



# Aqua reports 2014:5

## **Biologisk recipientkontroll vid Forsmarks kärnkraftverk**

Årsrapport för 2013

Anders Adill, Yvette Heimbrand, Alf Sevastik



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för akvatiska resurser

## Biologisk recipientkontroll vid Forsmarks kärnkraftverk Årsrapport för 2013

Anders Adill, Yvette Heimbrand, Alf Sevastik

### Adress

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

Mars 2014

SLU, Institutionen för akvatiska resurser

Aqua reports 2014:5

ISBN: 978-91-576-9215-3 (elektronisk version)

Ansvarig utgivare:

Magnus Appelberg

Vid citering uppge:

Adill, A., Heimbrand, Y., Sevastik, S. (2014). Biologisk recipientkontroll vid Forsmarks kärnkraftverk - Årsrapport för 2013.

Aqua reports 2014:5. Sveriges lantbruksuniversitet, Öregrund. 42 s.

Rapporten kan laddas ned från

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

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

E-post

[Anders.adill@slu.se](mailto:Anders.adill@slu.se)

Rapportens innehåll har granskats av:

Andreas Bryhn, SLU, Institutionen för akvatiska resurser, Kustlaboratoriet

Sara Bergek, SLU, Institutionen för akvatiska resurser, Sötvattenslaboratoriet

Finansiär:

Forsmarks Kraftgrupp AB

Omslagsfoton

Framsida: Fredrik Landfors

Baksida: Yvette Heimbrand

Övriga foton

Sidan 29: Yvette Heimbrand

## Sammanfattning

I rapporten redovisas resultaten av undersökningarna inom recipientkontrollprogrammet i Forsmark under 2013. Den planerade effekthöjningen av kraftverket påbörjades under 2013 för Forsmark 2 och ledde till ökad genomströmning av kylvatten. Förlusterna i silstationen dominerades under våren av storspigg (*Gasterosteus acellatus*). Mest förekommande art under höstprovtagningen var strömming (*Clupea harengus*), främst årsyngel, som indikerar rekryteringsframgång för strömming i Forsmarksområdet. Mängden ål (*Anguilla anguilla*) i proverna under hösten var lägre än på många år, men likt tidigare bestod förlusterna huvudsakligen av blankålar. Vid provfiskena i Biotestsjön fångades stora mängder abborre (*Perca fluviatilis*) och mört (*Rutilus rutilus*) under våren, vilket visar på en betydande anlockning till anläggningen under lekperioden. I yngelundersökningarna på hösten fångades dock små mängder årsyngel av abborre och mört. Den minskade förekomsten av ål i Biotestsjön, sedan gallren avlägsnades 2004, fortsatte även under 2013. Trots att mängden ål minskar i anläggningen kan man se att små ålar anlockas in till Biotestsjöns varma vatten.

Den positiva trenden i fångsterna av abborre i Biotestsjön under hösten fortsatte under 2013. Andelen unga fiskar, från årsyngel upp till tre års ålder, var stor. Tillväxten hos abborrynglen under året var extremt snabb och individer upp till 18 cm fångades. Under höstens provfiske fångades stora mängder årsyngel av gädda (*Esox lucius*). Även dessa hade vuxit mycket snabbt, med totallängder upp mot 40 cm.

Årets resultat av bottenfaunaundersökningarna vid den medeldjupa stationen nära ön Länsman, som tidvis berörs av kylvattenplymen, visade att bottenfaunasamhället hade återhämtat sig från låga värden 2011 och 2012. Under 2013 var abundanser och biomassor för bottenfaunan tillbaka på mer normala nivåer. Anledningen till tidigare års kollaps i bottenfaunasamhället tillskrivs mekaniska skador på bottenarna vid provtagningsstationen, orsakade av kabeldragningsarbete i samband med förläggningen av sjökabeln Fenno-Skan 2.

Fågelstudierna i Forsmarksområdet visade att Biotestsjön är det enskilt viktigaste området för sjöfågel i närområdet. Vid fågelundersökningarna observerades att mellanskarven (*Phalacrocorax carbo sinensis*) genomförde häckning inne i Biotestsjön för första gången sedan anläggningen färdigställdes på 1970-talet. Häckningen blev misslyckad och inga ungar överlevde, mycket beroende på frekventa störningar från havsörnar i

området. Under 2013 fortsatte den positiva utvecklingen för knipa (*Bucephala clangula*) i Biotestsjön och detta kan vara en följd av att det finns födounderlag i anläggningen för knipa. Möjligen har den nyupptäckta och invasiva musslan *Mytilopsis leucophaeata* etablerat sig i en så stor omfattning i Biotestsjön att den numera utgör en viktig födogrund för knipan i området.

## Summary

This report describes surveys conducted within the biological surveillance program of the Forsmark nuclear power plant in 2013. The planned power uprate at the power plant started in 2013 in Forsmark 2 and led to an increased use of cooling water. Impingement losses of fish at the cooling water intake in spring time were dominated by three-spined stickleback (*Gasterosteus acelatus*). In autumn the most common species were herring (*Clupea harengus*) and most of the sample was composed by larvae, which could indicate success of recruitment for the species in the Forsmark area. The loss of eels (*Anguilla Anguilla*) was low compared to last year's sampling and consisted like previous periods of silver eels.

The results of the gill net surveys in the Biotest basin during spring time showed high catches of perch (*Perca fluviatilis*) and roach (*Rutilus rutilus*) which indicates the importance of the area as a place for warm water species to spawn. However, the catches of juvenile perch and roach were low in the Biotest basin in the autumn. Fyke net surveys in 2013 confirmed a negative trend in eel catches in the Biotest basin since 2004, when the grids in the outlet were removed. Length distribution of eels indicated migration of young eels into the warmer water.

A positive trend in catches of perch in the Biotest basin during autumn continued during 2013. The amount of young fish, from young-of-the-year to three years old, dominated the catches. Growth rate studies showed extremely high growth rate and some of the 0+ fry measured up to 18 cm. Young-of-the-year pikes (*Esox lucius*) were abundant, also showing high growth rates.

Benthic macrofauna biomass and abundance at the Länsman station, temporarily affected by cooling water, showed a recovery from low numbers in the two preceding years. Digging activities and cable-laying in the area possibly contributed to the low levels in 2011 and 2012. In 2013, the macro fauna had recovered to normal numbers and biomass.

The bird surveys in the Forsmark archipelago showed that the Biotest basin is the most important area for the species in the area covered by this study. During 2013 the Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) for the first time established a breeding colony in Biotest basin. Due to frequent disturbance activities from the white-tailed eagles in the area the breeding failed. A positive trend of Common Goldeneye (*Bucephala clangula*) in the Biotest basin continued during 2013. It is possible that the alien species Conrad's false mussel (*Mytilopsis leucophaeata*), recently established in the

*Aqua reports 2014:5*

Biotest basin, currently serves as important food for the Common Golden eye.

# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>1</b>
1.1	Rapportens innehåll och syfte	1
1.2	Bakgrund	1
<b>2</b>	<b>Kraftverkets drift</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Kontrollprogrammets genomförande 2013</b>	<b>6</b>
3.1	Fiskundersökningar	6
3.1.1	Silstationer	6
3.1.2	Biotestsjön	7
3.1.3	Öregrundsgrepen och Finbofjärden	8
3.2	Bottenfauna	10
3.3	Fågelinventeringar	11
3.4	Temperaturövervakning	11
<b>4</b>	<b>Resultat</b>	<b>12</b>
4.1	Fiskundersökningar	12
4.1.1	Silstationer	12
4.1.2	Biotestsjön	15
4.1.3	Öregrundsgrepen och Finbofjärden	23
4.2	Bottenfauna	28
4.3	Fågelinventeringar	32
4.4	Temperaturövervakning	35
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>37</b>
	<b>Referenser</b>	<b>41</b>





# 1 Inledning

## 1.1 Rapportens innehåll och syfte

Denna rapport redovisar resultat från den biologiska kontrollverksamheten i vattenrecipienten utanför Forsmarks kraftstation 2013 och sammanfattar långsiktiga och pågående trender i samhällena av fisk, mjukbottenfauna och sjöfågel. Undersökningarna i området har pågått sedan 1969 och har under årens lopp främst fokuserat på dödlighet av fisk vid kylvattenintaget och effekter på fisk, bottenfauna och fågel i närrecipienten (Biotestsjön) och fjärrecipienten (Öregrundsgrepen). Resultaten av undersökningarna jämförs med referensområdet vid Finbofjärden i nordvästra Åland och presenteras i årliga rapporter (Adill m.fl. 2012). Fördjupade utvärderingar görs vart femte år (Sandström 1985, Sandström 1990, Sandström m.fl. 2002, Karås m.fl. 2009, Adill m.fl. 2013) och kan leda till förändringar i baskontrollen.

## 1.2 Bakgrund

Forsmarks kärnkraftverk drivs av Forsmarks Kraftgrupp AB (FKA) och är beläget vid kusten i nordöstra Uppland (figur 1.2). Energiproduktionen startade när den första reaktorn togs i drift 1980. Verksamheten utökades därefter 1981 med ett andra aggregat och slutligen 1985 med ett tredje. Produktionen av elektrisk energi har de senaste åren uppgått till 20-25 TWh per år för samtliga tre reaktorer. För kylning av processen i kondensatorerna kräver driften av kraftverkets tre reaktorer över 140 kubikmeter brackvatten per sekund. Kylvattnet tas in till kraftverket från Öregrundsgrepen via en kanal från Asphällafjärden (figur 1.2). Brackvattnet innehåller levande organismer i form av bland annat djurplankton och fisk. De största organismerna, fisken, avskiljs med stora bandsilar (maskvidd 2,5 mm) vid

intaget till kraftverket och går förlorade. Mindre organismer, till exempel djurplankton, fiskägg och fisklarver kan passera genom silarna.



*Figur 1.2.* Översikt av undersökningsområdet i södra Bottenhavet och lägena för intagskanalen till kraftverket via Asphällafjärden, Biotestsjön, närrecipienten i Forsmarks skärgård samt lokaliseringen av referensområdet Finbo.

När kylvattnet når kondensorererna i kraftverket sker en cirka tiogradig temperaturhöjning av vattnet. Djurplankton som följer med kylvattnet i processen utsätts för stora tryck- och temperaturförändringar, som inte är direkt livshotande.

Dock kan mekaniska skador uppstå som senare leder till att de dör (Sandström 1990). Fiskägg och fisklarver är känsligare för tryckförändringar och dödligheten är sannolikt stor om de sugts in i kylvattenintaget. Fiskarter med pelagiska ägg och larver förekommer dock främst i Västerhavet och omfattningen av förlusterna i Forsmark är troligtvis på låga nivåer (Ehlin m.fl. 2009).

Det uppvärmda vattnet pumpas gemensamt för Forsmark 1 och 2 via ett tunnelsystem ut till Biotestsjön och för Forsmark 3 till en närliggande öppen kanal (figur 3.1.2). I tunnlarna sker ett stort bortfall av djurplankton. Längs kylvattenvägarna ut från kärnkraftverket mot av Biotestsjön har filtrerande djur etablerat sig, till exempel havstulpaner och musslor, som konsumerar stora mängder plankton (Ehlin m.fl. 2009; Sandström 1990, 1991).

Biotestsjön är en invallad cirka 90 hektar stor anläggning som har byggts för forskning och uppföljning av kylvattnets effekter på miljön och är det område som är mest påverkat av temperaturhöjningen. Vattentemperaturen i Biotestsjön är, vid normal energiproduktion på kraftverket, 7-9 °C högre än i omgivande områden. Efter transport genom Biotestsjön och det tredje aggregatets kylvattenkanal släpps kylvattnet slutligen ut vid en gemensam punkt till Öregrundsgrepen.

Med anledning av begäran från FKA om att ta bort fiskgallren vid Biotestsjöns utlopp gjordes 2002 en utredning av Fiskeriverket om möjligheterna att göra detta sett ur forskningens perspektiv. Detta ansågs möjligt förutsatt att en dokumentation av förhållandena innan öppnandet utfördes. Studierna genomfördes under 2003 och berörde framförallt fisksamhällets status, men även bottenfauna, genetik och fisksjukdomar. Under 2004 reviderades kontrollprogrammet för att följa förändringarna hos fisk- och bottenfaunabestånden i recipientområdet efter avlägsnandet av gallret och detta program drevs fram till 2007. En stor del av undersökningarna under denna period fokuserades kring fiskars säsongsmässiga vandringar till kylvattenplymen och kontroll av om fisken anlockades in till Biotestsjön. Utökade studier av bottenlevande djur och fiskyngel kom också att ingå i programmet. Resultaten samt diskussioner kring detta återfinns i Karås m.fl. (2009).

Den nu aktuella utformningen av kontrollprogrammet (Baskontrollprogrammet) finns beskriven i metodikavsnittet. I undersökningarna studeras hur de omgivande fisk-, bottenfauna- och fågelsamhällena påverkas av kärnkraftverkens intag och utsläpp av kylvatten. För genomförande av det biologiska programmet inom recipientkontrollen ansvarar från och med 2011-07-01 Kustlaboratoriet vid Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), efter avvecklingen av Fiskeriverket, som tidigare var ansvarig utförare. Institutionen utför även insamlandet av prover för det radiologiska programmet inom kontrollverksamheten. Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) ansvarar för

redovisningen av detta program. För fågelinventeringarna ansvarar Alf Sevastik, Kustbild.

Sedan FKA beviljades att höja effekten i samtliga tre reaktorer i Forsmark har förberedelsearbetena inletts på kraftverket. Arbetet med effekthöjningen planeras pågå successivt, och i dagsläget har förberedelserna nått längst för Forsmark 2 (F2). Under mars 2013 genomfördes en provdrift för F2 vid den högre effektnivån och man uppnådde 120 % av den ursprungliga installerade effekten. Vid Forsmark 1 (F1) har merparten av installationerna genomförts och beslut om att höja effekten planeras till 2014. Effekten kommer även att höjas på Forsmark 3 (F3). Planeringen pågår och beslut när effekthöjning kan ske fattas under 2014.

Effekterna av det ökade energiuttaget i kärnkraftverket förväntas påverka den fysiska vattenmiljön och dess organismer främst genom ökat kylvattenflöde genom kraftverket och höjda vattentemperaturer i närrecipienten. Den fisk som dör i silarna skulle kunna öka upp till 63 % med avseende på antal och biomassa, enligt beräkningar (Bryhn m.fl. 2013). När effekthöjningen är slutförd beräknas kylvattenflödet ha ökat med 28 kubikmeter per sekund för samtliga tre anläggningar och utsläppstemperaturen i Biotestsjön förväntas ha höjts från 10,3°C till 11,0°C. Enligt Miljödomstolens dom med anledning av FKA:s begäran att höja effekten vid kärnkraftverket inrättades 2009 ett särskilt kontrollprogram (Effekthöjningsprogrammet) som skulle kontrollera påverkan på havsmiljön av det ökade kylvattenflödet och de höjda utsläppstemperaturerna. Effekthöjningsprogrammet omfattar studier före respektive efter effekthöjningen. Under 2014 ska första delen av undersökningarna, förstudierna från 2009 fram till 2014, slutföras i en särskild rapport och resultaten återges därför inte i denna rapportering.

## 2 Kraftverkets drift

Under 2013 har Forsmarks kärnkraftverk haft längre avbrott i produktionen i samband med de planerade revisionsavställningarna, för F1 7 juli-12 augusti, för F2 10 augusti-29 augusti och för F3 19 maj-26 juni. I mars månad påbörjades provdrift i F2 med en högre effektnivå och effekten höjdes gradvis med cirka 12 % till cirka 120 % av den ursprungliga installerade effekten. Detta har medfört att kylvattenflödet till det gemensamma intaget för F1 och F2 har ökat till 96 m<sup>3</sup>/s efter effekthöjningen jämfört med 88 m<sup>3</sup>/s före. Med undantag för revisionsperioderna har produktionen under 2013 fungerat som planerat för F1 och F3.

## 3 Kontrollprogrammets genomförande 2013

Provtagningen inom recipientkontrollprogrammet 2013 har genomförts, med få undantag, enligt fastslagen plan. Moment som inte har fullföljts enligt plan är temperaturmätning på station 3 i Lagunen (temperaturloggen förlorades), insamling av referensprover av mört i Forsmark (endast 54 av 100 individer insamlades på grund av låga mörtförekomster i fiskena) och bottenfaunaprovtagning på station 10 i Finbofjärden (endast ett av tre prover insamlades på grund av mekaniska problem med provtagningsutrustningen).

### 3.1 Fiskundersökningar

För mer utförliga beskrivningar av kontrollprogrammets metodik hänvisas Handbok för kustundersökningar, recipientkontroll (Thoresson 1992; 1996) och Provfiske i Östersjöns kustområde – Djupstratifierat provfiske med Nordiska kustöversiktsnät (Söderberg 2009). Då avvikelser skett från uppsatt kontrollprogram anges det i slutet av varje stycke nedan.

#### 3.1.1 Silstationer

Kontroll av fiskförluster genomförs i den gemensamma silstationen för F1 och F2 under vecka 17-24 och 37-48. Undersökningarna omfattar all fisk som avskiljs i silstationen under ett dygn per vecka under provtagningsperioderna. All fisk artbestäms, räknas och vägs. Beräkningar görs av de totala förlusterna under hela provtagningsperioden, inklusive en uppskattning av förlusterna vid silstationen för F3. I samband med provtagningarna registreras vattentemperaturer och vattenflöde.

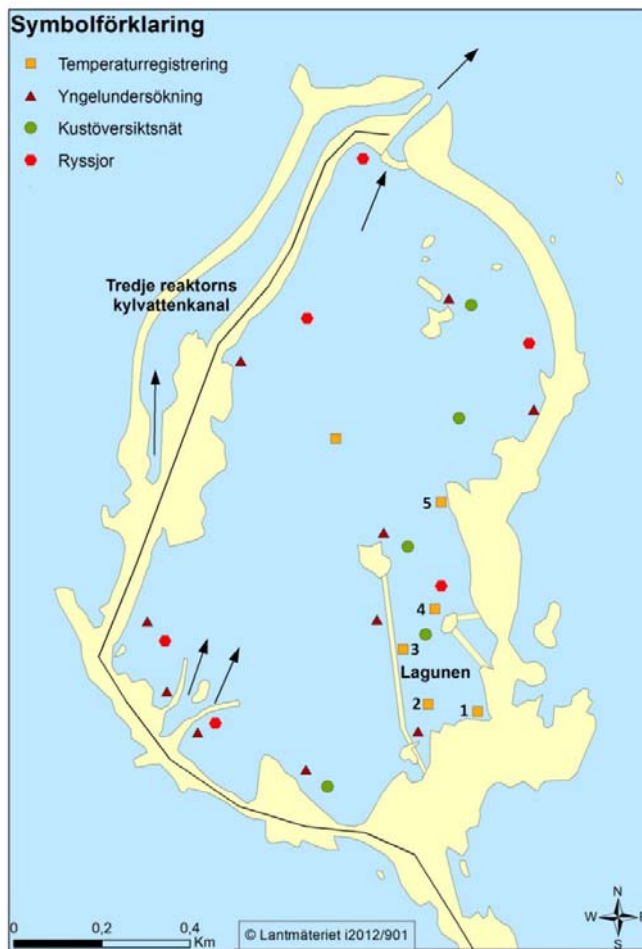
Vid ett tillfälle under våren och hösten tas ett slumpmässigt prov på 100 individer av storspigg för längdmätning med en millimeters noggrannhet. Dessutom tas slumpmässiga prov på minst 100 årsyngel av abborre, gädda, gös

och sik för längdmätning under höstprovtagningen. För årsyngel av strömming genomförs längdmätningar av 100 individer vid två tillfällen på hösten, ett i september och ett i oktober.

### 3.1.2 Biotestsjön

#### *Beståndsövervakning med nätprovfiske*

Provfiske med kustöversiktsnät genomförs en natt varannan vecka under 1 mars–15 juni samt vid tre tillfällen under perioden 20 oktober – 1 november. Vid varje tillfälle fiskas fem stationer med två nät (figur 3.1.2).



Figur 3.1.2. Översikt av Biotestsjön med provtagningspunkter för undersökningar av fisk och vattentemperatur.

*Beståndsövervakning med ryssjeprovfiske*

Fiske med ryssjor genomförs under fyra veckor i april. Under fiskeperioden fiskas sex stationer med tre parrysjor länkade med varandra (figur 3.1.2). Redskapen sätts i sjön vid början av perioden och vittjas en gång per vecka. All fångst artbestäms och längdmäts.

*Kontroll av kondition och gonadstatus hos abborre och mört*

Vid nätprovfiskena under perioden 20 oktober – 1 november insamlas 100 honor (tio individer vardera från längdgrupperna 14 till 24 och samtliga större fiskar) av abborre och mört för kontroll av kondition och gonadstatus. Kondition enligt Fultons index beräknas enligt formeln:  $K = w * L^{-3} * 100$ , där  $w$  är vikten i gram och  $L$  är längden i centimeter. Ett värde över 1,0 anses motsvara god kondition hos fisken. För att kontrollera gonadstatus genomförs en okulärbesiktning av gonaderna samt en beräkning av gonadsomatiskt index (GSI), vilket motsvarar gonadvikt i förhållande till kroppsvikt.

Insamling av abborre och mört från Forsmarks skärgård för referensprov genomförs enligt samma metodik som ovan.

*Kontroll av ålder och tillväxt*

Från de 100 insamlade abborrhonorna för konditions- och gonadkontroll tas även gällock och otoliter för analys av ålder och tillväxt.

Insamling av abborre från Forsmarks skärgård för referensprov genomförs enligt samma metodik som ovan.

*Beståndsövervakning av yngel med detonationsteknik*

Yngel och småväxta arter insamlas med detonationsteknik på tio fasta stationer vid tre tillfällen i augusti (figur 3.1.2). Samtliga fiskar artbestäms och längdmäts.

*Kontroll av sjukdomar, skador och parasitering hos fisk*

Samtliga fiskar vid provfiskena okulärbesiktas för kontroll av fisksjukdomar och parasitering.

### 3.1.3 Öregrundsgrepen och Finbofjärden

*Beståndsövervakning med nätprovfiske*

Provfiske genomförs i augusti med Nordiska kustöversiktsnät på 45 stationer enligt standardförfarande (figur 3.1.3a) (Söderberg 2009). Samma metodik genomförs i referensområdet i Finbofjärden.



### Kontroll av ålder och tillväxt

Vid provfisket med Nordiska kustöversiktsnät samlas gällock och otoliter in från cirka 300 abborrhonor för analys av ålder och tillväxt. För beräkningar av relativ årsklasstyrka hos abborre används en modifierad version av Svärdsöns metodik (Svärdsön 1961; Neuman 1974). Antalet fiskar av en viss ålder i ett prov från ett visst fångstår vägs både mot det totala antalet fiskar i provet och mot den procentuella andelen för just denna ålder i det totala materialet från flera år (Thoresson 1996). I referensområdet vid Finbofjärden genomförs provtagningen med samma metodik.

### Beståndsövervakning med detonationsteknik

Yngel och småväxta arter insamlas med detonationsteknik på tio fasta stationer vid tre tillfällen i september (figur 3.1.3a). Samtliga fiskar artbestäms och längdmäts.



Figur 3.1.3a. Undersökningsområdet i Forsmark.



Figur 3.1.3b Referensområdet i Finbofjärden.

#### *Kontroll av sjukdomar, skador och parasitering hos fisk*

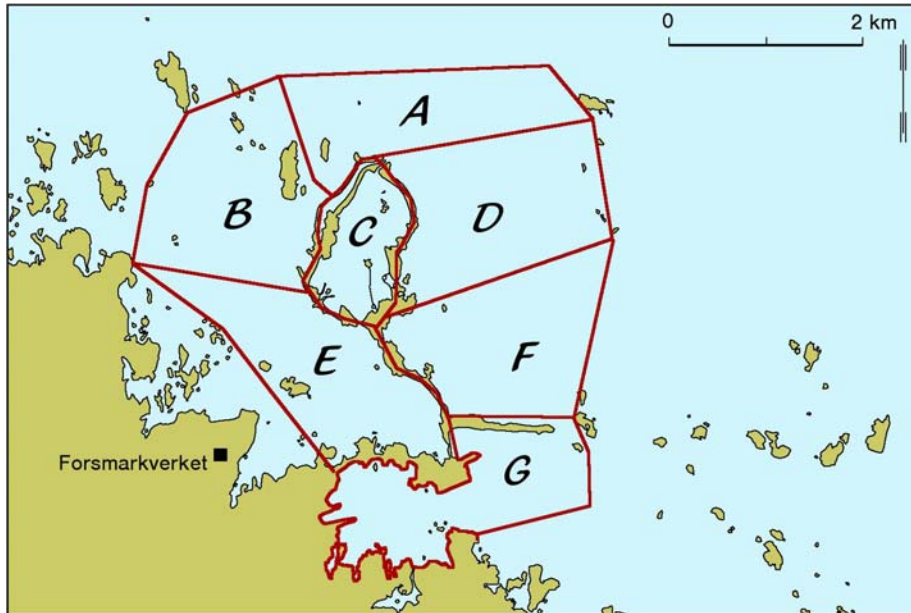
Samtliga fiskar som fångas vid provfiskena okulärbesiktigas för kontroll av fisksjukdomar, skador och parasitering.

### 3.2 Bottenfauna

Mjukbottenfauna insamlas kvantitativt enligt standardmetodik (Thoresson 1992), på två stationer, 119 (16 m) och 121 (41 m) i Öregrundsgrepen under maj månad med van Veen-hämtare (figur 3.1.3a). Referensprovtagning utförs i Finbofjärden under samma månad på fyra stationer, 2, 3, 9 och 10 (figur 3.1.3b). I Öregrundsgrepen tas fem hugg per station och i Finbofjärden tre hugg per station. Sortering och analys av proverna genomförs på laboratorium.

### 3.3 Fågelinventeringar

Inventering av sjöfågel har utförts två gånger i månaden under hela året enligt punkttaxeringsmetoden (Naturvårdsverket 1978) där vissa utvalda arter räknas under en bestämd tid från olika observationsplatser. Inventeringsområdet har indelats i sju zoner (A–G) (figur 3.3). De arter som studerats har delats in i olika funktionella grupper beroende på födoval. Dessa har varit växtätare (gräsand och knölsvan), bottendjursätare (knipa och vigg), samt fiskätare (storskrake, mellanskarv och häger).



Figur 3.3 Inventeringsområdet för sjöfågel och dess indelning i sju zoner (A-G).

### 3.4 Temperaturövervakning

Temperaturen registreras kontinuerligt med dataloggers i en position i mitten av Biotestsjön samt i fem punkter i en gradient från innersta delen av lagunen till dess yttre del (figur 3.1.2). Från en referenspunkt i Forsmarks innerskärgård, Ön (figur 3.1.3a), registreras temperaturen under den isfria perioden.

## 4 Resultat

### 4.1 Fiskundersökningar

#### 4.1.1 Silstationer

De fiskar som omkom i silstationerna under 2013 utgjordes likt tidigare år av småväxta arter såsom storspigg, småspigg, havsnål och på hösten av årsyngel av bland annat strömming (tabell 4.1.1). Förlusterna av fisk i Forsmarks silstationer under 2013 beräknades till cirka 11 000 000 individer under vårperioden, vilket var betydligt mer än under 2011 och 2012 (3 000 000 individer 2011 och 4 000 000 individer 2012). Under höstperioden var förlusterna 6 600 000 individer och i något mindre omfattning än tidigare år (8 000 000 individer 2011 och 8 300 000 individer 2012) (tabell 4.1.1).

Den dominerande arten var under vårprovtagningarna storspigg, som svarade för hela 95 % av fångsterna (tabell 4.1.1). Förlusterna av storspigg under våren var ungefär i samma omfattning som rekordåren 2009 och 2010 och utvecklingen visar på ökande förekomster sedan provtagningarna startade<sup>1</sup> (figur 4.1.1a). Under höstprovtagningarna var förlusterna något lägre än föregående år, men stora jämfört med 1990-talet<sup>2</sup>, och enligt medelvikten bestod förlusterna av unga individer (figur 4.1.1a).

Förlusterna av ål i silstationen under höstperioden var mindre än på många år men relativt höga jämfört med början på 1990-talet<sup>3</sup> (figur 4.1.1b). Medelvikten av de ålar som fastnar i silstationen har varierat på en nivå mellan 0,8 och 1 kg det senaste decenniet, vilket indikerar ett stort inslag av vuxen ål, sannolikt i blankålar som sökt sig in i kraftverket på sin vandring söderut ut ur Östersjön (figur 4.1.1b).

---

<sup>1</sup> Linjär regression 1987-2013,  $R^2=0,40$ ,  $p<0,001$

<sup>2</sup> Linjär regression 1991-2013,  $R^2=0,54$ ,  $p<0,001$

<sup>3</sup> Linjär regression 1991-2013,  $R^2=0,38$ ,  $p<0,01$

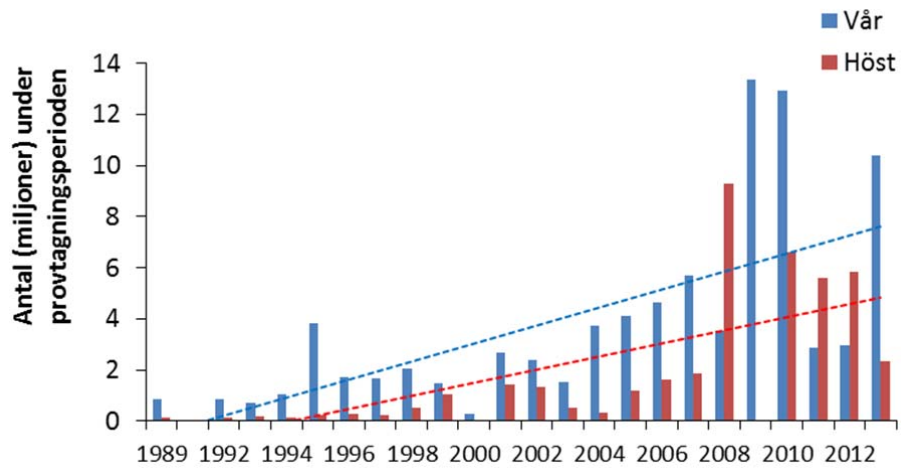
Under vårperioden var förlusterna av ål likt tidigare år lägre än under höstprovtagningarna (tabell 4.1.1).

Mest förekommande art i kylvattenintaget under höstprovtagningen var strömming (tabell 4.1.1). Under hösten 2013 var förekomsten av strömming den största sedan första hälften av 1990-talet (figur 4.1.1c). En låg medelvikt indikerar en dominans av årsyngel (figur 4.1.1c).

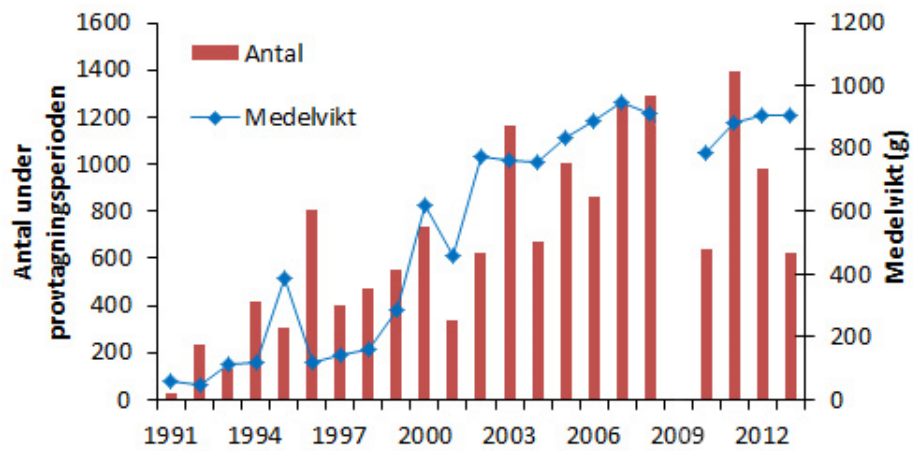
Under hösten förekom en relativt hög andel abborre i proverna och medelvikten visar att de till största delen utgjordes av unga individer (figur 4.1.1d).

Tabell 4.1.1. *Beräknade fiskförluster (antal individer) i silstationerna per art och uppdelat på vår och höst.*

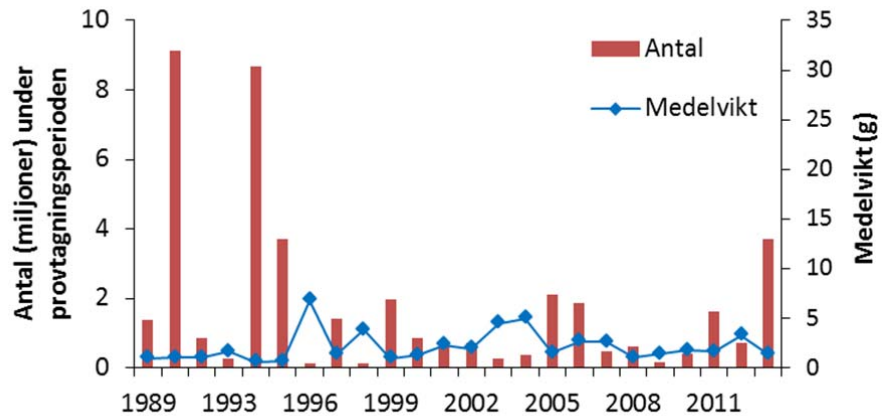
Art	Vår	Höst
Abborre	14 543	11 582
Braxen	2 814	1 680
Flodnejonöga	126	116
Gers	5 597	1 155
Gädda	21	74
Gös	609	1 418
Mindre havsnål	3 980	111 080
Hornsimpa	0	21
Lax	0	63
Löja	49 424	9 755
Mört	16 055	3 003
Nors	66 801	25 694
Piggvar	11	0
Ruda	966	11
Sik	0	11
Siklöja	147	11
Skarpsill	525	273
Småspigg	300 290	361 263
Smörbultar	305	0
Storspigg	10 385 876	2 319 996
Strömming	46 326	3 712 412
Stubb	46 998	51 303
Tobis	2 489	5 544
Tånglake	200	95
Tångsnälla	11	0
Ål	389	620
Summa	10 944 497	6 617 174



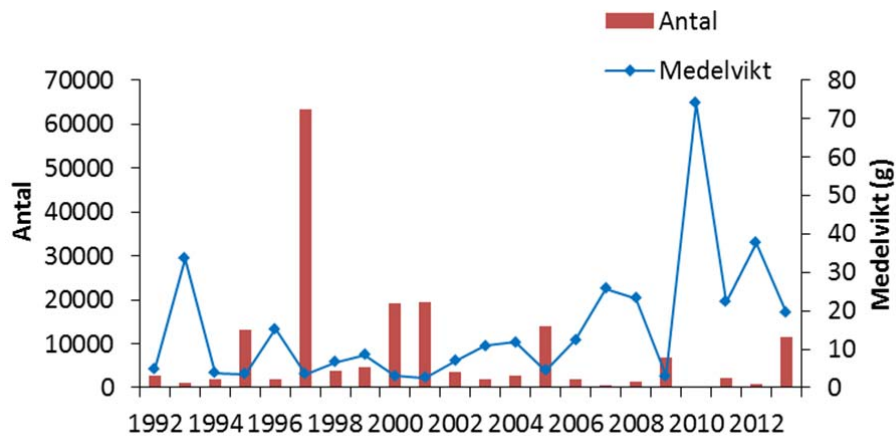
Figur 4.1.1a. Förluster av storspigg i silstationerna under provtagningsperioderna. Streckad linje anger linjär trend över tid.



Figur 4.1.1b. Förluster av ål i silstationerna under höstprovtagningsperioden. Värde för 2009 saknas på grund av att provtagningen ej var fullständig.



Figur 4.1.1c. Förluster av strömming i silstationerna under höstprovtagningsperioden.



Figur 4.1.1d. Förluster av abborre i silstationerna under höstprovtagningsperioden.

#### 4.1.2 Biotestsjön

##### Beståndsövervakning med nätprovfiske

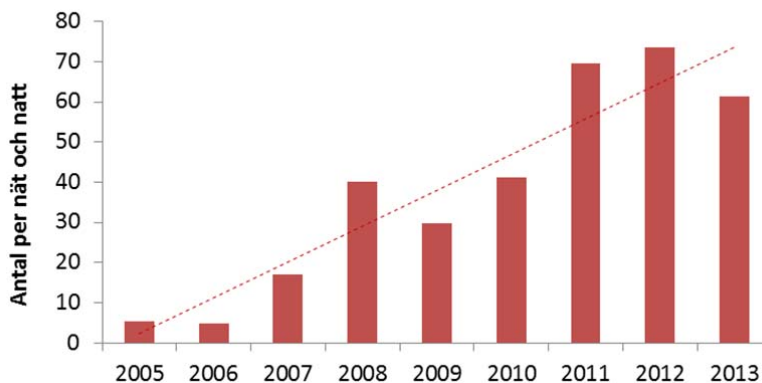
Under 2013 års vårprovfiske med nät fångades sammanlagt 6134 individer av 13 olika arter (tabell 4.1.2a). Mört var vanligast och svarade för 73 % av alla individer i fångsten och fångsterna har ökat sedan galleröppnandet 2004<sup>4</sup> (figur

<sup>4</sup> Linjär regression 2005-2013,  $R^2=0,87$ ,  $p<0,001$

4.1.2a). Abborren, som åren direkt efter galleröppningen hade en positiv utveckling, fångades under 2013 i mindre omfattning än tidigare år (figur 4.1.2b). Under maj månad var dock fångsterna av abborre stora, huvudsakligen av lekmogen fisk. Utvecklingen för gers och björkna visar på en fortsatt positiv trend i Biotestsjön<sup>5</sup> (figur 4.1.2c och 4.1.2d).

Tabell 4.1.2a. Fångster i nätprovfiskena i Biotestsjön under vårperioden 2013.

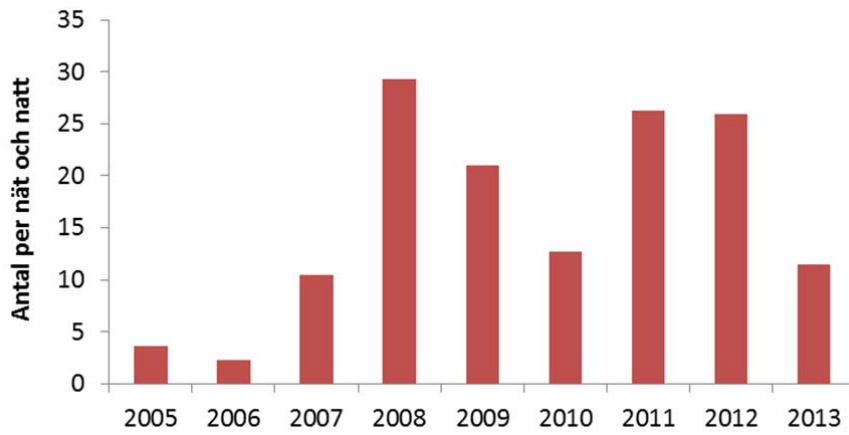
Art	Total	Andel (%)
Mört	4489	73,18
Abborre	888	14,48
Gers	480	7,83
Björkna	176	2,87
Sarv	48	0,78
Löja	22	0,36
Gädda	8	0,13
Vimma	8	0,13
Sutare	4	0,07
Ål	4	0,07
Braxen	2	0,03
Id	2	0,03
Sik	1	0,02
Totalt	6134	



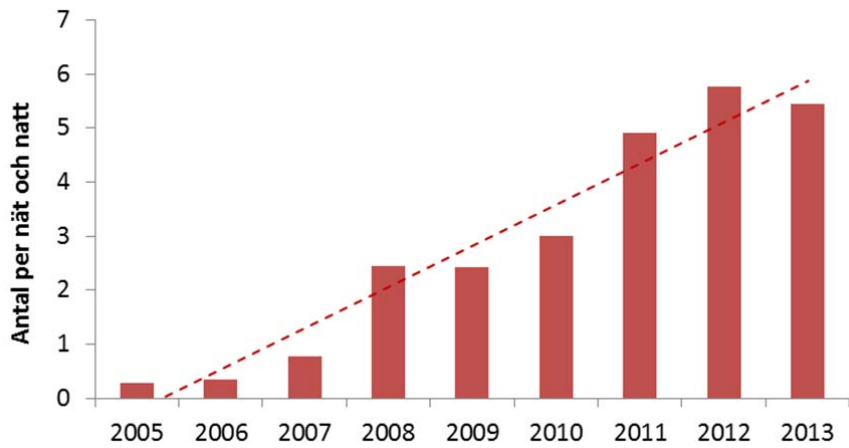
Figur 4.1.2a. Fångster av mört i nätprovfiskena i Biotestsjön under våren 2005-2013. Streckad linje anger linjär trend över tid.

<sup>5</sup> Linjär regression 2005-2013,  $R^2=0,94$ ,  $p<0,001$  för gers,  $R^2=0,66$ ,  $p<0,01$  för björkna

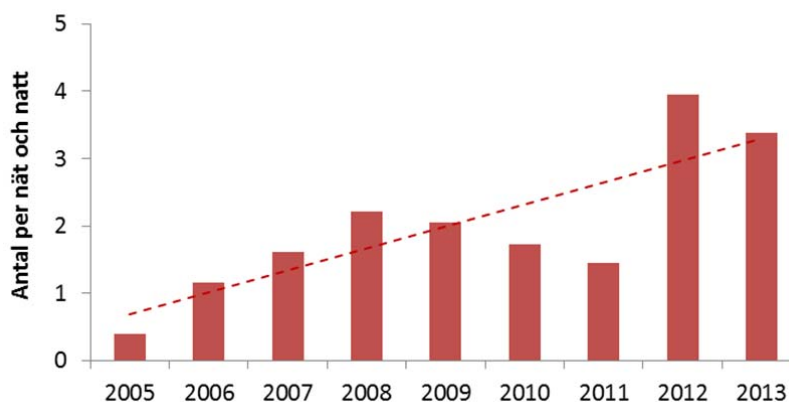




Figur 4.1.2b. Fångster av abborre i nätprovfisken i Biotestsjön under våren 2005-2013.



Figur 4.1.2c. Fångster av gers i nätprovfisken i Biotestsjön under våren 2005-2013. Streckad linje anger linjär trend över tid.



Figur 4.1.2d. Fångster av björkna i nätprovfisken i Biotestsjön under våren 2005-2013. Streckad linje anger linjär trend över tid.

Likt de senaste åren påverkades nätfisket under våren av ål genom att de tuggar sönder och äter fisken i näten, så kallade ålbulor (Adill m.fl. 2012). Under vårfisket uppgick skadorna till 340 stycken ålbulor, med högst frekvens i maj månad.

Provfisken med nät i Biotestsjön under hösten fångade åtta olika arter samt en hybrid, sannolikt mellan björkna och mört (tabell 4.1.2b).

Tabell 4.1.2b. Fångster i nätprovfiskena under höstperioden.

Art	Total	Andel (%)
Abborre	1034	65,57
Mört	257	16,30
Sarv	129	8,18
Gers	80	5,07
Gädda	57	3,61
Björkna	13	0,82
Sutare	5	0,32
Braxen	1	0,06
Hybrid björkna/mört	1	0,06
Totalt	1577	

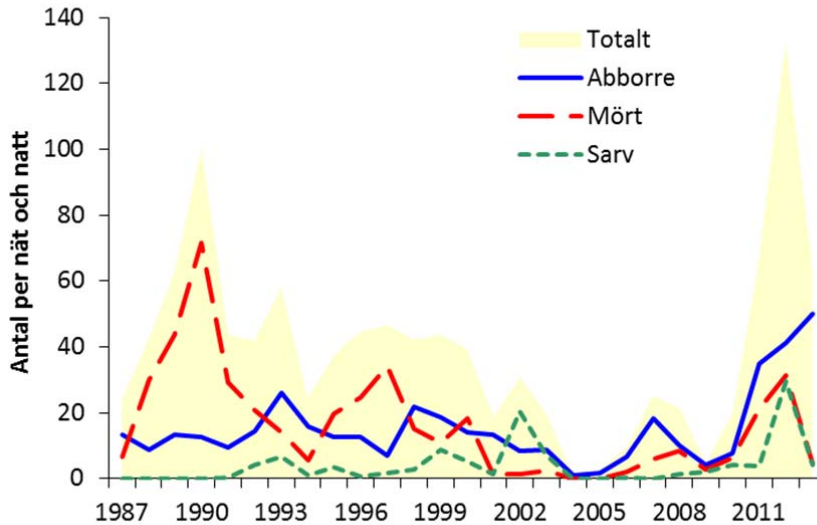
Till skillnad från vårperioden, med stor dominans av mört, var andelen abborre stor under hösten (66 %). Fångsterna av abborre under 2013 var de största sedan höstprovfisken inleddes och trenden sedan 2004 visar på en positiv utveckling<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Linjär regression 2004-2013,  $R^2=0,71$ ,  $p<0,01$

(figur 4.1.2e). Mört och sarv, som fångades i stor omfattning 2012, förekom i små mängder under hösten 2013 (figur 4.1.2e). Vid höstfisket 2013 noterades de största fångsterna av gädda sedan provfisket inleddes (tabell 4.1.2b). Samtliga 57 gäddor som fångades var inom längdintervallet 26-42 cm. Under hösten noterades inga fångster av kallvattenarter, som exempelvis sik, öring, nors eller lake.

#### Beståndsövervakning med ryssjeprovfiske

Under ryssjefisket i april fångades 145 ålar (0,15 per ryssja och dygn) och resultatet visar att mängden ål har minskat i anläggningen sedan galleröppningen<sup>7</sup> (figur 4.1.2f). Likt de senaste åren visar resultaten på en stor spridning av längdfördelningen hos de fångade ålarna (figur 4.1.2g).

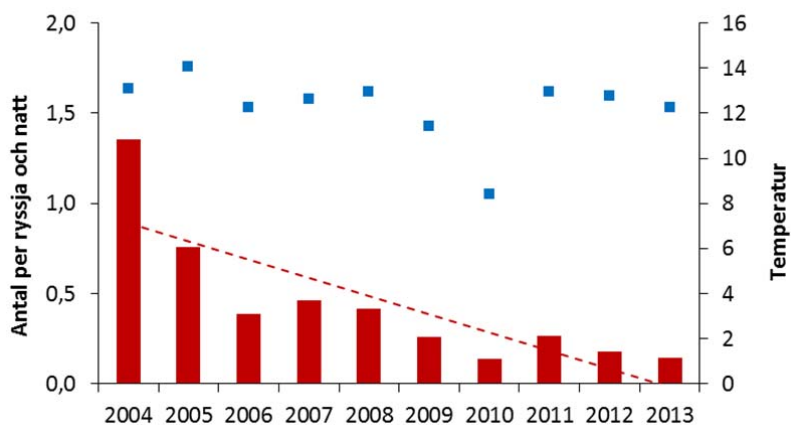


Figur 4.1.2e. Fångster vid nätprovfisken i Biotestsjön under höstarna 1987-2013.

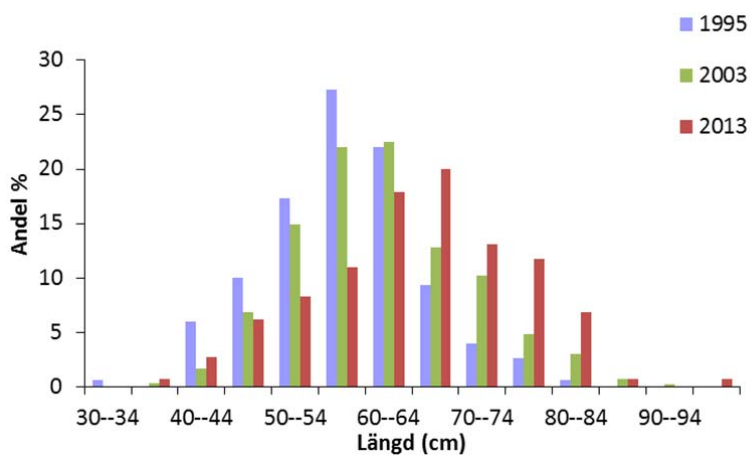
#### Beståndsövervakning av yngel med detonationsteknik

Vid yngelundersökningarna i Biotestsjön var löja vanligast (13,3 yngel per station) följd av sarv (12,2 yngel per station). Dessa arter svarade för 40 % respektive 36 % av fångsterna (tabell 4.1.2c). Årsyngel av både abborre och mört fångades i relativt små mängder (tabell 4.1.2c) (figur 4.1.2h). Medellängden av abborrynglen i Biotestsjön var 89 mm (figur 4.1.2i).

<sup>7</sup> Linjär regression 2004-2013,  $R^2=0,67$ ,  $p<0,01$



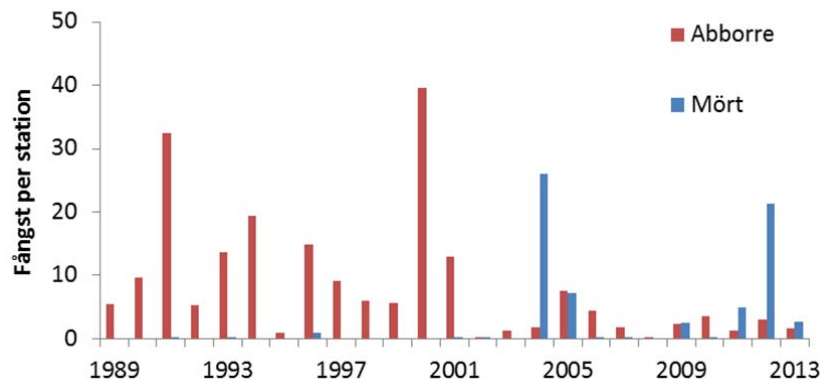
Figur 4.1.2f. Fångster av ål vid ryssjeprovfiskena under våren samt medeltemperaturen vid fisketillfällena. Streckad linje anger linjär trend över tid.



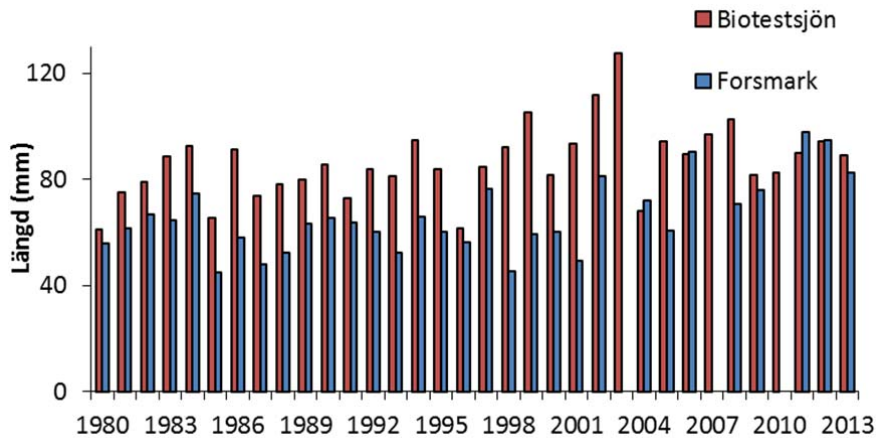
Figur 4.1.2g. Längdfördelning för ål från ryssjeprovfisken i Biotestsjön.

Tabell 4.1.2c. Fångster i detonationsprovfisken i Biotestsjön under hösten 2013.

Art	Antal	Andel (%)
Löja	410	39,8
Sarv	369	35,8
Mört	96	9,3
Björkna	94	9,1
Abborre	52	5,0
Gädda	8	0,8
Gers	1	0,1
<b>Totalt</b>	<b>1030</b>	



Figur 4.1.2h. Fångster vid yngelundersökningar i Biotestsjön under höstarna 1989-2013.

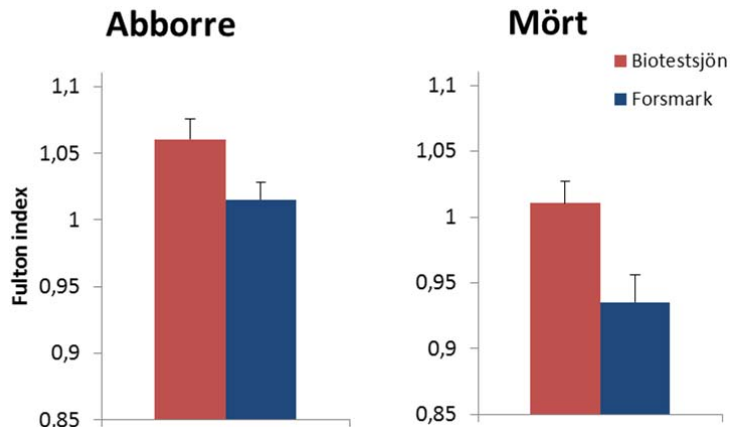


Figur 4.1.2i. Längd hos abborryngel i Biotestsjön och Forsmark.

#### Kontroll av kondition och gonadstatus hos abborre och mört

För kontroll av kondition och gonadstatus hos abborre och mört i Biotestsjön provtogs 106 honor av abborre och 100 honor av mört. Från referensområdet Forsmark provtogs 100 abborrar och 53 mörtar. Bland samtliga undersökta individer i Biotestsjön och i Forsmark påträffades ingen med gonadskador. Både abborre och mört i Biotestsjön hade högre kondition i Biotestsjön jämfört med fiskar utanför anläggningen<sup>8</sup> (figur 4.1.2j).

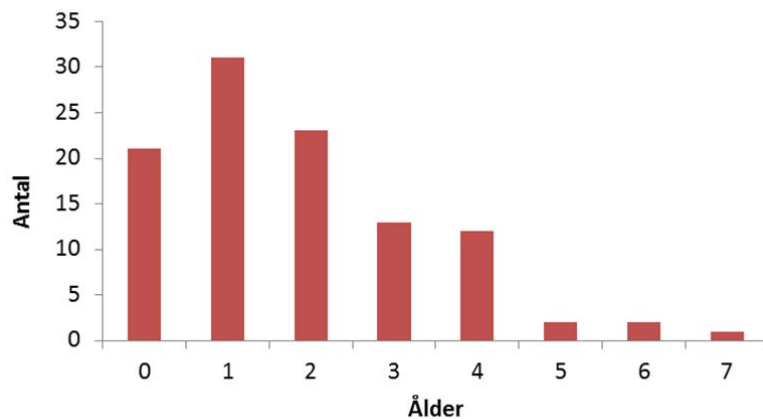
<sup>8</sup> Variansanalys Anova,  $F_{1,204}=20,81$ ,  $p<0,01$  för abborre och  $F_{1,152}=29,58$ ,  $p<0,01$  för mört



Figur 4.1.2j. Kondition hos abborre och mört i Biotestsjön och Forsmark. Felstaplar anger 95 % konfidensintervall.

#### Kontroll av ålder och tillväxt

Ålder och tillväxt hos 106 abborrhonor undersöktes i Biotestsjön. Resultatet visade att 72 % av abborrhonorna var tre år eller yngre och äldsta individen sju år (figur 4.1.2k). Analyserna av tillväxt hos abborre visade på höga tillväxthastigheter för 2013. Medellängden för årsyngel i anläggningen var 154 mm och största abborrynglet var 182 mm, jämfört med föregående åren då medellängden har varit cirka 130 mm.



Figur 4.1.2k. Ålder hos abborre i fångsterna från Biotestsjön 2013.

*Kontroll av sjukdomar, skador och parasitering*

Vid fiskundersökningarna i Biotestsjön påträffades under 2013 inga individer med yttre sjukdomssymtom. I fångsterna från provfiskena var cirka 30 % av karpfiskarna (bland annat mört och björkna) parasiterade av digena trematoder (Thulin 1989) och andelen drabbade fiskar var i paritet med föregående år. I provfiskena påträffades även tre individer med mekaniska oläkta skador.

## 4.1.3 Öregrundsgrepen och Finbofjärden

*Beståndsovervakning med nätprovfiske*

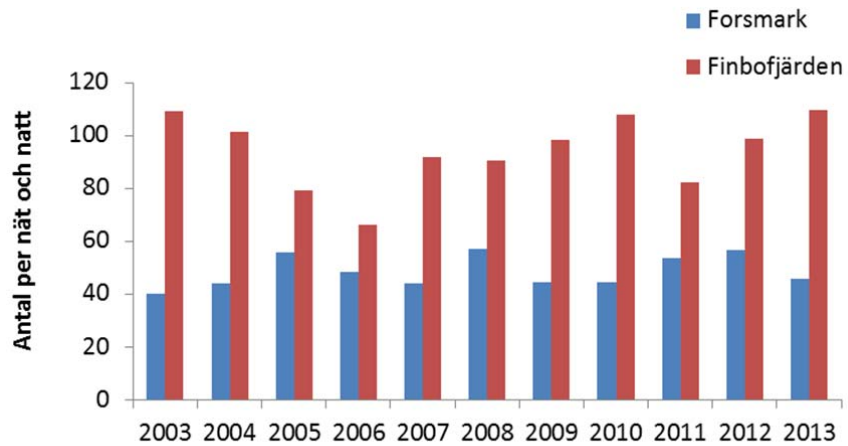
I provfisket med Nordiskt kustöversiktsnät i Forsmark fångades 2 313 individer av 14 olika arter. Abborre var vanligast med 60 % av individerna i fångsten (tabell 4.1.3a). Små mellanårsvariationer och stabila fångstnivåer karaktäriserar de senaste åren (figur 4.1.3a). Gersen ökar på lång sikt, trots att fångsterna var något lägre 2013<sup>9</sup> (figur 4.1.3b). Trenden i Forsmark med ökande fångster av stor abborre ( $\geq 25$  cm) fortsatte även 2013<sup>10</sup> (figur 4.1.3c).

Tabell 4.1.3a. Fångster i fisken med Nordiska kustöversiktsnät i Forsmark under 2013.

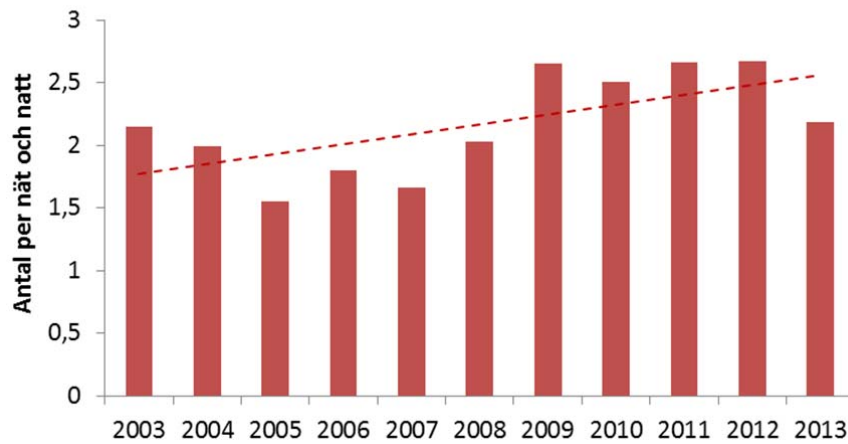
Art	Totalt	Per ansträngning	Andel (%)
Abborre	1388	30,84	60,01
Strömming	329	7,31	14,22
Gers	272	6,04	11,76
Mört	174	3,87	7,52
Björkna	63	1,40	2,72
Löja	57	1,27	2,46
Gös	15	0,33	0,65
Braxen	4	0,09	0,17
Nors	2	0,04	0,09
Sik	2	0,04	0,09
Skarpsill	2	0,04	0,09
Svart smörbult	2	0,04	0,09
Tånglake	2	0,04	0,09
Storspigg	1	0,02	0,04
Totalt	2313		

<sup>9</sup> Linjär regression 2003-2013,  $R^2=0,52$ ,  $p<0,05$

<sup>10</sup> Linjär regression 2003-2013,  $R^2=0,75$ ,  $p<0,001$

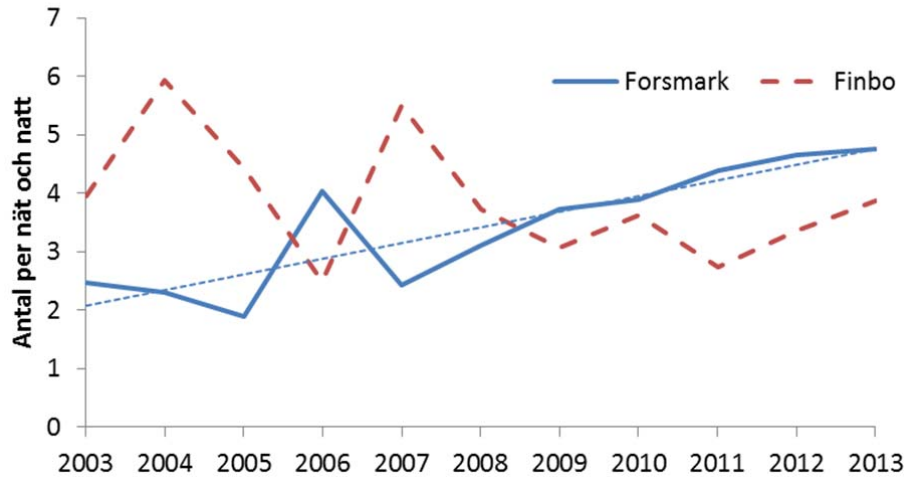


Figur 4.1.3a. Fångster av samtliga arter per nät och natt vid provfiske med Nordiska kustöversiktsnät i Forsmark och Finbofjärden 2003-2013.



Figur 4.1.3b. Fångst av gers per nät och natt vid provfiske med Nordiska kustöversiktsnät i Forsmark 2003-2013. Streckad linje anger linjär trend över tid.





Figur 4.1.3c. Fångster av abborre större än 25 cm vid provfiske med Nordiska kustöversiktsnät i Forsmark och Finbofjärden 2003-2013. Streckad linje anger linjär trend över tid.

Vid provfisket med Nordiska kustöversiktsnät i referensområdet Finbofjärden fångades 4 387 individer av 13 olika arter. Mest förekommande i fångsterna var abborre, mört och strömming (tabell 4.1.3b). Likt de föregående åren fångades fler fiskar i Finbofjärden än i Forsmark<sup>11</sup> (figur 4.1.3a).

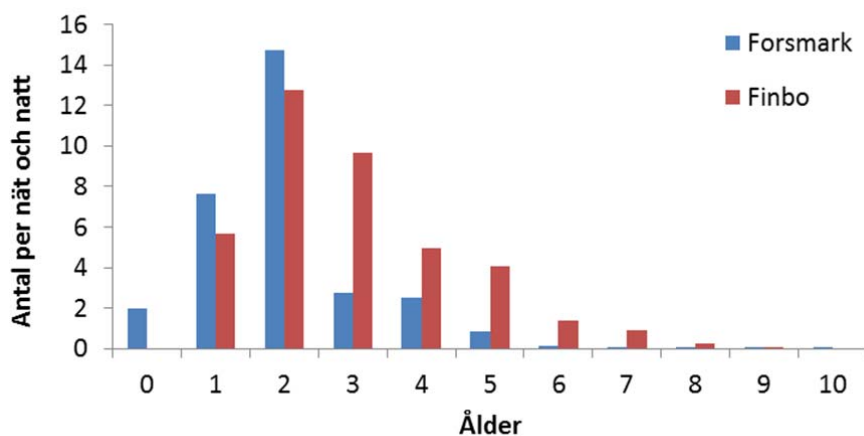
Tabell 4.1.3b. Fångster vid provfiske med Nordiska kustöversiktsnät i Finbofjärden under 2013.

Art	Antal	Per ansträngning	Andel (%)
Abborre	1788	39,73	40,76
Mört	1216	27,02	27,72
Strömming	832	18,49	18,97
Björkna	256	5,69	5,84
Gers	128	2,84	2,92
Nors	62	1,38	1,41
Löja	54	1,20	1,23
Braxen	21	0,47	0,48
Gös	18	0,40	0,41
Skrubbskädda	5	0,11	0,11
Hornsimpa	3	0,07	0,07
Skarpsill	3	0,07	0,07
Sik	1	0,02	0,02
Totalt	4387		

<sup>11</sup> Variansanalys Anova,  $F_{1,21}=112,90$ ,  $p<0,01$

### Kontroll av ålder och tillväxt

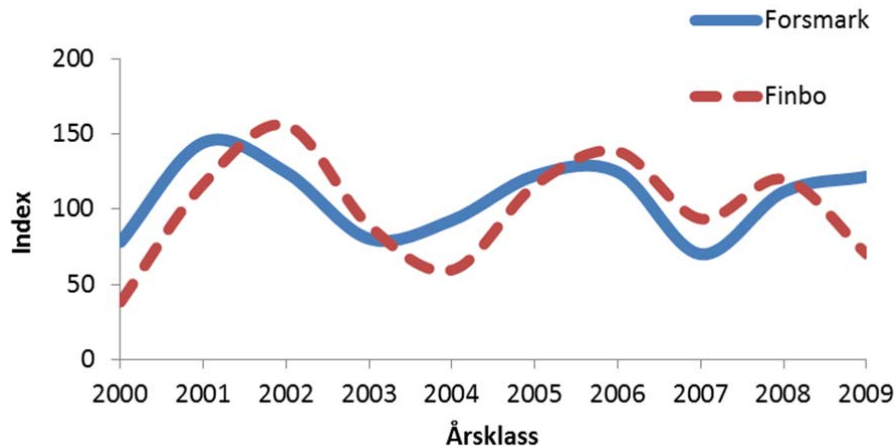
Fångsten av abborre i Forsmark dominerades av unga individer, främst av ett- och tvååringar. Under 2013 fångades ett stort antal årsyngel av abborre i Forsmark, de största mängderna sedan undersökningarna inleddes (figur 4.1.3d). Den äldsta individen var 10 år gammal och 43 cm lång.



Figur 4.1.3d. Fångst per ålder av abborre i Forsmark och Finbofjärden 2013.

I Finbofjärden var två- och treåriga abborrar vanligast i fångsterna (figur 4.1.3d). Analyserna av årsklasstyrka hos abborrar i Forsmark och Finbofjärden visar på en tydlig samvariation mellan områdena under 2000-talet<sup>12</sup> (figur 4.1.3e). De starkaste årsklasserna föddes 2001, 2002, 2005 och 2006.

<sup>12</sup> Pearsons korrelationskoefficient<sub>2000-2009</sub>  $r=0,31$ ,  $p=0,05$



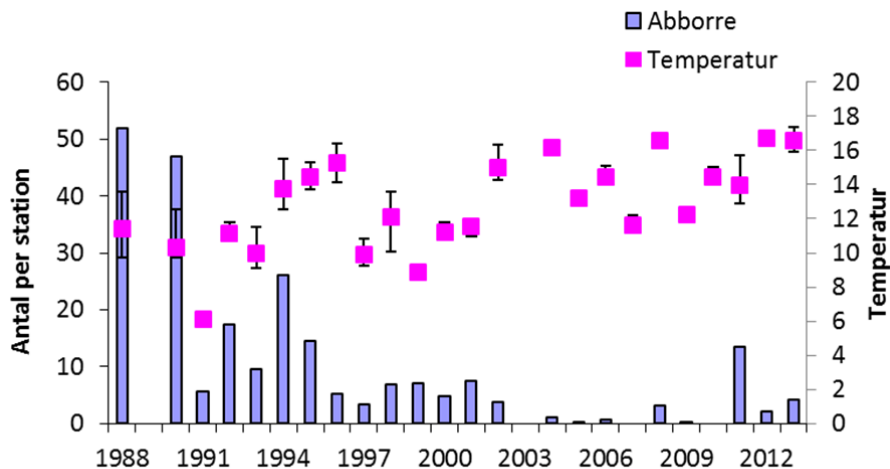
4.1.3e. Relativ årsklasstyrka (modifierad Svårdson) för abborre i Forsmark och Finbofjärden.

#### Beståndsovervakning med detonationsteknik

Vid yngel- och småfiskundersökningar i Forsmark 2013 fångades sammanlagt 844 årsyngel av sju olika arter. De vanligaste arterna var storspigg, mört och abborre (tabell 4.1.3c). Abborre förekom med för tidsserien måttliga tätheter (figur 4.1.3f). Högst tätheter noterades längst inne i fjärdarna och medellängden av årsynglen av abborre var 82 mm (figur 4.1.2i).

Tabell 4.1.3c. Fångster av yngel vid detonationsfiske i Forsmark 2013.

Art	Antal totalt	Antal per station	Andel %
Storspigg	450	15,00	53,3
Mört	205	6,83	24,3
Abborre	125	4,17	14,8
Gers	54	1,80	6,4
Elritsa	8	0,27	0,9
Gädda	1	0,03	0,1
Strömming	1	0,03	0,1
Totalt	844		



Figur 4.1.3f. Fångst av abborryngel vid detonationsfisken i Forsmark 2013 och medeltemperatur vid provtagningstillfällena.

#### Kontroll av sjukdomar, skador och parasitering

Vid fiskundersökningarna som genomfördes i Forsmark påträffades tre fiskar med yttre sjukdomssymtom, en gers med ryggradsförkortning och två strömmingar drabbade av mopsskalle (intryckt pannben; Thulin et al. 1989).

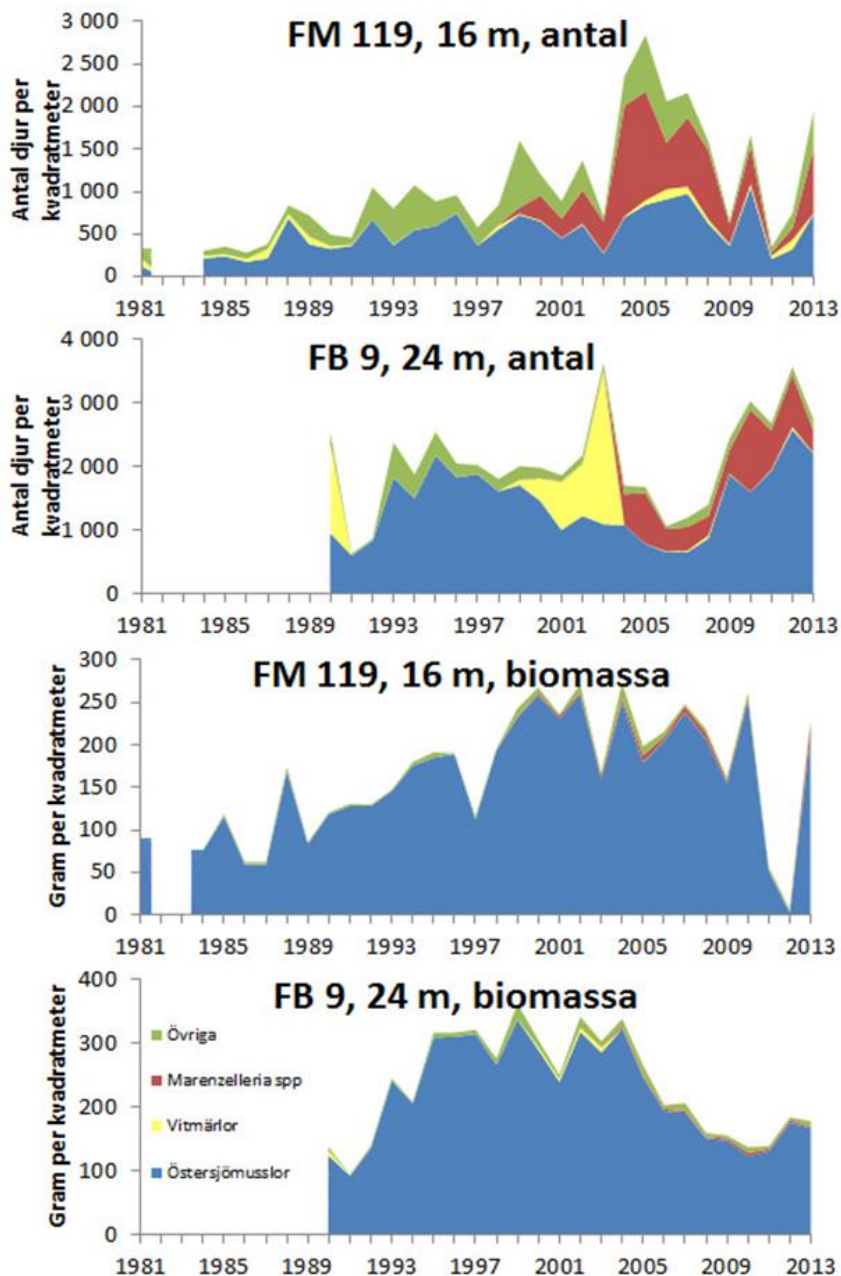
## 4.2 Bottenfauna

Resultatet från provtagningen 2013 på den medeldjupa stationen FM119 i Forsmarksområdet visar på en återhämtning av bottenfaunan, för både abundans och biomassa, jämfört med de två föregående åren (figur 4.2b). Motsvarande referensstation i Finbofjärden FB9 uppvisade dock liknande resultat som vid föregående års provtagningar (figur 4.2b). På samtliga referensstationer i Finbofjärden noterades en stor förekomst av korvmasken *Halicryptus spinulosus* under 2013.

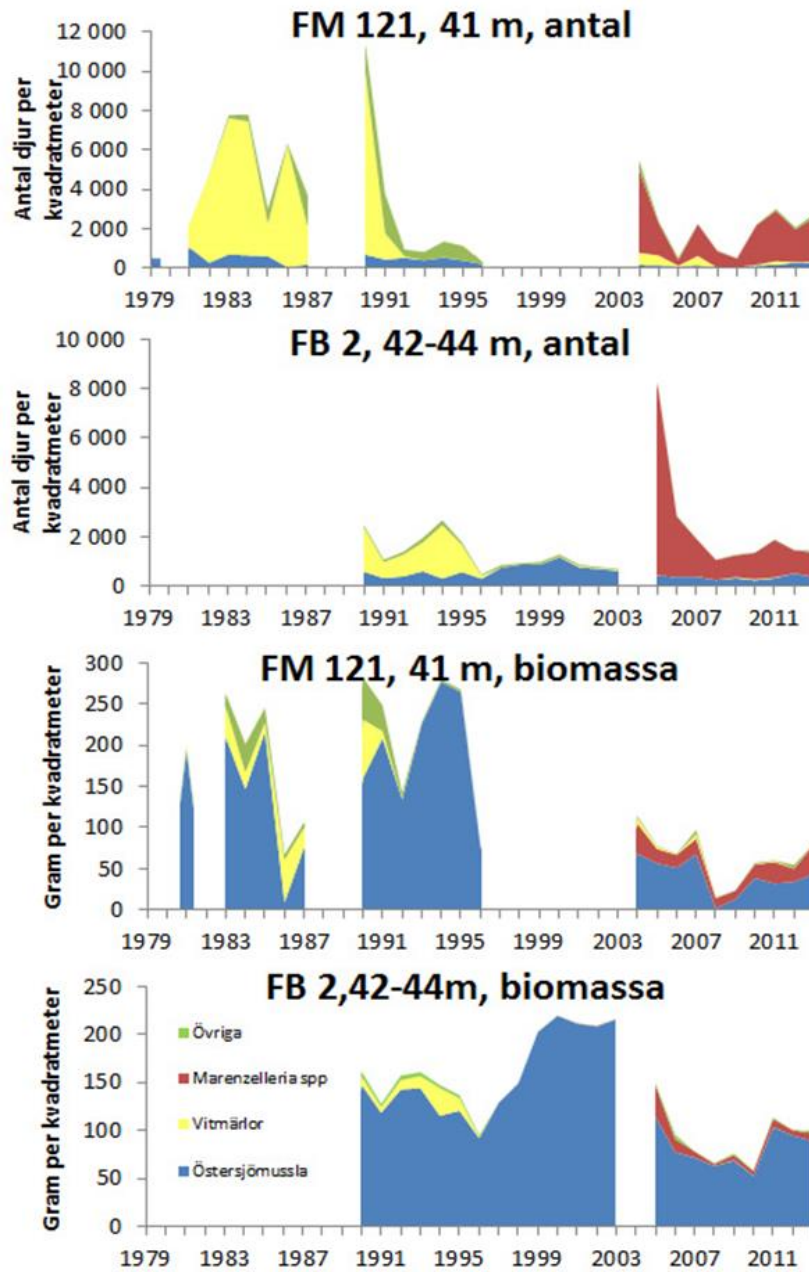
Biomassan av Östersjömusslor (figur 4.2a) från Länsman (FM119) dominerades under 2012 av små juvenila musslor med en diameter av 1-3 mm. Under 2013 noterades en tydlig återhämtning och andelen vuxna musslor var stor, motsvarande den situation som rådde i början på 2000-talet, med storlekar upp till cirka 20 mm. (figur 4.2d). Havsbortsmaskar av släktet *Marenzelleria* var tillbaka på nivåer som före 2011, för både avseende antal som biomassa (figur 4.2b).



Figur 4.2a. Överst till vänster östersjömussla (*Macoma balthica*) från FM119. Överst till höger havsbortsmasken *Marenzelleria* sp. Nederst till vänster korvmask (*Halicryptus spinulosus*). Nederst till höger vitmärla (*Monoporeia affinis*).

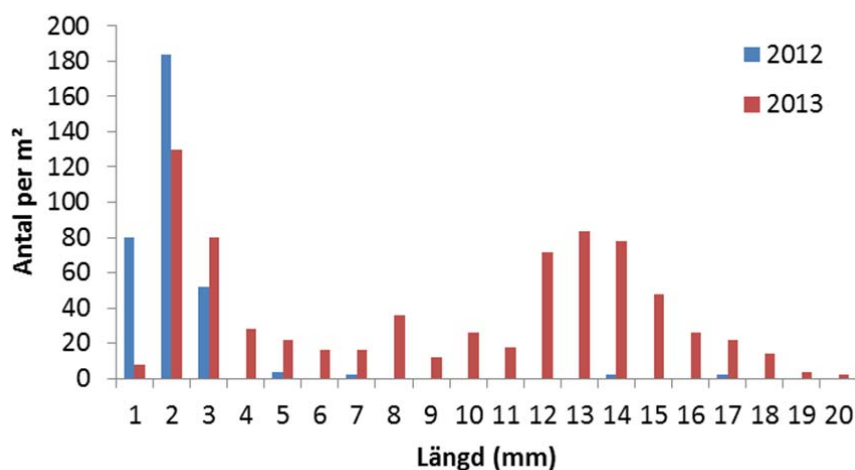


Figur 4.2b Bottendjurens individantal och biomassa per kvadratmeter i Forsmarksområdet (FM119, Länsman) åren 1981-2013 (data saknas för 1982-1983), samt på motsvarande referensstation i Finbofjärden (FB 9) åren 1990-2013. Data är från våren. I figurerna anges antal respektive biomassa av de tre vanligaste arterna.



Figur 4.2c Bottendjurens individantal och biomassa per kvadratmeter i Forsmarksområdet (Station FM121, Engelska grundet) åren 1981-2013 (data saknas för 1982-1983, samt för 1997-2003), samt på motsvarande referensstation i Finbofjärden (FB2) åren 1990-2013. Data är från våren. I figurerna anges antal och biomassa av tre vanligaste arterna.

Den djupa bottenfaunastationen i Öregrundsgrepen, Engelska Grundet, FM121, består av gyttjig ackumulationsbotten och är inte direkt berörd av kylvattnet. Inga större förändringar har skett sedan 2010, varken här eller på referensstationen i Finbofjärden (FB2), gällande bottendjurens individtäthet och biomassa (figur 4.2c). Havsborstmaskar (*Marenzelleria spp.*) har dominerat till antalet på båda lokalerna under senare tid, samtidigt som biomassan dominerats av östersjömusslor.



Figur 4.2d. Storleksfördelningen av östersjömussla (*Macoma balthica*) på den medeldjupa bottenfaunastationen i Forsmarksområdet (FM119) för 2012 respektive 2013.

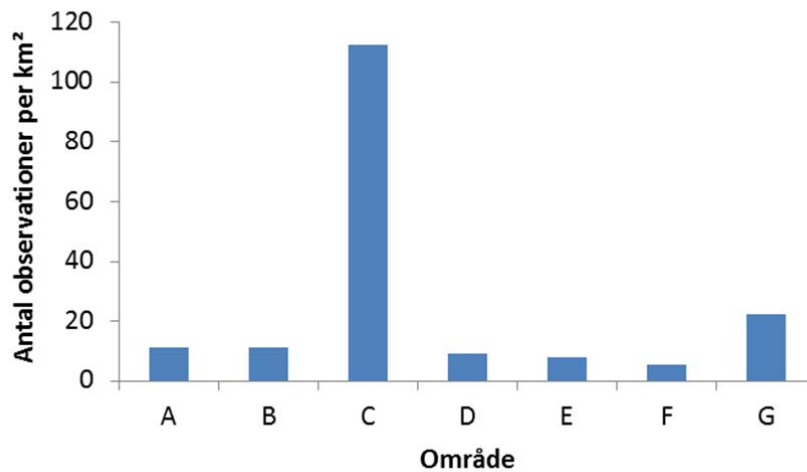
### 4.3 Fågelinventeringar

Under 2013 års fågelstudier i Forsmark gjordes totalt 46 638 observationer vid 24 tillfällen av de prioriterade arterna inom kontrollprogrammet. Likt föregående år var tätheterna av fågel högst inne i Biotestsjön med över 20 000 fågelobservationer (112 fåglar per km<sup>2</sup>; tabell 4.3 och figur 4.3a).



Tabell 4.3. Sammanlagda fågelförekomster för prioriterade arter inom fågelinventeringarna i områdena A-G i Forsmark under 2013.

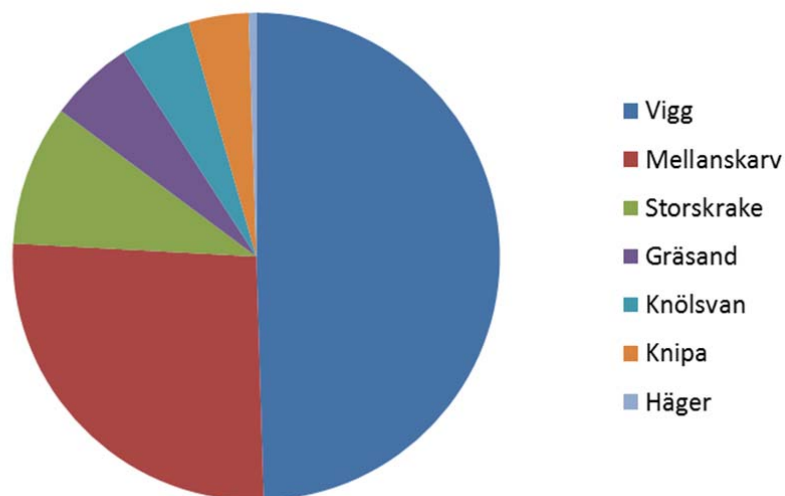
2013	A	B	C	D	E	F	G	Totalt
Gräsand	84	51	1170	24	98	109	196	1732
Häger	3	0	105	9	1	1	22	141
Knipa	3082	1477	823	1639	993	1030	2490	11534
Knölsvan	85	50	973	106	70	179	431	1894
Mellanskarv	672	42	5464	547	1628	440	132	8925
Storskrake	445	195	1938	683	205	509	773	4748
Vigg	365	466	10274	1457	597	383	4122	17664
Totalt	4736	2281	20747	4465	3592	2651	8166	46638



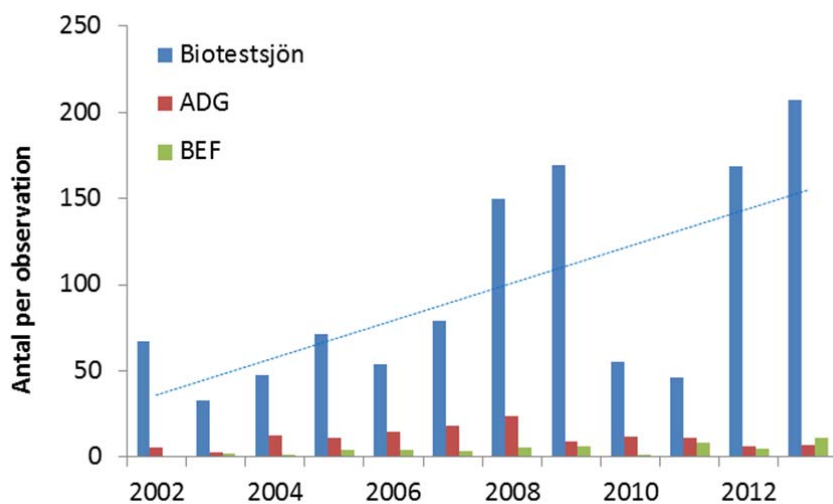
Figur 4.3a. Antal fåglar per observation och km<sup>2</sup> för prioriterade arterna gräsand, häger, knipa, knölsvan, mellanskarv, storskrake och vigg.

Den mest förekommande arten i Biotestsjön var vigg, som svarade för hälften av alla observationer, främst under vinterhalvåret (figur 4.3b). Under 2013 var tätheterna av mellanskarv hög i Biotestsjön (figur 4.3b). Mellanskarven har de senaste åren ökat i anläggningen och 2013 var det första året som arten valde Biotestsjön som häckningsplats (figur 4.3c)<sup>13</sup>.

<sup>13</sup> Linjär regression 2002-2013,  $R^2=0,42$ ,  $p<0,05$



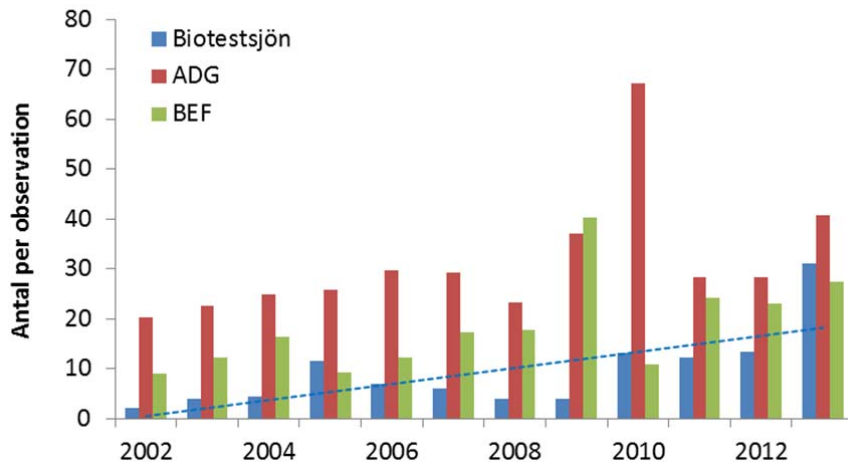
Figur 4.3b. Relativ artfördelning vid fågelobservationer i Biotestsjön 2013.



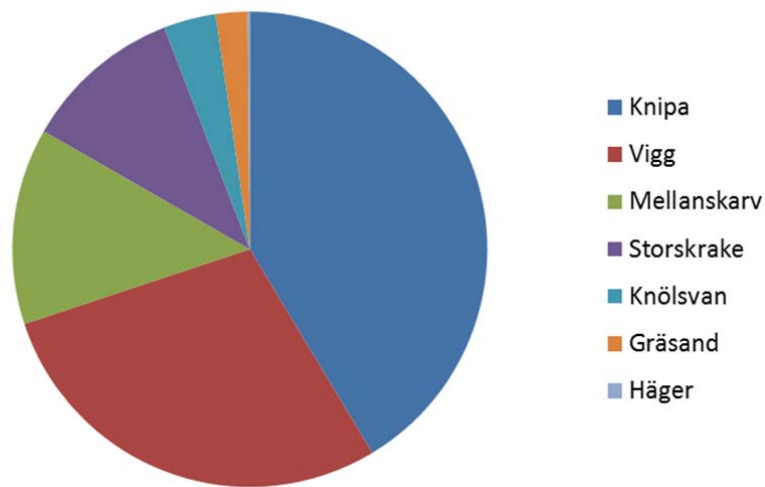
Figur 4.3c. Observationer av mellanskarv i de olika delområdena. Streckad linje anger linjär trend över tid.

Knipan, som haft en positiv utveckling i Biotestsjön sedan fågelstudierna inleddes, visade på rekordhöga tätheter under 2013<sup>14</sup> (figur 4.3d). I övriga delområden utanför Biotestsjön var knipa och vigg vanligast (figur 4.3e).

<sup>14</sup> Linjär regression 2002-2013,  $R^2=0,52$ ,  $p<0,01$



Figur 4.3d. Observationer av Knipa i de olika delområdena.

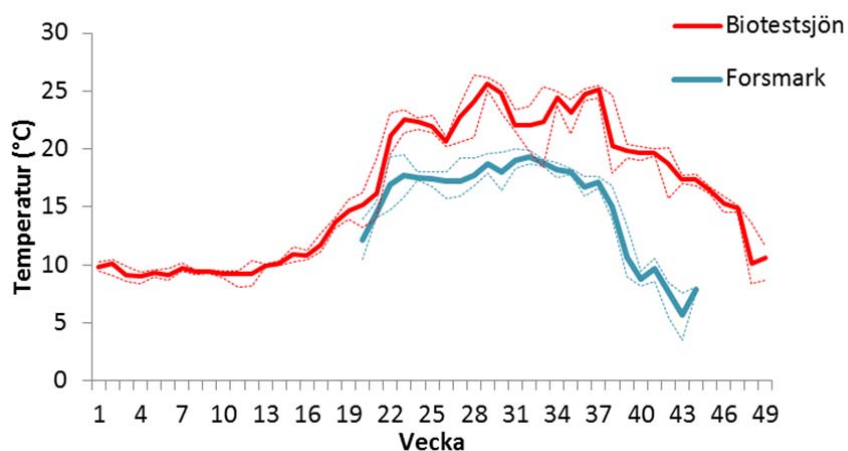


Figur 4.3e. Relativ artfördelning vid fågelobservationer i områdena utanför Biotestsjön år 2013.

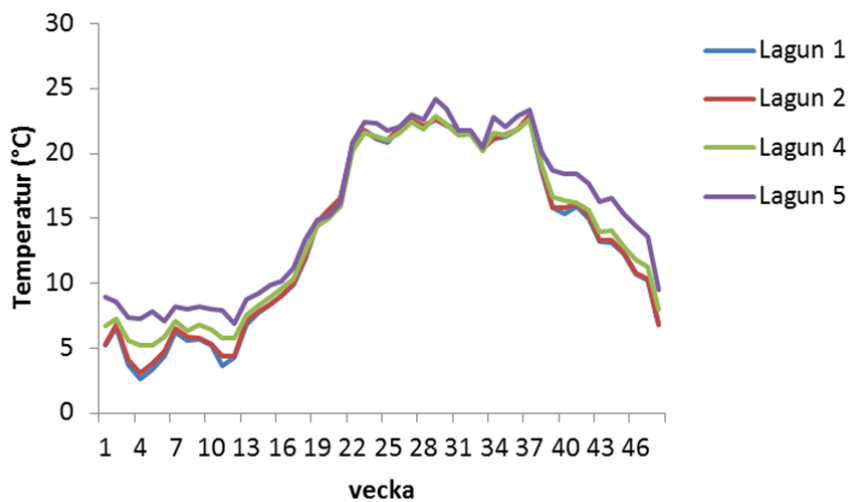
#### 4.4 Temperaturövervakning

Temperaturen i Biotestsjön har under 2013 varierat från cirka 8°C i mars månad till drygt 26°C i mitten av juli (figur 4.4a). Under året har temperaturer över 25°C

förekommit under 23 dygn i Biotestsjöns centrala delar. I området Lagunen i Biotestsjön visar temperaturmätningarna att de innersta delarna haft lägre temperatur under stora delar av året (figur 3.1.2 och 4.4b). Under perioden maj till september var skillnaden inte så stor mellan stationerna (figur 4.4b). I Forsmarks innerskärgård uppmättes den högsta temperaturen, 20°C, i början av augusti (figur 4.4a).



Figur 4.4a. Medeltemperaturer per vecka i Biotestsjön och Forsmark under år 2013. Streckade linjer anger lägsta respektive högsta temperaturen under provtagningsperioden.



Figur 4.4b. Vattentemperaturer i området Lagunen i Biotestsjön under år 2013.

## 5 Diskussion

Fiskundersökningarna i silstationerna under våren 2013 visade återigen att storspigg utgör den klart största andelen av de totala fiskförlusterna. Dessa resultat ger en tydlig bild på artens utveckling under 2000-talet i Bottenhavet och att beståndet av storspigg har vuxit sig stort i området (Eriksson 2009). Medelvikt och längdfördelning visar att förlusterna främst består av vuxna individer, vilka har sökt sig från utsjön in mot kusten för reproduktion. Yngelundersökningarna under 2013 visade även att rekryteringen av storspigg var lyckad i Forsmark och mängden årsyngel var den största som observerats.

Ett negativt samband mellan förekomsten av årsyngel av abborre och beståndsstorlek hos storspigg har kunnat påvisats i andra studier (Ljunggren 2005; Eriksson 2009). Under 2013 pekar dock resultaten inom kontrollprogrammet på att rekryteringen av abborre har normal, trots höga tätheter av storspigg i Forsmarksområdet. Under nätprovfisket i Forsmark var fångsterna av årsyngel av abborre det största någonsin och i silstationerna var förlusterna av små abborrar under hösten större än på många år. Dessutom visade yngelundersökningarna att tätheterna av årsyngel var höga i de innersta delarna av fjärdarna. Gynnsamma temperaturförhållanden under 2013 är sannolikt en bidragande orsak till den lyckade abborrekryteringen.

Under höstens provtagningar i silstationen kunde man även se att mängden strömming var större än på många år. Till största delen utgjordes förlusterna av årsyngel, vilket indikerar en lyckad rekrytering av strömming i Forsmarksområdet.

Mängden ål i silstationen var lägre än på många år och i nivåer som på 1990-talet. De senaste åren, då förlusterna av ål har minskat, kan möjligen vara en inledning till en minskande trend för förlusterna av ål i silstationerna. Sedan studierna inleddes 1986 har förekomsten av ål i rensmassorna ökat, samtidigt som även medelvikterna har ökat. Dessa resultat har kopplats ihop med massiva utsättningarna av ålyngel i Biotestsjön 1989 och att dessa ålar har spridit sig i Forsmarksområdet och slutligen fastnat i silstationen (Svedäng 1996; Adill 2012).

De höga medelvikterna hos ålen de senaste åren indikerar att huvuddelen av fångsterna består av köns mogen ål, blankål, som är på vandring mot lekplatserna i Sargassohavet. Eftersom ålarna från utsättningarna har uppnått en ålder av 25 år borde de flesta individer ha nått storlek och ålder för köns mognad (Muus 1997). Därför torde det vara rimligt att majoriteten av de utplanterade ålarna från 1989 nu försvunnit från Forsmarksområdet och därmed borde förlusterna i silstationen minska. Detta resonemang styrks av att provfiskena i Biotestsjön visat minskade fångster i ryssjefisket och även störningarna i nätfiskena, av så kallade ålbulor, har minskat under de senaste åren.

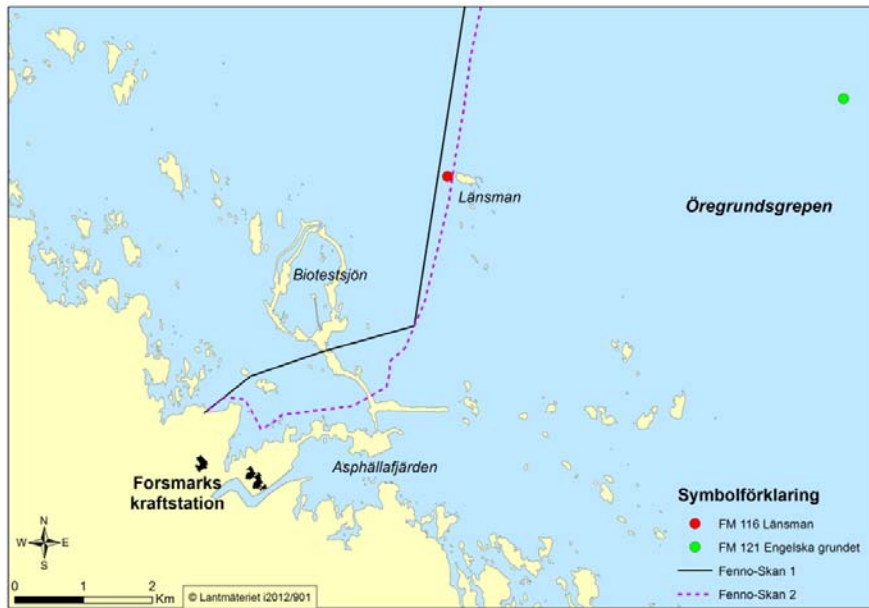
Fiskundersökningarna i Biotestsjön under våren 2013 visade återigen på att det sker en stor invandring av fisk till Biotestsjön. Anlockningen sker främst av varmvattenarterna mört och abborre som söker sig till anläggningens varma vatten under lektiden. De största fångsterna av mört sker i april månad och abborre fångas mest i maj, vilket sammanfaller med de naturliga lekperioderna utanför Biotestsjön. Resultaten understryker Biotestsjöns betydelse som lekområde för varmvattenarter efter att gallren avlägsnades i utloppet av anläggningen. Låga tätheter av främst abborryngel under senare år leder dock till att resultatet av leken i Biotestsjön kan ifrågasättas. Dålig äggkvalitet och en hög dödlighet hos tidiga livsstadiet har observerats hos abborre i kylvattenrecipienten vid Oskarshamnsverket (Sandström 1997).

Under höstens provfiske fångades en stor mängd abborre i nätprovfiskena och enligt åldersanalyserna var de flesta av individerna unga, från årsyngel upp till tre år gamla. Tillväxtanalyser av abborren avslöjade mycket snabb tillväxthastighet under 2013 och att vissa årsyngel av abborre var uppemot 18 cm långa. Detta visar att förhållandena i Biotestsjön för årsrekryter måste varit nära det optimala för hög tillväxt. I nätprovfisket fångades även många gäddor och samtliga individer visade sig vara årsrekryter. Under de senaste åren har förekomsten av gädda varit väldigt liten i Biotestsjön och möjligen kan årets starka årskull vända trenden för gäddbeståndet i anläggningen och leda till ökande tätheter. Gäddorna var ovanligt stora för att vara årsyngel och mätte uppemot 40 cm, vilket tyder på gynnsamma förhållanden i Biotestsjön för tillväxt hos varmvattenarter.

Den medeldjupa bottenfaunastationen i Forsmark, FM 119, är belägen väster om ön Länsman på 16 m djup och berörs tidvis av kylvattenplymen. Resultaten från bottenfaunaprovtagningarna har de senaste två åren visat på en drastisk minskning av biomassan och ett kollapsat bottenfaunasamhälle. Inget tyder på att det skulle råda någon syrebrist på platsen eller att de låga förekomsterna av bottenfauna skulle ha någon ekologisk förklaring, utan snarare på att det skett en mekanisk påverkan på botten i området. En koppling till utläggningen av sjökabeln Fenno-Skan 2 kan inte uteslutas. Kabeldragningen skedde under våren

2011 på uppdrag av Svenska Kraftnät och Fingrid mellan Dannebo vid Forsmark i Uppland och Rauma i Finland.

Enligt Svenska Kraftnäts miljökonsekvensbeskrivning (2006) är kabeln förlagd parallellt med befintlig kabel, vilket berör provtagningsområdet för bottenfaunastationen vid Länsman (FM119, figur 5).



Figur 5. Karta över bottenfaunastationerna FM119 och FM121 samt sjökablarna Fenno-Skan 1 och 2.

Vid grävning i bottensediment förstörs bottensamhällena. Hela 95 % av bottenorganismerna finns i de översta fem centimetrarna (Naturvårdsverket 2003). Bottensamhällena förväntas emellertid återhämta sig efter ca 2-5 år.

Vanligen består botten vid Länsman av finkornig sand, men vid årets provtagning var sanden mera grovkornig än vid föregående provtagningar, vilket också påvisar att en omfördelning av sedimenten kan ha skett i samband med åtgärderna på havsbotten.

Vid årets provtagning vid Länsman FM119 fanns betydligt fler och större östersjömusslor än de två föregående åren, då små juvenila östersjömusslor dominerade. Då det inte är realistiskt att tro att de skulle kunna växa så mycket under ett år är det troligt att de invandrat från omgivande opåverkade bottnar.

Vid fågelinventeringarna i Forsmarksområdet var tätheterna av fågel störst i Biotestsjön, vilket visar på anläggningens stora betydelse för sjöfågel. Den isfria

miljön i Biotestsjön och i intags- och utsläppsområdet under vinterhalvåret skapar goda förhållanden för fåglarna att rasta i skydd och möjlighet till födosök. Under 2013 förekom även häckning av mellanskarv i Biotestsjön, för första gången sedan anläggningen färdigställdes. På häckningsplatsen observerades cirka åttio bon med ägg. När häckningsperioden var över visade det sig att fortplantningen blev misslyckad och att inga ungar föddes. Främsta anledningen till detta var troligtvis de frekventa störningarna från havsörnarna i området.

Under 2013 förekom relativt stora tätheter av knipa i Biotestsjön jämfört med tillståndet i inledningen av fågelstudierna. Undersökningarna av bottenfauna har visat att östersjömussla, en av knipans viktigaste födoresurser, försvann från Biotestsjön i samband med att kylvatten började strömma igenom anläggningen. Frånvaron av östersjömusslor har kopplats samman med att knipor inte har uppehållit sig i Biotestsjön, eftersom det saknats födounderland. Under de senaste åren har dock knipa blivit vanligare inne i Biotestsjön och detta kan indikera på att det numera finns lämplig föda i anläggningen, och då möjligen den nyligen invandrade musslan *Mytilopsis leucophaeata*. *M. leucophaeata* observerades för första gången 2011 i Forsmark och är en främmande art i svenska vatten (Florin m.fl. 2013).



## Referenser

- Adill, A., Mo, K., Sevastik, S., Olsson, J., Bergström, L. (2013). Biologisk recipientkontroll vid Forsmarks kärnkraftverk - Sammanfattande resultat av undersökningar fram till år 2012. Aqua reports 2013:19. Sveriges lantbruksuniversitet, Öregrund. 69 s.
- Adill, A., Landfors, F., Mo, K. & A. Sevastik, 2012. Biologisk recipientkontroll vid Forsmarks kärnkraftverk. Årsrapport för 2011. Aqua reports 2012:7. Sveriges lantbruksuniversitet, Öregrund. 43 s.
- Bryhn, A. C., Bergenius, M. A. J., Dimberg, P. H. och Adill, A., 2014. Biomass and number of fish impinged at a nuclear power plant by the Baltic Sea. Environmental Monitoring and Assessment, 185: 10073-84.
- Ehlin, U., Lindahl S., Neuman E., Sandström O. & J. Svensson, 2009. Miljöeffekter av stora kylvattenutsläpp. Erfarenheter från de svenska kärnkraftverken. Elforsk rapport 09:79.
- Eriksson, B.K., Ljunggren, L., Sandström, A., Johansson, G., Mattila, J., Rubach, A., Råberg, S. Snickars, M., 2009. Declines in predatory fish promote bloom-forming macroalgae. Ecol. Appl. 19 (8), 1975–1988.
- Karås, P., A. Adill, M. Boström, K. Mo & A. Sevastik, 2010. Biologiska undersökningar vid Forsmarks kraftverk år 2000–2007. Fiskeriverket informerar, FINFO 2010:2.
- Florin, A-B., K. Mo, F. Svensson, E. Schagerström, L. Kautsky & Lena Bergström. 2013. First records of Conrad's false mussel, *Mytilopsis leucophaeata* (Conrad, 1831) in the southern Bothnian Sea, Sweden, near a nuclear power plant. BioInvasions Records (2013) Volume 2, Issue 4: 303–309
- Ljunggren, L., A. Sandström, G. Johansson, G. Sundblad & P. Karås, 2005. Rekryteringsproblem hos Östersjöns kustfiskbestånd. Finfo 2005:5.
- Mo, K., P. Karås, Neuman, E., Sandström, O. & H. Svedäng, 1996. Biologiska undersökningar vid Forsmarks kraftverk 1980–1995. Fiskeriverket, Kustrapport 1996:6
- Muus, B., J. Nielsen, 1997. Havsfisk och fiske i nordvästeuropa. Prisma. ISBN 91-518-3505-3. 337s.
- Naturvårdsverket. (1978). Biologiska inventeringsnormer, BIN, Fåglar. Punkt-linjekartering. Naturvårdsverket 2003. Efterbehandling av förorenade sediment – en vägledning. Rapport 5254.
- Neuman, E. 1974. Temperaturens inverkan på abborrens (*Perca fluviatilis* L.) tillväxt och årsklasstorlek i några östersjöskärgårdar. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm.
- Sandström, O. 1985. Recipient monitoring at Forsmark nuclear power station. Report summary 1984. SNV Report 1915, 26 pp.
- Sandström, O. & B. Svensson, 1990. Kylvattnets biologiska effekter, Forskning i Biotestsjön, Forsmark, 1984-1988.
- Sandström, O. 1990. Vattenmiljön vid Forsmarks kraftstation. Naturvårdsverket, Rapport 3867. 42s.

- Sandström, O., K. Mo, P. Karås, K. Saulamo & A. Sevastik, 2002. Biologiska undersökningar vid Forsmarks kraftverk 1995–2000. Fiskeriverket informerar, FINFO 2002:3.
- Sandström, O., I. Abrahamsson, J. Andersson, M. Vetemaa. 1997. Temperature effects on spawning and egg development in Eurasian perch. *Jour. Fish. Biol.* **51:5** p.1015-1024.
- Svedäng, H., E. Neuman och H. Wickström. (1996). Maturation patterns in female European eel; age and size at the silver eel stage. *Jour. Fish. Biol.* **48**: 342–351.
- Svenska Kraftnät december 2006. Utbyggnad av Fenno-Skan, sjö- och markkabel Dannebo – svenska territorialgränsen. Miljökonsekvensbeskrivning.
- Svärdson, G. 1961. Ingen effekt av sikodlingen i Kalmarsund. *Svensk Fiskeri Tidskrift.* 70:23–26.
- Söderberg, K. 2009. Provfiske i Östersjöns kustområden – Djupstratifierat provfiske med Nordiska kustöversiktsnät. Naturvårdsverket rapport.  
<https://www.havochvatten.se/4.77581c8213364cf66b38000109846.html>
- Thoresson, G. 1992. Handbok för kustundersökningar, Recipientkontroll.  
<http://www.slu.se/Documents/externwebben/akvatiska-resurser/publikationer/FIV/KLAB/PM029-%20handbok%20recip.pdf>
- Thoresson, G. 1996. Guidelines for coastal fish monitoring.  
<http://www.slu.se/Documents/externwebben/akvatiska-resurser/publikationer/FIV/KLAB/PM087-eng%20hand%201996-2.pdf>
- Thulin, J., J. Höglund & E. Lindesjö. 1989. Fisksjukdomar i Kustvatten. Naturvårdsverket Informerar. 126 s.



