



Aqua reports 2016:1

Biologisk recipientkontroll vid Södra Cell Värö

Årsrapport för 2015

Anna Lingman & Frida Sundqvist



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för akvatiska resurser

Biologisk recipientkontroll vid Södra Cell Värö

Årsrapport för 2015

Anna Lingman¹ och Frida Sundqvist²

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser,
Kustlaboratoriet, ¹Simpevarp 100, 572 95 Figeholm; ²Skällåkra 71, 432 65 Väröbacka

Mars 2016

Aqua reports 2016:1

ISBN: 978-91-576-9381-5 (elektronisk version)

E-post till ansvarig författare
frida.sundqvist@slu.se

Rapportens innehåll har granskats av:

Anders Adill, Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges lantbruksuniversitet

Karl Lundström, Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges lantbruksuniversitet

Vid citering uppge:

Lingman, A., & Sundqvist, F. (2016). Biologisk recipientkontroll vid Södra cell Värö.
Årsrapport för 2015. Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges lantbruksuniversitet,
Öregrund. 33 s.

Nyckelord

provfiske, fiskbestånd, pappersmassafabrik, recipientkontroll

Rapporten kan laddas ned från

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

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

Finansiär:

Södra Cell AB, Södra Cell Värö

Chefredaktör

Magnus Appelberg, prefekt, Institutionen för akvatiska resurser, Öregrund

Framsida: Krabba (*Cancer pagurus*) i en provfiskares hand. Fotograf: Martin Karlsson.

Baksida: Fjärsing (*Trachinus draco*). Fotograf: Malin Werner.

Sammanfattning

Uppvandringen av ålyngel (*Anguilla anguilla*) i Viskan har dokumenterats med hjälp av fångst i fällor i åmynningen sedan 1971 för att övervaka pappermassafabriken Södra Cell Värös påverkan. Fångsterna av ålyngel 2015 var mindre jämfört med 2014, då fångsterna var de största på elva år. Mängden uppvandrande ålyngel var ändå den näst största under det senaste decenniet. Det har 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.

Sedan 1983 övervakas djursamhället utanför pappersmassafabriken Södra Cell Värö för att undersöka om det processvatten som släpps ut har någon påverkan. Undersökningarna utförs genom provfiske med bottentrål i det havsområde där processvattnet strömmar ut (recipienten Värö). För att kunna göra relevanta tidsserieanalyser utförs även motsvarande provtagning i ett opåverkat område (referensområdet Ustö).

Fångsterna 2015 dominerades av unga individer av olika torsk- (*Gadidae*) och plattfiskarter (*Pleuronectidae*). De vanligaste förekommande arterna i fisket är sandskädda (*Limanda limanda*) och vitling (*Merlangius merlangus*). Flera av arterna har positiv utveckling sedan provtagningarna startade, särskilt i Värö. Fjärsing (*Trachinus draco*), tungevar (*Arnoglossus laterna*), svart smörbult (*Gobius niger*), slätvar (*Scophthalmus rhomus*), simkrabba (*Liocarcinus sp.*), strandkrabba (*Cancer maenas*) och krabba (*Cancer pagurus*) har ökat i båda områdena. Till de arter som minskat i antal hör rödspätta (*Pleuronectes platessa*) och torsk (*Gadus morhua*), som båda visar en nedåtgående trend i referensområdet Ustö. Sett till den senaste tioårsperioden har 6 av de 14 vanligaste arterna minskat i Värö, men bara två i Ustö. Sedan provfiskets början har artrikedomen ökat i båda områdena. Undersökningarna kan inte påvisa någon negativ effekt på fisk till följd av Södra Cell Värös utsläpp.

För att undersöka bottenförhållandena och djurlivet på och i anslutning till utsläppstuben har området filmats varje höst med en fjärrstyrd undervattensfarkost. Havsbotten i anslutning till tuben visade stora tecken på syrebrist vid filmningen 2015, särskilt på den södra sidan av tuben. Djurlivet på och runt tuben visade inte några förändringar jämfört med tidigare år.

Summary

The impact of the Södra Cell Värö pulp mill on 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. The recorded number of eels sampled during 2015 did not reach the high numbers of the previous year but was still the second highest recorded number during the last decade. The decline has followed trends seen elsewhere in northern Europe and is not likely the effect of the activities at Södra Cell Värö.

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*), scadfish (*Arnoglossus laterna*), black goby (*Gobius niger*), brill (*Scophthalmus rhombus*), swimming crab (*Liocarcinus sp.*), shore crab (*Cancer maenas*) and edible crab (*Cancer pagurus*) are species that have increased in both areas on a longer term. Plaice (*Pleuronectes platessa*) and atlantic cod (*Gadus morhua*) however, have 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. Over the last decade a decline in catch has been seen in 6 of the 14 most common species in Värö, but only 2 in Ustö. 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.

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 significant signs of hypoxia in this year's filming and the animal life was normal.

Innehållsförteckning

1	Inledning	4
2	Material och metoder	7
2.1	Uppvandring av ålyngel i Viskan	7
2.2	Provfiske med bottentrål	8
2.3	Dokumentation av utsläppstub och omgivande bottnar	10
3	Resultat	12
3.1	Ålyngeluppvandring i Viskan	12
3.2	Provfiske med bottentrål	14
3.2.1	Totalfångst	14
3.2.2	Diversitet	15
3.2.3	Trofisk nivå	15
3.2.4	De vanligaste fiskarterna i trålfisket	19
3.2.5	Övriga fiskarter i trålfisket	23
3.2.6	Kräftdjur	24
3.2.7	Sjukdomar och skador	25
3.3	Dokumentation av utsläppstub och omgivande bottnar	26
4	Diskussion	29
4.1	Ålyngeluppvandring i Viskan	29
4.2	Dokumentation av utsläppstub och omgivande bottnar	31
	Referenslista	32

1 Inledning

Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), 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 djursamhället, inkluderar fisk, skaldjur och ryggradslösa djur, i recipientområdet för utsläppsvatten. 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

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

fisk i utsläppsområdet. Sen klorblekningen upphörde 1993 så är det troligen tillförandet av näringsämnen och dess följdverkningar som har potentiellt negativ påverkan på fisken.

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 av att födobrist skulle kunna uppstå om miljön gör det svårt för bottenlevande bytesdjur att leva där (Rosenberg 1988, Pihl 1991, Pihl 1994). Försämrad sikt på grund av grumlighet i vattnet är också en faktor som kan påverka fisktätheten negativt (Sohel 2015, Snickars 2004, Neuman 1988).

Utsläpp av ämnen som är giftiga för fisk skulle kunna orsaka fysiologisk påverkan samt skador och missbildningar på fisk (Förlin 1995). Ytterligare en effekt av utsläppet skulle kunna vara att det uppvärmda vattnet ger 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 med hjälp av en dammanläggning vilket eventuellt kan påverka uppvandringen av ålyngel i ån. Då dammanläggningen i regel står öppen hindras inte uppvandring av andra arter som kan simma mot strömmen.

Denna rapport redovisar hur uppvandringen av ålyngel i Viskans mynning har förändrats över tid. Rapporten redovisar även tillståndet för djursamhället, inkluderar fisk, kräftdjur och ryggradslösa djur, och kringliggande bottenar i området kring utsläppstuben (recipienten). Fisksamhällets utveckling över tid i recipienten ställs i relation till utvecklingen i ett närliggande referensområde (figur 1).



Figur 1. Översiktskarta med fiske- och provtagningslokaler. Kartan visar recipientområdet Värö (södra provfiskeområdet) och referensområdet Ustö (norra provfiskeområdet) samt placering av dammanläggningen och ålyngelledarna vid Viskans mynning.

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 tillfällena då endast ett fåtal yngel samlats registreras endast individantalet. I dessa fall görs en skattning av totalvikten. Innan 2003 användes vikten 0,3 gram som genomsnittlig vikt för ett ålyngel. Från och med år 2003 har andra vikter använts. Dessa beräknades utifrån mätningar 2003 till 0,3 gram för maj, 0,46 gram för juni, 0,5 gram för juli, 0,7 gram för augusti och 1,0 gram för september och oktober.

Under perioder då stora mängder ål samlats in har dessa placerats ut i de större sjöarna inom Viskans tillrinningsområde, i enlighet med överenskommelsen inom Viskans ålplan. Viskans ålplan är en förening för några av kraftverken i Viskan, i samarbete med Varbergs och Borås kommuner samt Havs- och vattenmyndigheten. I kraftverkens vattendomar finns skyldigheter att ordna vandringsvägar för ål, så att dessa kan vandra upp i Viskans vattensystem. Genom att ålyngel samlas in vid Södra Cell Värös dammanläggning och transporteras 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 täcker in den tid under vilken huvuddelen av

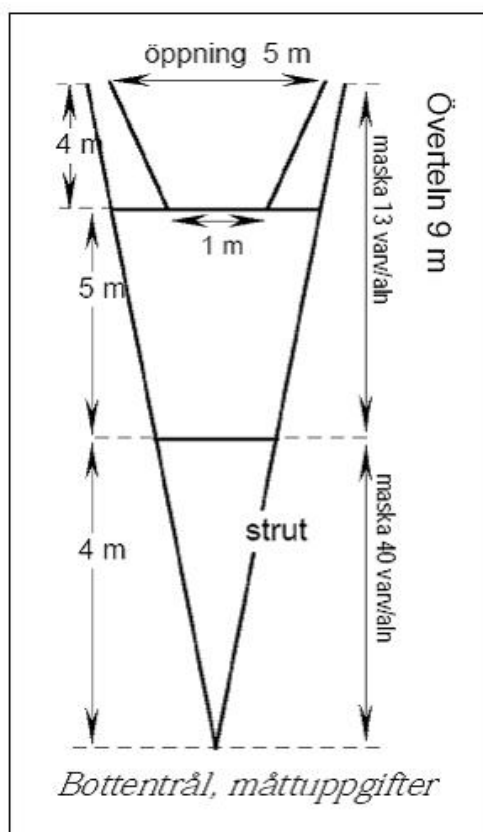
ålarna vandrat upp. Vissa år har provtagningen förlängts, eftersom en stor andel av ålynglen vandrat upp sent på säsongen (Thörnqvist 2001).

2.2 Provfiske med bottentrål

För att få 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, härfter kallad Värö, samt i ett referensområde (Figur 1 och figur 2). Recipienten är lokaliserad till avloppstubens mynningsområde och referensområdet är beläget cirka 15 kilometer norrut, väster om Ustö, härfter kallad Ustö. Djupet där trålningarna genomförs är 18 till 24 meter i Värö och 24 till 28 meter Ustö. Bottenförhållandena skiljer sig något åt mellan områden med något mjukare sediment på Ustö. Inom varje område görs normalt fem parallella tråldrag med ett mellanrum på minst 50 meter. De enskilda trålragen 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.



Återutsättning av ålyngel. Foto: Björn Fagerholm



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 m.fl. 1989).

Beräkningarna har utförts i Microsoft Office Excel 2013 samt statistikprogrammet IBM SPSS Statistics 22 för Windows. För alla beräkningar har signifikansnivån 0,05 använts. Linjära regressioner på data som är logtransformerade med den naturliga logaritmen har använts för att fastställa om en statistiskt signifikant förändring har skett över tid. Data som har mer än 20 procent nollvärden i tidsserien har inte analyserats, utom i fall av särskilt intresse där Spearman' rank ickeparametriska test använts. För att se om fiskens längdfördelning skiljer sig åt mellan fångsterna i recipienten och referensområdet under 2015 har en Anova-analys använts. För att jämföra om fångstens utveckling över tid är olika i de två områdena har en kovariansanalys (Ancova) använts (fångst per ansträngning som beroende variabel, sektion som faktor och år som kovariat). Om utvecklingen inte skilde sig åt i kovariansanalysen har en variansanalys (Anova) använts för att se om mängden fångad fisk skilde sig mellan områdena. Analyserna har gjorts på data som är transformerat med naturliga logaritmen (ln). I de fall där data inte är normalfördelat eller varianserna inte är

lika har ett icke-parametriskt Mann-Whitney U-test använts. Statistik för signifikanta samband presenteras i en fotnot, alternativt i tabell 1. Icke signifikanta samband presenteras inte.

Kräftdjuren har registrerats regelmässigt från början av 1990-talet varför beräkningarna är utförda på data mellan 1990 och 2015. Eremitkräfta började registreras först 2002 varför beräkningarna är utförda på data mellan 2002 och 2015. För fiskarna är beräkningarna gjorda på data mellan 1983 och 2015 om inget annat anges.

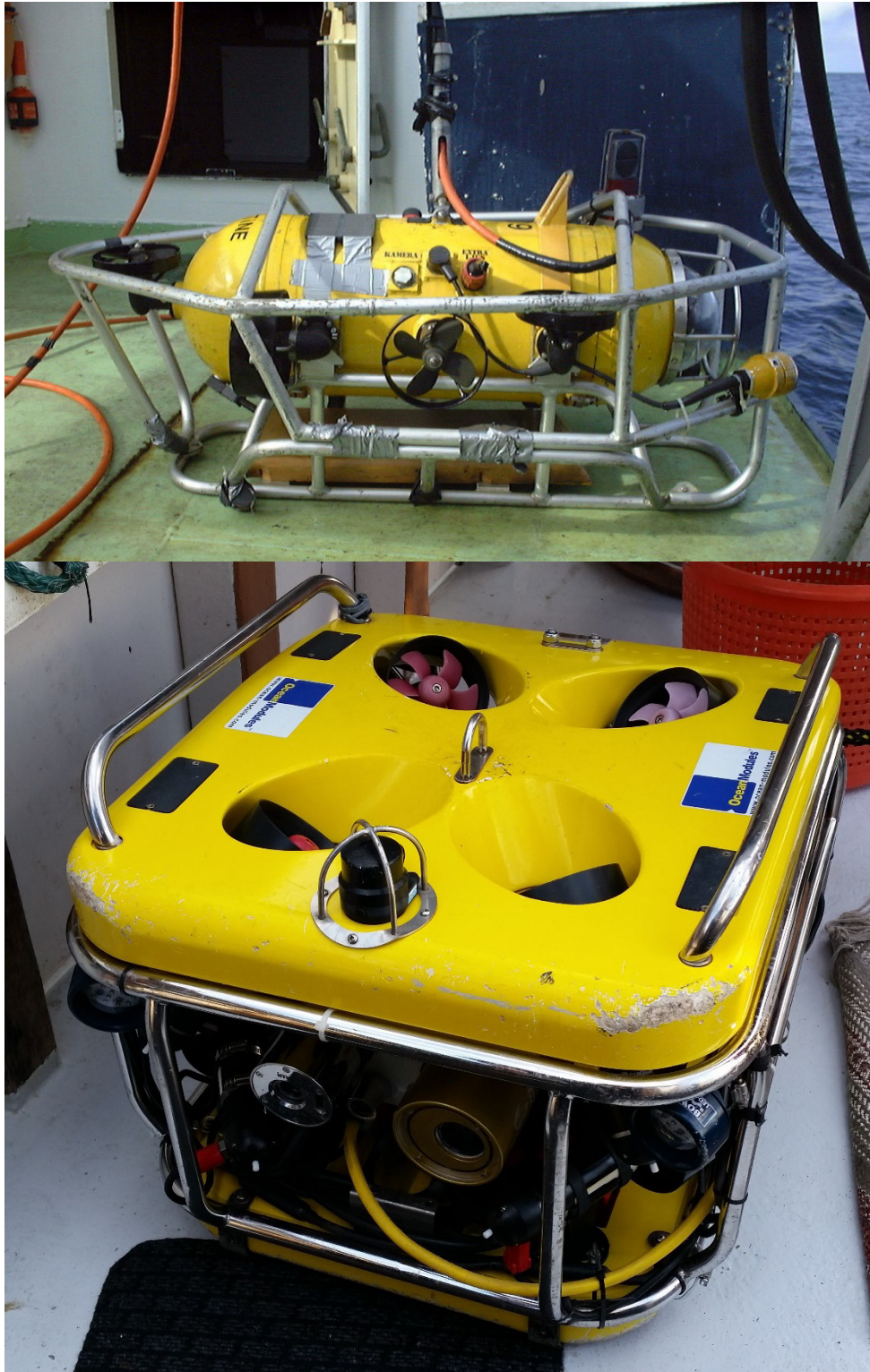
Vetenskapliga namn på observerade arter och andra taxonomiska grupper anges i bilagor och anges endast i texten då de inte förekommer på annan plats.

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.

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.

2.3 Dokumentation av utsläppstub och omgivande botten

Varje år filmas utsläppstuben och havsbotten i tubens närhet för att kontrollera synbara effekter av Södra Cell Värös utsläpp (Thoresson 1992). Kontrollerna genomförs vid ett tillfälle varje år med hjälp av en undervattensfarkost (ROV). Den ROV som tidigare använts, Sjöugglan, ersattes hösten 2015 med en modernare ROV av modellen V8 Sii (Figur 3). Delar av tuben och omgivande botten filmades den 30 september i cirka 90 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.

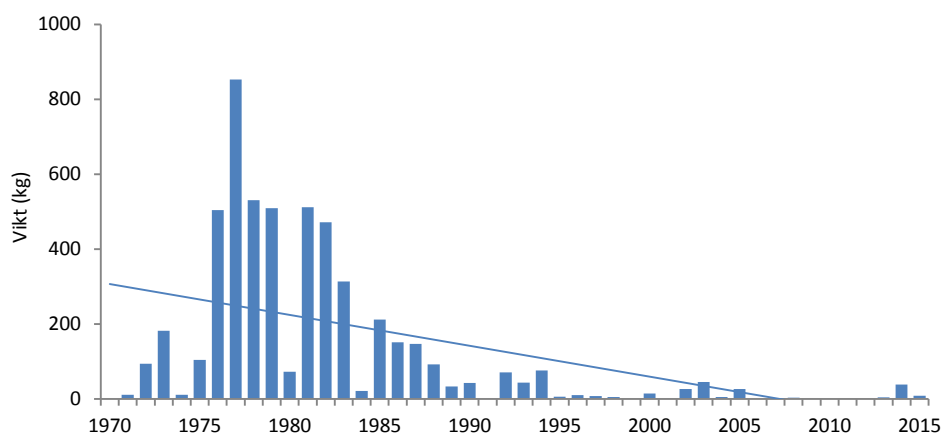


Figur 3. Sjöugglan (överst) som tidigare användes och V8 Sii (underst) som användes 2015 för att filma utsläppstuben vid Värö bruk och dess omgivningar.

3 Resultat

3.1 Ålyngeluppvandring i Viskan

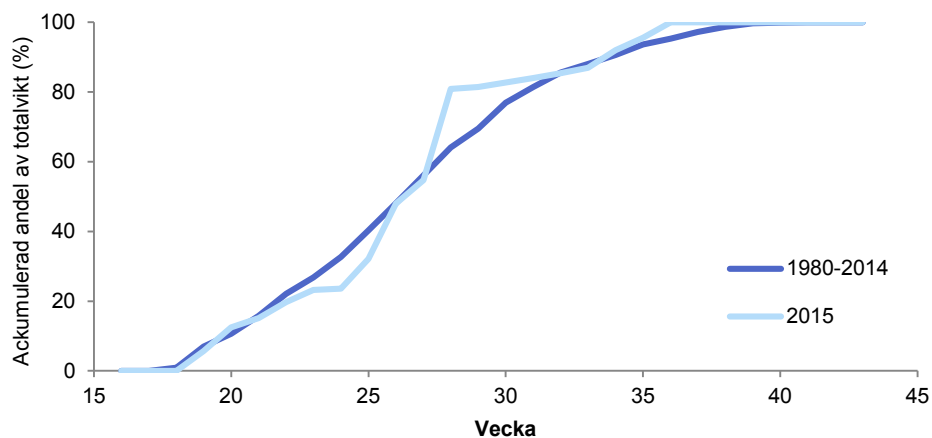
Under provtagningsperioden 2015, som pågick från början av maj till början av september, insamlades totalt 8,4 kg uppvandrande ålyngel (figur 4). Det var lägre förekomst än under provtagningen 2014 och fångsterna var i låga nivåer jämfört med 1970- och 1980-talen. Sedan provtagningen påbörjades 1971 ses en kraftigt minskande trend². Eftersom fångsten av ålyngel inte uppgick i några större volymer så utplanterades inte några ålar i Viskans vattensystem under 2015 utan de ålar som fångades släpptes uppströms om dammanläggningen.



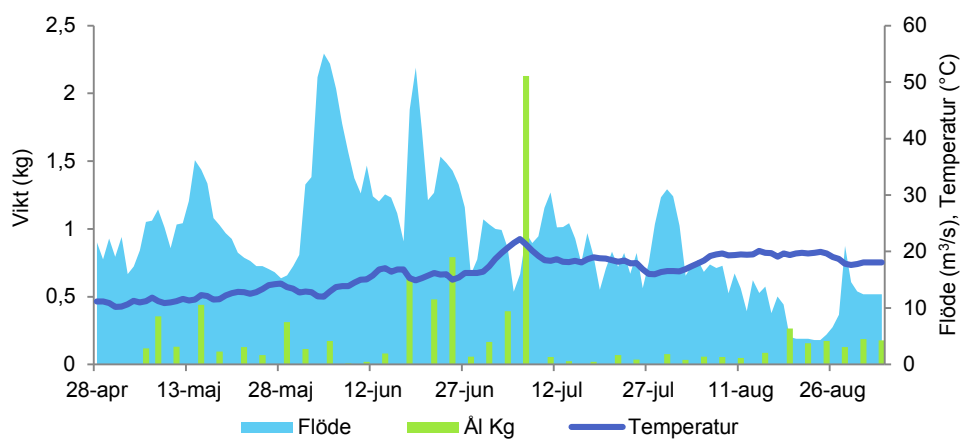
Figur 4. Totalvikt (kg) av ålyngel insamlade i Viskans mynning 1971–2015. Helderagen linje anger signifikant trend över tid

² Linjär regression 1971–2015: $p < 0,001$, $R^2 = 0,470$

Under 2015 kulminerade fångsten av ålyngel under juni och början av juli (vecka 25-28), vilket stämmer väl överens med genomsnittet för tidigare år, 1980-2014 (figur 5). I motsats till säsongen 2014 kulminerade fångsten inte då flödet var som störst utan istället då den högsta temperaturen noterades (figur 6).



Figur 5. Kumulativa totalvikter (procent) per vecka i Viskan för ålyngelfångsterna 2015 i relation till genomsnittet för insamlingsperioden 1980-2014 (1981 års data finns inte med).



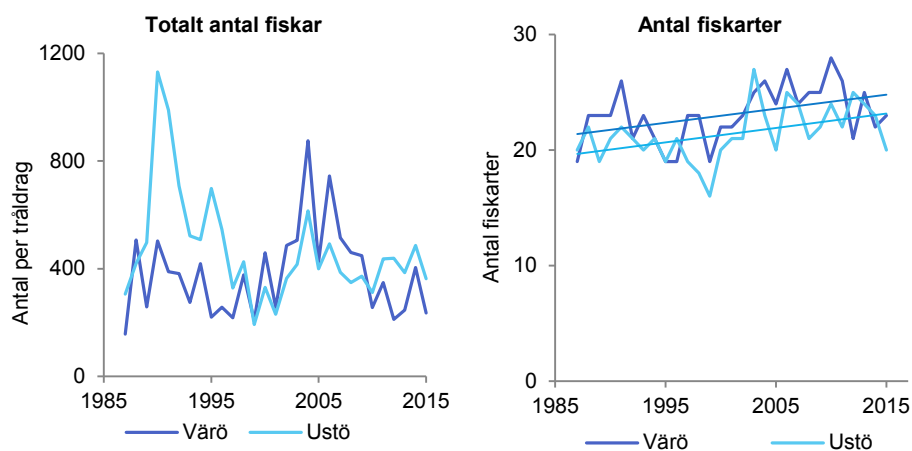
Figur 6. Vikten av glasål i relation till temperaturen och vattenflödet vid Åsbro i Viskan från vecka 18-36, 2015.

3.2 Provfiske med bottentrål

3.2.1 Totalfångst

Under 2015 genomfördes 25 tråldrag (ansträngningar) inom varje område. Totalt fångades 25 olika fiskarter och åtta olika arter av ryggradslösa djur (evertebrater) i de båda områdena. I recipientområdet Värö fångades 23 olika fiskarter, vilket var tre fler än i referensområdet Ustö (bilaga 1 och 2, tabell 1). Antalet arter som fångats varje år visar en ökning för både Värö och Ustö 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 områdena, med ett större antal arter vid Värö³. Sett till den senaste tioårsperioden har dock antalet arter varit stabilt i båda områdena.

Antalet fångade fiskar uppgick till 14 960 individer och av dessa fångades 5 897 (39 procent) i Värö (figur 7). Mängden fisk i Värö har legat på en stabil nivå sedan undersökningarna inleddes, men visar på en minskande trend sett till den senaste tioårsperioden (tabell 1). För referensområdet Ustö har förekomsterna av fisk inte uppvisat några förändringar över tid (tabell 1). Det finns en tendens till skillnad i utveckling av antal fiskar mellan områdena över tid⁴.



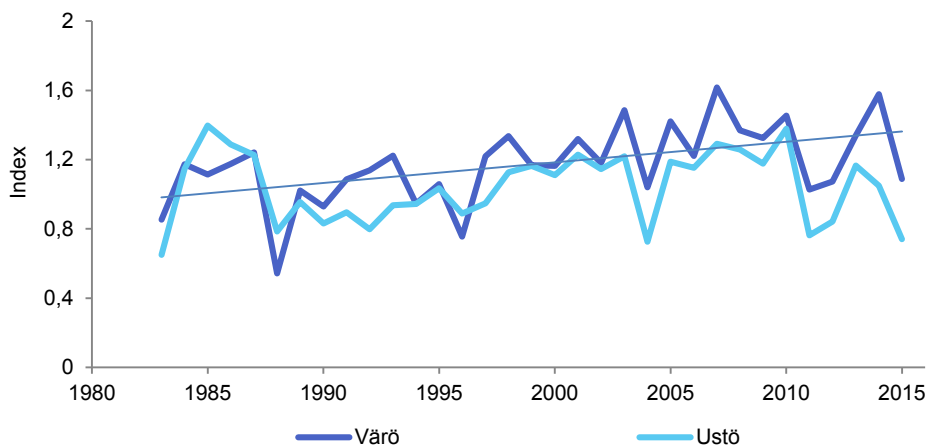
Figur 7. Antal fiskar per ansträngning och observerade fiskarter i trålfisket 1987–2015. Rät linje visar signifikant linjär trend över tid.

3. Mann-Whitney U-test 1990–2015: $p=0,028$

4. Kovariansanalys Ancova (år*område) 1987–2015: $p=0,050$, $R^2=0,120$

3.2.2 Diversitet

Diversiteten i fångsterna har ökat i Värö⁵. I referensområdet har motsvarande ökning inte skett. Shannon-Wieners index ligger i det förväntade intervallet och är något högre i Värö än i Ustö⁶.



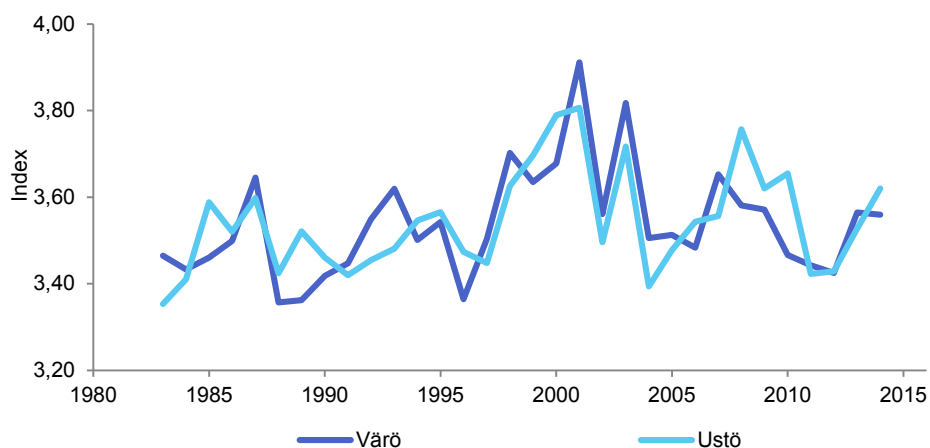
Figur 8. Diversiteten hos provfiskefångsten 1983–2015. Diversiteten är beräknad som Shannon-Wieners index. Rät linje visar signifikant linjär trend över tid.

3.2.3 Trofisk nivå

Index för den trofiska medelnivån är 3,5 för alla år i båda områdena (Figur 9). Sand-skäddan som äter småfisk, kräftdjur och maskar har trofisk index 3,3. Vitling är en fiskätare med ett trofiskt index på 4,4. Dessa två arter dominerade fångsten och hade därför stor påverkan på det trofiska indexet. Det var ingen skillnad i trofisk nivå mellan områdena och det sker heller ingen förändring över tid

5. Regressionsanalys 1983–2014: $p=0,003$, $R^2=0,26$

6. Mann-Whitney U-test 1990–2015: $p=0,03$



Figur 9. Trofisk medelnivå 1983–2015.

Av ryggradslösa djur fångades nästan dubbelt så många individer i Ustö (138 individer per tråldrag) än i Värö 2015 (70 individer per tråldrag) (tabell 1). Detta är ovanligt eftersom medelvärdet över tid är högre i Värö jämfört med Ustö. I båda områdena fångades sju arter. I genomsnitt har 5,8 respektive 5,5 arter fångats i Värö respektive i referensområdet Ustö. Det var heller ingen skillnad mellan områdena avseende totalt antal fångade ryggradslösa djur eller utvecklingen av antal fångade ryggradslösa djur över tid.

En av de fångade bläckfiskarna artbestämdes (*Loligo vulgaris*). Det är svårt att artbestämma dem 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 (tabell 1). De tidigare icke artbestämda simkrabborna bestämdes nu till blåkload simkrabba (*Liocarcinus depurator*).



Trålpåsen töms. Foto: Björn Fagerholm.

Tabell 1. Antal individer i genomsnitt per tråldrag om 20 minuter under 2015 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 evertebraterna sedan 1990 utom för eremitkräfta som började registreras först 2002. + anger ökande trend, - anger minskande trend med signifikansnivåer * = $p < 0,05$, ** = $p < 0,01$, *** = $p < 0,001$, ns anger att ingen signifikant förändring observerats över tiden.

Art	VÄRÖ (recipient)					USTÖ (referens)				
	2015	medel 1983-2015	trend	medel 2006-2015	trend	2014	medel 1983-2015	trend	medel 2006-2015	trend
Sandskädda	176,00	237,03	ns	251,26	-*	307,52	324,49	ns	274,30	ns
Vitling	5,80	50,89	ns	34,78	ns	15,36	72,37	ns	77,59	ns
Rödspotta	20,44	21,82	ns	23,44	ns	9,32	19,72	-**	9,50	ns
Kolja	0,80	12,25	+***	28,15	-*	0,08	8,64	ns	3,28	-**
Torsk	1,88	5,73	ns	2,86	ns	0,08	5,17	-***	1,55	-**
Knot	6,04	5,01	+**	6,22	ns	2,72	3,81	ns	3,10	ns
Lerskädda	0,60	1,86	ns	1,34	ns	7,96	6,81	ns	5,89	ns
Rötsimpa	3,72	3,89	+**	5,36	ns	8,64	4,47	-**	3,42	+*
Fjärsing	13,32	6,39	+***	17,49	ns	3,88	1,48	ns	4,08	ns
Skarpsill		0,58		0,72		2,80	4,25	ns	7,78	ns
Taggmakrill		2,90		1,81	-*		0,86		1,17	-*
Randig sjökock	0,52	2,51	ns	3,35	ns	0,08	0,47	ns	0,16	ns
Kummel	0,04	0,40	ns	0,37	-*	0,56	1,63	ns	1,63	ns
Svart smörbult	0,04	0,30		0,65	-**	0,68	1,72		4,58	ns
Tungevar	1,96	1,17		3,42	ns	0,92	0,52		1,50	ns
Sill	0,04	0,36		0,24	ns	0,28	0,94	ns	0,57	ns
Slätvar	0,56	0,78	+**	1,69	ns	0,56	0,37	+*	0,69	ns
Bergtunga	0,96	0,47	ns	0,48	ns		0,62		0,02	
Piggevar	0,32	0,90	-**	0,62	ns		0,06		0,05	
Skrubbskädda	0,68	0,46	ns	0,49	+**	0,44	0,46	ns	0,41	ns
Skäggsimpa	1,60	0,75	ns	1,25	ns		0,03		0,02	
Småvar		0,47		0,02			0,23		0,02	
Äkta tunga	0,24	0,20	+**	0,33	ns		0,05		0,05	
Skärsnultra		0,15		0,02			0,03		0,02	
Fläckig sjökock		0,04		<0,01			0,03		0,09	
Gulstrimmig mullus		0,07		0,05			<0,01		0,03	
Spetsstjärtad smörbult		0,03		0,08		0,56	0,04		0,12	
Pigghaj	0,20	<0,01		0,03		0,04	0,05		0,16	
Fenknott	0,04	0,04		0,10			<0,01		<0,01	
Sjurrygg		0,03		0,11						
Småtunga	0,08	0,03		0,09		0,04	<0,01		<0,01	
Femtömmad skärlånga		0,02								
Sandstubb		<0,01		0,02			0,02		0,06	
Bergvar		0,02		<0,01			<0,01			
Berggylta		0,01					<0,01			
Ansiovis		0,01		<0,01			<0,01		<0,01	
Gråsej		<0,01		<0,01			<0,01		0,02	
Grässnultra		<0,01		<0,01						
Gulål							<0,01			
Havskatt		<0,01		<0,01			<0,01		<0,01	
Klarbult							<0,01		0,02	
Knaggrocka							<0,01		<0,01	
Lerstubb							<0,01		<0,01	
Lvrtorsk		<0,01								
Långa		<0,01		<0,01			<0,01		<0,01	
Makrill		<0,01		<0,01			<0,01		<0,01	
Marulk		<0,01					<0,01			
Oxsimpa		<0,01		<0,01						
Paddtorsk		<0,01								
Småfläckig rödhaj		<0,01								
Spetsjärtat långebarn							<0,01			
Stensnultra		<0,01								
Tobis (kust-/havs-)		<0,01		<0,01						
Tänglake		<0,01								
Totalt antal fiskar	235,88	357,64	ns	386,90	-**	362,52	459,39	ns	401,92	ns
Antal fiskarter	23,00	21,63	+***	25,00	ns	20,00	20,48	+***	23,00	ns

Tabell 1 fortsättning. Antal individer i genomsnitt per tråldrag om 20 minuter under 2015 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 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.

Art	VÄRÖ (recipient)					USTÖ (referens)				
	2015	medel 1983- 2015	trend	medel 2006- 2015	trend	2014	medel 1983- 2015	trend	medel 2006- 2015	trend
Simkrabba obestämd	50,72	29,18	****	49,49	+	120,92	28,77		49,14	ns
Eremitkräfta	3,28	3,66		5,67	ns	4,28	9,20	-*	6,64	-*
Strandkrabba	10,00	5,74	***	10,55	ns	9,56	1,10		2,38	ns
Krabba	6,00	1,82	****	3,78	****	2,20	0,68	****	1,36	+
Maskeringskrabba	0,16	0,48	ns	0,24	ns	0,76	0,56		0,55	ns
Bläckfisk obestämd	0,08	0,12		0,13		0,20	0,33		0,53	
Havskräfta		0,05		<0,01		0,12	0,11		0,13	
Hummer		0,03		0,03			0,02		0,04	
Loligo subulata		0,03		0,08			<0,01		0,02	
Nordisk Kalmar							<0,01		<0,01	
Sandräka							<0,01			
Spindelkrabba		<0,01								
Vanlig kalmar (loligo vulgaris)	0,04	<0,01		<0,01						
Total antal evertebrater	70,28	41,10	****	69,98	+	138,04	36,53	****	60,80	ns
Antal evertebratarter	7,00	5,85	***	6,60	ns	7,00	5,54	****	6,90	ns



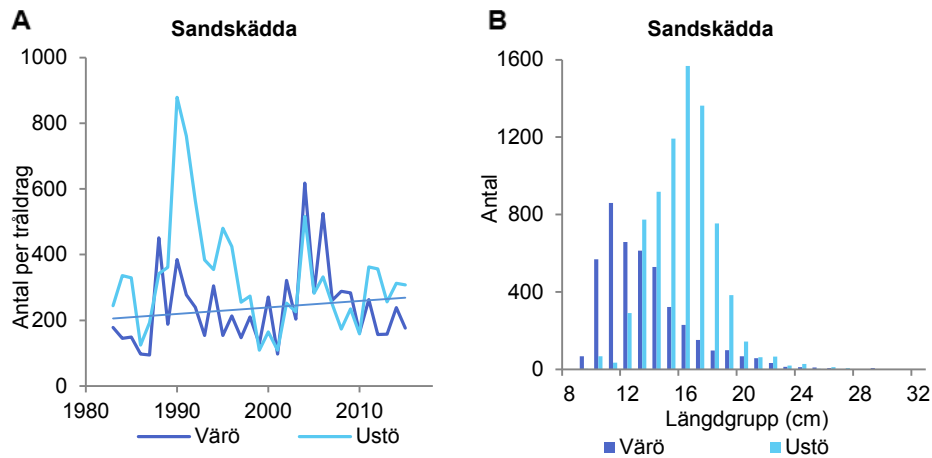
Sandskadda – fiskets vanligaste art. Foto: Björn Fagerholm

3.2.4 De vanligaste fiskarterna i trålfisket

Sandskägda utgjorde som oftast den största andelen av fångsten och stod för 81 procent av det totala antalet fiskar i de båda undersökningsområdena. Den därefter vanligaste arten, vitling, stod för sammanlagt 5 procent av fiskarna i fångsten. De återstående tre vanligaste arterna, rödspätta, rötsimpa och fjärsing, utgjorde tillsammans 9 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 och ekologiska värde.

Sandskägda

Sandskägda har varit den mest talrika arten i fångsten sedan undersökningarna påbörjades 1983 (bilaga 1 och 2). Utvecklingen i de två områdena skiljer sig inte över tiden, däremot kan man konstatera att fångsten varit större i referensområdet⁷. Arten visar på en negativ trend i Värö under den senaste tioårsperioden (tabell 1). Sedan 2011 har fler sandskägddor fångats i referensområdet än i Värö⁸. I fisket representerades sandskägddan nästan uteslutande av förhållandevis små och därmed sannolikt unga individer. De flesta var mellan 10 och 20 centimeter. Det var en skillnad i medellängd mellan områdena 2015⁹. I Ustö har sandskägddorna en medellängd av cirka 16 centimeter och i Värö cirka 14 centimeter.



Figur 10. A. Fångst av sandskägda per tråldrag om 20 minuter åren 1983–2015. B. Storleksfördelning hos den totala fångsten i respektive område under 2015. Trendlinje anger signifikant förändring över tid.

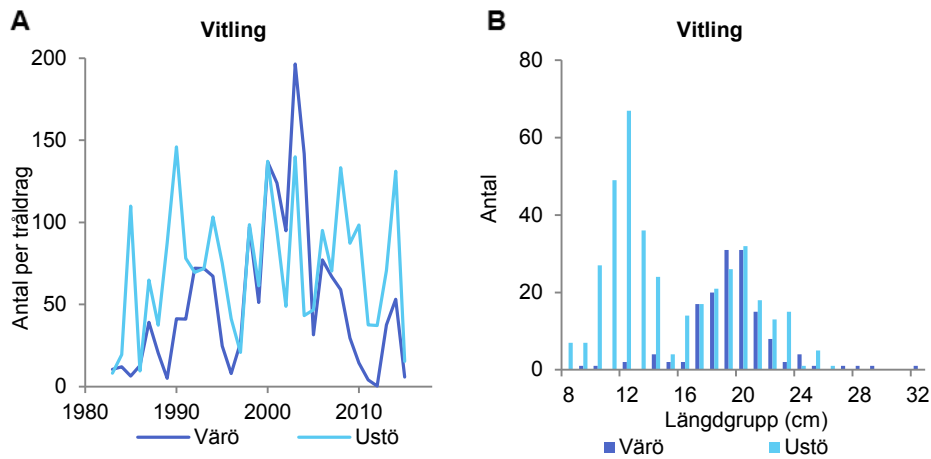
7. Variansanalys Anova 1983–2015: $p=0,011$, $R^2=0,082$

8. Variansanalys Anova 2011–2015: $p=0,004$ $R^2=0,617$

9. Variansanalys Anova₂₀₁₅: $p<0,01$, $R^2=0,18$

Vitling

Fångsterna av vitling har visat stor mellanårsvariation sedan undersökningarna startade 1983 (Figur 11). De stigande fångsterna 2013 och 2014, efter bottennotering 2012, följdes av betydligt mindre fångster 2015. Fångsterna i Ustö var på den lägsta nivån sedan 1997 med cirka 15 vitlingar per tråldrag. Även i Värö var fångsterna låga med sex vitlingar per tråldrag. Utvecklingen av fångsterna skiljer sig inte över tid, men totalt sett har mer vitling fångats i referensområdet¹⁰. Vitlingen i Värö var större än individerna i referensområdet under 2015¹¹. I Värö var de flesta fiskar mellan 17 och 22 centimeter. I Ustö syntes två toppar i längdfördelningen, en runt 12 centimeter och en runt 20 cm (figur 11).



Figur 11. A. Fångst av vitling per tråldrag om 20 minuter, 1983–2015. B. Storleksfördelning hos den totala fångsten i respektive område under 2015.



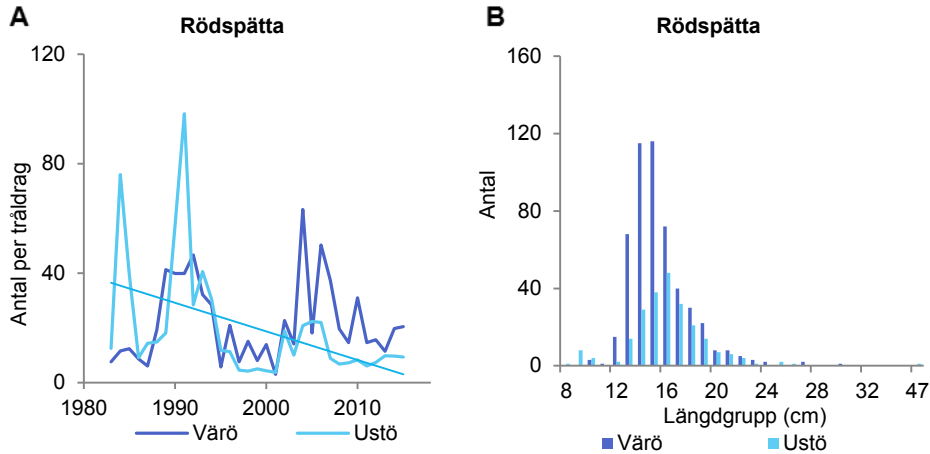
Vitling. Foto: Baldvin Thorvaldsson

10. Mann-Whitney U-test 1983–2015: $p=0,014$

11. Mann-Whitney U-test 2015: $p=0,017$

Rödspätta

Fångsten av rödspätta har uppvisat periodvisa fluktuationer på båda lokalerna (figur 12). Fångsten har utvecklats olika i de två områdena över tiden¹². I Värö kan ingen trend urskiljas sedan trålningen startade. I referensområdet däremot, har fångsten av rödspätta minskat (figur 12, tabell 1). Utfallet beror troligen på de två fångsttopparna i referensområdet 1984 och 1991 som inte har någon motsvarighet i Värö. Liksom hos sandskädda fanns det en stor dominans av små, sannolikt unga individer i fångsterna. En stor rödspätta på 47 cm fångades i Ustö. Under 2015 förekom ingen skillnad i medellängd mellan områdena. De flesta fiskar var mellan 12 och 24 centimeter.



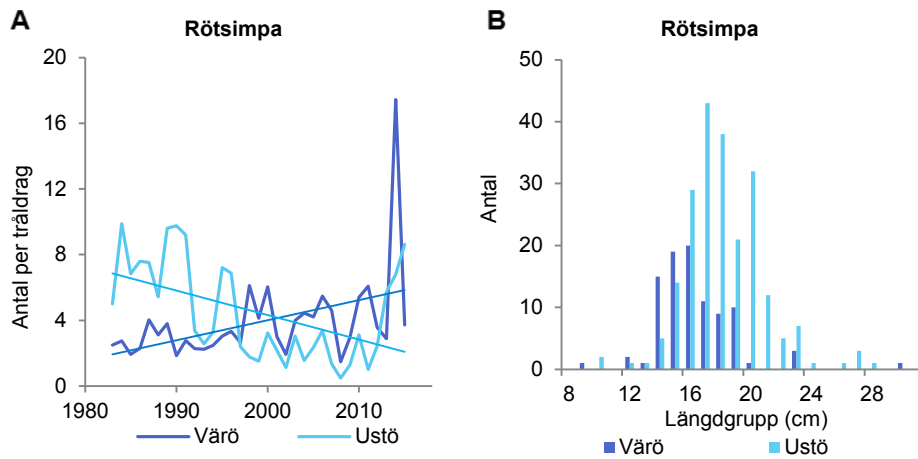
Figur 12. A. Fångst av rödspätta per tråldrag om 20 minuter, 1983–2015. Rät linje anger linjär trend över tid. B. Storleksfördelning hos den totala fångsten i respektive område under 2015.

Rötsimpa

Fångsterna av rötsimpa har minskat i referensområdet sedan trålningarna startade, medan de visar på en ökande trend i Värö (figur 13 och tabell 1). Mellan 1983 och 1996 fångades fler fiskar i Ustö än i Värö, då ett skifte skedde och förhållandet blev det omvända. Områdena skiljer sig tydligt i utvecklingen över tid¹³, med en ökande trend vid Värö och en negativ utveckling vid Ustö. Rötsimpan hade en fångststopp 2014 i Värö med mer än 17 fiskar per tråldrag. Under 2015 fångades endast cirka fyra rötsimpor per tråldrag. Det fångades fler individer i Ustö än i Värö 2015, något som bara skett en gång sedan skiftet 1996. Medellängden skilde sig inte åt mellan områdena i 2015 års fångster. I referensområdet var de flesta fiskar 15–23 centimeter och i Värö fördelades sig de mellan 14 och 19 centimeter.

12. Kovariansanalys Ancova (år*område) 1983–2015: $p=0,006$, $R^2=0,136$

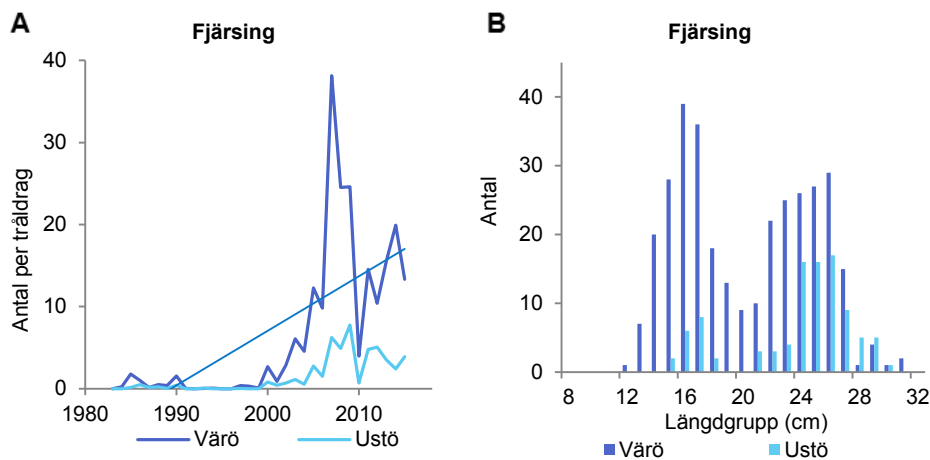
13. Kovariansanalys Ancova (år*område) 1983–2015: $p<0,01$, $R^2=0,20$



Figur 13. A. Fångst av rötsimpa per tråldrag om 20 minuter, 1983–2015. Rät linje anger linjär trend över tid. B. Storleksfördelning hos den totala fångsten i respektive område under 2015.

Fjärsing

Fångsten av fjärsing har ökat i Värö sedan trålningarna startade. Fjärsing uppvisar en positiv trend¹⁴. Den största ökningen i antal fiskar skedde i början av 2000-talet (figur 14 och tabell 1). Mängden fångad fjärsing har varit större i Värö än i referensområdet¹⁵ sett till hela undersökningsperioden. Det är ingen skillnad i storleken hos fjärsingen mellan de två lokalerna. I båda lokalerna syns två tydliga toppar i längdfördelningen: en vid 16–17 centimeter och en vid 24–26 centimeter (figur 14).



Figur 14. A. Fångst av fjärsing per tråldrag om 20 minuter, 1983–2015. Reta linjer anger linjär trend över tid. B. Storleksfördelning hos den totala fångsten i respektive område under 2015.

14. Spearman's rank₁₉₈₃₋₂₀₁₅: $p < 0.001$ $r_s = 0,736$,

15. Mann-Whitney U-test₂₀₁₅: $p < 0,032$

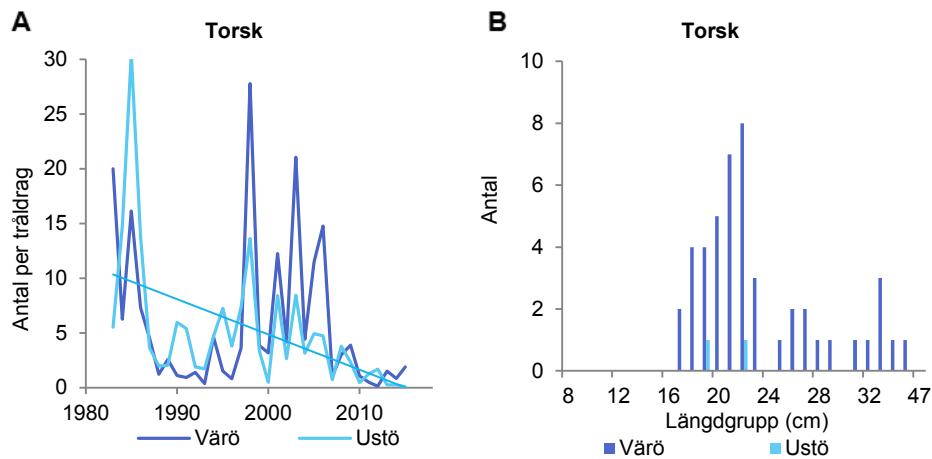
Torsk

Sedan slutet av nittiotalet har det förekommit stora mellanårsvariationer i torskfångsterna, samtidigt som fångsterna de senaste åtta åren varit väldigt små (figur 15).

I referensområdet kan en negativ trend urskiljas för hela undersökningsperioden och för den senaste tioårsperioden (figur 15 och tabell 1). Inga trender kan skönjas i Värö (tabell 1).

Fångsternas storlek skiljer sig inte mellan de två områdena, vare sig sett till utvecklingen över tid eller de totala fångsterna.

Torskfångsterna under 2015 dominerades som tidigare av små, sannolikt yngre individer. Den största andelen av fångsterna utgjordes av storlekar mellan 17 och 23 centimeter. Någon enstaka torsk uppemot 46 centimeters längd fångades i Värö. Eftersom endast två torskar fångades i referensområdet (19 och 22 centimeter) gjordes ingen jämförelse av medellängderna. Den senaste tioårsperioden har torskens medellängd i fångsterna ökat i Värö¹⁶. Det beror på att mer stor torsk fångats de senaste åren men också att det fångats färre av de små.



Figur 15. A. Fångst av torsk per tråldrag om 20 minuter, 1983–2015. Rät linje anger trend över tid. B. Storleksfördelning hos den totala fångsten i respektive område under 2015.

3.2.5 Övriga fiskarter i trålfisket

Förekomsterna av flertalet arter har förändrats sedan provfiskena startade 1983. I Värö har fångsterna ökat för flera fiskarter, samtidigt med liknande utveckling för enstaka arter i referensområdet. En handfull arter, främst arter av plattfisk, visar på en nedåtgående långtidstrend (tabell 1).

16. Regressionsanalys(2006–2015): $p=0,01$, $R^2=0,58$

Sett till den senaste tioårsperioden visar flera, framför allt bottenlevande arter, på en vikande trend, i ett eller båda områdena. 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 Värö är stigande sedan provtrålningarna startade (tabell 1), men minskande under den senaste tioårsperioden. Även i Ustö minskade koljan i antal de senaste tio åren.

Knot

Knot ökar i Värö, men inte i Ustö (tabell 1). Vid provfiskets början följdes fångsterna åt väl men sedan 2013 är fångsterna i Värö större, medan de ligger på en mer stabil nivå i Ustö.

Taggmakrill

Taggmakrill har ökat den senaste tioårsperioden i båda områdena (tabell 1). För hela tidsperioden kan regressionsanalys inte göras då arten varit för fåtalig under tidsperiodens början.

3.2.6 Kräftdjur

Av de olika kräftdjursgrupper som fångades under trålningen 2015 dominerade simkrabbor följt av strandkrabbor (tabell 1). Fångsterna av simkrabbor¹⁷, strandkrabbor¹⁸ och krabbor (tabell 1) har ökat i båda områdena sedan trålningarna startade (figur 16).

Simkrabba

2014 gjordes de högsta noteringarna av antalet simkrabbor i både Värö och referensområdet. Under fisket 2015 var fångsterna åter i lägre omfattning i Värö (51 simkrabbor per tråldrag) medan fångsterna var ännu större i Ustö (121 simkrabbor per tråldrag) (figur 16). Det fanns ingen skillnad i fångst eller fångstutveckling mellan områdena och inte heller i simkrabbornas längd 2015.

Strandkrabba

Strandkrabba var den näst vanligaste arten bland kräftdjuren under 2015 års provtagning. Fångsterna var rekordstora i båda områdena 2014, men liksom simkrabban var fångsterna lägre i Värö, men fortsatt att öka i Ustö och i båda områdena fångades ca 10 krabbor per tråldrag (figur 16 och tabell 1). Det har fångats mer strandkrabbor

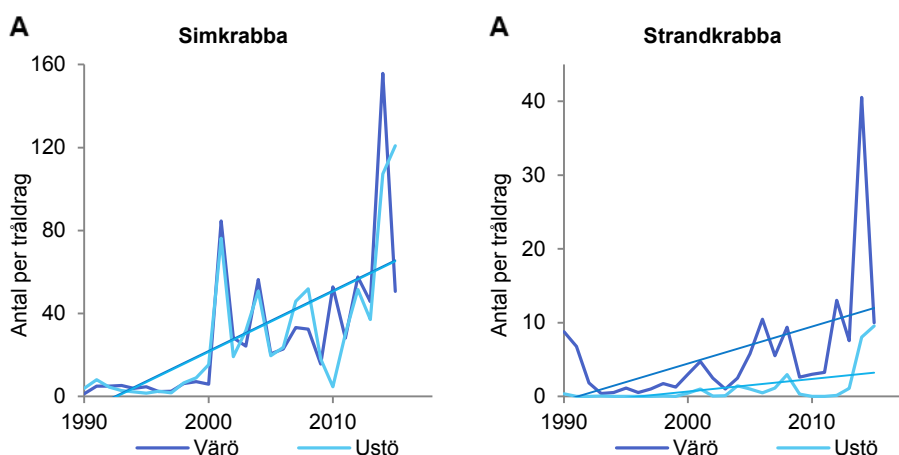
17. Spearman's rank₁₉₉₀₋₂₀₁₅: $p < 0,001$, $r_s = 0,791$

18. Spearman's rank₁₉₉₀₋₂₀₁₅: $p = 0,001$, $r_s = 0,463$

i Värö än i Ustö¹⁹. Det var ingen skillnad i strandkrabbornas längd mellan områdena 2015.

Krabba

Krabba (krabbtaska) var den tredje krabbarten att slå fångstrekord i Ustö 2015, med över två krabbor per tråldrag. I Värö var fångsterna av krabbtaska de största någonsin 2014 med i genomsnitt åtta krabbtaskor per tråldrag. Fångsterna 2015 var sex krabbor per tråldrag, en fortsatt hög nivå för tidsserien. Fångsterna av krabbtaska skiljer sig mellan områdena och var störst i Värö²⁰.



Figur 16. Fångst av simkrabba och strandkrabba under tidsperioden 1990–2015. Rät linje anger signifikant trend över tid.

3.2.7 Sjukdomar och skador

Vid provfiskena noteras alltid yttre synliga sjukdomssymptom. Här redovisas resultaten från och med 1994. Under fisket 2015 observerades sjukdomssymptom på totalt 16 individer, vilket motsvarar 0,11 procent av fångsterna. Flest sjukdomssymptom hittades hos sandskädda (14 individer). De övriga två fiskarna med sjukdomssymptom var rödspätta och skrubbskädda. Det vanligaste symptomet 2015 var tumörer (5 fiskar) följt av ryggradsförkortningar (4 fiskar). Andra symptom var hudsår, *Lymfocystis*²¹, defekt fena, skelettdefekt eller övriga hudsymptom. I Värö uppvisade 0,12 procent av fiskarna sjukdomssymptom och i Ustö var 0,10 procent sjuka. Sedan 1994 har i genomsnitt 0,13 respektive 0,17 procent varit sjuka i Värö och Ustö. Flest fiskar med sjukdomssymptom hittades 2002, 2004 och 2006. Andelen sjuka fiskar i fångsterna är korrelerat till hur mycket fisk som fångats (fångsten per

19. Mann-Whitney U-test 1990–2015: $p < 0,001$

20. Mann-Whitney U-test 1990–2015: $p < 0,037$

21. *Lymfocystis* är en virusjukdom som orsakar druvliknande hudtumörer.

ansträngning)²². Det fanns ingen skillnad i andelen sjuka fiskar mellan områdena, inte heller skiljer sig utvecklingen över tid mellan de olika områdena.

3.3 Dokumentation av utsläppstub och omgivande botten

För att kontrollera hur utsläppen påverkar den omgivande botten i recipientområdet filmades tubens närområde under 90 minuter med hjälp av en fjärrstyrd undervattensfarkost (modell V8 Sii tillverkad av Ocean Modules Sweden AB).

Filmningen under 2015 följde tuben på sydsidan, runt öppningen, norrsidan och sedan tillbaka på sydsidan. På båda sidor av tuben filmades även botten på ett område ut från tuben. Från tubens mynning och inåt finns en mängd runda öppningar (dysor) på tubens yttersidor som fördelar utsläppet (figur 17 A). Både vid mynningen och från dysorna syntes tydliga utsläpp.

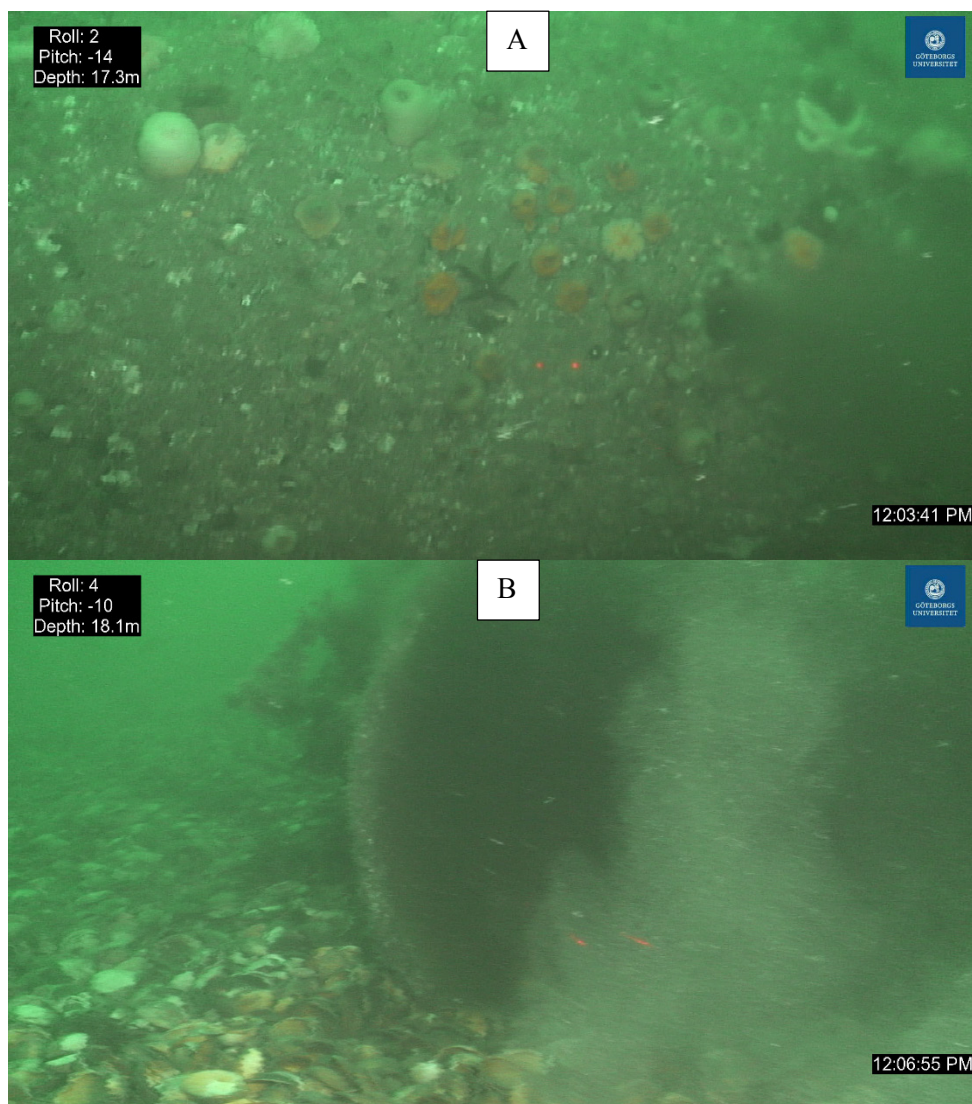
Större delen av tuben samt dess fundament var bitvis täckta av havsnejlikor (*Metridium senile*) och blåmusslor (*Mytilus edulis*). En del djur rörde sig på och kring tuben, som krabbtaska, strandkrabbor och två sorters sjöstjärnor, vanlig sjöstjärna (*Asterias rubens*) och ishavssjöstjärna (*Marthasterias glacialis*) (figur 17 A).

Runt tuben simmade fiskarter som rötsimpa, stensnultra, skärsnultra och torskfiskar av obestämda arter. På mjuk- och skalbotten en bit från tuben syntes plattfiskar, som skrubbskädda och sandskädda, samt en del strandkrabbor och eremitkräftor.

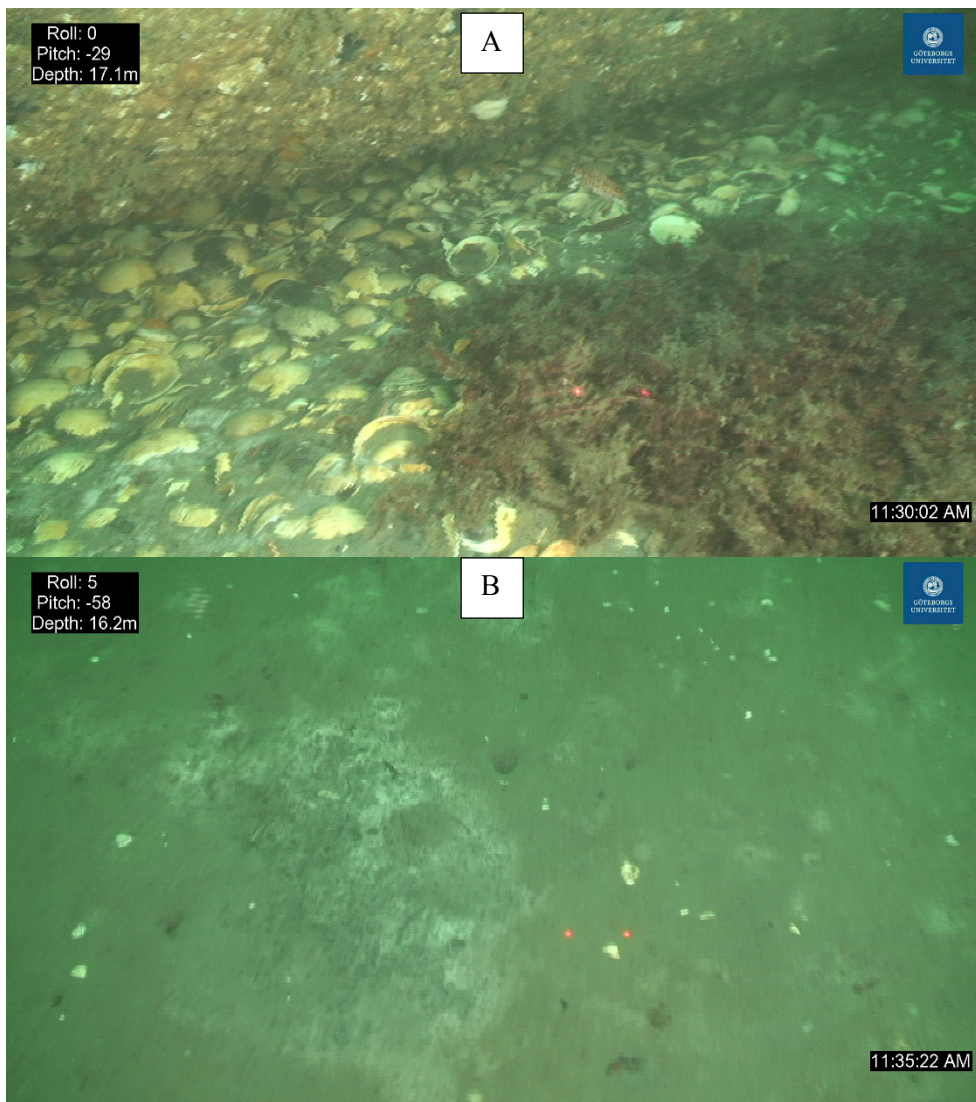
Utanför den avslutande mynningen samt längst med norra sidan av tuben syntes stora områden av skalbotten liknande det som observerats tidigare år (se tidigare årsrapporter) (figur 17 B). Dessa skalbottnar ser ut att vara täckta med musselskal från islandsmussla (*Artica islandica*), hjärtmussla (*Cerastoderma edule*) och sandmussla (*Mya arenaria*). Längre ut från tuben på norrsidan syns en jämn sandbotten. Under tuben på båda sidor fanns rester av skal, huvudsakligen efter musslor, som troligtvis har fallit av röret eller ansamlats där på grund av vattenströmmar (figur 18 A).

På södra sidan av tuben bestod bottenarna främst av sand och/eller mjukare organiskt sediment. Vid filmningen 2015 upptäcktes tydliga vita syrefria fläckar (svavelvätebakterier) i relativt stor omfattning (figur 18 B) (Møller 1985).

22. Regressionsanalys₁₉₉₄₋₂₀₁₅: $p=0,034$, $R^2=0,206$



Figur 17. A. Utsläpp från dysorna på tuben, havsnejlikor och sjöstjärnor på tuben. B. Musselskal på och under tuben.



Figur 18. A. Mynningen på tuben med synligt utsläpp och musselskal runt omkring. B. Omkringliggande mjukbotten på sydsidan av tuben med tydliga tecken på syrebrist, i form av vita fläckar.

4 Diskussion

4.1 Ålyngeluppvandring i Viskan

Uppvandringen av glasålar i Viskan har varit liten de senaste decennierna. Fångsterna 2015 var de näst högsta under det senaste åren men betydligt lägre än under 2014, då uppvandringen av ålyngel var de största som registrerats på elva år. Flest ålyngel i fällorna under 2015 noterades i slutet av juni och under juli månad. Det tillfälle då fångsten av ålyngel var som störst sammanfaller med den högsta noterade vattentemperaturen under perioden.

Inför provtagningarna 2013 bytte Södra Cell ut samtliga pumpar, ventiler, spridare, ledningar samt ersatt borsten som sitter i rännorna. Inköring av systemet och hjälp med att få rätt vattenflöde har genomförts i samarbete med tjänstemän från Länsstyrelserna i Halland och Västra Götaland. Detta arbete kan möjligen ha haft en positiv effekt på fångsterna av ålar.

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 i fångstantal av glasål har även konstaterats vid Ringhals kärnkraftverk under tidsperioden 1981-2014 (Fagerholm m.fl. 2014). I likhet 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. Detta har sannolikt inte påverkat glasålens invandring eftersom dämnet var öppet under hela provtagningen.

4.2 Provfiske med bottentrål

Flera arter visar en ökning i förekomst 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 recipientområdet. 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 mer stabila diversitetsförhållandena i Ustö kan bero på den stora dominansen av de två vanligaste arterna sandskädda och vitling i provtagningarna, som legat på mellan 82 och 92 procent av de totala fångsterna de senaste 20 åren. I Värö har motsvarande siffror varit 64–89 procent, vilket ger mer utrymme för andra arter att slå igenom i diversitetsindexet.

Att artantalet ökat beror delvis på en ökad kunskap hos de som utfört fisket och beslut om ökad noggrannhet i artbestämmandet för de ryggradslösa djuren.

Att sandskädda har varit den mest talrika arten i fångsten sedan undersökningarna påbörjades 1983 tros bero på att bottenarna på bägge lokalerna främst består av lera och fin sand, vilket utgör ett utmärkt habitat för arten.

Sett till den senaste tioårsperioden har det skett en minskning i förekomsterna hos flera, framför allt bottenlevande, fiskarter. Den bakomliggande orsaken till detta mönster är svår att fastställa. Detta kan bero på naturliga fluktuationer i fiskssamhället, 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. Sandskäddan, dominanten i provtagningarna, har haft en mer negativ utveckling i Värö jämfört med referensområdet Ustö vilket kan innebära att en effekt av utsläppen från Värö Bruk inte kan uteslutas. Om trenden skulle vara ihållande kan utökade studier 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 m.fl. 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 för denna art. Det kan exempelvis vara tillförseln av näringsämnen i vattnet som varit gynnsam. Dock är frågan varför en liknande utveckling inte kan ses för andra arter.

Fångsterna vid trålningarna har till stor del bestått av ung fisk. Detta beror troligtvis på att de områden som fiskats, både i recipienten och referensområdet, fungerar som bra uppväxtplatser för unga fiskar av flertalet arter. Att så få stora individer fångas i provtagningarna kan delvis bero på trålningsmetoden. Eftersom trålen rör sig 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 m.fl. 1989). Dessa sjukdomssymtom förekommer i provtagningarna men någon tendens att de skulle vara vanligare i det påverkade området än i referensområdet kan inte påvisas under 2015. 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 bottnar

Under årets dokumentation syntes tydliga vita syrefria fläckar på mjukbottnarna runt tuben. Tydligt vita fläckar tyder på syrebrist och har observerats runt tuben tidigare år, men har inte registrerats under åren 2011 till 2014. Syrebrist kan uppstå i sedimentet när organiskt material bryts ned varvid syre förbrukas. Denna process kan ytterligare öka om organiskt material tillförs eller i områden med låg vattenomsättning.

Undervattensfilmningen från 2015 var till skillnad från 2014 av bra kvalitet vilket bidrog till att de vita syrefria fläckarna lätt kunde observeras.

4.4 Södra Cell Värös påverkan på närområdet

Enligt de undersökningar som gjorts hittills tyder resultaten på att Södra Cell Värö inte har haft en negativ påverkan på ålyngeluppvandringen i Viskan. Den negativa trend som observeras speglar den nedåtgående trend som observerats i hela Europa och kan inte knytas till Södra Cell Värös verksamhet.

Inte heller kan någon negativ påverkan på fiskbeståndet konstateras, 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.

Däremot kan Södra Cell Värös verksamhet ha en viss negativ effekt på bottenförhållandena kring utsläppstuben med avseende på de syrefria fläckar som observerats söder om tuben i samband med filmning. Då dessa syrefria fläckar inte observerats vid samtliga filmningar kan denna negativa effekt vara temporär och dess omfattning påverkas troligtvis av naturliga faktorer så som till exempel strömmar och vindförhållanden.

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*. . 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 miljömålsperspektiv*. 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 Våröhalvön*. 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 fiskesamhället*. 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.
- Snickars, M., Sandström, A. & Mattila, J. (2004): *Antipredator behaviour of 0+ year Perca fluviatilis: effect of vegetation density and turbidity*. *J. Fish Biol.* **65**, pp 1604-1613.
- Sohel, S. (2015). *Effects of algal turbidity on foraging and antipredator behaviour of the three-spined stickleback (Gasterosteus aculeatus)*. Akademisk avhandling. 38 s.
- Thoresson, G. (1992). *Handbok för kustundersökningar*. Recipientkontroll. Kustrapport 1992:4. Fiskeriverket, 88 s.
- Thulin, J., Höglund, J. & Lindesjö E. (1989). *Fisksjukdomar i kustvatten*. Naturvårdsverket, 126 s.

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.
- Lingman, A. (2015) *Biologisk recipientkontroll vid Södra Cell Värö. Årsrapport för 2014*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för akvatiska resurser, 35s.

