



Aqua reports 2015:3

Biologisk recipientkontroll vid Södra Cell Värö

Årsrapport för 2014

Anna Lingman



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för akvatiska resurser

Biologisk recipientkontroll vid Södra Cell Värö. Årsrapport för 2014.

Anna Lingman

Adress

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

Mars 2015

SLU, Institutionen för akvatiska resurser

Aqua reports 2015:3

ISBN: 978-91-576-9291-7 (elektronisk version)

Vid citering uppge:

Lingman, A. (2015). Biologisk recipientkontroll vid Södra Cell Värö. Årsrapport för 2014. Aqua reports 2015:3. Sveriges lantbruksuniversitet, Öregrund. 35 s.

Rapporten kan laddas ned från

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

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

E-post

anna.lingman@slu.se

Rapportens innehåll har granskats av:

Örjan Östman, Institutionen för akvatiska resurser, Kustlaboratoriet, SLU

Henrik Ragnarsson Stabo, Institutionen för akvatiska resurser, Sötvattenslaboratoriet,
SLU

Finansiärer:

Södra Cell AB, Södra Cell Värö

Framsida: Tärna. Foto: Anders Wernbo.

Baksida: Sandskäddor. Foto: Fredrik Landfors.

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 tidserieanalyser 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 Värö. Fjärsing, tungevar, svart smörbult, slätvar, sandstubb, simkrabba, strandkrabba och krabba har ökat i båda områdena. Till de arter som minskat i antal hör rödspätta, torsk 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. 2014 fångades spindelkrabba för första gången i fisket.

Uppvandringen av ålyngel i Viskan har dokumenterats med hjälp av fångst i fållor i åmynningen sedan 1971. Även om fångsten under säsongen 2014 var den högsta på elva år så har det skett en stark nedgång i uppvandringen av ål sedan mitten av sjuttioalet. Nedgången i Viskan har följt de trender som observerats 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 vid i årets filmning och djurlivet var inte förändrat jämfört med tidigare år.

Summary

The impact of the Södra Cell Värö pulp mill effluent on the local fish community has been monitored since 1983. The waste water discharge area and an undisturbed reference area are surveyed annually using a bottom trawl.

The catch was dominated by juvenile individuals of several gadioid (*Gadidae*) and flatfish (*Pleuronectidae*) species. The most common species in the survey were dab (*Limanda limanda*) and whiting (*Merlangius merlangus*). The abundance of several species has increased in the catches over time, especially in Värö. Greater weever (*Trachinus draco*), scald fish (*Arnoglossus laterna*), black goby (*Gobius niger*), brill (*Scophthalmus rhombus*), sand goby (*Pomatoschistus minutus*), swimming crab (*Liocarcinus sp.*), green crab (*Cancer maenas*) and edible crab (*Cancer pagurus*) are species that have increased in both areas on a longer term. Plaice (*Pleuronectes platessa*), atlantic cod (*Gadus morhua*) and lemon sole (*Microstomus kitt*), however, have had no trend in the recipient but have decreased in the reference area. Atlantic cod and plaice have decreased in both areas over the last decade. Since the beginning of the survey period, the number of species in the catch increased in both the recipient and the reference area. Species diversity has increased in Värö but not in the reference area. Based on these studies, no clear negative effect on fish could be identified due to emissions from Södra Cell Värö. Common spider crab (*Macropodia rostrata*) was caught for the first time in Värö 2014.

Upstream migration of young eels (*Anguilla anguilla*) in the river Viskan has been documented annually by means of catches in traps in the river mouth. A strong decline has occurred since the beginning of sampling in the late 1970s. However the recorded number of eels sampled during 2014 was the highest in eleven years. The decline has followed trends seen elsewhere in northern Europe and is not likely the effect of 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.

Innehållsförteckning

1	Inledning	5
2	Material och metoder	7
2.1	Uppvandring av ålyngel i Viskan	7
2.2	Provfiske med bottentrål	8
3	Resultat	11
3.1	Ålyngeluppvandring i Viskan	11
3.2	Provfiske med bottentrål	13
3.2.1	De vanligaste fiskarterna i trålfisket	17
3.2.2	Övriga fiskarter i trålfisket	22
3.2.3	Kräftdjur	25
3.2.4	Sjukdomar och skador	27
3.3	Dokumentation av utsläppstub och omgivande bottnar	27
4	Diskussion	29
4.1	Ålyngeluppvandring i Viskan	29
4.2	Provfiske med bottentrål	29
4.3	Dokumentation av utsläppstub och omgivande bottnar	31
	Referenslista	32

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 har fastställts av Länsstyrelsen i Halland och gäller från den 1 januari 1991. Resultaten av undersökningarna redovisas genom årliga rapporter (se de senaste sex årsrapporterna i referenslistan).

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 cirka 70 procent, 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 är 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. Sen klorblekningen upphörde 1993 så är det troligen tillförandet 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

Hög näringsbelastning och sedimentation av organiska ämnen kan förväntas orsaka bottenar med låg syrehalt eller helt syrefria områden. Detta skulle kunna leda till minskad förekomst av fisk, särskilt bottenlevande arter, både beroende på syrebristen och på grund att födobrist skulle kunna uppstå om miljön gör det svårt för de ryggradslösa djur att leva där, djur som till stor del utgör fiskens föda (Rosenberg 1988, Pihl 1991, Pihl 1994). Försämrade sikt på grund av grumlighet i vattnet är också en faktor som kan påverka fisktätheten negativt (Neuman 1988).

Om ämnen som är giftiga för fisk släpptes ut kan vi förvänta oss fysiologisk påverkan samt skador och missbildningar på fisk (Förlin 1995). Uppvärmning av vattnet kan ge en anlockning av fiskarter som gynnas av högre vattentemperatur (Neuman 1983).

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 Värö med avseende på fisk-samhället 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.



Figur 1. Översiktsskarta med fiske- och provtagningslokaler.

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 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.



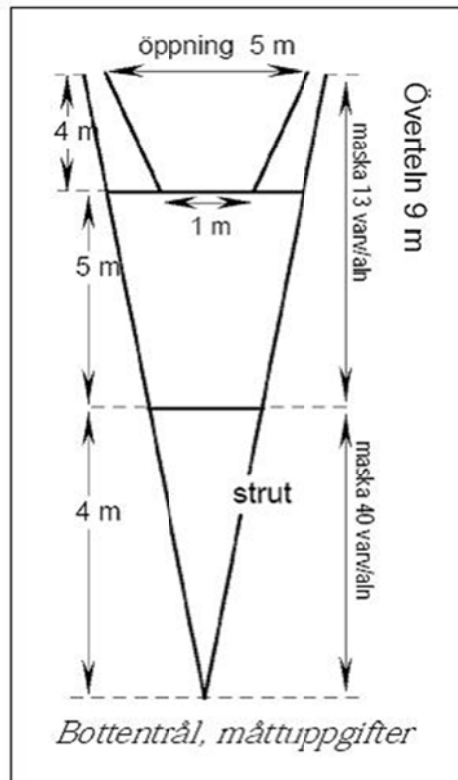
Tömning av ålyngelledaren. Foto: Björn Fagerholm

Under perioder då stora mängder ål samlats in har dessa placerats ut i de större sjöarna inom Viskans tillrinningsområde, i enlighet med Viskans ålplans överenskommelse. Viskans ålplan är en förening för några av kraftverken i Viskan, i samarbete med Varberg och Borås kommun, som övervakas av Havs- och vattenmyndigheten. I kraftverkens vattendomar finns skyldigheter att ordna vandringsvägar för ål så att de kan vandra upp i Viskans vattensystem. Genom att ålplanen samlar in ålyngel vid Södra Cell Värös dammanläggning och transporterar ut ynglen förbi vandringshindren i vattensystemet åsidosätts industriernas skyldighet att bygga vandringsvägar för ål. Om Ålplanen skulle upplösas träder vattendomarna i kraft och industrierna måste fullfölja sina skyldigheter med vandringsvägar. Ålynglen placeras ut i vattensystemet enligt en fördelningsplan som godkänns av Havs- och vattenmyndigheten.

Insamlingen och återutsättningen 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 Värö 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 Figur 2). Recipienten är lokaliserad till avloppstubens mynningsområde och referensen är beläget cirka 15 kilometer norrut, väster om Ustö. Djupet där trålningarna genomförs är 18 till 24 meter i Värö 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 totalt 25 drag per område. Varje tråldrag om cirka 20 minuter räknas som en ansträngning.



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

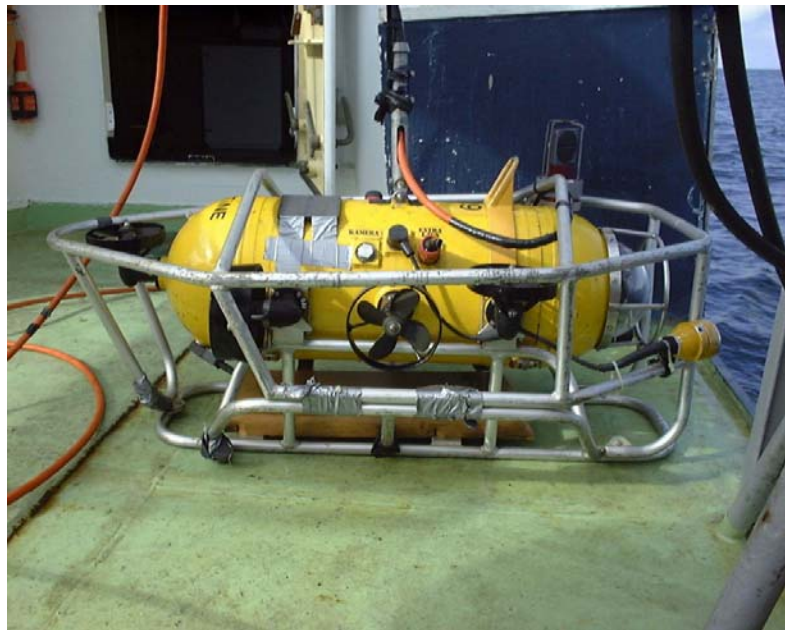
I varje tråldrag registreras fisk, kräftdjur och bläckfisk med individuell längd per centimeterklass och sammanlagd vikt per art. Även yttre synliga sjukdomssymtom kontrolleras och registreras (Thulin et al. 1989).

Beräkningarna har utförts i Microsoft Office XP Excel 2010 samt statistikprogrammet IBM SPSS Statistics 21 för Windows. 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. Om utvecklingen inte skiljer sig åt i ANCOVA-analysen har en ANOVA använts för att se om mängden fångad fisk skiljer sig mellan områdena. 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 icke-parametriskt Mann-Whitney U-test använts. Statistik för signi-

fikanta 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. 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 (Figur 3). Tuben och omgivande botten filmades den 30 september i cirka 60 minuter. Bottenförhållandena och djurlivet runt tuben granskades och eventuella tecken på påverkan noterades. Resultaten bygger enbart på en visuell tolkning av filmen och jämförelser med tidigare års filmer.

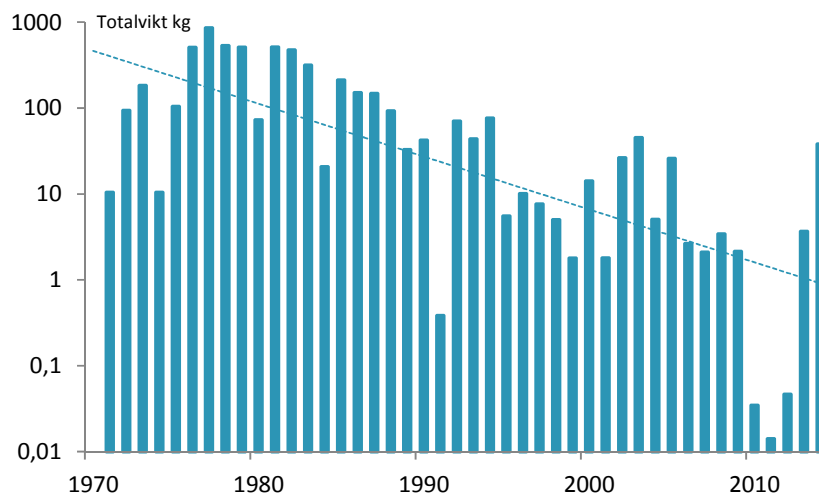


Figur 3. Sjöugglan som används för att filma utsläppstuben vid Värö bruk och dess omgivningar.

3 Resultat

3.1 Ålyngeluppvandring i Viskan

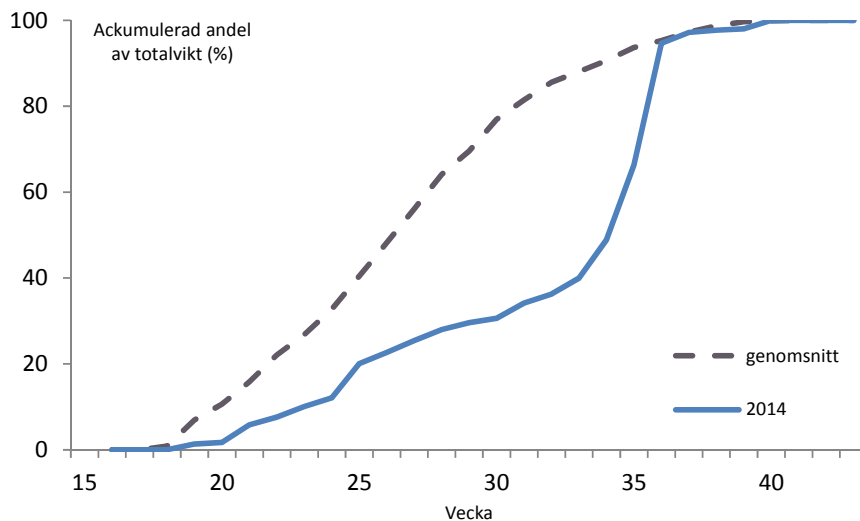
Under provtagningsperioden 2014, som pågick från slutet av maj till slutet av september, insamlades totalt ca 37,8 kilogram uppvandrande ålyngel (Figur 4). Det är mer än vad som fångats sedan 2003, men fångsterna ligger fortfarande lågt jämfört med 1970- och 1980-talen. Sedan provtagningen påbörjades 1971 ses en kraftigt minskande trend² med en viss återhämtning sedan 2011. I enlighet med Viskans ålplan utplanterades 29,5 kg av de 38,7 kg ålyngel som samlades in. Dessa fördelades på 17 olika platser i Viskans vattensystem.



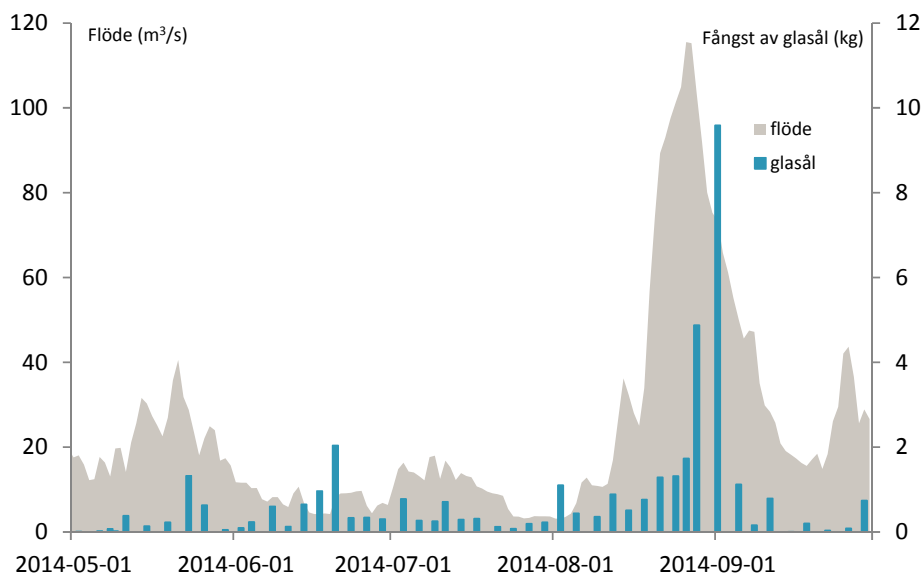
Figur 4. Totalvikt av ålyngel insamlade i Viskans mynning 1971–2014. Linjen anger signifikant trend över tid. Y-axeln är log-transformerad.

² Linjär regression 1971-2014: $p < 0,001$, $R^2 = 0,309$

Under 2013 fångades merparten av ålynglen under en relativt snäv tidsperiod under augusti och början av september. Detta innebar att ålynglens uppvandring kulminerade senare än genomsnittligt för perioden 1980-2014 (Figur 5). Ökningen av glasålsfångst i augusti sammanfaller väl med det ökade flödet under samma period (Figur 6).



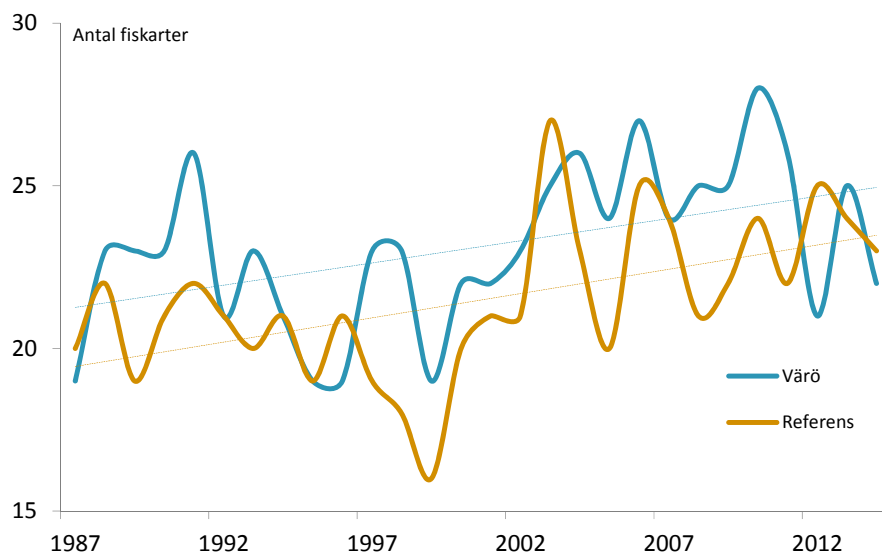
Figur 5. Kumulativa totalvikter (procent) per vecka i Viskan för ålyngelfångsterna i relation till genomsnittet för insamlingsperioden 1980-2014 (1981 års data finns inte med).



Figur 6. Vikt glasål (gram) i relation till vattenflödet flöde vid Åsbro i Viskan från vecka 18-35, 2014.

3.2 Provfiske med bottenrål

Under 2014 genomfördes 25 tråldrag (ansträngningar) inom varje område. Totalt fångades 28 olika fiskarter och nio olika arter av ryggradslösa djur (evertebrater). I recipientområdet Värö fångades 26 olika fiskarter, vilket var tre fler än i referensområdet (Tabell 1, Bilaga 1 och 2). Antalet fångade fiskar uppgick till 22 253 och av dessa fångades 10 100 (45 procent) i Värö. Antalet arter som fångats varje år visar en statistiskt signifikant ökning för både Värö 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 7). Antalet arter skiljer sig statistiskt mellan områdena³, med en övervikt för artantalet vid Värö. Sett till den senaste tioårsperioden har dock antalet arter varit stabilt i båda områdena.



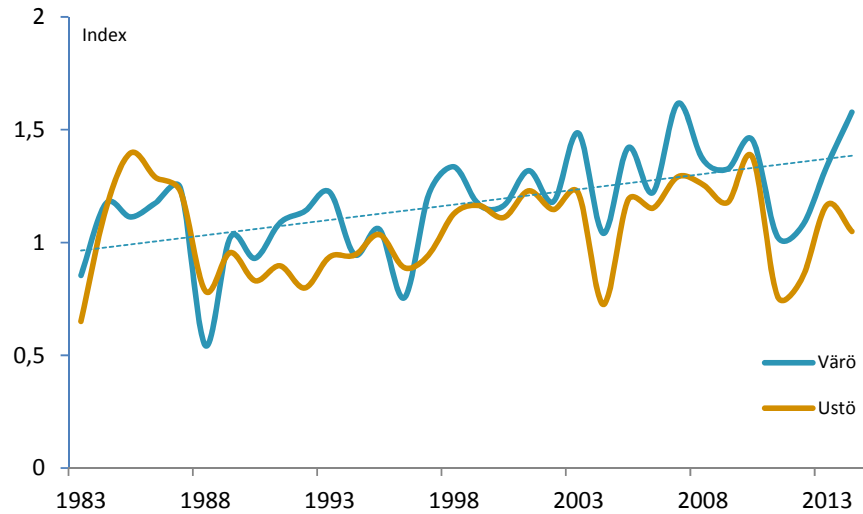
Figur 7. Antal observerade fiskarter i trålfisket 1987-2014. Streckad linje visar signifikant linjär trend över tid.

Shannon-Wieners index beskriver diversiteten i fisksamhället baserat på antalet arter och hur mängden fisk fördelar sig mellan arterna. Indexet är högt i artrika områden och områden där flera arter finns i betydande mängd. I områden med ett fåtal arter eller med en stark dominans av enstaka arter är indexet lågt.

Diversiteten i fångsten har ökat i Värö⁴ vilken beror på en uppgång i indexet sedan 2004. I referensområdet har motsvarande ökning inte skett. Indexet ligger i det förväntade intervallet.

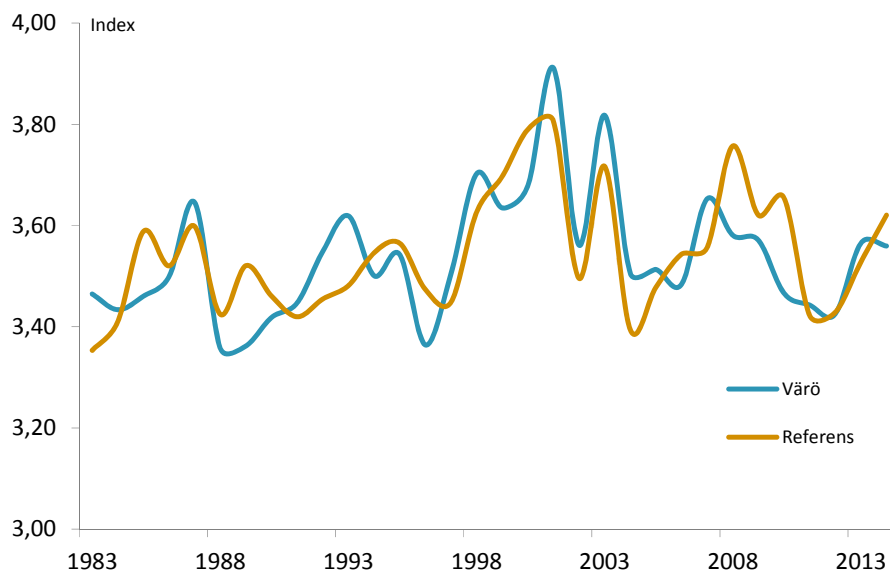
3. Variansanalys ANOVA 1987-2014: $p=0,014$, $R^2=0,09$

4. Regressionsanalys 1983-2014: $p=0,001$, $R^2=0,24$



Figur 8. Diversiteten hos provfiskefångsten 1983-2014. Diversiteten är beräknad som Shannon-Wiener index. Streckad linje visar signifikant linjär trend över tid.

Trofisk medelnivå är ett index som speglar förhållandet mellan fiskar med olika födoval i fisksamhället. Varje art har tilldelats ett värde som speglar dess nivå i näringskedjan. De enskilda arternas trofiska värden samt andelar i fångsten sammanvägs till ett trofiskt index för hela fångsten. Medelnivån för trofinivåns index är 3,5 för alla år i båda områdena (Figur 9). Sandskäddan äter småfisk, kräftdjur och mask har trofisk index 3,3 och vitling är en fiskätare har trofiskt index 4,4. Dessa två dominanter i fångsten är de som främst påverkar indexet. Det är ingen skillnad i trofisk nivå mellan områdena och det sker ingen förändring över tid på lång sikt.



Figur 9. Trofisk medelnivå 1983-2014.

Den totala mängden fisk i Värö 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 ökat sedan undersökningen startade men varit stabil sett till den senaste tioårsperioden (Tabell 1). Utvecklingen av den totala fångsten skiljer sig över tid mellan områdena⁵, med den största ökningen av fångsten i referensområdet.

Av ryggradslösa djur fångades färre arter och färre individer i referensområdet än i Värö 2014 (Tabell 1). Det förelåg ingen skillnad i antal arter mellan områdena. I genomsnitt har 5,8 arter respektive 5,5 arter fångats i Värö respektive i referensområdet. Det var heller ingen skillnad mellan områdena i totalt antal fångade ryggradslösa djur eller i utvecklingen över tid.

Ingen av de totalt 55 fångade bläckfiskarna artbestämdes. Detta på grund av deras ringa storlek (1-10 cm) och svåra systematik. Abundansen av ryggradslösa djur visar en ökande trend i båda områdena sett över hela undersökningsperioden, liksom för Värö under den senaste tioårsperioden (Tabell 1). En för provfisket ny art; spindelkrabba (*Macropodia rostrata*), fångades i Värö 2014.

5. Kovariansanalys ANCOVA (ÅR*OMRÅDE) 1987-2014: $p=0,033$, $R^2=0,135$

Tabell 1. Antal individer i genomsnitt per träldrag om 20 minuter under 2014 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 under hela tidsperioden. Trend anger om förekomsten förändrats signifikant över tid. För fisk är signifikansen beräknad sedan 1983, för evertetraterna 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)				
	medel		trend	medel		medel		trend	medel	
	2014	1983-2014		2014	2005-2014	2014	1983-2014		2014	2005-2014
Sandskädda	238,5	238,9	ns	262,1	-*	312,7	325,0	ns	271,8	ns
Vitling	53,2	52,3	ns	37,3	ns	131,1	74,2	ns	80,7	ns
Rödspotta	19,7	21,9	ns	23,2	ns	9,6	20,0	-**	10,8	ns
Kolja	10,7	12,6	+**	30,2	ns	<0,1	8,9	ns	3,3	ns
Torsk	0,8	5,8	ns	3,8	-*	0,2	5,3	-**	2,0	-**
Knot	17,4	5,0	ns	7,1	ns	1,9	3,8	ns	3,8	-*
Lerskädda	0,9	1,9	ns	1,6	-*	5,8	6,8	ns	5,5	ns
Rötsimpa	17,4	3,9	+**	5,4	ns	6,8	4,3	-***	2,8	ns
Fjärsing	19,9	6,2	+***	17,4	ns	2,4	1,4	+***	4,0	ns
Skarpsill	2,2	0,6	ns	0,8	ns	0,6	4,3	ns	8,4	ns
Taggmakrill	0,1	3,0	ns	2,7	-**	0,1	0,9	ns	1,4	-*
Randig sjökock	5,1	2,6	+	3,9	ns	0,1	0,5	ns	0,2	-*
Kummel		0,4	ns	0,7	-*	1,1	1,7	ns	2,2	ns
Svart smörbult		0,3	+**	0,7	ns	6,6	1,8	+***	4,6	ns
Tungevar	6,4	1,1	+***	3,6	ns	2,2	0,5	+***	1,5	ns
Sill	1,5	0,4	ns	0,3	ns	2,1	1,0	ns	0,7	ns
Slätvar	1,5	0,8	+**	1,7	ns	0,7	0,4	+	0,7	ns
Bergtunga		0,5	ns	0,4	ns		0,6	-***	<0,1	ns
Piggvar	0,6	0,9	-**	0,6	ns	<0,1	0,1	ns	0,1	ns
Skrubbskädda	1,0	0,5	ns	0,5	+	0,6	0,5	ns	0,4	ns
Skäggsimpa	4,1	0,7	ns	1,1	ns		<0,1	ns	<0,1	ns
Smävar		0,5	ns	<0,1	ns		0,2	ns	<0,1	ns
Äkta tunga	1,0	0,2	+	0,3	ns		0,1	ns	0,1	ns
Skärsnultra	0,1	0,2	-*	<0,1	ns		<0,1	ns	<0,1	ns
Gulstrimmig mullus	0,3	0,1	ns	<0,1	ns	0,1	<0,1	+	<0,1	ns
Fläckig sjökock		<0,1	ns	<0,1	ns	0,6	<0,1	+	0,1	ns
Spetsstjärtad smörbult	0,8	<0,1	ns	<0,1	ns	0,6	<0,1	ns	0,1	ns
Bergvar		<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	-*		
Femtömmad skärlånga		<0,1	ns							
Fenknot	0,2	<0,1	+**	0,1	ns		<0,1	ns	<0,1	ns
Gråsej	<0,1	<0,1	ns	<0,1	ns		<0,1	ns	<0,1	ns
Grässnultra		<0,1	ns	<0,1	ns					
Guläl							<0,1	ns		
Havskatt		<0,1	ns	<0,1	ns		<0,1	ns	<0,1	ns
Klarbult							<0,1	ns	<0,1	ns
Knaggrocka							<0,1	ns	<0,1	ns
Lerstubb							<0,1	ns	<0,1	ns
Lyr torsk		<0,1	ns							
Långa		<0,1	ns	<0,1	ns		<0,1	ns	<0,1	ns
Makrill		<0,1	ns	<0,1	ns	<0,1	<0,1	ns	<0,1	ns
Marulk		<0,1	ns				<0,1	ns		
Oxsimpa		<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	<0,1	+	<0,1	ns		<0,1	+	0,1	ns
Sjorygg		<0,1	ns	0,1	ns					
Småfläckig rödhaj		<0,1	ns							

FORTSÄTTNING TABELL 1										
Småtunga	0,3	<0.1	***	0,1	ns					
Spetsjärtat långebarn						<0.1	ns			
Stensnultra		<0.1	ns							
Tobis (kust-/havs-)		<0.1	ns	<0.1	ns					
Tånglake	53,2	1,7	ns	5,3	ns					
Totalt antal fiskar	404,0	361,4	ns	405,9	-*	486,1	462,4	ns	405,6	ns
Antal fiskarter	26	22,3	***	25,1	ns	23	20,5	***	23,0	ns
Evertebrater										
Simkrabba obestämd	155,6	28,3	***	46,5	+	107,3	25,1	***	39,0	ns
Eremitkräfta	3,4	7,1	ns	6,6	ns	5,8	9,6	ns	8,5	-*
Strandkrabba	40,5	5,6	+	10,1	ns	8,0	0,8	+	1,5	ns
Krabbtaska	8,1	1,7	***	3,3	***	1,4	0,6	***	1,2	+
Maskeringskrabba	0,2	0,5	ns	0,2	ns	2,9	0,5	ns	0,5	ns
Bläckfisk obestämd	0,4	0,1	ns	0,1	ns	1,8	0,3	+	0,5	ns
Havskräfta		<0.1	ns	<0.1	-*	0,1	0,1	ns	0,1	ns
Loligo subulata		<0.1	ns	<0.1	ns		<0.1	ns	<0.1	ns
Hummer	<0.1	<0.1	ns	<0.1	ns		<0.1	ns	<0.1	ns
Nordisk kalmar							<0.1	ns	<0.1	ns
Sandräka							<0.1	ns	<0.1	ns
Spindelkrabba	<0.1	<0.1	ns							
Totalt antal evertebrater	208,5	39,9	***	66,9	+	127,3	32,5	***	51,5	ns
Antal evertebrarter	8	5,8	***	6,6	ns	7	5,5	***	7,0	ns

3.2.1 De vanligaste fiskarterna i trålfisket

Sandskädda utgjorde som oftast den största andelen av fångsten och stod för 62 procent av det totala antalet fiskar i de båda undersökningsområdena. Den därefter vanligaste arten, vitling, stod för sammanlagt 21 procent av fiskarna i fångsten. De återstående tre vanligaste arterna, rödspätta, rötsimpa och fjärsing, utgjorde tillsammans 8 procent av mängden fiskar. Torsk tillhörde fram till 2006 de vanligaste förekommande arterna, men har sedan blivit mindre vanlig i fångsten. Den redovisas här på grund av sitt kommersiella värde.

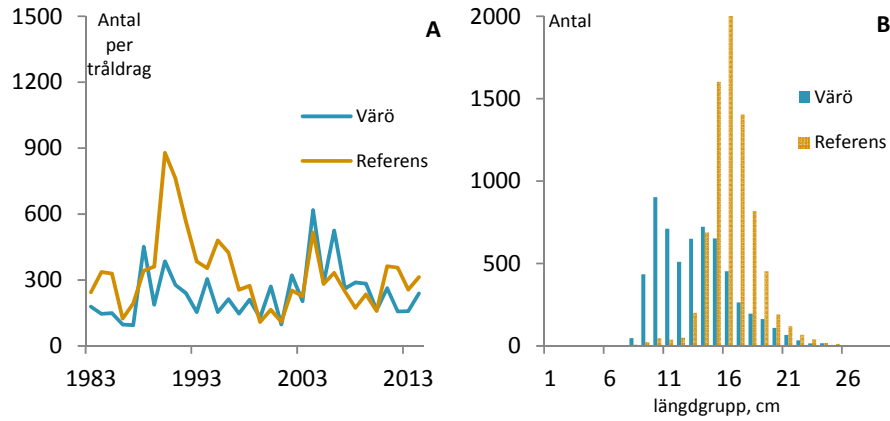
Sandskädda

Sandskädda har varit den mest talrika arten i fångsten sedan undersökningarna påbörjades 1983 (Bilaga 1 och 2). En anledning till detta är att bottnarna 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 kan man konstatera att fångsten varit större i referensområdet⁶. Arten visar på en negativ trend i Värö under den senaste tioårsperioden (Tabell 1). Sedan 2011 har fler sandskäddor fångats i referensområdet än i Värö⁷. I fisket representerades sandskäddan

6. Variansanalys ANOVA 1983-2014: $p=0,017$, $R^2=0,074$

7. Variansanalys ANOVA 2011-2014: $p=0,024$ $R^2=,535$

nästan uteslutande av förhållandevis små och därmed unga individer. Likväl finns en storlekskillnad mellan individer från de två lokalerna, där referensområdet visar sig hysa större fiskar⁸.



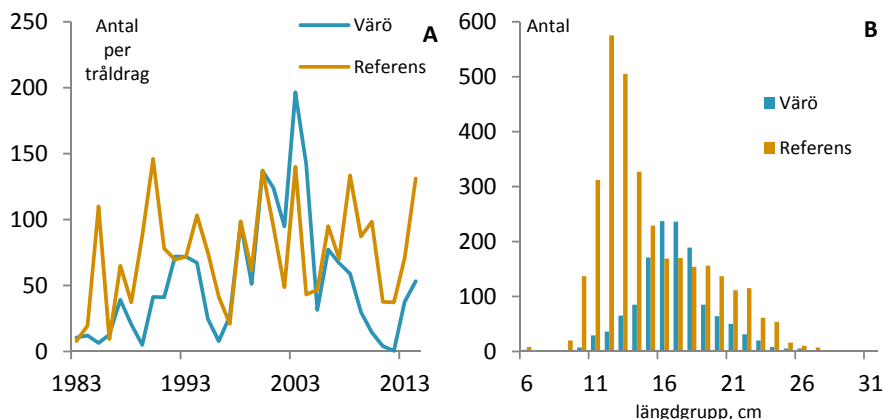
Figur 10. A. Fångst av sandskädda per tråldrag om 20 minuter åren 1983-2014. B. Storleksfördelning hos den totala fångsten i respektive område under 2014.

Vitling

Fångsten av vitling har fluktuerat kraftigt mellan åren allt sedan undersökningarna startade 1983 (Figur 11). Från en bottennotering 2012 tycks utvecklingen vända uppåt och fångsten för 2013 och 2014 i såväl Värö som i referensområdet. Utvecklingen av fångsten skiljer sig inte över tid, men totalt sett har mer vitling fångats i referensområdet⁹. Det fanns ingen statistiskt signifikant skillnad mellan de två områdena under 2014 i medellängden hos individerna, trots att topparna i längdfördelningen inte sammanfaller.

8. Variansanalys ANOVA₂₀₁₄: $p=0,001$, $R^2=0,245$

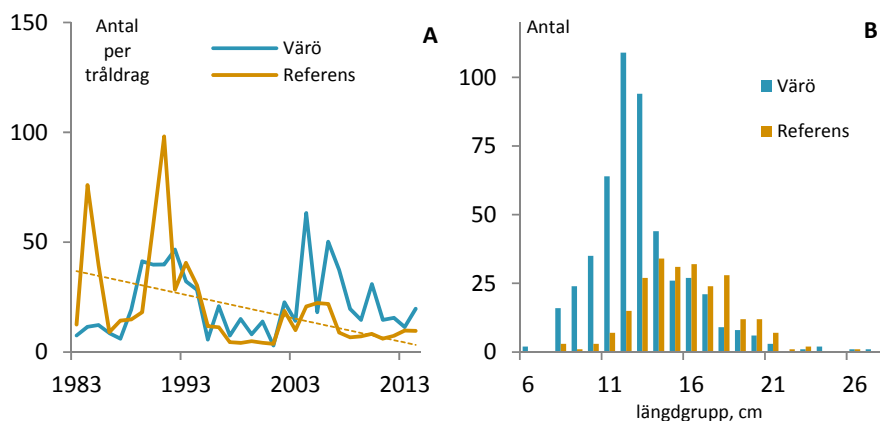
9. Variansanalys ANOVA₁₉₈₃₋₂₀₁₄: $p=0,017$, $R^2=0,074$



Figur 11. A. Fångst av vitling per tråldrag om 20 minuter, 1983-2014. B. Storleksfördelning hos den totala fångsten i respektive område under 2014.

Rödspätta

Fångsten av rödspätta har uppvisat periodvisa fluktuationer på båda lokalerna (Figur 12). Fångsten har statistiskt utvecklats olika i de två områdena över tiden¹⁰. I Värö kan ingen trend urskiljas sedan trålningen startade. I referensområdet däremot, har fångsten av rödspätta minskat (Tabell 1 och Figur 12). Utfallet beror troligen på de två topparna i referensområdet 1984 och 1991 som inte har någon motsvarighet i Värö. Liksom hos sandskädda fanns det en stor dominans av unga individer i fångsten. Under 2014 förekom ingen skillnad i medellängden mellan områdena. De flesta fiskar var mellan 10 och 18 centimeter.

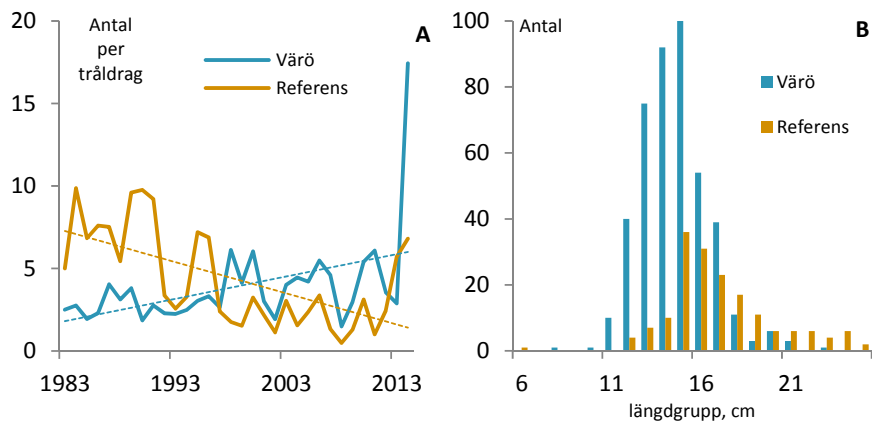


Figur 12. A. Fångst av rödspätta per tråldrag om 20 minuter, 1983-2014. Rät linje anger linjär trend över tid. B. Storleksfördelning hos den totala fångsten i respektive område under 2014.

¹⁰ Kovariansanalys ANCOVA (år*område) 1983-2014: $p=0,007$, $R^2=0,131$

Rötsimpa

Fångsten har minskat signifikant i referensområdet sedan trålningarna startade, medan den visar på en ökande trend i Värö (Tabell 1 och Figur 13). Områdena uppvisar en statistisk skillnad i utveckling över tid¹¹. Rötsimpan hade en toppnotering 2014 i Värö med mer än 17 fiskar per tråldrag. Medellängden skilde sig åt mellan områdena i 2014 års fångst, med större rötsimpor i referensområdet¹². I referensområdet var de flesta fiskar 15-17 centimeter medan de flesta i Värö topade mellan 13 och 15 centimeter.



Figur 13. A. Fångst av rötsimpa per tråldrag om 20 minuter, 1983-2014. Rät linje anger linjär trend över tid. B. Storleksfördelning hos den totala fångsten i respektive område under 2014.

Fjärsing

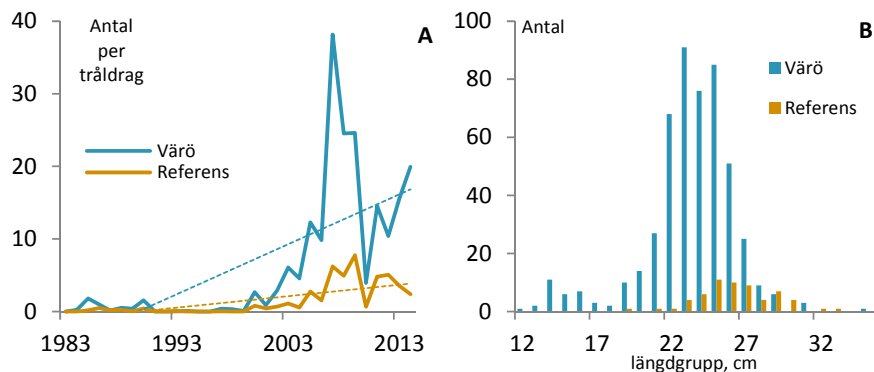
Fångsten av fjärsing har ökat i båda lokalerna sedan trålningarna startade. Den största ökningen hos abundansen skedde i början av 2000-talet (Tabell 1 och Figur 14). Mängden fångad fjärsing har varit större i Värö än i referensområdet¹³. Även medellängden av fjärsing i fångsten 2014 skiljde sig mellan lokalerna, med större individer fångade i referensområdet¹⁴. I referensområdet var de flesta fiskarna mellan 24 och 30 centimeter, medan de flesta i referensområdet var mellan 21 och 27 centimeter långa.

11 Variansanalys ANCOVA (ÅR*OMRÅDE) 1983-2014: $p < 0,001$, $R^2 = 0,286$

12 Variansanalys ANOVA 2014 $p = 0,019$, $R^2 = 0,187$

13 Variansanalys ANOVA 1983-2014: $p = 0,007$, $R^2 = 0,574$

14 Mann-Whitney U-test 2014: $p < 0,001$



Figur 14. A. Fångst av fjärsing per tråldrag om 20 minuter, 1983-2014. Råta linjer anger linjär trend över tid. B. Storleksfördelning hos den totala fångsten i respektive område under 2014.

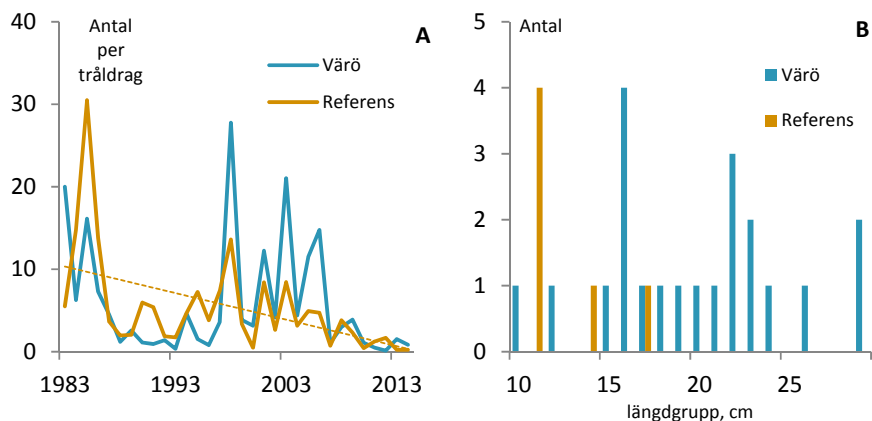


Fjärsing. Foto: Björn Fagerholm

Torsk

Sedan slutet av nittiotalet har det förekommit stora mellanårsvariationer i torskfångsten, samtidigt som fångsten har sjunkit kraftigt under de senaste sju åren (Figur 15). Ingen trend kan skönjas i Värö 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 15 och Tabell 1). Det är ingen skillnad i fångsten mellan de två områdena, vare sig sett till utvecklingen över tid eller total fångst.

Torskfångsten under 2014 dominerades som tidigare av yngre individer. Större delen av fångsten utgjordes av storlekar mellan 11 och 23 centimeter, vilket indikerar att fiskarna var födda 2013 och 2014. Då bara sex torskar fångades i referensområdet gjordes ingen jämförelse av medellängderna.



Figur 15. A. Fångst av torsk per tråldrag om 20 minuter, 1983-2014. Rät linje anger trend över tid. B. Storleksfördelning hos den totala fångsten i respektive område under 2014.

3.2.2 Övriga fiskarter i trålfisket

Förekomsten av flera arter har förändrats sedan provfiskena startade 1983. I Värö 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. Nedan redovisas resultaten för några vanligt förekommande arter samt för arter som uppvisar anmärkningsvärda förändringar.

Kolja

Fångsterna visar på stora fluktuationer mellan åren (Figur 16). Trenden i Värö är stigande sedan provtrålningarna startade (Tabell 1), medan ingen trend har kunnat urskiljas i referensområdet. Även om fångsterna av kolja var större i början av provfiskeperioden har mest kolja fångats i Värö totalt sett¹⁵.

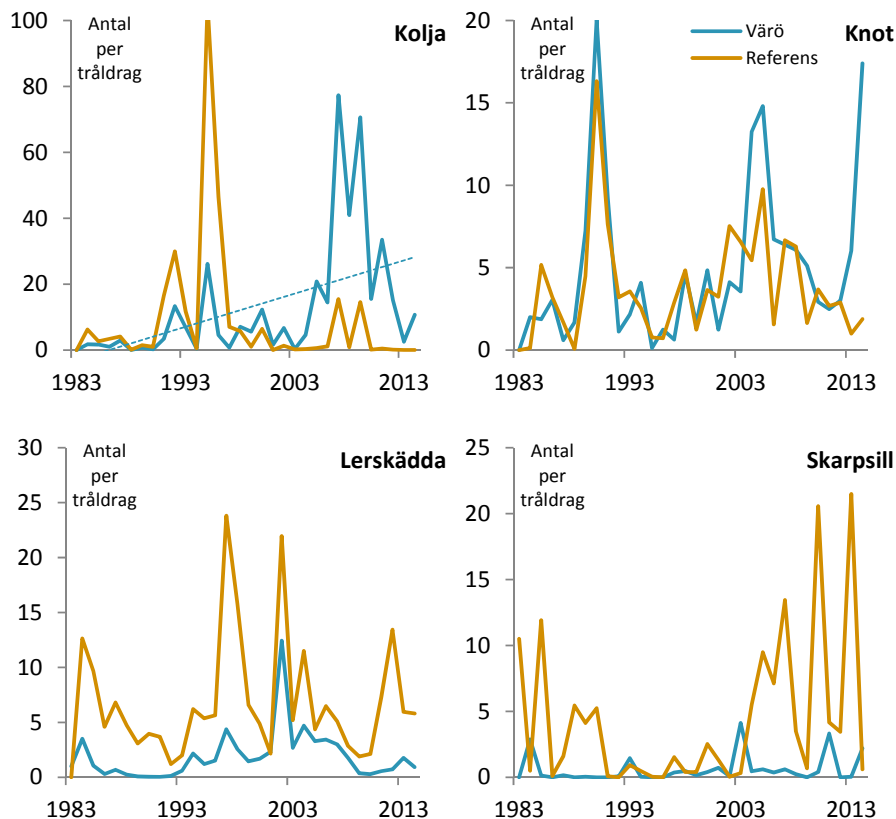
Knot

Fångsten har fluktuerat sedan provtrålningarna startade, men skiljer sig inte mellan de båda lokalerna (Inom senaste decenniet visar fångsterna nu på en nedåtgående trend i referensområdet, medan ingen trend kan påvisas för Värö (Tabell 1). Förra året var de statistiska förhållande tvärtom, men den ovanligt stora fångsten av knot i Värö 2014 förändrade detta.

15. Kovariansanalys ANCOVA (ÅR*OMRÅDE) 1983-2014: $p < 0,001$, $R^2 = 0,0284$

Lerskädda

Lerskäddan har varit talrikare i referensområdet än i Värö¹⁶. Fångsterna har minskat under den senaste tioårsperioden i referensområdet medan någon motsvarande trend inte återfinns i Värö (Tabell 1 och Figur 16).



Figur 16. Genomsnittlig fångst (antal) per tråldrag av kolja, knot, lerskädda, och skarpsill i Värö och referensområdet 1983-2014. Rät linje anger signifikant trend över tid.

Skarpsill

Skarpsill hade den tredje högsta abundansen vid 2013 års provtagning, på grund av stora fångster i referensområdet (Figur 16). I 2014 års fångster var skarpsillen tillbaka på en lägre nivå. 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 de-

¹⁶ Mann-Whitney U-test 1983-2014: $p < 0,001$

cenniet (Tabell 1 och Figur 16). Däremot har fångsten varit signifikant större i referensområdet¹⁷.

Taggmakrill

Innan 1997 fångades bara enstaka taggmakrillar. Under 2000-talet blev arten mer vanlig (Figur 17). De senaste åren har fångsterna minskat och både Värö och referensområdet uppvisar negativa trender för den senaste tioårsperioden. Fångsten av taggmakrill skiljer sig inte mellan de två områdena.

Randig sjökock

Fångsten i Värö uppvisar en positiv trend (Figur 17). I referensområdet ligger antalet fångade sjökockar på en låg nivå och det går inte att urskilja någon trend. Referensområdet uppvisar en statistiskt minskande trend under det senaste decenniet (Tabell 1). Fångsten har ökat mer i Värö och utvecklingen över tid skiljer sig åt¹⁸.

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 Värö och referensområdet (Tabell 1 och Figur 17). De största fångsterna noterades 2008 och uppgick då till närmare tio fiskar per tråldrag i referensområdet. Fångstens utveckling över tid skiljer sig mellan de två områdena¹⁹.

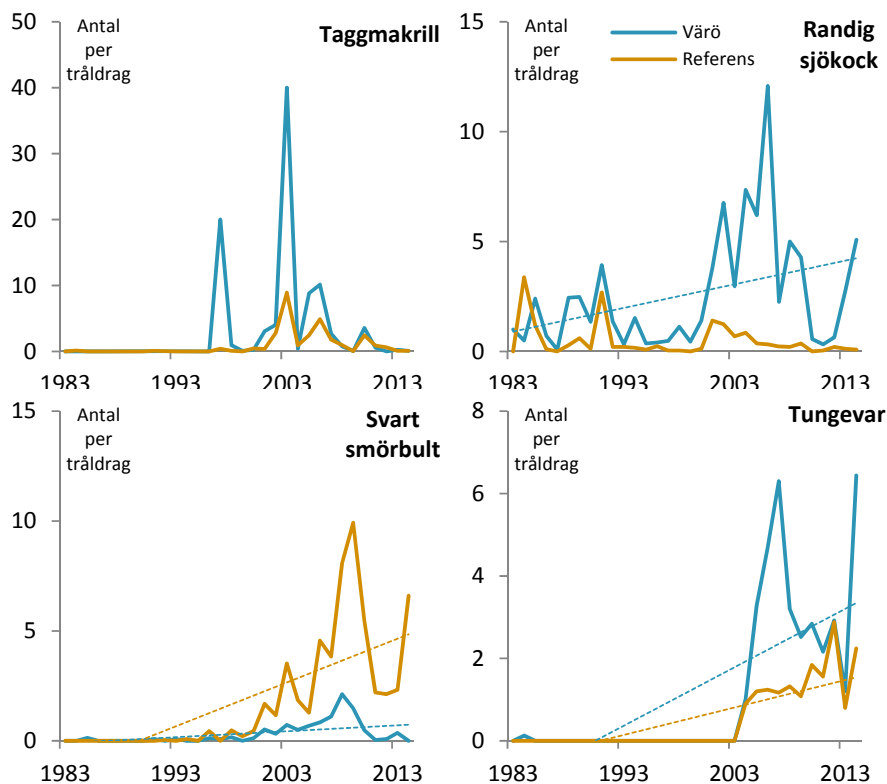
Tungevar

Innan 2005 fångades bara enstaka tungevarar. Sedan dess har tungevar fångats varje år (Figur 17). I Värö fångades 2014 det hittills största antalet av tungevar med 6,4 fiskar per tråldrag.. Arten visar på en statistiskt säkerställd uppåtgående trend i båda områdena sedan undersökningarna startade (Tabell 1). Utvecklingen över tid skiljer sig inte signifikant mellan områdena.

17 Variansanalys ANOVA ₁₉₈₃₋₂₀₁₄: $R^2=0,157$, $p<0,002$

18 Kovariansanalys ANCOVA (ÅR*OMRÅDE) ₁₉₈₃₋₂₀₁₄: $p=0,016$, $R^2=0,384$

19. Kovariansanalys ANCOVA (ÅR*OMRÅDE) ₁₉₈₃₋₂₀₁₄: $p=0,004$, $R^2=0,621$



Figur 17. Genomsnittlig fångst (antal) per tråldrag av taggmakrill, randig sjökock, svart smörbult och tungevar i Värö och referensområdet 1983-2014. Rät linje anger signifikant trend över tid.

Slätvar

Fångsterna ökade kraftigt i Värö under åren 2006-2010. Dock har fångsterna de senaste åren varit nere på samma nivå som tidigare, men steg igen under 2013 och 2014. Utvecklingen för både Värö och referensområdet visar en signifikant positiv trend (Tabell 1). Ingen skillnad i fångst mellan de två områdena kan fastställas sett till hela fiskeperioden.

3.2.3 Kräftdjur

Kräftdjuren har registrerats regelmässigt från början av 1990-talet varför beräkningarna är utförda på data mellan 1990 och 2014. Av de olika kräftdjursgrupper som fångades under trålningen 2014 dominerade simkrabbor följt av strandkrabbor (Tabell 1). Fångsten av simkrabbor, strandkrabbor och krabbor har ökat signifikant i båda områdena sedan trålningarna startade (Tabell 1, Figur 18).

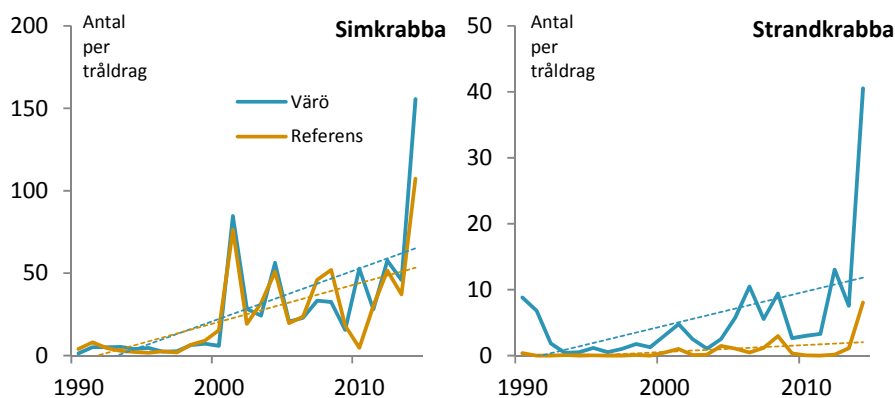
2014 gjordes den högsta noteringen av antalet simkrabbor i både Värö och referensområdet. I medeltal fångades 156 respektive 107 simkrabbor per tråldrag. Det fanns ingen skillnad i fångst eller fångstutveckling mellan områdena.

Strandkrabba var den näst vanligaste arten bland kräftdjuren under 2014 års provtagning och fångsten var rekordstor i båda områdena (Tabell 1, Figur 18). I medeltal fångades 41 respektive 8 strandkrabbor per tråldrag i Värö och referensområdet.

Krabbtaska var den tredje krabbarten att slå fångstrekord 2014. I Värö blev fångsterna av krabbtaska också de största någonsin med i genomsnitt 8 krabbtaskor per tråldrag. Fångsten har totalt sett varit störst i Värö²⁰. Utvecklingen liknar den hos strandkrabban även om krabba fångas i färre antal. Fångsten av krabbtaska skiljer sig statistiskt mellan områdena och är störst i Värö²¹.



Simkrabba och krabbtaska. Foto Björn Fagerholm



Figur 18. Fångst av simkrabba och strandkrabba under tidsperioden 1990-2014. Rät linje anger signifikant trend över tid.

20. Mann-Whitney U-test 1990-2014: $p < 0,001$

21. Variansanalys ANOVA 1990-2014: $p = 0,025$, $R^2 = 0,087$

3.2.4 Sjukdomar och skador

Vid provfisken noteras alltid yttre synliga sjukdomssymptom. Här redovisas siffror från 1994. Under fisket 2014 observerades totalt 24 fiskar (1 promille av den totala fångsten) med för ögat synliga symptom. Flest sjukdomssymptom hittades hos sandskädda (15 fiskar). Övriga fiskar med skador var rödspätta, skrubbskädda, torsk och vitling. Det vanligaste symptomet 2014 var fenröta. Andra symptom var hudsår, *Lymfocystis*²², ryggradsförkortning och ryggradskrökning. I Värö var 0,09 procent av fiskarna sjuka och i referensområdet var 0,14 procent sjuka. Sedan 1994 har i genomsnitt 0,13 respektive 0,18 procent varit sjuka i Värö och referensområdet. Flest sjuka fiskar hittades 2002, 2006 och 2007. Andelen sjuka fiskar i området är korrelerat till hur mycket fisk som fångades (fångst per ansträngning)²³. Det finns ingen skillnad i procentandelen sjuka fiskar mellan områdena, inte heller skiljer sig utvecklingen över tid mellan de olika områdena.

3.3 Dokumentation av utsläppstub och omgivande bottnar

För att kontrollera hur utsläppet påverkar den omgivande botten filmades tubens närområde under 90 minuter med hjälp av en fjärrstyrd undervattensfarkost (sjöuggla).

Sikten var ovanligt dålig på grund av stark ström och vad som troligtvis var en pågående sen algblooming. Detta gjorde det svårt att se detaljer och att urskilja djur och växter. De bilder som presenteras i detta avsnitt är därför från 2013 års filmning då sikten var god.

Filmningen påbörjas invid tuben på cirka 16 meters djup. Den följer sedan tuben till mynningen och sedan tillbaka.

Från tubens mynning och inåt finns en mängd runda öppningar (dysor) på tubens yttersidor som fördelar utsläppet (Figur 19 A).

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 19 B). Det var gott om små räkor av obestämd art som hoppade fram i vattnet.

Runt tuben simmade fiskarter som rötsimpa, stensnultra, skärsnultra, och torskfiskar av obestämd art. På mjuk- och skalbotten en bit från tuben syntes olika sorters plattfisk, som skrubbskädda och sandskädda, en levande sandmussla och även många strandkrabbor och eremitkräftor.

Vid filmningen vid tubens mynning syntes ett tydligt utsläpp.

²² Lymfocystis är en virussjukdom som orsakar druvliknande hudtumörer.

²³ Regressionsanalys₁₉₉₄₋₂₀₁₄:p=0,022, R²=0,246

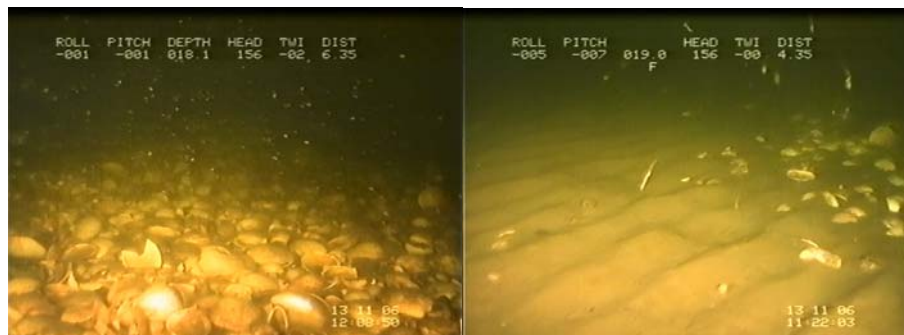
Den omgivande botten längs med tuben utgjordes till stor del av jämn sand eller skalbotten och under tuben fanns rester av skal, huvudsakligen efter musslor som troligen fallit av röret eller ansamlats där på grund av vattenströmmar (Figur 20 A).

Söder om tuben fanns en jämnare räfflad botten med inslag av sand och/eller mjukare organiskt sediment (Figur 20 B). Vid filmningen 2014 upptäcktes inga uppenbara vita syrefria fläckar (svavelvätebakterier) (Møller 1985).

Utanför den avslutande mynningen samt norr om tuben syntes stora områden av skalbotten liknande det vi sett tidigare år (se tidigare årsrapporter). Dessa skalbottnar ser ut att vara täckta med musselskal från islandsmussla (*Artica islandica*), hjärtmusslor (*Cardium sp*) och sandmussla (*Mya arenaria*).



Figur 19. A. Utsläpp från dysorna på tuben B. Havsnejlikor på tubens fundament samt två sorters sjöstjärna, den vanliga och den något vitare och taggigare ishavssjöstjärnan.



Figur 20. A. På botten omkring tuben fanns det gott om musselskal. B. Omkringliggande mjukbotten 18 m

4 Diskussion

4.1 Ålyngeluppvandring i Viskan

Uppvandringen av glasål har varit svag de senaste decennierna. Dock var fångsten under 2014 den högsta som registrerats på elva år. Under 2014 fångades merparten av ålynglen under augusti månad, vilket sammanfaller väl med det ökade flödet under tidsperioden. Inför provtagningen 2013 bytte Södra Cell 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 ha haft en positiv effekt på fångsten av ålar. Den ökning som har observerats i Viskan under senare år motsvarar dock väl den uppgång som har observerats på många håll i Europa (ICES 2014).

Utvecklingen i Viskan speglar den omfattande rekryteringsnedgång för ål, som observerats i hela Europa och även den ökning som skett under senare tid (ICES 2014). En negativ utveckling har även konstaterats vid Ringhals kärnkraftverk (Fagerholm et al. 2014). Likheter med utvecklingen i andra områden talar med stor sannolikhet för att det 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

Flera arter visar en abundansökning i Värö men inte i referensområdet. Att diversitetsindex och förekomst av vissa arter ökar i Värö 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.

Anledningen till de stabilare diversitetsförhållandena i referensområdet kan bero på den större dominansen av de två vanligaste arterna sandskädda och vitling, som legat på mellan 80 och 92 procent av totalfångsten de senaste 20 åren. I Värö har motsvarande siffror varit 70-89 procent, vilket ger mer utrymme för andra arter att slå igenom i diversitetsindexet.

Att artantalet ökat beror delvis på en ökad kunskap och noggrannhet hos utförarna av fisket.

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 fastställa. Detta kan bero på naturliga fluktuationer i fiskesamhället, men kan också vara en indikation på att något skett som påverkar bottenlevande fisk negativt. Tillbakagången det senaste decenniet sker för flera arter parallellt i recipient och referensområde. Dominanten sandskädda har haft en mera negativ utveckling i Värö, 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 arten vara ett alternativ, där exempelvis populationsstruktur 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. Rötsimpan har haft en intressant utveckling, då den har minskat i referensområdet parallellt med en ökning i Värö. Det skulle kunna tyda på en starkt positiv effekt i recipientområdet Värö 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 till 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. Eftersom trålen rör sig för långsamt över botten och under relativt kort tid kan stora fiskar undkomma redskapet.

Det finns flera sjukdomssymtom 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 2014. Andelen sjuka fiskar i fångsten är korrelerade med fångst per ansträngning. Det kan bero på att de vanligaste sjukdomarna; fenröta och lymfocystis, lättare kan smitta då tätheterna av fisk är höga eftersom de orsakas av en bakterie respektive ett virus.

4.3 Dokumentation av utsläppstub och omgivande botten

Under årets dokumentation syntes inga vita syrefria fläckar på mjukbotten runt tuben. Tydligt vita fläckar tyder på syrebrist och har observerats runt tuben tidigare år, men detta har inte uppfattats på filmen sedan 2011. 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 var av dålig kvalitet 2014. Bilden var mörk, vattnet var grönt och partikelrikt och kameran ostadig. Den mörka, gröna bilden beror troligtvis på en sen algbloomning, men kan också vara resultatet av tekniska problem på kameran, alternativt lampan på undervattenfarkosten. Den ostadiga bilden berodde på stark ström. Trots att det var svårare att se detaljer än vanligt så gjorde den långa filmningstiden att vi ändå fick en god överblick och anser att en rättvis bedömning av bottenförhållandena kunde göras.

Referenslista

- Bengtsson, B. E., Bengtsson, Å., & Himberg, M. (1985). *Fish deformities and pollution in some Swedish waters*. *Ambio*, pp 32-35.
- Fagerholm B., Ljungberg P., Wernbo A. (2014). *Biologisk recipientkontroll vid Ringhals kärnkraftverk. Årsrapport för 2013. Aqua reports 2014:2*. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. 52 s.
- Förlin, L., Andersson, T., Balk, L., Larsson, A. (1995). *Biochemical and Physiological Effects in Fish Exposed to Bleached Kraft Mill Effluents*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. Volume 30, Issue 2, March 1995, Pages 164–170
- ICES (2014). *Report of the Joint EIFAAC/ICES/GFCM Working Group on Eel, 3–7 November 2014, Rome, Italy*. ICES CM 2014/ACOM:18. 203 s.
- Moksnes, P-O., Elfving, T., Tobiasson, S., Wikner, J. (2010). *Havsmiljöns tillstånd ur miljömålspektiv*. HAVET 2010, 6-10.
- Møller, M.M., P. Nielsen, L. P., Jørgensen, B. B. (1985). *Oxygen Responses and Mat Formation by *Beggiatoa* spp.* *Appl. Environ. Microbiol.* August 1985 vol. 50 no. 2 pp 373-382.
- Neuman, E. (1977). *Fiskeriundersökningar vid Väröhalvön*. Statens Naturvårdsverk. Opubl. Rapport. SNV, 18 s.
- Neuman, E. (1983). *Thermal Discharge and Fish Fauna in Sweden*. *Water Science & Technology* Vol 15 No 10 pp 67–87.
- Neuman, E., Karås, P. (1988) *Effects of Pulp Mill Effluent on a Baltic Coastal Fish Community*. National Swedish Environmental Protection Board, Marine Section, *Water Science & Technology* Vol 20 No 2 pp 95–106.
- Neuman, E. (1988). *Effekter av ringhalsverkets kylvattenutsläpp på det strandnära fisksamhället*. Opubl. rapport. Statens naturvårdsverk. 25 s.
- Pihl, L., Baden, P. P., Diaz, R. J. (1991) *Effects of periodic hypoxia on distribution of demersal fish and crustaceans*. *Marine Biology*. Volume 108, Issue 3, pp 349-360
- Pihl, L. (1994). *Changes in the Diet of Demersal Fish due to Eutrophication-Induced Hypoxia in the Kattegat, Sweden*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 51(2) pp 321-336.
- Rosenberg, R., Loo, L-O., (1988) *Marine eutrophication induced oxygen deficiency: Effects on soft bottom Fauna, Western Sweden*. *Ophelia*, Volym 9, Issue 3. Pp 213-225.
- 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.

Tidigare årsrapporter

- Sundqvist, F. (2009) *Biologisk recipientkontroll vid Södra Cell Värö. Årsrapport för 2008*. Fiskeriverkets Kustlaboratorium, arbetsrapport, 17 s.
- Sundqvist, F., Fagerholm, B. (2010) *Biologisk recipientkontroll vid Södra Cell Värö. Årsrapport för 2009*. Fiskeriverkets Kustlaboratorium, arbetsrapport. 18 s.
- Sundqvist, F., Jansson M. (2011) *Biologisk recipientkontroll vid Södra Cell Värö. Årsrapport för 2010*. Fiskeriverkets Kustlaboratorium, arbetsrapport, 17 s.
- Lingman A., Fagerholm, B. (2012) *Biologisk recipientkontroll vid Södra Cell Värö. Årsrapport för 2011*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för akvatiska resurser, 22 s.
- Lingman A., Tärnlund, S., Fagerholm, B. (2013) *Biologisk recipientkontroll vid Södra Cell Värö. Årsrapport för 2012*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för akvatiska resurser, 25 s
- Ljungberg, P, Fagerholm, B. (2014) *Biologisk recipientkontroll vid Södra Cell Värö. Årsrapport för 2013*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för akvatiska resurser, 32 s.

Bilaga 1. Totalfångst av alla arter i provfiske med bottenräsk i recipienten för Södra cell Värö 1995-2014.

FSKAR	Lattinsk namn	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	
Ansövis	<i>Engraulis encrasicollis</i>																					
Berungna	<i>Microstomus kitt</i>	8	13	1	6	7	6	8	17	7	5	9	18	23	4	28	7	1	7	2		
Borgvar	<i>Zooglyptes punctatus</i>								2		1	2										
Feinkot	<i>Chelidonichthys lucerna</i>										6	2	1	7	3							6
Färsing	<i>Trachinus draco</i>			10	8	2	67	22	72	152	91	307	246	763	613	615	99	364	260	390	498	
Flickig sjöcock	<i>Callionymus maculatus</i>																					
Gräsej	<i>Pollachius virens</i>	1								4												1
Grässnåra	<i>Centrolabrus exoleus</i>																					
Gulstrimig mulas	<i>Mullus surmuletus</i>			42																		
Havskatt	<i>Anarhichas lupus</i>												2									7
Knot	<i>Eurigila gurnardus</i>	3	31	16	116	41	121	31	103	89	265	370	168	128	152	128	73	62	75	151	435	
Kolja	<i>Merluccius aeglefinus</i>	654	114	18	176	140	307	41	167	8	92	520	362	1546	1024	1765	388	836	378	64	268	
Kummel	<i>Merluccius merluccius</i>	15	1	2	19	2	10	1	11	11	12	89	43	11	8	11				1	13	
Lerskädda	<i>Hippoglossoides platessoides</i>																					
Långa	<i>Molva molva</i>	30	38	109	64	36	42	58	311	67	94	82	86	60	44	9	7	14	18	44	23	
Makrill	<i>Scomber scombrus</i>								1													
Oxsimpa	<i>Taurulus bubalis</i>																					1
Piggblå	<i>Squalus acanthias</i>	15	5	3	20	12	36	16	7	4	4	7	29	18	17	3	32	11	7	9	16	
Piggvar	<i>Psetta maxima</i>	9	10	12	28	11	35	95	169	74	147	155	302	45	125	107	14	8	16	69	127	
Randig sjöcock	<i>Callionymus lyra</i>	142	521	188	376	201	347	75	566	353	1265	453	1255	748	490	565	774	365	389	284	493	
Rösimpa	<i>Pleuronectes platessa</i>	76	83	66	153	103	151	75	48	100	89	105	137	92	37	74	135	152	89	72	436	
Sandskädda	<i>Limanda limanda</i>	3848	5326	3672	5245	3219	6761	2454	8023	5084	12361	7110	13122	5220	7216	7082	4062	6576	3921	3948	5963	
Sandskubb	<i>Pomatoschistus minutus</i>																					1
Sill	<i>Clupea harengus</i>	5	11	6	2	5	32	5	26	26	9	3	1	4								38
Sjörägg	<i>Cyclopterus lumpus</i>																					1
Skarpsill	<i>Sprattus sprattus</i>																					20
Skrubbskädda	<i>Platichthys flesus</i>	9	38	4	7	4	10	18	2	103	9	15	9	12	6	7	10	83				55
Skäggsimpa	<i>Agonus cataphractus</i>	8	2	2	5	3	24	7	3	6	20	9	46	3	1	1	64	13	30	12	102	
Skärsnåra	<i>Symphodus melops</i>	3																				2
Siltvar	<i>Scophthalmus rhombus</i>	1	2	4	12	9	11	12	29	13	5	9	62	40	48	41	121	11	2	36	38	
Snätunga	<i>Buglossidium luteum</i>																					7
Snävar	<i>Phrynorhombus norvegicus</i>	5	11	15	10	5	9	25	28	40	54	3										1
Speetsfjäräd smörbult	<i>Lesueurigobius friesii</i>																					1
Svart smörbult	<i>Gobius niger</i>																					2
Tagemakrill	<i>Trachurus trachurus</i>	1	3	2	4	2	3	13	8	18	10	17	21	22	53	37	12	1	2	9		2
Tobs (kust-/havs-)	<i>Ammodytidae</i>																					6
Torsk	<i>Gadus morhua</i>	38	20	90	694	96	79	306	104	526	88	287	369	21	75	97	27	12	3	38	21	
Tungevar	<i>Arnoglossus lateralis</i>																					2
Vilding	<i>Merlangius merlangus</i>	615	196	665	2428	1280	3421	3098	2370	4911	2835	786	1927	1339	1473	740	359	100	9	937	1330	
Åkta tunga	<i>Solea solea</i>	1	4	2	2	2	5	2	2	9	5	3	10	11	4	2	12	3	6	2	24	
Antal fiskar		5483	6421	5438	9411	5177	11475	6431	12143	12642	17505	10654	18595	10295	11504	11208	6392	8708	5302	6149	10100	
Antal fiskearter		19	19	23	23	19	22	22	23	25	26	24	27	24	25	25	28	26	21	25	26	
EVERTEBRATER																						
Blickfisk obestämd	<i>Loligo sp.</i>																					11
Eremikrälla	<i>Paguridae sp.</i>																					86
Havskräfta	<i>Nephrops norvegicus</i>																					1
Hummer	<i>Homarus gammarus</i>																					1
Krabbska	<i>Cancer pagurus</i>	1	4	4	11	3	11	40	14	34	43	22	31	43	26	43	99	126	108	104	203	
Toarnad blickfisk	<i>Allothenis subitata</i>																					4
Muskeringskrabba	<i>Hyas araneus</i>	4	3	1	15	16	2	132	6	14	25	6	13	1	6	3	2	4	20			6
Smkrabba obestämd	<i>Liocarcinus sp.</i>	116	59	65	158	179	147	2115	706	606	1127	514	572	666	811	390	1319	702	1442	1145	3891	
Spindelkrabba	<i>Macropodia rostrata</i>																					1
Srandkrabba	<i>Cancer maenas</i>	29	13	25	44	32	75	119	62	26	50	145	262	111	235	66	75	82	326	189	1013	
Antal evertebrater		154	75	97	233	230	235	2428	938	800	1579	997	1057	935	1195	622	1761	1154	2085	1483	5212	
Antal dödsvantar		5	3	6	6	4	4	6	7	6	7	7	6	8	7	5	6	7	8	4	8	
Antal fridlingar		25	25	25	25	25	25	25	25	25	20	25	25	20	25	25	25	25	25	25	25	25

Bilaga 2. Totalfångst av alla arter i provfiske med bottentrål i recipienten för Södra cell Värö 1995-2014.

FSKAR	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Latvisk namn																				
Ansjois																				
Bergunga		21	34	12																
Bergvar			4																	
Fenkot																				
Fåsing				1				17	28	11	69			123	194	17	120	127	88	60
Fläckig sjökock																				15
Gräsej									2										5	
Gubsträmme muldas																				
Göbl																				
Havskatt																				
Klarbult																				
Klartull																				
Knagrocka																				
Knot																				
Kolla																				
Kummel																				
Lerskädda																				
Lersubb																				
Långa																				
Lång																				
Makrill																				
Makrill																				
Piggvar																				
Piggvar																				
Randig sjökock																				
Rödspotta																				
Rösimpa																				
Sandskädda																				
Sandsubb																				
Sill																				
Skarsjäll																				
Skarbskädda																				
Skarsimpa																				
Skarsmulla																				
Slätvar																				
Småvar																				
Speisjättad smörbult																				
Svart smörbult																				
Taggmakrill																				
Torsk																				
Tungevar																				
Våting																				
Äkta tunga																				
Antal fiskkar	17441	13643	8216	10643	4800	8252	5758	9095	10400	12291	9980	12311	6959	8721	9305	7777	10903	10953	9629	12153
Antal fiskearter	19	21	19	18	16	20	21	21	27	23	20	25	24	21	22	24	22	25	24	23
EVERTEBRATER																				
Bläckfisk obestämd																				
Eremitkräfta																				
Havskräkta																				
Hummer																				
Krabba																				
Krabba																				
Maskeringskrabba																				
Nordisk Kalmar																				
Sandteika																				
Strandkrabba																				
Strandkrabba																				
Antal evertebrater	43	65	49	173	244	417	2043	642	989	1673	1119	960	1120	1545	575	382	970	1489	1090	3182
Antal svartarter	2	2	3	5	5	5	6	7	7	8	8	7	8	6	4	8	8	8	8	6
Antal trilddrag	25	25	25	25	25	25	25	25	25	20	25	25	18	25	25	25	25	25	25	25

