

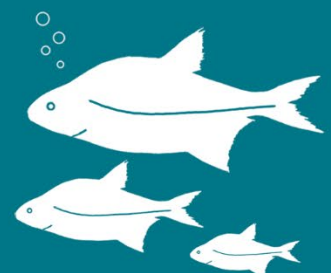
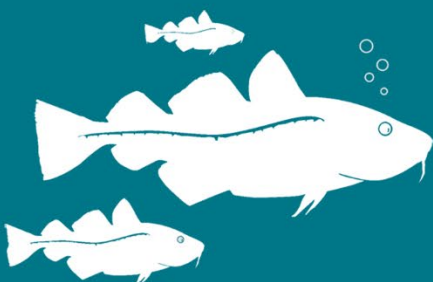


Aqua notes 2026:7

Biologisk recipientkontroll för Ringhals kärnkraftverk – Årsrapport för 2025

Filip Käll, Enar Gesslin

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för akvatiska resurser



Biologisk recipientkontroll för Ringhals kärnkraftverk – Årsrapport för 2025

Filip Käll, <https://orcid.org/0000-0002-9800-9673>, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser,

Enar Gesslin, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser,

Rapportens innehåll har granskats av:

Andreas Bryhn, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser

Joacim Näslund, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser

Finansiär: Ringhals AB, Dnr RAB 2538845 (SLU-ID: SLU.aqua.2024.5.1-378-5)

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

Rekommenderad citering:	Käll, F. & Gesslin, E. (2026). Biologisk recipientkontroll för Ringhals kärnkraftverk – Årsrapport för 2025. Aqua notes 2026:7. Uppsala: Institutionen för akvatiska resurser. https://doi.org/10.54612/a.5fb4k4r755
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:	2026
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:	2026:7
ISBN (elektronisk version):	978-91-8124-190-7
DOI:	https://doi.org/10.54612/a.5fb4k4r755
Nyckelord:	Kärnkraft, kylvatten, recipientkontroll, provfiske, fiskyngel, främmande arter

Sammanfattning

Ringhals kärnkraftverk är en av Sveriges största elproducenter. På grund av intag och utsläpp av havsvatten som kyler reaktorernas kondensorprocess i kraftverket sker en påverkan på den omgivande kustvattenmiljön. Denna påverkan övervakas och analyseras i ett biologiskt recipientkontrollprogram. Föreliggande årsrapport presenterar resultat av undersökningarna inom kontrollprogrammet för 2025. Fokus i årsrapporten ligger på sammansättningen av fisk och skaldjur, förluster av fiskägg, -larver och -yngel i kylvattenvägarna samt förekomsten av främmande arter.

I kylvattenintaget utförs årligen under våren två olika provtagningar för att övervaka förlusterna av olika fiskstadier i kraftverket: En provtagning av fiskägg och fisklarver med en Bongohåv samt en provtagning av yngel och juvenil fisk med en modifierad Isaacs-Kiddtrål. De totala fångsterna fisklarver var väldigt låga och utgjorde ungefär en fjärdedel av antalet föregående år. I ägg- och larvprovtagningen för 2025 var de vanligaste förekommande fiskäggen stora plattfiskägg (rödspätta) och torsk, och de vanligaste fisklarverna var rötsimpa och sill. Provtagningarna i kylvattenintaget efter juvenil fisk och yngel ger värdefulla data för populationsutveckling för bland annat ål (glasål). Fångsterna med Isaacs-Kiddtrålen under 2025 dominerades av klarbult, en vanligt förekommande art i provtagningarna. Näst vanligast var skarpsill som oftast förekommer med endast låga fångster. Glasål var också relativt vanlig i fångsterna, med en ökning från föregående år.

Effekten av utgående uppvärmt kylvatten undersöks genom årliga provfiskeri med ryssjor på tre lokaler: recipientområdet vid Ringhals som direkt påverkas av kylvattnet, ett referensområde vid Vendelsö som är opåverkat av kylvatten samt ett område vid Norra Horta som är delvis påverkat av kylvattnet. Provfisket genomförs under två perioder per år, i april och augusti. Tätheterna av fisk var generellt större under augusti med sommartemperaturer i vattnet. Artsammansättningen i kustområdena utgörs i högre grad av varmvattengynnade arter. I undersökningarna under 2025 var skärsnultra den vanligaste fiskarten vid provfiskerna, som förekom i höga tätheter i samtliga områden i augusti. I april återfanns skärsnultra främst vid Horta och Ringhals, som tyder på att arten aktivt söker sig till uppvärmt kylvatten. Under april månad var kallvattengynnade arter som torsk och rötsimpa mer vanliga i fångsterna. Stensnultra var speciellt vanlig i aprilfisket vid Vendelsö. Generellt sett var arter som föredrar varmare vatten vanligare i recipientområdet och arter som föredrar kallare vatten vanligare i referensområdet. Totalfångsten av strandkrabba var hög inom samtliga områden och under båda fiskeperioder, med störst tätheter vid Vendelsö i augusti.

Området vid renshusledningens utlopp undersöktes med ROV (*Remotely Operated Vehicle*) för att visuellt inspektera påverkan på havsbotten. Likt tidigare år observerades det utsläpp och sedimentation av skaldelar från musslor och strandkrabbor under 2025.

För att undersöka eventuell förekomst av invasiva främmande arter utanför Ringhals, genomfördes dykkarteringar på två lokaler: Ringhals kylvattenutsläpp och Vendelsö. Kartering vid Norra Horta kunde inte utföras på grund av kraftiga vindar. Sammantaget för båda områdena observerades den främmande arten stillahavsosttron. Brunalgen japansk sargassotång och rödalgen rödsvansing observerades vid Ringhals. Samtliga främmande arter är kända på svenska västkusten sedan tidigare. Utöver dykkarteringen hittades även blåskrabba under provfisket i april vid recipienten. Den har tidigare påträffats totalt fem gånger vid recipienten under både april och augusti.

Summary

Ringhals nuclear power plant is one of Sweden's main producers of electricity. Due to intake and discharge of seawater that cools the condenser process in the reactors of the power plant, there is an impact on the surrounding coastal environment. This impact is monitored and analysed in a biological recipient control program. This annual report presents the result of the surveys within the control program for 2025. It focuses on the communities of fish and crustaceans, losses of fish eggs, larvae and fry in the cooling waterways as well as the presence of invasive alien species.

During spring, 2025, two types of annual sampling were carried out in the cooling water intake channel to monitor the losses of different life stages of fish in the power plant. A Bongo net was used to monitor eggs and larvae, where large flatfish eggs (plaice) and cod were the most common eggs, while shorthorn sculpin and herring were the most common larvae. Sampling in the cooling water intake for juvenile fish and fry is largely focused on the catches of glass eel and is carried out using a modified Isaacs-Kidd-trawl. Transparent goby dominated the catches, followed by sprat and glass eel. In general, catches were low during 2025 and constituted only about a fourth of the catches from the previous year.

The effect of the release of cooling water into the sea is monitored by yearly fyke net surveys in three locations: The recipient area of Ringhals, which is directly affected by the cooling water, Vendelsö, used as a reference area unaffected by cooling water, and Norra Horta, which is affected to some extent. To include seasonal variations in water temperature, two surveys are conducted, one in April and one in August. In 2025, the most common fish species was corkwing wrasse with the highest catches during August in the partly affected area. During April, cod was the most common species at the Ringhals area and Norra Horta, while goldsinny wrasse was most common in the reference area. In general, the occurrence of warm-water species was higher in the recipient area, and the occurrence of cold-water species was higher in the reference area. The total catch of shore crab was relatively high in all areas and fishing periods, with a peak in the reference area in August.

The area around the outlet of the water sieving stations exhaust pipe was examined with a ROV (Remotely Operated Vehicle) to visually inspect impact on the sea floor. Discharge and sedimentation of shell parts of mussels and crabs was observed like previous years.

To investigate the presence of marine invasive alien species, a scuba diving survey was conducted in two locations outside of Ringhals: The recipient area of Ringhals, and the reference area Vendelsö. The survey could not be conducted at Norra Horta because of strong winds. Two species of algae alien to the west coast were found during the survey: (*Sargassum muticum*) and (*Dasya baillouviana*), as well as one alien animal species, (*Magellana gigas*). All species have previously been observed along the Swedish west coast. Additionally, brush-clawed shore crab (*Hemigrapsus sanguineus*) was found in April in the fyke net survey at the recipient area, which makes it the sixth observation during the fyke net surveys.

Innehållsförteckning

1.	Inledning	6
2.	Kontrollprogram och metodik	9
2.1.	Förlust av ägg och juvenil fisk i kylvattenvägarna.....	9
2.1.1.	Hävning med Bongohåv efter fiskägg och fisklarver	9
2.1.2.	Hävning med Isaacs-Kiddyngeltrål	9
2.2.	Förekomst av fisk i recipienten av kylvatten	10
2.2.1.	Provfiske med ryssjor	10
2.3.	Kontroll av utsläppstub från renshus och silstation.....	10
2.4.	Kontroll av förekomsten av främmande arter.....	11
3.	Resultat	13
3.1.	Kraftverkets drift och temperaturpåverkan.....	13
3.2.	Förlust av fiskägg och juvenil fisk i kylvattenvägarna	14
3.2.1.	Hävning med Bongohåv efter fiskägg och fisklarver	14
3.2.2.	Hävning med Isaacs-Kiddyngeltrål	18
3.3.	Förekomst av fisk i recipienten av kylvatten	22
3.3.1.	Provfiske med ryssjor	22
3.3.2.	Kontroll av sjukdomar, skador och missbildningar hos fisk	29
3.4.	Kontroll av utsläppstub från renshus och silstation.....	29
3.5.	Kontroll av främmande arter	30
4.	Diskussion	33

1. Inledning

Ringhals kärnkraftverk har producerat el sedan 1975 då den första reaktorn togs i drift. Mellan 1976 och 1983 togs ytterligare tre reaktorer i drift. Under 2015 fattades beslut om stängning av Ringhals reaktor 1 och 2 och sedan årsskiftet 2019/2020 har reaktor 2 varit stängd. Nedstängningen av reaktor 1 genomfördes vid årsskiftet 2020/2021. De två kvarvarande reaktorerna (3 och 4) har varit i drift under större delen av åren, med undantag för vissa kortare avställningar i samband med exempelvis revision eller reparation.

Kärnkraftverk vid Sveriges kust påverkar marina ekosystem, främst genom sin användning av kylvatten (Pan m. fl. 2018). Denna rapport redovisar resultat från den biologiska kontrollverksamheten i vattenrecipienten utanför Ringhals kärnkraftverk 2025 med fokus på det marina samhället av fisk och skaldjur. Undersökningarna i området har pågått sedan 1976 och har under årens lopp främst fokuserat på fiskdödlighet i kylvattenintaget och effekter på fisk i recipienten. Undersökningarna jämförs med referensområdet vid det opåverkade området Vendelsö och med det, av varmvattenutsläpp, delvis påverkade området Norra Horta. Resultaten presenteras i årliga rapporter. Fördjupade analyser av kylvattenhanteringens effekter på kringliggande vattenmiljö över en längre tidsperiod utförs efter avrop från Ringhals AB (exempelvis Adill m. fl. 2026) och kan leda till förändringar i kontrollprogrammet. För genomförande av det biologiska programmet inom recipientkontrollen ansvarar Kustlaboratoriet vid Institutionen för akvatiska resurser vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU Aqua).

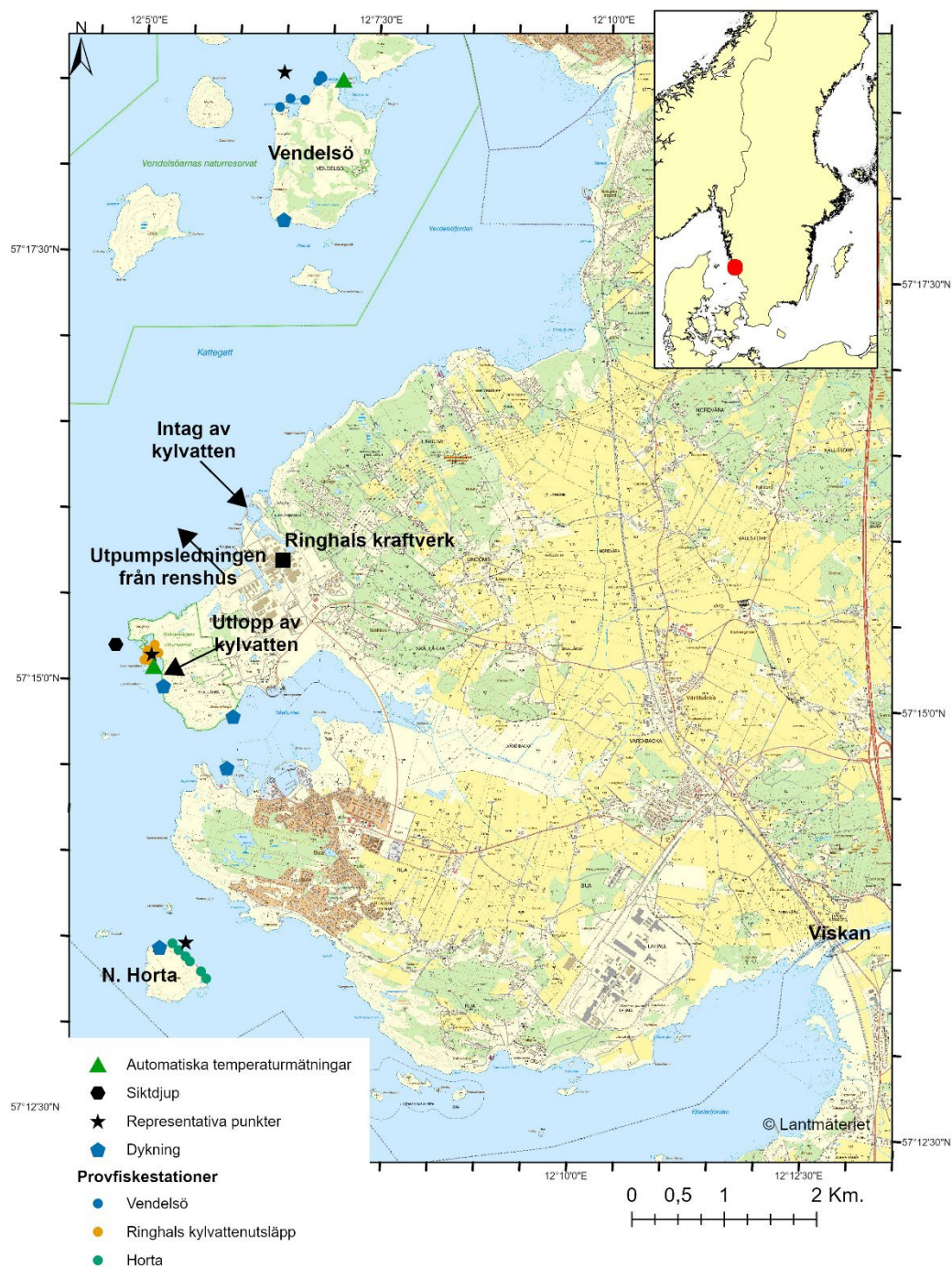
Kraftverkets påverkan har tidigare noterats som ökad dödlighet för ägg, larver och juvenil fisk som förs med in i kylvattensystemet eller som fastnar i kraftverkets silstationer (Andersson m. fl. 2015, Adill m. fl. 2026). Det har också noterats bidra till förändringar i fisksamhällets sammansättning, struktur och funktion, samt som plats för etablering av invasiva främmande arter i det område som påverkas av förhöjda temperaturer från det uppvärmda kylvattnet (Andersson m. fl. 2015).

Det uppvärmda kylvattnet som släpps ut från Ringhals kärnkraftverk medför en risk för påverkan på det marina ekosystemet (Jan m. fl. 2001; Teixeira m. fl. 2009; Pan m. fl. 2018, Guimarães m. fl. 2023) eftersom många marina fisk- och skaldjursarter är temperaturkänsliga (Kordas m. fl. 2011; se även litteratursammanställning i Thome m. fl. 2017, Woolway m. fl. 2022). Kylvattenutsläpp kan även förändra artsammansättningen hos växtplankton och

orsaka förändringar i födoväven (Xu m. fl. 2021). En uppvärmning av området kan alltså påverka både artsammansättningen och förekomsten av specifika arter. För att undersöka effekterna av det uppvärmda kylvattnet utförs årligen fiskeundersökningar i april månad, då havsvattnet är naturligt kallare, och i augusti månad, då havsvattnet är naturligt varmare. Anledningen till att fisket delades upp i två fiskeperioder är att kunna inkludera en större del av årstidsvariationerna i temperatur och abundans av fisk och skaldjur. Fisket genomförs dels i ett område i anslutning till Ringhals kylvattenutsläpp, dels i ett referensområde. Referensområdet, Vendelsö, ligger sju kilometer nordost om utsläppets mynning, och bedöms vara opåverkat av kylvattenutsläppet (figur 1). Referensområden används för att kunna urskilja förändringar som beror på kärnkraftverkets drift, till skillnad från förändringar som beror på externa faktorer som klimat, salthalt eller andra mänskliga påverkansfaktorer utöver kraftverket. I augusti 2011 tillkom ännu ett fiskeområde tre kilometer söder om utsläppsområdet, vid kusten runt Norra Horta. Området runt Norra Horta bedöms vara delvis påverkat av kylvattenutsläppet, beroende på rådande strömmar och vindar.

Intaget av kylvatten från strandområdet påverkar också fisksamhället vid Ringhals kraftverk. Från lekområden ute till havs transporteras varje år fiskägg, fisklarver och juvenil fisk in till uppväxtområden vid kusten. De fiskägg, fisklarver och juvenila fiskar som passerar intagskanalen när kärnkraftverket är i drift sugas med kylvattnet in i kraftverket, där majoriteten dör. Ett viktigt undantag är glasålen (*Anguilla anguilla*) som beräknas ha en överlevnadsgrad på cirka 85 procent (Bryhn m. fl. 2014). Den årliga dödligheten kan orsaka rekryteringsförluster hos omgivande fiskbestånd. För att kvantifiera den potentiella skadan genomförs årligen håvningar efter ägg, larver och juvenil fisk i intagskanalerna till kraftverket med två olika håvredskap (Grimås m. fl. 1988): en planktonhåv som fångar ägg och små larver, medan den andra fångar yngel och större fisk.

Eftersom Ringhals kylvattenutsläpp förändrar den lokala miljön genom att värma upp recipientområdet kan levnadsförhållandena för inhemska arter försämrats (Vitousek m. fl. 1996; Rajagopal m. fl. 2012; Pan m. fl. 2018). Samtidigt kan etableringen av främmande arter gynnas av uppvärmningen, då de potentiellt är bättre anpassade för det förändrade miljöförhållandet (Mooney & Cleland 2001; MacDougall & Turkington 2005; Rajagopal m. fl. 2012; Nowakowski & Sługocki, 2021). Av denna anledning undersöks förekomsten av invasiva främmande arter årligen i en påverkansgradient från kylvattenutsläppet. Syftet är att upptäcka etablering av invasiva främmande arter, notera förekomst samt på ett tidigt stadium kunna ta fram underlag för eventuella motåtgärder.



2. Kontrollprogram och metodik

Nedan beskrivs kortfattat de undersökningar som ska genomföras enligt det biologiska kontrollprogrammet för Ringhals AB. För en mer utförlig metodbeskrivning se Andersson m. fl. (2015) samt Adill m. fl (2026).

2.1. Förlust av ägg och juvenil fisk i kylvattenvägarna

Fiskägg, -larver, -yngel samt juvenil fisk som förs in med kylvattnet till Ringhals kraftverk, kontrolleras sedan 2015 i intagskanalen för kylvatten till reaktor 3 och 4 (tidigare år intagskanalerna till reaktor 1 och 2) (figur 1).

2.1.1. Håvning med Bongohåv efter fiskägg och fisklarver

Fiskägg och fisklarver från vinterlekande arter samlas årligen in med hjälp av en Bongohåv med en maskvidd på 500 µm (Andersson 1985). Håvningarna genomförs dagtid två gånger i veckan under cirka 5–15 minuter, från januari till och med april i intagskanalen för kylvatten till reaktor 3 och 4 (figur 1). Insamlade ägg och larver bestäms så långt som möjligt till art eller taxonomisk grupp. Kylvattenflödet i intagskanalen mäts med en flödesmätare (*General Oceanics*) under håvningen.

2.1.2. Håvning med Isaacs-Kiddyngeltrål

Provtagning av fiskyngel och juvenil fisk utförs med en modifierad Isaacs-Kiddyngeltrål med en maskvidd på 1,5 millimeter (Andersson 1980). Provtagningen utförs kvälls- och nattetid två gånger i veckan då vädret tillåter under perioden februari till och med april, i intagskanalen för kylvatten till reaktor 3 och 4 (figur 1). 2025 togs 21 prover med en sammanlagd ansträngning på 367 timmar. Trålen fiskar 16 till 18 timmar per tillfälle. Vidare sorteras och artbestäms fångsten. Alla individer inom en art eller en taxonomisk grupp vägs tillsammans och antalet individer räknas. I årsrapporterna redovisas medelantalet individer per ansträngning (trålningstimme) för det aktuella året, korregerat så att det motsvarar antalet individer som kunde antas ha fångats under maximalt flöde enligt: $\frac{\text{Antal individer}}{(F_{\text{Fångst}}/F_{\text{max}})}$

där *Antal individer* är antalet individer vid fångstillfället, $F_{\text{Fångst}}$ är flödet vid fångstillfället och F_{max} är maximalt flöde (90 m³/s) i intagskanalen.

2.2. Förekomst av fisk i recipienten av kylvatten

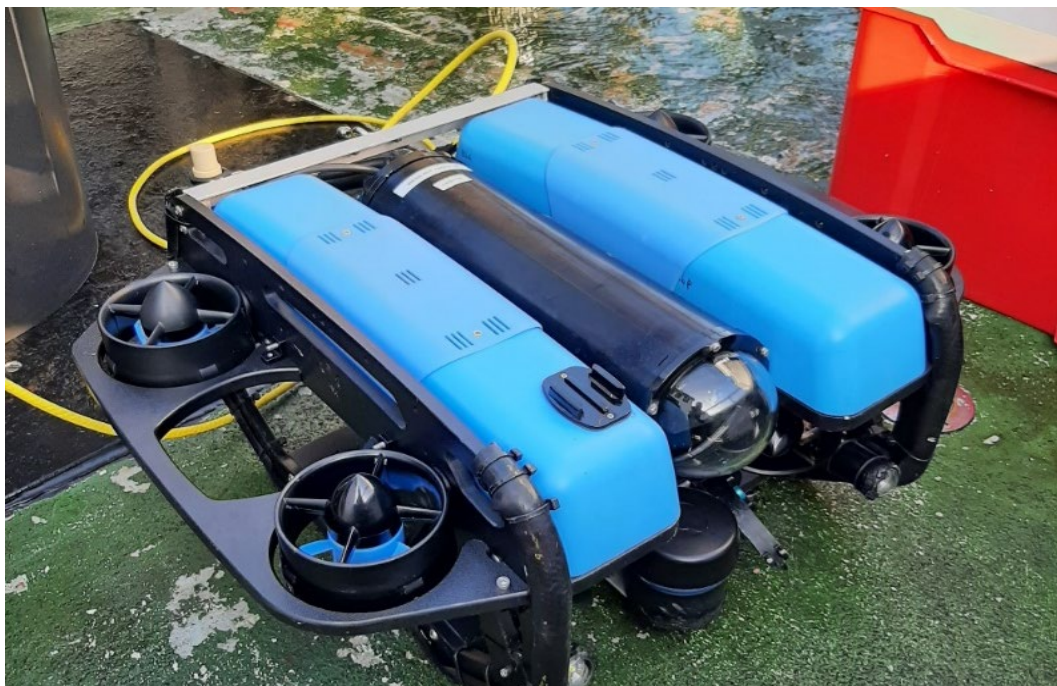
2.2.1. Provfiske med ryssjor

Förekomsten av fisk studeras genom provfiske med provfiskeryssjor i tre områden under april och augusti. Områdena inkluderar recipienten vid Ringhals kylvattenutsläpp, referensområdet vid Vendelsö sju kilometer norr om utsläppsområdet, och området vid Norra Horta, tre kilometer söder om kylvattenutsläppet (figur 1). Inom varje fångstområde provfiskas sex stationer med två enkelryssjor sammankopplade strut i arm på varje station (Thoresson 1996). Varje station fiskas vid nio tillfällen, där varje tillfälle varar ett dygn.

Individerna i fångsten artbestäms och mäts per centimeterklass. Vägning sker per art och station. Varje individ i fångsten kontrolleras med avseende på yttre synliga sjukdomstecken och skador.

2.3. Kontroll av utsläppstub från renshus och silstation

Återtransporten av material som fastnar i silar och i rensgallret från intagskanalen sker via en uppsamlingsbassäng i renshuset, där materialet pumpas vidare genom en tub som mynnar vid nio meters djup i havet utanför kärnkraftverket (Andersson m. fl. 2011; Bryhn m. fl. 2014). Varje år utförs en undersökning för att få en bild av effekterna tuben och det återtransporterade materialet har på närområdet vid renshustubens mynning. Undersökningen utförs vanligtvis i september, genom att området kring tuben filmas med hjälp av en fjärrstyrd undervattensfarkost, ROV (*Remotely Operated Vehicle*; figur 2). Under 2025 filmades tubens mynning och dess närområde den 25 september på cirka nio meters djup längs nio transekter. Varje transekt sträcker sig totalt 40 meter i utsläppstubens riktning, varav 20 meter är innan utsläppstubens mynning och 20 meter efter. Antalet transekter ökades i antal jämfört med föregående år då sikten var dålig. Avståndet mellan transekterna hölls till cirka fem meter, där de yttersta på respektive sida låg cirka 20 meter ifrån utsläppstuben.



Figur 2. Fjärrstyrd undervattensfarkost, ROV (Remotely Operated Vehicle). Foto: Jakob Looström.

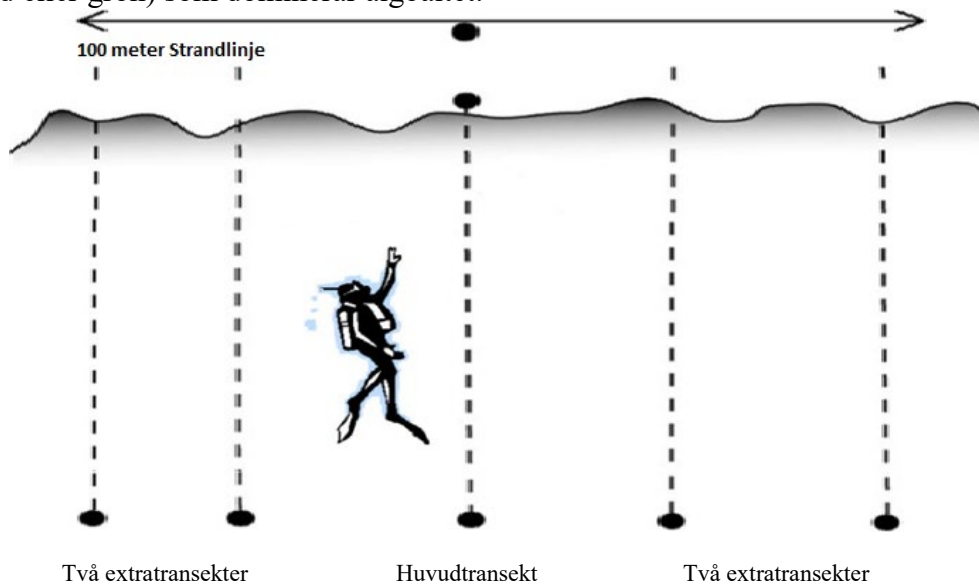
2.4. Kontroll av förekomsten av främmande arter

Förekomsten av främmande arter inventeras varje år vid Ringhals. Varje år utförs dykinventeringar i recipienten och vartannat år sker mer omfattande kontroller som även inkluderar inventering inne på Ringhals område. De senare genomförs genom dykning i svallbassäng T2 och till fots i huvudkylvattentunnel R4, i samband med att denna är tömd på vatten vid revision. Under 2025 utfördes endast dykinventeringarna i recipienten.

I recipienten genomförs dykinventeringar av fastsittande arter för att söka efter, och uppskatta mängder av främmande arter. Tre lokaler besöks årligen; Ringhals udde, Norra Horta och Vendelsö (figur 1). Lokalerna i Båtafjorden (Båtafjorden södra och Båtafjorden norra) besöks vartannat år. Under 2025 inventerades endast Ringhals udde och Vendelsö. Norra Horta uteblev då starka vindar förhindrade inventeringen. Varje lokal inventeras genom en huvudtransekt och fyra extratranssekter, som löper vinkelrätt från land 50 meter ut i vattnet längs ett måttband (figur 3). En 100 meter lång strandsträcka mäts upp med huvudtransekten position i mitten. Inom 50 meter från huvudtransekten slumpas positionen för ytterligare två transekter ut på var sida om huvudtransekten. För att säkerställa att huvudtransekten riktning och position är densamma varje år används kompass och landmärken.

Längs huvudtransekten noteras bottensubstrat och samtliga förekommande arters täckningsgrad uppskattas inom en korridor av fyra till fem meter. Längs

övriga transekter, noteras enbart främmande arter av alger samt vilken algtyp (brun, röd eller grön) som dominerar algbältet.



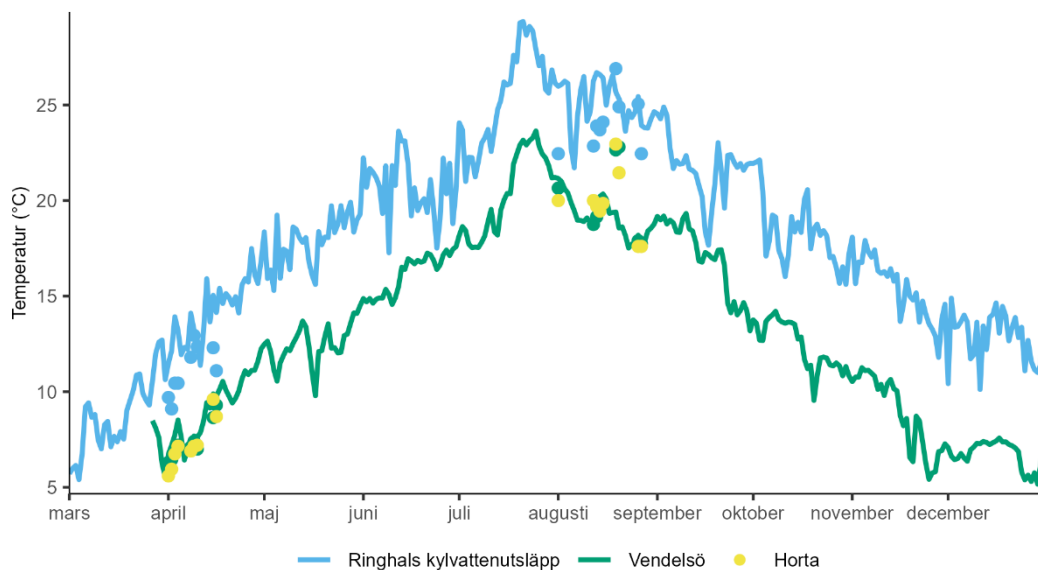
Figur 3. Schematisk bild över hur dyktransekterna var upplagda på en dykplats, med en 50-meter lång huvudtransekt i mitten av en strandsträcka på 100 meter, och fyra slumpade transekter vid sidan av huvudtransekt.

3. Resultat

3.1. Kraftverkets drift och temperaturpåverkan

Ringhals kärnkraftverk tar in havsvatten via en kylvattenkanal för att kyla kondensorprocessen i reaktor 3 och 4 vid drift. Flödet i kylvattenkanalen kan variera under året beroende på om reaktorerna är i drift eller ej. Kylvattenflödet för reaktor 3 och 4 låg huvudsakligen på $89 \text{ m}^3/\text{s}$ under 2025 vilket motsvarar full drift, med undantag för respektive revisionsperiod. Reaktor 3 var stängd för revision från 21 maj till 22 juni och reaktor 4 under perioden 3 augusti till 16 september. Vid revision var kylvattenflödet $50,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Medelflödet per dag under året var cirka $80 \text{ m}^3/\text{s}$. Reaktoreffekten för 2025 motsvarade full effekt med undantag från revisionsperioderna samt nästintill hela mars, då reaktor 3 gick för cirka halv effekt. Flödet i kylvattenkanalen var opåverkat av den minskade reaktoreffekten under mars.

Temperaturen i utsläppsområdet påverkas av det utgående kylvattnet, vilket under 2025 gjorde att temperaturen mellan utsläppsområdet och referensområdet Vendelsö skiljde sig med cirka $5 \text{ }^\circ\text{C}$ (figur 4). Temperaturen under provfisket i april och augusti i Norra Horta visar att området har liknande temperaturer som referensområdet Vendelsö. Bottentemperaturen under 2025 var i genomsnitt liknande den för 2024.



Figur 4. Medeltemperatur (°C) per dag insamlad från temperaturmätare inom recipientområdet Ringhals kylvattenutsläpp (blå) och vid referensområdet Vendelsö (grön) under perioden mars till december 2025. Punkterna i figuren visar botten temperaturerna från provfisket inom samtliga fångstområden. Temperaturmätarna vid Ringhals och Vendelsö hängdes från boj på en meters djup.

3.2. Förlust av fiskägg och juvenil fisk i kylvattenvägarna

3.2.1. Håvning med Bongohåv efter fiskägg och fisklarver

Under provtagningsperioden 2025, som pågick från vecka 2 till vecka 18, fångades 17 olika arter av fisklarver där samtliga arter har förekommit tidigare i provtagningarna (tabell 1). Resultatet för antalet arter under 2025 var något högre jämfört med genomsnittet för den senaste tioårsperioden (15,2 under perioden 2015–2024). Antalet arter 2025 var även högre än det genomsnittliga antalet arter under hela provtagningsserien (1979–2025). Osäkra artbedömningar har exkluderats.

Mängden larver som uppmättes i undersökningarna under 2025 var totalt 11,6 individer per 100 m³. Detta är betydligt lägre jämfört med tidigare år, då 40,1 och 88,4 individer per 100 m³ fångades 2024 respektive 2023. Mängden fisklarver under 2025 var även lägre jämfört med medelvärdet för den senaste tioårsperioden (58,3 larver/100 m³) och hela provtagningsserien sedan 1979 (26,0 larver/100 m³). De vanligaste arterna av larver var rötsimpa (*Myoxocephalus scorpius*), sill (*Clupea haerengus*) och sandskädda (*Limanda limanda*), vars respektive förekomst i provtagningarna var 3,96; 1,65 och 1,14 individer per 100 m³ (tabell 1). Under 2024 var den vanligaste fångsten tobis (*Ammodytidae*) som då uppgick till 15,71

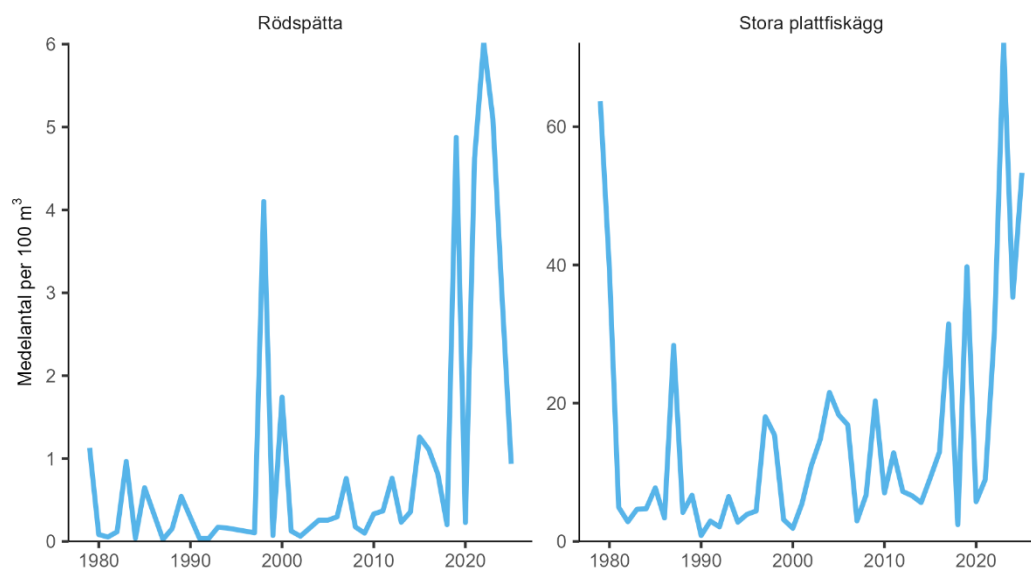
individer per 100 m³, vilket kan jämföras med 2025 då endast 0,43 individer per 100 m³ fångades.

Tre kommersiellt viktiga arter som förekom i provtagningarna 2025 var rödspätta (*Pleuronectes platessa*), torsk (*Gadus morhua*) och skrubbskädda (*Platichthys flesus*). Fångsterna för respektive art var under eller lika med 1 individ per 100 m³, vilket var lägre än både 2024 och genomsnittet för den senaste tioårsperioden (2015–2024). Av rödspätta fångades 1,50 individer per 100 m³ under 2024, medan under den senaste tioårsperioden fångades 2,50 individer per 100 m³ (figur 5). Genomsnittet för den senaste tioårsperioden var kraftigt påverkat av höga värden de senaste åren och jämfört med hela provtagningsperioden var fångsterna av rödspätta dock likvärdiga. Fångsterna av torsklarver under 2025 var näst intill en sjättedel av 2024 års genomsnittsfångst (1,54 individer per 100 m³) och en sjundedel av genomsnittet hela provtagningsperioden (1,81 individer per 100 m³) (figur 6). Jämförelsevis var medianen för hela provtagningsperioden 0,59 individer per 100 m³. Förekomsterna av skrubbskädda var betydligt lägre jämfört med 2024 (5,33 individer per 100 m³) och under genomsnittet både för hela provtagningsperioden (6,43 individer per 100 m³) och för de senaste 10 åren (21,48 individer per 100 m³) (figur 7). Resultaten för skrubbskädda har uppvisat stor mellanårsvariation de senaste åren och arten kan periodvis vara mycket vanlig med rekordhög fångst 2019 (figur 7).

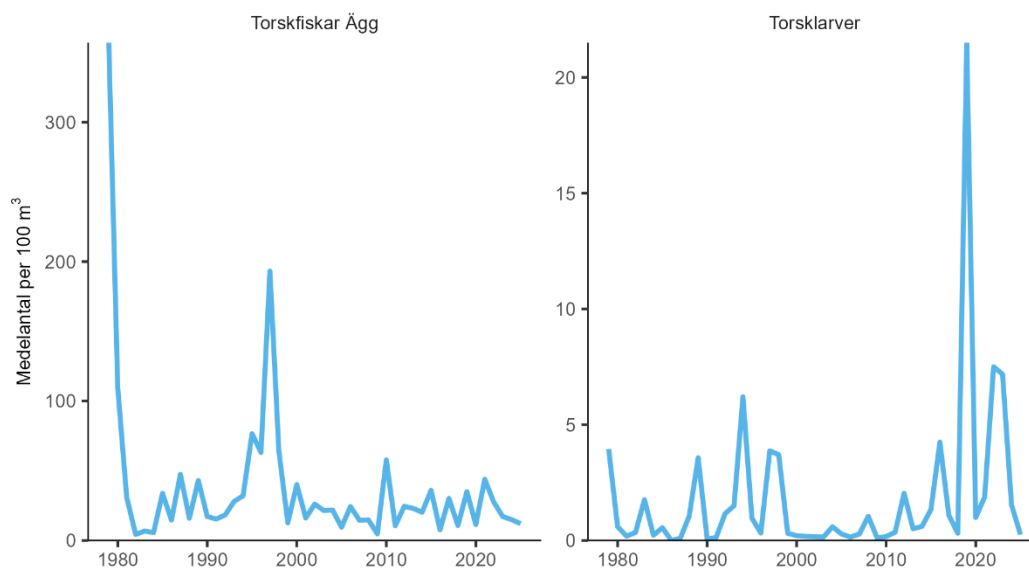
År 2025 års fångster av fiskägg i kylvattenkanalen uppgick till 75,2 ägg per 100 m³, vilket var något högre jämfört med 2024 (60,2 ägg per 100 m³). Fångsterna var förhållandevis låga jämfört med både senaste tioårsperioden (122,6 ägg per 100 m³) och hela provtagningsperioden (105,1 ägg per 100 m³). Medelvärde för tioårsperioden påverkas kraftigt av två år med höga fångster: 2021 som hade de näst högsta fångsterna sedan provtagningsens början och 2023 hade några av de högsta fångsterna. De mest förekommande arterna/taxonomiska grupperna i provtagningarna var stora plattfiskägg (rödspätta) (53,31 ägg per 100 m³), torskägg (12,0 ägg per 100 m³) samt små plattfiskägg (sandskädda/skrubbskädda) (24 ägg per 100 m³). Fångsten av stora plattfiskägg var jämförelsevis högre än under 2024 då 35,3 ägg per 100 m³ fångades.

Tabell 1. Arter/taxonomiska grupper fångade vid provtagning av fisklarver och -ägg med Bongohåv under vecka 2 till och med vecka 18 under 2025. För varje art anges medelvärden (antal per 100 m³). Arterna är listade efter hur vanligt förekommande de var i proverna under 2025. ÄG31 och ÄG32 är benämningar på fiskägg som inte kunde artbestämmas eller placeras i andra grupper.

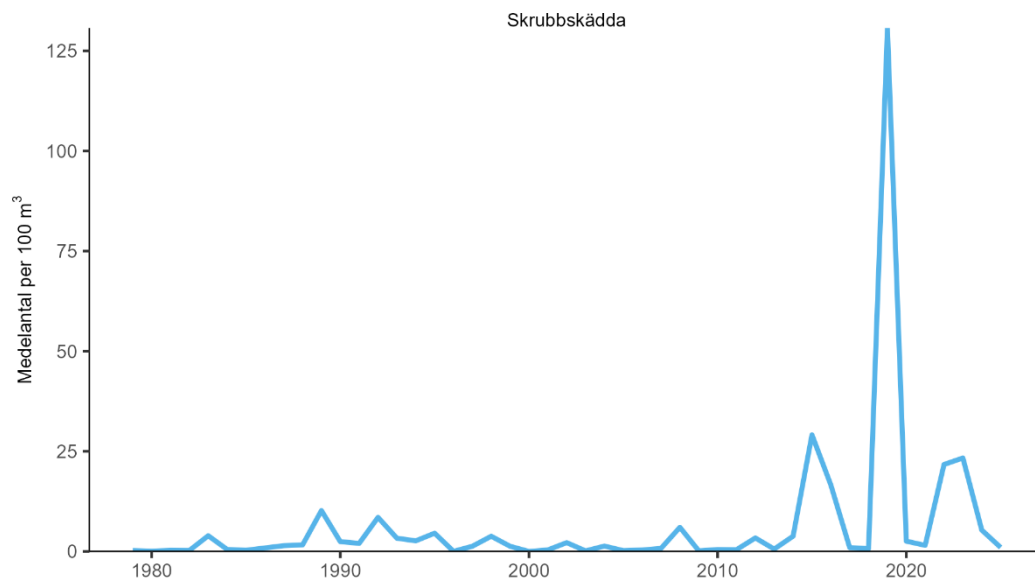
Art / taxon	Antal per 100 m ³
Larver	
Rötsimpa	3,96
Sill	1,65
Sandskädda	1,14
Skarpsill	0,99
Skrubbskädda	0,99
Rödspätta	0,94
Tobis (kust-/havs-)	0,43
Tejstefisk	0,39
Oxsimpa	0,29
Torsk	0,26
Smörbult obestämd	0,22
Obestämd fiskart	0,09
Skäggsimpa	0,09
Tångringbuk	0,09
Femtömmad skärlånga	0,07
Spetslångebarn	0,05
Större ringbuk	0,02
Tångsnärta	0,02
Total fångst	11,66
Antal arter	17
Ägg	
Rödspätta Ägg	33,47
Stora plattfiskägg	19,84
Torskfisk Ägg	9,53
Skrubbskädda Ägg	5,51
Torsk Ägg	2,52
Sandskädda Ägg	2,28
Små plattfiskägg	1,45
Lerskädda Ägg	0,54
ÄG31	0,09
ÄG32	0,02
Total fångst	75,24
Antal arter	10



Figur 5. Förekomsten (medelantal per 100 m³ vatten) av rödspättelarver och stora plattfiskägg fångade med Bongohåv i kylvattenkanalen åren 1979–2025. Stora plattfiskägg utgörs huvudsakligen av ägg från rödspätta, men även av ägg som inte kunde identifieras med säkerhet. De oidentifierade äggen kan alltså även vara rödspätta. Observera de olika skalorna på y-axlarna.



Figur 6. Förekomsten (medelantal per 100 m³ vatten) av torskägg och torsklarver fångade med Bongohåv i kylvattenkanalen åren 1979–2025. Observera de olika skalorna på y-axlarna.



Figur 7. Förekomsten (medelantal per 100 m³ vatten) av skrubbskäddelarver fångade under med Bongohåv i kylvattenkanalen åren 1979–2025.

3.2.2. Håvning med Isaacs-Kiddyngeltrål

Under 2025 fångades 46 arter (inklusive olika livsstadier av ål, tobis och sill) av fisk i undersökningarna med Isaacs-Kiddtrål i kylvattenkanalen (tabell 2), vilket var högre än genomsnittet för den senaste tioårsperioden (43,7 arter). De totala fångsterna under 2025 uppgick till 82,2 individer per timme (tabell 2), vilket endast var en niondel av fångsten för 2024 (728,17 individer per timme). Fångsten var även lägre än genomsnittet den senaste tioårsperioden (473,5 individer per timme).

Den vanligaste arten i undersökningarna var klarbult (*Aphia minuta*, 45,62 individer per timme), vilken ofta förekommer i stor omfattning i undersökningarna (figur 8). Jämförelsevis så var fångsten av klarbult lägre än 2024 (59,3 individer per timme) och ungefär hälften av genomsnittet för senaste tioårsperioden (90,3 individer per timme) och hela provtagningsperioden (94,6 individer per timme).

Juvenil skarpsill har förekommit i fångsterna under hela provtagningsperioden, men då nästan helt uteslutande i väldigt lågt antal med ett genomsnitt på 1 individ per timme (figur 10). Under 2025 så var skarpsill den näst vanligaste arten i fångsten då det fångades 16,6 individer per timme. Fångsterna av sillyngel har uppvisat stora mellanårsvariationer under provtagningsperioden sedan 1981 och under 2025 var fångsterna några av de lägsta som uppmätts under hela perioden. Detta kan jämföras med 2024 då fångsterna av sillyngel uppmättes till 630,6 individer per timme som var bland de fem högsta under hela provtagningsperioden (figur 7).

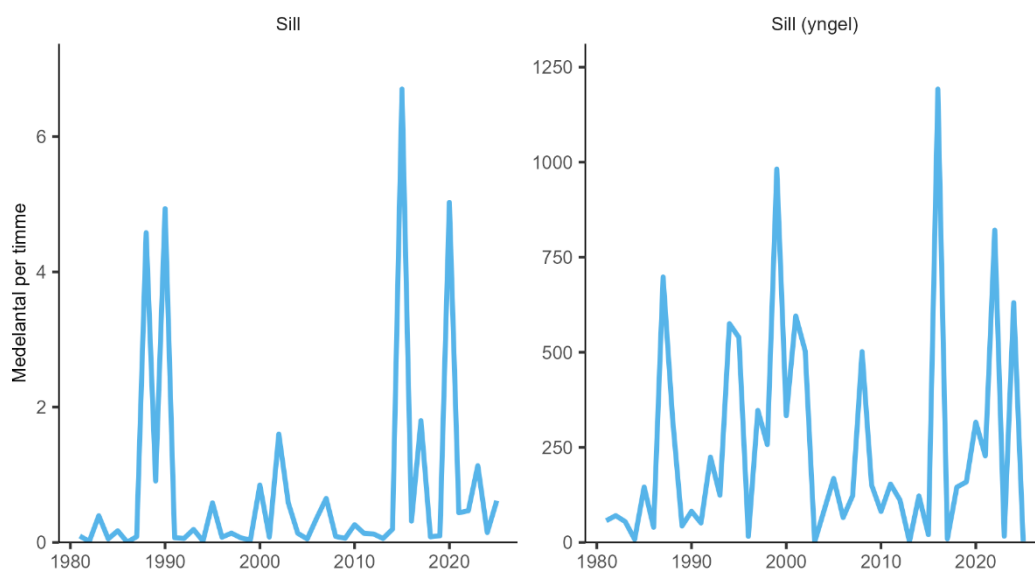
Yngel av ål, även kallat glasål på grund av dess genomskinlighet, var den tredje mest förekommande arten i fångsterna under 2025 (tabell 2). Fångsterna översteg

både 2024 (5,5 individer per timme) och den föregående tioårsperioden (4,5 individer per timme). Jämfört med de historiska fångsterna under 1980- och 1990-talet så ligger fångsterna på en betydligt lägre nivå (figur 11).

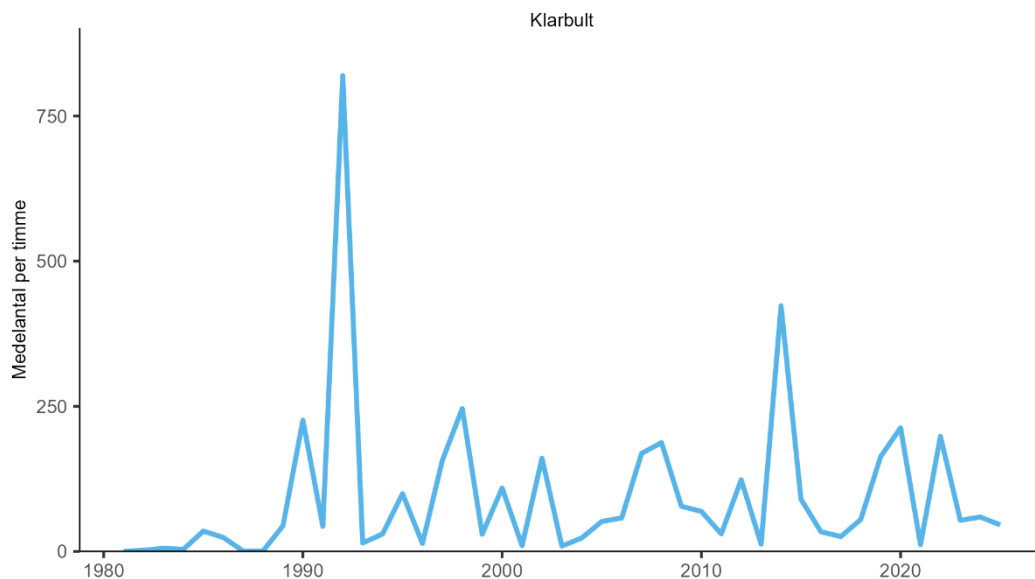
*Tabell 2. Arter fångade vid provtagning av juvenil fisk och fiskyngel med Isaacs-Kiddyngeltrål i kylvattenintaget vid Ringhals kraftverk från februari till och med maj 2025. För varje art anges ett medelvärde som justerats för att motsvara det antal individer som skulle ha fångats per timme (en ansträngning) vid maximalt kylvattenflöde. Arterna är listade efter hur vanligt förekommande de varit i proverna under 2025. Arter markerade med *, ** eller *** är samma art i olika livsstadier. Alla arter utan stjärna efter namnet förekom endast i ett livsstadium under provtagningen. Lansettfisk, markerad med †, är ett fisklikt bottenlevande ryggsträngsdjur.*

Art / taxon	Antal per timme
Klarbult	45,62
Skarpsill	16,60
Glasål**	6,23
Storspigg	3,97
Sill (yngel)*	2,80
Tobis (kust-/havs-)**	1,08
Bergstubb	0,78
Sjustrålig smörbult	0,78
Tobis (yngel)***	0,76
Sandstubb	0,76
Sill*	0,62
Mindre kantnål	0,36
Rödspätta	0,32
Skrubbskädda	0,26
Tångsnälla	0,17
Stensnultra	0,15
Tejstefisk	0,15
Rötsimpa	0,13
Större kantnål	0,09
Vitling	0,09
Torsk	0,08
Laxsill	0,07
Tånglake	0,05
Sjurygg	0,04
Gulål**	0,04
Tångspigg	0,03
Svart smörbult	0,03
Skäggsimpa	0,02
Nors	0,01
Mindre havsnål	0,01
Skärsnultra	0,01
Fyrtömmad skärlånga	<0,01
Sandskädda	<0,01
Tobiskung	<0,01
Havskatt	<0,01

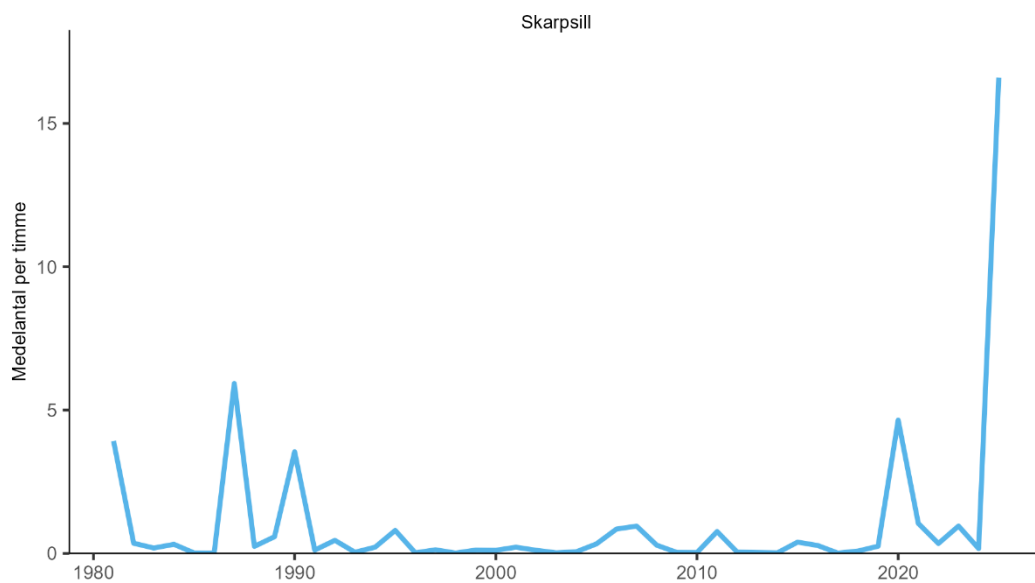
Lansettfisk†	<0,01
Prästfisk	<0,01
Småspigg	<0,01
Större havsnål	<0,01
Tunga	<0,01
Femtömmad skärlånga	<0,01
Flodnejonöga	<0,01
Gråsej	<0,01
Guldmulte	<0,01
Lerskädda	<0,01
Lerstubb	<0,01
Småtunga	<0,01
Smörbult obestämd	<0,01
Tjockläppad multe	<0,01
Öring	<0,01
Total fångst	82,21
Antal arter	47



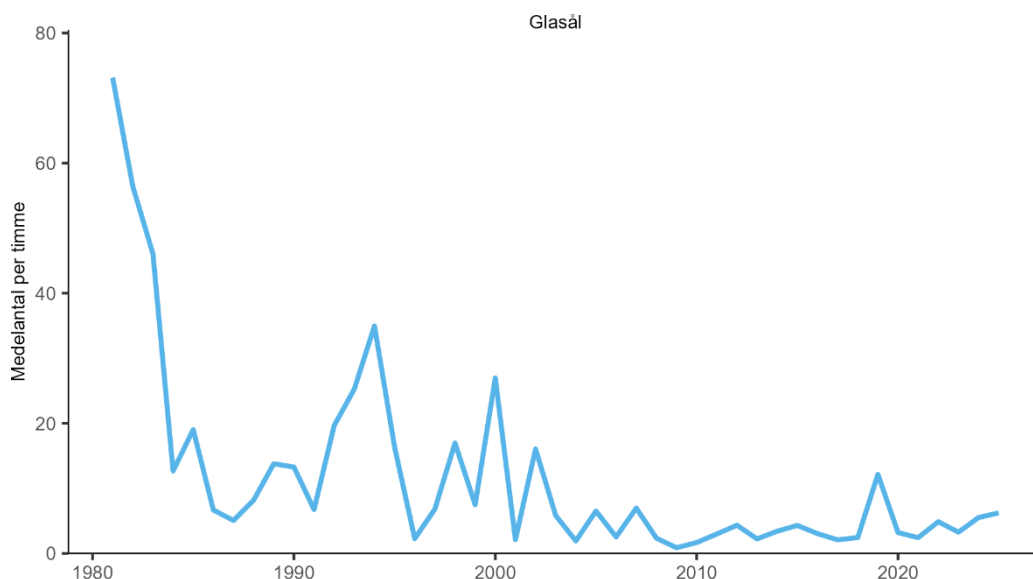
Figur 8. Förekomsten av juvenil sill (vänster) och sillyngel (höger) under februari–maj åren 1981–2025. Värden är angivna som medelantal per timme omräknat till fångst vid maximalt kylvattenflöde. Observera de olika skalorna på y-axlarna.



Figur 9. Förekomsten av klarbult i kylvattenkanalerna under februari–maj åren 1981–2025. Värden är angivna som medelantal per timme omräknat till fångst vid maximalt kylvattenflöde.



Figur 10. Förekomsten av skarpsill i kylvattenkanalerna under februari–maj, 1981–2025. Värden är angivna som medelantal per timme omräknat till fångst vid maximalt kylvattenflöde



Figur 11. Förekomsten av glasål i kylvattenkanalerna under februari–maj, 1981–2025. Värden är angivna som medelantal per timme omräknat till fångst vid maximalt kylvattenflöde.

3.3. Förekomst av fisk i recipienten av kylvatten

3.3.1. Provfiske med ryssjor

Under provfiskeundersökningarna i april fångades 14 olika fiskarter och 4 arter av kräftdjur vid Ringhals kylvattenutsläpp (tabell 3). Vid provfiskena i referensområdet Vendelsö fångades 15 fiskarter och 3 kräftdjursarter och i Norra Horta 18 fiskarter och 2 kräftdjursarter (tabell 3). Fångsterna av fisk i de tre områdena uppgick till totalt 1 081 individer vilket är en minskning med ungefär en tredjedel av antalet för 2024. Fångsterna vid Ringhals var något mindre än vid lokalerna Vendelsö och Horta (figur 12). Under provfisket i april var torsk den vanligaste arten vid Ringhals kylvattenutsläpp och Norra Horta (0,7 respektive 1,1 individer per ryssjor och natt), medan stensnultra (*Ctenolabrus rupestris*) var mest frekvent för Vendelsö (1,04 individer per ryssjor och natt, tabell 3). Andra vanligt förekommande arter i fisket var skärsnultra, rötsimpa och skrubbskädda. Fångsten av torsk var högre vid Ringhals utsläpp jämfört med föregående år, men lägre vid de övriga två områdena (figur 14). Likt föregående år var strandkrabba (*Carcinus maenas*) mycket vanligare vid Ringhals kylvattenutsläpp, jämfört med Vendelsö och Horta där fångsterna var ungefär hälften, respektive en fjärdedel av den vid Ringhals.

Den främmande arten blåskrabba, tidigare asiatisk blåskrabba, (*Hemigrapsus sanguineus*) fångades för sjätte gången vid Ringhals kylvattenutsläpp, varav fyra i april och två i augusti. Den har hittills inte påträffats vid de andra fångstområdena.

Vid provfisket i augusti var de totala fångsterna betydligt större jämfört med i april (figur 12). I augusti fångades 6 497 fiskindivider, vilket var nära en halvering av fångsten jämfört med 2024 (11 125 individer). Likt tidigare år, var skärsnultra den tydligt vanligaste fiskarten i fångsterna för samtliga områden (tabell 4). Artantalet varierade något mellan områdena, men var i nivå med 2024. Under provfiskena som genomfördes i augusti, var dock artantalet lägre jämfört med provfiskena i april, framför allt i Ringhalsområdet (tabell 4). Ål förekom generellt i större omfattning under augusti än april, och de största fångsterna gjordes vid Ringhals kylvattenutsläpp (figur 16). Vid Horta gjordes de största fångsterna av gråsej (*Pollachius virens*) under 2025 sedan undersökningarna började. Likt föregående år var fångsterna av strandkrabba stora i samtliga provtagningsområden. Av den totala fångsten utgjorde strandkrabba 51 % vid Ringhals, 62 % vid Vendelsö och 38 % vid Horta. Fångsten under augusti var dessutom betydligt högre än fångsterna i april (tabell 4).

Totalfångsterna av samtliga fiskarter under provfiskeperioderna i augusti månad visar en svagt positiv utveckling för områdena Ringhals och Vendelsö sedan undersökningarna inleddes på 1970-talet (figur 12). Utvecklingen för kräftdjur, huvudsakligen bestående av strandkrabba, uppvisar en liknande trend under provfiskeperioden i april.

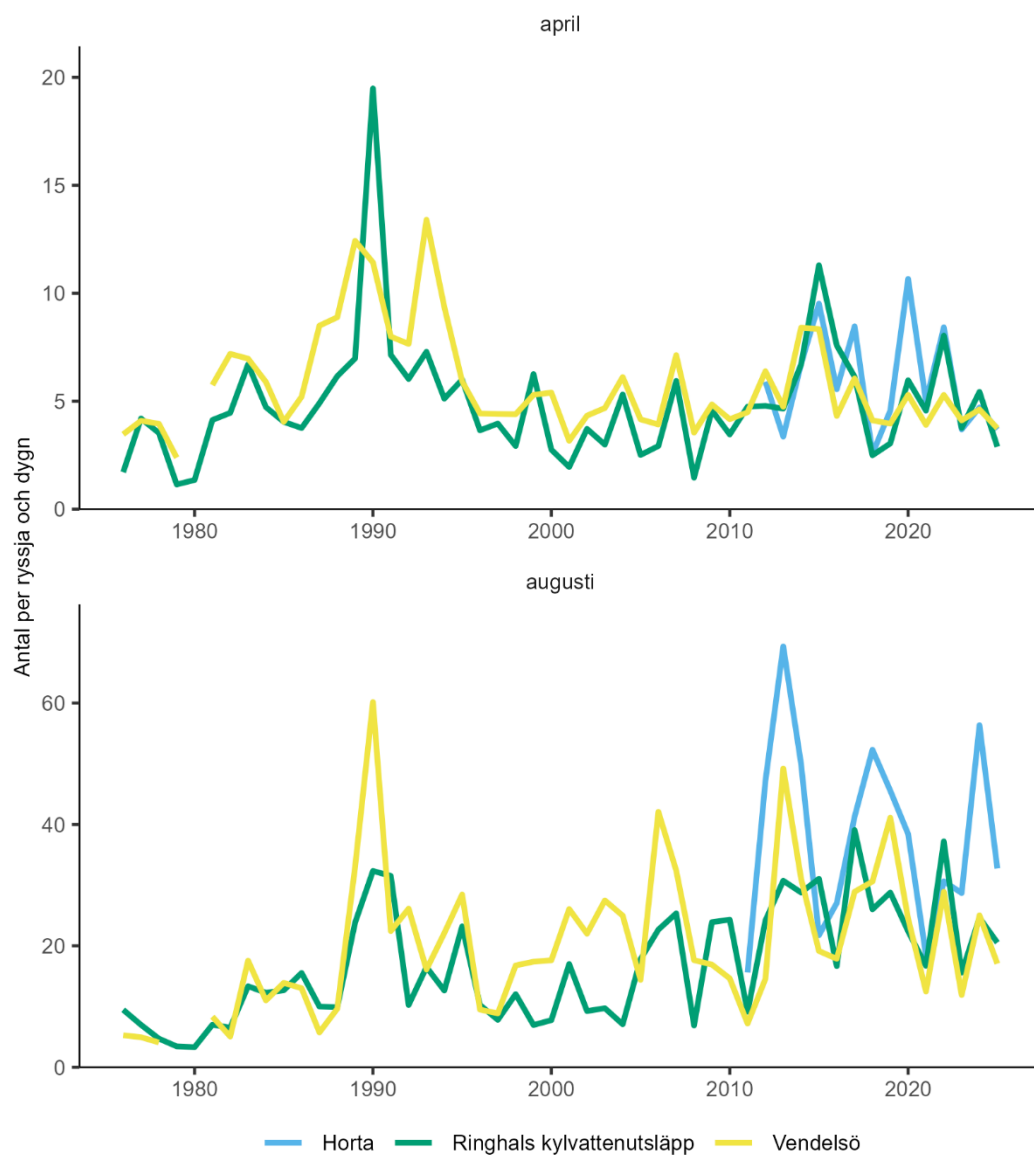
Fångsterna av tånglake (*Zoarces viviparus*) var fortsatt låga under 2025 inom samtliga områden. Under de senare åren har inga tånglakar fångats vid Ringhals kylvattenutsläpp under augusti och i sin helhet visar fångsterna på en negativ populationsutveckling sedan början på 1980-talet (figur 15).

Tabell 3. Antal fångade fiskar och kräftdjur, samt CPUE (fångst per ryssja och dygn), för alla förekommande arter vid provfiske med ryssjor under april 2025.

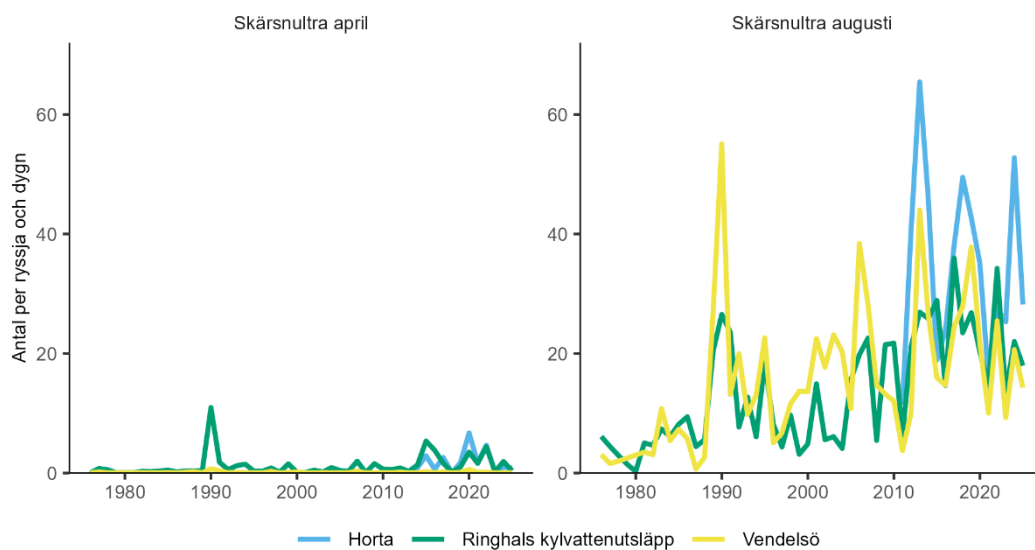
Art	Ringhals Antal	Ringhals CPUE	Vendelsö Antal	Vendelsö CPUE	Horta Antal	Horta CPUE
FISKAR						
Torsk	74	0,7	75	0,73	117	1,1
Skrubbskädda	48	0,46	30	0,29	19	0,18
Skärsnultra	39	0,37	3	0,03	89	0,84
Stensnultra	37	0,35	107	1,04	63	0,59
Svart smörbult	35	0,33	23	0,22	2	0,02
Rötsimpa	17	0,16	80	0,78	35	0,33
Femtömmad skärlånga	14	0,13	10	0,1	28	0,26
Oxsimpa	10	0,1	8	0,08	13	0,12
Tånglake	9	0,09	33	0,32	6	0,06
Rödspätta	8	0,08	1	0,01	5	0,05
Ål	7	0,07	8	0,08	4	0,04
Större kantnål	4	0,04	4	0,04	3	0,03
Tunga	1	0,01			2	0,02
Tångsnälla	1	0,01				
Grässnultra					1	<0,01
Lyrorsk					1	<0,01
Obestämd fiskart			1	0,01	1	<0,01
Tungevar					1	<0,01
Tångspigg			1	0,01	1	<0,01
Skäggsimpa			2	0,02		
Total fångst	304	2,9	386	3,75	391	3,69
Antal arter	14		15		18	
KRÄFTDJUR						
Strandkrabba	983	9,36	562	5,46	235	2,22
Blåskrabba	1	0,01				
Eremitkräfta obestämd	1	0,01	1	0,01		
Tångräka obestämd			3	0,03	1	<0,01
Total fångst	985	9,38	566	5,5	236	2,23
Antal arter	3		3		2	

Tabell 4. Antal fångade fiskar och kräftdjur, samt CPUE (fångst per ryssja och dygn), för alla förekommande arter vid provfiske med ryssjor under augusti 2025.

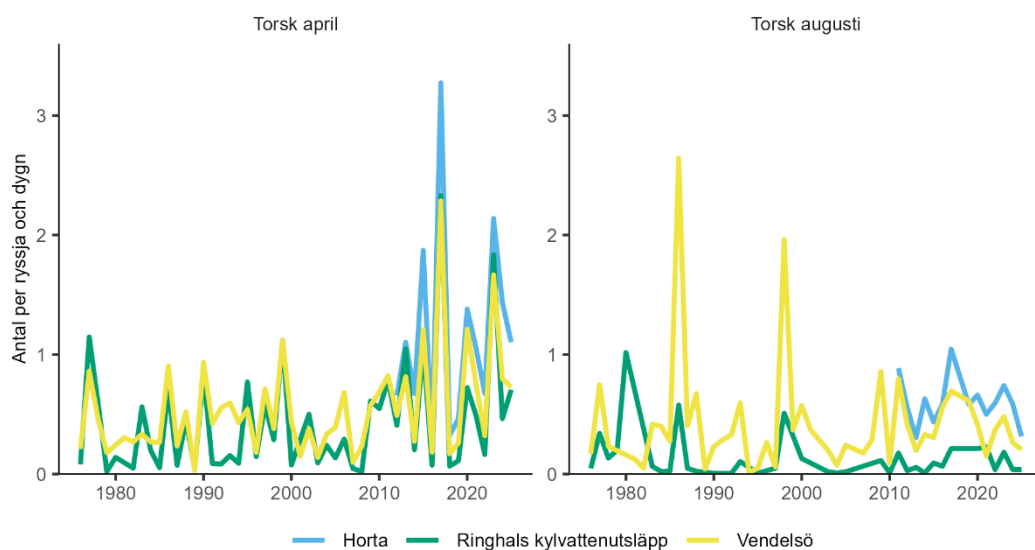
Art	Ringhals Antal	Ringhals CPUE	Vendelsö Antal	Vendelsö CPUE	Horta Antal	Horta CPUE
FISKAR						
Skärsnultra	1905	17,97	1546	14,31	3046	28,2
Ål	165	1,56	34	0,32	77	0,71
Stensnultra	38	0,36	68	0,63	51	0,47
Svart smörbult	26	0,24	37	0,34	61	0,56
Skrubbskädda	25	0,24	10	0,09	25	0,23
Torsk	4	0,04	22	0,2	34	0,32
Obestämd fiskart	4	0,04	2	0,02		
Rödspätta	2	0,02			1	<0,01
Tunga	2	0,02	1	<0,01	3	0,03
Tångsnälla	2	0,02				
Gråsej	1	<0,01	85	0,79	204	1,89
Havsabborre	1	<0,01				
Sandstubb	1	<0,01				
Berggylta			3	0,03	1	<0,01
Femtömmad skärlånga			2	0,02	3	0,03
Oxsimpa			6	0,06	2	0,02
Paddtorsk					3	0,03
Rötsimpa			20	0,18	19	0,18
Slätvar			2	0,02	2	0,02
Tånglake			2	0,02	4	0,04
Vitling			1	<0,01	1	<0,01
Piggvar			1	<0,01		
Öring			1	<0,01		
Total fångst	2176	20,53	1843	17,07	3537	32,75
Antal arter	13		18		17	
KRÄFTDJUR						
Strandkrabba	2267	21,39	3054	28,28	2185	20,23
Tångräka obestämd	2	0,02	5	0,05		
Krabbtaska					9	0,08
Europeisk hummer			1	<0,01		
Total fångst	2269	21,41	3060	28,33	2194	20,31
Antal arter	2		3		2	



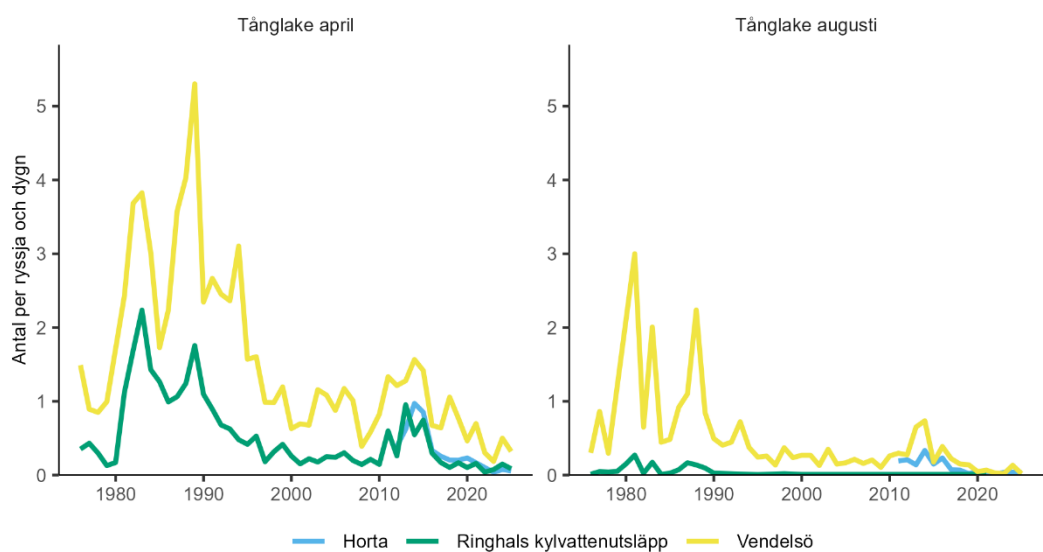
Figur 12. Antal fångade fiskar per ryssja och dygn, av alla förekommande fiskarter vid provfiske med ryssjor under april och augusti 1976–2025 vid Ringhals (grön), Vendelsö (gul) och Norra Horta (blå). Observera de olika skalorna på y-axlarna.



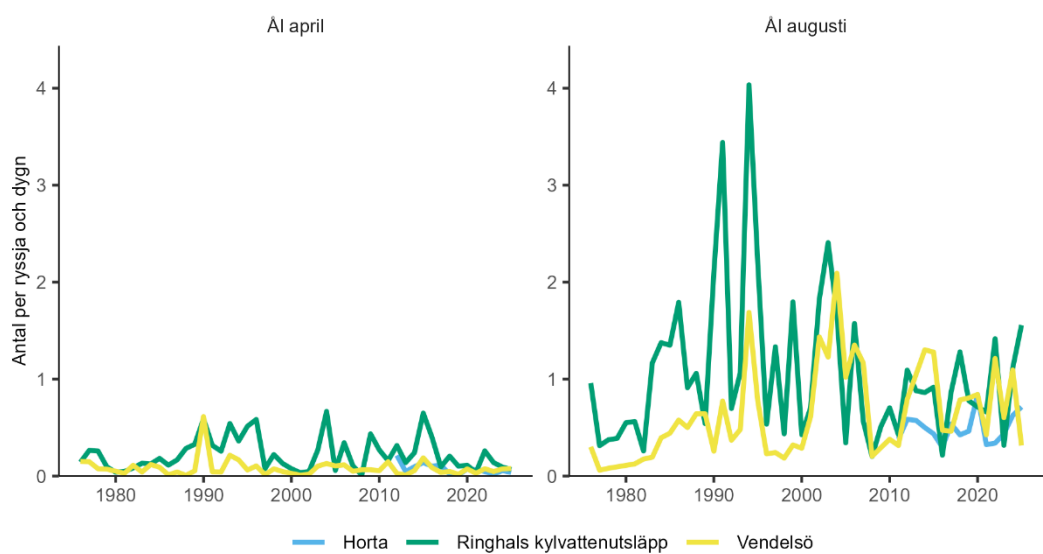
Figur 13. Fångst av skräsnultra i antal per ryssja och dygn vid provfiske med ryssjor under april och augusti 1976–2025 vid Ringhals (grön), Vendelsö (gul) och Norra Horta (blå).



Figur 14. Fångst av torsk i antal per ryssja och dygn vid provfiske med ryssjor under april och augusti 1976–2025 vid Ringhals (grön), Vendelsö (gul) och Norra Horta (blå).



Figur 15. Fångst av tånglake i antal per ryssja och dygn vid provfiske med ryssjor under april och augusti 1976–2025 vid Ringhals (grön), Vendelsö (gul) och Norra Horta (blå).



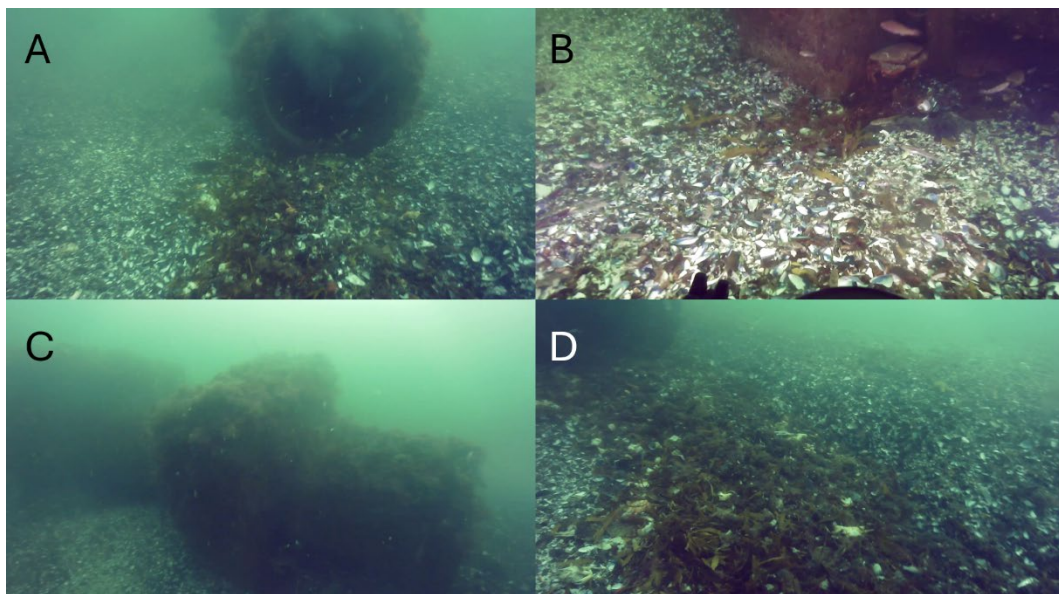
Figur 16. Fångst av ål i antal per ryssja och dygn vid provfiske med ryssjor under april och augusti 1976–2025 vid Ringhals (grön), Vendelsö (gul) och Norra Horta (blå).

3.3.2. Kontroll av sjukdomar, skador och missbildningar hos fisk

Vid kontroll av sjukdomar, skador och missbildningar under 2025 uppvisade endast tre av totalt 1 081 fångade fiskar missbildningar i form av mopsskalle (förkortad överkäke). De missbildade individerna var torskar som fångades under april. Antalet fiskar med yttre sjukdomssymptom ligger i linje med föregående år.

3.4. Kontroll av utsläppstub från renshus och silstation

Havsbottnarna längs utsläppstuben från kylvattenintagets renshus dominerades av skalgrus, sand, småsten och löslivande biologiskt material samt större stenar. Utsläppstuben och större stenblock var i huvudsak överväxta av brun- och rödalger (figur 17 C). I området utanför tubens mynning påträffades skal från döda musslor och krabbor samt rester från döda fiskar (figur 17 A, B och D). På 2025 års bilder syntes liksom föregående år att en vall av skalrester, mjukt biologiskt material och annat mindre material hade bildats några meter efter tubens mynning, som var fortsatt större och mer centrerad jämfört med några år tillbaka. Under 2025 syntes liksom under 2024 även en viss längsgående dikesbildning där vattenströmmen från tuben sköljt bort bottenmaterial. Omkring utsläppstuben förekom en del löslivande växtmaterial, band annat brun- och rödalger, men även mindre partiklar som gjorde vattnet grumligt. Vanligt förekommande djurarter på och omkring tuben var strandkrabba, stensnultra, skärsnultra, vanlig sjöstjärna (*Asterias rubens*), sjustrålig smörbult (*Gobiusculus flavescens*) och andra smörbultar (*Pomatoschistus spp.*).



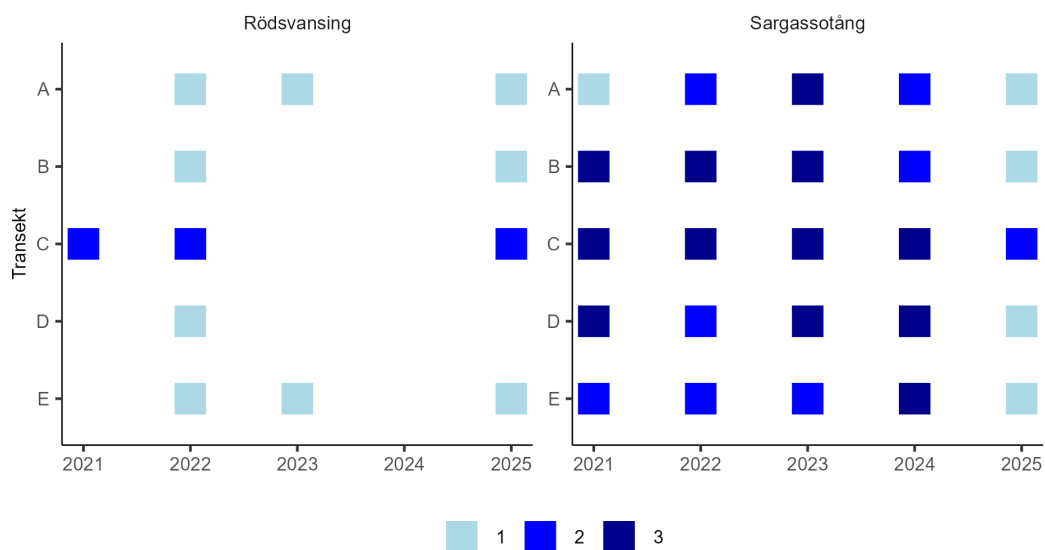
Figur 17. A). Tubens mynning med utflöde av rensvatten och biologiskt material. B). Skal-/sandbotten med fiskar och krabbor bredvid tuben och dess mynning. C) Påväxt av brun- och rödalger på utsläppstub. D) Tubens mynning med biologiskt material, fisk och krabbor.

3.5. Kontroll av främmande arter

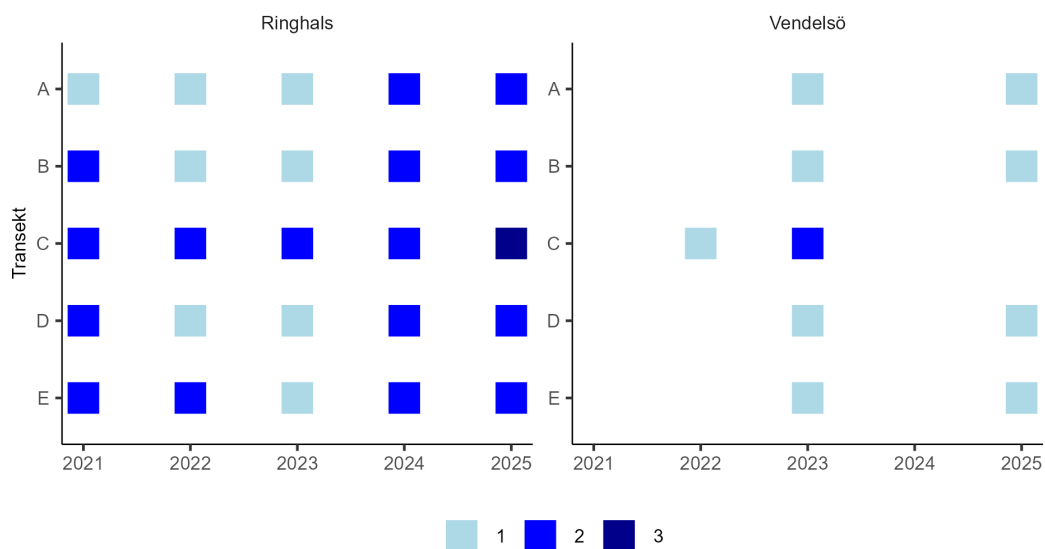
Under 2025 inventerades endast Ringhals kylvattenutsläpp och Vendelsö med avseende på fastsittande flora och fauna. Norra Horta kunde inte inventeras då starka vindar förhindrade att någon dykning utfördes i området. Inventeringarna som vanligtvis sker under juni utfördes i stället i början av september på grund av ovanligt mycket vind under juni. I undersökningarna av huvudtransekterna registrerades 40 fastsittande arter, varav 37 algarter, och tre ryggradslösa djur (tabell 6). Vid inventeringarna av både huvud- och extratransekterna påträffades tre främmande arter, stillahavsostron (*Magallana gigas*), brunalgen japansk sargassotång (*Sargassum muticum*) och rödalgen rödsvansing (*Dasya baillouviana*). Samtliga arter är kända sedan tidigare från den svenska västkusten. Japansk sargassotång var likt tidigare år vanlig vid Ringhals kylvattenutsläpp, men förkom i något lägre omfattning (figur 18). Rödsvarsing påträffades vid Ringhals kylvattenutsläpp där enstaka exemplar även har hittats flera föregående år (figur 18). Både japansk sargassotång och rödsvarsing har endast påträffats vid Vendelsö ett år tidigare, men observerades inte där 2025. Stillahavsostron var vanlig vid samtliga av Ringhals transekter (figur 19). Enstaka exemplar påträffades även vid Vendelsö.

Tabell 5. Alla arter som identifierades vid taxeringen av huvudtransekten på varje lokal i september 2025. Förekomsten är uppdelad efter 1) enstaka (ljusblå), 2) vanlig (mellanblå), 3) talrik (mörkblå) baserat på medelvärde av täckningsgrad där arten är förekommande. Arterna i fetstil är främmande arter.

Art / taxon	Ringhals utsläpp	Vendelsö
Grönalger		
<i>Cladophora rupestris</i>	1	2
<i>Cladophora</i> sp.	3	
<i>Ulva</i> spp.	2	
<i>Cladophora</i> spp.		2
Brunalger		
<i>Chorda filum</i>	1	3
<i>Ectocarpus/Pylaiella</i>	3	2
<i>Halidrys siliquosa</i>	3	3
<i>Sargassum muticum</i>	2	
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	3	2
<i>Elachista fucicola</i>		3
<i>Fucus serratus</i>		3
<i>Fucus vesiculosus</i>		3
<i>Sphaerotrichia divaricata</i>		2
Rödalger		
<i>Acrochaetiaceae</i>	2	3
<i>Ahnfeltia plicata</i>	2	2
<i>Carradoriella elongata</i>	1	
<i>Ceramium tenuicorne</i>	3	1
<i>Ceramium virgatum</i>	3	3
<i>Chondrus crispus</i>	2	2
<i>Coccotylus/Phyllophora*</i>	3	3
<i>Cystoclonium purpureum</i>	2	2
<i>Dasya baillouviana</i>	2	
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	3	3
<i>Leptosiphonia fibrillosa</i>	2	2
<i>Lithothamnium/Phymatolithon*</i>	2	2
<i>Polyides rotundus</i>	2	1
<i>Polysiphonia hemisphaerica</i>	3	
<i>Polysiphonia stricta</i>	1	
<i>Spermothamnion repens</i>	2	3
<i>Vertebrata fucoides</i>	1	2
<i>Callithamnion corymbosum</i>		1
<i>Delesseria sanguinea</i>		2
<i>Erythrotrichia carnea</i>		2
<i>Gaillona hookeri</i>		1
<i>Plumaria plumosa</i>		2
<i>Rhodomela confervoides</i>		2
<i>Vertebrata byssoides</i>		2
Fauna		
<i>Magallana gigas</i>	3	
<i>Mytilus edulis</i>	2	
<i>Halichondria panicea</i>		2



Figur 18. Täckningsgrad av rödsvansing och sargassotång vid Ringhals utsläppsområde under inventeringarna av främmande arter de senaste fem åren. Täckningsgraden är given efter en tregradig skala, där mörkare färg anger tätare förekomst; 1) enstaka (ljusblå), 2) vanlig (mellanblå), 3) talrik (mörkblå). Transekt C är huvudtransekten för respektive område.



Figur 19. Täckningsgrad av stillahavsostron vid Ringhals utsläppsområde och Vendelsö under inventeringarna av främmande arter de senaste fem åren. Täckningsgraden är given efter en tregradig skala, där mörkare färg anger tätare förekomst; 1) enstaka (ljusblå), 2) vanlig (mellanblå), 3) talrik (mörkblå). Transekt C är huvudtransekten för respektive område.

4. Diskussion

Ringhals kärnkraftverk pumpar kontinuerligt in stora mängder vatten för att kyla kondensorprocessen i reaktorerna. Det biologiska kontrollprogrammet för Ringhals visar att kylvattenhanteringen har en direkt påverkan på närliggande ekosystem då det medför stora förluster av fisk, framför allt av livsstadierna ägg, larver och yngel som sugas in i kylvattenintaget. Påverkan på fiskbestånden varierar troligtvis med om arterna är lokala stationära (rötsimpa, tejstefisk och tånglake), kustnära (torsk, rödspätta och skrubbskädda) eller lever i de större havsområdena (sill). De stationära och lokala bestånden förväntas påverkas redan vid relativt små förluster, medan effekten på vandringsfisk som sill kan vara mindre tydlig. Mängden fisk som kommer in till kraftverket kan även ge indikationer på populationsutveckling för olika arter i omgivande havsområden. Stora förekomster av exempelvis fiskägg och yngel av olika arter kan påvisa generella rekryteringsframgångar i omgivande områden.

Det uppvärmda kylvattnet pumpas ut vid Väröhalvön där det sker en lokal uppvärmning av havsvattnet vilket skapar särskilda förhållanden för akvatiska organismer. Det varma vattnet attraherar fler fiskarter och kräftdjur som föredrar varma vattenförhållanden (Ehlin m. fl. 2009, Woolway m. fl. 2022), samtidigt som det kan bli ett etableringsområde för alger som också trivs i varmare vatten. Arter som föredrar lägre vattentemperaturer vistas däremot endast i områden under begränsade tider av vinterhalvåret.

Förekomsten av fiskägg i undersökningen påverkas dels av flödet i kylvattenkanalen, dels av flera olika miljöfaktorer som påverkar förhållandena. De mest betydande miljöfaktorerna inkluderar vattentemperatur, salthalt, vindriktning och vattenströmmar. Salthalten påverkar vattnets densitet och således var fiskäggen kan befinna sig i vattenkolumnen. Hög salthalt bidrar till att fler ägg befinner sig närmare ytan, medan låg salthalt bidrar till att äggen har svårare att hålla sig flytande och i stället kan sjunka mot botten. I och med att bongohåven fiskar vid vattenytan kan en låg salthalt resultera i en lägre fångst av fiskägg. Under provtagningen 2025 var salthalten något lägre vid flera provtillfällen jämfört med tidigare år, vilket delvis skulle kunna förklara de generellt låga fångsterna under året. Fångsterna av stora plattfiskägg var däremot högre än 2024 med de största fångsterna i början av året, då salthalten låg över medelnivån för året. Fångsterna kan även bero på naturliga årsvariationer i rekrytering.

Fångsterna under provtagningarna för yngel och juvenil fisk med Isaacs-Kiddtrål påverkas likt förekomsterna av ägg och larver av flera olika faktorer. Variationer i vattenströmmar, vattentemperatur och rådande salthalt i omgivande havsområde utgör stor påverkan för mängden organismer som strömmar in i intagskanalen. Under provtagningarna med Isaacs-Kiddtrål 2025 fångades ungefär lika många arter jämfört med genomsnittet för den senaste tioårsperioden, men mängden fångst var en bråkdel av fångsten från 2024. Den totala fångsten med Isaacs-Kiddtrålen påverkas till stor del av mängden sillyngel i fångsten, som under 2025 var den lägsta på tretton år. Även tobisyngel hade låga fångster som vanligtvis också brukar utgöra en stor del av fångsten. En art som däremot förekom i ovanligt hög andel i intagskanalen var juvenil och adult skarpsill. Skarpsillens närvaro i området kan vara en bidragande orsak till de låga fångsterna av sill- och tobisyngel under samma period då de skulle konkurrera om samma föda.

Fångsterna av glasål under 2025 var något högre än 2024 och den högsta under de senaste sex åren. Rekordhöga fångster av invandrande glasål från Sargassohavet har rapporterats inom andra undersökningar under 2025 (Hilvarsson et. al. 2025), vilket i viss mån fångsterna i intagskanalen återspeglar. Den europeiska ålpopulationen har under en längre tid varit akut hotad och flertalet förvaltningsåtgärder har genomförts för att rädda arten. Glasåls minskning i undersökningarna vid Ringhals sedan 1980-talet följer den totala utvecklingen för arten inom hela utbredningsområdet i Europa, Nordafrika och Västasien (van Gemert m. fl. 2024; ICES 2025). De senaste årens relativt stora förekomst av glasål i intagskanalen kan möjligen påvisa att förvaltningsåtgärderna har haft effekt och att en positiv tendens och ökning av ålpopulationen finns. Det är dock för tidigt att dra några slutsatser men provtagningsserien inom Ringhals recipientkontroll är viktig för att följa utvecklingen även ur ett större perspektiv.

Vid provfiskena med ryssjor i april var fångsterna likt föregående år små, i förhållande till den varma perioden under augusti. Resultaten visar tydligt att flertalet fiskarter i området är mer aktiva under augusti och därför fångas i större utsträckning i undersökningarna. Skärsnultra, som är en varmvattengynnad art, förekommer exempelvis i höga tätheter i samtliga områden under sommaren, men endast ett fåtal individer fångas i undersökningarna i april. Under vårperioden finns dock tecken på att skärsnultran aktivt söker sig till Ringhalsområdet och uppehåller sig i det uppvärmda kylvattnet. Varmvattenutsläppet från Ringhals har därmed tydlig påverkan på varmvattengynnade arter och effekten är troligen störst under den kyliga delen på året. Under sommarhalvåret kan dock effekterna vara det omvända, då flertalet arter undviker det alltför varma området och uppehåller sig på större djup där temperaturen är lägre. Kallvattengynnade arter som torsk, rötsimpa och tånglake förekommer exempelvis i väldigt låga tätheter vid kylvattenutsläppet och föredrar i stället de kallare områdena Vendelsö och Norra Horta. Alltför höga vattentemperaturer kan även påverka varmvattengynnade arter

negativt, som skärsnultra, vilket kan vara anledningen till att arter ofta uppvisar högre täthet vid Horta jämfört med utsläppsområdet. En anledning till de relativt höga fångsterna av gråsej vid Norra Horta kan bero på ett mer gynnsamt habitat, med brantare klippbotten och närhet till djupare vatten.

Förekomsten av främmande arter i områdena vid Ringhals kärnkraftverk ligger på liknande nivåer som föregående år. Brunalgen japansk sargassotång är fortsatt vanlig vid recipientområdet, medan den endast har påträffats en gång vid Vendelsö under 2013. Rödsvansing har också påträffats flertalet gånger vid recipientområdet, medan fynden inom de andra områdena är begränsat till ett fynd 2011 respektive 2020. Många av arterna som påträffas i undersökningarna är sannolikt väl etablerade och kommer att finnas i områdena även framöver. Några av de främmande arterna klassas även numera som etablerade i hela Västerhavet, exempelvis japansk sargassotång. Det finns inga belägg för att introduktionen av främmande arter i svenska vatten kan kopplas till kärnkraftverkens kylvattenutsläpp. Däremot kan det varma kylvattnet möjliggöra etablering och spridning till andra områden av arter som redan har introducerats på annat sätt. Övervakningen av främmande arter inom Ringhals kärnkraftverk är ytterst värdefull och det är troligt att nya arter kommer att påträffas framöver, eftersom introduceringstakten av främmande arter är högre än någonsin utan tecken på att mattas av (Pyšek m. fl. 2020). Under 2025 fångades blåskrabba för sjätte gången i samband med ryssjeprovfisket i utsläppsområdet, en främmande art som hittills inte observerats vid de andra fångstområdena. Arten har däremot observerats på andra platser i svenska vatten. Det är troligt att upptäckt av arten i detta område skulle ha dröjt längre utan det pågående övervakningsprogrammet.

Sammanfattningsvis är det tydligt att Ringhals kärnkraftverk påverkar det omgivande havsområdet genom intag och utsläpp av kylvatten som ger förändringar i strömmar och temperatur. Detta påverkar förekomst och sammansättning av både inhemska och främmande arter och visar att den kontinuerliga miljöövervakningen fyller ett viktigt syfte för att identifiera kraftverkets påverkan.

Referenser

- Adill, A., Käll, F., Lingman, A. (2026). *Biologisk recipientkontroll vid Ringhals kärnkraftverk - sammanfattande resultat av undersökningar fram till år 2023*. Aqua reports 2026:2. Uppsala: Institutionen för akvatiska resurser.
<https://doi.org/10.54612/a.h9eqd03229>
- Andersson, J. (1980). *Fiskägg och fiskyarver i kylvattenintaget vid Ringhalsverket 1979-1980*. Solna: Naturvårdsverket.
- Andersson, J. (1985). Fiskägg och fiskyarver i kylvattenintaget för Ringhalsverket. Statens naturvårdsverk.
- Andersson, J., Bryhn, A., Fagerholm, B., Jansson, M., Lingman, A. & Wernbo, A. (2015). *Biologisk recipientkontroll vid Ringhals kärnkraftverk sammanfattande resultat av undersökningar fram till år 2013*. (Aqua reports, 2015:6). Öregrund: Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges lantbruksuniversitet.
<https://pub.epsilon.slu.se/14609/> [2021-02-23]
- Andersson, J., Cardinale, M., Fagerholm, B., Hjelm, J. & Pettersson, E. (2011). *Fiskförluster i kylvattenintagen vid Ringhalsverket. Kompletterande undersökningar 2006-2010*. Fiskeriverket.
- Bryhn, A.C., Andersson, J. & Petersson, E. (2014). *Mortality of European glass eel (Anguilla anguilla juveniles) at a nuclear power plant*. International Review of Hydrobiology., 99 (4), 312–316. <https://doi.org/10.1002/iroh.201301632>
- Ehlin, U, Lindahl, S, Neuman, E, Sandström, O, Svensson, J (2009). *Erfarenheter från de svenska kärnkraftverken*. Elforsk rapport, 09:79.
- Eriksson, B.K., Sieben, K., Eklöf, J., Ljunggren, L., Olsson, J., Casini, M. & Bergström, U. (2011). *Effects of Altered Offshore Food Webs on Coastal Ecosystems Emphasize the Need for Cross-Ecosystem Management*. *Ambio*, 40 (7), 786–797.
<https://doi.org/10.1007/s13280-011-0158-0>
- Funk, S., Frelat, R., Möllmann, C., Temming, A., & Krumme, U. (2021). *The forgotten feeding ground: patterns in seasonal and depth-specific food intake of adult cod Gadus morhua in the western Baltic Sea*. *Journal of Fish Biology*, 98(3), 707-722.
- Grimås, U., Jacobsson, A. & Neuman, E. (1988). *Biologiska och radioekologiska undersökningar vid Ringhals kärnkraftverk 1968-1987*. (Naturvårdsverket rapport, 3463). Solna.
- Guimarães, L.S.F., de Carvalho-Junior, L., Façanha, G.L., da S. Resende, N., Neves, L.M. & Cardoso, S.J. (2023). *Meta-analysis of the thermal pollution caused by coastal nuclear power plants and its effects on marine biodiversity*. *Marine Pollution Bulletin*, 195. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115452>.
- Havs- och vattenmyndigheten (2013). *Bonnemaisonia hamifera Japantofs*. Havs- och vattenmyndigheten.
<https://www.havochvatten.se/download/18.21aefcd7150f8b6c38f8f764/1448458992332/faktablad-bonnemaisonia-hamifera-japantofs.pdf> [2021-0215]

- Havs- och vattenmyndigheten (2014a) *Torsk*. <https://www.havochvatten.se/arter-och-livsmiljoer/arter-och-naturtyper/torsk.html> [2023-02-14]
- Havs- och vattenmyndigheten (2014b) *Rödspätta*. <https://www.havochvatten.se/arter-och-livsmiljoer/arter-och-naturtyper/rodspatta.html> [2023-02-14]
- Havs- och vattenmyndigheten (2015a). *Blåskrabba* *Hemigrapsus sanguineus*. <https://www.havochvatten.se/arter-och-livsmiljoer/arter-och-naturtyper/blaskrabba.html> [2021-02-16]
- Havs- och vattenmyndigheten (2015b). *Sargassosnärja*. *Sargassosnärja*. [text]. <https://www.havochvatten.se/arter-och-livsmiljoer/arter-och-naturtyper/sargassosnarja.html> [2021-02-15]
- Hilvarsson, A., Werner, M., Börjesson, P. (2025). Trålundersökning av fisk i Västerhavet. Aqua notes 2025:13. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. <https://doi.org/10.54612/a.68t1ptaho6>
- ICES (2025). *Joint EIFAAC/ICES/GFCM Working Group on Eels (WGEEL)*. ICES Scientific Reports. Report. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.30488120.v2>
- Jan, R.-Q., Chen, J.-P., Lin, C.-Y. & Shao, K.-T. (2001). *Long-term monitoring of the coral reef fish communities around a nuclear power plant*. Aquatic ecology, 35 (2), 233–243. <https://doi.org/10.1023/A:1011496117632>
- Johansson, G., Eriksson, K., Pedersen, M. & Snoeijs, P. (1998). *Long-term changes of macroalgal vegetation in the Skagerrak area*. Hydrobiologia, 385 (1), 121–138. <https://doi.org/10.1023/A:1003405826222>
- Karlsson, J. (1997). *Utbredning av sargassosnärja - Sargassum muticum - vid den svenska västkusten 1996*. (Slutrapport till Världsnaturfonden). WWF. <https://www.vattenkikaren.gu.se/fakta/arter/algae/phaeophy/sargmuti/wwf1996.pdf> [2021-02-15]
- Kordas, R.L., Harley, C.D.G. & O'Connor, M.I. (2011). *Community ecology in a warming world: The influence of temperature on interspecific interactions in marine systems: Global Change in Marine Ecosystems*. Journal of experimental marine biology and ecology, 400 (1–2), 218–226
- MacDougall, A. & Turkington, R. (2005). *Are Invasive Species the Drivers or Passengers of Change in Degraded Ecosystems?* Ecology (Durham), 86 (1), 42–55. <https://doi.org/10.1890/04-0669>
- Mooney, H.A. & Cleland, E.E. (2001). *The Evolutionary Impact of Invasive Species*. Proceedings of the National Academy of Sciences - PNAS, 98 (10), 5446–5451. <https://doi.org/10.1073/pnas.091093398>
- Nellbring, S. (2014). *Codium fragile* Klykalg. Havs- och vattenmyndigheten. <https://www.havochvatten.se/download/18.21aefcd7150f8b6c38f8f769/1448458994137/faktablad-codium-fragile-klykalg.pdf> [2021-02-15]
- Norén, K. (2003). *Hamndun (Aglaothamnion halliae)*. [www.havochvatten.se. https://www.havochvatten.se/download/18.21aefcd7150f8b6c38f8f761/1448458991436/faktablad-aglaothamnion-halliae-hamndun.pdf](https://www.havochvatten.se/download/18.21aefcd7150f8b6c38f8f761/1448458991436/faktablad-aglaothamnion-halliae-hamndun.pdf) [2021-02-15]
- Nowakowski, K., & Sługocki, Ł. (2021). *Short-term heat shock perturbation affects populations of Daphnia magna and Eurytemora carolleeae: a warning to the water thermal pollution*. Scientific reports, 11(1), 1-8.
- Neuman, E. (1988). *Effekter av Ringhalsverkets kylvattenutsläpp på det strandnära fiskesamhället*. Naturvårdsverket Rapport 3462, 1–25.
- Pan, S. Y., Snyder, S. W., Packman, A. I., Lin, Y. J., & Chiang, P. C. (2018). *Cooling water use in thermoelectric power generation and its associated challenges for addressing water-energy nexus*. Water-Energy Nexus, 1(1), 26-41.

- Persson, S. & Looström, J. (2021). *Biologisk recipientkontroll vid Ringhals kärnkraftverk. Årsrapport 2020* (Aqua reports, 2021:1). Lysekil. Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Pihl, L. (1982). *Food intake of young cod and flounder in a shallow bay on the Swedish west coast. Netherlands journal of sea research*, 15 (3), 419–432.
[https://doi.org/10.1016/0077-7579\(82\)90068-0](https://doi.org/10.1016/0077-7579(82)90068-0)
- Pyšek, P., Hulme, P.E., Simberloff, D., Bacher, S., Blackburn, T.M., Carlton, J.T., Dawson, W., Essl, F., Foxcroft, L.C., Genovesi, P., Jeschke, J.M., Kühn, I., Liebhold, A.M., Mandrak, N.E., Meyerson, L.A., Pauchard, A., Pergl, J., Roy, H.E., Seebens, H., van Kleunen, M., Vilà, M., Wingfield, M.J. and Richardson, D.M. (2020), *Scientists' warning on invasive alien species*. *Biol Rev*, 95: 1511–1534. <https://doi.org/10.1111/brev.12627>
- Rajagopal, S., Jenner, H.A. & Venugopalan, V.P. (2012). *Operational and Environmental Consequences of Large Industrial Cooling Water Systems*. 1. Aufl., 2012. New York, NY: Springer-Verlag, Springer, Springer US.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4614-1698-2>
- Silva, P.C. (1957). *Codium in Scandinavian waters*. *Svensk Botanisk Tidskrift*, 51(1), 117–134.
- Teixeira, T.P., Neves, L.M. & Araújo, F.G. (2009). *Effects of a nuclear power plant thermal discharge on habitat complexity and fish community structure in Ilha Grande Bay, Brazil*. *Marine environmental research*, 68 (4), 188–195.
<https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2009.06.004>
- Thome, C., Mitz, C., Sreetharan, S., Mitz, C., Somers, C.M., Manzon, R.G., Boreham, D.R. & Wilson, J.Y. (2017). *Developmental effects of the industrial cooling water additives morpholine and sodium hypochlorite on lake whitefish (Coregonus clupeaformis)*. *Environmental toxicology and chemistry*, 36 (7), 1955–1965. <https://doi.org/10.1002/etc.3727>
- Thoreson, G. (1996). *Metoder för övervakning av kustfiskbestånd*. Kustlaboratoriet, Fiskeriverket. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:havochvatten:diva-317> [2021-0216]
- van Gemert, R., Holliland, P., Karlsson, K., Sjöberg, N., Säterberg, T. (2024). *Assessment of the eel stock in Sweden, spring 2024; Fifth post-evaluation of the Swedish eel management*. Aqua reports 2024:5. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences (SLU). <https://doi.org/10.54612/a.4iseib7eup>
- Vitousek, P.M., D'Antonio, C.M., Loope, L.L. & Westbrooks, R. (1996). *Biological Invasions as Global Environmental Change*. *American scientist*, 84 (5), 468–478.
- Woolway, R.I., Sharma, S., Smol, J.P. (2022) *Lakes in Hot Water: The Impacts of a Changing Climate on Aquatic Ecosystems*. *BioScience*, Volume 72, Issue 11, November 2022, Pages 1050–1061, <https://doi.org/10.1093/biosci/biac052>
- Xu, D., Wang, H., Han, D., Chen, A., & Niu, Y. (2021). *Phytoplankton community structural reshaping as response to the thermal effect of cooling water discharged from power plant*. *Environmental Pollution*, 285, 117517.