



Aqua notes 2025:12

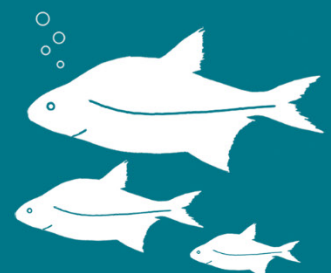
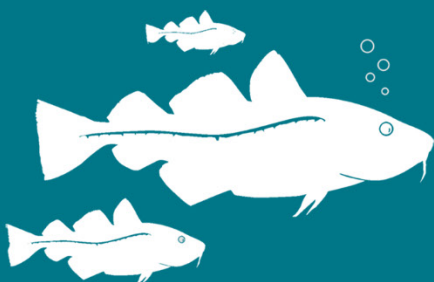
Biologisk recipientkontroll vid Forsmarks kärnkraftverk

– Årsrapport för 2024

Carolina Åkerlund, Per B. Holliland, Stefan M. Eiler, Isa Wallin Kihlberg,

Anders Adill

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för akvatiska resurser



Biologisk recipientkontroll vid Forsmarks kärnkraftverk – Årsrapport för 2024

Carolina Åkerlund, <https://orcid.org/0009-0009-7544-446X>,
Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser

Per B. Holliland, <https://orcid.org/0000-0002-9899-7886>,
Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser

Stefan M. Eiler, <https://orcid.org/0009-0005-9914-5369>,
Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser

Isa Wallin Kihlberg, <https://orcid.org/0000-0002-4083-9981>,
Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser

Anders Adill, <https://orcid.org/0009-0000-6717-5233>,
Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser

Rapportens innehåll har granskats av:

Anna Lingman, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser

Emma Svahn, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser

Finansiär: Forsmarks Kraftgrupp AB, (SLU-ID: SLU.aqua.2020.5.2-370)

Rapporten har tagits fram på uppdrag av Forsmarks Kraftgrupp AB. Rapportförfattarna ansvarar för innehållet och slutsatserna i rapporten. Rapportens innehåll innebär inte något ställningstagande från uppdragsgivarens sida.

Rekommenderad citering:	Åkerlund C, Holliland PB, Eiler SM, Wallin Kihlberg I, Adill, A (2025). Biologisk recipientkontroll vid Forsmarks kärnkraftverk – Årsrapport för 2024. Aqua notes 2025:12. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. https://doi.org/10.54612/a.7votr87gcp
Publikationsansvarig:	Sara Bergek, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser
Redaktör:	Stefan Larsson, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser
Utgivare:	Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser
Utgivningsår:	2025
Utgivningsort:	Uppsala
Illustration framsida:	Torsk (t.v.): Fredrik Saarkoppel; Braxen (t.h.): SLU
Upphovsrätt:	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Serietitel:	Aqua notes
Delnummer i serien:	2025:12
ISBN (elektronisk version):	978-91-8046-555-7
DOI:	https://doi.org/10.54612/a.7votr87gcp
Nyckelord:	Kärnkraft, kylvatten, recipientkontroll, provfiske, bottenfauna.

Sammanfattning

Forsmarks kärnkraftverk är Sveriges största elproducent. På grund av intag och utsläpp av kylvatten från havet som kyler processen i verket sker en påverkan på den omgivande kustvattenmiljön. Denna påverkan övervakas och analyseras i det pågående biologiska recipientkontrollprogrammet. Den här årsrapporten presenterar resultat i undersökningarna inom kontrollprogrammet för 2024 med fokus på samhällena av fisk, bentisk fauna (bottenlevande djur) och sjöfågel.

Under 2024 producerade Forsmarks kärnkraftverk 21,8 terawattimmar (TWh) el i sina anläggningar, vilket var det lägsta sedan år 2015. Produktionen står dock fortfarande för en sjättedel av Sveriges förbrukning och medför en hög omsättning på kylvatten. Utsläppsområdet för kraftverkets kylvatten, Biotestsjön, hade vattentemperaturer över 25 °C i 17 dagar under sommarperioden – samtliga i augusti. I utsläppsområdet för F3 uppmättes temperaturer över 30 °C bara en gång under 2024, och den högsta uppmätta temperaturen var 30,2 °C.

Förlusterna av fisk i silstationerna vid kylvattenintaget utgjordes likt tidigare år främst av småväxta fiskarter och årsyngel. Totalt fastnade cirka 19 miljoner individer i silstationerna under provtagningsperioderna under 2024, vilket är de lägsta förlusterna det senaste decenniet och 30 miljoner färre individer än 2023. Det mindre antalet beror förmodligen på låga flödeshastigheter på grund av revision och reparation i kylvattenkannalen under stora delar av provtagningsperioden. Däremot var antalet yngel, särskilt av abborre, björkna, mört och löja, i större förekomst under hösten än under samma period 2023. Detta i kombination med resultat från yngelprovtagning indikerar en god rekrytering av dessa arter i Forsmarks skärgård under 2024. Likt föregående år var storspigg den dominerande arten i silstationsprovtagningarna och utgjorde cirka 70 procent av förlusterna under året. Resultatet för storspigg speglar sannolikt artens stora förekomst i omgivande kust- och havsområden. Antalet ålar som fastnade i silstationerna var färre 2024 än under 2023 och sett till hela tidsserien var antalet ålar som fastnade i silstationen väldigt låg. Förlusterna var störst under hösten och bestod främst av köns mogna blankålar på väg mot lekområdena, medan vårens förluster främst utgjordes av små gulålar. Det skulle kunna indikera på rekrytering till Forsmarksområdet. Totalt kunde 11 ålar tas omhand och återutsättas levande i havet drygt tre mil söder om Forsmark för att förhindra att ålarna åter fångas i silstationerna. Arbete med kameraövervakning och AI-baserad igenkänning av ål har påbörjats.

Undersökningarna i Biotestsjön under våren visade att tätheterna av fisk fortsatt är extremt höga. De arter som förekommer i störst omfattning var likt föregående år mört, abborre och björkna. Fångsterna av mört under vårperioden var de i särklass största sedan fiskundersökningarna inleddes i Biotestsjön på 1980-talet. Fångsten av abborre var mindre än föregående år men fortfarande stora om man ser till hela tidsperioden. Likt tidigare fanns tydliga tecken på att stora mängder fisk lockas till Biotestsjöns varma vatten för lek. Förutom stora mängder lekmogen mört och abborre förekom även förhållandevis höga tätheter av björkna under våren. För ålen är däremot utvecklingen den motsatta och förekomsten är låg i jämförelse med tidigare år. För varmvattenarter som mört och abborre visade resultaten att förhållandena i Biotestsjön var goda under 2024, då både tillväxt och kondition låg på genomsnittliga nivåer. Även rekryteringsförhållandena var gynnsamma under 2024, med högre tätheter av årsyngel än 2023 både i Biotestsjön och i Forsmarks skärgård. Särskilt anmärkningsvärt var den relativt höga förekomsten av årsyngel av abborre, då arten har haft låga förekomster i hela området de senaste åren. Under hösten 2024 noterades ett fåtal äldre individer av abborre vid provfiskena i Biotestsjön. Under 2024 fiskades endast tre av fem stationer under vår och vinter eftersom vattennivån var för låg vid två av stationerna. Från och med 2025 kommer dessa två stationer att plockas bort permanent då borttagningen av piren kommer att ha gjort stationerna för grunda för att kunna fiskas.

I Forsmarks skärgård visade undersökningarna att tätheterna av fisk var fortsatt förhållandevis höga sett till fångsterna de senaste åren. Abborre och mört var fortsatt de vanligast förekommande arterna. Under 2024 fångades åter färre strömmingar efter två år med rekordnoteringar.

Under 2024 års undersökningar av mjukbottenfauna registrerades 21 arter/artgrupper i Forsmark och 19 i referensområdet Finbofjärden. Individtätheten var lik föregående år utom på Forsmarks djupa botten, där den hade fördubblats. Nästan hela ökningen förklarades av nyckelarten vitmärsla.

Alla hårbottenstationer uppvisade ett större artantal än föregående år medan individtätheten var på liknande nivåer som under 2023 på samtliga stationer förutom i Biotestsjön. Där var förekomsten betydligt högre än de senaste åren. Tångmärlor utgjorde den vanligaste artgruppen i Biotestsjön och förekom på liknande höga nivåer som 2019 och 2021. Även bukig tusensnäckla var vanligare i Biotestsjön jämfört med 2023. Ingen av de främmande arter som regelbundet hittas i undersökningarna på hårbotten verkar dominera för tillfället, vilket demonstreras av låga tätheter av bland annat trekantig brackvattensmussla och röd pungräka.

Efter att antalet sjöfåglar succesivt ökat de senaste tre åren så minskade antalet observationer igen under 2024. Asphällafjärden och Biotestsjön var delområdena med de högsta antalet observationer. Däremot var antalet observerade individer per ytenhet i Biotestsjön mycket högre än i Asphällafjärden. Istäckning samt olika byggnationer och arbeten i de övervakade områdena tros ha påverkat både förekomsten av fågel och möjligheten att övervaka lika omfattande som tidigare år. Vigg var den vanligaste arten i undersökningsområdet följd av knipa och mellanskarv. Det fanns skillnader gällande vilka funktionella grupper som nyttjade de olika områdena.

Summary

Forsmark nuclear power plant is Sweden's largest electricity producer. Due to the intake and discharge of seawater as a coolant, there is an impact on the surrounding coastal environment. This impact is monitored and analysed by the ongoing biological recipient control program. This annual report presents results from the surveys within the control program for 2024 with a focus on the communities of fish, benthic fauna, and waterbirds.

In 2024, Forsmark nuclear power plant produced 21.8 terawatt hours (TWh) of electricity, which was the lowest production since 2015. However, the nuclear power plant still produces a sixth of Sweden's total electrical energy consumption and the intake and discharge volume of coolant water was continuously high during 2024. During summer, water temperatures in the local recipient, the Biotest basin, exceeded 25 °C for a total of 17 days. In the discharge canal for F3 only one day during summer was recorded as having water temperatures over 30 °C with a maximum temperature of 30.2 °C.

Fish losses at the screening stations near the cooling water intake mainly consisted of small fish species and young-of-the-year fish, as in previous years. A total of approximately 19 million individuals were caught in the screening stations during the sampling periods in 2024, which is the lowest loss in the past decade—30 million fewer than in 2023. The lower number is likely due to the low flow rates caused by maintenance and repairs in the cooling water canal for much of the sampling period. However, the number of young-of-the-year, particularly perch, white bream, roach, and bleak, was higher in the autumn of 2024 compared to 2023, a year that also saw abundant young-of-the-year. This, along with the results from young-of-the-year sampling, indicates successful recruitment of these species in the Forsmark archipelago during 2024. As in previous years, three-spined stickleback was the dominant species in the samples, accounting for approximately 70 percent of the losses during the year. The high numbers of stickleback likely reflect the species' significant presence in the surrounding coastal and marine areas. The number of eels caught in the screening stations was lower in 2024 when compared to 2023, which had recorded the highest

number since 2018. Losses were greatest in the autumn and consisted mainly of sexually mature silver eels migrating toward their spawning areas in the Sargasso Sea. Whilst in spring losses primarily consisted of small yellow eels, which may indicate recruitment of eels to the Forsmark area. In total, 11 eels were rescued and released into the sea approximately 30 kilometres south of Forsmark to prevent them from being recaptured in the screening stations. Tests with camera surveillance and AI-based eel recognition were conducted under the year.

The surveys in the Biotest basin during spring show that fish densities continue to be extremely high. The most common species, similar to previous years, were roach, perch, and white bream. The catch of roach during the spring period was by far the largest since fish surveys began in the Biotest basin in the 1980s. The catch of perch was smaller than in the previous year, but still large as seen over the entire survey period. As observed in previous years fish congregate in the Biotest basin to spawn, likely attracted by the warmer water. Apart from high densities of spawning roach and perch, high densities of silver bream were also observed. Eels, however, continue to have a low occurrence when compared to previous years. Unlike the gillnet surveys in the Forsmark archipelago, no cold-water species, such as herring, smelt, whitefish, and fourhorn sculpin, were found during the surveys in Biotest basin. For warm-water species like roach and perch, the results indicated that conditions in Biotest basin were good in 2024, as both growth and condition were at average levels.

Recruitment conditions were favourable during 2024. With higher densities of young-of-the-year fish than 2023 in both the Biotest basin and Forsmark archipelago. Particularly noteworthy was the relatively high occurrence of young-of-the-year perch, as perch have had low occurrences in recent years. During the autumn test fishing in Biotest basin, few older perch were observed; with only one of the age analysed perch being four years old. In 2024, only three of the five stations were fished during spring and winter, as water levels were too low at two of the stations. From 2025 onwards, these two stations will be permanently removed, as the removal of the pier will make them too shallow for fishing. In the Forsmark archipelago, the surveys showed that fish densities remained relatively high compared to catches in recent years. Perch and roach continue to be the most common species. In 2024, fewer herring were caught after two years of record numbers. During the 2024 soft-bottom fauna surveys, 21 species/genus were recorded in Forsmark and 19 in the reference area Finbofjärden. The densities of benthic fauna was similar to the previous year, except in Forsmark's deep-bottom locales, where benthic fauna densities had doubled. This change is nearly entirely explained by the increase in the keystone species amphipod *Monoporeia affinis*. All hard-bottom locales had a greater number of species than in the previous year, while densities remained similar, except in the Biotest basin, where it was much higher in this year's sampling. Amphipods of the genus *Gammarus* were the most common species group in Biotest basin and were found at densities similar to those in 2019 and 2021. The spire snail was more common in the Biotest basin than in 2023. None of the invasive species regularly found in the hard-bottom survey were predominant, as indicated by the low densities of, among others, Conrad's false mussel and the bloody red mysid shrimp.

Over the past three years, waterbird observations steadily increased, however, fewer waterbirds were counted in the inventory area under 2024. Asphällafjärden and the Biotest basin remained key subareas, with similar observation counts. However, the density of individuals per unit area was much higher in Biotest basin.

During part of the winter, Asphällafjärden was ice-covered, which lead to an increased presence of benthic feeders in cooling water discharge areas A and D. Construction work by Asphällafjärden likely affected bird numbers in this subarea during early 2024. Additionally, the removal of the pier at the outlet in September likely contributed to fewer observations, as parts of the inventory area were inaccessible for counting, including parts of Biotest basin.

Tufted duck was the most common species, followed by goldeneye and great cormorant. Functional group distributions varied between areas: fish- and plant-eating species were consistently present in Biotestsjön, peaking during the breeding season and winter. Benthic feeders were most common in Asphällarfjärden in winter but, unlike previous years, preferred Biotestsjön during the breeding season.

Innehållsförteckning

1. Inledning	8
2. Kraftverkets drift och temperaturpåverkan	11
3. Kontrollprogram och metodik	13
3.1. Dödlighet i silstationen	13
3.2. Provfisken	14
3.2.1. Provfisken med kustöversiktsnät	14
3.2.2. Provfisken med ryssjor	14
3.2.3. Provfiske med Nordiskt kustöversiktsnät	14
3.2.4. Provfiske med detonationsteknik	15
3.3. Kontroll av kondition och gonadskador	15
3.4. Kontroll av fiskens ålder och tillväxt	15
3.5. Kontroll av sjukdomar, skador och parasitering hos fisk	16
3.6. Bottenfauna	16
3.6.1. Mjukbottenfauna	16
3.6.2. Hårdbottenfauna	17
3.7. Fågelinventeringar	18
3.8. Insamling av omgivningsdata	19
4. Resultat	20
4.1. Dödlighet i silstationen	20
4.2. Fiskundersökningar i recipient och referens	24
4.2.1. Provfisken med kustöversiktsnät	24
4.2.2. Provfiske med ryssjor	27
4.2.3. Provfisken med Nordiskt kustöversiktsnät	29
4.2.4. Provfiske med detonationsteknik	33
4.3. Kontroll av kondition och gonadskador hos fisk	34
4.4. Kontroll av fiskens ålder och tillväxt	37
4.5. Kontroll av sjukdomar, skador och parasitering hos fisk	39
4.6. Bottenfauna	40
4.6.1. Mjukbottenfauna	40
4.6.2. Hårdbottenfauna	42
4.7. Fågelinventeringar	46
5. Diskussion	50
6. Slutsats	57
Referenser	58

1. Inledning

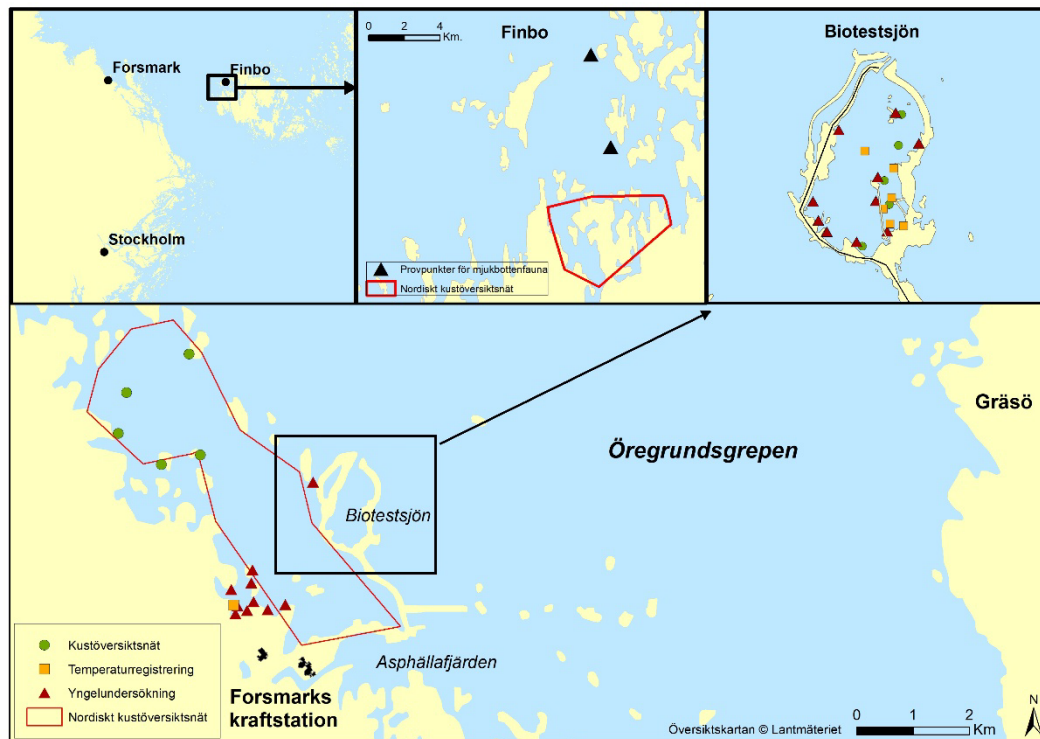
Svenska kärnkraftverk påverkar kustvattenmiljön främst genom användningen av kylvatten. Denna rapport redovisar resultat från den biologiska kontrollverksamheten i vattenrecipienten utanför Forsmarks kraftstation under 2024 för samhällen av fisk, mjuk- och hårbottenfauna samt sjöfågel. Undersökningarna 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) (figur 1 och 2). Resultaten av undersökningarna jämförs med referensområdet vid Finbofjärden på nordvästra Åland och presenteras i årliga rapporter (Adill m.fl. 2024). Fördjupade utvärderingar av kärnkraftverkets effekter på den omgivande vattenmiljön görs ungefär vart femte år (Sandström, 1985; Sandström, 1990; Mo m.fl., 1996; Sandström m.fl., 2002; Karås m.fl., 2010; Adill m.fl., 2013; Adill m.fl., 2018), och kan leda till förändringar i kontrollprogrammet för kärnkraftverket. För genomförande av det biologiska kontrollprogrammet ansvarar Kustlaboratoriet vid Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU Aqua).



Figur 1. Biotestsjön sett från sydost. Inloppet av kylvatten från F1 och F2 till Biotestsjön syns till vänster (söder om Biotestsjön), och inloppet från F3 lite högre upp (väster om Biotestsjön). Det gemensamma utloppet till Öregrundsgrepen från de tre reaktorerna syns längst upp till höger i bilden (norr om Biotestsjön).

Forsmarks kärnkraftverk drivs av Forsmarks Kraftgrupp AB (FKA) och är beläget vid kusten i nordöstra Uppland (figur 2). Anläggningen har tre kokvattenreaktorer, varav den första togs i drift 1980 (F1) och de andra två 1981 (F2) och 1985 (F3). För kylning av processen i kondensatorerna kräver driften av kraftverkets tre reaktorer drygt 150 kubikmeter vatten per sekund. Kylvattnet tas in till kraftverket från Öregrundsgrepen (mellan fastlandet och Gräsö) via en kanal från Asphällafjärden (figur 2). Brackvattnet innehåller levande organismer i form av bland annat djurplankton och fisk. De största organismerna, fiskarna, avskiljs från vattnet med stora bandsilar (maskvidd 2,5 mm) vid intaget till kraftverket och samlas upp i containrar och transporteras för destruktions. Mindre organismer, till exempel djurplankton och fisklarver, kan passera genom silarna men dör antagligen i hög grad i kylvattenomloppet på grund av snabba förändringar i tryck och temperatur (Ehlin m.fl., 2009). Kylvattnet som tas in i kärnkraftverket värms upp med cirka 11 °C innan det pumpas ut till Biotestsjön (reaktor F1 och F2) eller till en kanal i anslutning till Biotestsjön (reaktor F3) (figur 1 och 2). Biotestsjön är ett cirka 90 hektar invallat område och mottagare av kylvatten. Kylvattnet pumpas in i Biotestsjöns södra del och släpps ut till det omgivande havsområdet Öregrundsgrepen genom utloppet i sjöns norra del (figur 1). Vattentemperaturen i Biotestsjön är, vid normal energiproduktion vid kraftverket, 7–9 °C högre än i omgivande områden. För att följa upp hur kärnkraftverket påverkar närområdet utförs kontinuerliga miljöundersökningar i ett särskilt biologiskt recipientkontrollprogram. Studier i den omgivande vattenmiljön utförs för att avgöra hur den omfattande kylvattenanvändningen vid kraftverket påverkar fisk och andra vattenlevande organismer längs kusten.

Under andra halvan av 2024 avlägsnade Forsmarks Kraftgrupp AB piren mellan kylvattensutloppen för Biotestsjön och F3 kanalen i sjöns norra del (figur 1) för att uppnå en effekthöjning i elproduktion. Borttagningen av piren mellan kylvattenutloppen innebär en lägre utflödes hastighet ut i Öregrundsgrepen och en nivåsänkning i Biotestsjön. Processen att avlägsna piren har påverkat utförandet av recipientkontrollprogrammet under 2024 och avlägsnandet av piren kommer påverka utformningen av recipientkontrollprogrammet framöver, som beskrivs i kommande rapport (Adill och Holliland, opublicerad).



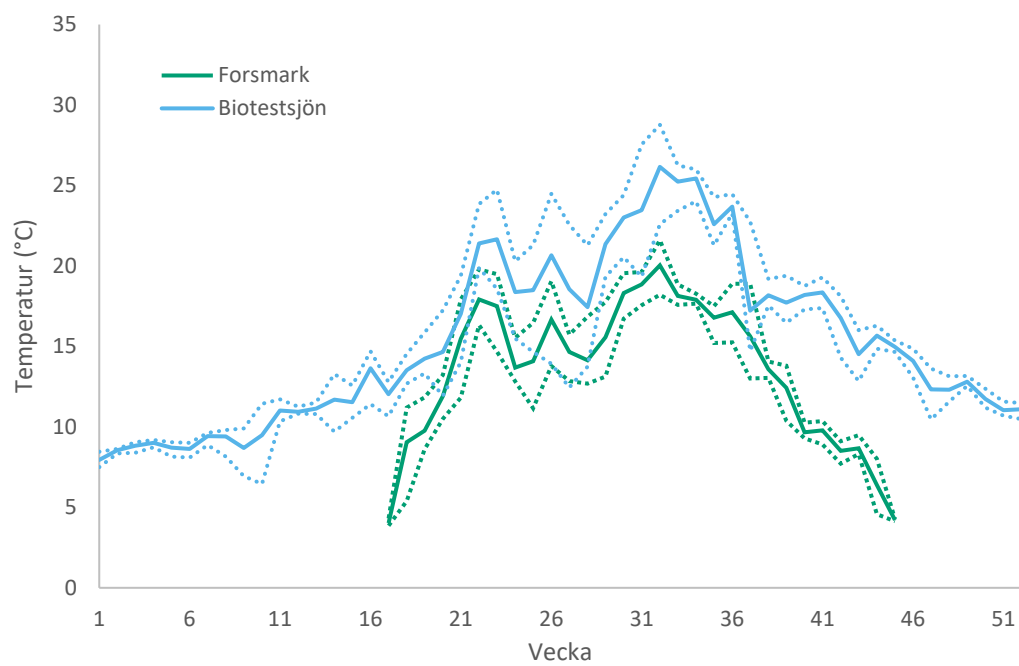
Figur 2. Översikt av undersökningsområdet i Öregrundsgrepen med provtagningspunkter för undersökningarna i Biotestsjön och i närrecipienten Forsmarks skärgård. I figuren visas dessutom referensområdet i Finbofjärden på Åland med provtagningspunkterna i området.

2. Kraftverkets drift och temperaturpåverkan

Under 2024 producerade Forsmarks kärnkraftverk 21,8 terawattimmar (TWh) el i sina anläggningar, vilket tillgodosåg nästan en sjättedel av Sveriges elbehov. Elproduktionen under året var den lägsta sedan år 2015, och produktionen kantades av oplanerade produktionsstopp och en förlängd revision av F3. Under 2024 var de tre reaktorerna avställda för revision i sammanlagt 160 dygn i olika perioder från våren till årsslutet (F1: 7 juli–27 juli, F2: 21 april–18 maj, F3: 1 september–31 december, och var avställd fram till 27 januari 2025).

De senaste åren har en rad moderniseringar och livstidsförlängande åtgärder genomförts i anläggningen, vilket bland annat resulterat i effekthöjningar i kraftverket. Åtgärderna har även medfört att kylvattenflödet till det gemensamma intaget för F1 och F2 vid full drift har ökat till drygt 100 m³/s jämfört med tidigare 88 m³/s innan moderniseringarna år 2015, och att temperaturen i kylvattenutsläppet har ökat med cirka 1 °C.

Under 2024 varierade temperaturen i Biotestsjön från knappt 7 °C under vintermånaderna, till som mest 28,8 °C i början av augusti (figur 3). Vattentemperaturen i Biotestsjön var över 25 °C under i 17 dagar under 2024, samtliga under augusti månad. Den högsta uppmätta temperaturen vid referenspunkten Ön i Forsmarks skärgård uppmättes i början av augusti och låg på 21,0 °C (figur 3). I utsläppsområdet för F3 uppmättes temperaturer över 30 °C bara under ett dygn under 2024, och vattentemperaturen låg då på 30,2 °C.



Figur 3. Vattentemperaturer centralt i Biotestsjön och Forsmarks skärgård (Ön) under 2024. Heldragen linje anger medeltemperaturen per vecka och streckade linjer anger minimum- och maxtemperatur under respektive vecka.

3. Kontrollprogram och metodik

Här beskrivs de undersökningar som ska genomföras enligt det biologiska kontrollprogrammet för Forsmarks kraftgrupp AB. Samtlig metodik beskrivs kortfattat. För mer utförliga beskrivningar av kontrollprogrammets metodik hänvisas till Handbok för kustundersökningar, recipientkontroll (Thoresson, 1992; Thoresson, 1996), samt till dokumentation för undersökningstyperna Provfiske med kustöversiktsnät, nätlänkar och ryssjor (Andersson, 2015) och Provfiske i Östersjöns kustområde – Djupstratifierat provfiske med Nordiska kustöversiktsnät (Karlsson, 2015).

3.1. Dödlighet i silstationen

Kontroll av fiskförluster genomförs i den gemensamma silstationen för de två reaktorerna F1 och F2 under veckorna 17–24 och 37–48. Undersökningarna omfattar all fisk som avskiljs i silstationen under ett dygn per vecka under provtagningsperioderna. All fisk över åtta centimeter artbestäms, räknas och vägs. För fiskar mindre än åtta centimeter tas fem stycken stickprov om en liter styck. Samtliga fiskar i stickproverna artbestäms, räknas och vägs, därefter adderas resultaten för en beräkning av förekomsten av små fiskar i hela rensmassan. Från de samlade resultaten av fiskräkningarna görs beräkningar av de totala förlusterna av fisk under hela provtagningsperioden, inklusive en uppskattning av förlusterna vid silstationen för den tredje reaktorn, F3. I samband med provtagningarna registreras vattentemperatur och vattenflöde. Längdmätning av storspigg sker vid ett tillfälle under våren och ett under hösten, tidigt under provtagningsperioden. Vid dessa mätningar plockas ett slumpmässigt prov ur de fem stickproven där minst 100 individer längdmäts med en millimeters noggrannhet. För strömming längdmäts också ett slumpmässigt prov under hösten om minst 100 individer med en millimeters noggrannhet. Sedan år 2020 samlas ål som hamnar i silstationen ihop manuellt efter provtagningen och släpps tillbaka i havet. Återsläppet sker i Hargshamn som ligger 32 km söder om kraftverket för att hindra att ålarna åter hamnar i silstationerna. Orsaken till hanteringen av ål i silstationerna är ett åläggande från Länsstyrelsen i Uppsala län och baseras på ålens status som akut hotad i Östersjön. År 2024 påbörjade FKA även arbete med kameraövervakning

och identifiering av ål i rensrännan. Målet med arbetet är att framta en AI driven igenkänning av ål och avledning innan de når renssumpen och pumparna i silstationen.

3.2. Provfisken

3.2.1. Provfisken med kustöversiktsnät

Biotestsjön

Provfiske med kustöversiktsnät görs på fem stationer under en natt en gång i månaden under perioden 15 mars–15 juni (fyra fisken) samt vid två tillfällen under perioden 20 oktober–20 december (en gång i oktober och en gång i december). Under 2024 var vattennivåerna låga under våren och vintern, och endast tre av fem stationer kunde fiskas. Under oktober fiskades samtliga stationer. Från och med år 2025 kommer fortsättningsvis endast tre stationer att fiskas, då två av stationerna blir för grunda för att fiskas efter borttagning av piren.

Forsmark

Provfiske med kustöversiktsnät görs på sex stationer vid tre tillfällen under perioden 20 oktober – 31 oktober i syfte att samla in referensmaterial enligt moment som beskrivs under 3.3. Kontroll av kondition och gonadskador. Fångsten registreras i KUL men används inte som data i den här rapporten.

3.2.2. Provfisken med ryssjor

Fiske med småryssjor genomförs i Biotestsjön under fyra veckor i april. Under fiskeperioden fiskas sex stationer med tre parryssjor länkade med varandra. Redskapen sätts i sjön vid början av perioden och vittjas två gånger per vecka. All fångst artbestäms och längdmäts (cm).

3.2.3. Provfiske med Nordiskt kustöversiktsnät

Provfiske med Nordiska kustöversiktsnät genomförs i augusti på 35 stationer i Forsmarks skärgård enligt standardförfarande (Karlsson, 2015). Innan en revidering av provfisket år 2023 så provfiskades 45 stationer. Samma metodik tillämpas i referensområdet i Finbofjärden på Åland.

3.2.4. Provfiske med detonationsteknik

Yngel och småväxta arter insamlas i Biotestsjön med detonationsteknik (Bergström m.fl., 2021) på tio fasta stationer vid tre tillfällen i augusti. Samtliga fiskar artbestäms och längdmäts. Referensprovtagning genomförs med samma metodik på tio fasta stationer i Forsmarks skärgård under september.

3.3. Kontroll av kondition och gonadskador

Vid provfiskena med kustöversiktsnät under perioden 20–31 oktober i Biotestsjön och Forsmarks skärgård undersöks mört och abborre visuellt för kontroll av störningar i gonadutveckling, med intentionen att upptäcka eventuella effekter på beståndens fortplantningsförmåga. Tio individer från vardera längdgrupp mellan 14 till 24 cm och samtliga större individer (>24 cm) av abborre och mört samlas in och kontrolleras för gonadskador, kondition och gonadstatus. Kondition beräknas enligt Fultons index (K) med formeln $K = w \times L^{-3} \times 100$, där w är vikten i gram och L är längden i cm. Ett K-värde över 1,0 anses motsvara god kondition hos fisken och ju högre K-värde, desto högre kondition har fisken. För att kontrollera fiskens gonadstatus genomförs en okulärbesiktning av gonaderna samt en beräkning av gonadsomatiskt index (GSI), vilket motsvarar gonadvikt i förhållande till kroppsvikt (somatisk vikt). Gonadsomatiskt index analyseras för individer med gonadstatuskategori 2, könsorgan under tillväxt. Gonadstatus klassas enligt en fyrgradig skala; 1. Könsorgan ej utvecklade, 2. Könsorgan under tillväxt, dock ej lekmogen, 3. Lekmogen, 4. Utlekt.

3.4. Kontroll av fiskens ålder och tillväxt

Biotestsjön

Från de 100 insamlade abborrhonorna som samlats in för konditions- och gonadkontroll med kustöversiktsnät i oktober tas även gällock och otoliter (hörselstenar) för analys av ålder och tillväxt. Insamling av abborre för referensprov från motsvarande provfiske i Forsmarks skärgård genomförs enligt samma metodik.

Forsmark

Vid provfisket med Nordiskt kustöversiktsnät i Forsmarks skärgård samlas gällock och otoliter in från cirka 300 abborrhonor för analys av ålder och tillväxt. Urvalet av individerna sker med ett förutbestämt antal av varje cm-längdklass. Insamling av abborre för referensprov från motsvarande provfiske i Finbofjärden genomförs enligt samma metodik.

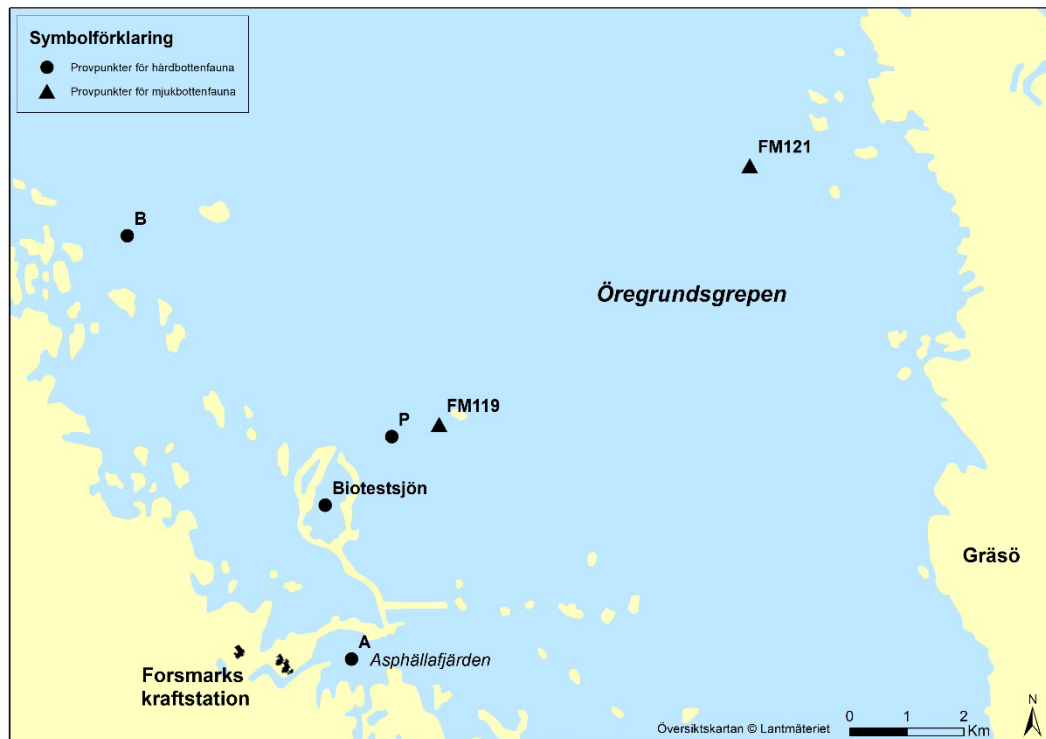
3.5. Kontroll av sjukdomar, skador och parasitering hos fisk

För att följa potentiella förändringar i sjukdomsförekomst registreras yttre, synliga sjukdomssymptom vid samtliga provfisker med Kustöversiktsnät, Nordiskt kustöversiktsnät och ryssjor. Även förekomst av parasitering som kan upptäcks genom okulärbesiktning genomförs vid fångstregistrering. För omfattning av svarta fläcksjukan (parasitering av digena trematoder, ögonsugmaskar) inom recipient- och referensområde görs endast en uppskattning av utbredningen i procent.

3.6. Bottenfauna

3.6.1. Mjukbottenfauna

Provtagning av mjukbottenfauna genomförs enligt en metodik där insamling sker genom bottenhugg med van Veen-huggare (Thoresson, 1992). Två stationer i Forsmarks skärgård, som påverkas i olika grad av varmvattenutsläppet från kraftverket, provtas i maj FM 121 på 41 meters djup och FM 119 på cirka 20 meters djup (figur 4). Två referensstationer med liknande djup utanför det påverkade området provtas i Finbofjärden (FB 2, 44 meter och FB 9, 22 meter) (figur 2). Proverna konserveras i 70 procent etanol i fält och analyseras senare på laboratorium, där fauna artbestäms till lägsta möjliga taxonomiska nivå med hjälp av stereolupp. Varje art räknas och vägs (våtvikt i milligram) för varje enskilt prov.



Figur 4. Översikt av Forsmarksområdet med provtagningspunkter för undersökningar av mjuk- och hårbottenfauna. Provtagningspunkterna FM 119 på 20 meters djup och FM 121 på 41 meters djup. Provtagningspunkterna för; Biotestsjön, utsläppsområdet för kylvatten Plymen (P), området för kylvattenintaget till kraftverket Asphällafjärden (A) samt Borgarna (B) norr om Biotestsjön.

3.6.2. Hårbottenfauna

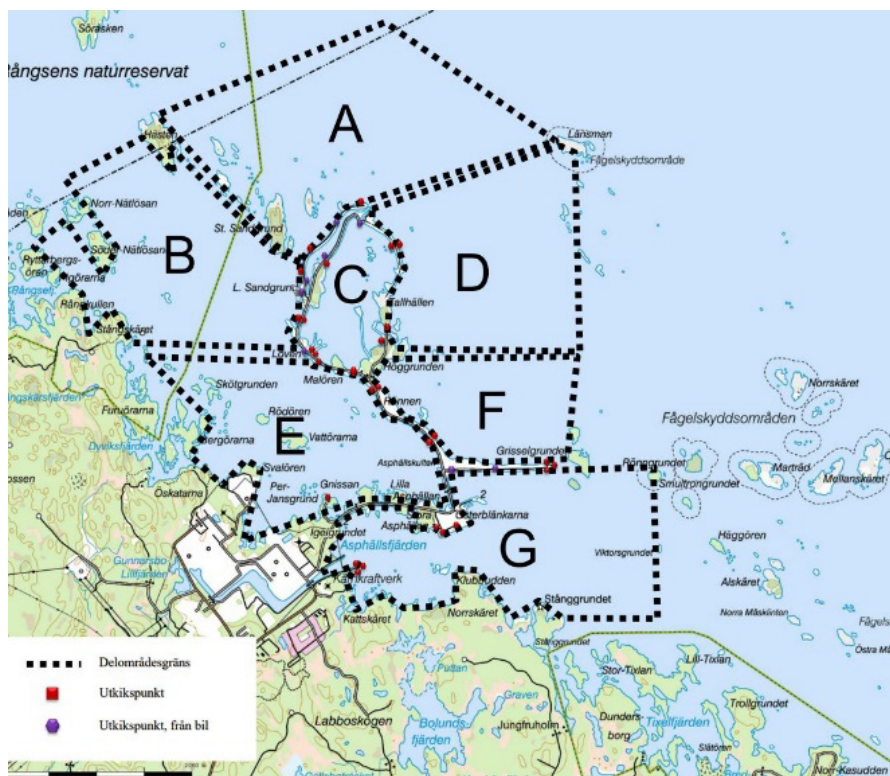
Provtagningen av hårbottenfauna genomförs enligt metodik med artificiella substrat, så kallade Landforsplattor (Adill m.fl., 2015), som placeras ut på fyra provtagningsstationer i Forsmarks skärgård (figur 4). De fyra stationerna påverkas i olika grad av kraftverkets drift, där närrecipienten Biotestsjön är maximalt påverkad av uppvärmt kylvatten. Följt av två stationer som är delvis påverkade av verksamheten, Plymen (P) i utsläppsområdet från Biotestsjön och Asphällafjärden (A) i området för kylvattensintaget till kraftverket. Den sista stationen Borgarna (B) ligger norr om Biotestsjön och är utanför det område som påverkas av kylvatten. Tio Landforsplattor placeras ut i slutet av maj på varje station på ungefär fyra meters djup. På varje station placeras en temperaturlogger för temperaturregistrering under provtagningsperioden. Landforsplattorna samlas in i slutet av september. Faunan konserveras i plastburkar med 70 procent etanol.

Prover från fem Landforsplattor från varderas station slumpas fram och analyseras på laboratorium, där fauna artbestäms till lägsta möjliga taxonomiska nivå med hjälp av stereolupp. Varje art räknas och vägs (våtvikt i milligram) för varje Landforsplatta.

På grund av omständigheter utanför vår kontroll, framförallt väder och vind, togs de artificiella substraten upp ungefär en månad senare än planerat år 2024.

3.7. Fågelinventeringar

Inventering av sjöfågel utförs två gånger i månaden under hela året enligt punkttaxeringsmetoden (Naturvårdsverket, 1978) där vissa utvalda arter räknas under en bestämd tid från olika utvalda observationsplatser. Inventeringsområdet indelas i sju zoner (A–G) (figur 5) med Biotestsjön (område C) i centrumet. Asphällarfjärden (område G) och Biotestsjön representerar områdena för kärnkraftverkets kylvattenintag respektive uppsamlingsbassäng för kylvattenutsläpp. Efter Biotestsjön strömmar kylvattnet ut i skärgården mellan område A och D. De sju arter som studeras delas in i tre olika funktionella grupper beroende på huvudsakligt födoval. Dessa grupper är 1) växtätare: gräsand och knölsvan, 2) bottendjursätare: knipa och vigg, samt 3) fiskätare: storskrake, mellanskarv och häger. Arterna har valts då de är vanligt förekommande i området året om och därmed bra indikatorer över eventuella förändringar i recipienten.



Figur 5. Inventeringsområdet för sjöfågel och dess indelning i sju zoner (A-G).

3.8. Insamling av omgivningsdata

Temperaturdata samlas in under året och används vid analyser av provfisken inom programmet.

Biotestsjön

Temperaturer registreras kontinuerligt med temperaturloggers vid sex positioner i Biotestsjön; en centralt i Biotestsjön samt fem stycken i en gradient i riktning sydost mot stranden (figur 2).

I Biotestsjön finns även tre fasta mätpunkter som administreras av Forsmarks Kraftgrupp AB (FKA): inloppet till Biotestsjön (F12), utloppet från Biotestsjön (F123) och utloppet i F3:s kanal (F3). Data från de fasta mätpunkterna och temperaturen i kylvattenkanalen från en mätpunkt vid bron skickas kvartalsvis från FKA till SLU.

Forsmark

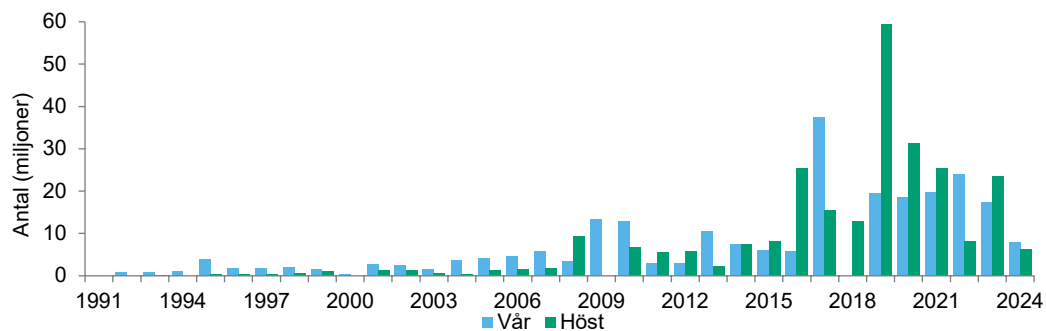
Temperaturen registreras kontinuerligt med en temperaturlogger i Forsmarks skärgård vid Ön (figur 2). Utsättning av temperaturlogger sker efter islossning under våren och tas upp under senhösten innan isen hunnit lägga sig. Det finns även en fast mätpunkt i kylvattenkanalen in till kraftverket som administreras av FKA. Dessa data skickas från FKA till SLU kvartalsvis.

4. Resultat

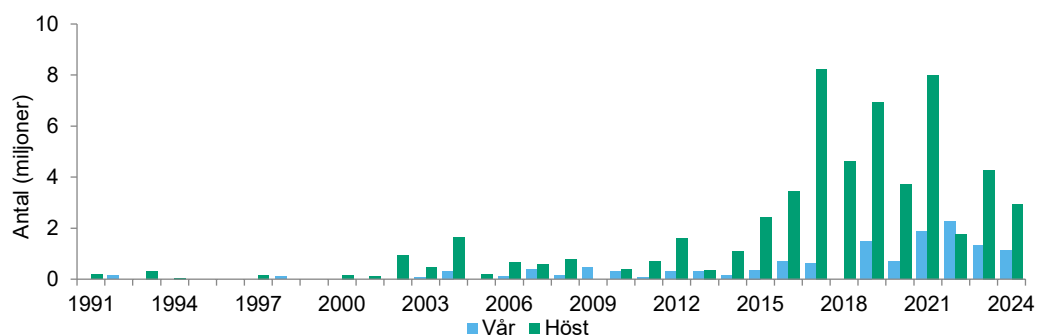
4.1. Dödlighet i silstationen

De beräknade förlusterna av fisk i silstationerna uppgick till drygt 9 miljoner individer fördelade på 26 arter under våren och 10 miljoner individer fördelade på 28 arter under hösten (tabell 1). Under våren var förlusterna av fisk betydligt mindre i omfattning, drygt hälften av förlusten under samma period 2023. Även höstens förlust var extremt låga, endast en tredjedel, av fiskförlusterna under hösten 2023. Sammantaget var förlusterna av fisk i silstationen för F1 och F2 de lägsta på 10 år. Likt föregående år påverkades provtagningarna av revisionsavställningar och i förlängningen minskade kylvattenflöden genom silstationerna. Under våren genomfördes provtagningarna vid två av åtta tillfällen med maximalt kylvattenflöde. Under hösten genomfördes provtagningarna under normal drift vid nio av tolv tillfällen, men under samma period stod F3 helt stilla. Fullt kylvattenflöde genom silstationen för F1 och F2 är drygt 100 m³/s och F3 50 m³/s.

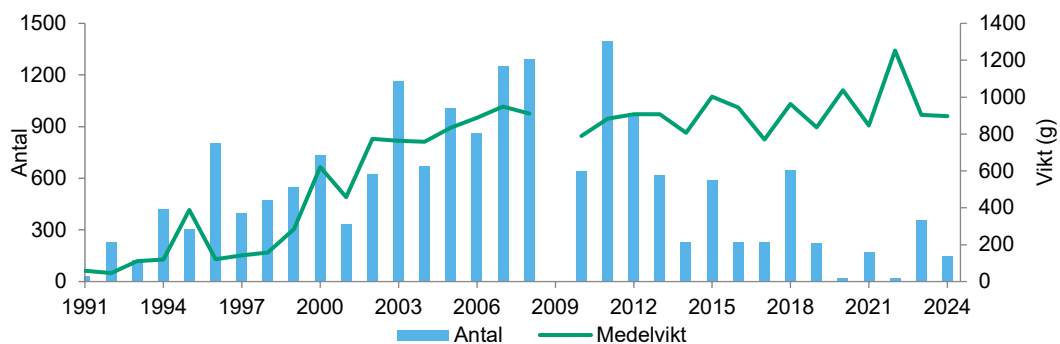
Likt tidigare år utgjordes förlusterna främst av småväxta fiskarter som storspigg, småspigg, samt årsyngel av strömming (tabell 1). Likt år 2023 påträffades stora mängder nors i silstationen - särskilt norsyngel under höstperioden (tabell 1). Storspigg var den art som förekom mest i provtagningarna, men i lägre utsträckning än senaste åren och utgjorde 84 respektive 63 procent under vår- och höstperioden (figur 6). Ovanligt nog gick det inte att urskilja något mönster för skillnader i storleksfördelningar för storspigg mellan vår- och höstprovtagningarna (tabell 1). Småspigg utgjorde också en väsentlig del av provmängderna under både vår och höst (figur 7). För småspigg gick inte heller att urskilja något mönster för skillnader i storleksfördelningar mellan vår- och höstprovtagningarna likt tidigare år.



Figur 6. Förluster av storspigg i silstationerna under vår- och höstperioden mellan 1991 och 2024. Resultat för hösten 2009 och våren 2018 saknas på grund av alltför reducerade provtagningar.



Figur 7. Förluster av småspigg i silstationerna under vår- och höstperioden mellan 1991 och 2024. Resultat för hösten 2009 och våren 2018 saknas på grund av alltför reducerade provtagningar.



Figur 8. Förluster och medelvikter av ål i silstationerna under höstprovtagningsperioden mellan 1991 och 2024. 2009 års värden saknas på grund av alltför reducerade provtagningar.

Mängden ål i silstationerna under 2024 var mindre än under föregående år, som hade de högsta antalet individer sedan 2018 (figur 8). Sett till hela tidsserien var antalet ålar som fastnade i silstationen väldigt låg. Förlusterna av ål var störst under hösten, och utgjordes främst av blankålar, vilket är stora köns mogna individer på väg mot lekområdena (tabell 1). Förlusterna av ål på våren bestod av små individer med låg medelvikt (tabell 1). Under året har elva ålar tagits om hand i silstationen och levande släppts tillbaka i havet enligt framtagna metodik.

Förlusterna av så kallade varmvattenarter såsom abborre, mört, gös och sutare var betydligt lägre än föregående år, med undantag för årsyngel. Särskilt yngel av arterna abborre, björkna, mört och löja förekom i större omfattning under hösten än tidigare år.

Tabell 1. Beräknade fiskförluster (antal individer under vår- och höstperioden) och medelvikter (gram) i silstationerna per art under 2024. Arten ål är indelad i två livsstadier, blankål och gulål, som presenteras separat i tabellen, och avser det beräknade antalet som fastnade i silstationerna (gemensamma silstationen för F1 och F2 samt silstation F3). Av dessa kunde elva individer från silstationen F1 och F2 återutsättas i havet oskadade.

Art	Vår		Höst	
	Antal	Medelvikt (gram)	Antal	Medelvikt (gram)
Storspigg	7 815 098	1,40	6 170 640	1,00
Småspigg	1 119 913	0,50	2 948 610	0,50
Strömming	97 206	2,10	291 858	1,60
Löja	92 141	5,20	16 296	1,80
Sandstubb	50 330	0,50	21 630	0,20
Mindre havsnål	48 510	0,40	177 870	0,40
Tånglake	29 568	2,00	7 518	5,00
Kusttobis	27 164	1,70	42 798	3,30
Björkna	25 442	6,60	15 897	9,50
Nors	17 619	30,00	23 940	14,20
Mört	10 364	2,90	55 892	1,40
Abborre	7 256	15,70	8 264	8,20
Gers	3 024	10,90	221	26,70
Gädda	1 386	0,80	53	15,60
Gös	252	66,10	84	88,10
Skarpsill	63	12,20	578	13,10
Braxen	63	442,00	21	718,50
Flodnejonöga	42	39,30	200	54,50
Sutare	32	142,70		
Blankål	32	359,30	116	1 104,40
Gulål	32	808,00	32	166,70
Sarv	21	28,00	651	6,50
Tobiskung	21	19,00	21	25,00
Svart smörbult	11	6,00		
Piggvar	11	14,00		
Ruda	11	26,00		
Stensimpa	11	7,00	21	6,50
Lax			53	108,60
Id			32	98,30
Sik			21	20,00
Bergsimpa			11	6,00
Öring			11	300,00
Totalt	9 345 616		9 783 333	
Antal arter	26		28	

4.2. Fiskundersökningar i recipient och referens

4.2.1. Provfisken med kutsöversiktsnät

Biotestsjön

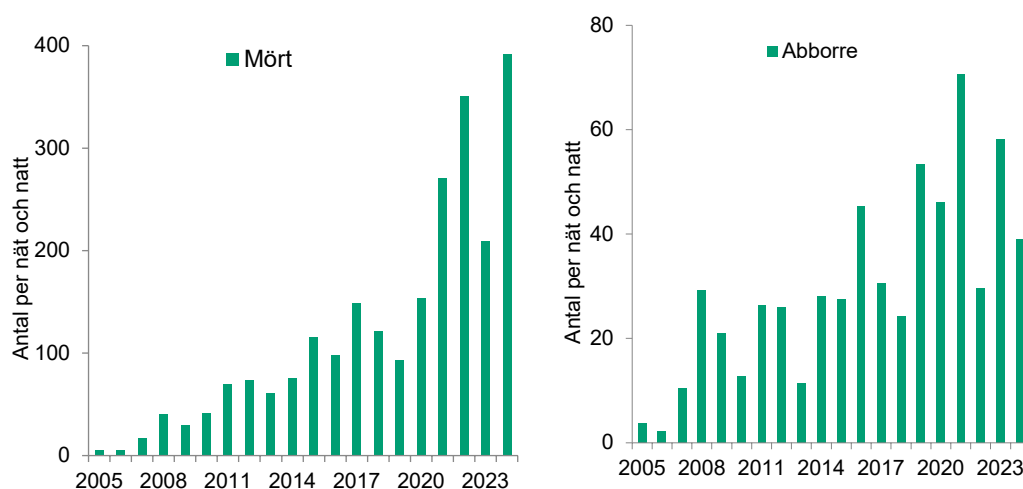
Vid provfiskena med kustöversiktsnät i Biotestsjön fångades det totalt 10 584 individer av tolv olika arter vid sex tillfällen under 2024 (tabell 2). De vanligaste arterna i provfiskena var likt föregående år mört, abborre och björkna. Fångsterna var som störst under vårperioden (mars till juni) och trots att endast tre av fem stationer fiskades under vårperioden så var fångsterna extremt höga. Antalet fångade individer per nät och natt (389,6) var de högsta sedan undersökningarnas start år 2005. Tidigare rekordfångst var från år 2021 med 339,4 individer per nät och natt.



Figur 9. Vittjning av kustöversiktsnät i Biotestsjön under maj. Gädda fångad vid samma fisketillfälle. Fotograf: Fredrik Landfors

Tabell 2. Fångster i provfiskena med kustöversiktsnät i Biotestsjön under 2024. Fångsterna presenteras som antal och CPUE (fångst per nät och natt), uppdelade på vår (mars–juni), höst (oktober) och vinter (december). Vid provfiskena under våren samt i december så fiskades endast tre av fem stationer på grund av låga vattennivåer.

	Vår		Höst		Vinter	
	Antal	CPUE	Antal	CPUE	Antal	CPUE
Mört	7 501	312,54	508	50,80	63	10,50
Abborre	1 057	44,04	401	40,10	35	5,83
Björkna	523	21,79	39	3,90	3	0,50
Gärs	199	8,29	4	0,40	3	0,50
Sarv	40	1,67	77	7,70	63	10,50
Löja	13	0,54				
Sutare	5	0,21	2	0,20	4	0,67
Gädda	4	0,17	18	1,80	9	1,50
Id	3	0,13	4	0,40		
Vimma	3	0,13				
Braxen	1	0,04	1	0,10		
Stäm	1	0,04				
Totalsumma	9 350	389,58	1 054	105,40	180	30,00

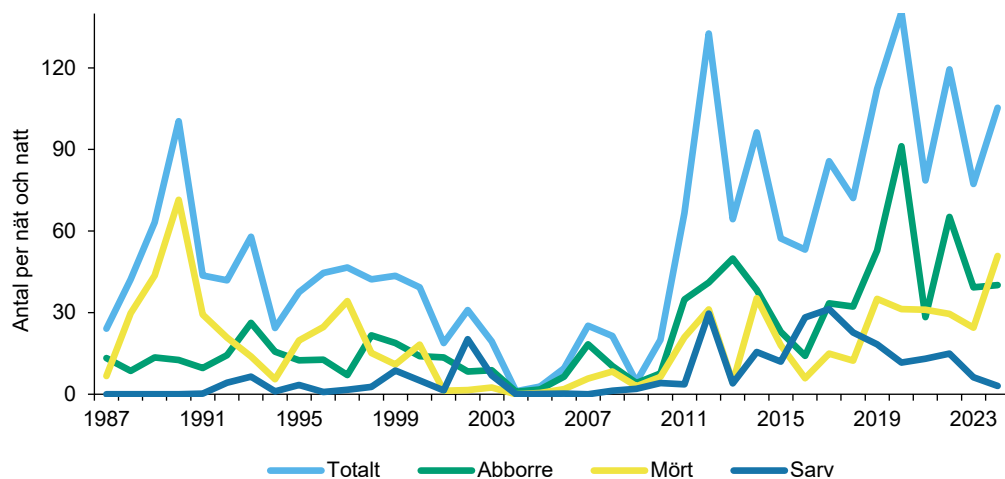


Figur 10. Fångst av mört (t.v.) och abborre (t.h.) i Biotestsjön under vårens provfisk (mars–maj) med kustöversiktsnät mellan år 2005 och 2024.

Likt tidigare år fångades abborre och mört främst under den tidigare delen av vårperioden och björkna under den senare. Fångsterna av mört under vårperioden var de i särklass största sedan fiskundersökningarna inleddes i Biotestsjön på år 2005 (figur 10). De extremt höga fångsterna drivs till stor del av att det fångades ett stort antal mörtar redan i mars, vilket är ovanligt. Fångsten av abborre var mindre i antal än föregående år men fortfarande stora om man ser till hela tidsperioden

(figur 10). Antalet sarvar som fångades var de lägsta sedan år 2014. Under 2024 fångades stäm, vimma och braxen i vårfisket – tre karpfiskarter som är förhållandevis ovanliga i fångsterna.

Under höstperioden var fångsterna i Biotestsjön de fjärde största sedan undersökningarnas början (figur 11). Totala antalet fångade individer per nät och natt var 105,4 vilket kan jämföras med föregående års 77,3 individer per nät och natt (figur 11). Att de totala fångsterna var högre än de föregående åren var ett resultat av det förhållandevis höga antalet fångade mörtar (tabell 2 och figur 11). Mört och abborre var fortsatt de vanligast förekommande arterna och utgjorde 48 respektive 38 procent av den totala fångsten (tabell 2). Antalet fångade sarvar per nät och natt var de lägsta sedan 2009 (figur 11). Ovanlig många gäddor fångades under höstfisket (tabell 2).



Figur 11. Fångster av mört, sarv, abborre samt totalt (totalfångst) vid provfiske med kustöversiktsnät under oktober månad under åren 1987–2024 i Biotestsjön.

Under vinterperioden var fångsterna de lägsta sedan 2017 med endast 30 individer per nät och natt (tabell 2). Fångsten kan jämföras med 2022 års rekordfångster på 124,1 individer per nät och natt. Sarv och mört var de vanligast förekommande arterna och utgjorde 35 procent vardera av fångsterna. De senaste fem åren har sarv utgjort mellan 27 och 50 procent av de totala fångsterna i decemberfiskena.

Forsmark

Vid referensprovfiskena med kustöversiktsnät i Forsmark vid två vittjningar i oktober, fångades totalt 1 460 individer av tolv olika arter (tabell 3). Föregående år var fångsten mindre än hälften så stor med endast 709 individer. Mört och björkna var de vanligaste arterna under provfisket och utgjorde 45 respektive 19 procent av

fångsterna. Under föregående år utgjorde andelen björkna knappt fem procent (34 individer) av de totala fångsterna. Även fångsterna av sarv var betydligt större under år 2024 än vid föregående års provfiske, 6,6 individer per nät och natt jämfört med 2023 års 0,2 individer per nät och natt. Fångsterna av abborre i Forsmark utgjorde endast 14 procent av den totala fångsten, vilket var mer än dubbelt så många som under 2023 då få abborrar fångades. De närmsta åren innan 2023 var abborre den näst vanligaste arten och utgjorde mellan 20 och 30 procent av de totala fångsterna. Likt de senaste åren var fångsterna av abborre mindre än hälften så stor i Forsmark som i Biotestsjön. Av mört fångades det däremot fler i Forsmark än i Biotestsjön under höstprovfiskena. Under provfisket fångades strömming, sik, nors, lax och storspigg i Forsmark, fem arter som inte påträffades i Biotestsjön.

Tabell 3. Fångster i provfiskena med kustöversiktsnät i Forsmark under oktober 2024. Fångsterna presenteras som antal och CPUE (fångst per nät och natt).

Art	Antal	CPUE
Mört	663	33,15
Björkna	272	13,60
Abborre	198	9,90
Sarv	132	6,60
Strömming	109	5,45
Gärs	75	3,75
Sik	3	0,15
Storspigg	2	0,10
Braxen	2	0,10
Id	2	0,1
Lax	1	0,05
Nors	1	0,05
Totalt	1 460	73,00

4.2.2. Provfiske med ryssjor

Vid provfiskena med ryssjor i Biotestsjön under april fångades totalt 3 570 individer av 11 olika arter (tabell 4). Fångsten var drygt hälften så stor som rekordfångsten år 2022, men var ändå den tredje största sedan undersökningarnas start år 2004.

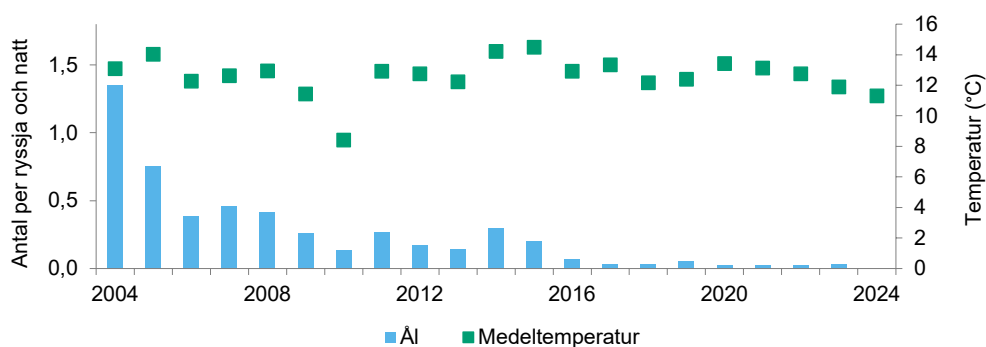
Den vanligast förekommande arten i provfiskena var mört, som utgjorde 73 procent av fångsterna. Under 2024 fångades ovanlig många individer av gärs som var den näst vanligaste arten under fiskeperioden (tabell 4). De senaste åren har abborre varit den näst vanligast förekommande arten, men under 2024 var abborre den tredje vanligaste arten med 0,2 individer per småryssja och natt (tabell 4, figur 13).

Fångsterna av ål i Biotestsjön var likt de senaste åren mycket små (endast 7 individer) och den negativa utvecklingen av arten fortsatte även under 2024 (tabell 4, figur 12, 13). Ålarna som fångades varierade i storlek, med längder mellan 53 och 74 cm.

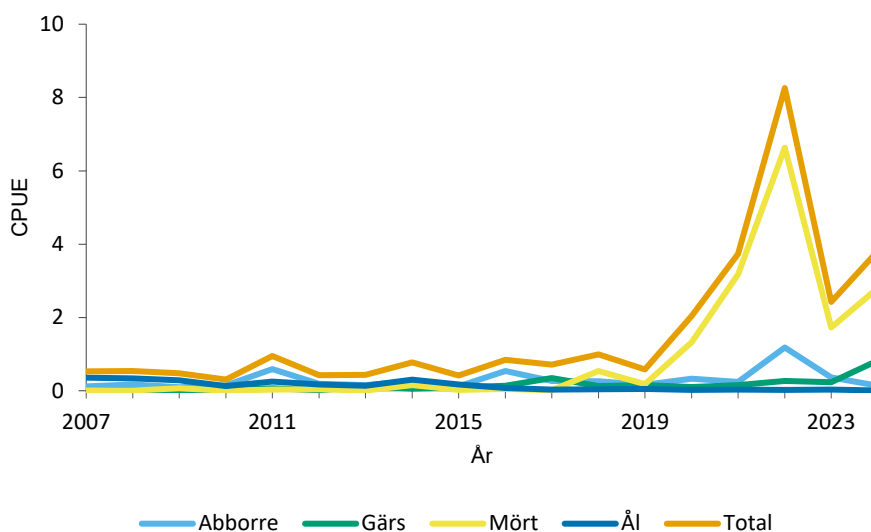
Främmande arten amerikansk trågmussla, som är inhemsk till Nordamerika i Mexikanska golfen, observerades för första gången i Biotestsjön under undersökningen.

Tabell 4. Fångster i provfiskena med ryssjor i Biotestsjön under april månad 2024. Fångsterna presenteras som antal och CPUE (fångst per ryssjehus och dygn).

Art	Antal	CPUE
Mört	2 618	2,80
Gärs	773	0,83
Abborre	126	0,13
Björkna	21	0,02
Sutare	8	0,01
Gulål	7	0,01
Svart smörbult	6	0,01
Löja	4	0,01
Sarv	4	0,01
Gädda	2	0,01
Småspigg	1	0,01
Total	3 570	3,81



Figur 12. Fångsterna av ål vid provfiskena i Biotestsjön under april månad åren 2004–2024. Gröna boxar anger medeltemperaturen vid vittjningarna under provfiskeperioden.



Figur 13. Fångsterna av alla arter (totalt), abborre, gärs, ål och mört vid provfiskena med småryssjor i Biotestsjön under april åren 2004–2024.

4.2.3. Provfisken med Nordiskt kustöversiktsnät

Forsmark

I provfiskena med Nordiskt kustöversiktsnät i Forsmarks skärgård fångades totalt 2 670 individer av 15 olika arter (tabell 5). Fångsterna per nät och natt under 2024 var de lägsta sedan den generella ökningen av antalet fångade fiskar under 2019, men var fortfarande de sjätte största sedan undersökningarna inleddes i början av 2000-talet (figur 14).

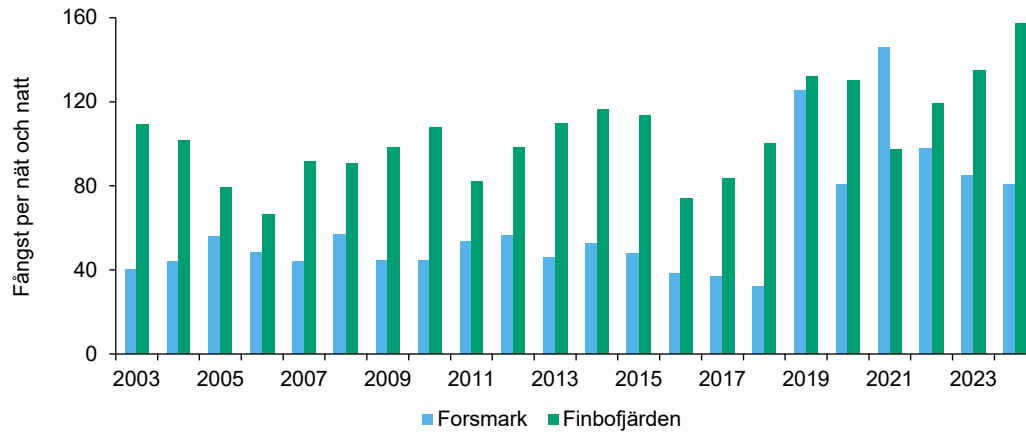
De två vanligast förekommande arterna var abborre och mört (tabell 5) som utgjorde 28 procent vardera av fångsterna. Mellan åren 2019 och 2021 var mört den tveklöst vanligaste arten i provfisket och utgjorde mellan 40 och 50 procent av de totala fångsterna. Sedan 2022 har antalet mörtar i näten minskat och har utgjort drygt 20 procent av fångsterna, men fångsterna är fortfarande större än innan rekordåret 2019 (figur 15). Under 2024 fångades något fler mörtar än under föregående år (22,00 respektive 21,69 individer per nät och natt) och det förklaras till viss del med det ökade antalet individer som fångades på stationer djupare än 6 meter.

Efter två år med stora fångster av strömming fångades 2024 åter färre individer per nät och natt (figur 15).

En art som blivit allt mer vanligt förekommande i provfiskena i Forsmark är storspigg (tabell 5). Fram till 2018 förekom storspiggen endast sporadiskt i fångsterna, men har sedan dess fångats vid samtliga provfisker med redskapet i Forsmark. Antalet individer per nät och natt var på rekordnivåer, 9 individer/nät

och natt strax över det som noterades 2023, och kan jämföras med tidigare rekordsiffra, 0,83 individer/nät och natt, från 2019. På grund av deras storlek (< 8 cm) fångas storspigg inte representativt i den här typen av nät trots att de är mycket vanligt förekommande i området.

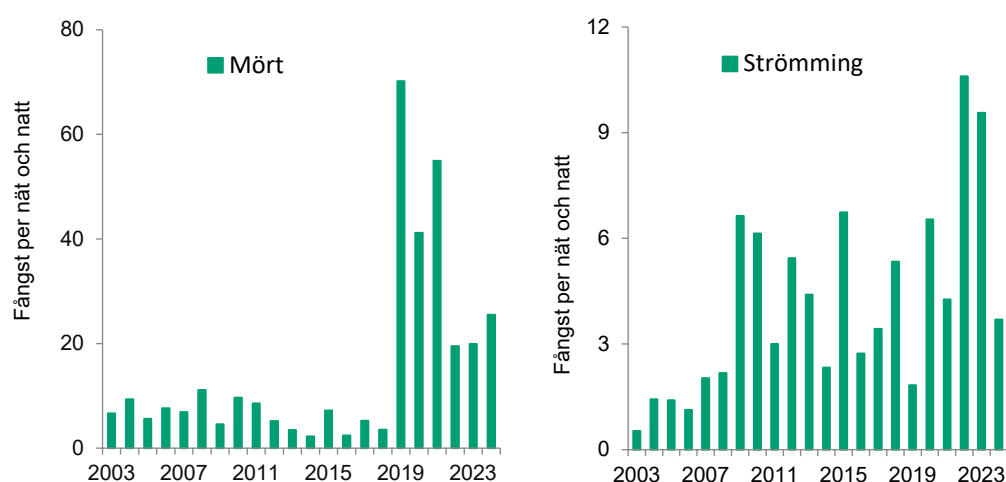
För första gången sedan år 2017 fångades ingen gös i provfisket.



Figur 14. Totalfångster vid provfiskena med Nordiskt kustöversiktsnät vid stationer som har 0–6 meters djup i Forsmarks skärgård (26 stationer) och i referensområdet Finbofjärden (26 stationer).

Tabell 5. Fångster i provfiskena med Nordiskt kustöversiktsnät i augusti månad 2024 i Forsmark (35 stationer) och i referensområdet Finbofjärden (35 stationer) på Åland. Fångsterna presenteras som antal och CPUE (fångst per nät och natt).

Art	Forsmark		Finbofjärden	
	Antal	CPUE	Antal	CPUE
Abborre	770	22,00	1 996	57,03
Mört	759	21,69	1 424	40,69
Björkna	311	8,89	960	27,43
Storspigg	309	8,83		
Strömming	215	6,14	85	2,43
Gärs	181	5,17	202	5,77
Löja	61	1,74	89	2,54
Nors	24	0,69	3	0,09
Id	11	0,31		
Braxen	10	0,29	47	1,34
Sik	7	0,20		
Tånglake	6	0,17		
Sutare	4	0,11		
Stensimpa	1	0,03		
Svart smörbult	1	0,03		
Gös			92	2,63
Gädda			2	0,06
Hornsimpa			1	0,03
Ruda			1	0,03
Skarpsill			1	0,03
Totalt	2 670	76,29	4 903	140,09
Antal arter	15		13	

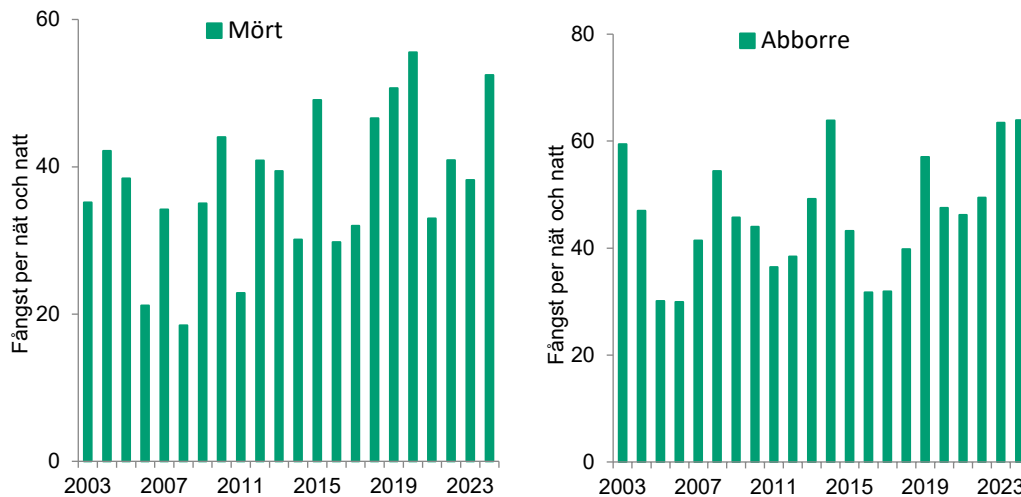


Figur 15. Fångst av mört (t.v.) och strömming (t.h.) i Forsmarks skärgård under augusti månad med Nordiskt kustöversiktsnät mellan år 2003 och 2024.

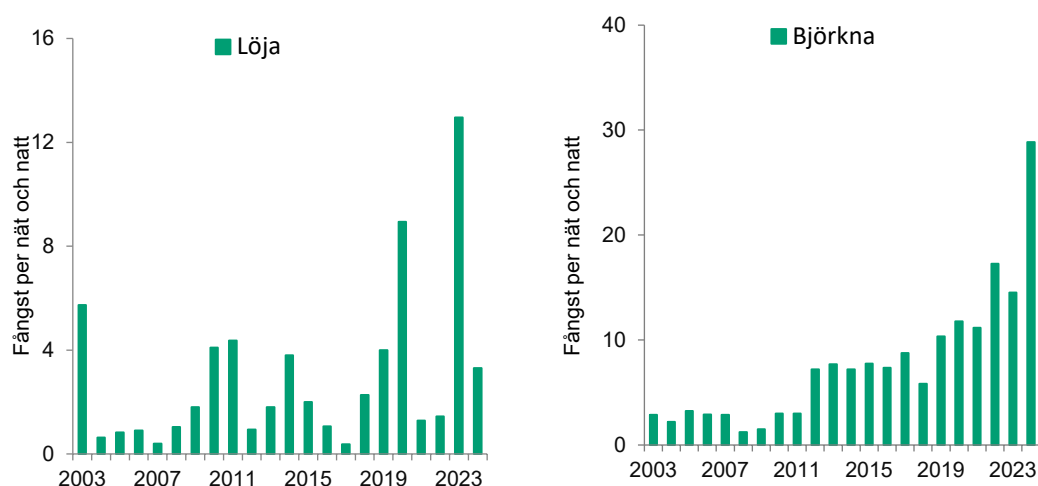
Finbofjärden

Vid jämförelser med referensområdet Finbofjärden fångades likt tidigare år färre individer inom provfiskena i Forsmarksområdet (figur 14). År 2021 var första och hittills enda gången som recipientområdet hade ett högre antal individer än referensområdet. I Finbofjärden fångades totalt 4 903 individer av tretton olika arter (tabell 5). Trots att fisket reviderades till år 2023 och 10 stationer plockats bort så fångades fler individer än åren innan revideringen.

De vanligaste arterna i referensområdet är likt Forsmarksområdet abborre och mört, vilka utgör nästan 70 procent av de totala fångsterna. Under 2024 var förekomsten av mört uppe på liknande nivåer som under rekordåret 2020 (figur 16). Antalet fångade abborrar per nät var den högsta sedan undersökningarna startade i början av 2000-talet (figur 16). Likt föregående år fångades det färre arter i Finbofjärden än i Forsmark och flera varmvattenarter, såsom till exempel sarv, sutare och vimma, saknades helt i provfisket. Två andra karpfiskar som fångas regelbundet i Finbofjärden är björkna och löja. Björkna har de senaste åren haft en positiv utveckling i Finbofjärden och fångas numera i stort antal (figur 17). Antalet björknor som fångades i år var det högsta sedan provfiskets start 2003. År 2024 fångades ett mindre antal löja efter den ovanligt stora fångsten föregående år (figur 17).



Figur 16. Fångst av mört (t.v.) och abborre (t.h.) mellan 0 och 6 meter i Finbofjärden under augusti månad med Nordiskt kustöversiktsnät mellan år 2003 och 2024.



Figur 17. Fångst av löja (t.v.) och björkna (t.h.) mellan 0 och 6 meter i Finbofjärden under augusti månad med Nordiskt kustöversiktsnät mellan år 2003 och 2024.

4.2.4. Provfiske med detonationsteknik

Vid provfiskena med detonationsteknik i Biotestsjön fångades totalt 724 individer av 7 olika arter, varav de flesta individerna var årsyngel (tabell 6). De vanligaste fångsterna i undersökningarna var årsyngel av sarv, björkna, löja och abborre (tabell 6), vilka alla gynnas av varmt vatten. Överlag var förekomsten av årsyngel högre än under 2023, och förekomsten av abborryngel var betydligt högre.

I Forsmarks skärgård fångades 1 385 individer av 13 olika arter, varav de flesta individerna var årsyngel (tabell 6). Generellt var fångsten betydligt större än under 2023, och nästan dubbelt så många arter var representerade. För ovanlighetens skull var dessutom fångsterna i Forsmarks skärgård större än i Biotestsjön, och det tyder på att förhållandena för rekrytering var gynnsamma även i skärgården under 2024. De vanligaste arterna i Forsmark var storspigg, elritsa och mört. En skillnad mellan Forsmarks skärgård och Biotestsjön är att fångsterna i Forsmark innehåller en stor andel arter som trivs bättre i kallare vatten, till exempel storspigg och elritsa. Yngel av elritsa fångades åter i stora antal efter att ha förekommit i väldigt liten utsträckning under 2023. Även abborryngel var förhållandevis vanligt förekommande (tabell 6), efter att ha fångats i mycket små antal eller uteblivit helt de senaste åren. Sandstubb som tidigare varit vanligt förekommande i undersökning uteblev helt 2024.

Storleken hos årsynglen i Biotestsjön visar på något högre tillväxt än under 2023. Överlag visar årsyngel högre tillväxt i Biotestsjön än i Forsmarks skärgård under 2024, vilket är att förvänta med högre vattentemperaturer (figur 3).

Tabell 6. Förekomst av årsyngel, CPUE för årsyngel (antal per skott), medellängd i mm för årsyngel samt förekomst av juvenil/adult fisk (äldre än årsyngel) i Biotestsjön och Forsmark under 2024.

	Biotestsjön				Forsmark			
	Antal Yngel	CPUE	Längd (mm)	Antal Juvenil /Adult	Antal Yngel	CPUE	Längd (mm)	Antal Juvenil /Adult
Sarv	299	9,97	43,07	30	-	-	-	2
Björkna/braxen	188	6,27	41,69	-	22	0,73	-	-
Abborre	117	3,9	85,61	15	41	1,37	77,51	-
Löja	104	3,47	26,86	1	-	-	-	35
Gädda	10	0,33	240,7	-	2	0,07	209,00	1
Mört	5	0,17	75,8	5	129	4,3	62,51	116
Storspigg	1	0,033	20	-	552	18,4	22,34	-
Elritsa	-	-	-	-	163	5,43	26,74	276
Gärs	-	-	-	-	5	0,17	77,6	11
Id	-	-	-	-	1	0,03	61	2
Sandstubb	-	-	-	-	5	0,17	18,8	3
Småspigg	-	-	-	-	3	0,1	28	11
Strömming	-	-	-	-	5	0,17	41,6	-
Total	462	15,40	-	386	435	14,50	-	150

4.3. Kontroll av kondition och gonadskador hos fisk

Kontrollerna av kondition och gonadskador hos abborre och mört i Biotestsjön och referensområdet i Forsmarks skärgård omfattade mellan 91 och 100 individer per art och område (tabell 7).

Abborrarna som ingick i provtagningarna var till stor del unga individer och majoriteten av abborrarna var ett- eller tvååriga. I Biotestsjön hade 58 procent av abborrarna uppnått könsmognad medan endast 20 procent var könsmogna i proverna från Forsmark (tabell 7). Inga av de provtagna abborrarna hade missbildade gonader.

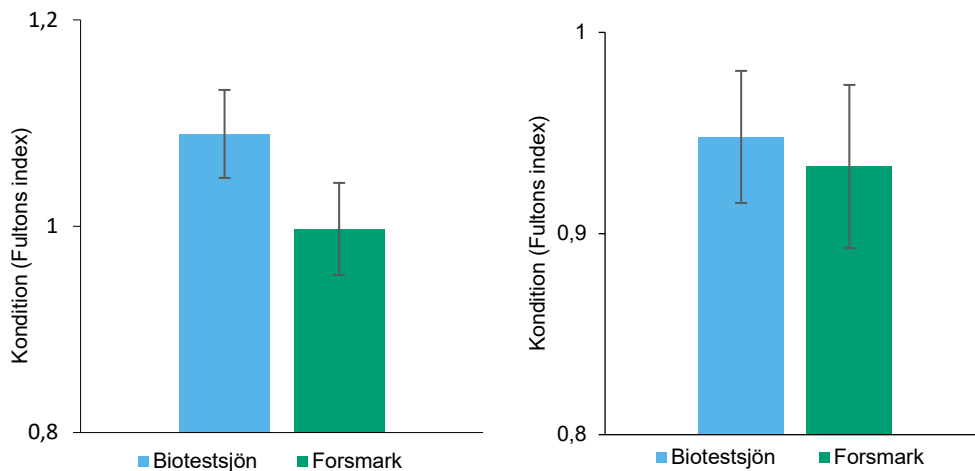
Vid kontrollerna av kondition påträffades inga individer med onormalt låga värden och samtliga individer låg kring gränsvärdet för god kondition (1,0). Medelvärdet för 2024 låg på liknande nivå som medelvärdet för den senaste femårsperioden i både recipient och referensområde (tabell 7). Konditionen var något högre för individer fångade i Biotestsjön (1,09) jämfört med individer fångade i Forsmark (0,99, figur 18).

Även värdet för gonadsomatiskt index (GSI) hos abborrar med gonader under tillväxt låg på liknande nivåer under 2024 som medelvärdet för de senaste fem åren i både Biotestsjön och Forsmarks skärgård (tabell 7). GSI låg på samma nivåer i både recipient och referensområde (figur 19).

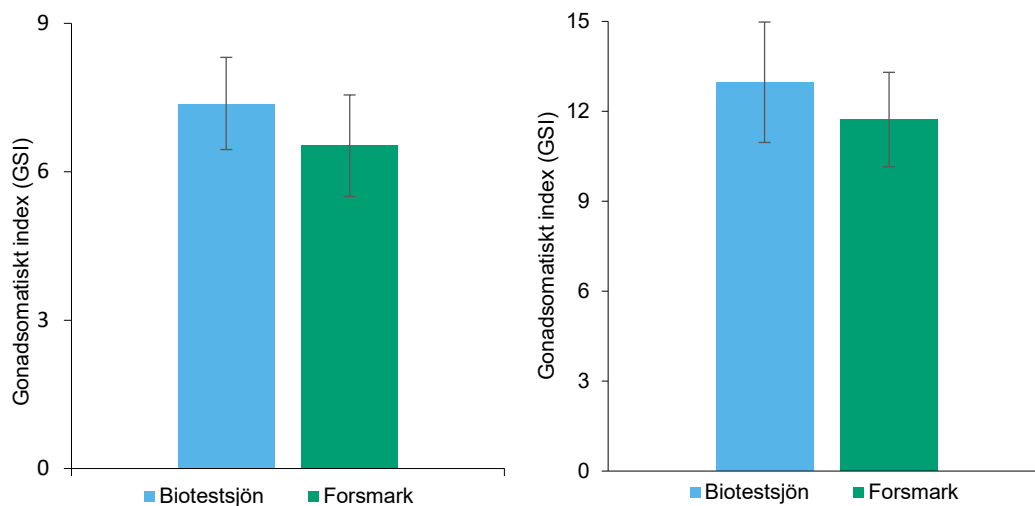
Av de provtagna mörtarna var de flesta individer könsmogna i både Biotestsjön och Forsmarks skärgård (89 respektive 78 procent) (tabell 7). Av 200 kontrollerade mörtar var det endast en individ från Forsmark som hade missbildade gonader (tabell 7).

Medelvärdet för kondition 2024 var i linje med medelvärdet för de senaste fem åren i både recipient och referens (tabell 7). Inga onormalt låga konditionsvärden upptäcktes och samtliga individer låg kring gränsvärdet för god kondition (1,0). Konditionen låg på samma nivåer hos mörtar i Biotestsjön och Forsmarks skärgård (figur 18).

Även för mört med gonader under tillväxt låg GSI på liknande nivåer under 2024 som medelvärdet för de senaste fem åren i både Biotestsjön och Forsmarks skärgård (tabell 7). Dessutom var GSI hos mört på samma nivåer i både recipient och referensområde (figur 19).



Figur 18. Kondition hos abborre (t.v.) och mört (t.h.) i Biotestsjön och Forsmark angivet som Fultons index. Felstaplar anger 95 % konfidensintervall.



Figur 19. Gonadosomatiskt index hos abborre (t.v.) och mört (t.h.) med könsorgan under tillväxt i Biotestsjön och Forsmark. Felstaplar anger 95% konfidenstervall.

Tabell 7. Kontroll av kondition och gonadskador hos abborre och mört i Biotestsjön och Forsmark under oktober månad 2024. Tabellen anger antalet individer som ingått i provtagningen, antalet individer som klassats som juvenila (könsorgan ej utvecklade) och könsmogen (könsorgan under tillväxt) samt ålder för abborre. Åldersbestämning för mört ingår inte i programmet. Längst ned i tabellen anges årets och de senaste fem årens medelvärden för kondition (Fultons index) och gonadosomatiskt index (GSI) hos könsmogna individer av abborre och mört.

	Abborre		Mört	
	Biotestsjön	Forsmark	Biotestsjön	Forsmark
Antal i provtagning	100	91	100	100
Könsorgan ej utvecklade	42	71	10	22
Könsorgan under tillväxt	58	20	89	78
Könsorgan missbildade			1	
Årsyngel	3	0		
Ettåriga	51	37		
Tvååriga	19	35		
Treåriga	26	16		
Fyråriga	1	1		
Fem år eller äldre	0	1		
Konditionsvärde 2024	1,09	0,99	0,99	0,92
Medelvärde 2019 - 2023	1,06	1,01	0,98	0,94
Gonadosomatiskt index 2024	6,5	7,19	12,97	11,72
Medelvärde 2019 - 2023	6,17	7,07	10,57	11,11

4.4. Kontroll av fiskens ålder och tillväxt

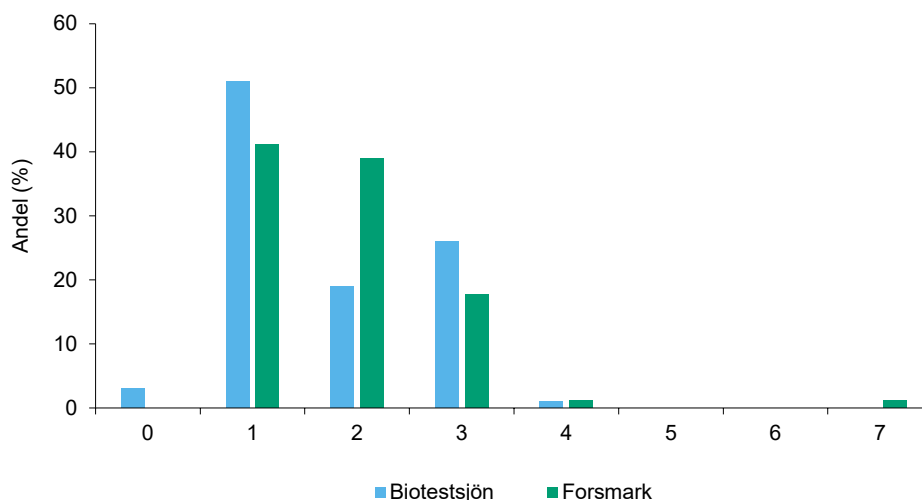
Biotestsjön

Analyserna av ålder hos abborrhonor i Biotestsjön och referensområdet Forsmarks skärgård i oktober visade att fångsterna likt tidigare år främst utgjordes av ett- och tvååriga individer (figur 20). Föregående år var dock den största andelen av provtagna individer tvååringar (72 procent) jämfört med endast 19 procent i årets provtagningar. Vid årets provtagning var istället drygt hälften av individerna från Biotestsjön ettåringar (tabell 7, figur 20). I Forsmark var fördelningen jämnare mellan ett- och tvååringar (figur 20). I proverna från Biotestsjön påträffades tre stycken årsyngel medan det i Forsmark inte påträffades något (tabell 7). I enlighet med tidigare år förekom relativt få äldre individer vid provtagningarna. I Biotestsjön fångades under 2024 en fyraåring och i Forsmarks skärgård en fyraåring samt en sjuåring (tabell 7, figur 20).

I analyserna av tillväxt hos abborrarna visade resultaten att genomsnittlig längd vid en given ålder hos abborrar i Biotestsjön var något högre än hos abborrar i Forsmarks skärgård (tabell 8). För ettåriga abborrar var medellängden drygt 20 cm i Biotestsjön jämfört med drygt 15 cm i Forsmark (tabell 8). Skillnaden i storlek var större under de första två levnadsåren och längdskillnaden är mindre redan år tre (tabell 8).

Tabell 8. Medellängd i millimeter vid ålder hos abborrhonor i Forsmark och Finbofjärden i augusti samt i Biotestsjön och Forsmark i oktober år 2024.

Ålder	Augusti		Oktober	
	Forsmark	Finbo	Biotestsjön	Forsmark
0	-	-	158	-
1	123	110	203	155
2	167	152	217	187
3	226	205	242	224
4	258	252	325	212
5	267	261	-	-
6	312	299	-	-
7	-	309	-	350
8	-	276	-	-
9	-	-	-	-
10	-	-	-	-
11	-	368	-	-
12	-	-	-	-
13	-	409	-	-

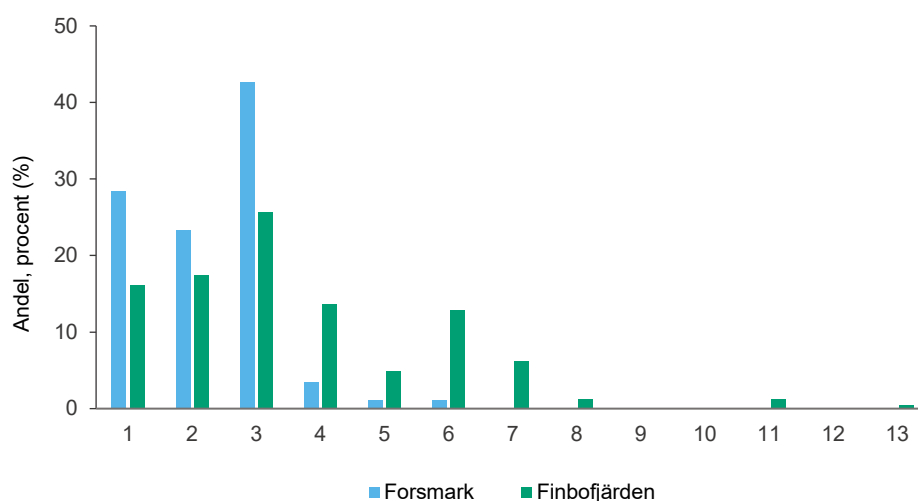


Figur 20. Åldersfördelning hos provtagna abborrhonor i Biotestsjön och Forsmarks skärgård under oktober månad 2024.

Forsmark

De flesta abborrhonor i Forsmarks skärgård som fångats under augusti var mellan ett och tre år gamla (figur 21). Likt föregående år var det den starka årskullen födda 2021 som utgjorde den största andelen av fångsten (42 procent). Under 2024 fångades inga årsyngel vid nätprovfisket i Forsmark under augusti och förekomsten av individer äldre än fyra år var likt föregående år låg (figur 21). I likhet med Forsmark så var treåriga abborrar de mest frekventa i fångsterna från referensområdet Finbofjärden (figur 21). Likt de senaste åren påträffades inga årsyngel vid provfisket i Finbofjärden. Åldersfördelningen visar att Finbofjärden har en större andel äldre abborrar än Forsmark (figur 21). Den äldsta abborren som påträffades i Finbofjärden var 13 år gammal, medan de två äldsta individerna som fångades i Forsmark var sex år gamla (tabell 8).

I analyserna av tillväxt hos abborrarna i augusti, visade resultaten att genomsnittlig längd vid en given ålder hos abborrar i Forsmarks skärgård var något högre än hos abborrar i Finbofjärden (tabell 8). De senaste åren har skillnaden i storlek mellan områdena varit mellan 2 och 4 cm de första fem levnadsåren för att sedan minska hos de äldre individerna. Under 2024 var skillnaden mellan en och två cm det första tre åren för att sedan försvinna helt från år fyra (tabell 8). Det är möjligt att skillnaden i storlek inte är möjlig att detektera i de äldre åldersklasserna på grund av de låga antalet äldre individer i provfiskena.



Figur 21. Åldersfördelning hos abborrhonor fångade med Nordiskt kustöversiktsnät i Forsmark och i referensområdet Finbofjärden under augusti 2024.

4.5. Kontroll av sjukdomar, skador och parasitering hos fisk

Vid kontroller av sjukdomar, skador och parasitering hos fisk i samband med provfiskena påträffades endast ett fåtal individer med sjukdomar och skador i Biotestsjön och Forsmarks skärgård (tabell 9). Likt tidigare år var en av dessa skador mopsskalle, vilket är en deformation av huvudet, och ett öppet hudsår (noterad som övriga symptom i tabell 9). Till skillnad från föregående år fångades båda i referensområdet Forsmarks skärgård.

Inga individer med sjukdomssymptom kunde upptäckas i Forsmarks skärgårds referensområde Finbofjärden (tabell 9). Omfattningarna av svarta fläcksjukan (parasitering av digena trematoder, ögonsugmaskar) på fisk inom undersökningarna var relativt små i samtliga områden.

Tabell 9. Förekomst av sjukdomar, skador och parasitering hos fisk i provfiske utförda i recipienten (Biotestsjön, närreferens (Forsmark) och fjärreferens (Finbofjärden) under 2024 med nät och ryssjor. Förekomst anges i antal individer samt prevalens (procent av totalfångst).

	Biotestsjön	Forsmark	Finbo, Åland
Mopsskalle		1	
Övriga symptom		1	
Prevalens %	0	0,032	0

4.6. Bottenfauna

4.6.1. Mjukbottenfauna

Undersökningarna av mjukbottenfauna visade viss variation i artsammansättning mellan lokalerna utanför Forsmarks kärnkraftverk och referensområdet i Finbofjärden på Åland, baserat på att flera av arterna/artgrupperna bara förekom på en lokal (tabell 10). Vid 2024 års undersökning påträffades mellan 7 och 12 arter av bottenfauna per lokal, och tätheten uppgick till mellan 1 109 och 11 049 individer per kvadratmeter på de respektive lokalerna. I årets provtagning var det genomsnittliga antalet individer högre på de djupa bottenarna jämfört med de medeldjupa, både i Forsmark och referensområdet, medan det genomsnittliga artantalet var liknande på båda djupen (tabell 10).

Vid provtagning på medeldjupa bottenar i Forsmark var östersjömussla (*Limecola balthica*) likt tidigare år den dominerande arten. Fler individer av den främmande arten nordamerikansk havsborstmask (*Marenzelleria* sp.) hittades 2024 jämfört med föregående år. Under årets provtagning var arten den tredje vanligaste på lokalen med 142 individer per kvadratmeter, jämfört med 2023 då den var den fjärde vanligaste arten med 102 individer per kvadratmeter. Den främmande arten nyazeeländsk tusensnäcka (*Potamopyrgus antipodarum*) förekom i högre tätheter än föregående år och var den näst vanligaste arten 2024. För fjärde året i rad påträffades inte främmande trekantig brackvattensmussla (*Mytilopsis leucophaeta*) på Forsmarks medeldjupa bottenar. Den registrerades första, och hittills enda gången, på mjuka bottenar i Forsmark under 2020, men har observerats regelbundet på samtliga undersökta hårbottenstationer i området. Tätheterna av indikatorarten vitmärsla (*Monoporeia affinis*) var tillbaka på liknande nivåer som under år 2022 (16 respektive 22 individer). Det är betydligt lägre än 2023, då vitmärsla var näst vanligast på lokalen med 297 individer per kvadratmeter. Slammärsla (*Corophium volutator*) saknades i årets provtagning, och tätheterna av skorv (*Saduria entomon*) hade gått ner till motsvarande 8 individer per kvadratmeter 2024, jämfört med 43 individer per kvadratmeter året dessförinnan.

Vid provtagning på medeldjupa bottenar vid referensområdet i Finbofjärden var östersjömussla likt föregående år den vanligast förekommande arten med i genomsnitt på 1 124 individer per kvadratmeter. Nordamerikansk havsborstmask och vitmärsla förekom i tätheter motsvarande 74 och 68 individer per kvadratmeter (tabell 10), vilket också var i linje med 2023 års undersökning. Tätheterna av nyazeeländsk tusensnäcka och individer från familjen fjädermyggor (*Chironomidae*) var fortsatt låga på lokalen. I årets provtagning saknades återigen arten bakborstig rovmask (*Hediste diversicolor*), vilken 2023 hittades på lokalen för första gången sedan år 2018.

På Forsmarks djupa botten dominerades proverna till skillnad från tidigare år av indikatorarten vitmärla, med tätheter motsvarande i genomsnitt 6 691 individer per kvadratmeter. Nordamerikansk havsborstmask förekom i något lägre tätheter än föregående år, 3 291 individer per kvadratmeter, och var den näst vanligaste arten på lokalen. Tätheterna av nordamerikansk havsborstmask är fortfarande höga jämfört med åren 2020–2022, då antalet individer låg på under 1 000 individer per kvadratmeter. Östersjömussla noterades i högre täthet per kvadratmeter än under de senaste fyra åren. Andra vanligt förekommande artgrupper och arter på lokalen var fåborstmaskar (*Oligochaeta*) och skorv.

På motsvarande djup i Finbofjärden registrerades flest individer av nordamerikansk havsborstmask, östersjömussla och vitmärla. Vitmärla var ungefär 10 gånger vanligare i årets provtagning jämfört med 2023. Likt på motsvarande station (djupa mjukbotten) i Forsmark förekom nordamerikansk havsborstmask i något lägre tätheter i Finbofjärden än föregående år men låg fortfarande på en hög nivå, motsvarande 1 597 individer per kvadratmeter. Bakborstig rovmask, bukig tusensnäcka (*Ecrobia ventrosa*) och artgruppen fåborstmaskar saknades helt i undersökningarna 2024. Fjällborstmask (*Bylgides sarsi*) och korvmask (*Halicryptus spinulosus*) förekom i liknande tätheter som föregående år.

Tabell 10. Medelantal av bottenfauna per kvadratmeter för medeldjupa och djupa stationer i Forsmark och referensområdet Finbofjärden år 2024. * innebär att flera arter omfattas.

Artnamn	Latinskt namn	Forsmark 17–20 m	Finbofjärden 17–20 m	Forsmark 40–45 m	Finbofjärden 40–45 m
Vitmärla	<i>Monoporeia affinis</i>	16	68	6 691	234
Amerikansk havsborstmask	<i>Marenzelleria sp.*</i>	142	74	3 291	1 597
Östersjömussla	<i>Limecola balthica</i>	545	1 124	711	529
Fåborstmask	<i>Oligochaeta*</i>	122	6	156	-
Nyazeeländsk tusensnäcka	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	242	16	2	-
Skorv	<i>Saduria entomon</i>	8	12	94	-
Tångmärla	<i>Gammarus sp.*</i>	-	-	66	-
Bukig tusensnäcka	<i>Ecrobia ventrosa</i>	28	26	-	-
Bakborstig rovmask	<i>Hediste diversicolor</i>	-	-	16	-
Hoppkräfta	<i>Copepoda*</i>	-	-	12	-
Fjädermygglarv	<i>Chironomidae*</i>	-	2	6	6
Insekter	<i>Insecta*</i>	4	-	-	-
	<i>Turbellaria*</i>	-	-	2	-

Artnamn	Latinskt namn	Forsmark 17–20 m	Finbofjärden 17–20 m	Forsmark 40–45 m	Finbofjärden 40–45 m
Storhövdad marsipansnäcka	<i>Limapontia capitata</i>	-	-	2	-
Vanlig tånggråsugga	<i>Idothea baltica</i>	2	-	-	-
Korvmask	<i>Halicryptus spinulosus</i>	-	22	-	42
Hissfjällmask	<i>Bylgides sarsi</i>	-	-	-	10
Slemmaskar	<i>Nemertini*</i>	-	2	-	6
Blåmussla	<i>Mytilus edulis</i>	-	4	-	-
Sandmussla	<i>Mya arenaria</i>	-	2	-	-
Totalantal/m ²		1 109	1 356	11 049	2 420
Artantal		9	12	12	7

4.6.2. Hårdbottenfauna

Undersökningarna av hårdbottenfauna i Forsmarksområdet visade betydande skillnader mellan lokalerna både beträffande artförekomst och individtäthet. Under provtagningen 2024 registrerades mellan 28 och 37 arter per lokal, och medelantalet individer per Landforsplatta på de olika lokalerna varierade mellan 84 och 7 052 stycken (tabell 11). På samtliga stationer hittades fler arter 2024 jämfört med föregående år (tabell 12), och ökningen var störst för Plymen och Borgarna. Individdtätheten var liksom tidigare år högre i Biotestsjön än på de mindre varmvattenpåverkade lokalerna, även om artantalet var det lägsta (tabell 11). Individdtätheten i Biotestsjön var också högre än föregående år, drygt 7 000 individer per substrat 2024 jämfört med knappt 2 000 individer 2023.

I Biotestsjön var tångmärlor (*Gammarus* sp.) den talrikaste artgruppen. Antalet tångmärlor per Landforsplatta var i genomsnitt 3 420 stycken, vilket är ungefär 3,5 gånger högre än föregående år och nästan i storlek med rekordåren 2019 och 2021 (figur 22). Även bukig tusensnäcka (*Ecrobia ventrosa*) och märlkräfta (*Leptocheirus pilosus*) förekom i avsevärt högre tätheter än föregående år. Den främmande arten röd pungräka (*Hemimysis anomala*) har hittats i undersökningsområdet under åren 2021–2023, men saknades vid 2024 års provtagning i Biotestsjön. Den främmande arten trekantig brackvattensmussla (*Mytilopsis leucophaeata*) uppvisade en tydlig nedgång i både Biotestsjön och Asphällafjärden i årets provtagning och saknades helt vid Plymen och Borgarna.

Under 2024 noterades en trefaldig ökning i Biotestsjön av den invasiva arten nyazeeländsk tusensnäcka (*Potamopyrgus antipodarum*) jämfört med 2023, men från relativt låga nivåer (figur 22). Mer zooplankton hittades i undersökningarna under 2024 i jämförelse med 2023, i synnerhet i Biotestsjön. Hoppkräftor (*Copepoda*) och musselkräftor (*Ostracoda*) stod för nästan hela ökningen.

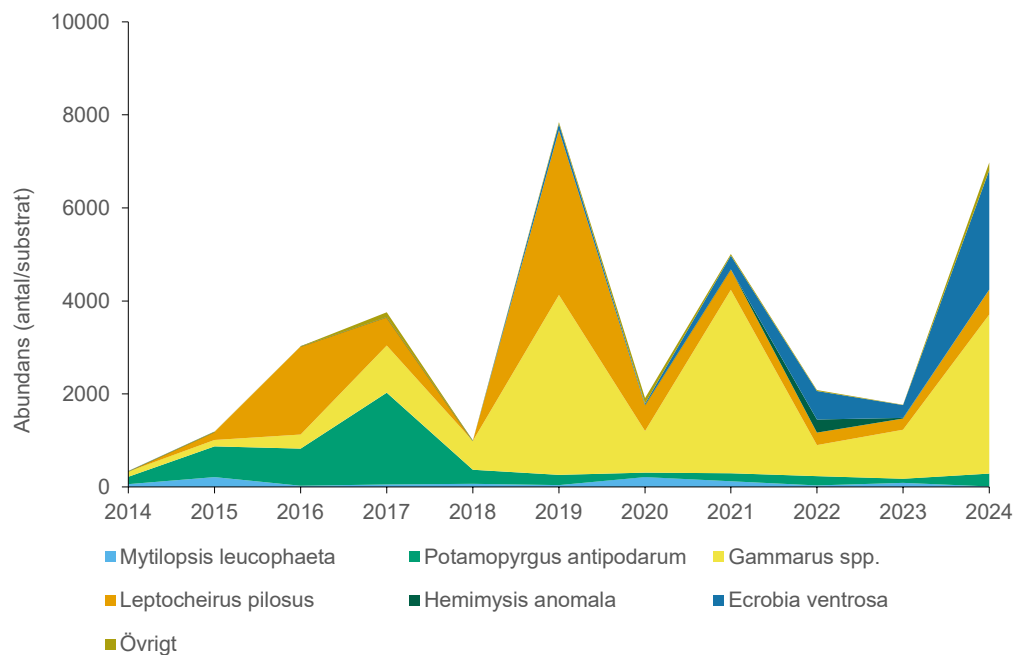
Vid lokalen utanför kylvattenintaget i Asphällafjärden förekom strandvattengråsugga (*Jaera albifrons*) i högst tätheter under 2024, följt av nordlig hjärtmussla (*Cerastoderma glaucum*) och bukidig tusensnäcka. De tre musselarter som har hittats i Asphällafjärden de senaste åren, det vill säga nordlig hjärtmussla, blåmussla (*Mytilus edulis*) och trekantig brackvattensmussla, var betydligt mer ovanliga 2024 jämfört med föregående år. Röd pungräka hittades i årets provtagning i mycket låga tätheter i Asphällafjärden och tätheterna av juveniler av nordamerikansk havsborstmask (*Marenzelleria* sp.) hade också sjunkit, efter att tidigare ha varit vanligare i Asphällafjärden än på de övriga lokalerna. Asphällafjärden uppvisade liksom tidigare år det högsta totala artantalet, och individtätheten var bara högre i Biotestsjön (tabell 12). Det totala medelantalet individer per substrat var i Asphällafjärden ungerfär detsamma som förra året.

Vid 2024 års undersökning av lokalen Plymen var artgruppen fjädermyggor (*Chironomidae*) den mest talrika, även om tätheterna i allmänhet var låga på denna lokal. Andra vanliga arter och artgrupper var tångmärla, båtsnäcka (*Theodoxus fluviatilis*) och havstulpan (*Amphibalanus improvisus*). För tredje året i rad registrerades juvenila individer av nordamerikansk havsborstmask på lokalen, och dessutom i något högre tätheter än föregående år. Nyazeeländsk tusensnäcka hittades återigen på lokalen efter att ha saknats i 2023 års undersökning. Det totala medelantalet individer per substrat i Plymen 2024 låg på liknande nivåer som året innan.

Vid referenslokalen Borgarna var, liksom tidigare år, båtsnäcka den vanligast förekommande arten, följt av nyazeeländsk tusensnäcka och nordamerikansk havsborstmask, vilken helt saknades på lokalen 2023. Trekantig brackvattensmussla hittades inte på lokalen i årets provtagning. Borgarna uppvisade 2024 ett lika högt artantal som Plymen men individtätheten per substrat hade sjunkit något sedan föregående år, vilket resulterade i den lägsta individtätheten av alla lokalerna (tabell 11, 12).

Tabell 11. Medelantal av utvald bottenfauna per Landforsplatta för stationerna i Forsmarksområdet år 2024; Biotestsjön, utsläppsområdet för kylvatten utanför Biotestsjön kallat Plymen, området för kylvattenintaget till kraftverket i Asphällafjärden samt Borgarna norr om Biotestsjön som aldrig påverkas av kylvatten. * innebär att flera arter omfattas.

Artnamn	Latinskt namn	Biotestsjön (antal/substrat)	Plymen (antal/substrat)	Borgarna (antal/substrat)	Asphällafjärden (antal/substrat)
Nordlig hjärtmussla	<i>Cerastoderma glaucum</i>	<1	-	<1	70
Fjädermyggor	<i>Chironomidae*</i>	54	16	8	52
Slammärla	<i>Corophium volutator</i>	25	-	-	20
Bukig tusensnäcka	<i>Ecrebia ventrosa</i>	2 566	4	1	57
Tångmärla	<i>Gammarus sp*</i>	3 420	15	3	10
Röd pungräka	<i>Hemimysis anomala</i>	-	-	-	<1
Strandvatten-gräsugga	<i>Jaera albifrons</i>	-	2	1	104
Märkräcka <i>Leptocheirus</i>	<i>Leptocheirus pilosus</i>	537	6	<1	20
Nordamerikansk havsborstmask	<i>Marenzelleria sp*</i>	<1	5	9	13
Trekantig brackvattensmussla	<i>Mytilopsis leucophaea</i>	10	-	-	2
Blåmussla	<i>Mytilus edulis</i>	-	1	<1	29
Nyazeeländsk tusensnäcka	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	277	4	10	7
Oval dammsnäcka	<i>Radix balthica</i>	<1	9	8	47
Båtsnäcka	<i>Theodoxus fluviatilis</i>	23	13	18	7
Zooplankton*		80	4	1	39
Totalantal/Landforsplatta		7 052	108	84	670
Artantal		28	30	30	37



Figur 22. Antal individer av de vanligast förekommande bottenfaunaarter per Landforsplatta i Biotestsjön sedan undersökningarna inleddes år 2016.

Tabell 12. Antal arter per år och station sedan undersökningarna inleddes 2016. År 2018 återfanns inga av de utplacerade Landforsplattorna i Plymen, därför saknas data från det året.

År	Biotestsjön	Plymen	Borgarna	Asphällarfjärden
2016	17	17	15	21
2017	16	23	18	26
2018	13	-	16	26
2019	25	14	18	28
2020	25	20	25	33
2021	20	17	24	32
2022	21	30	18	35
2023	18	20	16	32
2024	28	30	30	37
Medelantal arter per år	20,33	21,38	20,00	30,00

4.7. Fågelinventeringar

Under 2024 års fågelinventeringar i Forsmark gjordes totalt 44 035 observationer av de sju arter som ingår i kontrollprogrammet under totalt 23 tillfällen (tabell 13). Antalet observerade fåglar minskade igen till nivåer jämförbara med år 2022, men sett till hela tidsserien är förekomsten fortfarande jämförelsevis hög. Mer än hälften av alla fåglar observerades under 2024 på två lokaler: Biotestsjön (område C, figur 6) och Asphällafjärden (kylvattenintaget, delområde G, figur 6) där 13 443 respektive 13 203 fåglar noterades. Till skillnad från tidigare år observerades lika många fåglar i Asphällafjärden som i Biotestsjön under 2024 (Adill m.fl., 2024). Däremot var antalet fåglar per ytenhet i Biotestsjön dubbelt så hög som i Asphällafjärden då dess yta är dubbelt så stor som Biotestsjön (tabell 13).

Tabell 13. Sammanlagda fågelförekomster (23 tillfällen) för prioriterade arter inom fågelinventeringarna i zonerna A–G i Forsmark under 2024.

2024	A	B	C	D	E	F	G	Total
Gräsand	78	64	1 380	43	55	122	442	2 184
Häger	1	11	87	14	6	14	11	144
Knipa	3 076	899	914	1 367	2 152	895	2 629	11 932
Knölsvan	203	144	1 813	162	59	326	471	3 178
Mellanskarv	518	483	5 194	967	72	481	386	8 101
Storskrake	331	369	1 520	616	298	257	478	3 869
Vigg	1 018	99	2 535	1 525	587	77	8 786	14 627
Totalt	5 225	2 069	13 443	4 694	3 229	2 172	13 203	44 035
Totalantal/km ²	2 090	1724	12 221	1 619	1 196	776	6 001	2 859

Den vanligaste arten i undersökningsområdet var likt tidigare år vigg, med totalt 14 627 observationer, vilket är lägre än under 2023 (17 032 individer) och även under medeltalet för alla år som inventeringen utförts.

Likt föregående år påträffades vigg huvudsakligen i Asphällafjärden, där antalet var särskilt högt under vintermånaderna. Antalet individer i Biotestsjön fortsatte att minska från år 2023 men tätheterna var fortfarande näst högst i området

Knipa var den näst vanligaste arten i undersökningsområdet med 11 932 observationer. Till skillnad från tidigare år var inte Asphällafjärden (G) det delområde där flest knipor observerades, utan den var även vanlig i utsläppsområdet i A och D (tabell 13). I Biotestsjön (C) observerades ovanligt många knipor och antalet var det högsta sedan undersökningarna inleddes år 2002. De senaste åren har förekomsterna av knipa visat en generell positiv utveckling i undersökningsområdet.

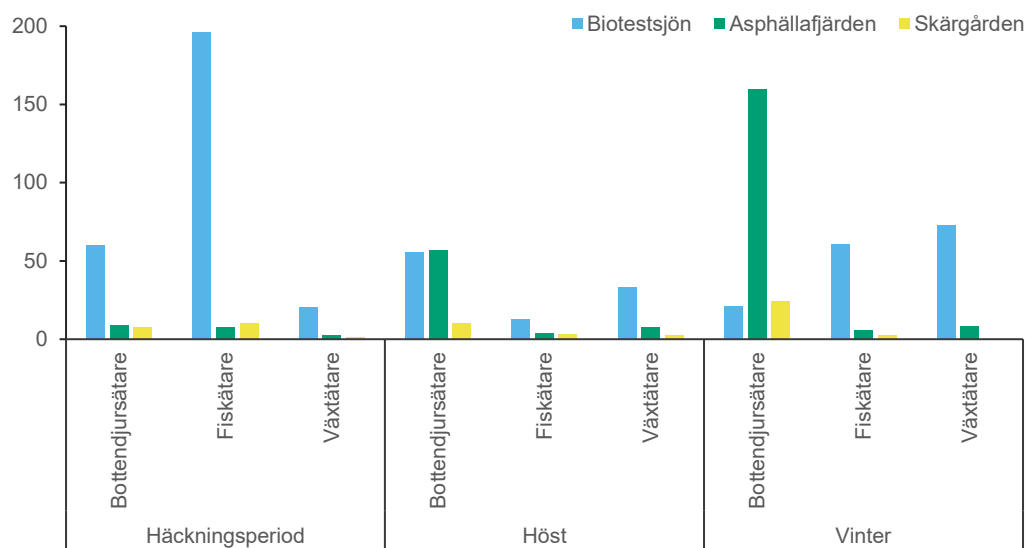
Förekomsten av mellanskarv var lägre än under 2023 (8 101 respektive 11 030 observationer) men fortfarande högre än medeltalet för samtliga inventeringsår.

Sedan år 2022 har färre och färre mellanskarvar påträffats vid undersökningsområdet. De flesta observationerna av mellanskarv gjordes i Biotestsjön, med de högsta tätheterna under häckningstiden. Likt föregående år noterades inga häckningsförsök under 2024.

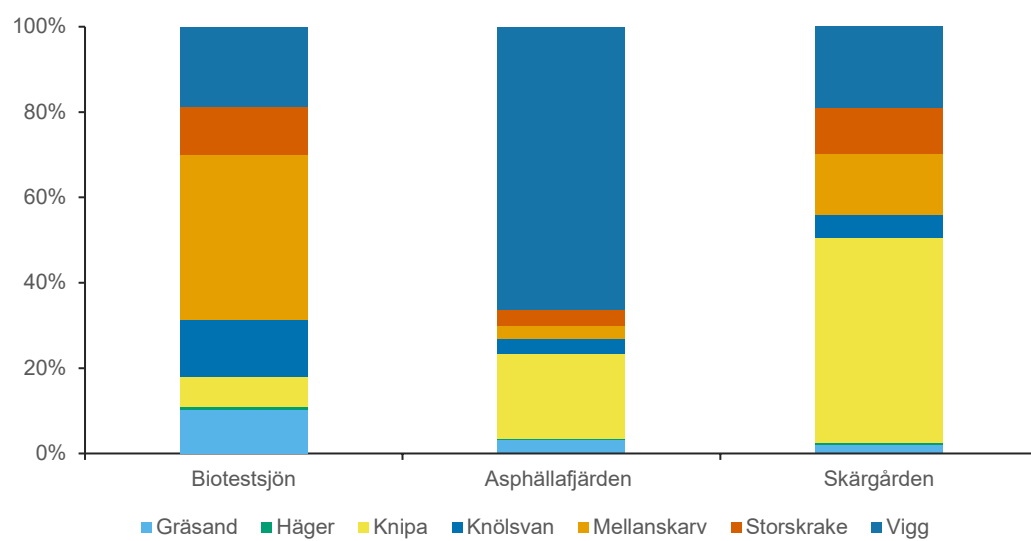
Under året noterades färre storskrakar än under föregående år (3 869 respektive 5 554 individer). Biotestsjön var åter det viktigaste delområdet för arten, med speciellt höga tätheter under häckningsperiod och vintermånaderna (figur 23).

Under 2024 gjordes 3 178 observationer av knölsvan i undersökningsområdet, vilket är det näst högsta antalet sedan undersökningarnas start år 2002. Fler knölsvanar noterades endast under 2021 (4 193 individer). Under 2024 gjordes färre observationer av både gräsand och häger (2 184 respektive 144 observationer) än under föregående år. Antalet observationer av häger i undersökning var knappt hälften av dem som gjordes under 2023. Både häger och gräsand förekom i högst tätheter i Biotestsjön året runt (figur 24).

Mer ingående undersökningar av inventeringsområdet visar skillnader i vilka funktionella grupper och arter som nyttjade de olika delområdena (figur 23). Förekomsten med avseende på tätheter av både fisk- och växtätande fåglar var högre i Biotestsjön än i något annat delområde året om. Tätheter av fiskätande fåglar var speciellt höga i Biotestsjön under häckningsperioden. Under hösten var skillnaden i täthet mellan Biotestsjön och de andra delområdena mindre än under resten av året. Detta innebär att de var utspridda jämnt i hela undersökningsområdet. För växtätare var skillnaden i täthet allra störst mellan områdena under vintern och minst under häckningsperioden (figur 23). Till skillnad från 2023 vistades fler växtätare än fiskätare i Biotestsjön under vintern. En annan skillnad jämfört med föregående år var att bottendjursätarna hade en topp med högre tätheter i Biotestsjön under häckningsperioden istället för hösten. Under hösten 2024 var bottendjursätarna istället mer jämnt fördelade mellan Biotestsjön och Asphällafjärden. Likt tidigare år uppehöll sig bottendjursätarna främst i Asphällsfjärden under vinterperioden.



Figur 23. Tätheter av funktionella grupper per observationstillfälle över säsong i delområde C- Biotestsjön, G-Asphällafjärden och Skärgården som innefattar resterande delområdena i inventeringsområdet (A, B, D, E, F) under 2024. Varje säsong avser en fyramånaders period och är uppdelad efter fåglarnas aktivitet; häckningsperiod: April–Juli, höst: Augusti–November, vinter: December–Mars.



Figur 24. Relativ fördelning (%) av de studerade fågelarterna i Biotestsjön - C, Asphällafjärden - G och övriga Forsmarks skärgård (A, B, D, E, F) under 2024.

5. Diskussion

I driften av Forsmarks kärnkraftverk pumpas stora mängder brackvatten genom kraftverket för att kyla kondensatorerna. Många fiskar dör i kylvattenintaget; en fiskförlust som undersöks kvantitativt i denna rapport. Kylvattenhanteringen har en direkt påverkan på omgivande kustekosystemen genom att det havsvatten som används innehåller levande organismer som dras med in i systemet, eller filtreras bort vid intaget och dör. Det uppvärmda kylvatten som släpps ut i Biotestsjön och treans kanal har därtill effekter på djurens fysiologi, födotillgång och beteendemönster, vilket i sin tur kan påverka deras tillväxt, reproduktion och förekomst. Dessa förändringar är väl dokumenterade i årsrapporteringar och fördjupade rapporter under de år som kontrollprogrammet har pågått, framförallt när det gäller fisk, bottenfauna och fågel (Adill m.fl., 2013; Adill m.fl., 2018; Adill m.fl., 2024).

Under året var produktionen den lägsta sedan år 2015 på grund av både planerade revisionsarbeten och oplanerade produktionsstopp. Den lägre produktionen ledde till minskade kylvattenflöden under långa perioder. Vid undersökningarna av fiskförlusterna i silstationen för det gemensamma kylvattenintaget till F1 och F2, genomfördes till exempel provtagningarna med full drift och maximalt kylvattenflöde under endast elva av tjugo veckor under året. Temperaturdata från utsläppsområdena Biotestsjön och kanalen från F3 visar att dagarna av extrema temperaturer över 25 °C var något färre än under föregående år, även om perioderna fortfarande var långa. De senaste åren har längre perioder med temperaturer över 30 °C i Biotestsjön uteblivit på grund av revisionsavställning under de varmaste sommarmånaderna. Sedan slutet av 2010-talet har dessa extrema temperaturer dock inträffat allt oftare. Vattentemperaturer upp emot 30 °C är skadliga för många fiskarter och påverkar individerna på ett negativt sätt. Plötsliga temperaturökningar som når extrema temperaturer kan dessutom vara dödligt för många fiskarter, särskilt större och äldre individer (Adill m.fl., 2018). Under 2024 var vattentemperaturerna i utsläppsområdet för kylvatten från F3 över 30 °C under ett dygn, med en högsta temperatur på 30,2 °C i mitten av augusti. Sannolikt flyr stora mängder fisk från området under de perioder då förhållandena är som mest extrema, men eftersom inga undersökningar genomförs i detta område under året blir det svårt att fastställa.

Vid undersökningarna av fiskförlusterna i silstationen för det gemensamma kylvattenintaget till F1 och F2, kunde provtagningarna till stor del utföras vid full drift och maximalt kylvattenflöde. Sex av åtta veckor under våren och tre av tolv veckor på hösten påverkades dock av revisionsavställningar och medförde reducerat kylvattenflöde. Under hösten stod Forsmark reaktor 3 helt stilla och innebar ett minskat kylvattenflöde i intagskanalen. Den halvering av fiskförlusten som skett mellan 2023 och 2024 beror troligen på det reducerade kylvattenflödet i hela kanalen. Trots detta fastnade en hög andel under hösten, fler än under föregående år under vilket årsyngel förekom rikligt. Det kan vara ett tecken på att det även under 2024 var gynnsamma förhållanden för reproduktion och rekrytering till fisksamhället i närområdet. Detta är något som styrks av resultaten från yngelprovtagningen i Forsmarks skärgård med det stora antal yngel som förekom.

De enorma mängderna storspigg i silstationsprovtagningarna speglar med stor sannolikhet de höga tätheterna av arten i omgivande kustnära områden och i Bottenhavet. Vid andra fiskundersökningar som genomförs i Bottenhavet och Östersjön (till exempel Baltic International Acoustic Survey), finns likt i silstationsdata från Forsmark tydliga trender för storspiggens höga förekomster. De senaste åren har dessutom förekomsten av storspigg i fisket med nordiska kustöversiktsnät i området, trots att arten inte fångas representativt i näten. Vilket också talar för artens höga förekomst i Forsmarksområdet. Storspiggens beståndsutveckling under de senaste decennierna har till stor del orsakats av storskaliga miljöförändringar i våra havsområden och vidare har på ett tydligt sätt påverkat befintliga ekosystem (Olin m.fl., 2022). Fiskarter som var vanliga i våra kustområden tidigare, till exempel abborre och gädda, har påverkats negativt och har som följd minskat i omfattning i flertalet kustområden (Donadi m.fl., 2020). Förekomsten av ål var en av de lägsta sedan undersökningarnas start, även om antalet var betydligt högre än under början av 2020-talet. Årets reducerade kylvattenflöden i kraftverket bidrog sannolikt till att färre ålar lockades in i Asphällafjärden och slutligen fastnade i silstationerna föregående år. Majoriteten av ålarna fastnade i silstationen under hösten och utgörs av lekvandringsmogna blankålar. Under hösten påbörjar blankålar sin vandring mot lekområden i Sargassohavet och följer strömmar söderut men sannolikt lockas in i kraftverket av kylvattenflödena i Öregrundsgrepen. Under våren fastnade även flera mindre gulålar än tidigare år och det kan vara ett tecken på rekrytering av ålar in i Forsmarksområdet. Vid analys av utvecklingen för ålens förekomst över tid i silstationerna under provtagningsåren blir det alltmer tydligt att de stora mängderna ål som fastnade i silstationerna under slutet av 1990-talet och fram till åren runt 2010, påverkades av tidigare kompensationsutsättningar av ålyngel i Biotestsjön. Under åren 1985 och 1989 genomfördes ett fiskevårdsprojekt i området och drygt 500 000 ålyngel sattes ut i Biotestsjön. Många av ålarna blev kvar i Biotestsjön, och en hel del spred sig även till omgivande områden i Forsmarks skärgård. I takt med

att ålarna tillväxte och uppnådde könsmognad påträffades de i högre grad i silstationsprovtagningarna. Numera är det sannolikt att samtliga individer från utsättningarna försvunnit från området och inte längre förekommer i fångsterna. Resultaten av provfiskena med ryssjor i Biotestsjön visar också att tätheterna av ål är mycket låg jämfört med situationen i början av 2000-talet. Eftersom ålen är en rödlistad och skyddad art är det dock av stor betydelse att de ålar som fastnar i silstationen återutsätts i havet igen. Den metodik som skapats under de senaste åren för att kunna återutsätta ålarna levande fungerar delvis. Det finns behov av att omarbete metoden då hanteringen av rensmassorna orsakar stora skador på ålarna. Arbete har under året påbörjats med kameraövervakning och identifiering av ål i rensrännan. Målet är att framta en AI-driven igenkänning av ål för att kunna avleda dem med ett automatiskt system innan de når renssumpen och renspumparna i silstationen. Detta borde öka ålarnas överlevnad och därmed även möjligheten att återutsätta dem i gott skick.

Inom fiskundersökningarna i Biotestsjön kunde det återigen konstateras att tätheterna av varmvattenarter, som till exempel mört, abborre och björkna, är enormt höga. Tätheterna sett till fångst per nät och natt var de största sedan undersökningarnas start, och det rekordstora antalet mörtar som fångades under vårfisket var en anledning till det. Fångstdata från provfiskena under våarna har tydligt visat att lekaktiviteten i Biotestsjön har ökat sedan början av 2000-talet och kan kopplas ihop med avlägsnandet av fiskgallret vid utloppet år 2004 (Adill m.fl., 2018). En stor andel av fiskarna som genomför leken i Biotestsjön har lockats in till anläggningens varma vatten från omgivande skärgårdsområde. Biotestsjön har på grund av sina förhållanden blivit ett mycket viktigt område för rekrytering av många arter. Att fångsterna varit fortsatt hög under hela våren tyder på att lekperioderna varit utdragna för många arter, och kan förklaras med att stationära individer uppnår lekmognad tidigare på våren jämfört med individer som lever i det kallare vattnet i skärgården och som endast vistas i Biotestsjön vid lek (Adill m.fl., 2018). Att ett stort antal mörtar fångades redan under marsfisket under 2024 bör kunna förklaras av vattentemperaturen i Biotestsjön som ser ut att ha varit något högre än föregående år. Fångsten av mört var fortsatt hög genom både april och maj, vilket styrker hypotesen om utdragna lekperioder för arter i området. Att lekaktiviteten under 2024 generellt var högre än föregående år speglas i stora fångster i yngelundersökningar i Biotestsjön, där förekomsten av sarv och björkna var högst men även abborryngel var mer vanligt förekommande än på länge. De jämförelsevis låga fångsterna under hösten visade återigen att tätheterna av de vanligaste fiskarterna förefaller vara betydligt lägre under höstperioden än under våren. Detta tyder på att en stor andel av fisken som uppehåller sig i Biotestsjön under våren för lek lämnar under sommarhalvåret när vattentemperaturerna blir som mest extrema, och sprider sig till omgivande skärgårdsområden. Utöver detta

så innebär de lägre temperaturerna under senhöst och vinter att de fiskar som är kvar bör vara mindre aktiva och därför fångas i mindre utsträckning i näten.

De abborrar och mörtar som uppehåller sig i Biotestsjöns varma vatten under hösten verkar vara välmående. Vid mer ingående analyser av abborrens och mörtens hälsa tycks individerna i Biotestsjön vara i samma goda kondition som individer i referensområdet. Förekomsterna av skador eller sjukdomar hos fisk i Biotestsjön var nästintill obefintliga; endast ett fåtal individer med sjukdomssymptom påträffades i undersökningarna. Vid kontrollerna av tillväxten hos abborre konstateras dessutom att förhållandena i Biotestsjön ger upphov till snabb kroppstillväxt, något som kan ge fördelar i en abborres liv. Abborrar i Biotestsjön växer snabbare än individerna i Forsmarks skärgård där skillnaden är speciellt stor under de tidiga levnadsåren. Anledningen till detta kan vara både en längre tillväxtsäsong i Biotestsjön samt att det råder lämpliga förhållandena med god födotillgång och långa perioder med vattentemperaturer som ger snabb tillväxt (Niu m.fl., 2023). Att levnadsförhållandena är gynnsamma för varmvattenarterna i Biotestsjön stöds av konditionsmåten för abborre i Biotestsjön som uppvisar generellt högre konditionsvärde jämfört med abborrar i Forsmarks skärgård. Inga kallvattenarter som sik och öring fångades i de ordinarie provfiskena i Biotestsjön. Förhållandena bör göra att området endast är lämpligt att vistas i under kortare perioder av året för fiskar som gynnas av kallare vattentemperaturer.

Resultaten från undersökningarna med Nordiskt kustöversiktsnät i Forsmarks skärgård visade att fångsterna ligger på liknande nivåer som de senaste två åren. Det skulle kunna tyda på att området har en ny normalnivå efter de extrema fångsterna mellan 2019 och 2021, som bestod främst av mört och björkna. Den nya nivån tycks ligga något över den tidigare normalnivån. Även om antalet individer i fångsterna har stabiliserats något de senaste åren så fortsätter artsammansättningen att variera av okänd påverkan. Som vi tidigare har sett i provfiskena i området så är det inte ovanligt att förekomsten av karpfisk fluktuerar kraftigt i fångsterna. Till exempel fångades fler mörtar och färre strömmingar under 2024 än under föregående år. Huruvida området har nått en ny normalnivå eller inte bör visa sig de närmsta åren.

Under höstens yngelundersökningar förekom årsyngel i högre tätheter än 2023 i både Biotestsjön och Forsmarks skärgård. Den höga förekomsten av årsyngel av abborre i Forsmarks skärgård var anmärkningsvärd, då de senaste åren har haft mycket låga förekomster av abborryngel, eller att de till och med uteblivit helt från undersökningarna. Fluktuationerna av årsyngel i Biotestsjön, trots de stora mängderna lekmogen fisk som fångas under våren, skulle kunna bero på att yngel vissa år spolats ut, eller om leken på något sätt går fel.

Resultaten av undersökningarna av bottenfauna liknar i stort sett de från tidigare års provtagningar, men med några viktiga skillnader. Sammanfattningsvis ser vi i 2024 års undersökning av mjuk- och hårbottenfauna flera stora ökningar, både i

art- och individantal, men få anmärkningsvärda minskningar. Kräftdjur, särskilt vitmärla på mjukbotten och tångmärla på hårbotten, tycks ha haft ett år med framgångsrik reproduktion. Vitmärlan anses vara en nyckelart på djupa mjukbottenar i Östersjön genom sin fundamentala roll i näringsväven och sin förmåga att syresätta bottensedimentet (Lopez och Elmgren, 1989). Generellt uppvisar vitmärla ett cykliskt mönster i populationstäthet med toppar vart sjätte till sjunde år (HELCOM 2013). I centrala Östersjön har dock vitmärla uppvisat en nedåtgående trend sedan 1970-talet, även om tätheterna har ökat under vissa enskilda år (Wiklund m.fl. 2008). Det återstår att se om de två senaste årens lyckade föryngring av vitmärla har varit resultatet av enstaka toppår (ibid.), eller om det är början till en mer positiv trend med ökande populationstillväxt. Till skillnad från kräftdjuren förekom musslor å andra sidan i lägre tätheter på hårbotten jämfört med föregående år, medan tätheterna på mjukbotten var varierande men i stort sett i linje med 2023 års provtagning.

En reflektion från 2024 års undersökningar av bottenfauna är att ingen av de främmande arter som regelbundet hittas i undersökningarna verkar dominera för tillfället. På djupa mjukbottenar var visserligen tätheterna av nordamerikansk havsborstmask fortsatt höga, men det tycks inte ha påverkat vitmärla negativt i Forsmark. På hårbotten registrerades trekantig brackvattensmussla i betydligt lägre tätheter än föregående år i Biotestsjön och Asphällafjärden, och arten saknades helt vid Plymen och Borgarna. Även den främmande röda pungråkan förekom i mycket låga tätheter i årets provtagning och hittades bara i Asphällafjärden, och tätheterna av juveniler av nordamerikansk havsborstmask var också betydligt lägre än föregående år. Det är vanligt att tätheterna av invasiva främmande arter stabiliserar sig efter ett antal år (se t.ex. Haubrock m.fl. 2022), och det är möjligt att det är det som skett i området. Däremot ökade tätheterna av nyazeeländsk tusensnäcka jämfört med förra året, framförallt i Biotestsjön. Den ökningen var dock måttlig jämfört med ökningen av bukig tusensnäcka i Biotestsjön, vars tätheter var ungefär 10 gånger högre i årets provtagning jämfört med 2023.

Amerikansk trågmussla upptäcktes i Östersjön 2010 och på svenska kusten i Bråviken 2016 (SLU Artdatabanken, 2025). Den har sedan dess spridit sig längs Sveriges östersjökust. Amerikansk trågmussla är en brackvattensart som lever på grunda (<6 meter), mjuka bottenar (SLU Artdatabanken, 2025). Det återstår att se hur förekomsten av amerikansk trågmussla, som hittades för första gången i Biotestsjön 2024 i samband med ryssjefiske, kommer att påverka födoavsningsinteraktioner i Forsmarksområdet de kommande åren. I en studie från Frankrike drar författarna slutsatsen att förekomst av amerikansk trågmussla kan förändra födosöksbeteendet hos inhemska toppredatorer eftersom arten verkar utgöra byte för gråtrut och utter (Pezy m.fl., 2022), och liknande interaktioner skulle kunna bli resultatet i Biotestsjön. Under 2024 observerades färre sjöfåglar i

inventeringarna i Forsmarksområdet än under de senaste två åren. Varför det återigen observerades färre sjöfåglar i inventeringsområdet kan bero på flera faktorer. Bland annat har både Forsmarks kraftgrupp AB och SKB utfört byggprojekt inom inventeringsområdet. Dessa har medfört en potentiell störning för sjöfågel, med ökade ljud- och aktivitetsnivåer. Dessutom har dessa arbeten även inneburit att delar av inventeringsområdet inte har varit tillgänglig vid flera av inventeringstillfällena. I september utfördes exempelvis sprängning samt schaktning av piren vid utloppet från Biotestsjön och delar av området var stängt för alla utom behörig personal. Trots detta var den totala observerade förekomsten av sjöfågel fortfarande hög. I enlighet med tidigare år var Biotestsjön och Asphällafjärden de viktigaste lokalerna för sjöfågel. De är även de två lokaler som är mest påverkade av kraftverkets drift med tanke på placeringen av kylvattenintaget i Asphällafjärden och utsläppet i Biotestsjön. Starkt strömmande och senare även uppvärmt vatten skapar gynnsamma förhållanden, speciellt vintertid, då dessa faktorer leder till isfria områden i Asphällafjärden, Biotestsjön samt den sistnämndes utsläppsområden A och D.

Isfria områden är viktiga för sjöfåglar då dessa är en förutsättning för övervintring, födosök och skydd. Att det var färre observationer i Asphällafjärden än under föregående år beror till stor del på låga vintertemperaturer och de isförhållanden som rådde under 2024. Vid flera inventeringstillfällen var Asphällafjärden helt eller till stor del istäckt och få sjöfåglar nyttjade området. När Asphällafjärden fryser flyttar sjöfåglarna som vanligtvis brukar övervintra där, huvudsakligen bottendjursätare, till kylvattensutsläppet. Detta förklarar varför totalantalet observationer för ovanlighetens skull var nästan lika hög i skärgårdsområdena som i Asphällafjärden under vintern 2024. Det finns generellt en stor skillnad i vilka funktionella grupper samt arter som nyttjar de olika områden under året. På grund av tidigare nämnda störningarna såg fördelningen mellan områdena troligtvis annorlunda ut jämfört med tidigare år. Under året hade bottendjursätande fåglar en täthetstopp i Biotestsjön istället för i Asphällafjärden under häckningstiden, vilket också kan förklaras av störning från byggarbetena vid SKB. Att antalet sjöfåglar var högre i Asphällafjärden än i Biotestsjön under hösten skulle kunna bero på att flera inventeringsstationer vid Biotestsjön var otillgängliga under arbetet med borttagning av piren och då att vissa områden inte kunde räknas ordentligt. Arbeten vid piren kan ha påverkat antalet fåglar som vistades i Biotestsjön, men att delar av Biotestsjön inte kunde inventeras är troligen största faktorn. Likt tidigare år var tätheterna av bottendjursätare (främst vigg) speciellt höga i Asphällafjärden under vintern. Under vintern observerades det största antalet knipor vid kylvattenutsläppet, där de troligen ansamlats från ett större skärgårdsområde när isens täckningsgrad var som högst. Detta förklarar varför knipa var den vanligaste arten i Forsmarks skärgård. Eftersom både knipa och vigg är bottendjursätare är det troligt att de sprider sig till olika områden vid höga tätheter

för att undvika konkurrens, trots att bottenfaunan i Asphällafjärden är riklig (se 4.6.2 Hårdbottenfauna). Den största begränsande faktorn är dock sannolikt tillgången på isfria övervintringsområden. Både fisk- och växtätande fåglar var vanligt förekommande i Biotestsjön året om. Till skillnad från tidigare år var växtätare generellt mer vanligt förekommande än fiskätare under 2024, förutom under häckningstiden då ett stort antal mellanskarvar nyttjade området. För både fisk- och växtätande fåglar är Biotestsjön ett väldigt gynnsamt område eftersom det uppvärmda kylvattnet resulterar i högre vattentemperaturer vilket i sin tur bidrar till höga fisktätheter och hög växtproduktion i området. De höga förekomsterna av mellanskarv under häckningsperioden sammanfaller med högsta fisktätheter i Biotestsjön. Dessa gynnsamma födoförhållanden är troligen anledningen att så många mellanskarvar söker sig till Biotestsjön. Trots att stora mängder mellanskarv vistades i Biotestsjön under häckningstiden fanns det inga tecken på häckningsförsök under 2024. En anledning till detta skulle kunna vara höga förekomster av havsörn i området som tidigare setts störa skarvkolonier (Bregnballe m.fl., 2022). De stora mängderna av mellanskarv har potential att påverka den lokala fiskpopulationen i Biotestsjön på längre sikt (Östman m.fl., 2012), men inga resultat från provfisken inom det biologiska recipientkontrollprogrammet som tyder på någon negativ påverkan. För växtätare är Biotestsjön ett bra övervintringsområde som är isfritt och med hög växtproduktion tack vare det varmare vattnet.

För att sammanfatta är det övervintrande bottendjursätare (vigg och knipa) i Asphällafjärden och fiskätare (främst mellanskarv) i Biotestsjön under häckningsperioden som står för den största delen av totala observationerna av sjöfågel i inventeringsområdet. En viktig skillnad är att distributionen av sjöfågel inom inventeringsområdet skiljer sig något från tidigare år på grund av isförhållanden och störning från mänsklig aktivitet.

6. Slutsats

Det biologiska kontrollprogrammet för Forsmarks kraftstation visar att verksamheten har stor påverkan på närrecipienten, framför allt på grund av intag och utsläpp av kylvatten. Verksamheten har stor påverkan på fisksamhället med stor mortalitet i kylvattensintaget och att uppvärmt kylvatten gör att varmvattensarter gynnas i Biotestsjön. Det varmare vattnet skapar en högproduktiv miljö för bottenfauna med annan artsammansättning än i omgivande kustområden. Detta påverkar näringscirkulation och hela födoväven. För sjöfåglar har kylvattenprocessen skapat en varm, produktiv miljö och isfria områden som utgör betydelsefulla refuger för sjöfåglar året om. Undersökningarna inom biologiska kontrollverksamheten har visats viktig för att upptäcka invasiva arter trots att det inte finns en specifik undersökning som fokuserar på detta. Det biologiska kontrollprogrammet för Forsmark skulle kunna utvecklas genom att addera undersökningar som syftar till att upptäcka främmande arter.

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., Heimbrand, Y., Mo, K., Bergström, L. (2015). Undersökning av hårbottenfauna vid Forsmarks kärnkraftverk - Metodikutveckling av artificiella substrat för övervakning av bottenfaunasamhällen på områden som saknar sediment. Aqua reports 2015:10. Sveriges lantbruksuniversitet, Öregrund. 35 s.
- Adill, A., Bryhn, A., Karlsson, E. (2018). Biologisk recipientkontroll vid Forsmarks kärnkraftverk, Sammanfattande resultat av undersökningar fram till år 2017. Aqua reports 2018:14. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser, Öregrund Drottningholm Lysekil. 81s.
- Adill, A., Eiler, S. M., Holliland, P. B., Wallin Kihlberg, I., Åkerlund C. (2024). Biologisk recipientkontroll vid Forsmarks kärnkraftverk, Årsrapport för 2023. Aqua notes 2024:16. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. 57s.
- Adill, A., Holliland, P. B. (opublicerad). Rivning av stenpiren vid Biotestsjöns utlopp – konsekvenser i miljön och anpassningar för det biologiska recipientkontrollprogrammet. Aqua notes Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser, Öregrund Drottningholm Lysekil.
- Andersson, J. (2015). Provfiske med kustöversiktsnät, nätlänkar och ryssjor på kustnära grunt vatten <https://www.havochvatten.se/hav/vagledning--lagar/vagledningar/miljoovervakningens-metoder-och-undersokningstyper-inom-programomrade-kust-och-hav.html>
- Bergström, U., Sundblad, G., Fredriksson, R., Karås, P., Sandstrom, A., Halling, C. (2021) Övervakningsmanual: ” Fisk i kustvatten - Yngelprovfiske med tryckvåg.” p. 23.
- Bregnballe, T., Tofft, J., Kotzerka, J., Lehikoinen, A., Rusanen, P., Herrmann, C., Krone, O., Engström, H., Rattiste, K., Reich, J., Kouzov, S. (2022). Occurrence and Behaviour of White-Tailed Eagles *Haliaeetus albicilla* in Great Cormorant *Phalacrocorax Carbo Sinensis* Colonies in Countries around the Baltic Sea. Ardea. 109. 10.5253/arde.v109i2.a24.
- Donadi, S., Bergström, L., Berglund, J. M. B., Bäck, A., Mikkola, R., Saarinen, A., Bergström, U. (2020). Perch and pike recruitment in coastal bays limited by stickleback predation and environmental forcing. Estuarine, Coastal and Shelf Science, Volume 246.
- Ehlin, U., Lindahl S., Neuman E., Sandström O. & J. Svensson, (2009). Miljöeffekter av stora kylvattenutsläpp. Erfarenheter från de svenska kärnkraftverken. Elforsk rapport 09:79.

- Haubrock, P.J., Ahmed, D.A., Cuthbert, R.N., Stubbington, R., Domisch, S., Marquez, J.R.G., Beidas, A., Amatulli, G., Kiesel, J., Shen, L.Q., Soto, I., Angeler, D.G., Bonada, N., Cañedo-Argüelles, M., Csabai, Z., Datry, T., de Eyoto, E., Dohet, A., Drohan, E., England, J., Feio, M.J., Forio, M.A.E., Goethals, P., Graf, W., Heino, J., Hudgins, E.J., Jähnig, S.C., Johnson, R.K., Larrañaga, A., Leitner, P., L'Hoste, L., Lizée, M.H., Maire, A., Rasmussen, J.J., Schäfer, R.B., Schmidt-Kloiber, A., Vannevel, R., Várbiro, G., Wiberg-Larsen, P., Haase, P. (2022) Invasion impacts and dynamics of a European-wide introduced species. *Global Change Biology* 28(15): 4620-4632.
- Niu, J., Huss, M., Vasemägi, A. & Gårdmark, A. (2023) Decades of warming alters maturation and reproductive investment in fish. *Ecosphere* 14.1: e4381.
- Karlsson, M. (2015). Provfiske i Östersjöns kustområden – Djupstratifierat provfiske med Nordiska kustöversiktsnät.
<https://www.havochvatten.se/hav/vagledning-lagar/vagledningar/miljoovervakningens-metoder-och-undersokningstyper-inom-programomrade-kust-och-hav.html>
- Karås, P., A. Adill, M. Boström, K. Mo & A. Sevastik. (2010). Biologiska undersökningar vid Forsmarks kraftverk år 2000–2007. Fiskeriverket informerar, FINFO 2010:2.
- Lopez, G., Elmgren R. (1989). Feeding depths and organic absorption for the deposit feeding benthic amphipods *Pontoporeia affinis* and *Pontoporeia femorata*. *Limnology and Oceanography*, 34: 982-991.
- Mo, K., P. Karås, Neuman, E., Sandström, O. & H. Svedäng. (1996). Biologiska undersökningar vid Forsmarks kraftverk 1980–1995. Fiskeriverket, Kustrapport 1996:6
- Naturvårdsverket. (1978). Biologiska inventeringsnormer, BIN, Fåglar. Punktlinjekartering.
- Olin, A., Olsson, J., Eklöf, J., Klemens Eriksson, B., Kaljuste, O., Briekmane, L. and U. Bergström (2022) Increases of opportunistic species in response to ecosystem change: the case of the Baltic Sea three-spined stickleback. *ICES Journal of Marine Science*, 2022, 1–16.
- Pezy J.P., Pezy A., Raoux A., (2018) The invasive species *Rangia cuneata*: A new food source for herring gull (*Larus argentatus*)? *Ecosphere* 13(4): e4058.
- Sandström, O. (1985). Recipient monitoring at Forsmark nuclear power station. Report summary 1984. SNV Report 1915, 26 pp.
- 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.
- Tameler, T., Spilling, K., Winder, M. (2017). Organic matter export to the seafloor in the Baltic Sea: Drivers of change and future projections. *Ambio* 46, 842–851.
- Thoresson, G. (1992). Handbok för kustundersökningar, Recipientkontroll.
<http://www.slu.se/Documents/externwebben/akvatiskaresurser/publikationer/FIV/KLAB/PM029-%20handbok%20recip.pdf>

- Thoresson, G. (1996). Guidelines for coastal fish monitoring.
<http://www.slu.se/Documents/externwebben/akvatiskaresurser/publikationer/FIV/KLAB/PM087-eng%20hand%201996-2.pdf>
- Wiklund AKE, Sundelin B (2001) Impaired reproduction in the amphipods *Monoporeia affinis* and *Pontoporeia femorata* as a result of moderate hypoxia and increased temperature. *Marine Ecology Progress Series* 222: 131-141.
- Östman, Ö., M. Bergenius, M.K. Boström & S.-G. Lunneryd. (2012) Do cormorant colonies affect local fish communities in the Baltic Sea? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 69: 1047–1055.