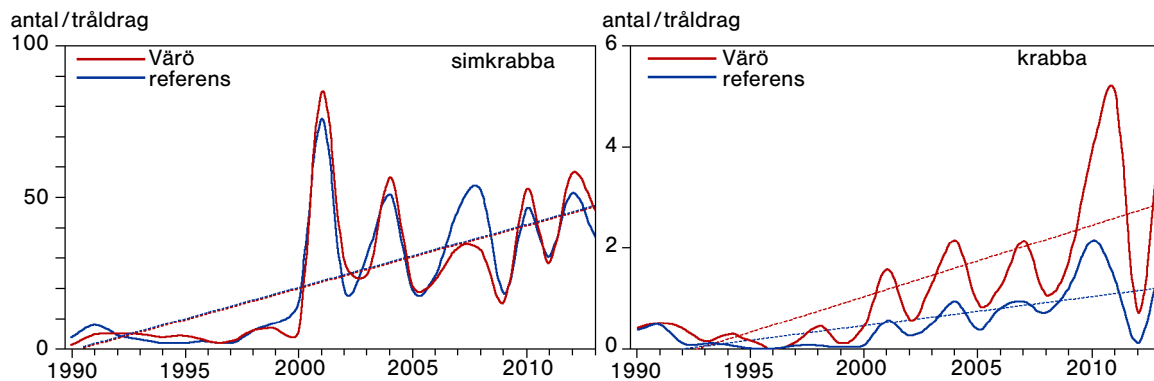


Sortering av trålfångst.
Foto: Björn Fagerholm.

3.2.2 Kräftdjur

Kräftdjuren har registrerats regelmässigt från början av 1990-talet varför beräkningarna är utförda på data mellan 1990 och 2013. Av de olika kräftdjursgrupper som fångades under trålningen 2013 dominerade simkrabbor följt av strandkrabbor (tabell 1). Fångsten av simkrabbor och krabba har ökat signifikant i båda områdena sedan trålningarna startade (tabell 1, figur 13). Den högsta noteringen av antalet simkrabbor är från år 2000, varefter fångsterna minskat och varierat på en något lägre nivå. Strandkrabba var den näst vanligaste arten bland kräftdjuren under 2013 års provtagning. Arten visar på en stigande trend i recipientområdet sedan provtagningarna startade, medan ingen trend kan skönjas för referensområdet (tabell 1). Krabba nådde en toppnotering i recipienten under 2011, med mer än fem krabbor per tråldrag och beståndsutvecklingen skiljer sig signifikant mellan recipienten och referensområdet¹⁷.

¹⁷ Kovariansanalys ANCOVA (område* år) 1990–2013: $F_{1,44}=7,28$, $p<0,01$.



Figur 13. Fångst av simkrabba och krabba under tidsperioden 1990–2013. Trendlinje anger linjär trend över tid.

3.2.3 Förekomst av yttre skador

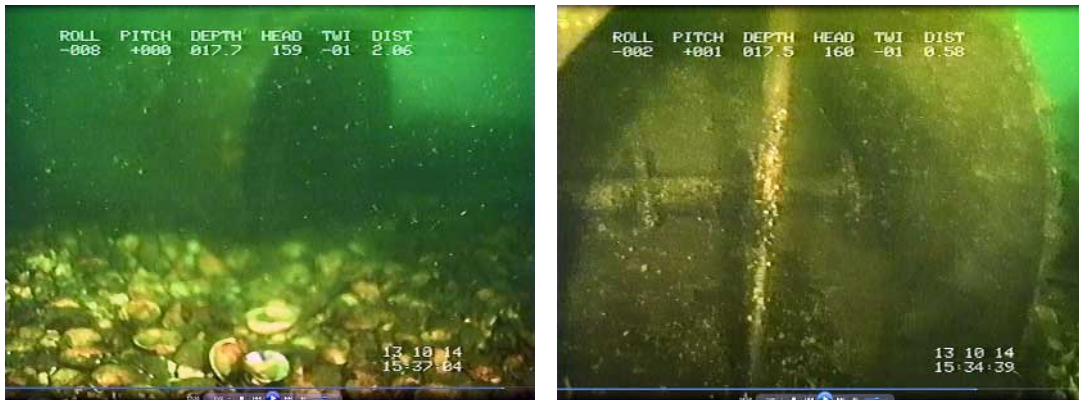
Vid provfisken noteras alltid yttre synliga sjukdomssymptom. Under fisket 2013 observerades totalt 17 fiskar (1 promille av den totala fångsten) med för ögat synliga symptom, vilket är något lägre jämfört med föregående år. Flest sjukdomssymptom hittades hos sandskädda (14 fiskar). Övriga fiskar med skador var knot, skarpsill och skrubb-skädda. Det vanligaste symptomet 2013 var tumörer av olika slag, vilket observerades hos totalt 12 fiskar. Andra symptom var fenröta, *Lymfocystis*¹⁸, ryggradsförkortning och ryggradskrökning. Av de sjuka individerna observerades tretton i referensområdet och fyra i recipientområdet.

3.3 Dokumentation av utsläppstub och omgivande botten

För att kontrollera hur utsläppet påverkar den omgivande botten filmades tubens närområde under 60 minuter med hjälp av en fjärrstyrd undervattensfarkost (sjöuggla). Filmningen påbörjades den 14 oktober, men när en träbit fastade i propellern inträffade ett motorhaveri och filmningen fick avbrytas halvvägs. Sjöugglan fick tas upp för reparation och filmningen avslutades 6 november, några veckor senare än normalt.

Tube mynnar ut vid 18 m djup och där påbörjades filmningen. Sjöugglan följde sedan tube upp till cirka 16 meters djup och vände tillbaka (figur 14). Från tube

¹⁸ *Lymfocystis* är en virussjukdom som orsakar druvliknande hudtumörer.



Figur 14. A) Värötubens mynning på 18 meters djup. Skalbotten omger mynningen.
B) Mynningen är stängd med ett spjäll.



Figur 15. A) Värötuben har ett flertal dysor utmed sidorna som sprider utsläppet jämt längs tuben. B) Skalbotten utmed tuben samt en fisk tillhörande familjen torskfiskar, troligen gråsej.



Figur 16. A) Omkringliggande mjukbotten 18 m. B) Havsnjellikor på tubens fundament samt två sorters sjöstjärna, den vanliga och den något vitare och taggigare ishavssjöstjärnan.



Figur 17. A) På botten omkring tuben fanns det gott om musselskal. B) svart sedimentet syns i den grop som en plattfisk muddrat fram.

myrning och inåt finns en mängd runda öppningar (dysor) på tubens yttersidor som fördelar utsläppet (figur 15).

Sikten var något bättre än tidigare år och det rådde en svag nordgående ström. Större delen av tuben samt dess fundament var bitvis täcka av havsnejlikor (*Metridium senile*) och blåmusslor (*Mytilus edulis*). En del djurliv rörde sig på och kring tuben, som krabbtaska, strandkrabbor och två sorters sjöstjärnor, vanlig sjöstjärna (*Asterias rubens*) och ishavssjöstjärna (*Marthasterias glacialis*) (figur 16b). Runt tuben simmade fiskarter som sjustrålig smörbult (*Gobiusculus flavescens*), stensnultra, skärsnultra, torsk och gråsej. På mjuk- och skalbotten en bit från tuben syntes olika sorters plattfisk, som skrubbskädda och sandskädda och även många strandkrabbor och eremitkräftor.

Vid filmningen in i tubens myrning syntes det att ”spjället” var stängt vilket förklarar det kraftiga utsläppet ut via dysorna (figur 14b).

Den omgivande botten längs med tuben utgjordes till stor del av jämn sand eller skalbotten och under tuben fanns rester av skal, huvudsakligen efter musslor som troligen fallit av röret eller ansamlats där på grund av vattenströmmar (figur 15b).

Söder om tuben fanns en jämnare räfflad botten med inslag av sand och/eller mjukare organiskt sediment (figur 16a). I år upptäcktes inga uppenbara vita syrefria fläckar (svavelvätebakterier).

Utanför den avslutande mynningen samt norr om tuben syntes stora områden av skalbotten liknande det vi sett tidigare år. Dessa skalbottnar ser ut att vara täckta med musselskal från islandsmussla (*Artica islandica*), hjärtmusslor (*Cardium sp.*) och sandmussla (*Mya arenaria*) Under skalen ser bottensedimentet svart ut vilket kan tyda på syrefria sediment (figur 17).

4 Diskussion

4.1 Uppvandring av ålyngel i Viskan

Uppvandringen av glasål har varit svag de senaste decennierna. Dock var fångsten under 2013 den högsta som registrerats under den senaste femårsperioden. Under 2013 fångades merparten av glasålen under en relativt snäv tidsperiod under början av juni månad, vilket skulle kunna vara en effekt av den kalla våren. Inför provtagningen 2013 har Södra Cell bytt ut samtliga pumpar, ventiler, spridare, ledningar samt bytt ut borsten som sitter i rännorna. Inkörning och hjälp med att få rätt flöde har gjorts i samarbete med tjänstemän från Länsstyrelserna i Halland och Västra Götaland. Detta arbete kan möjligen haft en effekt på fångsten av ålar, men det är svårt att uppskatta effekten på bara en sommar, samtidigt medförde arbetet att insamlingen påbörjades ett par veckor senare än normalt.

Utvecklingen i Viskan speglar den omfattande rekryteringsnedgång för ål som observerats i hela Europa. Denna negativa utveckling har även konstaterats vid Ringhals kärnkraftverk (ICES 2013). Detta tyder på att det med stor sannolikhet inte finns någon specifik koppling mellan nedgången av uppvandrande ål i Viskan och uttaget av vatten till driften av massaindustrin. För att säkra sitt sötvattenintag har Södra Cell möjlighet att reglera flödet i Viskan via fördämningsluckor, men detta har sannolikt inte påverkat glasålen invandring eftersom dämnet var öppet under hela provtagningen.

4.2 Provfiske med bottentrål

Antalet fångade arter under provtrålingarna har ökat i både recipient- och referensområdet sedan undersökningarna startade. Flera arter visar en abundansökning i recipienten men inte i referensområdet. 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 mängden föda för fisk, med en attraktion till området som följd. Att

tuben även kan utgöra ett mindre konstgjort rev skulle också kunna vara positivt för småfisk i området.

Sett till den senaste tioårsperioden har det dock skett en minskning i abundansen hos flera, framför allt bottenlevande fiskarter. Den bakomliggande orsaken till detta mönster är svår att utröna. Detta kan bero på naturliga fluktuationer i fisksamhället, men kan också vara en indikation på att något skett som påverkar bottenlevande fisk negativt. Tillbakagången senaste decenniet sker för flera arter parallellt i recipient och referensområde. De två dominanterna, sandskädda och vitling, har dock haft en mera negativ utveckling i recipienten, vilket innebär att en effekt av utsläppen från Värö Bruk inte kan uteslutas helt. Om trenden skulle vara ihållande så kan en undersökning riktad mot dessa arter vara ett alternativ, där exempelvis populationsstrukturen och tillväxt undersöks noggrannare.

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 recipienten, 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. Dock är frågan varför en liknande utveckling inte kan ses för andra arter. 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 på lång sikt. Att en enskild fiskart ökar behöver inte enbart vara positivt för ett samhälle, det kan även innebära problem för andra arter ifråga om konkurrens eller predation, faktorer som i sin tur leder att förändringar av hela ekosystem.

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 och under för kort tid för att fånga de stora individerna, som på grund av detta kan undkomma redskapet.

Det finns flera sjukdomssymptom hos fisk som har kopplats till pappersmassaindustrin, 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 2013. Förhållande var snarare det omvända, då sjuka fiskar var vanligare i referensområdet än i recipienten.

4.3 Dokumentation av utsläppstub och omgivande bottnar

Under årets dokumentation syntes inga vita syrefria fläckar på mjukbottnarna runt tuben. Tydligt vita fläckar tyder på syrebrist och har observerats runt tuben tidigare år, men varken under 2012 eller 2013 syntes något. Syrebrist kan uppstå i sedimentet när organiskt material bryts ned varvid syre förbrukas. Denna process kan öka om ytterligare organiskt material tillförs eller i områden med låg vattenomsättning. Undervattensfilmningen blev uppdelad på två olika körningar, en i oktober och en i november, eftersom en träbit fastnade i sjöugglans propeller vid den första körningen och förstörde motorn. De olika filmningarna avslöjade ingen större skillnad vid bedömningen. Siktförhållanden och vattenfärg var olika, men det inverkar inte på vår totala bedömning (jämför figurerna 14 och 17).

De partier som inte bestod av sedimentbotten utgjordes huvudsakligen av botten täckt av musselskal på liknande sätt som under tidigare år. På några bilder av sedimentet där man ser under musselskalen syntes ett svart sediment, vilket kan tyda på syrebrist. Det syntes speciellt tydligt på en bildsekvens där en plattfisk muddrat upp en liggplats ibland skalen (figur 17b).

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.

Thoreson, 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.

