



Aqua reports 2015:5

# **Biologisk recipientkontroll vid Ringhals kärnkraftverk**

Årsrapport för 2014

Maria Jansson, Björn Fagerholm & Anders Wernbo



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Department of Aquatic Resources

## Biologisk recipientkontroll vid Ringhals kärnkraftverk Årsrapport för 2014

Maria Jansson, Björn Fagerholm & Anders Wernbo

### Adress

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

mars 2015

SLU, Institutionen för akvatiska resurser

Aqua reports 2015:5

ISBN: 978-91-576-9293-1 (elektronisk version)

### Vid citering uppge:

Jansson, M., Fagerholm, B. & Wernbo, A. (2015). Biologisk recipientkontroll vid Ringhals kärnkraftverk. Årsrapport för 2014. Aqua reports 2015:5. Sveriges lantbruksuniversitet, Öregrund. 50 s.

Rapporten kan laddas ned från

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

E-post

[maria.jansson@slu.se](mailto:maria.jansson@slu.se)

Rapportens innehåll har granskats av:

Erik Degerman, SLU, Institutionen för akvatiska resurser, Sötvattenslaboratoriet  
Ann-Britt Florin, SLU, Institutionen för akvatiska resurser, Kustlaboratoriet

Finansiärer:

Ringhals AB

Framsida: Kylvattendimma vid Ringhals udde. Björn Fagerholm

Baksida: Solnedgång vid Vendelsö, referensområdet. Björn Fagerholm

## Sammanfattning

Kylvattenanvändningen vid Ringhals kärnkraftverk påverkar fisk- och skaldjurssamhället i två steg. I det första steget genom utslagning av ägg, larver och större fisk som följer med det inkommande vattnet in i kraftverket och i ett andra steg genom att fiskens och skaldjurens miljö påverkas av det utkommande uppvärmda vattnet. Förekomsten av uppvärmt kylvatten vid utsläppet kan även bidra till att främmande invasiva arter etablerar sig i kustområdet. Denna årsrapport ger en översiktlig presentation av resultaten till och med 2014. Fördjupad analys av effekter av kraftverkets drift på vattenmiljö och berörda fisksamhällen görs i speciella rapporter med ungefär fem års intervall.

Under 2014 producerade Ringhals reaktorer R3 och R4 elektricitet under hela året, med avbrott för årliga revisioner och kortare driftsstopp. Ringhals reaktor R1 hade en något längre revision än vanligt och reaktor R2 var avstängd en längre period under höst och vinter.

I kylvattenintaget utförs provtagning av fiskägg och fisklarver med Bongohåv för att övervaka förlusterna i kraftverket. Förekomsten av larver av rötsimpa (*Myoxocephalus scorpius*) har legat på en hög nivå under de senaste åren, efter en lång period av negativ utveckling dessförinnan. Förekomsten av tejustefisklarver (*Pholis gunnellus*) hade minskat något mellan 2013 och 2014. Håvning i intaget efter juvenil fisk är till stor del fokuserad på glasål (*Anguilla anguilla*). Glasålen har minskat kraftigt sedan 1980-talet. Minskningen av glasål beror på en tillbakagång i hela regionen och inte på att förlusten i intaget har lett till en lokal påverkan.

Effekten av utgående uppvärmt kylvatten undersöks genom jämförande provfisken i ett recipientområde som påverkas av kylvattnet och ett opåverkat referensområde. Temperaturen på våren har ökat i recipientområdet men inte i referensområdet sedan undersökningarna startade 1968. Under augusti har temperaturen ökat i båda områdena. Under april månad har diversiteten i fisksamhället minskat i det påverkade området, men inte i referensområdet, sannolikt som en följd av kylvattensutsläppet. Flertalet varmvattengynnade arter hade högre förekomster i recipientområdet. Detta gäller gulål (*Anguilla anguilla*), strandkrabba (*Carcinus maenas*) och skärsnultra (*Symphodus melops*). Förekomsten av några varmvattengynnade arter, som strandkrabba och skärsnultra, visade en uppåtgående trend i både recipient och referensområde. Förekomsten av gulål visar en ökande trend i referensområdet under sommaren. Flera av de arter som gynnas av lägre vattentemperaturer fångades i lägre antal i recipientområdet. Mest tydligt var detta för rötsimpa och tånglake (*Zoarches viviparus*). Av de arter som gynnas av kallare vatten fanns vikande trender i recipienten för rötsimpa under april och torsk (*Gadus morhua*) under augusti. Några arter, som tånglake och oxsimpa, visade vikande trender i båda områdena. Fångsten av skrubbskädda (*Platichthys flesus*) ökade i referensområdet under april men saknade trender i övrigt.

För att påvisa förekomst av främmande arter genomförs dykkartering i fem områden utanför kraftverkets kylvattenutsläpp. Inga för regionen nya arter noterades under 2014, men tre för västkusten väletablerade främmande arter noterades. Dessa var japanskt jätteostron (*Crassostrea gigas*), rödalgen rödsvansing (*Dasya baillouviana*) samt en brunalg, sargassosnärlja (*Sargassum muticum*). Samtliga tre arter har funnits i olika tätheter sedan övervakningen inleddes 2011. Japanska jätteostron påträffades i samtliga transekter vid Ringhals utsläpp, vilket innebar en ökad täthet på den lokalen jämfört med tidigare år. Samtidigt har förekomsten minskat i den närliggande Båtafjorden. Rödsvarsing minskade i utbredning och återfanns enbart vid Ringhals. Sargassosnärlja återfanns på samma områden som tidigare år och förekomsten bedömdes vara oförändrad. Den i Sverige nyligen upptäckta invasiva arten blåskrabba (*Hemigrapsus sanguineus*) observerades vid provtagning utanför det ordinarie övervakningsprogrammet.



Foto: Björn Fagerholm

## English summary

The use of cooling water at the Ringhals nuclear power plant affects the marine environment. The fish and shellfish community is affected in two steps. In the first step, fish eggs, larvae and larger fish that are transported into the nuclear power plant with the cooling water may face unnatural mortality. In the second step the heated water is released back into the sea, where the fish and shellfish are affected by the increase in temperature. The presence of heated water could also contribute to alien invasive species establishing in the coastal area. This annual report gives a brief presentation of results up until 2014. A thorough analysis of possible impact of the power plant operation on the marine environment and on fish communities and fishery are presented in specific reports in five year intervals.

Reactors R1, R3 and R4 at Ringhals nuclear power plant produced electricity during the major part of the year 2014, with exceptions for the annual audits and shorter stops in production. Reactor R2 had a longer revision during the autumn and winter.

Fish eggs and fish larvae are sampled in the incoming cooling water using a modified Bongo net to monitor losses of eggs and larvae in the nuclear power plant. The abundance of shorthorn sculpin larvae (*Myoxocephalus scorpius*) decreased since the sampling period started in 1979, until a remarkable recovery took place in recent years. The abundance of rock gunnel larvae (*Pholis gunnellus*) had decreased between 2013 and 2014. To sample juvenile fish a modified Isaacs-Kidd midwater-trawl is used. This sampling is mainly focused on glass eels (*Anguilla anguilla*). The abundance of glass eels has declined strongly since the beginning of the 1980's. The decline of the glass eel abundance is most probably due to a general decrease in recruitment and not to a local effect caused by the nuclear power plant.

The effects of the cooling water released into the sea are monitored by fykenet surveys in the recipient as well as in a reference area. These areas are compared in two seasons to reveal effects of the cooling water emissions. The diversity of the fish community has developed differently in the two areas during the cold season, where the recipient showed a decrease in diversity and the reference area was stable. This is possibly an effect of the warm water emissions from the power plant. Species that prefer warm water have been observed to concentrate in the recipient area. Eel and shore crabs (*Carcinus maenas*) are two examples, which show either stable or increasing catches in the area. Species that prefer cold water such as shorthorn sculpin, cod (*Gadus morhua*) and eelpout (*Zoarces viviparus*) were less abundant in the recipient area. The only cold water preferring species that increased was European flounder (*Platichthys flesus*), and that was in the reference area during the cold season.

To investigate the presence of marine alien invasive species a scuba diving survey is conducted in five shallow areas in a gradient from the outlet of cooling water. No new species were found in the 2014 survey, but three species already established on the Swedish west coast were found. The species found were the Japanese oyster (*Crassostrea gigas*), one species of red algae *Dasya baillouviana* and one brown algae, Japanese wire-

weed (*Sargassum muticum*). The Japanese oyster was found in all transects at the Ringhals outlet which indicates that the abundance increased compared with earlier years. In the close by stations in Båtafjorden the abundance decreased, suggesting that range was limited. The red algae *Dasya* decreased overall and was only found in Ringhals. The abundance of Japanese wireweed stayed at the same abundance level and range as in the years before. Asian shore crab (*Hemigrapsus sanguineus*), recently observed for the first time in Sweden, was found near the power plant in 2014, outside the regular monitoring for invasive species.



*Foto: Björn Fagerholm*



## Innehållsförteckning/Table of contents

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Kraftverkets drift</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>Metodik</b>	<b>13</b>
3.1	Kylvattenintaget	13
3.1.1	Fiskägg och fisklarver	13
3.1.2	Juvenil fisk och större fisklarver	13
3.2	Kontroll av utsläppstub från silstation	14
3.3	Påverkansområdet	14
3.3.1	Fisksamhällets utveckling	14
3.4	Kontroll av förekomst av främmande och invasiva arter	16
<b>4</b>	<b>Resultat</b>	<b>19</b>
4.1	Kylvattenintaget	19
4.1.1	Fiskägg och fisklarver	19
4.1.2	Juvenil fisk och större fisklarver	22
4.1.3	Kontroll av utsläppstub från silstation	25
4.2	Påverkansområdet	26
4.2.1	Fisksamhällets utveckling	26
4.2.2	Kontroll av förekomst av främmande och invasiva arter	39
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>43</b>
5.1	Kylvattenintaget	43
5.2	Kontroll av utsläppstub från silstation	44
5.3	Fisksamhällets utveckling	45
5.4	Kontroll av förekomst av främmande och invasiva arter	46
	<b>Erkännanden</b>	<b>48</b>
	<b>Referenslista</b>	<b>49</b>

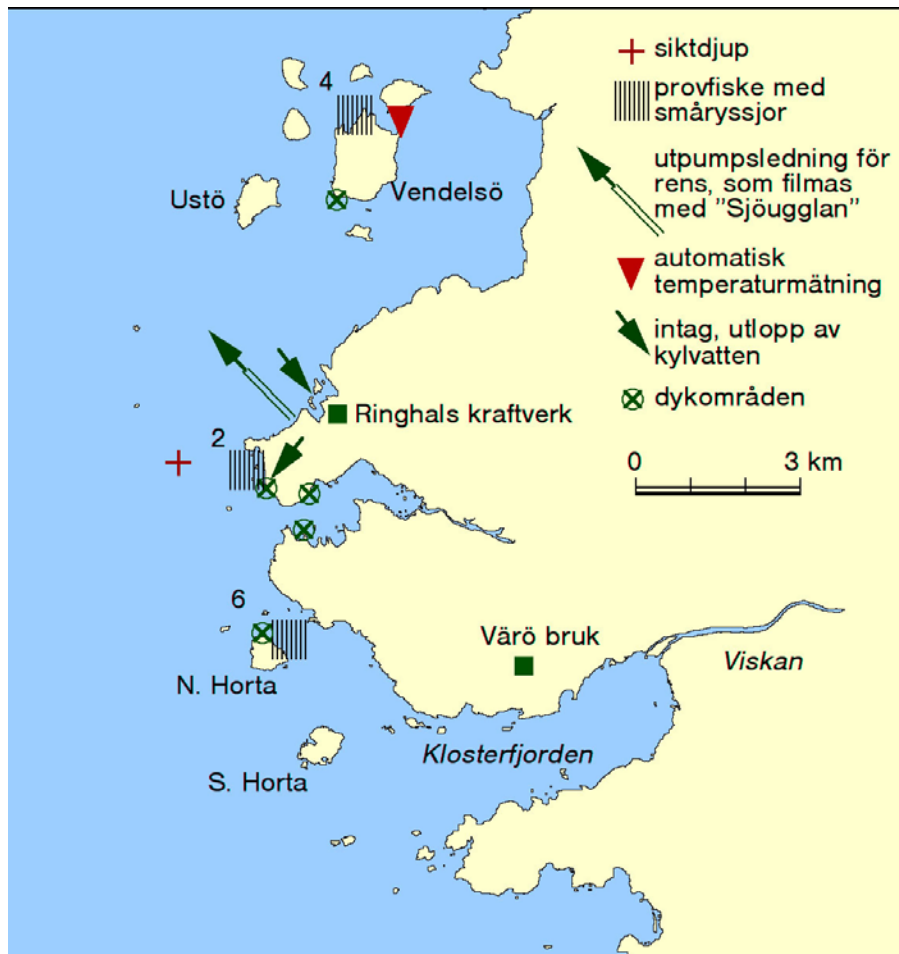


## 1 Inledning

Den miljöpåverkan som kylvattenanvändningen i Ringhals kärnkraftverk kan leda till övervakas genom ett recipientkontrollprogram som ursprungligen fastställdes av Västerbygdens vattendomstol 1969. Miljödombstolen gav 2006 tillstånd till höjning av effekten, vilket ledde till ett reviderat program 2009 (Andersson 2009). Detta program trädde i kraft under andra delen av 2011. Utförare är Kustlaboratoriet, numera tillhörande Institutionen för Akvatiska Resurser vid Sveriges lantbruksuniversitet. Tidigare har Kustlaboratoriet tillhört Naturvårdsverket och Fiskeriverket. Resultaten redovisas i årliga rapporter som överskådligt sammanfattar resultaten och vart femte år i en mera utförlig rapport. Undersökningar i vattenområdet utanför kraftverket påbörjades 1968. Övervakningen under de inledande åren var omfattande och med användning av den kunskapen har inriktningen på kontrollprogrammet koncentrerats på att följa variationer i täthet av olika fiskarter som på något sätt påverkas av kärnkraftverket (Thörnqvist 2000).

Det första steget där fisk och annat marint liv riskerar att komma till skada är när havsvatten förs in till kraftverket för att användas för kylning av den ånga som driver kraftverkets turbiner. Mängden ägg, fisklarver och yngel som transporteras in i kanalen beror på mängden kylvatten som kraftverket använder samt på antalet organismer som passerar i kustvattnet utanför intagskanalen. Från lekområdena ute till havs transporteras fiskägg och fisklarver in till uppväxtområdena vid kusten via havsströmmar. Transporten styrs av hydrografiska processer (Olsson 1993). Fiskägg och fisklarver sugas med kylvattnet in i kraftverket, där de kan skadas eller dö. Det årliga bortfall av ägg och larver som detta medför kan förorsaka rekryteringsförluster hos omgivande fiskbestånd. För att kvantifiera den potentiella skadan genomförs årligen håvningar efter ägg och larver i intagskanalerna (Grimås m. fl. 1988). Effekten på beståndsnivå avgörs av förlusten i kylvattnet i förhållande till beståndets storlek. Effekten riskerar att bli större på lokala bestånd nära intaget, eftersom en stor del av årets reproduktion kan slås ut. Även för övriga arter kan stora förluster ha en potentiellt negativ effekt, särskilt för hotade arter.

Det andra steget med risk för påverkan på fisk och marint liv är då uppvärmt vatten släpps ut från kraftverket. För att undersöka effekterna av det uppvärmda kylvattnet utförs fiskundersökningar i april månad då havsvattnet är kallt och i augusti månad då havsvattnet är varmt. Fisket genomförs i ett havsområde i anslutning till Ringhals kylvattenutsläpp samt i ett referensområde vid Vendelsö (figur 1). Från augusti 2011 har ett nytt fiskeområde tillkommit vid Norra Horta, som bedöms vara något påverkat av kylvattensutsläppet. Anledningen till att dela upp fisket i två fiskeperioder är att fånga upp de naturliga variationer som förekommer under året. Ett referensområde används för att kunna urskilja vilka förändringar som är naturliga och vilka som är orsakade av det varma kylvattnet.



Figur 1. Översiktskarta med provfiskeområden vid Ringhals (fångstområde 2) och Vendelsö (fångstområde 4) och Norra Horta (fångstområde 6) samt fem dykområden, intagskanalen för kylvatten (R1, R2), där provtagning sker av fiskägg och juvenil fisk. Utpumpsledning är för återtransport av fisk och alger från kraftverkets båda rensarhus där intagsvattenet silas och rensas.

Det uppvärmda kylvattnet från kraftverket tillför värmeenergi till det omgivande havet och fisk kan ansamlas eller undvika det område där temperaturen höjs. Fiskar är växelvarma djur, vilket betyder att de anpassar sin kroppstemperatur efter temperaturförhållandena i omgivningen för att optimera sin tillväxt och reproduktionsförmåga inom ett givet temperaturintervall. De kan därför grovt delas in i varmvattenarter respektive kallvattenarter. Exempel på en varmvattenart är ål, som är aktiv och ger större fångster vid högre temperatur, men även skärnultra är en utpräglad varmvattenart. Bland kräftdjuren är strandkrabban en art som gynnas av varmare vatten. Typiska kallvattenarter är tånglake, rötsimpa, torsk och femtömmad skärlånga. Fisket under april ger en större fångst av kallvattenarter jämfört med augusti, då varmvattenarter dominerar fångsterna (Thörnqvist m. fl. 1998).

Ett antal främmande arter har under senare år upptäckts i havet utanför västkusten. De tre mest omtalade och numera välkända arterna är sargassosnärlja (*Sargassum muticum*) en storväxt brunalg som kom 1985, japanskt ostron (*Crassostera gigas*) 1998 samt amerikansk kammanet (*Mnemiopsis leidyi*) 2006. Gemensamt för dessa arter var att samtliga fick en snabb spridning och man har inte kunnat förhindra spridningen. Vanliga frågor i samband med nyupptäckta främmande arter brukar främst handla om vilken påverkan de har? var kommer de ifrån? hur snabbt sprids de? kan man upptäcka dem i tid? var är det mest sannolikt att de etablerar sig? och hur skall man kunna begränsa spridning om de medför negativa effekter på miljön eller på mänskliga aktiviteter? Nyligen antogs även en ny omfattande EU lagstiftning mot främmande arter och för ökad miljöövervakning och gränskontroll i ett försök att komma tillrätta med några av dessa frågor (<http://ec.europa.eu>..).

I samråd med länsstyrelsen i Halland etablerades under 2011 ett program för övervakning av förekomst av främmande invasiva arter i en påverkansgradient från kylvattenutsläppet, med målet att slå larm när etableringar sker för att ge underlag för eventuella motåtgärder.

Kärnkraftsverkets utsläpp av uppvärmt havsvatten sker igenom två tunnlar som mynnar ut strax under ytan på Ringhals udde (figur 1). Vattnet sprider sig därifrån ut i en plym som går söderut eller norrut beroende på vind och strömriktning. Enligt simuleringsberäkningar utförda av SMHI sprider sig varmvattnet maximalt i en omkrets på ca 3 kilometer och normalt sker en temperaturökning på 1-5 grader i ytvattnet ner till 3-7 meters djup (Liungman m.fl. 2002). Grunda närliggande vikar samt hårbotten ner till några meters djup kan vara sannolika miljöer där man förväntar sig en direkt effekt från varmvattnet och därmed även lämpliga platser att söka efter främmande arter.

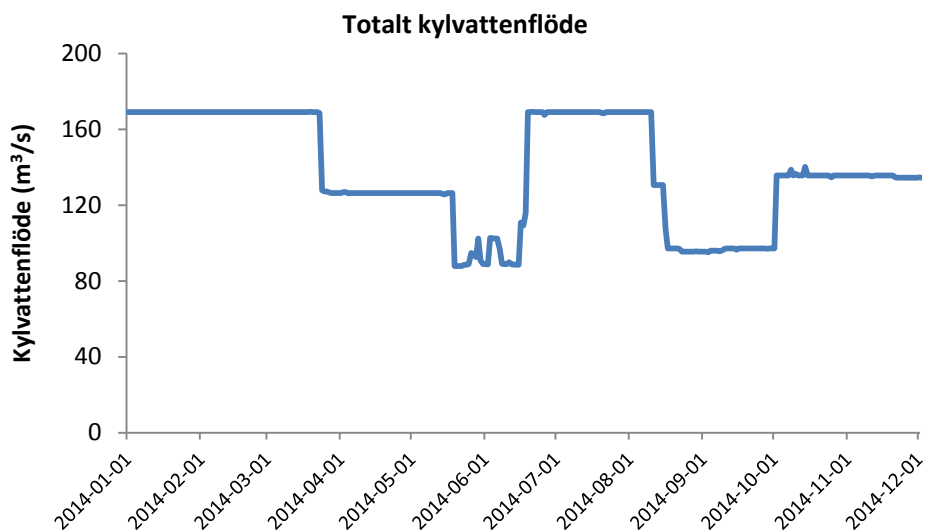
## 2 Kraftverkets drift

Kraftverkets drift under 2014 sammanfattas i punktform nedan och illustreras grafiskt i figur 3.

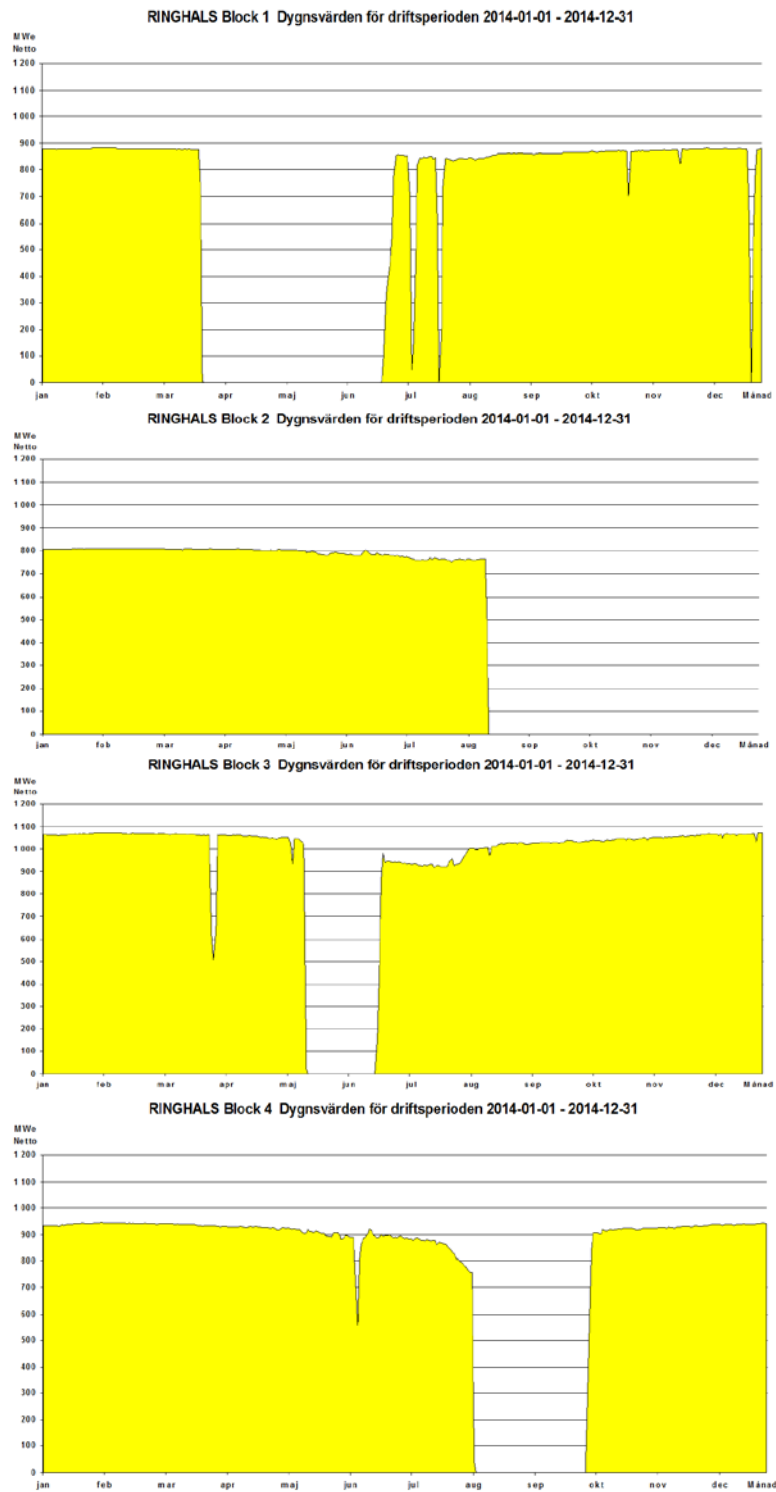
- *Ringhals 1.* Året inleddes med lugn och stabil drift. Nedgång inför revision påbörjades 23 mars, båda turbinerna var åter i drift 26 juni. En av turbinerna togs åter ur drift den 24 juni för att åtgärda ett läckage. Ny fasning skedde efter två dagar. Effektnedgång till varm avställd reaktor skedde den 6 juli, full effekt nåddes igen den 9 juli. Den 20 juli inträffade ett turbinsnabbstopp, full effekt nåddes igen den 22 juli. Den 25 oktober utfördes ventilprov och den 20 november öppnades fel filter i kondensatreningsystemet, vilket påverkade effekten något. Den 25 december inträffade ett reaktorsnabbstopp, full effekt nåddes igen den 29 december.
- *Ringhals 2.* Ringhals 2 hade lugn och stabil drift fram till revisionen, som inleddes den 15 augusti. Revisionen var förlängd med anledning av läckage i bottenplåten, som upptäcktes i samband med täthetsprovning av reaktorinneslutningen, och pågår in i 2015.
- *Ringhals 3.* Året inleddes med lugn och stabil drift. Den 27 mars skedde en nedgång av en turbin, full effekt nåddes igen den 29 mars. 2014 års revision pågick mellan 14 maj och 19 juni. Under juli månad kördes Ringhals 3 med reducerad effekt. Den 15 augusti genomfördes en effektnedgång.
- *Ringhals 4.* Året inleddes med lugn och stabil drift. I början av juni orsakade igensatta musselfilter en driftnedgång. Den 23 juli inleddes coast down, vilket innebär sakta avtagande uteffekt på grund av att man inte har laddat kärnbränsle för att köra full effekt hela driftsäsongen. Den 6 augusti påbörjades revisionen. Den 2 oktober var Ringhals tillbaka på nätet och resterande del av året rådde åter stabil och säker drift.

Driftläget vid Ringhals påverkar användningen av kylvatten och därmed flödet i kylvattenkanalerna och transporten av fiskar och andra organismer genom kraft-

verket. Figur 2 illustrerar hur kylvattenflödet varierade under 2014. Revisionen vid Ringhals 1 inleddes i slutet av mars, vilket medförde en halvering av flödet i kylvattenkanalen till Ringhals 1 och 2, under senare delen av den provtagning av fiskäggs och fiskyngel som utförs där under vinter och vår. Det totala kylvattenflödet i juni och i september-oktober halverades när två reaktorer stod stilla samtidigt (figur 2).



Figur 2. Kylvattenflöde till alla reaktorer i Ringhals 2014



Figur 3. Producerad effekt (MW) vid Ringhals R1, R2, R3, och R4 under 2014.

## 3 Metodik

### 3.1 Kylvattenintaget

#### 3.1.1 Fiskägg och fisklarver

Transporten av fiskägg och larver in i kraftverket kontrolleras i intagskanalen till R1 och R2. Vid tillfällen då båda dessa reaktorblock inte är i drift utförs kontrollen i intagskanalen till R3 och R4. Fiskägg och mindre fisklarver samlas in kvantitativt med hjälp av en Bongohåv (Andersson 1985). Provtagningar med Bongohåv genomförs dagtid, två gånger i veckan från januari till och med april, med omkring 15 minuters håvning per tillfälle. Insamlade ägg och larver bestäms till art eller taxonomisk grupp med hjälp av stereolupp och beräknas per volymenhet av det inkommande kylvattnet. Detta antal används sedan som underlag för beräkning av det totala flödet av ägg och larver genom kraftverket under provtagningsperioden. Denna analys görs dock i den fördjupade utvärdering som görs vart femte år, inte i årsrapporterna och redovisas därför inte här.

#### 3.1.2 Juvenil fisk och större fisklarver

Kontrollen av juvenil fisk och större larver som transporteras in med kylvattnet utförs i intagskanalen till R1 och R2. Vid tillfällen då båda dessa block inte är i drift utförs kontrollen i intagskanalen till R3 och R4. Tätheten av juvenil fisk och större fisklarver skattas med hjälp av en så kallad Isaacs-Kidd trål, vilket sker delvis under samma tidsperiod som provtagningen med Bongohåv (Andersson 1980). Provtagning av juveniler och större larver med Isaacs-Kidd yngeltrål utförs nattetid två gånger i veckan under perioden februari till och med april. Den utförs nattetid eftersom det är då glasålen (juvenil ål) är som mest aktiv. Vid varje tillfälle är trålen ute i 15 till 17 timmar. Vid bearbetning av resultaten fram till och med 2014 har en översyn gjorts av befintliga data. Smärre rättningar har gjorts och data har normerats med avseende på förändringar av vattenflödet i intagskanalen. Årliga index för täthet har tagits fram med avseende på förekomst under perioden från

och med vecka 9 till och med vecka 18. Skälet till detta är att data saknas från perioden före vecka 9 under en stor del av 1980-talet och att abundansdata på detta sätt blir bättre jämförbara över tid. Kommande skadeberäkningar som redovisas i femårsrapporten kommer dock att baseras på icke korrigerade data från hela provtagningsperioden februari-april.

### 3.2 Kontroll av utsläppstub från silstation

Grövre material och fisk som följer med kylvattenströmmen in i kraftverket avlägsnas i kraftverkets silstationer med ett system av olika silar och rengaller. I dessa fastnar större fisk och alger som följer med vattnet. Det finaste materialet uppsamlas i så kallade korgbandsilar, med en maskvidd av 5 millimeter. Återtransporten av det material som fastnar i silar och rengallet sker via en uppsamlingsbassäng i renshuset där skovelpumpar skickar materialet vidare genom en tub som mynnar på 8 meters djup i havet norr om kärnkraftverket (figur 1). Vid undersökningar 2007-2010 beräknades dödligheten till ca 15 procent hos den ål som samlas upp och pumpas tillbaka till havet. Mindre tåliga fiskarter klarar sannolikt hanteringen betydligt sämre (Andersson m.fl. 2011).

Området kring tuben filmas i september varje år med hjälp av en undervattensfarkost som styrs från ytan (en s.k. sjöuggla). Filmningen görs för att kunna se hur området runt tuben påverkas och om det sker någon förändring från år till år. Filmen analyseras och kvalitativ bedömning görs av hur klart vattnet är, vilka arter som syns, påväxt på tuben, hur botten runt tuben ser ut, tecken på syrebrist och andra eventuella observationer.

### 3.3 Påverkansområdet

#### 3.3.1 Fisksamhällets utveckling

Förekomst av fisk studeras genom provfiske med småryssjor i två områden under april och augusti, dels i recipienten vid Ringhals (fångstområde 2) och dels i referensområdet vid Vendelsö (fångstområde 4), sju kilometer norr om utsläppsområdet. Ett tredje område vid Norra Horta (fångstområde 6), tre kilometer söder om utsläppet, började fiskas under augusti 2011 (figur 1). Detta är ett måttligt påverkat område som under vissa vind- och strömförhållanden kan förväntas få något förhöjda temperaturer på grund av kylvattenutsläpp. Recipienten kännetecknas av stabila övervattenstemperaturer under längre perioder medan referensområdet är opåverkat av utsläppt kylvatten. Varje fångstområde delas upp i sex stationer som provfiskas med två ryssjor kopplade samman strut i arm (Thoresson 1996). Ryssjorna sätts vinkelrätt ut ifrån land med ledarmen närmast land och med andra



ryssjans fiskhus ytterst. Det genomsnittliga djupet vid medelvattenstånd är 0,5 till 1 meter vid den inre ledarmen och 5-6 meter vid yttersta delen. Fram till 1997 fiskades varje station under tolv dygn, men från och med 1998 reducerades fiskeansträngningen till nio dygn under respektive fiskeperiod. Vid varje station mäts botten temperaturen vid redskapet i samband med vittjning och ett medelvärde beräknas för respektive område.

Varje individ i fångsten mäts och kontrolleras med avseende på synliga sjukdomar. Vägning sker av varje art per station och om flera individer fångats av samma art vägs de tillsammans. I årsrapporten redovisas resultaten utförligt för de vanligaste och ur ekonomisk eller ekologisk synpunkt mest intressanta arterna. Fångstdata för samtliga förekommande arter redovisas dock i tabeller.

Fångstdata används i flera olika analyser för att följa utvecklingen i fisk- och skaldjurssamhället samt för att se om det finns några skillnader mellan recipient- och referensområde. Analyserna baseras framför allt på medelvärden av antal fiskar per ryssja och natt (CPUE, catch per unit effort) och medelvikt av fisk per ryssja och natt (WPUE, weight per unit effort).

Antalet arter som fångas i respektive område används som ett mått på mångfalden i fångsten. Som ett annat mått på mångfald används Shannon-Wiener diversitetsindex. Indexet baseras på hur många arter som förekommer och hur mängden individer fördelar sig mellan dessa arter. Ett lågt diversitetsvärde indikerar att fisk-samhället domineras av enstaka arter med hög frekvens, medan ett högt diversitetsvärde indikerar att individerna är mera jämnt fördelade mellan arterna. Vid beräkning av diversitet innefattas abundansen av både fiskar och kräftdjur.

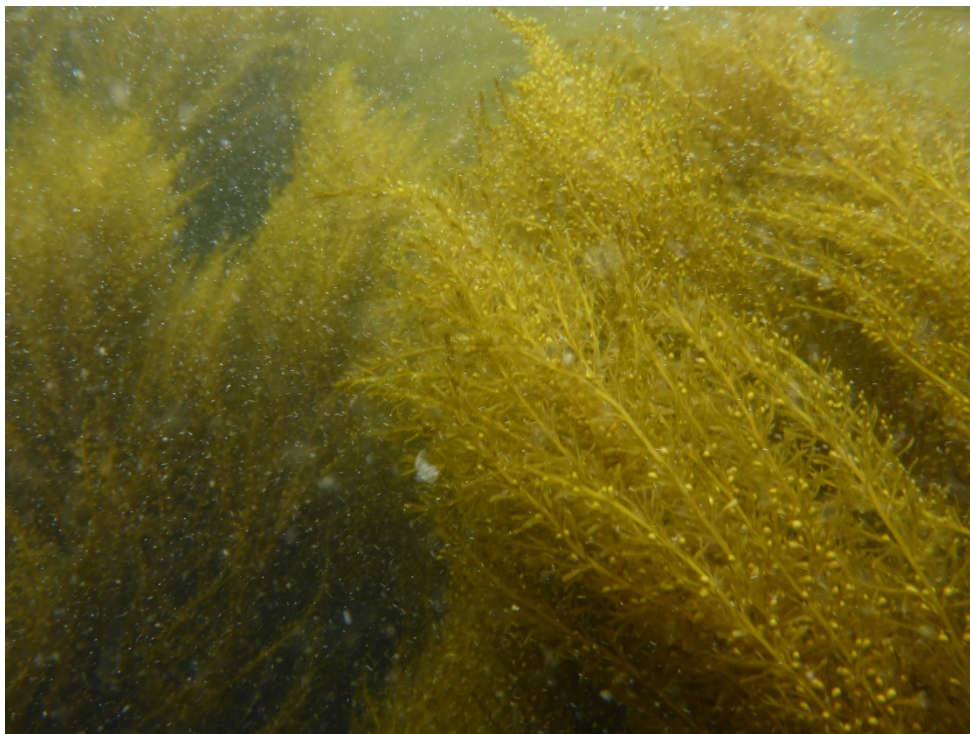
Ett annat mått som används för att beskriva djursamhället är trofisk medelnivå. Varje art graderas med ett värde mellan noll och fem utifrån sin nivå i näringskedjan (Froese m.fl. 2014). Trofisk medelnivå beräknas sedan utifrån de olika arternas representation i fångsten och den enskilda artens trofiska nivå. Trofisk medelnivå kan användas som ett mått på ekologisk funktion. Låga värden på trofisk medelnivå indikerar att samhället främst består av fiskar som livnär sig på plankton och växter. Högt värde på den trofiska medelnivån indikerar att det finns en hög andel fiskätande fisk. Trofisk medelnivå beräknas i den här studien på biomassa (WPUE) och innefattar enbart fisk.

För alla beräkningar har endast data från ostörda stationer använts. Beräkningarna har utförts i Microsoft Office Excel 2010 samt SPSS (version 21). För alla beräkningar har signifikansnivån 0,05 använts. Linjär regression har använts för att fastställa om en signifikant utveckling har skett över tid (trend). ANCOVA (kovariansanalys) har använts för att analysera om det funnits en skillnad i fisk-samhällets utveckling mellan de olika fångstområdena. Om värdena inte varit normalfördelade eller om variansen varit olika i stickproven så har värdena logaritmerats eller rottransformerats. Om värdena fortfarande avvikit från normalför-

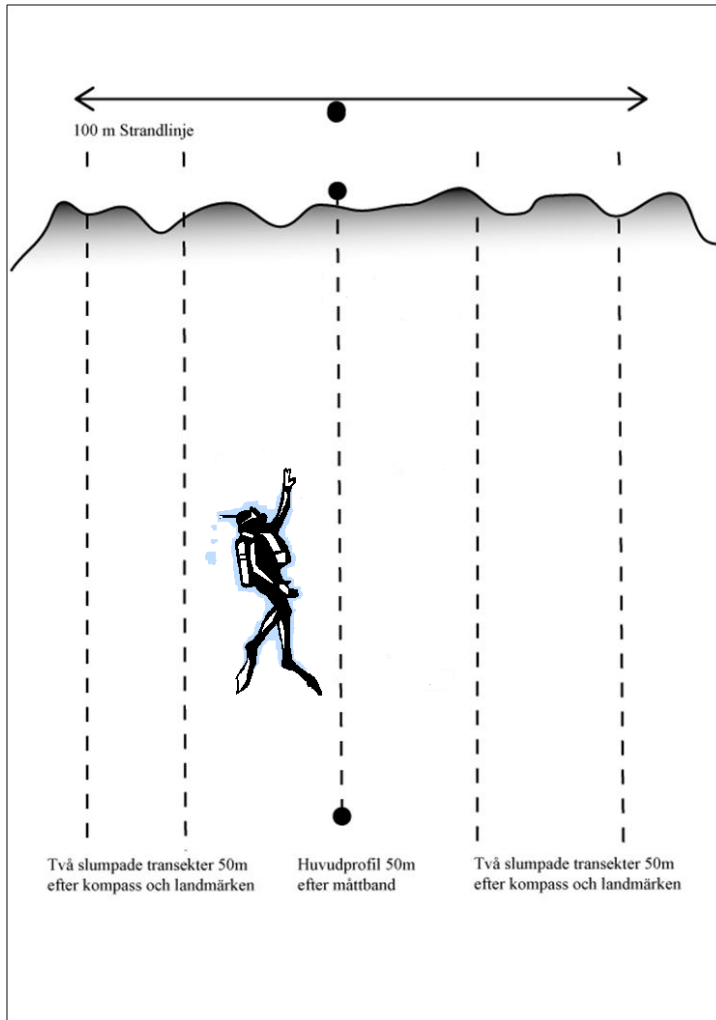
delningen eller variansen fortfarande varit olika så har icke-parametriska Mann-Whitney U-test använts. Vid analyser av de individuella fiskarternas utveckling har t-test använts för att analysera skillnader i medelabundans mellan fiskeperioder och områden.

### 3.4 Kontroll av förekomst av främmande och invasiva arter

Dykinventeringar av fastsittande flora och fauna utförs på fem lokaler (figur 1). Platserna representerar kuststräckor inom en förväntad påverkansgradient, från cirka tvåhundra meter upp till fem kilometer från utsläppspunkten för kylvatten. En rak strandsträcka på 100 meter utses vid varje plats som försökssträcka och i mitten markeras en huvudtransekt vinkelrät ut från stranden med hjälp av ett måttband. Ytterligare två transekter slumpas ut på var sida om denna transekt (huvudprofilen) (figur 4).



*Sargassosnärja. Foto: Björn Fagerholm*



Figur 4. Schematisk bild över hur dyktransekterna är upplagda på en dykplats, en 50-100 meter lång huvudprofil i mitten av en strandsträcka på 100 meter. Vid sidan av huvudprofilen fyra slumpade transekter.

Huvudprofilen används som en fast utgångspunkt och där genomförs transektdyket utefter ett måttband som går ut 50 meter vinkelrät från strandbrynet. Längs måttbandet noteras bottenstrukturer och samtliga arters täckningsgrad uppskattas inom en korridor av 4-5 meter. Vidare registreras avstånd från land och vattendjup där varje väsentlig förändring i artsammansättning eller bottenstruktur sker. Två dykare simmar i bredd och skriver parallellt protokoll under karteringens samtliga dyk, för att senare jämföra sina värden på land. Den enskilda dykarens bedömning blir alltid till viss del subjektiv och svårigheter uppstår speciellt på platser där förekomsten av arter varierar fläckvis eller där arter påträffas i lager som påväxt. Det krävs goda artkunskaper samt cirka tio dyk innan olika dykare skriver jämförbara

protokoll (Naturvårdsverket 2004). Svårbestämda arter fotograferas i fält eller samlas in i nätpåsar för närmare bestämning under stereolupp på laboratoriet.

Täckningsgrad av alger uppskattas och klassificeras utifrån en sjugradig skala; 100 % (heltäckande med endast små luckor); 75 % (ej heltäckande men klart mer än hälften av botten täckt); 50 % (ca hälften av botten täckt); 25 % (klart mindre än hälften, men klart bältesbildande); 10 % (mer än enstaka exemplar men inte upp till en fjärdedel); 5 % (fler än en enstaka individ men knappt täckande ytor); 1+ enstaka individer har observerats (Kautsky 1999).

Ytterligare fyra transekter slumpades ut inom dyksområdet parallellt med huvudprofilen. På var sin sida om huvudprofilen numrerades var femte meter utmed strandlinjen och med en enkel lottdragning avgjordes vilken transekt som valdes. Det närmsta avståndet emellan transekterna kunde bli 5 meter och som bredast 40 meter. Att lägga ut en transekt på närmare avstånd än 5 meter var inte meningsfullt då man generellt brukar anta att en dykare kan bedöma två meter åt sidorna utefter en transektlinje (lite beroende av siktförhållanden). Den avgörande skillnaden gentemot huvudprofilen var att dessa profiler inventerades enbart med avseende på främmande alger och fauna samt bältesgränser. Med bältesgränser menas här gränsen emellan grönalg, brunalg samt rödalger med en täckningsgrad på över 25 %. Förekomsten av främmande arter utmed dessa transekter registrerades enligt en tregradig skala där (1) motsvarade enstaka förekomst, (2) allmän förekomst samt (3) dominerande. På samma sätt som i huvudprofilen lades ett måttband ut för avståndsbedömning vinkelrät utifrån land och varje transekt delades in i avsnitt om 5 meter med skattning av täckningsgrad och angivelse av vattendjup.

Varje lokal fotograferas och position, vindriktning, vindstyrka, vattenstånd, transekternas kompassriktning samt avstånd från landmarkering noteras.



*Transektdyk. Foto: Patrik Bohman*

## 4 Resultat

### 4.1 Kylvattenintaget

#### 4.1.1 Fiskägg och fisklarver

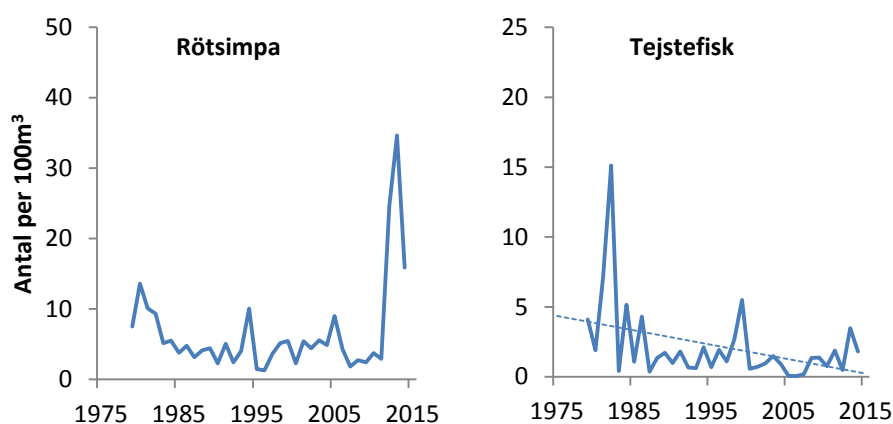
Sedan provtagningen med Bongohåv inleddes vintern 1979 har ett trettiotal olika fiskarter registrerats i proverna (tabell 1). Det är inte praktiskt möjligt att identifiera alla larver till artnivå då vissa skadas under insamlingen. Av den anledningen sammanförs dessa antingen till så låg taxanivå som möjligt, eller registreras som obestämda fisklarver. Genom alla år har rötsimpa varit den vanligaste fiskarten, följd av tejestefisk och skrubbskädda. Skrubbskädda kan vara svår att identifiera i sitt tidigaste utvecklingsstadium och har därför ofta sammanförts med larver av främst sandskädda till gruppen obestämda plattfisklarver. Även tobis och torsklarver har ingått bland de vanligaste fiskarterna genom åren.

Fiskägg är betydligt svårare att artbestämma än fisklarver, men kan grupperas efter storlek och eventuell förekomst av oljedroppar eller andra strukturer. Tre relativt distinkta grupper kan identifieras i proverna från intaget. Den minsta gruppen omfattar ägg i storlekar mellan 0,8 och drygt 1 millimeter. Sandskädda och skrubbskädda dominerar denna grupp, vilket styrks av att i stort sett alla artbestämda små plattfisklarver har tillhört dessa arter. Nästa grupp av ägg omfattar storleksintervallet 1,2–1,6 millimeter. Genom att välutvecklade ägg i denna grupp är lätta att identifiera till art, kan konstateras att gruppen är mycket starkt dominerad av torsk. På samma sätt kan de största äggen (1,6–1,8 millimeter) i stort sett uteslutande hänföras till rödspotta. Dessa tre grupper har svarat för 99 procent av alla ägg som registrerats sedan 1979.

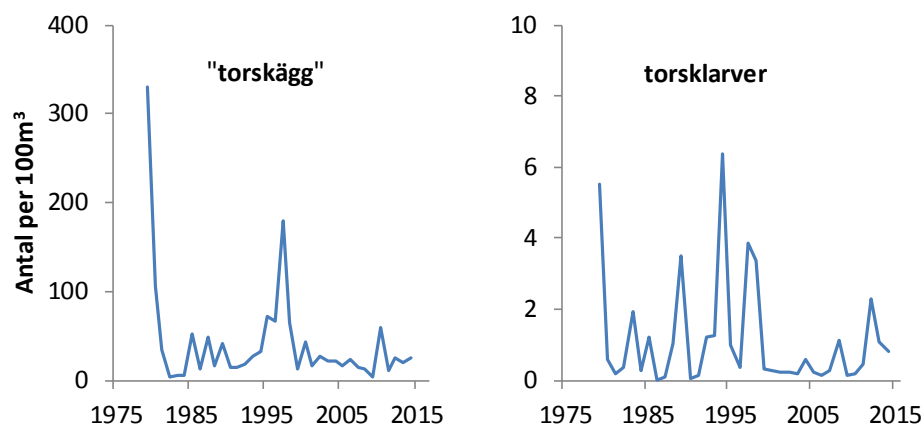
Fram till 2011 hade förekomsten av larver av rötsimpa minskat signifikant. Under vintern 2013 uppmättes den högsta tätheten sedan provtagningen startades 1979 och detta fortsatte med hög täthet under 2014 (figur 5). Förekomsten av

tejstefisk uppvisar däremot en negativ utveckling sett över undersökningsperioden, trots att trenden vänt uppåt under den senaste tioårsperioden (tabell 1, figur 5).

Tätheten av torskäggs och torskclarver har fluktuerat sedan håvningen startade men visade ingen trend (tabell 1, figur 6). Torskäggen har varit relativt få till antalet under senare år, men under 2012 var förekomsten av larver den högsta som noterats sedan 1998. Tätheten av plattfiskäggs visade ingen trend sedan provtagningens start, vare sig för rödspotta eller för någon av de andra arterna (tabell 1, figur 7 och figur 8). Några signifikanta trender kan inte heller påvisas för plattfisklarver. Förekomsten under 2014 låg något lägre än långtidsmedelvärdet för rödspotta och skrubbskädda, men betydligt högre för sandskädda (tabell 1, figur 7 och figur 8).



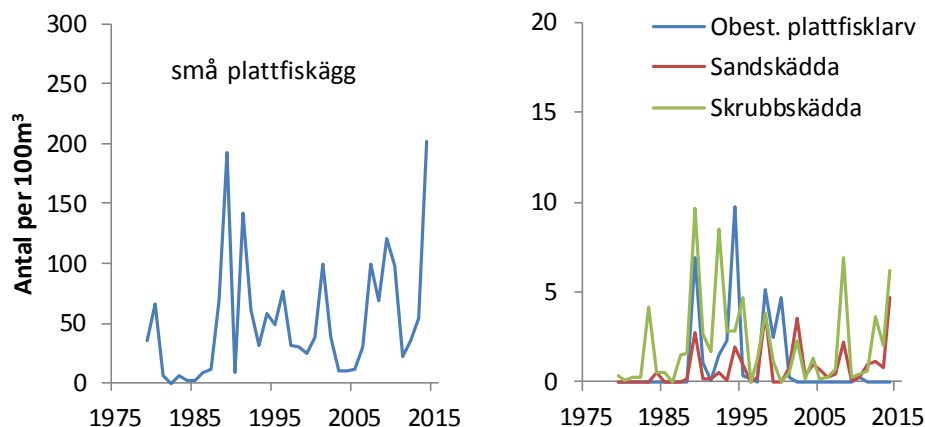
Figur 5. Täthet av larver av rötssimpa och tejstefisk i intagsvattnet till R1 och R2 registrerad med Bongohäv under perioden januari-april 1979-2014. Observera olika skalor på Y-axel. Streckad linje anger signifikanta trender.



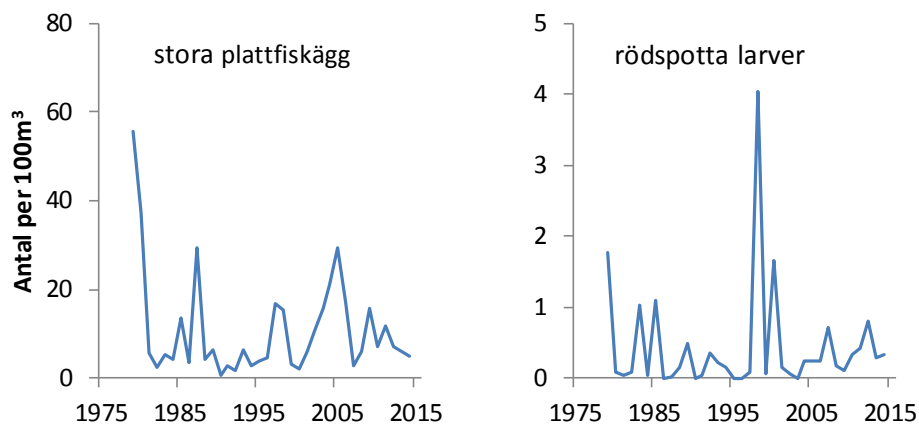
Figur 6. Täthet av "torskägg" och torskclarver i intagsvattnet till R1 och R2, registrerad med Bongohäv under perioden 1979-2014. Observera olika skalor på Y-axel.

Tabell 1. Fångst av fisklarver (antal/100 m<sup>3</sup>) med Bongohäv i kylvattenintaget till R1 och R2 under 2014 samt långtidmedelvärde och trender för alla år och för den senaste tioårsperioden. Arterna är listade efter hur vanligt förekommande de varit i proverna under hela perioden. (+ = ökande trend; - = vikande trend; ns = ingen signifikant förändring; \*= $p<0,05$ ; \*\*= $p>0,01$ ; \*\*\*= $p<0,001$ )

Art/taxon	Vetenskapligt namn	2014	medel 1979-2014	trend	medel 2005-2014	trend
Rötsimpa	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	15,89	6,32	ns	9,12	ns
Tejstefisk	<i>Pholis gunellus</i>	6,18	2,14	-*	1,05	+*
Skrubbskädda	<i>Platichthys flesus</i>	1,82	1,93	ns	1,64	ns
Tobisar	<i>Ammodytes spp.</i>	5,59	1,42	ns	1,95	ns
Torsk	<i>Gadus morhua</i>	0,79	1,14	ns	0,65	ns
Obestämd plattfisk	<i>Pleuronectidae</i>	0,00	1,00	ns	0,03	ns
Sandskädda	<i>Limanda limanda</i>	4,69	0,68	ns	0,77	ns
Rödspotta	<i>Pleuronectes platessa</i>	0,34	0,44	ns	0,36	ns
Ringbukar	<i>Liparis spp.</i>	0,38	0,37	ns	0,32	ns
Sill	<i>Clupea harengus</i>	0,19	0,36	+*	0,76	ns
Oxsimpa	<i>Taurulus bubalis</i>	0,13	0,22	ns	0,16	ns
Obestämd fiskart		0,13	0,18	ns	0,06	ns
Skarpsill	<i>Sprattus sprattus</i>	1,09	0,19	ns	0,49	ns
Skäggsimpa	<i>Agonus cataphractus</i>	0,06	0,16	ns	0,08	ns
Spetsstjärtat långebarn	<i>Lumpenus lamprætaeformis</i>	0,51	0,14	ns	0,14	+*
Tångsnärta	<i>Chirolophis ascanii</i>	0,05	0,12	ns	0,09	ns
Obestämd sillfisk	<i>Clupeidae</i>		0,11	+**	0,39	+*
Lerskädda	<i>Hippoglossoides platessoides</i>		0,05	ns	0,04	ns
Obestämd stubb	<i>Gobiidae</i>		0,02	+*	0,06	ns
Klarbult	<i>Aphia minuta</i>		<0,01	ns	0,02	ns
Havskatt	<i>Anarhichas lupus</i>	0,02	<0,01	ns	0,00	ns
Fyrtömmad skärlånga	<i>Onos cimbrius</i>	0,10	<0,01	ns	0,00	ns
Femtömmad skärlånga	<i>Ciliata mustela</i>		<0,01	ns	0,00	ns
Bergtunga	<i>Microstomus kitt</i>		<0,01	ns	<0,01	ns
Mindre havsnål	<i>Nerophis ophidion</i>	0,02	<0,01	ns	<0,01	ns
Tångsnälla	<i>Syngnathus typhle</i>		<0,01	ns	<0,01	ns
Sandstubb	<i>Pomatoschistus minutus</i>		<0,01	ns	0,00	ns
Tretömmad skärlånga	<i>Gaidropsaurus vulgaris</i>		<0,01	ns	0,00	ns
Glasål	<i>Anguilla anguilla</i>		<0,01	ns	0,00	ns
Gråsej	<i>Pollachius virens</i>		<0,01	ns	0,00	ns
Mindre kantnål	<i>Syngnathus rostellatus</i>		<0,01	ns	<0,01	ns
Vitling	<i>Merlangius merlangus</i>		<0,01	ns	<0,01	ns
Större kantnål	<i>Syngnathus acus</i>		<0,01	ns	0,00	ns
Tobiskung	<i>Hyperoplus lanceolatus</i>		<0,01	ns	<0,01	ns
Totalt		47,27	17,60	ns	18,21	+*
Antal taxa, medelvärde		18	14,00	+***	16,00	ns



Figur 7. Täthet av små plattfiskägg och plattfisklarver i intagsvattnet till R1 och R2, registrerad med Bongohav under perioden 1979-2014. Observera olika skalor på y-axel.



Figur 8. Täthet av stora plattfiskägg och larver av rödspotta i intagsvattnet till R1 och R2, registrerad med Bongohav under perioden 1979-2014. Observera olika skalor på y-axel.

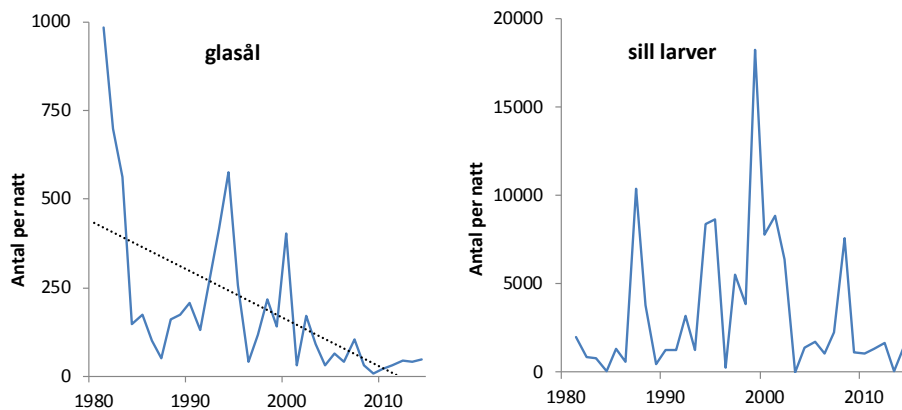
#### 4.1.2 Juvenil fisk och större fisklarver

Genomsnittliga tätheter för alla förekommande taxa och deras utvecklingstrender på lång och kort sikt sammanfattas i tabell 2. Signifikanta trender under hela provtagningsperioden sedan 1981 förelåg hos ett tjugotal arter. Bland de vanligaste taxa noteras en starkt negativ utveckling hos glasål och storspigg. Bland arter med en positiv utveckling kan nämnas rötsimpa, rödspotta, mindre kantnål, skrubbskädda och torsk. Den vanligast förekommande arten som fångats i Isaacs-Kidd trålen genom åren var sill (tabell 2). Under namnet sill registreras både större sillar och yngel i olika utvecklingsstadier. En dominerande andel av sillen består dock av relativt välutvecklade larver från leken föregående höst. Den näst vanligaste fiskarten är den pelagiskt levande klarbulten. Förekomsten av sill var lägre 2014 än medelvärdet på lång och kort sikt, medan abundansen av klarbult låg över mot-



svarande medelvärden. Ingen av dessa båda arter uppvisar någon signifikant förändring över tid (tabell 2, figur 9). Under den senaste tioårsperioden har sjustrålig smörbult och tobiskung ökat medan rödspotta och havskatt har minskat.

Förekomsten av glasål var riklig under de första åren, men under första hälften av 1980-talet blev förekomsterna mycket lägre än tidigare och utvecklingen sedan 1981 är negativ (figur 9, tabell 2). Den observerade utvecklingen inledde en lång period av vikande tätheter, dock bruten av en period med något högre tätheter i mitten av 1990-talet. Utvecklingen speglar till stor del utvecklingen för ålrekryteringen som helhet över hela det europeiska utbredningsområdet (ICES 2013).



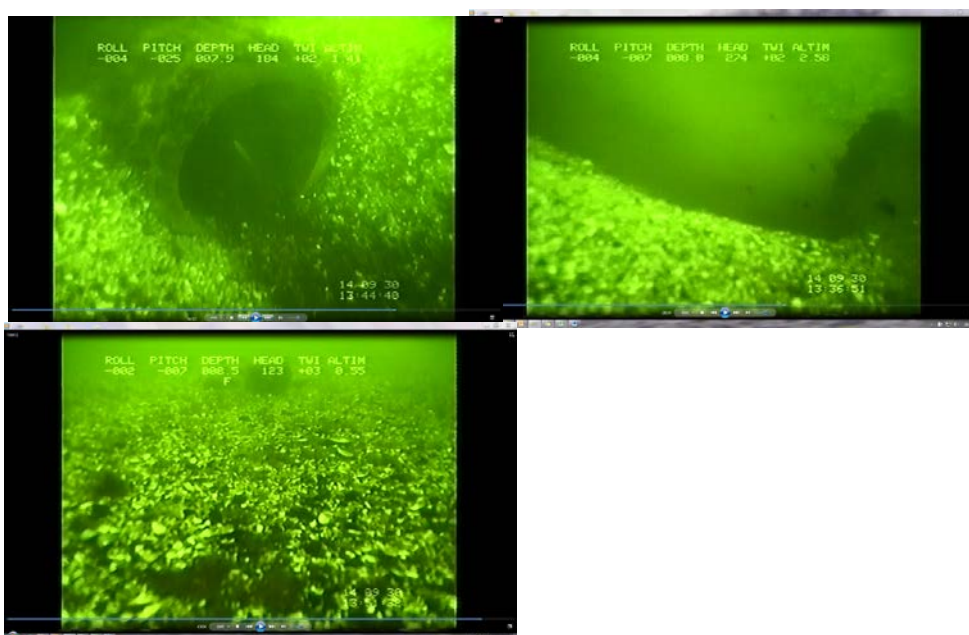
Figur 9. Förekomst av glasål och sill vid provtagning med Isaacs-Kidd trål i kylvattenintaget till R1 och R2 under perioden vecka 9-18, 1981-2014. Trendlinje anger linjär trend över tid. Observera olika skalor på y-axeln.

Tabell 2. Antal individer per natt av förekommande taxa i provtagning med Isaacs-Kidd yngeltrål i kylvattenintaget till R1 och R2 vid Ringhalsverket under perioden februari till april 2014 samt medelvärden och trender för åren 1981-2014 och för den senaste tioårsperioden. Arterna är listade i storleksordning med avseende på medelvärdet under hela provtagningsperioden. Index för täthet har korrigerats för variationer hos kylvattenflödet och avser perioden från och med vecka 9 till och med vecka 18. (+ = ökande trend; - = vikande trend; ns = ingen signifikant förändring; \*=p<0,05; \*\*=p>0,01; \*\*\*=p<0,001)

Art/taxon	Vetenskapligt namn	2014	medel		medel	
			1981-2014	trend	2005-2014	trend
Sill	<i>Clupea harengus harengus</i>	1488,67	3477,11	ns	2087,48	ns
Klarbult	<i>Aphia minuta</i>	4500,67	1566,33	ns	1141,46	ns
Glasål	<i>Anguilla anguilla</i>	49,11	213,14	***	52,18	ns
Storspigg	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	6,50	152,67	***	23,61	ns
Sandstubb	<i>Pomatoschistus minutus</i>	54,33	110,54	ns	69,97	ns
Obestämd tobis	<i>Ammodytes sp.</i>	76,72	101,54	ns	46,12	ns
Rötsimpa	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	1,67	49,05	+	108,66	ns
Rödspotta	<i>Pleuronectes platessa</i>	0,22	40,51	+	134,51	-*
Skarpsill	<i>Sprattus sprattus</i>	0,33	10,66	ns	5,12	ns
Mindre kantnål	<i>Syngnathus rostellatus</i>	1,50	10,55	+	17,44	ns
Skrubbskädda	<i>Platichthys flesus</i>	8,89	5,62	***	7,29	ns
Tånglake	<i>Zoarces viviparus</i>	3,22	4,67	-*	2,29	ns
Tejstefisk	<i>Pholis gunellus</i>	1,06	3,20	ns	1,91	ns
Torsk	<i>Gadus morhua</i>	0,17	2,93	+	7,67	ns
Havskatt	<i>Anarhichas lupus</i>	8,94	2,92	ns	1,73	-*
Sjustrålig smörbult	<i>Gobiusculus flavescens</i>	15,61	2,61	ns	2,54	+
Sjurrygg	<i>Cyclopterus lumpus</i>	0,89	1,77	ns	0,81	ns
Småspigg	<i>Pungitius pungitius</i>	0,33	1,53	ns	1,59	ns
Laxsill	<i>Maurolicus mulleri</i>	0,39	1,47	ns	0,63	ns
Spetsstjärtat långebarn	<i>Lumpenus lamprotaeiformis</i>		0,96	ns	3,26	ns
Tängsnälla	<i>Syngnathus typhle</i>	0,89	0,95	***	2,43	ns
Skäggsimpa	<i>Agonus cataphractus</i>	0,39	0,92	***	2,18	ns
Svart smörbult	<i>Gobius niger</i>	2,06	0,90	+	1,37	ns
Gulål	<i>Anguilla anguilla</i>		0,76	ns	0,86	ns
Tängspigg	<i>Spinachia spinachia</i>	0,28	0,71	-*	0,46	ns
Stensnultra	<i>Ctenolabrus rupestris</i>	0,89	0,67	***	1,02	ns
Större kantnål	<i>Syngnathus acus</i>	0,67	0,64	ns	0,50	ns
Sandskädda	<i>Limanda limanda</i>	1,61	0,58	ns	0,33	ns
Bergstubb	<i>Pomatoschistus pictus</i>		0,47	ns	0,04	ns
Tängsnärta	<i>Chirolophis ascanii</i>	0,50	0,47	ns	1,59	ns
Tobiskung	<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	0,28	0,40	+	0,63	***
Nors	<i>Osmerus eperlanus</i>		0,31	ns	0,55	ns
Äkta tunga	<i>Solea solea</i>	0,22	0,29	ns	0,21	ns
Femtömmad skärlänga	<i>Ciliata mustela</i>	0,17	0,23	ns	0,11	ns
Större havsnål	<i>Entelurus aequoreus</i>	6,67	0,22	ns	0,62	ns
Skärsnultra	<i>Symphodus melops</i>		0,21	ns	0,23	ns
Vitling	<i>Merlangius merlangus</i>	0,17	0,19	ns	0,01	ns
Bergtunga	<i>Microstomus kitt</i>	0,17	0,18	ns	0,15	ns
Mindre havsnål	<i>Nerophis ophidion</i>	0,06	0,11	***	0,35	ns
Flodnejonöga	<i>Lampetra fluviatilis</i>		0,09	***	0,30	ns
Havsnejonöga	<i>Petromyzon marinus</i>	0,11	0,07	***	0,01	ns
Randig sjökock	<i>Callionymus lyra</i>		0,07	ns	0,06	ns
Lerskädda	<i>Hippoglossoides platessoides</i>		0,04	ns	0,02	ns
Montagus ringbuk	<i>Liparis montagui</i>		0,04	ns	0,04	ns
Vanlig ringbuk	<i>Liparis liparis</i>	0,11	0,04	***	0,11	ns
Tångkrabba	<i>Carcinus maenas</i>	15,44	0,04	ns	0,09	ns
Öring	<i>Salmo trutta</i>		0,02	ns	0,05	ns
Slätvar	<i>Scophthalmus rhombus</i>		0,02	ns	0,02	ns
Oxsimpa	<i>Taurulus bubalis</i>		0,01	ns	0,00	ns
Obestämd fiskart			0,01	ns	0,01	ns
Kummel	<i>Merluccius merluccius</i>		0,01	ns	0,00	ns
Tungevar	<i>Arnoglossus laterna</i>		0,01	ns	0,04	ns
Lax	<i>Salmo salar</i>		0,01	ns	0,01	ns
Bläckfisk			0,01	ns	0,00	ns
Tjockläppad multe	<i>Chelon labrosus</i>		0,01	ns	0,01	ns
Krumnosig havsnål	<i>Nerophis lumbriciformis</i>		0,01	ns	0,02	ns
Obestämd gobid	<i>Gobidae</i>		0,01	ns	0,02	ns
Fenknot	<i>Chelidonichthys lucerna</i>		0,01	ns	0,02	ns
Obestämd simkrabba	<i>Crenimugil labrosus</i>		0,01	ns	0,01	ns
Fjärsing	<i>Trachinus draco</i>	0,11	0,01	ns	0,01	ns
Gråsej	<i>Pollachius virens</i>		0,00	ns	0,01	ns
Småvar	<i>Phrynorhombus norvegicus</i>	0,39	0,00	ns	0,00	ns
Knot	<i>Eutrigla gurnardus</i>		0,00	ns	0,01	ns
Prästfisk	<i>Atherina presbyter</i>		0,00	ns	0,01	ns
Rödtunga	<i>Glyptocephalus cynoglossus</i>		0,00	ns	0,00	ns
Silverfisk	<i>Argentina sphyraena</i>		0,00	ns	0,01	ns
Piggvar	<i>Psetta maxima</i>		0,00	ns	0,00	ns
Totalt		6250,4	5769,5	ns	4164,7	ns
Antal taxa, medelvärde		39	33,5	***	36,9	ns

#### 4.1.3 Kontroll av utsläppstub från silstation

Utsläppstuben filmades den 30 september 2014. Sikten var dålig på grund av dåligt ljus med mycket partiklar i vattnet. Förekomst av vanliga fiskarter, som sjustrålig smörbult, stensnultra, skärnsultra och strandkrabbor noterades med jämna mellanrum längs tuben. Tuben filmades från sju meters djup och ner till utsläppet på cirka nio meters djup. På de grundare delarna fanns sten (klappersten) täckta av rödalger och brunalger, men med ökande djup dominerades botten kring tuben av sand, musselskal, grus och småsten med enstaka inslag av större stenar. Tuben samt större stenar var i huvudsak överväxta av rödalger och längst ut runt öppningen fanns högar av musselskal, mestadels blåmussla. Det fanns rikligt med skalrester kring utloppet, upp till halva rörets diameter eller mer (figur 10). Vid årets filmning syntes inga större förändringar i området kring röret jämfört med tidigare år.



Figur 10. Översta bilden till vänster visar mynningen på Ringhals utsläppstub på ca 8,5m djup. I övre bilden till höger ser man grumligt vatten under utpumpning och den nedersta bilden visar närområdet med högar av skalrester.

## 4.2 Påverkansområdet

### 4.2.1 Fisksamhällets utveckling

Fångst per fiskeansträngning och trender för respektive fiskeperiod finns sammanfattat i tabell 3 och 4. Totalt under fisket 2014, under både april och augusti i referensen och i recipienten, fångades 26 olika arter, varav 24 fiskarter och två kräftdjursarter. Sedan undersökningarna startade 1976 (antal ansträngningar per år anges i material och metodavsnitt) har totalt 52 fiskarter och 8 kräftdjursarter fångats i provfisket. Flera av dessa arter har endast förekommit vid något eller några enstaka tillfällen. Antalet arter har sedan undersökningarna startade ökat både i recipientområdet och i referensområdet under april<sup>1</sup>. Antalet arter i augusti har fluktuerat utan trend i båda områdena (figur 11). Under 2014 noterades flest arter under april i både recipient- och referensområdet, då 17 respektive 18 olika arter fångades i vardera området. Det förekom totalt fyra störningar under fisket 2014 där ansträngningen halverades. I samtliga fall berodde det på att ett fiskhus öppnat sig, varje station bestod av två ryssjor.

Diversiteten, uttryckt som Shannon-Wiener index, har under april månad utvecklats olika i recipienten och referensområdet<sup>2</sup>. Diversiteten har minskat under april månad i recipienten<sup>3</sup>, men inte i referensområdet (figur 12). I augusti har en liknande förändring skett över tid i båda områdena<sup>4</sup>. Under augusti fanns en minskad diversitet i referensområdet<sup>5</sup> och en liknande tendens till minskning i referensområdet.

Utvecklingen av trofisk medelnivå i fisksamhället skilde sig inte mellan recipienten och referensområdet för åren 1976-2014 under april. Medeltrofinivån minskade under april månad i referensområdet<sup>6</sup> och hade en tendens till minskning i recipientområdet (figur 13). Medeltrofinivån var högre i referensområdet under augusti<sup>7</sup>. Under augusti har en linjär minskning skett under tidsperioden i båda områdena<sup>8</sup> (figur 13).

Temperaturen har haft en skild utveckling mellan recipient och referensområde under april men inte under augusti<sup>9</sup>. Temperaturen har ökat över tid i recipienten men inte i referensen under april<sup>10</sup>. Temperaturskillnaden mellan recipient och

---

1. Linjär regression: Recipient april  $p < 0,05$ ,  $R^2 = 0,13$ , Referens april  $p < 0,05$ ,  $R^2 = 0,16$

2. Kovariansanalys, ANCOVA april  $p < 0,05$ ,  $F = 5,13$

3. Linjär regression: Recipient april  $p < 0,001$ ,  $R^2 = 0,37$

4. Kovariansanalys, ANCOVA: augusti  $p < 0,01$ ,  $F = 9,09$

5. Linjär regression: Referens augusti  $p < 0,01$ ,  $R^2 = 0,22$

6. Linjär regression: Referens april  $p < 0,05$ ,  $R^2 = 0,13$

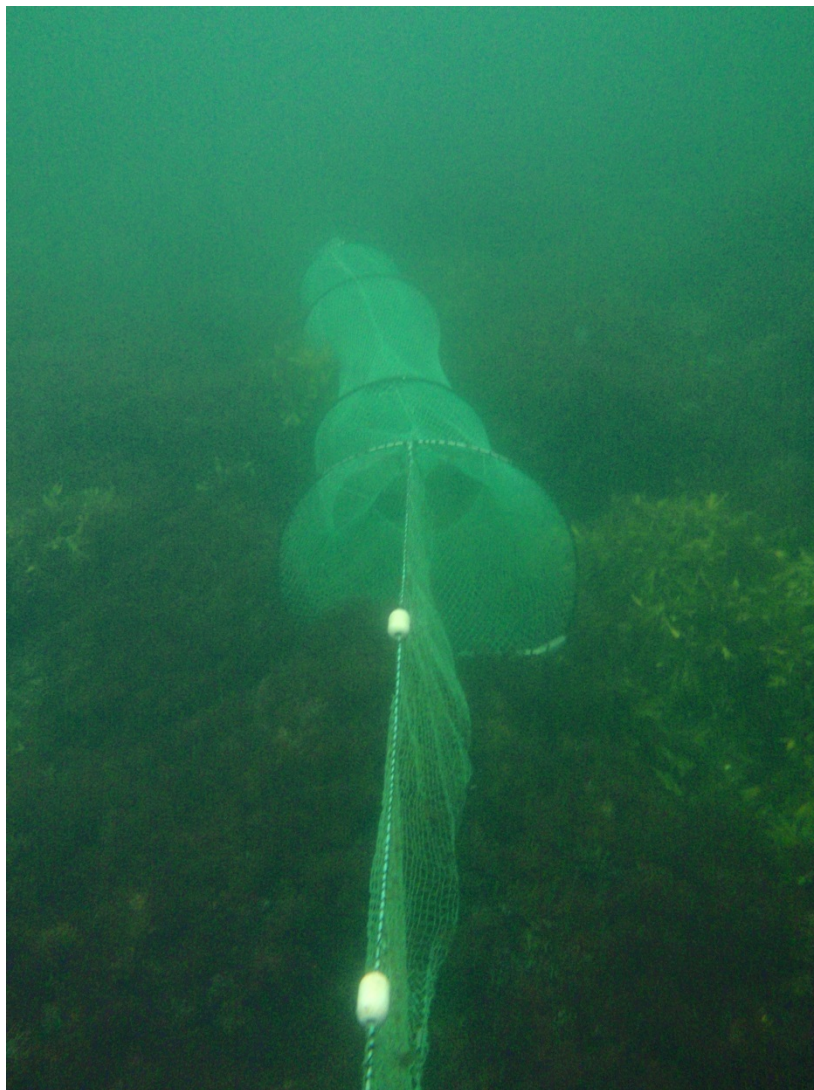
7. Mann-Whitney U-test:  $p < 0,05$ ,  $Z = -2,54$

8. Linjär regression: Recipient augusti  $p < 0,01$ ,  $R^2 = 0,19$ , Referens augusti  $p < 0,01$ ,  $R^2 = 0,19$

9. Kovariansanalys, ANCOVA: april  $p < 0,05$ ,  $F = 5,34$

10. Linjär regression: Recipient april  $p < 0,001$ ,  $R^2 = 0,37$

referensområde har i medeltal varit 2,4 grader i april respektive 2,0 grader i augusti. Temperaturen vid vittjning har haft en liknande utveckling över tid<sup>11</sup> i båda områdena och ökat i båda områdena under augusti<sup>12</sup> (figur 14). Ökningen var i storleksordningen 2-3 grader.



*Ryssja. Foto: Björn Fagerholm*

---

11. Kovariansanalys, ANCOVA: augusti  $p < 0,001$ ,  $F = 14,68$

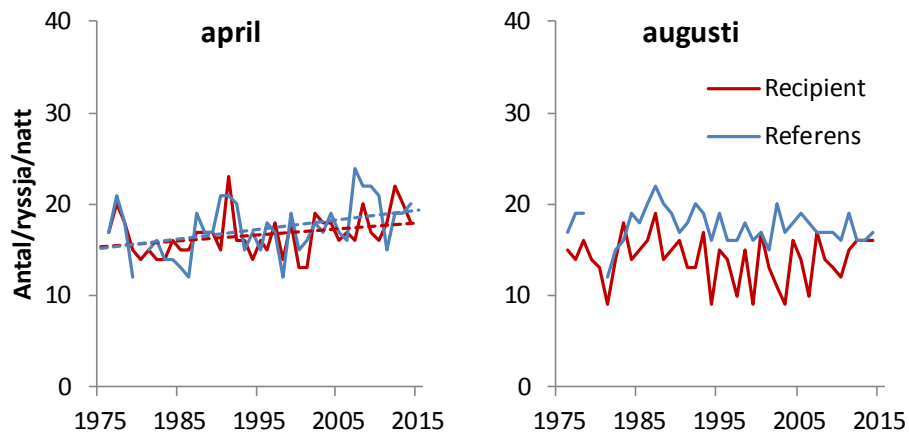
12. Linjär regression: Recipient augusti  $p < 0,01$ ,  $R^2 = 0,24$ , Referens augusti  $p < 0,05$ ,  $R^2 = 0,11$

Tabell 3. Samliga arter som förekommit i fisket under april månad åren 1976-2014. Fångst per ryssja och natt (CPUE) anges för 2014 samt som ett medelvärde för hela den fiskade perioden. Data har sorterats i fallande storleksordning efter medelfångst i recipienten 1976-2014. ("+"=ökande trend; "-"=vikande trend; ns=ingen signifikant förändring; \*= $p < 0,05$ , \*\*= $p > 0,01$ , \*\*\*= $p < 0,001$ ).

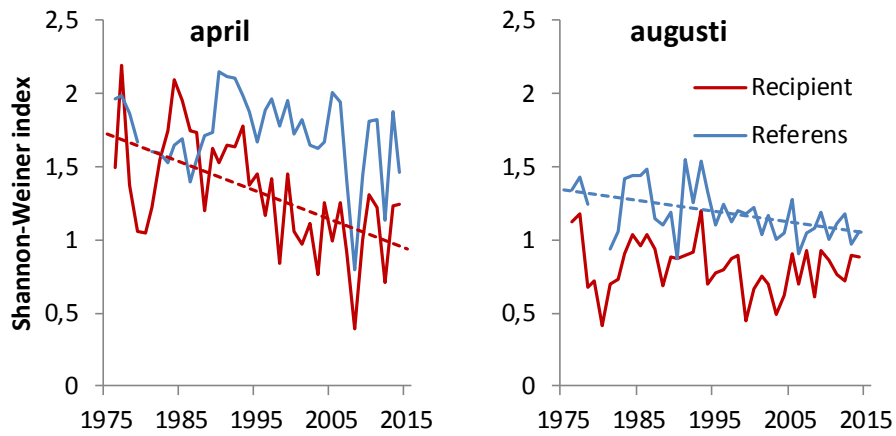
Art	Ringhals			Horta		Vendelsö			
	2014	Medel 1976- 2014	trend	2014	Medel 2012- 2014	2014	Medel 1976- 2014	trend	
Svenskt namn	Latinskt namn								
<b>FISKAR</b>									
Skårsnultra	<i>Symphodus melops</i>	0,99	0,85	ns	0,88	0,69	0,06	0,11	ns
Skrubbskädda	<i>Platichthys flesus</i>	1,32	0,80	ns	0,66	0,52	1,15	0,65	+***
Tänglake	<i>Zoarces viviparus</i>	0,55	0,63	-**	0,97	1,01	1,57	1,78	-**
Stensnultra	<i>Ctenolabrus rupestris</i>	0,99	0,46	ns	1,48	2,22	2,52	0,80	ns
Oxsimpa	<i>Taurulus bubalis</i>	0,39	0,41	-*	0,12	0,39	0,05	0,19	-**
Femtömmad skärlänga	<i>Ciliata mustela</i>	0,27	0,37	ns	0,45	0,29	0,12	0,23	ns
Torsk	<i>Gadus morhua</i>	0,20	0,34	ns	0,67	1,76	0,27	0,45	ns
Rötsimpa	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	0,67	0,30	-**	1,04	1,41	2,30	1,40	ns
Guläl	<i>Anguilla anguilla</i>	0,24	0,23	ns	0,10	0,26	0,06	0,09	ns
Svart smörbult	<i>Gobius niger</i>	0,47	0,21	+**	0,21	0,31	0,20	0,18	+*
Rödspotta	<i>Pleuronectes platessa</i>	0,05	0,03	ns	0,00	0,03	0,01	0,03	ns
Åkta tunga	<i>Solea solea</i>	0,01	0,02	ns	0,03	0,03	0,01	0,03	ns
Tängspigg	<i>Spinachia spinachia</i>	0,03	0,02	+***	0,03	0,02	0,01	0,01	+*
Gråsej	<i>Pollachius virens</i>	0,04	0,01	ns	0,04	0,12	0,00	0,00	ns
Tejstefisk	<i>Pholis gunnellus</i>		0,01	ns		0,01		0,01	ns
Större kantnål	<i>Syngnathus acus L.</i>	0,11	0,01	+**		0,01	0,03	0,01	+***
Lax	<i>Salmo salar</i>		0,01	ns				0,00	ns
Berggylla	<i>Labrus berggylla</i>		0,01	-*	0,01	0,02	0,01	0,01	ns
Öring	<i>Salmo trutta</i>		0,01	ns		0,01		0,00	ns
Sjurygg	<i>Cyclopterus lumpus</i>		0,00	ns		0,01		0,00	ns
Blankål	<i>Anguilla anguilla</i>		0,00	ns				0,00	ns
Skäggsimpa	<i>Agonus cataphractus</i>		0,00	ns	0,01	0,07	0,02	0,01	ns
Randig sjökock	<i>Callionymus lyra</i>		0,00	ns	0,01	0,00		0,00	ns
Grässnultra	<i>Centrolabrus exoletus</i>	0,02	0,00	ns		0,04			
Sjustrålig smörbult	<i>Gobiusculus flavescens</i>		0,00	ns		0,01			
Piggvar	<i>Psetta maxima</i>		0,00	ns				0,00	ns
Sill	<i>Clupea harengus</i>		0,00	+*				0,00	ns
Sandskädda	<i>Limanda limanda</i>	0,01	0,00	ns			0,01	0,01	ns
Slätvar	<i>Scophthalmus rhombus</i>		0,00	ns				0,00	ns
Tobis (kust-/havs-)	<i>Ammodytes sp.</i>		0,00	ns				0,00	ns
Paddtorsk	<i>Raniceps raninus</i>		0,00	-*		0,02		0,00	ns
Större havsnål	<i>Entelurus aequoreus</i>		0,00	+*	0,01	0,00		0,00	ns
Tängsnälla	<i>Syngnathus typhle</i>		0,00	ns				0,00	+*
Havsabborre	<i>Dicentrarchus labrax</i>		0,00	ns					
Tungevar	<i>Arnoglossus laterna</i>		0,00	ns				0,00	ns
Nors	<i>Osmerus eperlanus</i>		0,00	ns					
Bergvar	<i>Zeugopterus punctatus</i>		0,00	ns					
Tobiskung	<i>Hyperoplus lanceolatus</i>								
Tretömmad skärlänga	<i>Gaidropsarus vulgaris</i>							0,00	ns
Skarpsill	<i>Sprattus sprattus</i>							0,00	ns
Lerskädda	<i>Hippoglossoides platessoides</i>							0,00	ns
Lyr torsk	<i>Pollachius pollachius</i>							0,00	ns
Mindre kantnål	<i>Syngnathus rostellatus</i>							0,00	ns
Mindre havsnål	<i>Nerophis ophidion</i>					0,01		0,00	ns
Vitling	<i>Merlangius merlangus</i>							0,00	ns
Montagus ringbuk	<i>Liparis montagui</i>					0,03		0,00	ns
Totalfångst fisk		6,35	4,72	ns	6,72	7,84	8,41	6,02	ns
Medelantal arter			15,31	ns		20,67		15,92	+*
Totalt antal arter		17	36		19	27	18	39	
<b>KRÄFTDJUR</b>									
Strandkrabba	<i>Carcinus maenas</i>	16,00	9,83	+***	2,15	3,77	10,47	3,59	+***
Tängräka	<i>Palaemon sp.</i>		0,00	+**		0,01	0,01	0,01	+**
Sandräka	<i>Crangon crangon</i>		0,00	ns				0,00	ns
Hummer	<i>Homarus gammarus</i>		0,00	ns				0,00	-*
Maskeringskrabba	<i>Hyas sp.</i>							0,00	ns
Eremitkräfta	<i>Eupagurus sp.</i>					0,02		0,00	ns
Spindelkrabba	<i>Macropodia rostrata</i>				0,01	0,00			ns
Totalfångst kräftdjur		16,00	9,84	+***	2,16	1,99	10,48	3,60	+***
Totalt antal kräftdjur		1	4		2	4	2	6	

Tabell 4. Samtliga arter som förekommit i fisket under augusti månad åren 1976-2014. Fångst per ryssja och natt (CPUE) anges för 2014 samt som ett medelvärde för hela den fiskade perioden. Data har sorterats i fallande storleksordning efter medelfångst i recipienten 1976-2014. ("+"=ökande trend; "-"=vikande trend; ns=ingen signifikant förändring; \*= $p<0,05$ , \*\*= $p>0,01$ , \*\*\*= $p<0,001$ ).

Art		Ringhals			Horta			Vendelsö		
		2014	1976-2014	trend	2014	Medel 2011-2014	trend	2014	Medel 1976-2014	trend
Svenskt namn	Latinskt namn									
<b>FISKAR</b>										
Skårsnultra	<i>Symphodus melops</i>	25,85	11,01	+++	46,57	41,34	ns	24,92	14,64	++
Stensnultra	<i>Ctenolabrus rupestris</i>	0,97	1,36	ns	1,50	2,30	ns	1,05	1,97	ns
Gulål	<i>Anguilla anguilla</i>	0,86	1,08	ns	0,51	0,51	ns	1,30	0,62	++
Skrubbskädda	<i>Platichthys flesus</i>	0,27	0,29	ns	0,08	0,08	ns	0,21	0,30	ns
Svart smörbult	<i>Gobius niger</i>	0,72	0,26	+++	0,21	0,19	ns	0,32	0,16	+++
Oxsimpa	<i>Taurulus bubalis</i>	0,02	0,22	+++	0,06	0,13	-**	0,05	0,09	-**
Torsk	<i>Gadus morhua</i>	0,01	0,10	ns	0,63	0,60	ns	0,33	0,40	ns
Äkta tunga	<i>Solea solea</i>	0,01	0,05	-**	0,08	0,10	ns	0,15	0,11	ns
Tänglake	<i>Zoarces viviparus</i>	0,01	0,04	-**	0,31	0,21	ns	0,74	0,57	-**
Femtömmad skärlånga	<i>Ciliata mustela</i>		0,03	ns	0,04	0,04	ns		0,05	ns
Gråsej	<i>Pollachius virens</i>		0,03	ns	0,02	0,19	ns		0,03	ns
Rödspotta	<i>Pleuronectes platessa</i>	0,01	0,02	ns	0,01	0,01	ns		0,04	ns
Rötsimpa	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	0,02	0,02	-*	0,40	0,18	ns	0,29	0,31	-*
Blankål	<i>Anguilla anguilla</i>		0,01	ns		0,01	ns		<0,01	-*
Berggylta	<i>Labrus berggylta</i>	0,01	0,01	-*	0,08	0,06	+	0,02	0,02	ns
Tängsnälla	<i>Syngnathus typhle</i>	0,02	<0,01	+++	0,01	<0,01		0,02	<0,01	ns
Havsabborre	<i>Dicentrarchus labrax</i>		<0,01	ns						
Slätvar	<i>Scophthalmus rhombus</i>		<0,01	ns	0,01	<0,01	ns		0,01	-**
Piggvar	<i>Psetta maxima</i>		<0,01	ns	0,01	<0,01			<0,01	ns
Mindre kantnål	<i>Syngnathus rostellatus</i>		<0,01	ns					<0,01	ns
Tejstefisk	<i>Pholis gunnellus</i>		<0,01	ns		<0,01	ns		<0,01	ns
Tängspigg	<i>Spinachia spinachia</i>		<0,01	ns				0,01	<0,01	+
Öring	<i>Salmo trutta</i>	0,01	<0,01	ns	0,01	<0,01	ns	0,03	<0,01	+++
Sandskädda	<i>Limanda limanda</i>		<0,01	ns		<0,01	ns			
Sjustrålig smörbult	<i>Gobiusculus flavescens</i>		<0,01	ns					<0,01	ns
Lyrorsk	<i>Pollachius pollachius</i>		<0,01	ns					<0,01	ns
Gulstrimmig mullus	<i>Mullus surmuletus</i>		<0,01	ns					<0,01	ns
Mindre havsnål	<i>Nerophis ophidion</i>		<0,01	ns					<0,01	ns
Större kantnål	<i>Syngnathus acus</i> L.		<0,01	ns	0,01	<0,01			<0,01	ns
Vitling	<i>Merlangius merlangus</i>				0,06	0,03	ns	0,08	0,05	ns
Paddtorsk	<i>Raniceps raninus</i>								<0,01	ns
Makrill	<i>Scomber scombrus</i>					<0,01	ns		<0,01	ns
Större havsnål	<i>Entelurus aequoreus</i>					<0,01	ns		<0,01	ns
Taggmakrill	<i>Trachurus trachurus</i>								<0,01	ns
Horngädda	<i>Belone belone</i>								<0,01	ns
Fjärsing	<i>Trachinus draco</i>					<0,01	ns		<0,01	ns
Fyrtömmad skärlånga	<i>Enchelyopus cimbrius</i>								<0,01	ns
Bergvar	<i>Zeugopterus punctatus</i>								<0,01	ns
Sill	<i>Clupea harengus</i>								<0,01	ns
Blågylta	<i>Labrus mixtus</i>					<0,01	ns			
Grässnultra	<i>Centrolabrus exoletus</i>					<0,01	ns			
Tungevar	<i>Arnoglossus laterna</i>					<0,01	ns			
Totalfångst fisk		28,79	14,5422	+++	50,58	46,00	ns	29,52	19,38	+
Medelantal arter			12,03	ns		18,25	ns		15,57	ns
Totalt antal arter		14	28		20	28		15	40	
<b>KRÄFTDJUR</b>										
Strandkrabba	<i>Carcinus maenas</i>	40,75	38,72	+	18,87	20,49	ns	34,43	18,11	+++
Tängräka	<i>Palaemon sp.</i>	0,09	0,02	+++	0,02	0,01	ns	0,31	0,07	+++
Sandräka	<i>Crangon crangon</i>		0,0055	ns					0,02	ns
Krabbtaska	<i>Cancer pagurus</i>		0,00	ns					0,00	ns
Hummer	<i>Homarus gammarus</i>		0,00	ns		0,01	ns		0,00	-**
Totalfångst kräftdjur		40,84	38,75	+	17,55	19,77	-*	34,75	18,20	+++
Totalt antal kräftdjur		2	5		2	3		2	5	

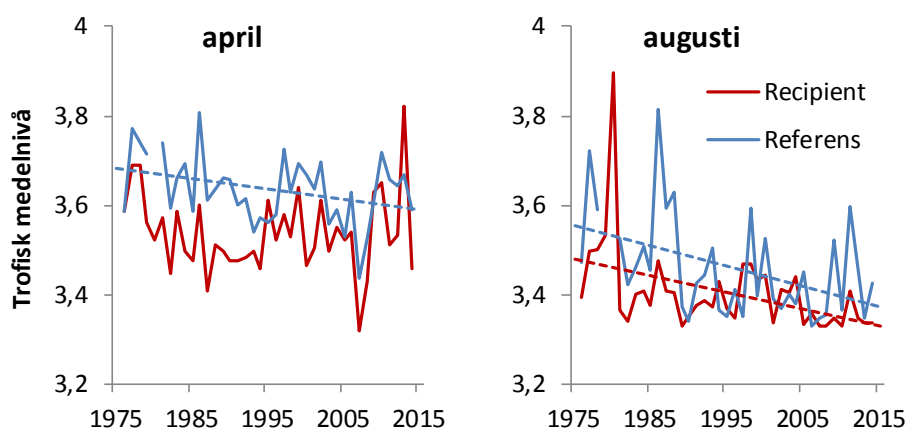


Figur 11. Antalet arter fångade varje år i recipientområdet och referensområdet under de två provfiskeperioderna åren 1976-2014. En streckad trendlinje anger signifikant linjär trend över tid.

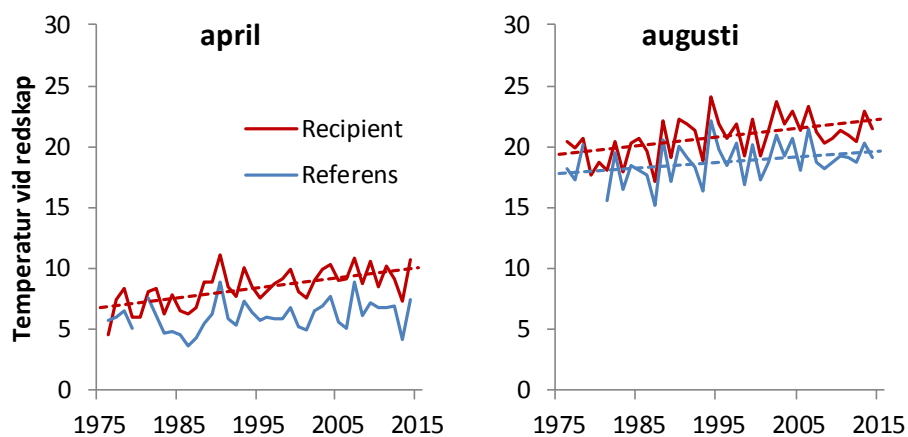


Figur 12. Diversitet (Shannon-Wiener index) i recipientområdet och referensområdet under de olika provfiskeperioderna åren 1976-2014. En streckad trendlinje anger signifikant linjär trend över tid.





Figur 13. Trofisk medelnivå i recipientområdet och referensområdet under de olika provfiskeperioderna åren 1976-2014. En streckad trendlinje anger signifikant linjär trend över tid.



Figur 14. Medeltemperatur vid redskapen i samband med vittning i recipientområdet och referensområdet under de olika provfiskeperioderna åren 1976-2014. Streckad linje anger signifikant trend över tid.

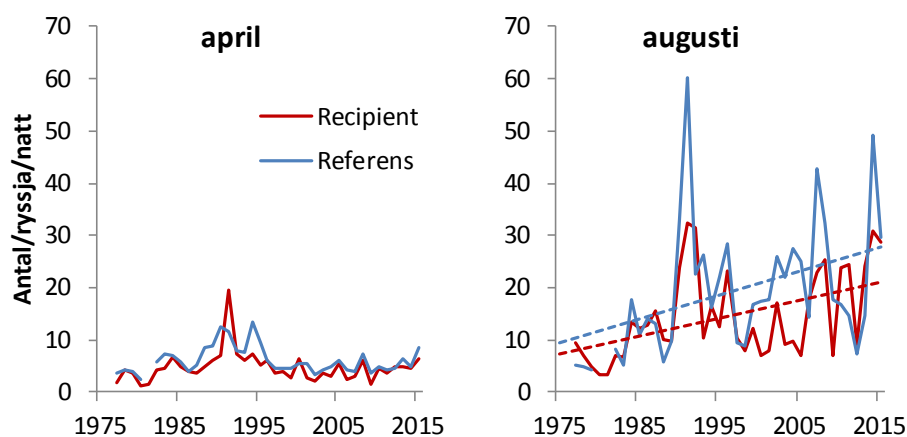
### Total fiskfångst

Utvecklingen över tid hos den totala fångsten av alla fiskarter skiljde sig inte mellan områdena för någon av perioderna. Detta gäller för såväl antal som biomassa. Sett till antalet fiskar har dock en gemensam ökning av fiskar i fångsten skett under augusti månad<sup>13</sup>. I båda områdena har det varit en tydlig trend i denna ökning av fiskar i fångsten<sup>14</sup> (figur 15). Sett till biomassa förelåg det däremot en nedåtgående trend för både recipientområdet och referensområdet för april månads fiske<sup>15</sup>.

13. Kovariansanalys; ANCOVA augusti  $p < 0,001$ ,  $F = 15,89$

14. Linjär regression: Recipient augusti  $p < 0,01$ ,  $R^2 = 0,22$ , Referens augusti  $p < 0,05$ ,  $R^2 = 0,16$

15. Linjär regression: Recipient augusti  $p < 0,05$ ,  $R^2 = 0,08$ , Referens augusti  $p < 0,05$ ,  $R^2 = 0,16$



Figur 15. Fångst i medelantal av alla fiskarter (antal per ryssja och natt) åren 1976-2014.

#### Varmvattenarter

Här redovisas utvecklingen hos de arter som föredrar varmare vatten och som förekommit i högre tätheter under fisket i augusti än i april. Fem av dessa arter (gulål, skärsnultra, stensnultra, äkta tunga och strandkrabba) har analyserats mer ingående.

#### Gulål (*Anguilla anguilla*)

Gulål förekom i högre tätheter i recipienten än i referensområdet, både under april och i augusti (tabell 3 och tabell 4). Fångsten av gulål har sedan 1976 fluktuerat mellan åren. För aprilfiskena kan ingen trend urskiljas. Däremot visade fångsten under augusti en ökande trend i referensområdet, med avseende på både antal och biomassa<sup>16</sup> (figur 16, tabell 3 och 4). Utvecklingen i recipienten har varit likartad under senare tid, men där fanns ingen långsiktig trend under augusti. Under fisket 2014 fångades fler ålar än året innan vid bägge fiskena och i båda områdena.

#### Skärsnultra (*Symphodius melops*)

Skärsnultra är den vanligaste förekommande fiskarten i fiskena (figur 16, tabell 3 och 4). Skärsnultra har varit mer förekommande i recipienten än i referensen under april (tabell 5). Under april månad har fångsten av skärsnultra i allmänhet varit relativt låg och visar inte någon trend, vare sig i recipienten eller i referensen. Under augusti månad har det sedan provfiskets början skett en ökning av antalet fångade skärsnultror i recipienten och referensen, sett till både antal<sup>17</sup> och biomassa<sup>18</sup> (tabell 4). I aprilfisket fångades fler skärsnultror 2014 än under 2013, både

16. Linjär regression: Ref aug Cpue  $p < 0,01$ ,  $R^2 = 0,19$ , Ref augusti Wpue  $p < 0,001$ ,  $R^2 = 0,25$

17. Linjär regression: Rec augusti Cpue  $p < 0,001$ ,  $R^2 = 0,24$ , Ref augusti Cpue  $p < 0,01$ ,  $R^2 = 0,18$

18. Linjär regression: Rec augusti Wpue  $p < 0,01$ ,  $R^2 = 0,24$ , Ref augusti Wpue  $p < 0,05$ ,  $R^2 = 0,11$

i recipienten och i referensområdet. I augustifisket var förhållandet det omvända med färre individer under 2014 än 2013 i bägge områdena.

#### *Stensnultra (Ctenolabrus rupestris)*

Fångsten av stensnultra under april månad har fluktuerat i både recipienten och referensen (figur 16). Under augusti har förekomsten av stensnultra varit högst i referensen (tabell 5). Störst fångster av arten har dokumenterats under början av 1990-talet. Även under augusti månad har det förekommit stora fluktuationer i både recipienten och referensen. Fångsterna steg kraftigt under första halvan av 1980-talet. De höga fångsterna höll i sig till mitten av nittiotalet, främst i referensområdet. Sett över hela tidsperioden kan dock ingen trend urskiljas för antal fiskar. Däremot finns en vikande trend i biomassa under augusti månad i recipienten<sup>19</sup>. I jämförelse med 2013 så fångades det 2014 fler fiskar under aprilfisket och färre än under augustifisket.

#### *Äkta tunga (Solea solea)*

Äkta tunga är en art som föredrar varmare vatten. De låga fångsterna under april kan vara en orsak till att ingen trend kan urskiljas för något av områdena (figur 16). Under augusti fanns en högre förekomst av äkta tunga i referensen. Sedan provfisket startade har fångsten av äkta tunga minskat i recipienten under augusti, sett till både antal och biomassa<sup>20</sup> (tabell 4). Fångsten i referensen visade däremot ingen trend över tid. Antal fiskar i fångsten under april var likvärdiga mellan 2013 och 2014. Under augusti 2014 var antalet lägre i recipienten och större i referensen jämfört med 2013.

#### *Strandkrabba (Carcinus maenas)*

Strandkrabba är den enskilt mest dominerande arten i fisket (av fiskarterna var skärsnultra den vanligaste i augusti) sett till hela perioden sedan undersökningarna startade (figur 16, tabell 3 och 4). Arten är vanligare i augusti än i april och med högre fångster registrerade i recipienten än i referensområdet (tabell 5, figur 16). Fångsten av strandkrabba visade på en ökande trend till både antal och biomassa, sedan undersökningarna började, i såväl båda fiskeperioderna som i båda områdena<sup>21</sup> (tabell 3 och 4). Fångsterna var högre sett till antal 2014 än 2013, med undantag för recipienten i augusti, där de var något färre än föregående år.

---

19. Linjär regression: Recipient augusti Wpue  $p < 0,05$ ,  $R^2 = 0,09$

20. Linjär regression: Rec augusti Cpue  $p < 0,01$ ,  $R^2 = 0,19$ , Rec augusti Wpue  $p < 0,01$ ,  $R^2 = 0,18$

21. Linjär regression: Recipient april Wpue  $p < 0,001$ ,  $R^2 = 0,31$

Referens april Wpue  $p < 0,001$ ,  $R^2 = 0,28$

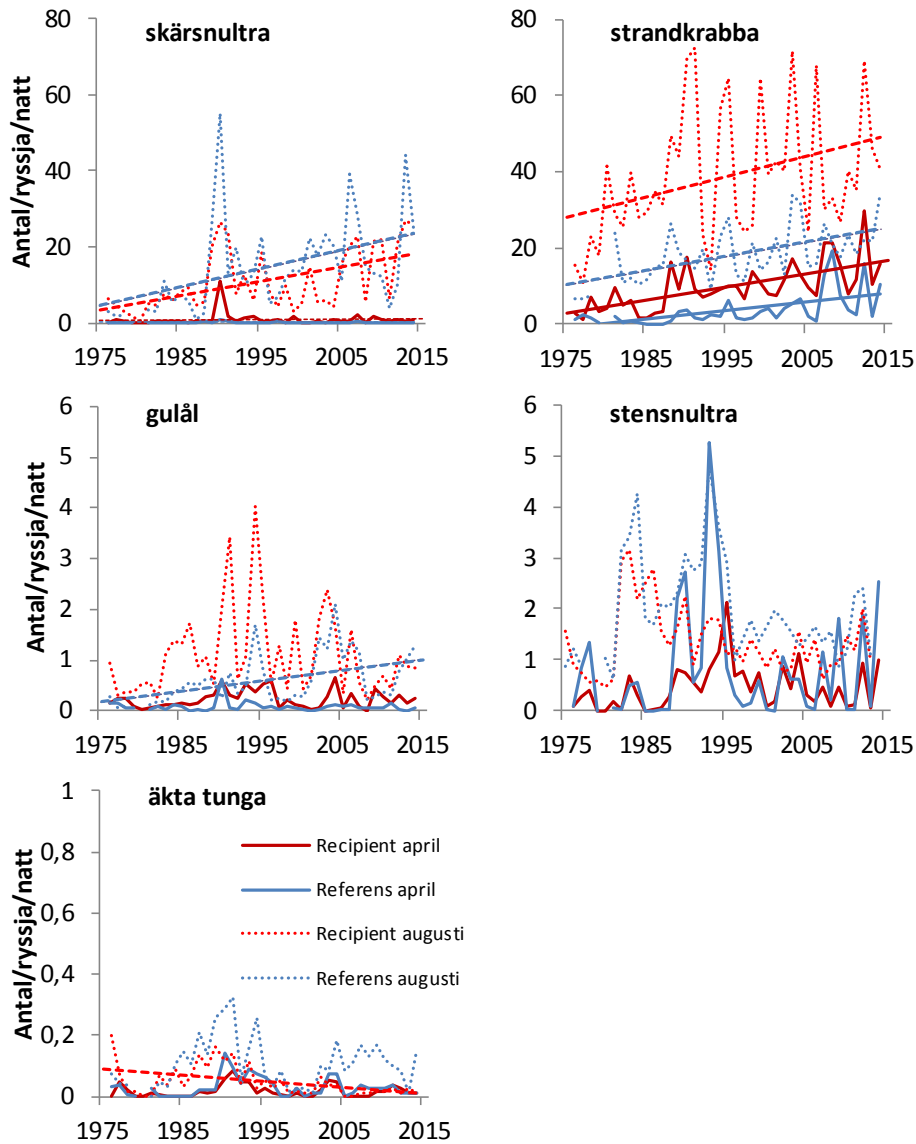
Recipient augusti Wpue  $p < 0,001$ ,  $R^2 = 0,32$

Tabell 5. Resultat av parvisa tester av medelabundans åren 1976-2014 för fem varmvattensarter (rosa tonplatta) och sex kallvattensarter (blå tonplatta). Om variablerna är normalfördelade har skillnad i abundans testats med ett tvåsidigt T-test, men när normalfördelning inte kunnat uppnås har istället ett ickeparametriskt Mann-Whitney U-test använts. Skillnaden i abundans har testats mellan recipient och referens under respektive fiskeperiod (april och augusti). Om signifikant skillnad i abundans förekommer (p-värde <0,05) listas månaden eller området med högre abundans i kolumnen "Högst abundans"

Art	April: Recipient vs Referens			augusti: Recipient vs Referens		
	Normalfördelat	P-värde	Högst abundans	Normalfördelat	P-värde	Högst abundans
Gulål	NEJ	<0,001	Recipient	NEJ	<0,01	Recipient
Skärsnultra	NEJ	<0,001	Recipient	JA	0,13	-
Stensnultra	NEJ	0,92	-	NEJ	<0,01	Referens
Äkta tunga	JA	0,07	-	JA	<0,001	Referens
Strandkrabba	JA	<0,001	Recipient	NEJ	<0,001	Recipient
Oxsimpa	NEJ	<0,001	Recipient	NEJ	0,45	-
Rötsimpa	JA	<0,001	Referens	NEJ	<0,001	Referens
Femtömmad skärlånga	JA	0,15	-	JA	0,515	-
Tånglake	NEJ	<0,001	Referens	NEJ	<0,001	Referens
Skrubbskädda	JA	0,14	-	JA	0,92	-
Torsk	JA	0,11	-	NEJ	<0,001	Referens

---

Referens augusti Wpue p<0,001, R<sup>2</sup>=0,57



Figur 16. Fångst i medelantal per ryssja och natt av arterna gulål, skärsnultra, stensnultra, äkta tunga och strandkrabba för områdena Ringhals (recipient) och Vendelsö (referens) åren 1976-2014. En streckad linje anger linjär trend över tid. Obs, olika skalor på y-axeln

#### Kallvattenarter

Här redovisas arter som trivs bättre i kallare vatten och därför oftast har en högre abundans under fisket i april än i augusti (tabell 3 och tabell 4). Sex av dessa arter (oxsimpa, rötsimpa, femtömmad skärlånga, tånglake, skrubbskädda och torsk) har analyserats mer ingående.

*Oxsimpa (Taurulus bubalis)*

Fångsten av oxsimpa visade på en minskande trend till både antal (tabell 3 och 4) och biomassa<sup>22</sup> i såväl recipient som referens. Abundansen av oxsimpa har varit generellt högre i recipienten än i referensområdet under april, medan ingen skillnad mellan områden kunde påvisas för augusti (tabell 5). Antalet fiskar i fångsten i recipienten under april var högre 2014 än 2013 (figur 17). I övrigt bestod fångsten av mindre eller likvärdigt antal oxsimpor jämfört med 2013.

*Rötsimpa (Myoxocephalus scorpius)*

Fångsterna av rötsimpa har minskat sedan undersökningarna startade (figur 17). Minskningen kan urskiljas både för antal (tabell 3 och 4) och i biomassa<sup>23</sup>, undantaget antal i referensen i april. Arten verkar trivas bäst i referensområdet, då förekomsten varit högre där under såväl april som augusti (tabell 5). Rötsimporna var mera talrika i april och färre i augusti under 2014 i relation till 2013.

*Femtömmad skärlånga (Ciliata mustela)*

Fångsterna av femtömmad skärlånga har fluktuerat mycket på båda lokalerna, med toppar framför allt under nittioalet. Femtömmad skärlånga förekommer i princip endast i aprilfisket. Sedan början 2000-talet har förekomsten i fisket varit relativt låg och stabil. Inga trender kan urskiljas för arten, varken i april- eller augustifiskena (figur 17). Fångsten under augusti 2014 var lägre i recipienten och högre i referensen jämfört med 2013.

*Tånglake (Zoarces viviparus)*

Tånglaken har genomgående varit vanligare i referensområdet än i recipientområdet (tabell 5). Fångsten av tånglake, både avseende antal och biomassa<sup>24</sup>, har minskat sedan undersökningarna inleddes 1976 under såväl april som augusti i båda områdena (figur 17, tabell 3 och 4). Antal fiskar i fångsten under 2014 var dock fler än 2013 i alla fisken utom recipienten i april.

---

22. Linjär regression: Recipient april  $W_{pue}$   $p < 0,05$ ,  $R^2 = 0,16$   
Referens april  $W_{pue}$   $p < 0,05$ ,  $R^2 = 0,13$   
Recipient augusti  $W_{pue}$   $p < 0,001$ ,  $R^2 = 0,49$   
Referens augusti  $W_{pue}$   $p < 0,01$ ,  $R^2 = 0,22$

23. Linjär regression: Recipient april  $W_{pue}$   $p < 0,001$ ,  $R^2 = 0,38$   
Referens april  $W_{pue}$   $p < 0,05$ ,  $R^2 = 0,60$   
Recipient augusti  $W_{pue}$   $p < 0,05$ ,  $R^2 = 0,17$   
Referens augusti  $W_{pue}$   $p < 0,001$ ,  $R^2 = 0,32$

24. Linjär regression: Recipient april  $W_{pue}$   $p < 0,001$ ,  $R^2 = 0,30$   
Referens april  $W_{pue}$   $p < 0,001$ ,  $R^2 = 0,37$   
Recipient augusti  $W_{pue}$   $p < 0,001$ ,  $R^2 = 0,29$   
Referens augusti  $W_{pue}$   $p < 0,001$ ,  $R^2 = 0,31$

*Skrubbskädda (Platichthys flesus)*

Fångsten av skrubbskädda skiljde sig inte mellan områdena (tabell 5). Störst fångster har registrerats från mitten av 1980-talet fram till mitten av 1990-talet (figur 17). I referensområdet har det skett en ökning av antalet fångade skrubbskäddor under april (tabell 3), däremot har ingen ökning av biomassan kunnat påvisas. Vid övriga fisken har ingen trend kunnat urskiljas för något av fiskeområdena, vare sig i antalet fiskar eller biomassa. Under 2014 fångades det fler skrubbskäddor under april och färre under augusti jämfört med föregående år i båda områdena.

*Torsk (Gadus morhua)*

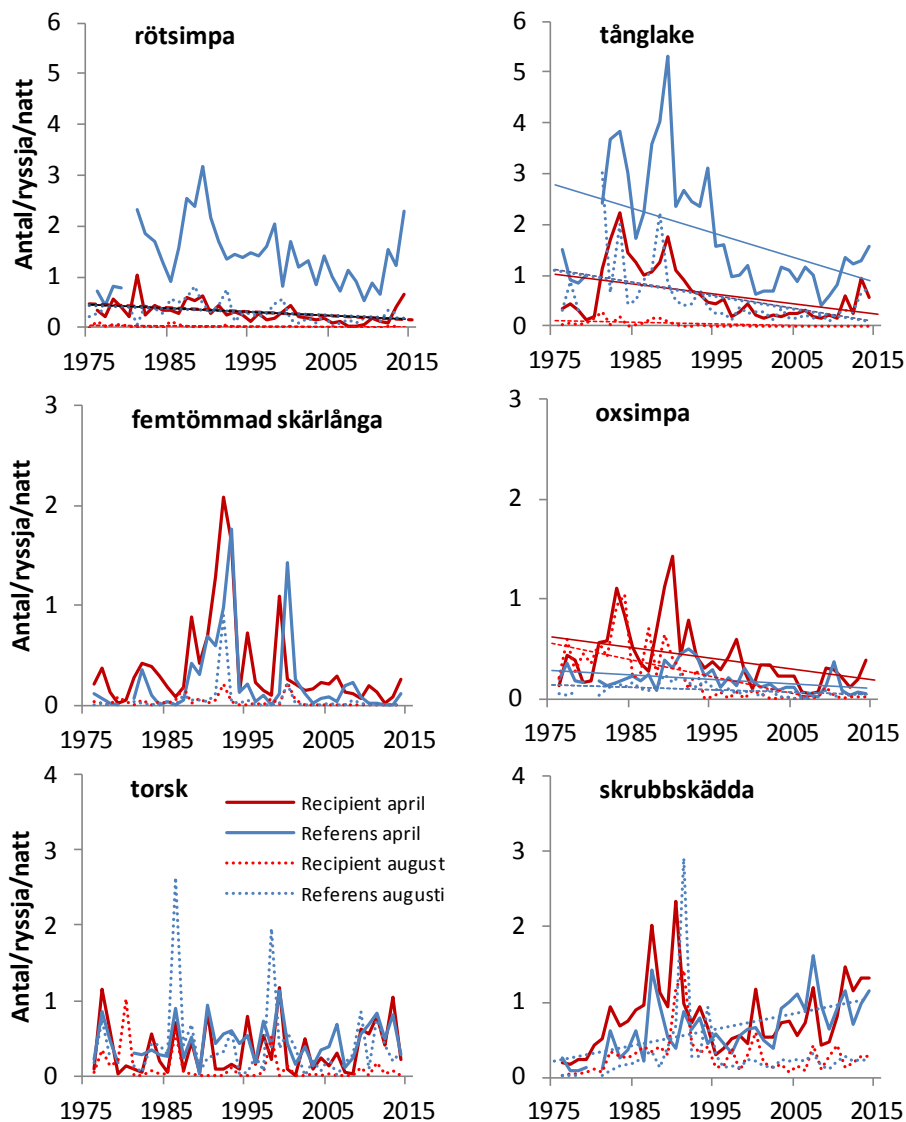
Fångsten av torsk har fluktuerat mycket under åren, både till antal och i biomassa (figur 17). Den enda trenden som kunde påvisas var en minskning i biomassan av torsk i recipienten under augustifisket<sup>25</sup>. Torsk visade på en högre förekomst i referensen i relation till recipienten under augusti (tabell 5). Under 2014 fångades färre torskar vid alla provtagningar undantaget augustifisket i referensområdet jämfört med 2013.



Torsk.. Foto: David Andersson

---

25. Linjär regression: Recipient augusti Wpue  $p < 0,05$ ,  $R^2 = 0,11$



Figur 17. Fångst i medelantal per ryssja och natt av oxsimpa, rötsimpa, femtömmad skärlånga, tånglake, skrubbskädda och torsk i områdena Ringhals (recipient) och Vendelsö (referens) åren 1976-2014. En streckad linje anger linjär trend över tid. Observera att det olika skalor på y-axeln.

#### Nytt område vid Norra Horta.

Norra Horta är ett tidvis påverkat område som ligger tre kilometer söder om Ringhals kylvattenutsläpp. Norra Horta fiskades för första gången under augusti 2011. Medeltemperaturen under fisket 2014 var 7°C i april och 19°C under augustifisket. Medeltemperaturen vid Norra Horta låg mellan recipient och referens under april och marginellt under referensen under augusti.

Under april 2014 dominerades fisksamhället av stensnultra. Till de vanligaste arterna i fångsten utöver stensnultra hörde tånglake, rötsimpa och torsk (tabell 3).



Antalet torskar i fångsten var fler i Horta än i recipient och referens. Tånglake och rötsimpa var vanligare i referensen men inte recipienten jämfört med Horta. Strandkrabbor var något mindre vanliga i Horta än i såväl referens som recipient. Samhället i augusti dominerades i likhet med övriga områden av skärnsultra. Fångsten av skärnsultra var större i Horta än i både recipientområdet och referensområdet sammantaget (tabell 4). Ett flertal arter däribland stensultra, torsk, oxsimpa, äkta tunga, berggylta, och femtömmad skärlånga fångades i större utsträckning i Horta än i recipientområdet vid Ringhals och i referensområdet vid Vendelsö.

#### *Sjukdomskontroll*

Förekomst av yttre synliga sjukdomssymptom noteras regelmässigt vid de utförda provfiskena. Under april noterades en sjuk fisk vid recipienten vid Ringhals, en skrubbskädda med hudtumör.

Under augusti fångades 21 fiskar med sjukdomssymtom, varav tre på Norra Horta och 16 vid Ringhals utsläpp och 2 vid referensområdet (Vendelsö). Vid Norra Horta bokfördes två sjuka skärnsultror, en med ryggradskrökning och en ryggradsförkortning samt en gulål med blomkålssjukan. Vid Vendelsö fanns två skärnsultror med uppsvälld buk troligen skada eller parasit på de inre organen.

Vid Ringhals noterades en gulål med blomkålssjukan och en med ett oläkt hudsår samt 13 skärnsultror med fenröta (orsakas av bakterier) och en med ryggradsförkortning.

#### 4.2.2 Kontroll av förekomst av främmande och invasiva arter

Fem lokaler inventerades med avseende på fastsittande fauna och flora under juni 2014. Lokalerna närmast utsläppet av kylvatten var Ringhals samt norra och södra Båtafjorden. En lokal lades vid Norra Horta som har sporadisk kontakt med kylvattenutsläppet då vindar och strömmar för vattnet söder ut. Längst ifrån utsläppet ligger Vendelsö, norr om Ringhals udde. Lokal där saknar direkt påverkan ifrån kylvattnet.

Inga nya förekomster av främmande arter hittades under årets undersökning. Sammanlagt registrerades ca 60 taxa av alger, två habitatsbildande arter av fauna (blåmusslor och jätteostron) samt en högre växt och en svampart. Bland algerna påvisades två främmande arter, rödsvansing (*Dasya baillouviana*) och sargasosnärja (*Sargassum muticum*). Den enda främmande art från djurriket som noterades var japanskt jätteostron (*Crassostrea gigas*). Samtliga tre arter är kända och etablerade på svenska västkusten sedan många år (tabell 6).

Fyra extra linjetaxeringar med fokus på främmande arter utfördes parallellt med huvudtransekten, vilket innebär att fem transekter inventerades på varje lokal. Totalt påträffades tre främmande arter vid dessa linjetaxeringar (tabell 7. Vid

Ringhals utsläpp fanns sargassosnärlja och japanskt jätteostron på samtliga fem profiler. Japanskt jätteostron ökade tydligt från förekomst i en transekt 2013 till samtliga fem transekter vid Ringhals 2014, de flesta jätteostron som observerades var små vilket tyder på relativt unga nysettlade individer (tabell 7). Rödsvansing noterades enbart i enstaka exemplar i två transekter. Vid dykplatserna i norra Båtafjorden påvisades sargassosnärlja i samtliga fem transekter och på södra Båtafjorden noterades förekomst på fyra transekter. Varken japanskt jätteostron eller rödsvansing fanns med på någon av Båtafjordens två lokaler, där det förekommit sporadiskt under tidigare år. Vid Norra Horta och Vendelsö påträffades inga främmande arter (tabell 7).

Det första fyndet av den invasiva arten blåskrabba (*Hemigrapsus sanguineus*) gjordes sommaren 2012 av ett krabbmetande barn på Hönö utanför Göteborg. Nu har en ny vuxen hane fångats. I samband med provtagning av blåmusslor för omgivningskontrollen vid Ringhals AB hittades ytterligare en blåskrabba vid Ustö i september 2014. Krabban var ca 4 centimeter över ryggskölden och hade den karakteristiska hudblåsan i vecket mellan det rörliga och fasta fingret på kloleden som hanen uppvisar. Detta fynd gjordes vid sidan om den ordinarie övervakningen av invasiva arter inom kontrollprogrammet.



Blåskrabba. Foto: Anders Wernbo

Tabell 6. Totala antalet arter som identifierades vid taxeringen av huvudprofilen på varje lokal. Förekomsten är uppdelad efter (1) enstaka, (2) vanlig, (3) dominerande. Arterna understrukna i fetstil är invasiva främmande arter

2014 juni		Ringhals utsläpp	Båtafjorden Norra	Båtafjorden Södra	Norra Horta	Vendelsö	Enstaka Vanlig talrik	1 2 3
	Områden							
	Art/Släkten							
Grönalger	Bryopsis hypnoides				2	1		
	Chaetomorpha melagonium			1	1	1		
	Cladophora rupestris				1	1		
	Cladophora spp.	3	1	1	2	2		
	Spongomorpha aeruginosa				1			
	Ulva prolifera	1						
	Ulva spp.		3	3				
Brunalger	Chorda filum	1	1	1	1	2		
	Chordaria flagelliformis			2	1	1		
	Desmarestia viridis				1			
	Dictyosiphon foeniculaceus					1		
	Ectocarpus fasciculatus				1			
	Ectocarpus/Pylaiella*	3	2	3	3	2		
	Elachista fucicola	1	1	2	1	2		
	Eudesme virescens			1				
	Fucus serratus	1	3	3	2	3		
	Fucus vesiculosus	1	2	3	3	2		
	Halidrys siliquosa	1	1		1	2		
	Laminaria digitata				1			
	Leathesia marina		1		1	1		
	Saccharina latissima	1			1			
	<b>Sargassum muticum</b>	3	2	2				
	Sphacelaria cirrosa	1	1	3	2	2		
Stictyosiphon soriferus		1						
Spongonema tomentosum					1			
Rödalger	Acrochaetiaceae		1		1			
	Aglaothamnion hookeri	1						
	Ahnfeltia plicata	1	1		2	3		
	Antithamnion cruciatum	1	1					
	Brongniartella byssoides	2	1		3	2		
	Callithamnion corymbosum	1	1		1	1		
	Ceramium sp.		2					
	Ceramium tenuicorne	2	1		2			
	Ceramium virgatum	2	2		2	1		
	Chondrus crispus	3	2	2	2	2		
	Coccotylus/Phyllophora*	3	3	3	3	3		
	Corallina officinalis					1		
	Cystoclonium purpureum	2	2		3	2		
	<b>Dasya baillouviana</b>	2						
	Delesseria sanguinea		1		2	2		
	Dumontia contorta		1	1				
	Erythrotrichia carnea		1	1				
	Furcellaria lumbricalis	2	3	3	2	3		
	Lithothamnium/Phymatolithon*	3	2	2	3	2		
	Membranoptera alata				1	1		
	Palmaria palmata				1			
	Phycodrys rubens	2			2	1		
	Plumaria plumosa				1			
	Polyides rotundus	2	1	2	1	2		
	Polysiphonia elongata	2	2	1	1	2		
	Polysiphonia fibrillosa	3	2	2	2	3		
	Polysiphonia fucoides	2	3	3	3	2		
	Polysiphonia hemisphaerica	1						
	Polysiphonia spp.	3	3	3	3	3		
	Polysiphonia stricta	2	1		2	2		
Rhodomela confervoides				1	1			
Spermothamion repens	2	1		2	2			
Växt	Zostera marina			1				
	Halichondria panicea				1	1		
Fauna	<b>Crassostrea gigas</b>	2						
	Mytilus edulis	2	2	1	1	1		
	*svår att särskilja							

Tabell 6. Förekomst av främmande arter vid linjetaxering av transekter. Transekt "C" i tabellen motsvarar huvudtransekten. Täckningsgraden är given efter en tregradig skala; 1 enstaka, 2 vanlig, 3 dominerande

2011-2014		Brunalg				Rödalg				Fauna			
Art		Sargassosnärlja				Rödsvansing				Japanskt jätteostron			
Område	transekt	2011 sep	2012 jun	2013 jun	2014 jun	2011 sep	2012 jun	2013 jun	2014 jun	2011 sep	2012 jun	2013 jun	2014 jun
Ringhals	A	2	2	3	3	2	2	1	1				1
	B	2	2	3	3	2	2	1		1			1
	C	2	2	3	3	1	2	2	2	1		1	1
	D	2	2	3	3	1	2	1		1			1
	E	2	2	3	3	2	2	1		2			1
Båtafjorden norra	A		2	2	1	2				1			
	B		2	2	2	2		1					
	C		2	2	2	1	2	1		1			
	D		2	2	2	2	1						
	E		2	2	2	2	1					1	
Båtafjorden södra	A		2	1	1	2				1	1		
	B		2	2	2	2					1		
	C	1	2	2	2	1						1	
	D		2	2	2	2							
	E		2	2		2					1		
Norra Horta	A					1							
	B												
	C					1							
	D												
	E												
Vendelsö	A					2							
	B												
	C			1		1							
	D												
	E												
C = huvudtransekt													

## 5 Diskussion

### 5.1 Kylvattenintaget

Undersökningarna i kylvattenintaget syftar till att göra en uppskattning av hur stor mängd av de respektive arterna som går förlorade i vid passagen genom kraftverket. Mera ingående analyser av dessa förluster presenteras i återkommande så kallade femårsrapporter. Både för ägg, larver och yngel är effekten på beståndet beroende av arternas levnadsmönster. Hos de stationära arterna, som rötsimpa, kan man teoretiskt förvänta sig lokala effekter redan vid relativt små förluster. För vandringsfisk som sill har förlusterna rimligen inte samma lokala påverkan, då berörda bestånd finns i hela Kattegatt och även utanför Kattegatt. Om förlusterna skulle vara mycket stora kan det tänkas att beståndet riskerar att påverkas negativt. Bergström m. fl. (2009) redovisar en beräkning av tänkbara skador och kommer till slutsatsen att påverkan på kommersiella arter sannolikt är begränsad, men inte obefintlig för exempelvis ål och sill. Likaså kan utslagningen i kylvattenvägarna möjligen ha bidragit till den negativa utvecklingen för vinterlekande kustarter som rötsimpa och tejstefisk.

Provtagningen i kylvattenintaget registrerar förekomsten av unga livsstadier av fisk i vattenmassan i centrala Kattegatts kustvatten. Det innebär att vi med dessa undersökningar har en unik storskalig övervakning av fiskfaunan i Kattegatt. Ett stort antal fiskarter förekommer i intagsvattnet och provtagningen kan ge en tidig indikation på förekomst av nya och främmande fiskarter vid västkusten. Under provtagningen 2011 fångades tre arter som inte fångats tidigare, dessa var långa, tångsnärta samt en gobid av hittills obestämd art. Under tidigare år har sydligare arter påträffats i intagsvattnet som fenknot, tjockläppad mulle, havsabborre och prästfisk.

Pelagiska ägg och larver kan ha transporterats långväga innan de når kylvattenintagen till kraftverket. Den skada som kan uppkomma genom utslagningen kan alltså påverka fiskpopulationer med mycket stora utbredningsområden. Den tids-

mässiga fördelningen av förekomsten av ägg och larver sammanfaller dock med kända lekperioder för torsk och plattfiskar i Kattegatt, vilket tyder på att övervakningen i Ringhals främst speglar en möjlig påverkan på rekryteringen i detta område. Mera välutvecklade yngel, som glasål och yngel av höstlekannde sill, representerar bestånd med ett mycket stort utbredningsområde, där effekten på beståndsnivå troligen är liten. Den stabila utvecklingen hos fångsten av gulål i provfisket med ryssjor talar dessutom emot en negativ effekt på gulålbeståndet i närområdet. Den starkt negativa utvecklingen av glasålsförekomsten i kylvattenintaget understryker dock det allvarliga läget för ålrekryteringen i stort till Europa (ICES 2013).

Utslagning av de relativt stora och välutvecklade larverna av arter som leker vintertid vid kusten i närområdet har troligen störst sannolikhet att leda till effekter på beståndsnivå. Rötsimpa är en av de arter som förekommer i provtagningen av både larver och vuxen fisk. Utvecklingen var negativ över en längre tid i båda fallen i recipienten och en effekt kan alltså inte uteslutas. Tillbakagången för kallvattenarter som rötsimpa och tånglake kan dock sannolikt även kopplas till en generell uppvärmning av havsvattnet under senare decennier och en motsvarande utveckling hos tånglake kan ses i det nationella referensområdet i Fjällbacka (SLU 2014). Ett trendbrott för rekryteringen av rötsimpa vid Ringhals tycks dock ha inträffat vintrarna 2012 och 2013 och har även skett i Fjällbacka efter 2011.

Hur mycket ägg och larver som följer med intaget påverkas till stor del av hydrografiska faktorer, som språngskiktets djup och havsströmmarnas riktning. Fiskägg flyter inte vid låga salthalter och koncentreras därför ofta i salthaltssprångskiktet (haloklinen) i Kattegatt, vilket innebär att variationer i halokolinens läge medverkar till stora variationer hos observerade tätheter på en kort tidsskala och även bidrar till mellanårsvariationer. Även vindriktning och vindstyrka tros påverka de observerade tätheterna.

Provtagningen vid intagskanalerna sker enbart senvinter och vår. Att det provtas just den tiden av året beror dels på att stora mängder maneter och fintrådiga alger försvårar provtagningen under sommar och höst, men även att viktiga kommersiella fiskarter leker under denna tid eller simmar i den fria vattenmassan som yngel. Den begränsade provtagningsperioden kan dock innebära att påverkan på vissa arter kan underskattas.

## 5.2 Kontroll av utsläppstub från silstation

Det är svårt att uppskatta hur mycket av fisken som klarar att pumpas ut från rensanläggningarna vid kraftverket. Död fisk eller skadad fisk som går med ut till havs äts upp av måsfåglar, skarvar eller krabbor och det har hittills inte observerats några ansamlingar av döda fiskar i anslutning till utsläppspunkten på havsbotten. Det som syns runt mynningen är stora mängder musselskal efter blåmusslor som

följt med från renshuset. Påväxt av fintrådiga alger på makroalgerna, stenar samt på själva tuben skulle kunna bero på förhöjda närsalthalter i närområdet till följd av utsläpp av organiskt material. I övrigt görs bedömningen att påverkan på bottenarna i anslutning till utsläppstuben är relativt små.

### 5.3 Fisksamhällets utveckling

Den mest tydliga förändring som observerats i det kylvattenpåverkade området är att fisksamhället under april har förändrats mot en lägre diversitet. Denna utveckling ses inte i referensområdet, vilket tyder på en förändring till följd av kylvattenpåverkan. En annan samhällsindikator som förändrats i recipienten är den trofiska medelnivån. Denna har minskat under augusti månad såväl i recipient som i referensområdet. Detta betyder att andelen rovfisk minskat till förmån för arter som äter plankton eller växter. Trots den observerade förändringen hos två av samhällsindikatorerna ses ingen förändring i hur många arter som förekommer i det påverkade området. Utvecklingen mot en lägre diversitet kan förklaras av en ökande dominans av enskilda arter. Strandkrabbans ökning, tillsammans med en kraftig tillbakagång för kallvattenarter som rötsimpa och tånglake, ligger sannolikt bakom den observerade utvecklingen på våren i recipienten. En positiv utveckling av fångsten av skärsnultra förklarar sannolikt den allt lägre trofiska nivån under sommaren, tillsammans med en tillbakagången för kallvattengynnade arter.

Fångsten i april har minskat med avseende på biomassa men inte till antalet i båda områdena under april. Detta innebär att de fiskar som fångas har en lägre medelvikt än tidigare. Andelen småvuxna arter och individer har alltså fått ett större genomslag i takt med att tidigare dominerande kallvattenarter som rötsimpa och tånglake har gått tillbaka. Tydliga skillnader i förekomst mellan påverkansområde och referens är sannolikt tecken på en negativ påverkan på dessa arter av kylvattenutsläppet. Temperaturen har ökat i recipienten men inte i referensen under april under den undersökta tidsperioden. Denna påverkan tenderar att öka med tiden, vilket sannolikt kan kopplas till både ökande värmeförsel från kraftverket och en ökande bakgrundstemperatur under de senaste decennierna (Bergström m. fl. 2009, SLU 2014). Det är rimligt att tänka sig att den generella uppvärmningen av havsvattnet kan ha bidragit till en förändring även i områden som inte påverkas av uppvärmt kylvatten. Någon motsvarande utveckling ses inte hos arter som klassificeras som varmvattengynnade, exempelvis gulål, skärsnultra och strandkrabba, som är de tre arter som dominerar i det mest kylvattenpåverkade området under högsommaren.

De förhållandevis stabila fångsterna av gulål i området avspeglar inte den viktiga förekomsten av ålyngel i Ringhals och den negativa utveckling hos rekryteringen hos ål som observerats i Sverige och Europa (ICES 2013). Detta talar emot

att kylvattenanvändningen haft en negativ påverkan på ålbeståndets utveckling i närområdet, vare sig genom dödlighet i kylvattenvägarna eller genom direkt påverkan av uppvärmt kylvatten i recipienten. Ett allt mindre fisketryck under senare år och ökande bakgrundstemperaturer under 1990- och 2000-talen har sannolikt bidragit till utvecklingen hos fångsten av gulål.

Alla vanliga kallvattenarter har i medeltal förekommit i högre tätheter i april än i augusti. Samtliga kallvattenarter, undantaget skrubbskädda, har antingen minskat eller haft en neutral utveckling sedan provtagningarna började, såväl i recipient som i referensområde, vilket talar för en effekt av generellt stigande bakgrundstemperaturer. Skrubbskädda är den enda kallvattengynnade arten som visar på en signifikant ökning, vilket har skett i referensområdet under april. Skrubbskädda och torsk har en annorlunda reproduktionsstrategi än tidigare nämnda kallvattenarter, med pelagiska ägg och larver som svävar i den fria vattenmassan under flera veckor och således kan transporteras långa sträckor med strömmarna. De räknas här till kallvattenarterna, men ungfiskar av i synnerhet skrubbskäddan uppträder på grunt vatten även under sommaren och skyr inte höga temperaturer som äldre fiskar, vilket kan ha bidragit till det avvikande mönstret för arten i referensområdet. Förekomsten av oxsimpa, rötsimpa och tånglake har minskat kraftigt i både recipient och referensområde, i synnerhet sedan slutet av 1980-talet. Påverkan av kylvatten i recipienten och en naturligt stigande bakgrundstemperatur har redan framförts som tänkbara orsaker till denna utveckling. Dessa tre arter leker dock eller föder sina ungar under vintern och alla tre arterna förekommer i den provtagning som görs i kylvattenintaget. Dessa arter har också en reproduktionsstrategi som innebär att en större energi investeras i varje enskilt yngel än hos exempelvis plattfiskar och torsk. Man kan alltså inte utesluta en påverkan på de lokala bestånden genom utslagning av unga livsstadier i kylvattenvägarna. Mönstret tycks dock ha brutits för rötsimpan, genom en till synes mycket framgångsrik reproduktion vintern 2012. Det är möjligt att de senaste årens kalla vintrar har bidragit till denna utveckling.

#### 5.4 Kontroll av förekomst av främmande och invasiva arter

Inga nya arter för västkusten hittades i dykkarteringen, men däremot tre främmande arter som redan är etablerade på kusten. Sargassosnärla hittades första gången vid Bua 1992-93 och utvecklade vid Ringhals ett av landets kraftigaste bestånd 1996 (Karlson 1997). Rödsvansing upptäcktes 1952 i Sverige och är nu spridd från norska gränsen till mellersta Halland (Gustavsson 1999). Japanskt jätteostron är en art som först upptäcktes sommaren 2007 på västkusten och som nu finns etablerad från Strömstad ner till Halland ([www.frammandearter.se](http://www.frammandearter.se)).



De två ”förväxlingsarterna” japantofs/ kandelaberddun (*Bonnemaisonia hamifera/Spermatothamnion repens*) som tidigare bokfördes under ett tvåartskomplex under de två första åren bestämdes till att vara enbart kandelaberddun (*Spermatothamnion repens*). Eftersom japantofs inte kunde verifieras i några prov från i år eller tidigare har klassningen ändrats till att enbart gälla den inhemska arten kandelaberddun. Japantofs räknas som en främmande art på västkusten, trots att den är etablerad sedan lång tid tillbaka (Axelius & Karlsson 2004).

Båtafjorden är den grunda område alldeles sydost om Ringhals där både Bua hamn och Vidbergs hamn ligger. Området har Länsstyrelsen speciellt pekat ut som en plats där främmande arter potentiellt skulle kunna samlas och etableras. Resultaten bekräftar detta antagande, då samtliga tre främmande arter registrerades där 2013. Under 2014 fann vi dock bara en av dessa, brunalgen sargassosnärja, som bildade kraftiga och mer utbredda bestånd.

Dykinventeringarna under 2011 - 2014 har bekräftat att främmande arter som redan etablerat sig på olika platser längs hela västkusten även förekommer vid Ringhals, då i första hand sargassosnärja och rödtofsing, men även japanskt jätteostron som ser ut att komma tillbaka efter några års tillbakagång. En gynnsam livsmiljö tycks finnas i det varmare vattnet i anslutning till kylvattenutsläppen från Ringhals och i den närliggande mer skyddade miljön inne i Båtafjorden. Några tecken på en omfattande spridning därifrån till omgivande lokaler kan däremot inte bekräftas.

Observationen i närområdet av den för Sverige nya arten blåskrabba (*Hemigrapsus sanguineus*) utanför det ordinarie övervakningsprogrammet manar till fortsatt uppmärksamhet i kommande års undersökningar.

## Erkännanden

Anneli Lindgren har varit till stor hjälp med artbestämning, granskning och nomenklatur av alger.

## Referenslista

- Andersson, J. (1985). Fiskägg och fisklarver i kylvattenintaget för Ringhalsverket. Naturvårdsverket rapport 3071.
- Andersson, J. (1980). Fiskägg och fiskyngel i kylvattenintaget vid Ringhalsverket 1979-1980. Naturvårdsverket meddelande. Statens Naturvårdsverk PM 1346.
- Andersson, J. (2009). Biologiskt kontrollprogram för Ringhals kärnkraftverk. Kustlaboratoriet. Fiskeriverket. 20 s.
- Andersson, J., Cardinale, M., Fagerholm, B., Hjelm, J. & Pettersson, E. (2011). Fiskförluster i kylvattenintagen vid Ringhalsverket. Kompletterande undersökningar 2006 – 2010. Fiskeriverket 15 s.
- Axelius, B. & Karlsson, J. (2004). Japanplym, ny rödalg för Sverige. Svensk Botanisk Tidskrift 98:5.
- Bergström, L., Jansson M., Sundqvist, F. & Andersson, J. (2009). Biologiska undersökningar vid Ringhals kärnkraftverk 1979-2007. Fiskeriverket, FINFO 2009:2. 33 s.
- Ec. Europa. eu hemsida <http://ec.europa.eu/environment/nature/invasivealien/>
- Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2014. FishBase. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (11/2014).
- Främmande arter. <http://www.frammandearter.se>. World Wide Web electronic publication.
- Grimås, U., Jacobsson, A., & Neuman. E. (1988). Biologiska och radioekologiska undersökningar vid Ringhals kärnkraftverk 1968-1987. Naturvårdsverket rapport 3463.
- Gustavsson, B. (1999). Undersökning och jämförelse av hårbottensamhällen mellan tre olika vattentemperaturzoner utanför Ringhals kylvattenutsläpp. Göteborgs Universitet, Inst.f.marin ekologi.
- ICES (2013). Report of the 2012 Session of the Joint EIFAAC/ICES Working Group on Eels. ICES Advisory Committee. ICES CM 2012/ACOM:18.
- Karlson, J. (1997). Utbredningen av Sargassosnärlja – *Sargassum muticum* – vid svenska västkusten 1996. Slutrapport till Världsnaturfonden, WWF, 10 s.
- Kautsky, H. (1999). Miljöövervakning av de vegetationsklädda bottnarna kring Sveriges kuster. Mimeogr.version 20040513. Institutionen för Systemekologi, Stockholms Universitet. 33 s.
- Liungman O, Karlsson A & Lindahl, S. (2002). Simuleringar av kylvattenplymer från Ringhals kraftverk. SMHI rapport nr 43, 2002, SMHI Norrköping.
- Naturvårdsverket. (2004). Handledning för miljöövervakning. Undersökningstyp, vegetationsklädda bottnar, ostkust, Version 1. 2004-04-27.
- Olsson, I. (1993). Miljö och fisk i Skagerack, Kattegatt, Öresund och Bälten. Nord 1993:21.
- SLU (2014). Faktablad – övervakning av fisk vid kusten. <http://www.slu.se/sv/institutioner/akvatiska-resurser/miljoanalys/datainsamling/provfiske-vid-kusten/provfiske-faktablad/>

- Thoresson, G. (1996). Metoder för övervakning av kustfiskebestånd. Kustrapport 1996:3.
- Thörnqvist, S., E. Neuman, A. Jacobsson & Sandström, O. (1998). Biologiska undersökningar vid Ringhals kraftverk 1988-1996. Fiskeriverket Rapport (1998) 1:57-76.
- Thörnqvist, S. (2000). Biologisk recipientkontroll vid Ringhals kärnkraftverk. Årsrapport för 2000. Kustlaboratoriet. Fiskeriverket.
- Västerbygdens vattendomstol (1969). Dom A 10/1969.



*Lilleland vid Nidingen. Foto: Björn Fagerholm*

