

## Institutionen för Akvatiska Resurser

[Diana Hammar Perry, Anders Adill, Tharindu Bandara Herath, Mikaela Bergenius Nord, Ulf Bergström, Andreas Bryhn, Anja Carlsson (NRM), Daire Carroll (GU), Pia Eriksson (NRM), Carolyn Faithfull, Flavia L. Gandolfo, Emmelie Hammenstig-Åström, Yvette Heimbrand, Jonas Hentati Sundberg, Joakim Hjelm, Malin Karlsson, Karl Lundström, Monica Mion, Katja Ringdahl, Peter Thor, Maciej Tomaczak, Lovisa Wennerström]

## EV. DOKUMENTTYP

SLU ID: SLU.aqua.2024.5.2-208  
2026-03-19

Verksamhetsrapport för projektet: uppföljning av effekter av fiskeregleringar inom regeringsuppdrag att på prov genomföra fiskeriförvaltningsåtgärder som motsvarar en utflyttning av trålgränsen inom anslag 1:11 HaV 2024-001535

## Uppdrag

Uppdraget avser kunskapsförsörjning inom regeringsuppdraget att på prov genomföra fiskeriförvaltningsåtgärder som motsvarar en utflyttning av trålgränsen (Dnr 1909–22). Regeringsuppdraget ska redovisas till regeringen senast 30 april 2027 och är en förlängning av SLU Aqua/Hav projektet dnr. 4542–22 och 2023–000262.

Utflyttningen av trålgränsen ska genomföras som ett tidsbegränsat vetenskapligt projekt i syfte att utvärdera åtgärdens effekt på sill- och strömmingsbeståndens biomassa samt deras storleks-, -bestånds-, - och åldersstruktur i centrala Östersjön (SD 25–27, 28.2, 29, 32) och Bottniska viken (SD 30–31) (figur 1). Det vetenskapliga projektet ska ge möjlighet till att ge rekommendationer om påföljande fiskeregleringar och fiskerelaterade åtgärder för att främja biomassa samt sillens storleks-, bestånds- och åldersstruktur.

Detta uppdrag är ett uppföljningsprogram till regeringsuppdraget ”Verksamhetsrapport för projekt: uppföljning av effekter av fiskereglering inom regeringsuppdrag att på prov genomföra fiskeriförvaltningsåtgärder som motsvarar en utflyttning av trålgränsen”. Uppföljningsprogrammet är uppbyggt av sex arbetspaket (WP) med övervakning och analyser av:

WP 1 Abiotisk information

WP 2 Pelagisk fisk (sill/strömming, skarpsill och storspigg)

WP 3 Genetik och otolitkemi

WP 4 Pelagiskt fiske

WP 5 Gråsäl och storskarv

## WP 6 Ekosystemeffekter och modellering

Rapportering och budget av WP5 är utanför denna beställning och hanteras separat. Denna rapport redovisar den verksamhet som skett inom uppföljningsprogrammet under året 2025 med *preliminära* resultat för föregående år och kortfattade beskrivningar av planerade aktiviteter för 2026 där det är tillämpligt.

Det officiella namnet på uppdraget är ”*Uppföljning av effekter av fiskereglering inom regeringsuppdrag att på prov genomföra fiskeriförvaltningsåtgärder som motsvarar en utflyttning av trålgränsen*”. I denna rapport används förkortningen *RU-trålgräns* när det hänvisas till det specifika uppdraget.

RU-trålgräns fokuserar på pelagisk fisk, framför allt *Clupea harengus*. Arten har olika svenska benämningar beroende på geografiskt område. I södra Östersjön används benämningen sill, medan samma art från Kalmar sund och norrut benämns strömming. För att undvika oklarheter används i rapporten beteckningen sill/strömming i generella formuleringar som avser arten i hela studieområdet. När resultat eller analyser avser ett specifikt geografiskt område används däremot den lokalt etablerade benämningen, till exempel ”strömming i Bottenhavet” eller ”sill från Karlskrona”.

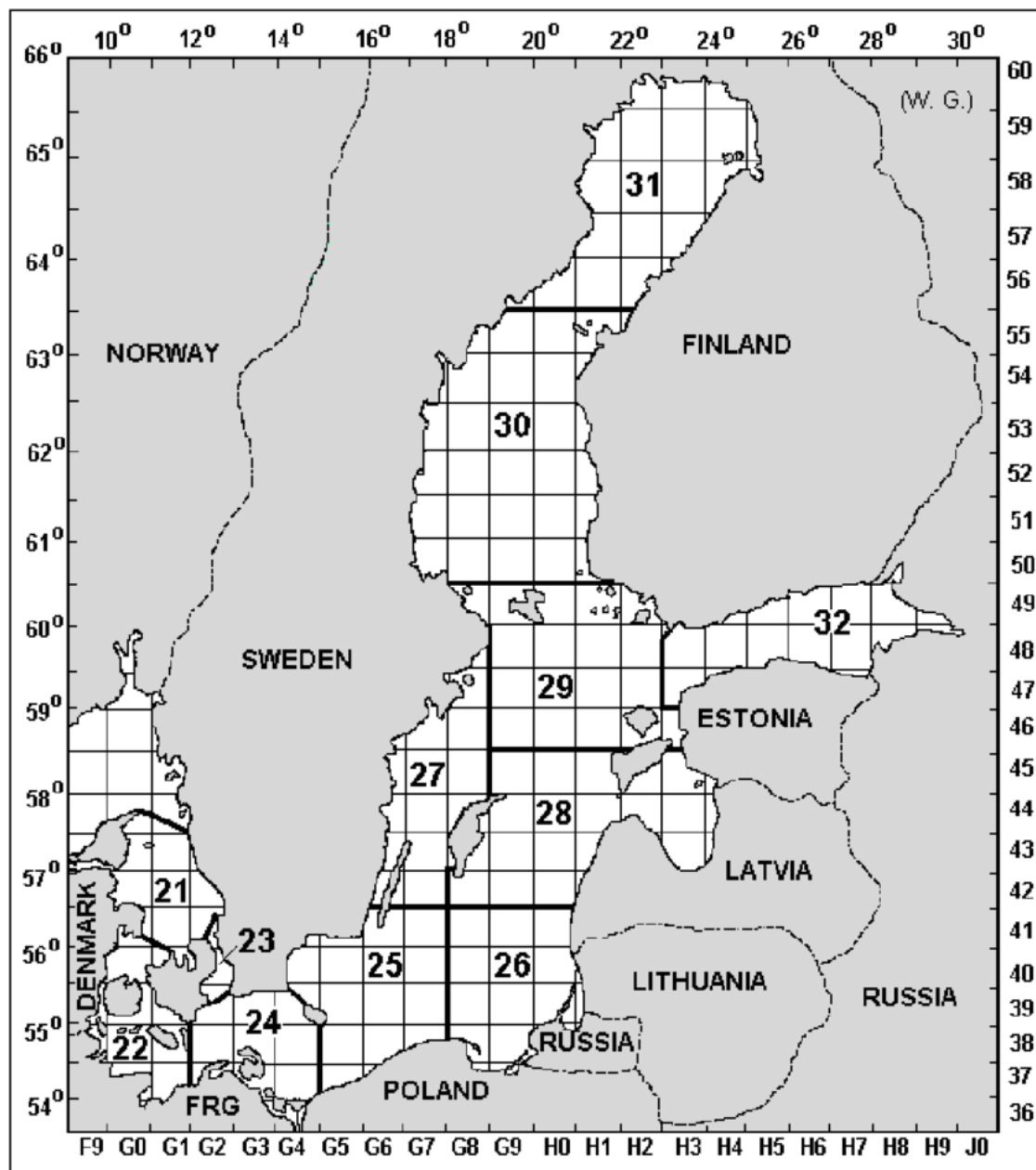
Begreppet ”slättersill” förekommer i rapporten och med det avses en viss ekotyp av strömming som förekommer lokalt runt södra Bottenhavet. Slättersill blir större än vanlig strömming och är en mer utpräglad fiskätare i stället för planktonätare. Ett generellt begrepp som introducerats på senare år som inte syftar på geografisk tillhörighet är ”rovströmming”, som anspelar på dess roll i ekosystemet som fiskätare.

Föreliggande rapport är en uppdatering av verksamhetsrapport för 204 (Hammar Perry m. fl. 2025).

## Bakgrund

Det pågående RU-trålgränsuppdraget syftar till att öka den vetenskapliga kunskapen om sill- och strömmingsbestånden i Östersjön med anledning av den tillfälliga utvidgningen av trålgränsen. Projektet utvärderar effekten av de föreslagna fiskeregleringarna på sill- och strömmingsbeståndens biomassa, storleks- och åldersfördelning samt beståndsstruktur. Vidare studeras inom projektet migrationsmönster hos sill/strömming genom analyser av otolitkemi samt genetiska analyser för att undersöka populationsstruktur.

Områdesstängningen omfattar ICES-delområdena (SD) 27–29, medan SD 30 är av hög vetenskaplig betydelse för sill/strömmingspopulationen i Östersjön, och därför ett ytterligare fokusområde för datainsamlingen inom projektet (figur 1).



Figur 1: Karta över de olika subdivisionerna (SD) i svenska vatten samt ICES-rutor som vardera är ca 30 x 30 nautiska mil.

För att bättre förstå predationstryck på sill/strömning studeras inom projektet även populationer av gråsäl och storskarv i de undersökta områdena. Projektet för uppföljning av effekter av fiskereglering inom regeringsuppdrag att på prov genomföra fiskeriförvaltningsåtgärder som motsvarar en utflyttning av trålgränsen har som mål att med fördjupad information om abiotiska och biotiska faktorer som påverkar vattenförhållanden, växt- och djurplankton, kust- eller utsjöfiske samt predatorinteraktioner, ska kunna öka den vetenskapliga kunskapen om sill/strömning i Östersjön. I tillägg kommer ovanstående att

ytterligare bredda förståelsen för ekosystemeffekterna av de föreslagna fiskeregleringarna.

Syftet med det biologiska övervakningsprogrammet är att upptäcka trender i olika fiskpopulationer och bestånd, både lokalt och inom hela förvaltningsområden, samt att följa utvecklingen av fiske och ekosystemeffekter. För det ändamålet provtar vi fisk (antal, vikt, längd) samt åldersbestämmer fisk. I tillägg genomförs individprovtagning för att studera ålder, tillväxt, kondition, könsmognad och genetik.

För att kunna övervaka effekterna av områdesstängningar i Östersjön är det viktigt att öka vår kunskap om de olika fiskpopulationerna som förekommer där. RU-trålgräns fokuserar primärt på Östersjösillens/strömmingens populationsstruktur och utveckling, men vi inkluderar även andra arter som kan påverkas av områdesstängningarna.

Projektet är organiserat i separata arbetspaket (WP), där varje paket behandlar specifika vetenskapliga frågeställningar. För att säkerställa att projektets övergripande syfte och att planerade leveranser uppnås, krävs ett nära samarbete och en kontinuerlig dialog mellan samtliga arbetspaket. Den kunskapsbas som utvecklas inom WP 1–5 kommer även att integreras i WP 6, som fokuserar på ekosystemeffekter och modelleringsarbete.

## Engelsk sammanfattning

The current project has been underway for two years, beginning in 2024. Data collection started one year prior to the implementation of the trawl border shift in February 2025. Within the project “*uppföljning av effekter av fiskeregleringar inom regeringsuppdrag att på prov genomföra fiskeriförvaltningsåtgärder som motsvarar en utflyttning av trålgränsen inom anslag 1:11 HaV 2024-001535*”, this corresponds to one year of data collection before the trawl border regulation and one year following its implementation. In addition, SLU Aqua has, where possible, incorporated data from long-standing monitoring programs and time-series datasets into the preliminary results. This provides a broader basis for assessing potential changes in the herring population in the Baltic Sea and strengthens the scientific understanding of possible ecosystem-level effects over time.

Given the interconnected nature of the marine environment and the myriad human and environmental pressures affecting the Baltic Sea, a comprehensive system-level approach is necessary. Observed changes may result from both direct and indirect effects of shifts in the seascape. To fully understand changes in herring and their potential consequences within the food web, it is essential to consider other key components. These include zooplankton, which serve as prey

(WP1); potential interspecific competitors such as sprat and sticklebacks (WP2); and predators including seals and cormorants (WP5). Furthermore, the marine environment is highly dynamic, and all biological processes are heavily influenced by the abiotic conditions surrounding them such as temperature, salinity, and pH (WP1). Understanding how these variables interact, and how they may contribute to broader ecosystem changes (WP6), is critical for our understanding of the herring population in the Baltic Sea. Equally important is knowledge of the genetic structure of spawning populations in relation to migration patterns (WP3), as well as how this relates to fishing pressure before and after the implementation of the regulation (WP4). Together, these components are essential for evaluating the potential consequences of spatial fisheries management measures on the herring population.

The preliminary results of the analyses thus far indicate a clear climate related change in the Baltic Sea with a general increase in temperature since the 2000s as well as an increased occurrence of heatwaves since the 2010s. There is also evidence of a change in the zooplankton community with a lower biomass of the energy-rich copepods in coastal areas, while there has been an increase in Cladocera which is a less valuable food source. There is also a clear trend showing a lower average size as well as a reduction in the number of large herring found while at the same time average age has slightly increased though the total number of older individuals has decreased since the 1990s. Herring condition (Fulton K) has increased both within the trawl closure area and more generally throughout the Baltic Sea in ICES subdivisions (SD) 25-29. For the herring caught in the coastal sampling programs in Forsmark and Simpevarp there is a clear decrease in the catch per unit effort (CPUE) of herring over the last few years (2023-2025) compared to historical catches in the same areas in the 1980s and early 1990s. Genetic analysis of the herring in the Baltic Sea show clear differences in spring and autumn spawning herring populations as well as gene flow between spawning types. Additionally, the spring spawning herring can be divided into three genetic groups (northern, central, southern) with the central group predominating in the trawl border closure area. Notably, the genetic classification between spring and autumn spawning herring is highly reliable, while further genetic grouping into the geographic groups is less precise making genetic data alone limited in its ability to follow migration and understand subpopulations. However, our very preliminary results from otolith chemistry analyses shows promise with clear difference between spawning types and catch areas with consistent trends reflected in the migration patterns.

Within the closure area (SD 27 and 29), there has been a general decrease in the CPUE for active fishing gear from the coast to the more offshore areas beyond 12 nautical miles since the early 2000s. Passive gear CPUE has steadily decreased in SD 27 since 2015, however in SD 29 the CPUE has varied

considerably during the same period. An additional source of removal of herring from the Baltic Sea is predation from grey seals (*Halichoerus grypus*) and great cormorants (*Phalacrocorax carbo*). Considerable advancements have been made in monitoring of these species over the last two years to better understand their diet, abundance, distribution and body condition and how these may be affected by changes in the trawl fishing boundary. Preliminary results indicate that grey seal diet is dominated by herring, suggesting the species forages most in offshore environments, rather than close to the coast. The monitoring results also show most seal births occur in mid-February, with pup condition declining later in the breeding season while the condition of the adults was lowest in the summer with low fat reserves due to reproduction and moulting.

These data relating to predation and predator abundances, as well as those from the zooplankton and fish species analyses will be used to update ecosystem models which have previously shown low biomass of herring along the coast inside the trawl fishing boundary since 2001, while the biomass of three-spined sticklebacks increased during the same time period.

## Svensk sammanfattning

Nuvarande projekt har pågått i två år, sedan 2024, med datainsamling som inleddes ett år före regleringen utflyttningen av trålgränsen genomfördes, i februari 2025. Det vill säga att inom projektet ”*uppföljning av effekter av fiskeregleringar inom regeringsuppdrag att på prov genomföra fiskeriförvaltningsåtgärder som motsvarar en utflyttning av trålgränsen inom anslag 1:11 HaV 2024-001535*” har ett års datainsamling genomförts före regleringen och ett andra år av datainsamling efter det att fiskeriregleringen infördes. Därutöver har SLU Aqua, där så varit möjligt, utnyttjat våra långvariga datainsamlingsprogram och tidsseriedata och inkluderat dessa i de preliminära resultat som presenteras här, för att bättre kunna förstå eventuella förändringar som sker i sill/strömmingsbestånden i Östersjön. Detta bidrar till den vetenskapliga förståelsen av potentiella effekter och möjliga ekosystemkonsekvenser av förändringar över tid.

Givet den marina miljöns sammanlänkade natur och de många mänskliga och miljömässiga påverkansfaktorer som förekommer i Östersjön är det viktigt att studera systemet så grundligt som möjligt, eftersom förändringar kan orsakas av både indirekta och direkta effekter av skiften i ekosystemet. För att fullt ut förstå förändringar och möjliga konsekvenser för en del av näringsväven, sillen/strömmingen, är det därför nödvändigt att även studera andra arter i näringsväven, såsom djurplankton som sillen livnär sig på (WP1), potentiella

mellanartskonkurrenser som skarpsill och storspigg (WP2), samt arter som predatorer på sill, exempelvis sälar och skarvar (WP5).

Därtill är havet en dynamisk miljö och alla biologiska aspekter påverkas i hög grad av omgivande abiotiska förhållanden som temperatur, salthalt och pH (WP1). Hur dessa komponenter samverkar med potentiella ekosystemomfattande förändringar (WP6) är avgörande för vår förståelse av sill/strömning i Östersjön. Av central betydelse för att förstå de potentiella konsekvenserna av en rumslig fiskerireglering på sill/strömning är även kunskap om den genetiska sammansättningen hos lekande sill/strömmingspopulationer i området i relation till migrationsmönster (WP3), samt hur detta förhåller sig till fisketrycket på bestånden före och efter regleringen (WP4).

De preliminära resultaten hittills indikerar en tydlig klimatrelaterad förändring i Östersjön, med en generell ökning i temperatur sedan 2000-talet samt en ökad förekomst av värmeböljor sedan 2010-talet. Det finns även belägg för en förändring i djurplanktonsamhället, med lägre biomassa av energirika hoppkräftor (copepoder) i kustområden, samtidigt som det skett en ökning av cladocerer, vilka utgör en mindre näringsrik födokälla.

Vidare finns en tydlig trend som visar både en lägre genomsnittlig storlek och en minskning av antalet stora individer av sill/strömning, samtidigt som medelåldern har ökat något. Trots att det totala antalet äldre individer har minskat sedan 1990-talet. Sillens kondition (Fultons K) har ökat både inom trålförbudsområdet och mer generellt i hela Östersjön inom ICES delområden (SD) 25–29. För sill som fångats inom de kustnära provtagningsprogrammen i Forsmark och Simpevarp ses en tydlig minskning av fångst per ansträngning (CPUE) under de senaste åren (2023–2025) jämfört med historiska fångster i samma områden under 1980-talet och början av 1990-talet.

Genetiska analyser av sill/strömning i Östersjön visar tydliga skillnader mellan vår- och höstlekande populationer samt genflöde mellan delbestånd. Däröver kan den vårlekande sillen delas in i tre genetiska grupper (nordlig, central och sydlig), där den centrala gruppen dominerar inom området för utflyttad trålgräns. Noterbart är att den genetiska klassificeringen mellan vår- och höstlekande sill är mycket tillförlitlig, medan den fortsatta indelningen i geografiska grupper är mindre precis, vilket gör att genetiska data ensamt har begränsad förmåga att följa migration och förstå delpopulationer. Våra mycket preliminära resultat från analyser av otolitkemi visar dock lovande resultat, med tydliga skillnader mellan lektyper och fångstområden samt konsekventa mönster som speglar migrationsrörelser.

Inom det reglerade området (SD 27 och 29) har det skett en generell minskning av CPUE för aktiva fiskeredskap från kusten ut till utsjö-områden utanför 12 nautiska mil från kusten sedan början av 2000-talet. CPUE för passiva redskap har stadigt minskat i SD 27 sedan 2015, medan CPUE i SD 29 har varierat

avsevärt under samma tidsperiod. En ytterligare källa till uttag av sill från Östersjön är predation från gråsäl (*Halichoerus grypus*) och storskarv (*Phalacrocorax carbo*). Betydande framsteg har gjorts under de senaste två åren i övervakningen av dessa arter för att bättre förstå deras diet, abundans, utbredning och kondition, samt hur dessa faktorer kan påverkas av regleringar av trålgränsen. Preliminära resultat visar att gråsälens diet domineras av sill, vilket tyder på att arten främst födosöker i mer utsjön snarare än nära kusten. Övervakningsresultaten visar även att de flesta sälfödslar sker i mitten av februari, att kutarnas kondition försämras senare under reproduktionssäsongen, samt att de vuxna individernas kondition är som lägst under sommaren med låga fettreserver till följd av reproduktion och pälsbyte.

Dessa data rörande predation och predatorers abundans, tillsammans med information från djurplankton- och fiskarter, kommer att användas för att uppdatera ekosystemmodeller, vilka tidigare har visat låg biomassa av sill längs kusten innanför trålgränsen sedan 2001, samtidigt som biomassan av storspigg har ökat under samma tidsperiod.

## Innehåll

Uppdrag .....	1
Bakgrund.....	2
Engelsk sammanfattning .....	4
Svensk sammanfattning .....	6
WP 1: Abiotisk information.....	11
Introduktion.....	11
Preliminära resultat - Abiotisk information .....	11
Preliminära resultat – biotiska faktorer (djurplankton).....	16
Sammanfattning .....	21
Planering 2026 .....	21
WP 2: Pelagisk fisk (sill/strömming, skarpsill, och storspigg) .....	23
Introduktion.....	23
Utsjö - bakgrund .....	23
Metodik (Utsjö).....	23
Resultat (Utsjö).....	27
Sammanfattning .....	32
Åldersutveckling för sill/strömming .....	34
Sammanfattning .....	43
Kondition .....	43
Sammanfattning .....	46
Könskvot hos sill/strömming .....	46
Sammanfattning av biologiska förändringar (1990–2024) .....	50
Akustik.....	51
Sammanfattning .....	58
Planering 2026 (Utsjö).....	59
Vetenskaplig kustfiskeundersökning .....	60
Kust- bakgrund.....	60
Metodik (kustfiske vid Forsmark och Simpevarp).....	60
Preliminära resultat (kustfiske vid Forsmark och Simpevarp).....	63
Sammanfattning .....	71
Planering för 2026 - kustfiske vid Forsmark och Simpevarp .....	72
Metodik (journalföring småskaligt kustnära yrkesfiske) .....	72
Planering för 2026 kustfiske utökad journalföring .....	74
WP 3: Genetik och otolitikemi.....	76
Introduktion.....	76
Preliminära resultat .....	77
Preliminära resultat otolitikemi.....	86
Sammanfattning .....	90
Planering för 2026.....	90
WP 4: Pelagiskt fiske .....	92
Introduktion.....	92
Preliminära resultat .....	93
Planering för 2026.....	96
WP 5: Övervakning av gråsäl och storskarv .....	97

Introduktion.....	97
Genomförda aktiviteter under 2025 .....	99
Preliminära resultat .....	105
Sammanfattning .....	111
Planering inför 2026 .....	111
WP 6: Ekosystemeffekter och modellering .....	114
Introduktion.....	114
Preliminära resultat .....	116
Preliminära resultat av gråsäl- och storskarvpredation på strömming och kustnära rovfisk .....	121
Sammanfattning .....	121
Planering inför 2026 .....	122
Sammanfattande kommentar.....	124
Referenser .....	125
Annex:.....	128

## WP 1: Abiotisk information

### Introduktion

Abiotiska faktorer, såsom salthalt, temperatur, och syrenivå spelar en avgörande roll för Östersjöns ekosystem. Genom analys av dessa faktorer kan vi förstå ekosystemets tillstånd och påverkan på marina organismer. Biotiska faktorer syftar på levande organismer såsom djurplankton, bottenlevande ryggradslösa djur och växtplankton. Dessa biotiska faktorer är tillsammans med abiotiska faktorerna viktiga för att förstå ekosystemets funktion och skapa en bild av det system som undersöks.

För detta delprojekt har vi i ett första steg sammanställt vilka stationer som innefattar tillräckliga tidsserier av abiotisk information. I ett andra steg har vi jämfört olika datakällor (Sharkweb, ICES-databaser och databasen Sveriges vattenmiljö). De undersökta variablerna är:

- Salthalt
- Temperatur
- Näringsnivåer (kväve och fosfor)
- pH
- Klorofyll
- Djurplankton
- Vindriktning

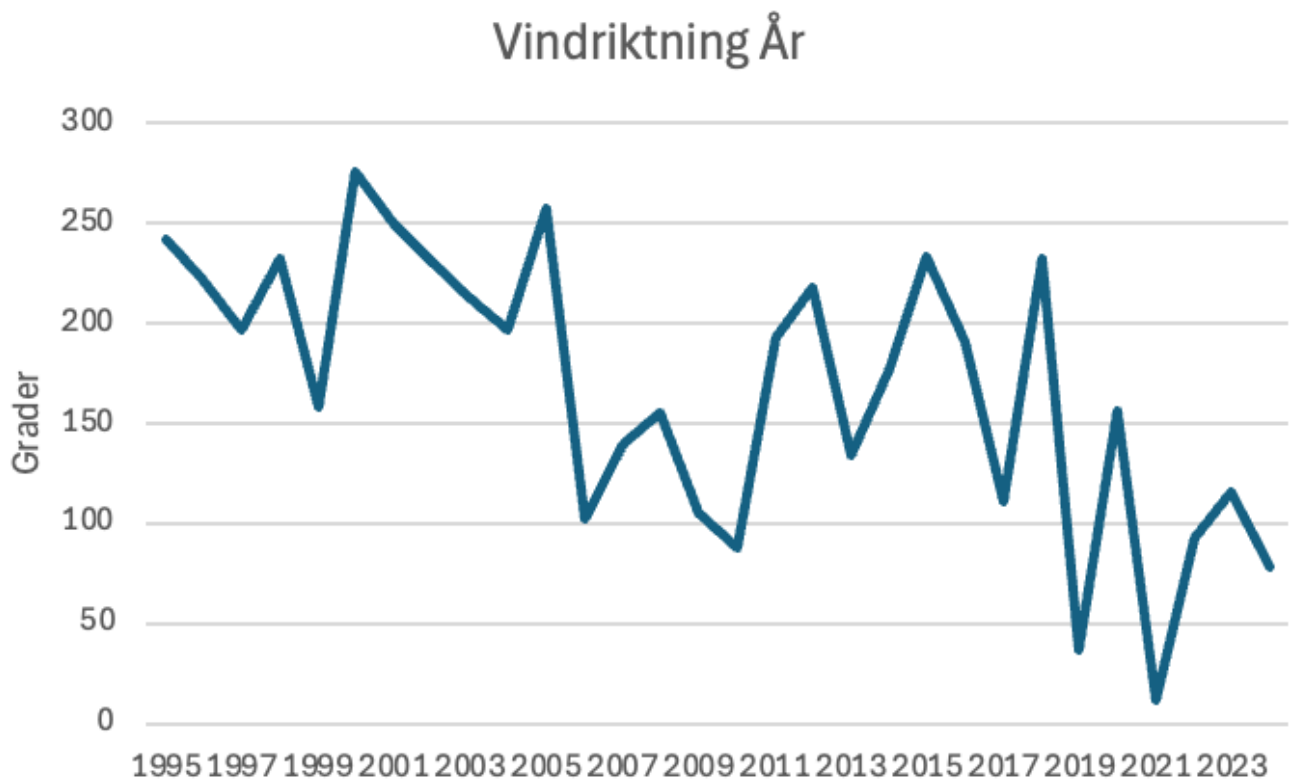
Ovanstående variabler har sammanställts och genom analys av dessa parametrar kan vi identifiera trender och förändringar över tid i olika områden. Data kan jämföras med andra biologiska variabler (biologiska provtagningar) för att förstå hur faktorer såsom klimatförändringar, mänskliga utsläpp av kväve och fosfor, samt variationer av dessa påverkar pelagisk fisk. Vidare kan dessa data användas för modeller och simuleringar för att förutsäga framtida utveckling och bedöma effekten av olika åtgärder.

### Preliminära resultat - Abiotisk information

#### *Mellanårsvariation i medelvindriktning under april (1995–2024)*

Den årliga medelvindriktningen (medel per år kl. 12.00; Harstena SD27, (figur 2)), uppvisar betydande mellanårsvariation under perioden 1995–2024 och varierar över ett brett spektrum av riktningar (ca 10–275°). Det finns en antydning till en trend mot mer sydliga/ostliga vindriktningar, men tidsserien präglas av periodvisa skiften i dominerande vindriktningar. Under perioden 1995–2005 dominerade huvudsakligen västliga till sydvästliga vindar (ca 200–270°). Denna period kännetecknas dock av enstaka år med mer sydostliga inslag (till exempel

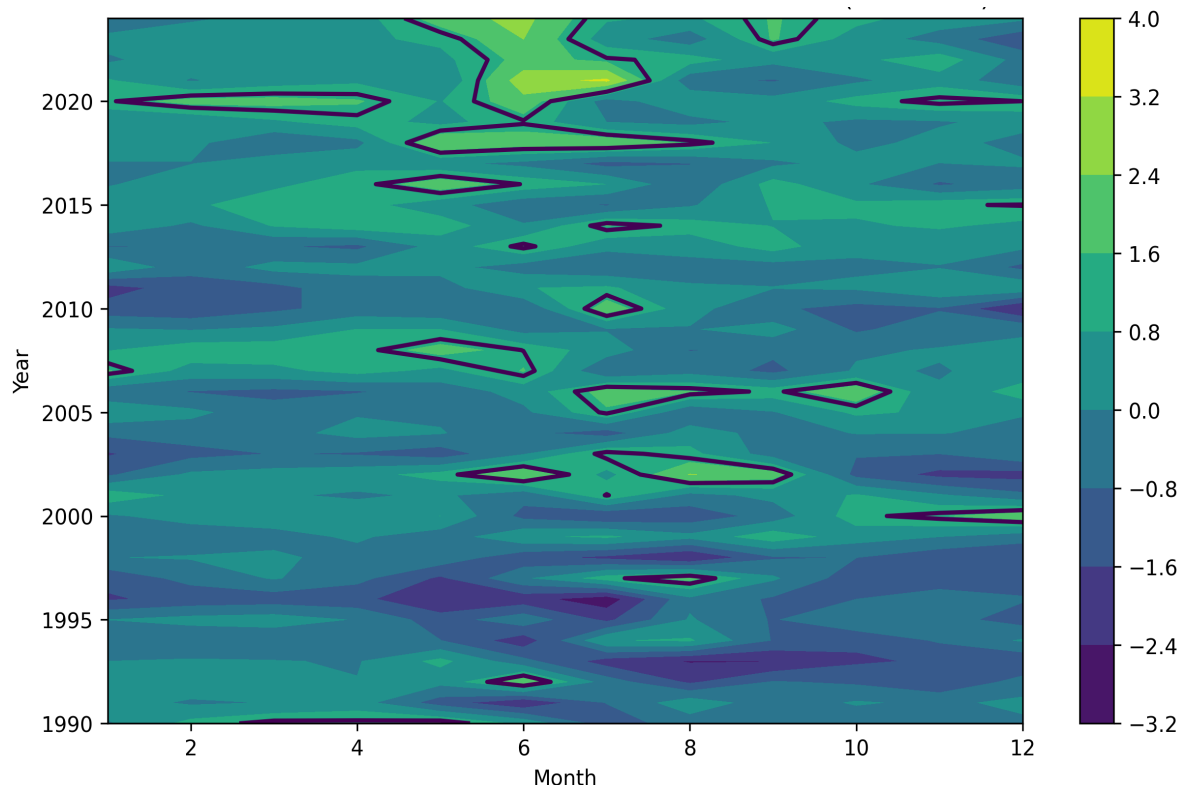
1999). Mellan 2006 och 2010 observeras en tydlig förändring mot mer sydostliga och östliga riktningar (ca 90–150°). Efter denna period återgår vindriktningen delvis mot sydvästliga sektorer under 2011–2016, med flera år över 200°. Under perioden 2017–2021 framträder stora fluktuationer, inklusive mycket låga gradantal under åren 2019 och 2021 (<50°), vilket indikerar en dominans av nordostliga vindar. År 2020 återkommer en tillfällig period med mer sydostliga riktningar (~150°). Under de senaste åren (2022–2024) ligger medelvindriktningen huvudsakligen inom östliga till sydostliga sektorer (ca 75–115°), vilket skiljer sig från den mer västligavinds-dominans som observerades under slutet av 1990-talet och början av 2000-talet. I tillägg till det vi presenterar här har även andra stationer analyserats men är utanför denna rapportering.



Figur 2: Den årliga medelvindriktningen (medel per år kl 12.00; Harstena SD27).

*Utveckling av havsytetemperaturavvikelser (SST-anomalier) i Östersjön (SD25-SD29) (1990–2023)*

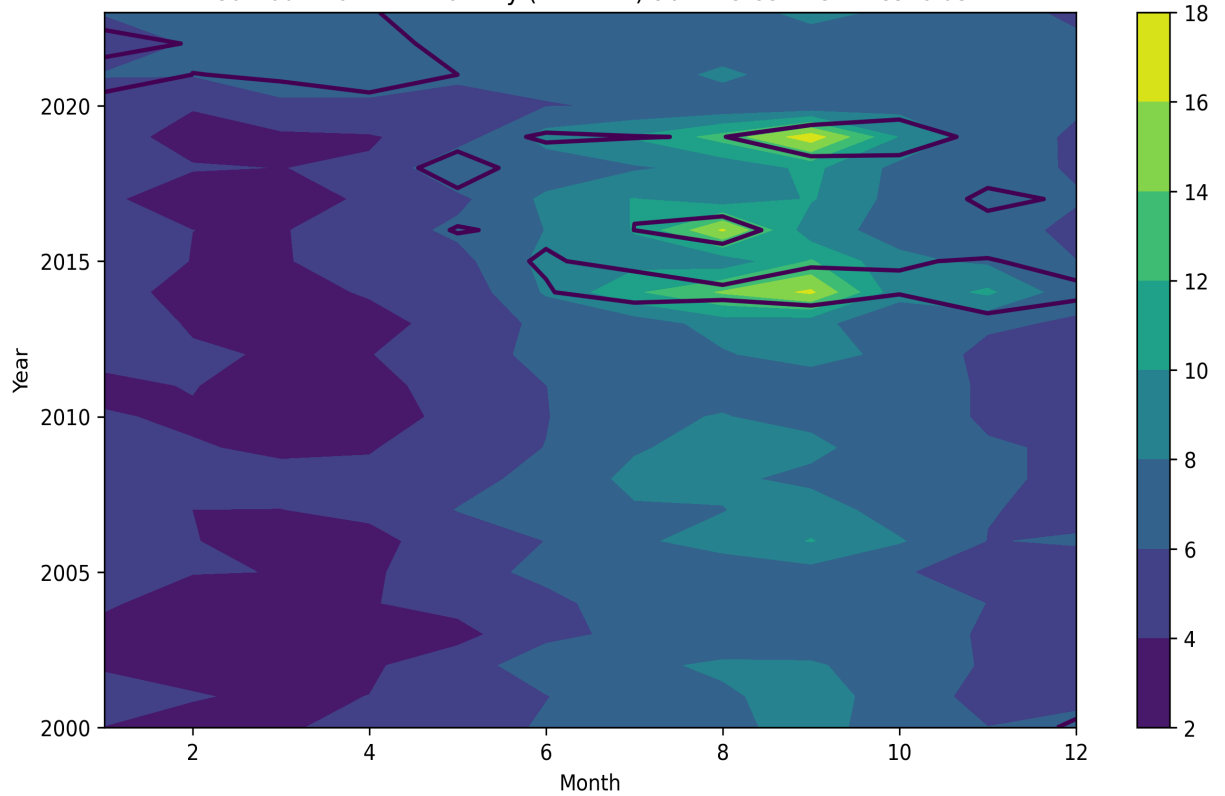
Vi vet idag att klimatförändringar har stor effekt på Östersjön och dess ekosystem och att Östersjön är ett av de hav som värms upp snabbast. Under 1990-talet dominerades serien av svagt negativa till neutrala temperaturanomalier, med flera perioder av kyligare förhållanden ( $-1$  till  $-2$  °C), särskilt under mitten av decenniet (figur 3). Positiva temperaturanomalier förekom, men var generellt begränsade i amplitud och varaktighet. Från början av 2000-talet observeras en successiv ökning i frekvens och intensitet av positiva anomalier. Särskilt efter 2010 framträder en tydlig ökning av månader med temperaturavvikelser över  $+1$  °C, främst under sommar- och sensommarperioden (juni–augusti). Efterkommande år från 2014 uppvisar sammanhängande perioder med starka positiva anomalier. De högsta positiva avvikelserna ( $>3$  °C) återfinns under 2018–2020 samt 2022–2023, främst under sommarmånaderna. Dessa perioder sammanfaller med tydliga överskridanden av den 90:e percentilen, vilket indikerar återkommande marina värmeböljor. Konturlinjerna (figur 3) visar att sådana extrema händelser blir mer frekventa och mer utbredda över flera månader under senare delen av tidsserien. Säsongsmissigt är positiva anomalier tydligast under sommar och tidig höst, medan vintermånader uppvisar större mellanårsvariation men generellt mindre extrema avvikelser.



Figur 3: Månatliga havstemperaturanomalier (SST) från ytvatten i centrala Östersjön (SD25-SD29 under perioden 1990–2023, där färgskalan representerar avvikelse från referensmedel (°C) och konturlinjer markerar överskridanden av den 90:e percentilen.

#### Utveckling av havsyttemperaturavvikelser (SST-anomalier) för BY32 med 90:e percentil-tröskel (1990–2023)

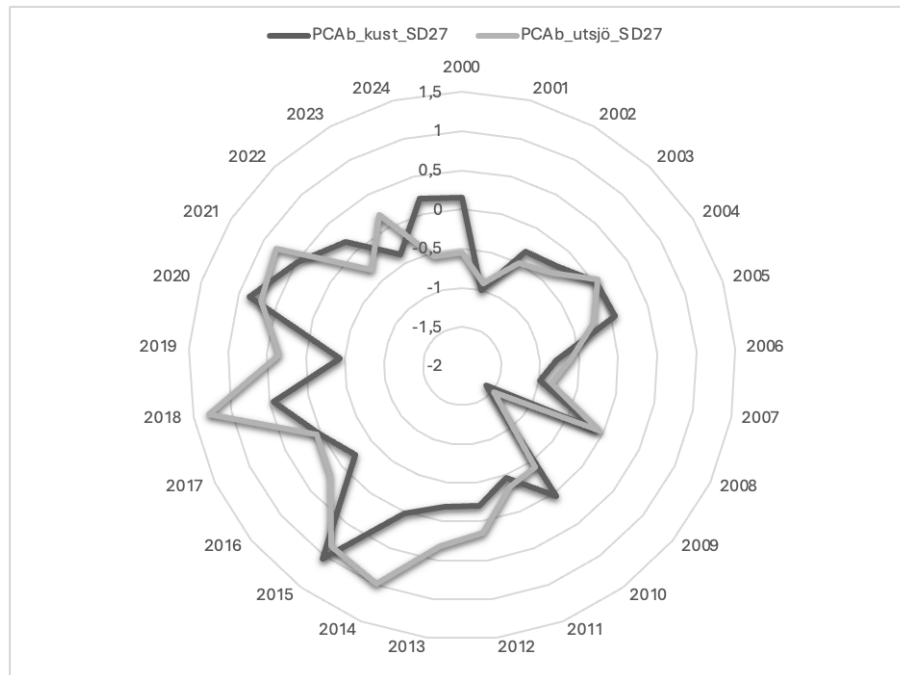
För att se hur temperaturen har ökat i det studerade området (SD27) gjordes en analys av temperaturdata från SMHI:s station BY32 (figur 4). Under perioden 2000–2010 domineras serien av relativt låga till måttliga temperaturanomalier, särskilt under vinter- och vårmånader (januari–april). Från cirka 2013 och framåt observeras en tydlig ökning i både intensitet och frekvens av höga temperaturanomalier, framför allt under sensommar och tidig höst (augusti–oktober). De mest uttalade överskridandena av 90:e percentilen återfinns under 2014–2016 samt 2018–2020, där sammanhängande perioder med höga temperaturanomalier förekommer. Under dessa år är anomalierna koncentrerade till augusti–september. Efter 2015 blir de höga sensommarvärdena mer frekventa och mer långvariga jämfört med den tidiga delen av tidsserien.



Figur 4: Månatliga havstemperaturanomalier (SST (0-30m) från ytvattnet för By 32 under perioden 1990–2023, där färgskalan till höger representerar avvikelse från referensmedel (°C) och konturlinjer markerar överskridanden av den 90:e percentilen.

#### *Temporal variation i abiotiska faktorer (PCA analys) för kust- respektive utsjöområde i SD27 (2000–2024)*

För att beskriva några av de viktiga abiotiska variablerna (temperatur, salthalt, syre, Tot N och Tot P) och hur de varierar över år, testas och illustreras detta i en PCA-analys för kust och utsjöområden. Båda områdena uppvisar betydande mellanårsvariation (figur 5). Under perioden 2000–2006 domineras serien av svagt negativa till neutrala värden i båda områdena, med relativt små skillnader mellan kust och utsjö. Under 2007–2012 framträder en period med tydligare divergens mellan områdena.



Figur 5: Årliga värden av den första huvudkomponenten (PCA1 baserad på Tot N, Tot P, temperatur, salinitet och syre) för kust- respektive utsjöområdet i SD27 under perioden 2000–2024.

Utsjöområdet uppvisar flera år med positiva värden, medan kustområdet periodvis uppvisar svagt positiva eller mindre negativa värden. Detta indikerar en rumslig differentiering under denna period. Åren 2013–2016 kännetecknas av negativa värden i båda områdena. Detta tyder på en gemensam systemförändring eller ett starkt sammanhängande svar i båda miljöerna. Efter 2017 ökar värdena successivt och blir övervägande positiva under 2018–2022, särskilt i kustområdet. Under de senaste åren (2023–2024) ligger värdena nära noll eller svagt positiva, vilket indikerar en återgång mot mer genomsnittliga förhållanden.

### Preliminära resultat – biotiska faktorer (djurplankton)

Sillen/strömmingen är planktivor. Från de sena larvstadierna till vuxen ålder livnär den sig nästan uteslutande på djurplankton. Historiskt har vi sett att detta beroende gör strömmingsbestånden i Östersjön känsliga för variationer i djurplanktonsamhället när exempelvis klimatförändringar förändrar förekomsten av viktiga djurplanktonbyten (Möllmann m. fl. 2003). Vi har analyserat djurplanktonsamhället vid tre stationer i Östersjön, den kustnära stationen B1 som ligger innanför trålgränsen och utsjöstationerna BY31 Landsortsdjup och BY12 Gotlandsdjup som båda ligger i de centrala delarna av Östersjön (figur 6).

Analyserna visar en generellt lägre biomassa av både hoppkräftor (Copepoda) och hinnkräftor (Cladocera) vid kusten än i utsjön. Medelvärden över alla provtagna år visade att den totala sommarbiomassan för de analyserade hoppkräftarterna uppgick till 218,5 mg m<sup>-3</sup> vid station BY15 Gotlandsdjupet, 109,9 mg m<sup>-3</sup> vid BY31 Landsortsdjupet men bara 79,1 mg m<sup>-3</sup> vid station B1. För hinnkräftor uppgick biomassorna till 58,1 mg m<sup>-3</sup>, 53,8 mg m<sup>-3</sup> respektive 18,9 mg m<sup>-3</sup>.

Djurplanktonsamhällets artsammansättning är också olik mellan kusten och utsjön. Multivariata analyser visade signifikant skilda artsammansättningar mellan stationerna men också mellan år. Således gav en PERMANOVA analys signifikant skillnad mellan båda stationer och år (tabell 1). I denna analys fanns det ingen interaktion mellan stationer och år vilket visar att förändringen i artsammansättningen genom tid sker med samma takt vid de alla tre stationer (tabell 1). En SIMPER analys av vikten av de olika arterna för skillnader mellan år och stationer visade att medan hinnkräftan *Bosmina coregoni*, hoppkräftan *Temora longicornis* och hjuldjuret *Keratella quadrata* bidrog mest till skillnaden mellan stationerna (tabell 2), var det olika arter som bidrog mest till skillnader mellan åren på de tre stationerna (tabell 3).

Bland djurplankton är hoppkräftor generellt ett viktigare bytesdjur än hinnkräftor vilket grundar sig på deras högre lipidinnehåll, stora säsongsvisa förekomst i marina system och en storleksfördelning som lämpar sig väl som bytesdjur för sill/strömning (Arrhenius, 1996). Hoppkräftor, särskilt calanoida arter såsom *Temora longicornis*, *Centropages hamatus* och *Acartia spp.* - arterna, är rika på essentiella fettsyror (exempelvis EPA och DHA), vilka är avgörande för somatisk tillväxt, övervintringsframgång och reproduktiv kapacitet hos sill/strömning. Följaktligen kan variationer i hoppkräftbiomassa och fenologi direkt påverka sillens/strömningens kondition och årsklassernas styrka. I denna sammanställning ser vi en lägre förekomst av de calanoida arterna *A. bifilosa*, *C. hamatus* och *T. longicornis* från de kustnära stationerna (figur 7), vilket således kan tyda på sämre födosöksområden för sill/strömning som uppehåller sig nära kusten.

Medan hinnkräftors andel av djurplanktonsamhället minskar i centrala Östersjön (BY15 Gotlandsdjup) ökar den vid kusten (figur 8). I kontrast till hoppkräftor spelar hinnkräftor en mer sekundär roll i sillens/strömningens föda eftersom de innehåller lägre lipidreserver och är ofta mindre, vilket gör dem mindre energimässigt lönsamma per fångad individ jämfört med hoppkräftor. Även om sill/strömning uppvisar opportunistiskt födoval och kan utnyttja hinnkräftor vid låga hoppkräftförekomster, förblir hoppkräftor den näringsmässigt och ekologiskt dominerande bytesgruppen, vilket understryker hur känsliga sill/strömningens bestånd är för förändringar i hoppkräftsamhällets struktur till följd av klimatvariationer och ekosystemförändringar (Möllmann m. fl, 2003).

Tabell 1: Resultaten av PERMANOVA analysen av skillnader i sommarens (maj-september) djurplanktonartsammansättning mellan stationer och år (1995-2022). *df* är analysens frihetsgrader, *SS* är summen av kvadraterna, *MS* är medelvärdet av kvadraterna, *Pseudo-F* svarar till *F* i en ANOVA. Parametern bidrar signifikant till skillnaderna om  $p < 0.05$ .

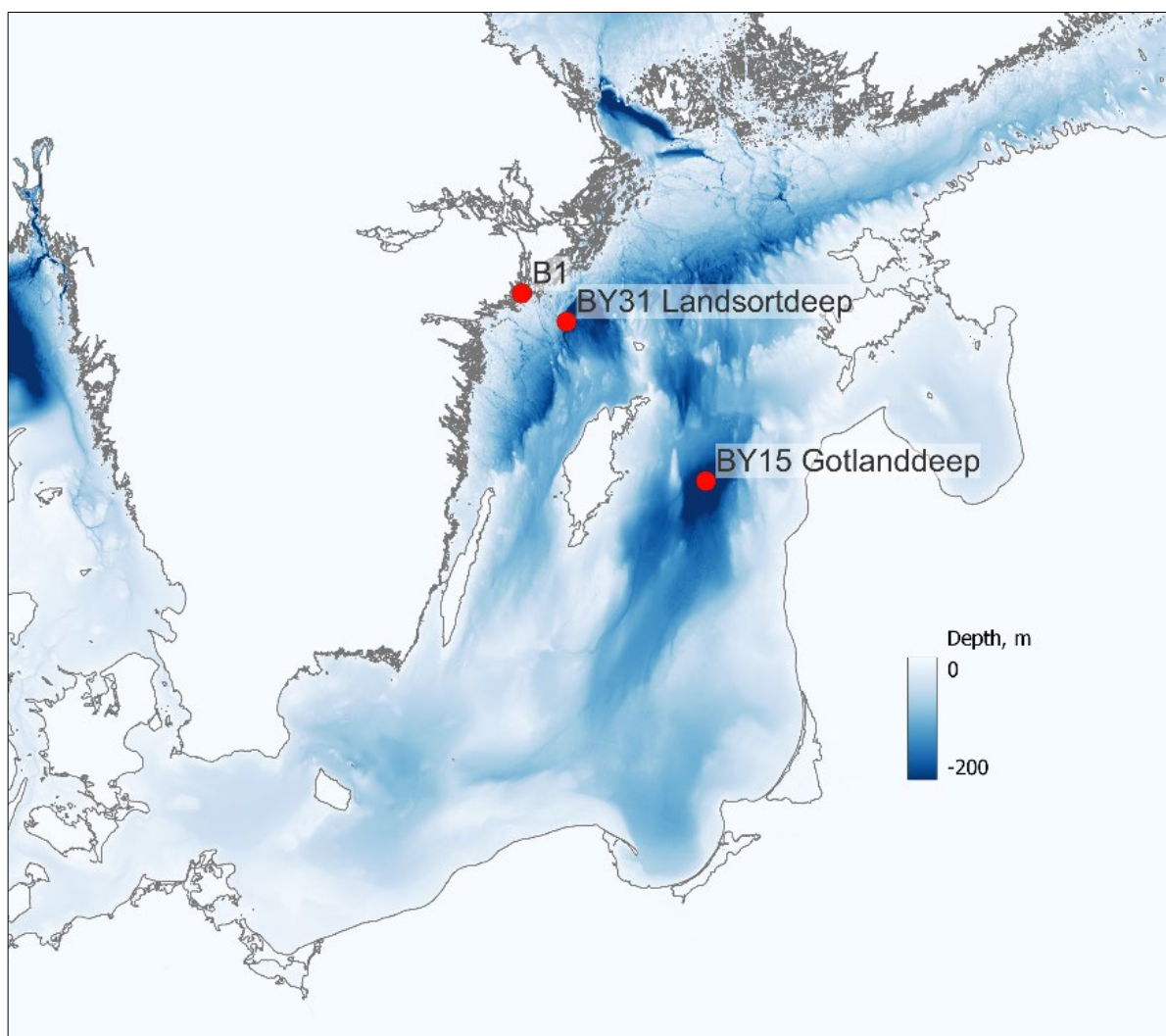
Parameter	df	SS	MS	Pseudo-F	<i>p</i>
Station	2	21 103	10 551	12.1	0,0001
År	29	43 480	1499	1,72	0,0001
Interaktion	32	22 991	718	0,823	0,969
Residualer	402	3.5x10 <sup>5</sup>	873		
Totalt	465	4.5x10 <sup>5</sup>			

Tabell 2: Resultaten av SIMPER analysen av skillnader i sommarens (Maj-September) djurplanktonartsförekomst mellan stationer (1995-2022). Värdena visar storleken (i %) av varje arts bidrag till skillnaderna mellan stationerna.

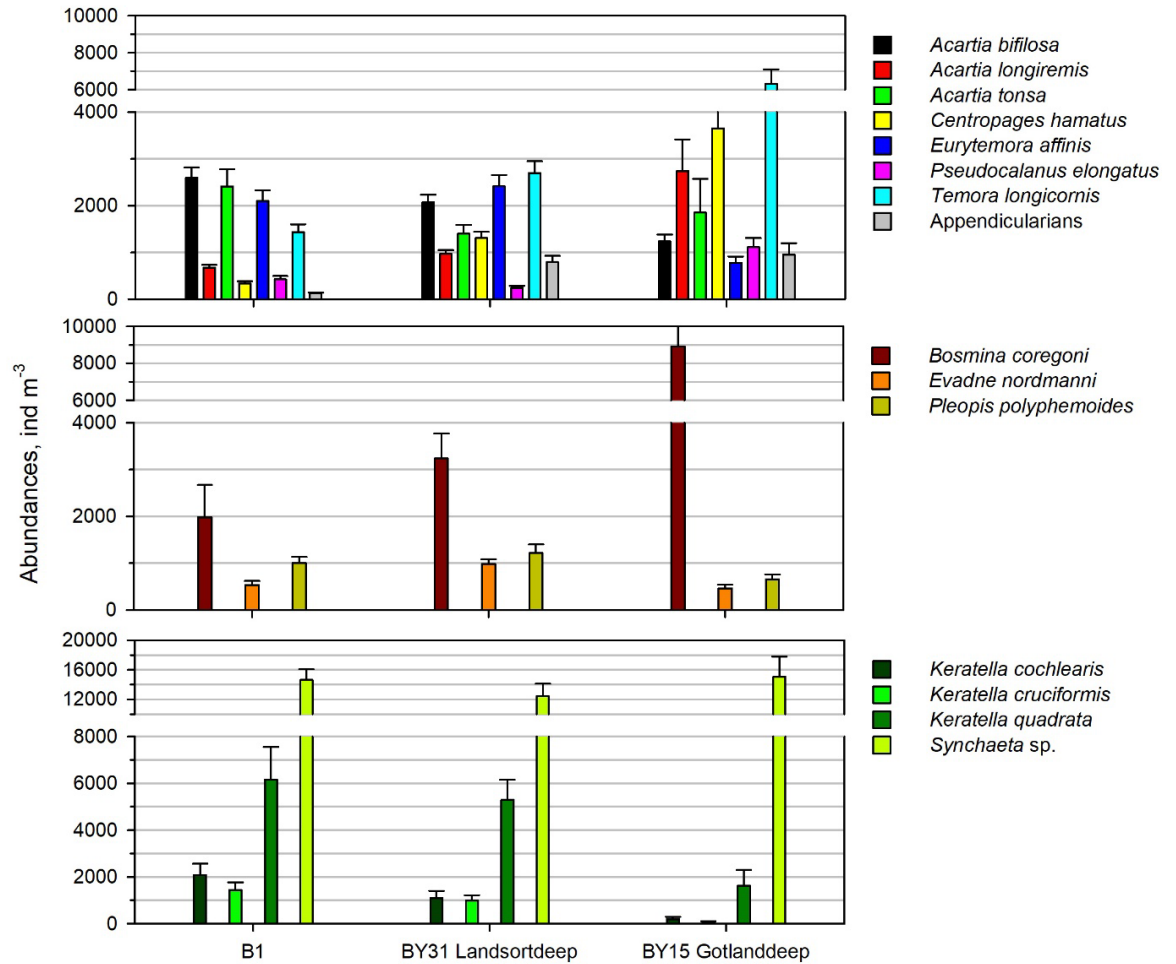
Art	Artens bidrag till den statistiska skillnaden mellan stationerna, (%)			
	B1/BY31	B1/BY15	BY31/BY15	Medelvärde
<i>Bosmina coregoni</i>	10.7	14.9	15.0	13.5
<i>Temora longicornis</i>	9.1	13.0	12.1	11.4
<i>Keratella quadrata</i>	14.5	10.5	10.9	12.0
<i>Centropages hamatus</i>	5.7	10.3	9.5	8.5
<i>Acartia tonsa</i>	8.6	8.2	8.2	8.3
<i>Acartia bifilosa</i>	8.0	6.7	5.8	6.8

Tabell 3: Resultaten av SIMPER analysen av skillnader i sommarens (maj-september) djurplanktonartsförekomst mellan åren (1995-2022). Värdena visar storleken (i %) av varje arts bidrag till skillnaderna mellan åren.

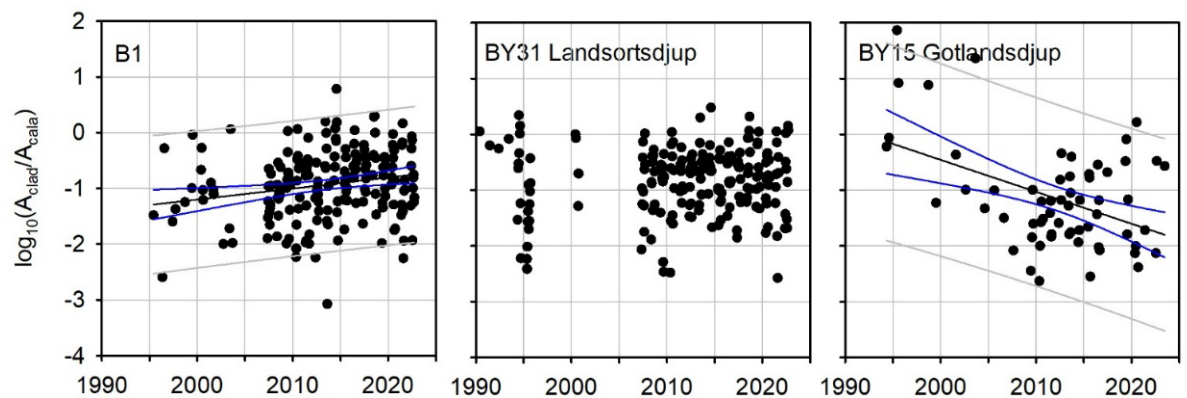
Artens bidrag till den statistiska skillnaden mellan åren, %					
B1		BY31		BY15 Gotlandsdjup	
		Landsortsdjup			
<i>Acartia bifilosa</i>	29.7	<i>Eurytemora affinis</i>	24.6	<i>Bosmina coregoni</i>	22.5
<i>Eurytemora affinis</i>	22.2	<i>Temora longicornis</i>	17.8	<i>Temora longicornis</i>	17.9
<i>Temora longicornis</i>	19.0	<i>Bosmina sp.</i>	17.1	<i>Centropages hamatus</i>	13.4
				<i>Pseudocalanus elongatus</i>	
<i>Acartia tonsa</i>	13.4	<i>Acartia bifilosa</i>	15.7	<i>elongatus</i>	11.3
		<i>Evadne nordmanni</i>	11.0	<i>Acartia longiremis</i>	10.7
<i>Bosmina sp.</i>	7.3				
<i>Acartia longiremis</i>	3.5	<i>Acartia tonsa</i>	6.6	<i>Eurytemora affinis</i>	7.5



Figur 6: De tre undersökta stationerna för djurplankton Östersjön B1, BY31 - Landsortdjupet och BY15 - Gotlanddjupet. Dessa stationer ingår i Sveriges nationella marina miljöövervakningsprogram och provtas av SMHI.



Figur 7: Sommarförekomst (maj-september) av de viktigaste djurplanktonarter vid de tre stationerna. Medelvärden  $\pm$  standardfel av alla år. Överst är hoppkräftor och pelagiska tunikater (Appendicularians), mellersta hinnkräftor och underst hjuldjur.



Figur 8: Kvoten mellan sommarförekomst (maj-september) av hinnkräftor ( $A_{clad}$ ) och calanioda hoppkräftor ( $A_{cala}$ ) vid de tre stationerna. Linjerna anger statistiskt signifikanta förändringar genom tid. Vid den kustnära stationen B1 ökar förekomsten av hinnkräftor gentemot hoppkräftor men vid utsjöstationen BY15 minskar den.

Sammanfattningsvis kan man säga att det finns tydliga skillnader i djurplanktonsamhället mellan kusten och utsjön. Den något lägre totala förekomsten av hoppkräftor kan ge sämre födoförhållanden för strömmingen längs kusten. Genom deras högre energiinnehåll och innehåll av viktiga fettsyror är hoppkräftor kvalitativt bättre föda än hinnkräftor. Den observerade trenden att andelen hinnkräftor ökar i jämförelsen av den totala förekomsten av djurplankton generellt riskerar försämra födoförhållanden ytterligare för sill/strömming.

### **Sammanfattning**

Resultaten visar tydliga klimatrelaterade förändringar. Havstemperaturen har ökat markant sedan 2000-talet, med särskilt starka positiva anomalier efter 2010 och återkommande värmeböljor under senare år. Vindriktningen uppvisar stora variationer mellan år, men en möjlig trend mot mer östliga och sydostliga vindar kan urskiljas. PCA-analyser av några viktiga abiotiska variabler visar dessutom att miljöförhållanden varierar både över tid och mellan kust- och utsjöområden, med perioder av både divergens och gemensamma förändringar. Djurplanktonanalyserna visar att biomassan generellt är lägre i kustnära områden jämfört med utsjön. Viktiga arter som hoppkräftor, vilka utgör den mest energirika födan för sill/strömming, förekommer i lägre grad vid kusten. Samtidigt ökar andelen hinnkräftor, som har lägre näringsvärde. Sammanfattningsvis pekar resultaten på att klimatförändringar och förändringar i planktonsamhället vilket kan påverka Östersjöns ekosystem negativt, särskilt genom försämrade förutsättningar för sill/strömming.

### **Planering 2026**

Under 2026 kommer arbetet att inriktas på en fördjupad jämförelse, kvalitetssäkring och harmonisering av olika datakällor för att beskriva utvecklingen av abiotiska faktorer i studieområdet. Detta inkluderar analys av tidsserier för exempelvis temperatur, salthalt, syrehalter och andra relevanta miljövariabler, med fokus på långsiktiga trender, säsongsmönster och mellanårsvariation. Särskild vikt kommer att läggas vid att identifiera eventuella regimskiften eller perioder med avvikande miljöförhållanden. Vidare kommer detta arbetspaket att ta fram kvalitetssäkrade tidsserier för en rad abiotiska faktorer som skall användas i ekosystemanalysen (WP 6).

Parallellt genomförs statistiska analyser för att koppla abiotiska variabler till biologiska parametrar såsom tillväxt, medellängd, åldersstruktur, kondition, reproduktionsmönster och rumslig fördelning. Målet är att öka förståelsen för

hur förändringar i den fysiska miljön påverkar populationens struktur och dynamik, samt att identifiera potentiella drivkrafter bakom observerade förändringar över tid och mellan delområden.

## WP 2: Pelagisk fisk (sill/strömming, skarpsill, och storspigg)

### Introduktion

I fokus för detta WP är övervakning av rumsliga och tidsmässiga förändringar hos sill/strömming, skarpsill och storspigg gällande förekomster, storleks-, - och åldersfördelning, kroppstillväxt, kondition, diet och mognad under lek, övervintring och före lek både i områden nära kusten och i öppna havsområden. Idag används tre huvudsakliga metoder för övervakning av fiskbestånd i detta område; 1) flermaskiga garn, 2) hydroakustik i kombination med vetenskapligt trålfiske ombord på forskningsfartyget R/V Svea samt 3) provtagning ombord på kommersiella fiskefartyg. Dessa metoder ger viktig information om fiskbeståndens status, men har begränsningar vad gäller både tidsmässig och rumslig upplösning. I tillägg så används även information från en utökad journalföring från småskaligt kustnära yrkesfiske.

### Utsjö - bakgrund

Idag används huvudsakligen två metoder för övervakning av fiskbestånd i Östersjöområdet. Den ena är akustikundersökningar i kombination med vetenskapligt trålfiske ombord på SLU:s forskningsfartyget R/V Svea och den andra är ombordprovtagning på kommersiella fiskefartyg. I tillägg till dessa huvudmetoder har det testats att använda SLU:s solcellsdrivna segeldrönare för akustik i området runt Finngrundet och WBAT utanför Bråviken. Från R/V Svea, WBAT:en och drönaren erhålls tätheter och storleksfördelning från akustik och från R/V Svea även biologisk information om fiskbestånden genom tråldrag.

För att förbättra övervakningen i utsjön och få en mer detaljerad bild av beståndsutvecklingen i SD27 har projektet tillämpat en så kallad "kustfiskeundersökning". Detta är ett provfiske utfört av småskaliga kommersiella fiskefartyg enligt ett strikt vetenskapligt upplägg. Provfisket sker på förutbestämda tidpunkter och platser, valda genom en randomiserad process. Syftet är att möjliggöra en noggrann uppföljning av fångst per ansträngning (CPUE), förändringar i storleks- och åldersfördelning samt studier av fiskens mognadsgrad och reproduktiva status.

### Metodik (Utsjö)

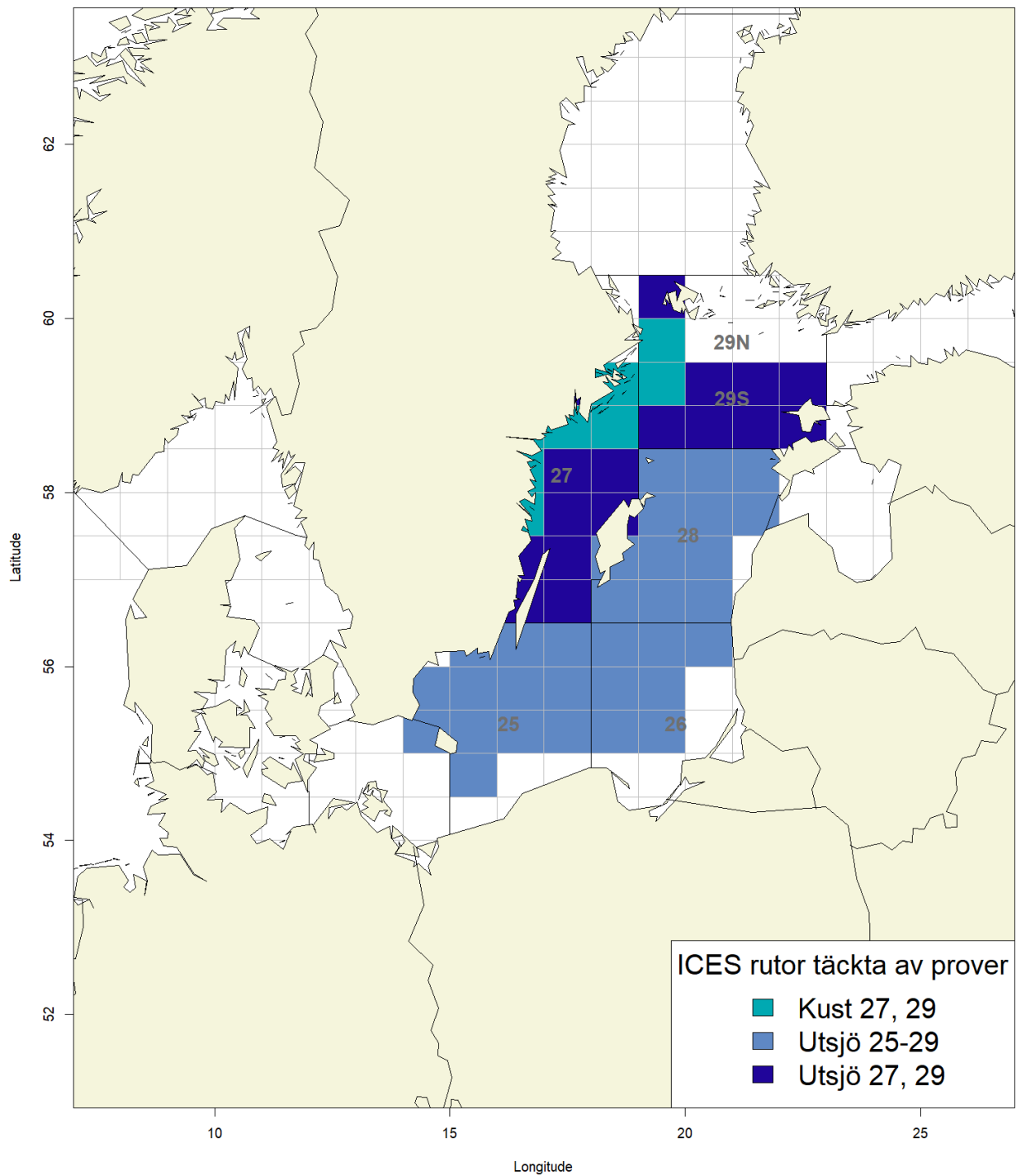
#### *Datainsamling*

Tidsmässiga och rumsliga förändringar i sillens/strömmingens biologi analyserades med hjälp av svenska data från sex olika provtagningsprogram. Dessa program bygger på fiske som bedrivs antingen i vetenskapligt syfte eller inom kommersiellt fiske (tabell 4).

Den samlade rumsliga täckningen av provtagningsprogrammen inom SD 25–29 visas i Figur 9 (samtliga färgade rutor). Figuren illustrerar även hur data har delats upp i kustrutor ("ICES Squares"), vilka i stort sett täcker det stängda området, samt utsjörutor i delområdena 27 och 29. Dessa utsjörutor avser områden där provtagningsprogrammen har täckning. I de analyser som presenteras nedan avser benämningen "kust 27, 29" data från dessa kustrutor, medan "utsjö 27, 29" syftar på delområdena 27 och 29 exklusive kustrutorna. (Antalet prover per år och kvartal för respektive delområde och kustruta redovisas i Annex A1 och A2). Beskrivningar av de olika programmen, inklusive stegen från datainsamling till analys beskrivs utförligt i andra rapporteringar (ICES 2017, 2025; Prista m. fl. 2023; Svenson m. fl. 2025) och endast provtagningen för biologisk analys i dessa program beskrivs kortfattat här.

Tabell 4: Provtagningsprogram där individdata av sill/strömning i Östersjön har samlats in och utifrån vilka analyserna av mognad, ålder, storlek, kondition och kön är utförda.

Provtagningsprogram (Typ X)	Namn - Beskrivning	Syfte med fisket	År
2	Baltic International Acoustic survey (BIAS). BIAS är en internationellt koordinerad hydroakustisk undersökning som genomförs årligen i oktober i Östersjön. Syftet är främst till att övervaka förändringar i fiskbeståndens storlek och geografiska fördelning, med fokus på sill/strömning ( <i>Clupea harengus</i> ) och skarpsill ( <i>Sprattus sprattus</i> ).	Vetenskapligt	1992-2025
3	Sprat Acoustic Survey (SPRAS). SPRAS är en internationellt koordinerad hydroakustisk undersökning som genomförs årligen i maj i Östersjön. Syftet är främst till att övervaka förändringar i fiskbeståndens storlek och geografiska fördelning, med fokus på skarpsill ( <i>Sprattus sprattus</i> ).	Vetenskapligt	2020-2025
4	Ett provtagningsprogram inriktat på kommersiella landningar av pelagisk fisk.	Kommersiellt	1992-2022
7	Ett slumpmässigt provtagningsprogram av pelagiska fångster.	Kommersiellt	2020-2025
8	Ett kompletterande provtagningsprogram för landningar pelagisk fisk avsedd för industribruk.	Kommersiellt	1993-2020
16	Ett nationellt provtagningsprogram för att utreda effekterna av en utflyttad trålgräns, med syfte att främst övervaka förändringar i fiskbeståndens storlek och geografiska fördelning, med fokus på sill/strömning ( <i>Clupea harengus</i> ), skarpsill ( <i>Sprattus sprattus</i> ) och storspigg ( <i>Gasterosteus aculeatus</i> ).	Vetenskapligt	2024-2025



Figur 9: Färgade rutor ("Kust 27, 29", "Utsjö 25-29" och "Utsjö 27, 29") visar den gemensamma rumsliga teckningen svenska provtagningsprogram i delområden 25-29 under de år som redogörs i tabell 4. "Kust 27, 29" illustrerar de kustrutor ("ICES Squares") som i stort täcker det området där trålgränsen flyttats ut och "Utsjö 27, 29" de övriga utsjörutor i delområden 27 och 29 som täcks av provtagningsprogrammen.

### *Biologisk analys*

Processen för insamling av individdata för biologisk analys har varit likartad för samtliga provtagningsprogram, inklusive uppdraget för RU-trålgräns (Prista m. fl. 2023; Svenson och Sundberg 2025; ICES 2017)

#### **Individuell längd och vikt**

Från fångsten vid varje tråldrag (provtagningsprogram typ 2, 3 och 16, tabell 4) eller från fångsten vid en resa (typ 4, 7 och 8, tabell 4) togs ett stickprov. Både stickprovet och totalfångsten per art vägdes och ett delprov togs sedan ut för längdmätning. Individens totala längd i 0,5 cm klasser och vikt noterades i gram.

#### **Ålder**

Från längdprovet analyserades 50–200 individer (antal beroende på program) för ålder (via fiskens öronstenar, också kallade otoliter), könsmognad och kön. Dessa individprov togs antingen slumpmässigt från längdprovet eller längdstratifierat, vilket innebär ett antal individer per längdklass. Ålder bestämdes genom analys av hela otoliter som observerade under lins med reflekterat ljus mot en svart bakgrund. Tidigare har fiskfjäll har använts för åldersbestämning (fram till 2015) för att verifiera ålder av större individer (Prista m. fl. 2023).

#### **Kön och mognad**

Kön och mognadsstadium registrerades för alla fiskar i individprovet. Olika mognadsskalor har använts i olika program och under olika år. En mer detaljerad 8-stegsskala (Hjort-skalan) användes bakåt i tiden för att beskriva sill/strömmingens könsmognad, medan skalan ("Sexual Maturity Staging in Fish", SMSF-skalan) som implementerades under senare delen av 2010-talet använder färre och bredare mognadsstadier (ICES, 2018).

### *Dataanalys*

Data från de olika provtagningsprogrammen lades ihop i en gemensam databas. Eftersom ålders- och könsmognadsproverna inte provtagits slumpmässigt och därmed inte representerar alla längder proportionellt räknades resultaten upp till hela längdprovet. Det gjordes genom att först fastställa en mognads-längdnyckel och en ålders-längdnyckel, där andelen fiskar i varje längdklass som tillhörde en viss mognads- eller åldersgrupp beräknades. Dessa nycklar användes sedan för att uppskatta den totala fördelningen av ålder och mognad i det större längdprovet.

Generellt ökar tillförlitligheten i resultaten med antalet prover, vilket motiverar användningen av alla tillgängliga data från samtliga provtagningsprogram. Resultat som visar skillnader i tid och rum mellan delområden kan dock då påverkas av variationer i antalet prover i tid och rum (Annex 1 och 2), samt av redskapens selektivitet vad gäller fiskens storlek i de olika

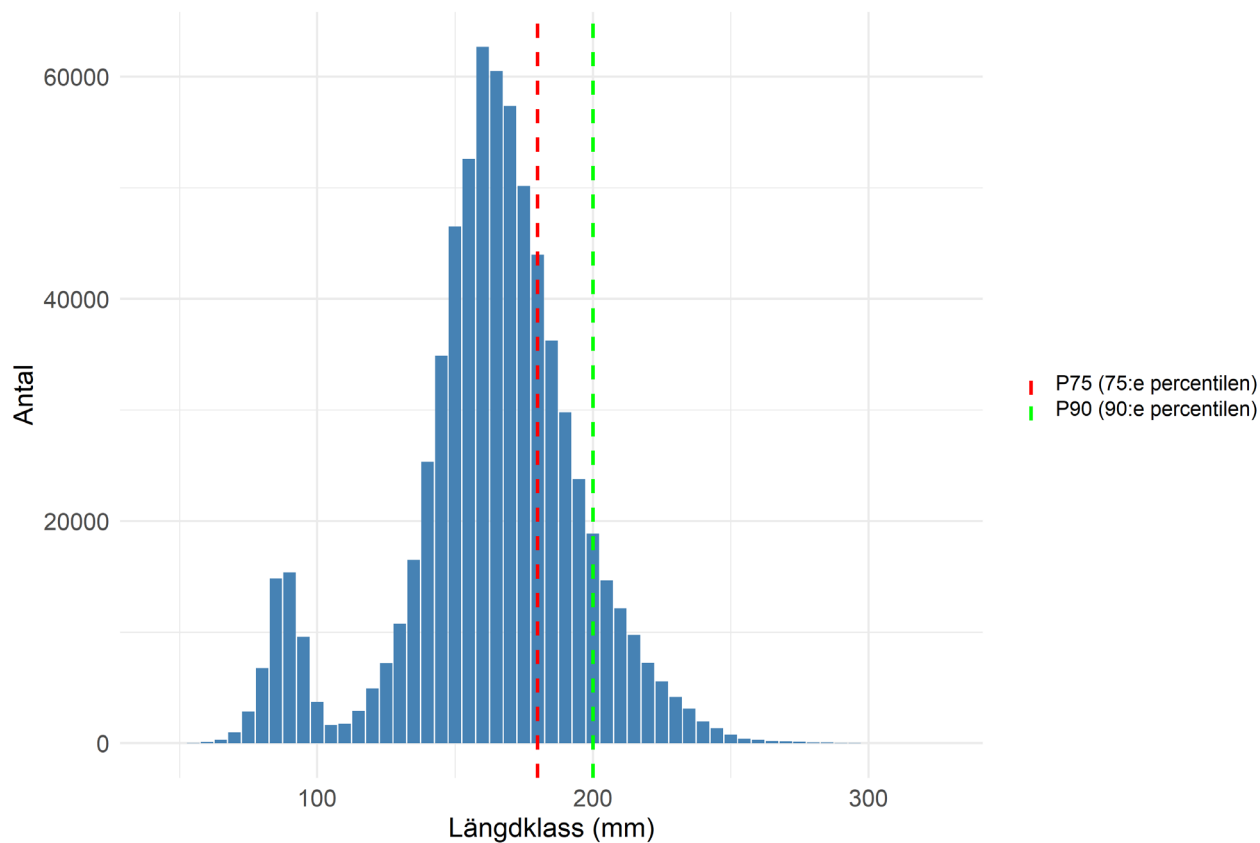
provtagningsprogrammen. Detta gäller särskilt jämförelsen mellan vetenskapliga undersökningar, där redskapens selektivitet generellt är bredare, och provtagning inom det kommersiella fisket, som ofta har smalare selektivitet. I analysen av biologiska variabler har i vissa fall hela databasen använts, med data från samtliga provtagningsprogram för att ge en så heltäckande bild som möjligt av förekomsten av exempelvis stor sill/strömning över tid och rum. Detta medför antagandet att samtliga datakällor på liknande sätt speglar populationen. I vissa fall användes endast ett urval av data, vilket anges specifikt i resultaten, för att för just dessa analyser så att resultaten inte påverkas av skillnader i provtagningsintensitet, metodik eller redskapsselektivitet. Preliminära analyser antyder att effekterna av provtyp och provantal inte förändrar resultaten nämnvärt, men i kommande analyser planeras en fördjupad granskning av hur provtagningsmetodik kan påverka de observerade mönstren.

## **Resultat (Utsjö)**

### *Storlek hos sill/strömning*

#### **Storleksfördelning i centrala Östersjön**

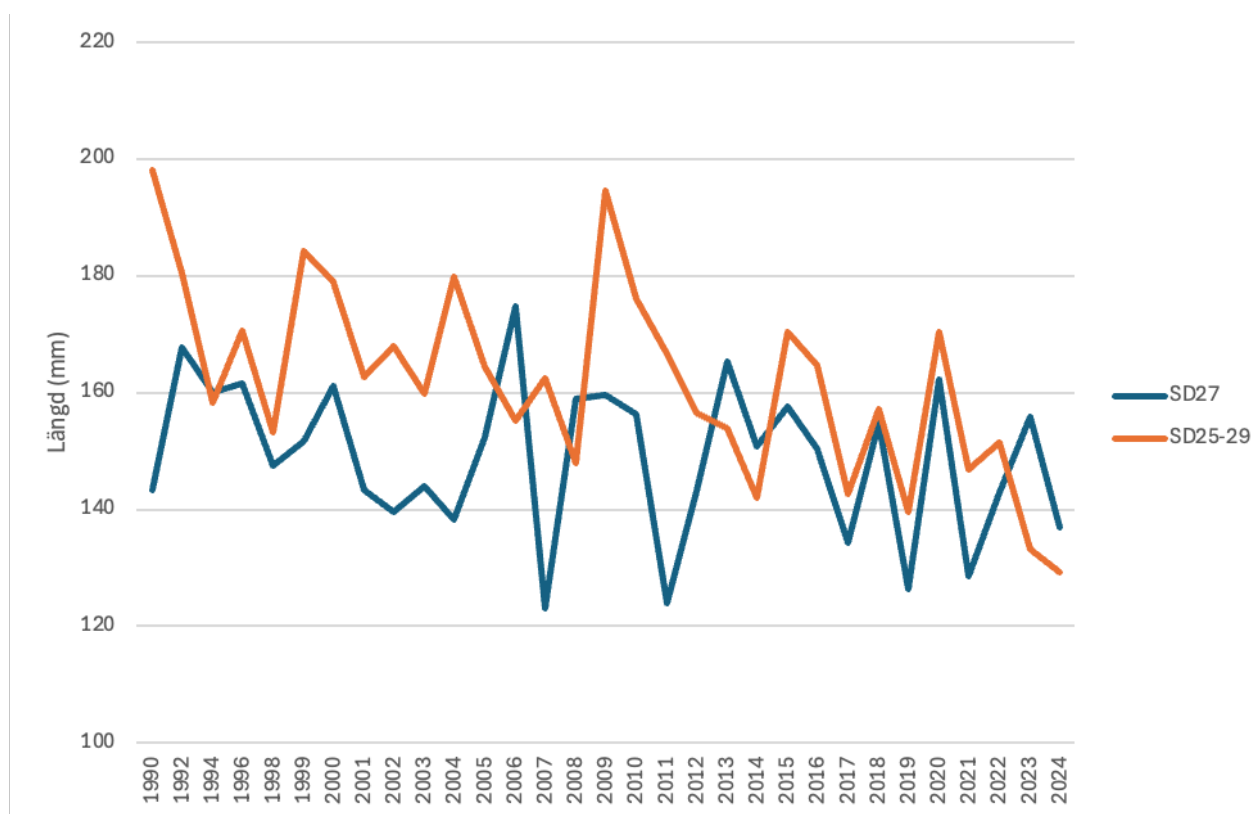
Längdfördelningen av sill/strömning i Östersjön analyserades för att fastställa en robust definition av 'stor fisk', baserat på data från den internationellt koordinerade hydroakustiska undersökningen (BIAS) och den hydroakustiska undersökningen inom projektet RU-trålgräns (provtagningsprogram 2 och 16; tabell 4, figur 10) under perioden 1992–2025. Endast data från de vetenskapliga provtagningarna (program 2 och 16) inkluderades då dessa redskap fångar hela storleksspektrat av sill/strömning, till skillnad från de mer stormaskiga kommersiella trålarna som i högre grad missar mindre individer. Den observerade längdfördelningen domineras av individer i intervallet cirka 130–180 mm, med en tydlig topp runt 160–170 mm. Mindre individer (<120 mm) förekommer i lägre frekvenser, medan andelen stora individer avtar markant över 200 mm. Percentilvärdena visar att den 75:e percentilen ligger vid 180 mm och den 90:e vid 200 mm, vilket understryker att de största individerna endast utgör en liten del av populationen. Utifrån dessa resultat definieras i nedan analyser individer  $\geq 180$  mm som stor fisk. Tillsammans illustrerar analysen en längdstruktur som domineras av medelstora individer, medan både yngre och äldre storleksklasser är betydligt mindre representerade (figur 10).



Figur 10: Antal individer per längdklass (mm) för silt/strömning per delområde (SD 25, 26, 27, 28, 29N och 29S, 1992–2025). De två vertikala streckade linjerna markerar percentiler som beskriver hur längderna i populationen är fördelade. Den röda linjen visar den viktade 75:e percentilen (P75), vilket innebär att 75 % av alla uppmätta individer är kortare än 180 mm. Den gröna linjen visar den viktade 90:e percentilen (P90), vilket betyder att 90 % av individerna är kortare än 200 mm.

### Utveckling av medellängd för sill/strömming mellan SD 27 och SD 25–29 (1990–2024)

Den årliga medellängden för sill/strömming varierade betydligt mellan år under perioden 1990–2024 i både SD 27 och SD 25–29 (figur 11). Under större delen av tidsserien var medellängden generellt högre i SD 25–29 än i SD 27, särskilt under 1990-talet och 2000-talets första decennium. I SD 25–29 varierade medellängden mellan cirka 140 och 200 mm. Relativt höga värden observerades under början av 1990-talet och en tydlig topp noterades omkring 2009 (ca 195 mm). Därefter minskade medellängden successivt, med en särskilt tydlig nedgång efter 2015. De lägsta värdena i hela tidsserien registrerades under 2023–2024, då medellängden uppgick till omkring 130 mm. I SD 27 uppvisade medellängden större mellanårsvariation än i SD 25–29 och låg generellt mellan cirka 125 och 170 mm. Flera tydliga minima förekom under perioden, bland annat 2007, 2011, 2019 och 2021. Till skillnad från utvecklingen i SD 25–29 saknas en tydlig topp i tidsserien, men även här framträder en nedåtgående tendens under det senaste decenniet. Mot slutet av perioden minskade skillnaden i medellängd mellan områdena, vilket tyder på en konvergens mellan SD 27 och SD 25–29 jämfört med tidigare år.

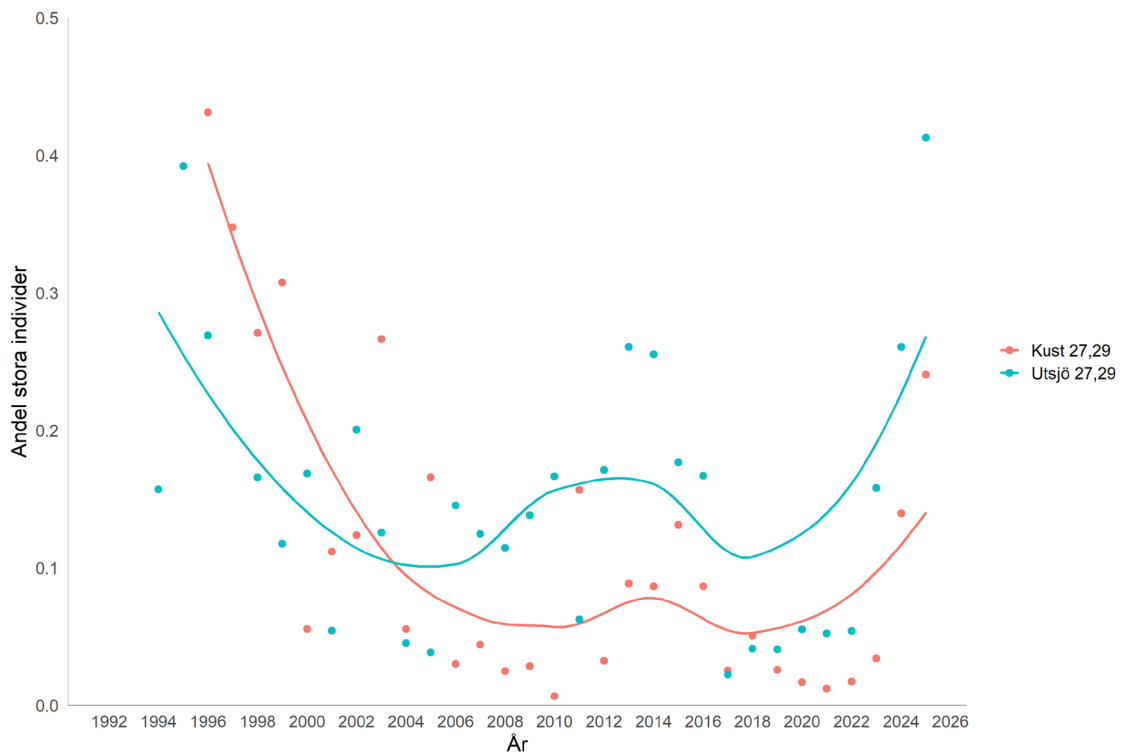


Figur 11: Utveckling av medellängden (mm) för sill/strömming mellan år 1990–2024 från områdena SD 27 och SD 25–29.

### Utveckling av andel stor sill/strömming i kustområden och utsjön från SD 27 och 29

Stor sill/strömming definierades i denna analys utifrån populationens observerade längdfördelning (figur 10) som individer vars längd överstiger den 75:e percentilen, vilket motsvarar längder lika med och över 180 mm. Definitionen av stor sill/strömming som individer större än 180 mm stämmer väl överens med längdgräns för stor fisk i andra studier (Donadi m. fl. 2025). I denna analys har data från samtliga provtagningsprogram använts för att få en så bred täckning i tid och rum som möjligt.

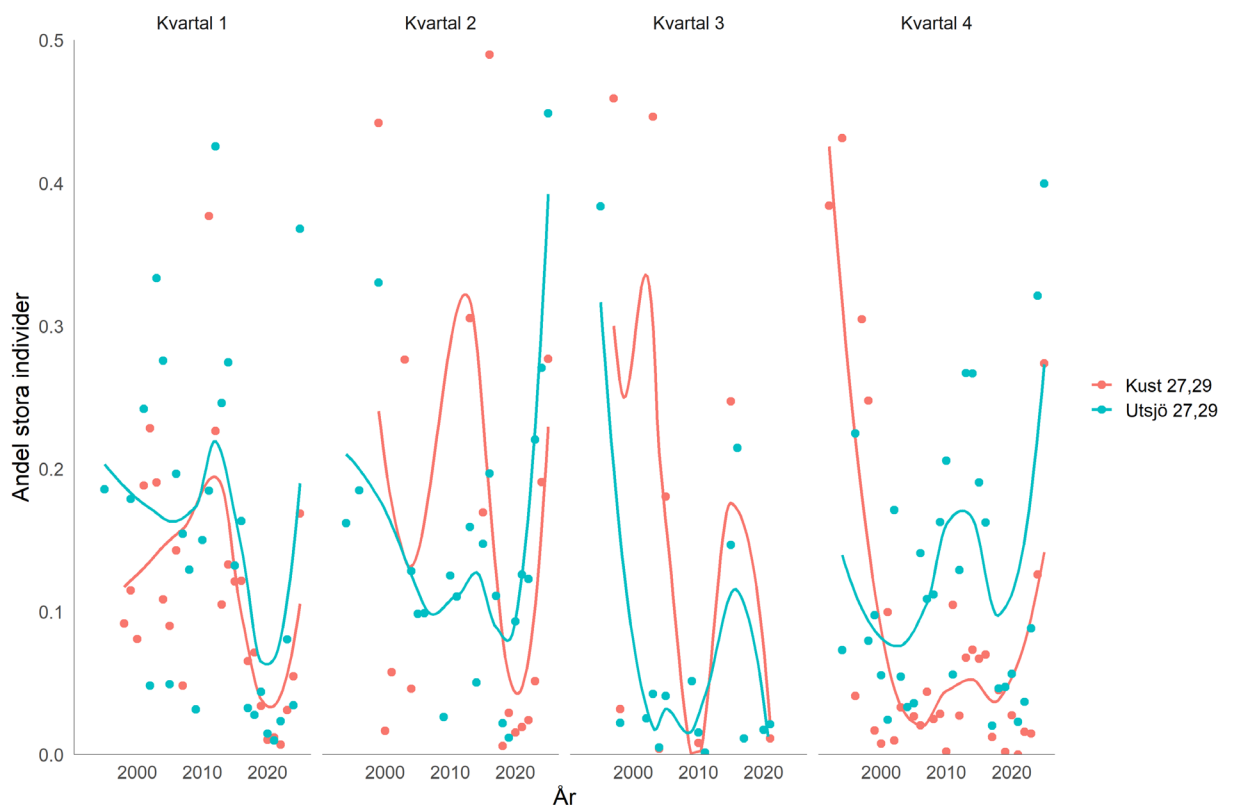
Figur 12 visar den övergripande utvecklingen av andelen stora individer över tid. Efter en kraftig nedgång under 1990-talet stabiliserades andelen på låga nivåer under perioden 2000–2020 i både kust- och utsjöområden. Under de allra senaste åren syns dock en ökning, både på kusten och i utsjön.



Figur 12: Andel stor sill/strömming ( $\geq 180$  mm) sill/strömming per år i delområden 27 och 29 på kusten (Kust 27, 29 = röd) och i utsjön (Utsjö 27, 29 = blå) för 1992–2025. Linjerna visar resultatet av LOESS (Locally Estimated Scatterplot Smoothing) som är en icke-parametrisk regressionsmetod för att beskriva underliggande trender. Metoden bygger på att lokala regressioner anpassas kring varje punkt längs den estimerade kurvan, där observationer viktas efter sitt avstånd och närliggande datapunkter ges störst inflytande. Metoden viktas därmed ner extremvärden och på så sätt reducerar deras påverkan på den estimerade trenden

Andelen stora individer varierade mellan år, kvartal och mellan kust- och utsjöområden i SD 27–29 (Figur 13). Generellt var variationen mellan år stor, medan långsiktiga trender var mindre tydliga och skilde sig mellan kvartalen.

Under kvartal 1 låg andelen stora individer oftast på låga till måttliga nivåer i både kust- och utsjöområdena, med betydande mellanårsvariation men utan någon tydlig långsiktig utveckling. I kvartal 2 framträdde större skillnader mellan områdena: kustområdena uppvisade vissa år relativt höga andelar stora individer, särskilt under mitten av tidsserien, medan utsjön generellt uppvisade en mer dämpad men varierande utveckling. Mot slutet av tidsserien ökade andelen stora individer i båda områdena. Under kvartal 3 var andelen stora individer genomgående låg (<0,20) och varierade kraftigt mellan år utan någon tydlig långsiktig trend. Detta tyder på att storleksstrukturen under sommaren i hög grad påverkas av oregelbundna processer, exempelvis variation i tillväxt eller kohortstyrka. I kvartal 4 observerades inledningsvis relativt stora andelar stora individer i kustområdena, följt av en tydlig nedgång under början av 2000-talet. Därefter var variationerna mer begränsade, men med en tendens till något högre nivåer i utsjöområdena än i kusten under senare år.



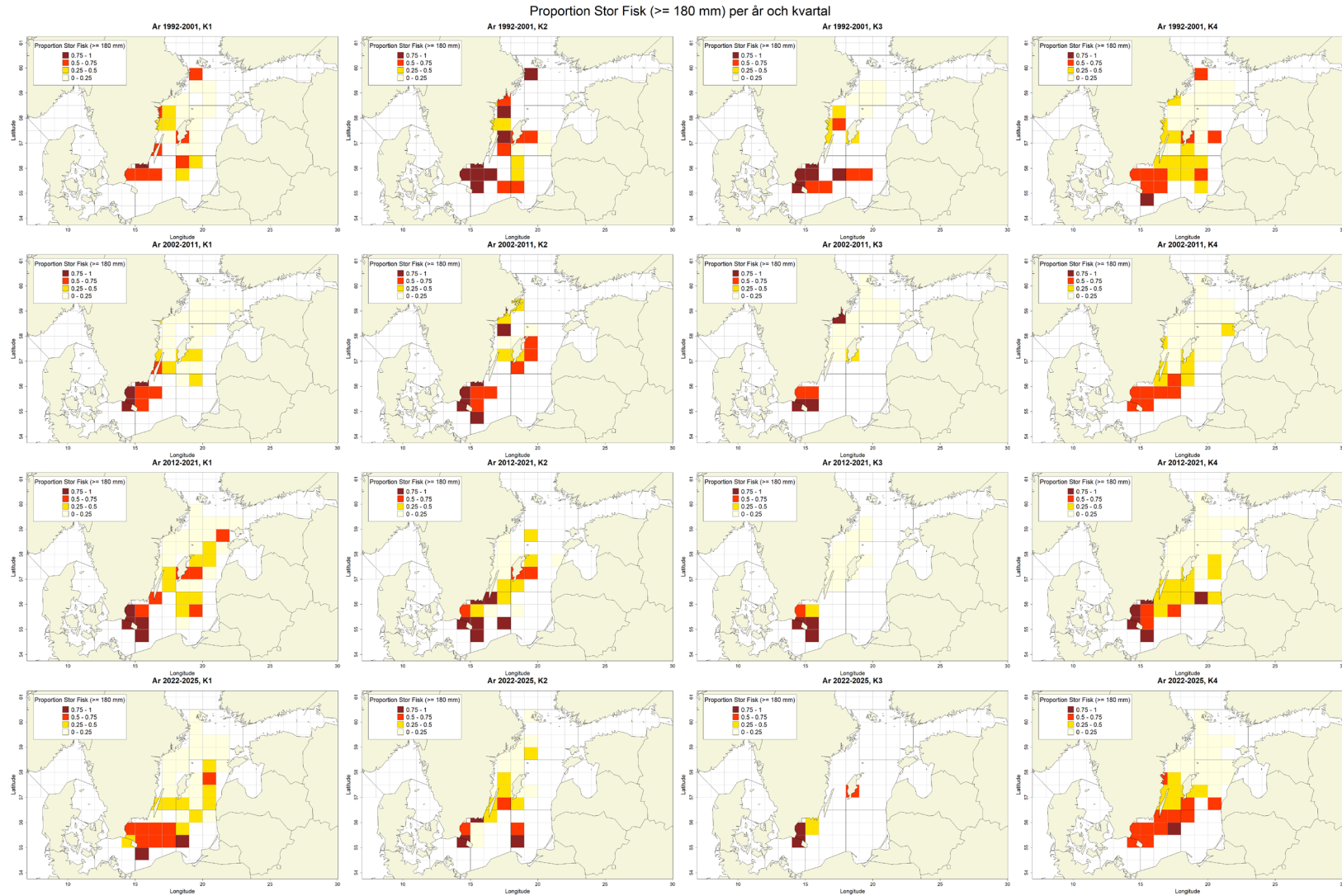
Figur 13: Andel stor sill/strömming ( $\geq 180$  mm) sill/strömming per år och kvartal i delområden 27 och 29 på kusten (Kust 27, 29 = röd) och i utsjön (Utsjö 27, 29 = blå) för 1992-2025. Linjerna visar resultatet av LOESS (Locally Estimated Scatterplot Smoothing) som är en icke-parametrisk regressionsmetod för att beskriva underliggande trender. Metoden bygger på att lokala regressioner anpassas kring varje punkt längs den estimerade kurvan, där observationer viktas efter sitt avstånd och närliggande datapunkter ges störst inflytande. Metoden viktas därmed ner extremvärden och på så sätt reducerar deras påverkan på den estimerade trenden.

Figur 14 visar andelen stor sill/strömming ( $\geq 180$  mm) per 10-årsperiod i delområden 25–29 och uppdelat per kvartal. Resultaten visar en rumslig heterogenitet mellan både perioder och kvartal. Kvartal 2 uppvisade återkommande högre andelar stor fisk jämfört med kvartal 3, som genomgående hade de lägsta nivåerna. Kvartal 1 och 4 låg oftast mellan dessa ytterligheter men visade större mellanårsvariation.

Den långsiktiga nedgången var tydlig över hela området: från 1992–2001 till 2012–2021 minskade förekomsten av ICES rutor med höga andelar stor fisk markant, samtidigt som låga-måttliga nivåer blev allt vanligare i både kust och utsjö. Under 1990-talet förekom betydligt fler rutor med höga andelar, särskilt i sydväst, medan den senaste perioden (2022–2025) dominerades av låga nivåer med endast begränsade undantag. Kluster av högre andelar syntes främst i kustnära rutor, medan öppet hav oftare visade låga-måttliga nivåer. En svag tendens till något högre andelar längre söderut kunde anas i vissa perioder, men mönstret var inte konsekvent. Variationer i datatäckning mellan rutor och kvartal kan ha påverkat jämförelserna över tid.

### **Sammanfattning**

Analysen av sill/strömmingens storleksstruktur i centrala Östersjön visade att populationen dominerades av medelstora individer (130–180 mm), medan både små ( $< 120$  mm) och stora ( $> 200$  mm) fiskar förekom i betydligt lägre frekvenser. Den 75:e percentilen vid 180 mm användes därför som gräns för att definiera ”stor fisk”. Medellängden har generellt varit högre i SD 25–29 än i SD 27, men uppvisade en tydlig långsiktig nedgång i både SD 27 och SD 25–29, särskilt efter 2015, med en konvergens mot låga nivåer under 2023–2024. Andelen stora individer (över 180 mm) varierade kraftigt mellan år, områden och kvartal: kvartal 2 hade genomgående högre nivåer, kvartal 3 de lägsta, medan kvartal 1 och 4 låg däremellan. På lång sikt minskade förekomsten av områden med höga andelar stor fisk markant mellan 1990-talet och 2010-talet, särskilt i utsjön, även om de senaste åren visade en viss återhämtning i både kust och utsjö. Sammantaget framträder en långsiktig försämring av storleksstrukturen i stora delar av området, dock med tecken på en svag förbättring under de allra senaste åren.

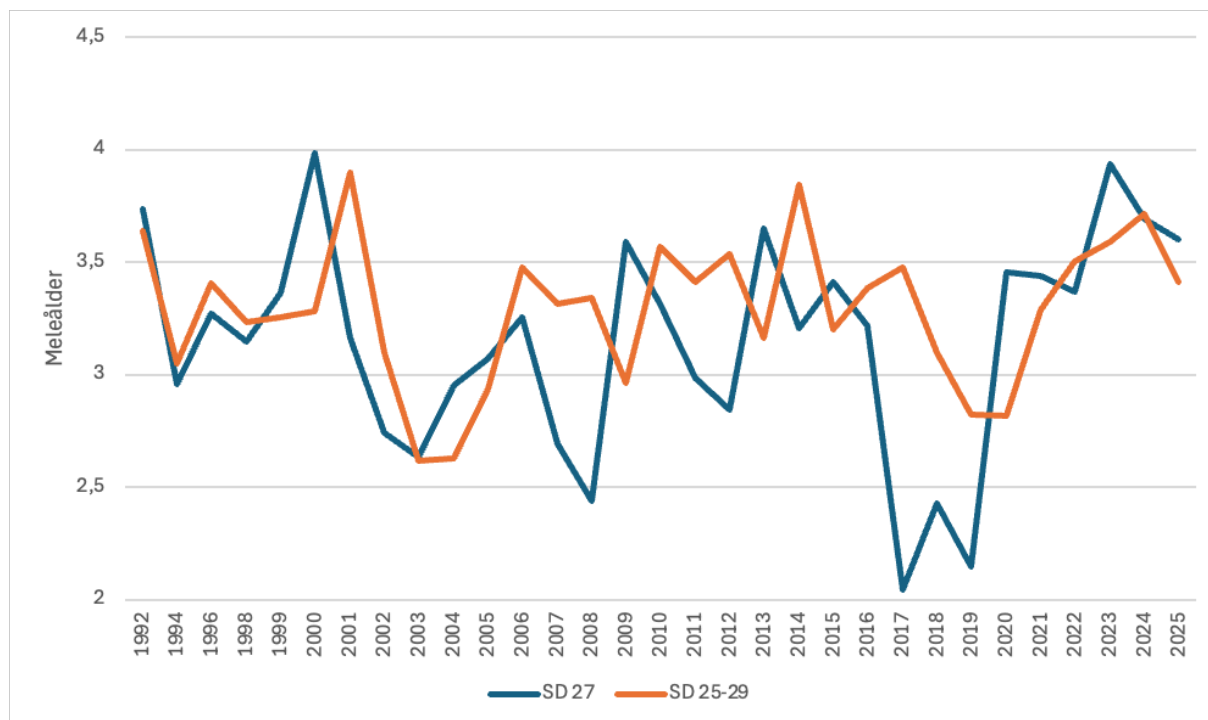


Figur 14. Andel stor sill/strömming ( $> 180$  mm) per 10-års perioder (1992-2001, 2002-2011, 2012-2021) och senaste 4 åren (2022-2025) uppdelat per kvartal i kusten och i utsjön i delområden 25-29. Figuren visar data från en kombination av flera provtagningsprogram..

## Åldersutveckling för sill/strömming

### *Medelålder i kustområden och resterande utsjön för områdena SD 27 och SD 29*

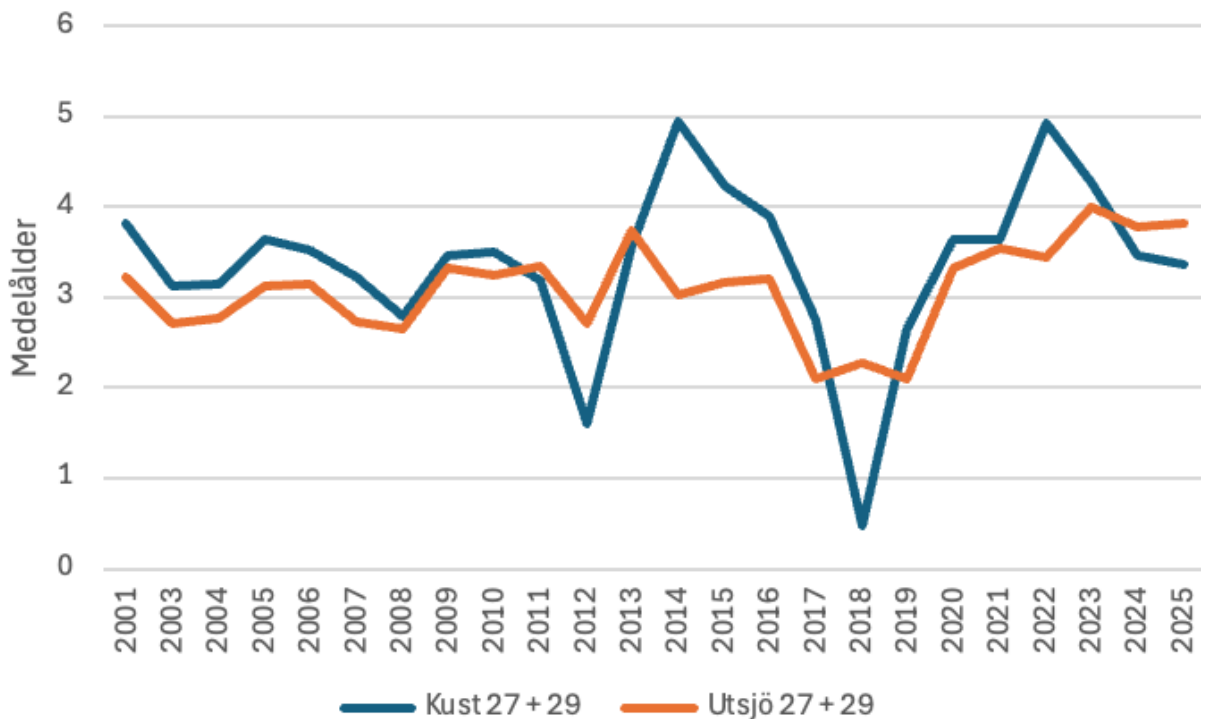
Under 1990-talet och början av 2000-talet fluktuerade medelåldern kring 3–3,5 år i båda områdena, med periodvisa toppar nära 4 år (figur 15). I mitten av 2000-talet observerades en nedgång, särskilt i SD 27 där medelåldern tillfälligt sjönk till omkring 2,5 år. Under de senaste åren kan en ökande trend noteras i båda områdena, där medelåldern åter ligger nära eller över 3,5 år (vilket motsvarar en längd på cirka 160 mm). Sammantaget visar figur 15 att variationerna i medelålder i stor utsträckning sker synkront mellan områdena. Förändringarna är dock mer uttalade i SD 27, vilket tyder på större variation i åldersstrukturen där jämfört med det större sammanslagna området SD 25–29.



Figur 15. Utvecklingen av medelålder hos sill/strömming över tidsperioden 1992–2025 i SD 27 (blå linje) respektive SD 25–29 (orange linje).

Både område SD 27 och SD 25–29 uppvisar tydliga mellanårsvariationer i medelålder (figur 16). Under 2000-talets första decennier varierade medelåldern huvudsakligen mellan cirka 2,5 och 3,5 år i båda områdena, med relativt likartade nivåer.

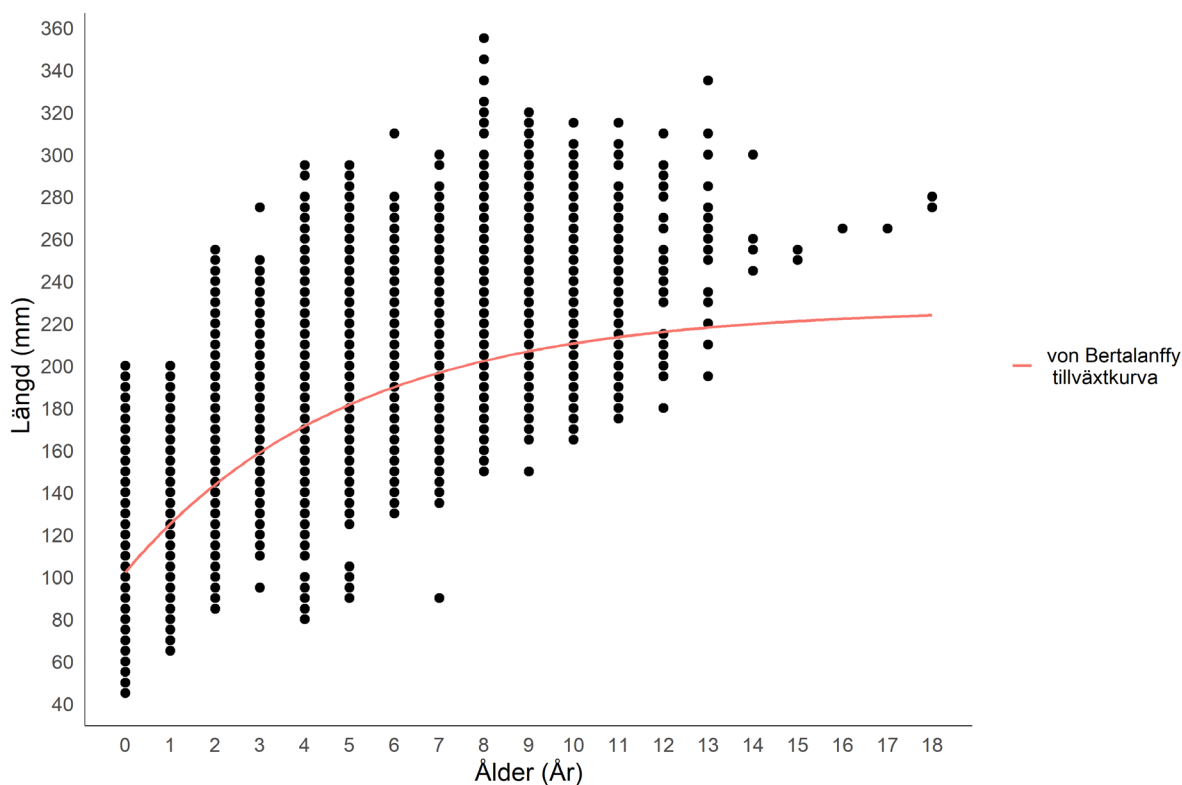
Därefter följde en tydlig ökning i kustområdet, där medelåldern nådde en topp omkring 2014–2015 på nära 5 år. Efter 2019 observeras åter en ökning i båda områdena, och under perioden 2021–2023 uppnåddes åter relativt höga nivåer, särskilt i kusten. Mot slutet av tidsserien stabiliserades medelåldern kring cirka 3–4 år i både kust- och utsjöområdena. Sammanfattningsvis varierar medelåldern i stor utsträckning synkront mellan områdena, men med större amplitud och mer extrema variationer i kustområdet, vilket tyder på en mer variabel åldersstruktur där.



Figur 16: Utvecklingen av medelålder under perioden 2001–2025 i kust (Kust 27+29; blå linje) respektive utsjö (Utsjö 27+29; orange linje).

### Tillväxt sill/strömming i SD 27 och 29.

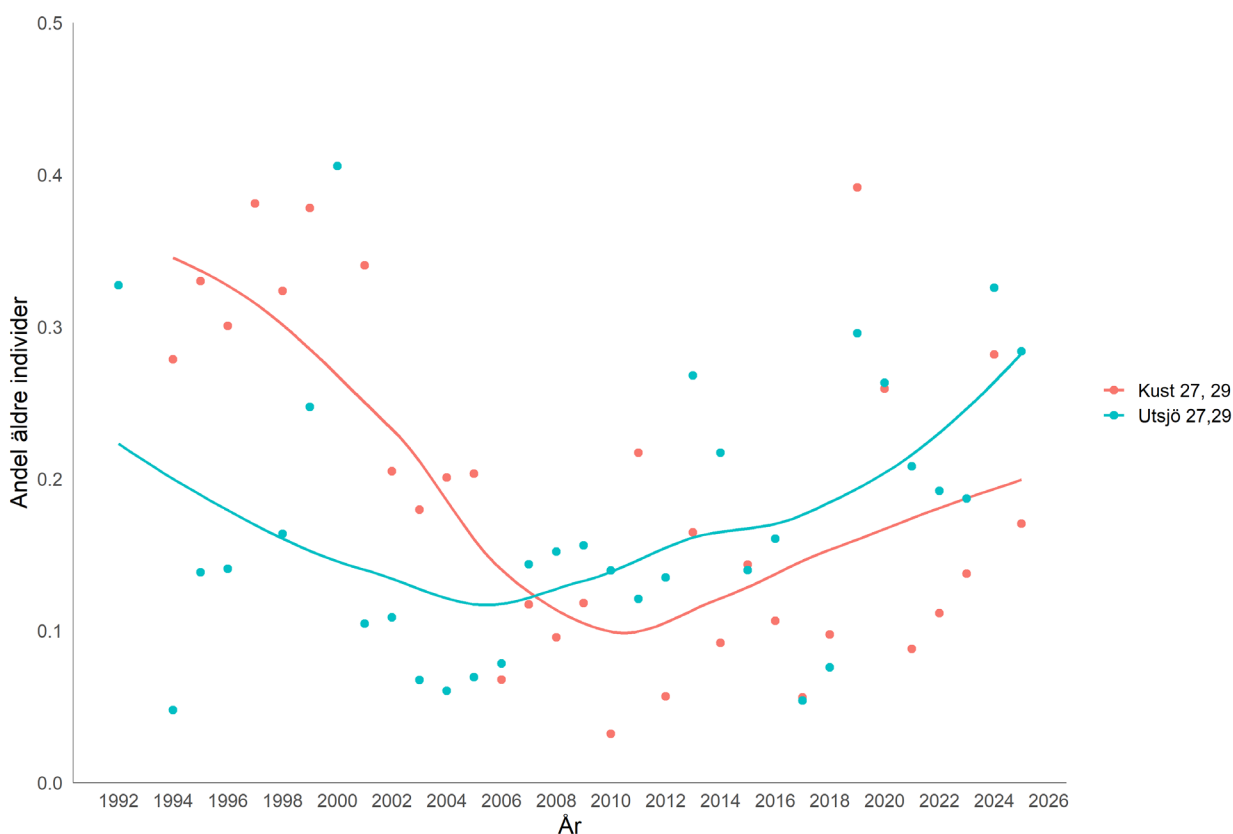
För att fastställa vilken ålder som motsvarar en längd på 180 mm, det vill säga den tröskel som vi använder för att definiera ”stor sill/strömming”, genomfördes en tillväxtanalys. Tillväxtmönstret för sill/strömming i delområdena 27 och 29 visas i figur 17. Längden ökar generellt med åldern, men med en betydande individuell variation inom varje åldersklass. Den anpassade von Bertalanffy-kurvan i figuren (figur 17), en etablerad modell för fiskars tillväxt, visar en snabb längdökning under de första levnadsåren, från cirka 60–100 mm vid ålder 0–1 till omkring 150–180 mm vid 3–5 års ålder. Därefter avtar tillväxthastigheten gradvis och planar ut vid ungefär 9–10 års ålder, vilket indikerar en genomsnittlig asymptotisk längd på omkring 215 mm. Datamaterialet visar samtidigt en stor individuell variation i tillväxt, även om spridningen i längd tenderar att minska något med stigande ålder. Enstaka individer når dessutom betydligt större storlek än den genomsnittliga maximala längden. Analysen visar att en längd på 180 mm motsvarar en ålder på ca 5 år, vilket ligger till grund för klassificeringen av denna storleksklass som ”stor sill/strömming”. I de fortsatta analyserna studerades därför utvecklingen av andelen individer  $\geq 5$  år samt  $\geq 7$  år, vilket motsvarar åldrar ungefär kopplade till den 75:e respektive 90:e percentilen av längdfördelningen (figur 10 och 17).



Figur 17: Längd - åldersfördelning av sill/strömming i delområdena 27 och 29 för åren 1992–2025. Von Bertalanffys tillväxtkurva beskriver hur fiskens tillväxt avtar med åldern och gradvis närmar sig en maximal längd. Modellen uttrycks som en asymptotiskt ökande kurva där tillväxthastigheten är hög i unga år och successivt minskar när individen närmar sig sin maximala storlek.

### Andel äldre sill/strömmingar $\geq 5$ och $\geq 7$ år i område SD 27 och SD 29

Den långsiktiga utvecklingen av andelen äldre individer ( $\geq 5$  år) i kust- och utsjöområdena inom SD 27 och SD 29 visas i figur 18a. Under 1990-talet och början av 2000-talet minskade andelen äldre individer tydligt, särskilt i kustområdena där andelen sjönk från cirka 35 % till omkring 10 %. Därefter stabiliserades nivåerna i båda områdena fram till omkring 2010. Efter 2010 kan en ökning observeras i både kust- och utsjöområdena. Ökningen är dock tydligare i utsjön, där andelen äldre individer har ökat märkbart efter 2018, medan förändringen i kustområdena är mer måttlig. Den ökande andelen äldre individer överensstämmer väl med den tidigare observerade ökningen av stora individer ( $\geq 180$  mm).



Figur 18a: Andel äldre sill/strömming ( $\geq 5$  år) sill/strömming per år i delområden 27 och 29 på kusten (Kust 27, 29 = röd) och i utsjön (Utsjö 27, 29 = blå) för 1992–2025. Linjerna visar resultatet av LOESS (Locally Estimated Scatterplot Smoothing) som är en icke-parametrisk regressionsmetod för att beskriva underliggande trender. Metoden bygger på att lokala regressioner anpassas kring varje punkt längs den estimerade kurvan, där observationer viktas efter sitt avstånd och närliggande datapunkter ges störst inflytande. Metoden viktas därmed ner extremvärden och på så sätt reducerar deras påverkan på den estimerade trenden.

Andelen äldre individer ( $\geq 5$  år) i kust- och utsjöområdena inom SD 27–29, uppdelat per kvartal (Q1–Q4), visas i figur 18b. Andelen varierade kraftigt mellan

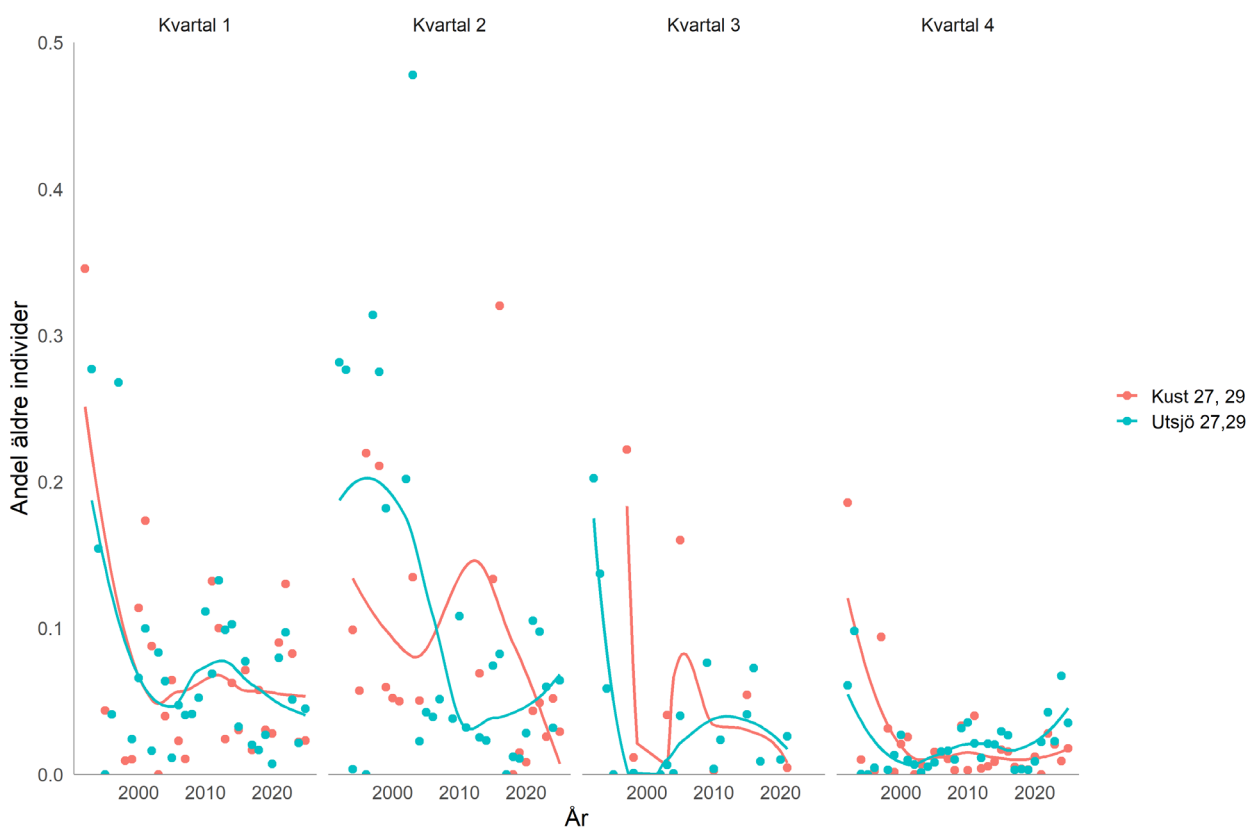
år och kvartal i både kust och öppet hav. Trots den stora variationen saknas en tydlig långsiktig trend för hela tidsserien, även om vissa kvartalspecifika mönster kan urskiljas. Variationerna var generellt mindre i kvartal 1 och 4 än i kvartal 2 och särskilt kvartal 3, som uppvisade större spridning och mer oregelbundna toppar och dalar. I kvartal 3 var andelen äldre individer relativt låg i början av tidsserien, följt av en successiv ökning, tydligast i öppet hav där nivåerna mot slutet åter nådde nivåer jämförbara med tidigare perioder. I kvartal 2 framträder en mer konsekvent utveckling över tid: kusten visar en svagt nedåtgående trend, medan öppet hav uppvisar en motsvarande ökning. En liknande tendens kan även ses i kvartal 4, där kusten minskade under större delen av perioden men ökade något under de senaste åren, medan öppet hav uppvisade en tydligare ökning mot slutet av tidsserien. Kvartal 4 kännetecknades dessutom generellt av lägre andelar äldre individer jämfört med övriga kvartal.



Figur 18b: Andel äldre sill/strömning ( $\geq 5$  år) sill/strömning per år och kvartal i delområden 27 och 29 på kusten (Kust 27, 29 = röd) och i utsjön (Utsjö 27, 29 = blå) för 1992–2025. Linjerna visar resultatet av LOESS (Locally Estimated Scatterplot Smoothing) som är en icke-parametrisk regressionsmetod för att beskriva underliggande trender. Metoden bygger på att lokala regressioner anpassas kring varje punkt längs den estimerade kurvan, där observationer viktas efter sitt avstånd och närliggande datapunkter ges störst inflytande. Metoden viktas därmed ner extremvärden och på så sätt reducerar deras påverkan på den estimerade trenden.

När åldersgränsen för ”gamla individer” höjs från  $\geq 5$  till  $\geq 7$  år minskar andelarna tydligt i samtliga kvartal och variationen mellan år framträder på en lägre nivå. Detta understryker hur sällsynta de allra äldsta individerna är i beståndet (figur

19). Andelen  $\geq 7$ -åriga individer var genomgående låg och utmärktes av stora mellanårsvariationer, men utan några tydliga långsiktiga trender. Variationerna skilde sig även mellan kvartalen. Kvartal 1 och 4 uppvisade generellt mycket låga och relativt stabila nivåer, ofta nära noll under den senare delen av tidsserien. Kvartal 2 visade något större variation med enstaka toppar i början av perioden, medan kvartal 3 uppvisade störst spridning men samtidigt mycket låga nivåer under de senaste 10–15 åren. Till skillnad från utvecklingen för  $\geq 5$ -åriga individer saknades mer strukturerade mönster över tid. Några tydliga skillnader mellan kust och öppet hav framträdde heller inte, sannolikt eftersom andelen  $\geq 7$ -åriga individer är så låg att sådana kontraster ej är detekterbara. Mot slutet av tidsserien låg andelen  $\geq 7$ -åriga individer nära noll i alla kvartal och områden, vilket tydligt indikerar en frånvaro av de allra äldsta åldersklasserna i beståndet.



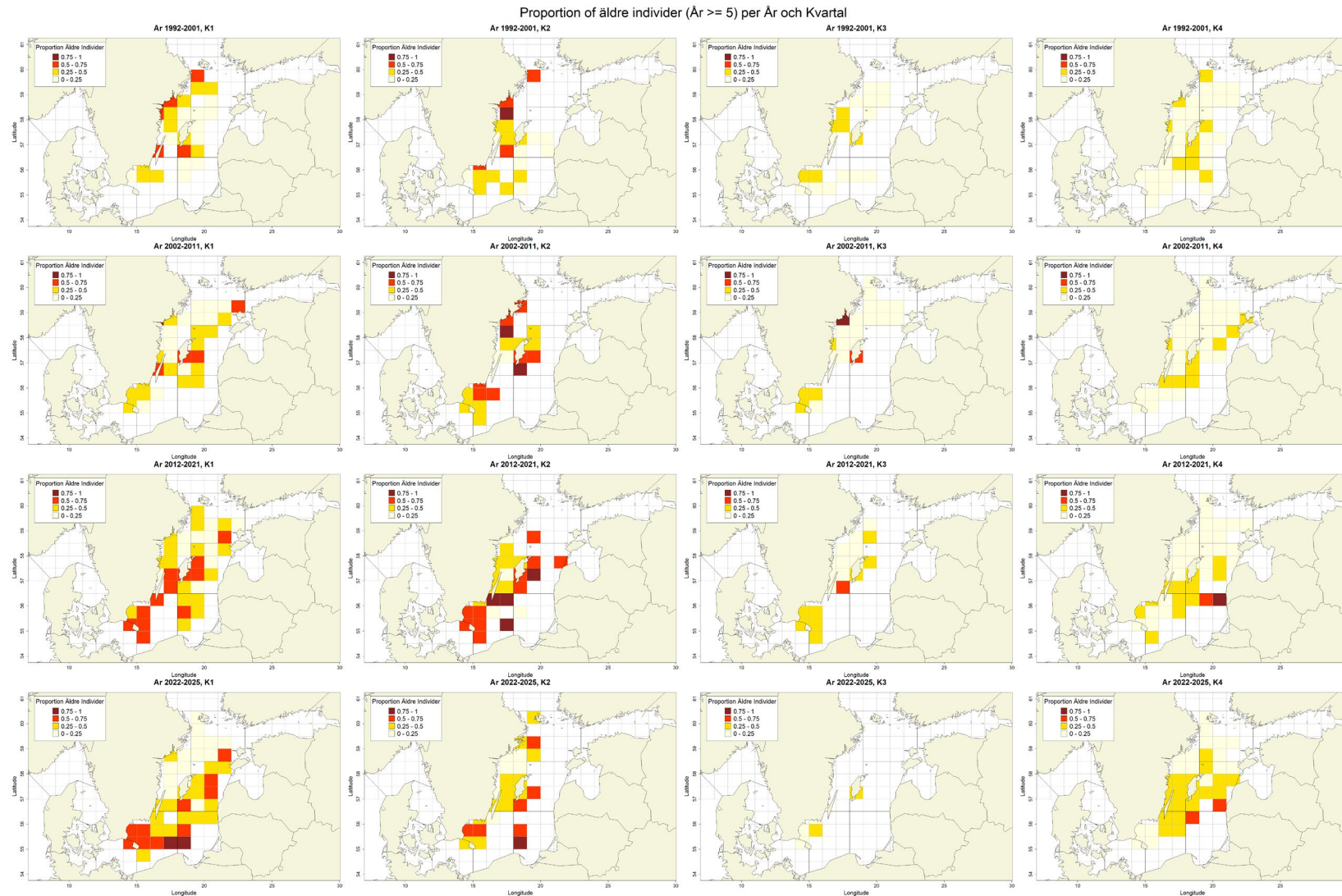
Figur 19: Andel äldre sill/strömming ( $\geq 7$  år) sill/strömming per år och kvartal i delområden 27 och 29 på kusten (Kust 27, 29 = röd) och i utsjön (Utsjö 27, 29 = blå) för 1992–2025. Linjerna visar resultatet av LOESS (Locally Estimated Scatterplot Smoothing) som är en icke-parametrisk regressionsmetod för att beskriva underliggande trender. Metoden bygger på att lokala regressioner anpassas kring varje punkt längs den estimerade kurvan, där observationer viktas efter sitt avstånd och närliggande datapunkter ges störst inflytande. Metoden viktas därmed ner extremvärden och på så sätt reducerar deras påverkan på den estimerade trenden.

Den rumsliga fördelningen av äldre sill/strömming ( $\geq 5$  år) i kust- och utsjöområden i centrala Östersjön visas i figur 20 för tre tioårsperioder (1992–2001, 2002–2011, 2012–2021) samt för de senaste fyra åren (2022–2025), uppdelat per kvartal. Färgskalan från ljusgult till rött representerar ökande

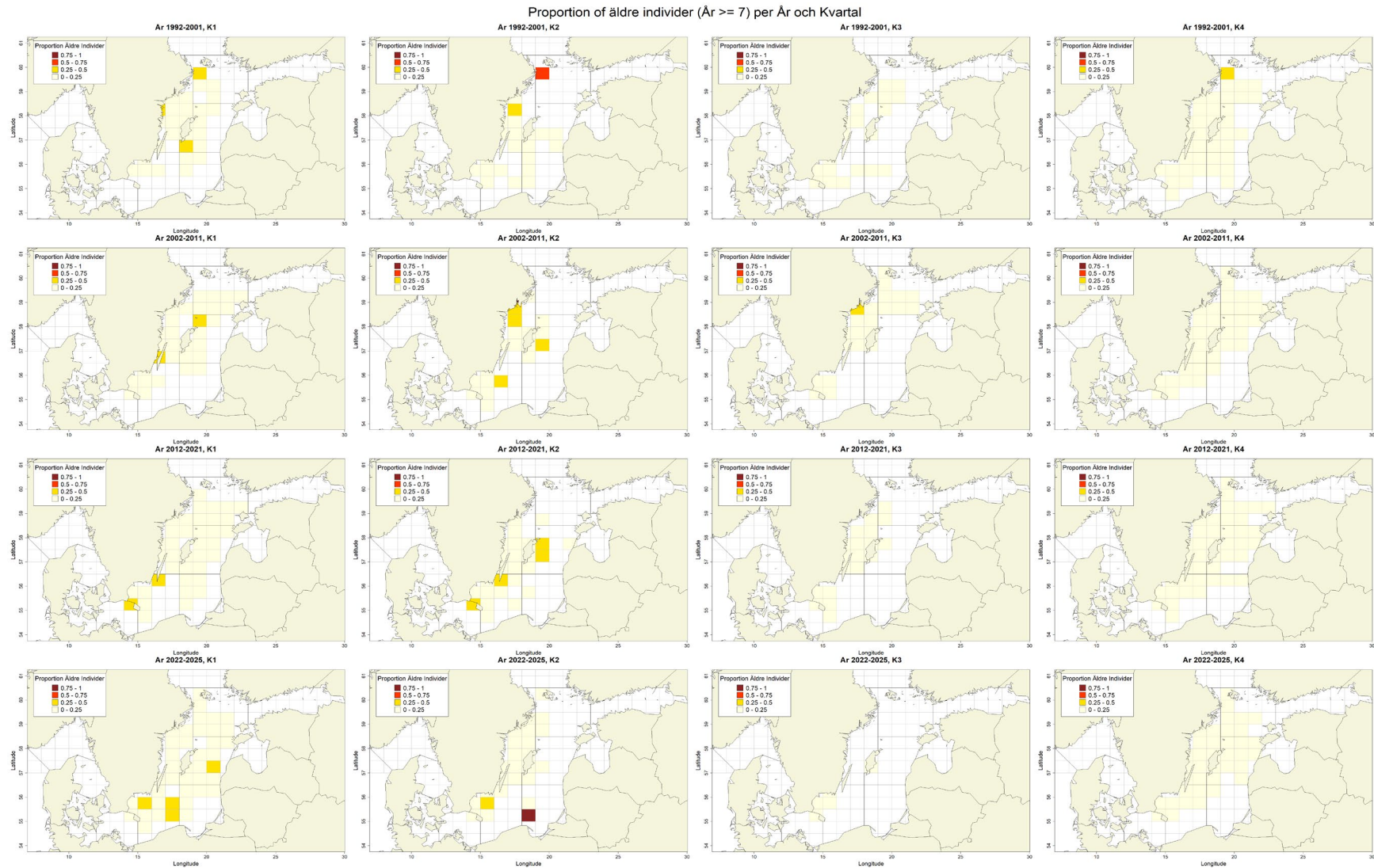
proportioner av äldre individer. Resultaten visar en tydlig rumslig heterogenitet i fördelningen av äldre individer mellan områden och perioder. Den mest framträdande skillnaden observeras dock mellan kvartalen i samtliga tidsperioder. Kvartal 1 och 2 uppvisar genomgående de högsta proportionerna av äldre fisk, medan nivåerna generellt är lägre i kvartal 4 och särskilt i kvartal 3 (figur 20).

Skillnaderna mellan tidsperioderna är mindre tydliga än de säsongsmässiga variationerna. Resultaten antyder dock en gradvis geografisk förskjutning i förekomsten av äldre individer mot mer sydliga delar av området över tid.

Ett liknande rumsligt mönster framträder för sill/strömming  $\geq 7$  år (figur 21), men på betydligt lägre nivåer än för individer  $\geq 5$  år. Andelen  $\geq 7$ -åriga individer är genomgående låg över hela tidsserien och deras geografiska utbredning framstår som mer begränsad. Kvartalsmönstret är dock fortsatt tydligt: kvartal 1 och 2 uppvisar generellt högre proportioner än kvartal 3 och 4. Detta kan spegla både säsongsvariation i utbredning och en generellt låg överlevnad till de högsta åldrarna. I likhet med resultaten för  $\geq 5$ -åriga individer är skillnaderna mellan tidsperioderna relativt små, men även här antyds en gradvis sydlig förskjutning i förekomsten av äldre individer över tidsperioden.



Figur 20: Andel äldre sill/strömming ( $\geq 5$  år) per 10-årsperioder (1992–2001, 2002–2011, 2012–2021) och senaste 4 åren (2022–2025) och kvartal i kusten och i utsjön i centrala Östersjön. Färgskalan (ljusgul–röd) anger ökande proportion äldre fisk, där röd motsvarar högst andel. Figuren visar data från en kombination av flera provtagningsprogram.



Figur 21: Andel äldre sill/strömming ( $\geq 7$  år) per 10-års perioder (1992–2001, 2002–2011, 2012–2021) och senaste 4 åren (2022–2025) och kvartal i kusten och i centrala Östersjön. Färgskalan (ljusgul–röd) anger ökande proportion äldre fisk, där röd motsvarar högst andel. Figuren visar data från en kombination av flera provtagningsprogram.

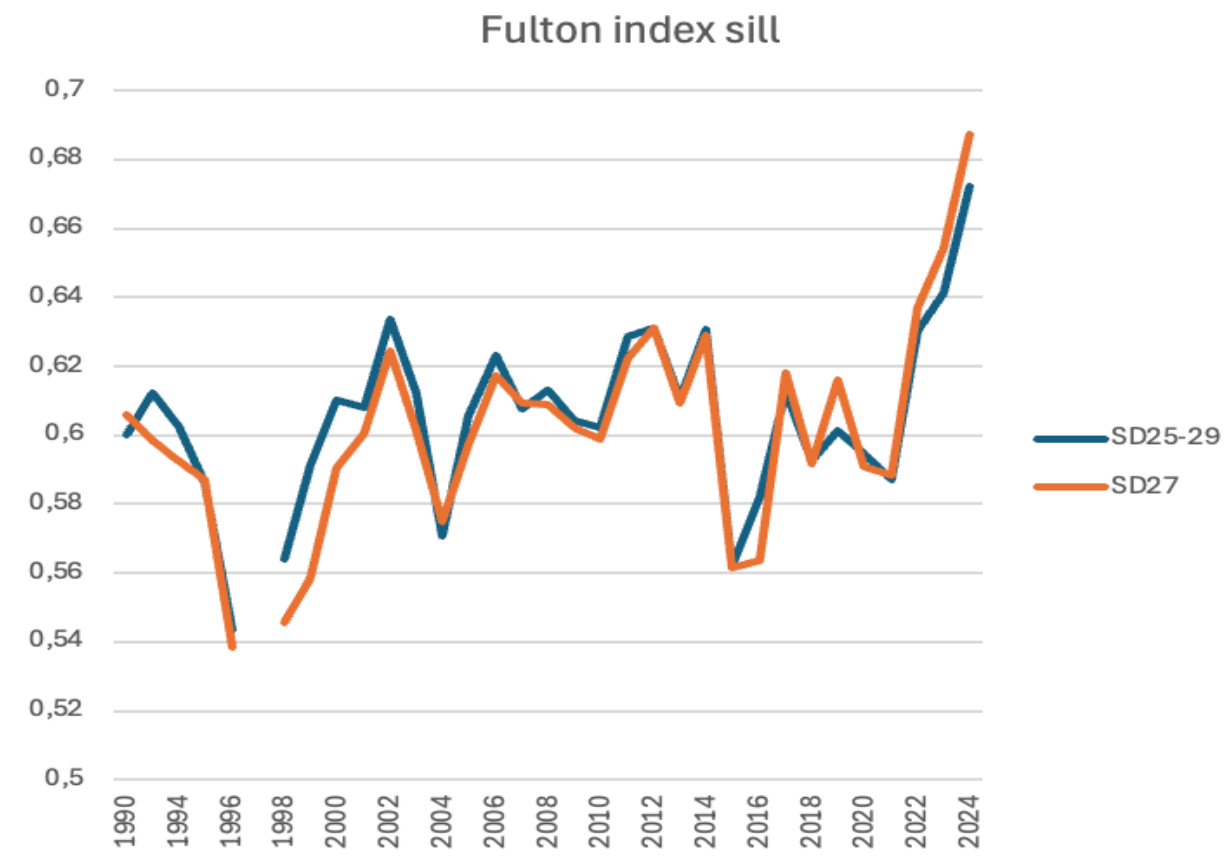
## Sammanfattning

Medelåldern hos sill/strömming i SD 27 och 29 varierade över tid men uppvisade liknande utveckling i kust och utsjö, även om variationen var större i kustzonen. Under 1990-talet och början av 2000-talet låg medelåldern huvudsakligen kring 3–3,5 år. Därefter följde en nedgång i mitten av 2000-talet, särskilt i SD 27. Under senare år ökade medelåldern igen och stabiliserades kring cirka 3–4 år. Tillväxtanalysen visar att en längd på 180 mm motsvarar ungefär 5 års ålder, vilket ligger till grund för definitionen av ”stor sill/strömming” och analyserna av åldersklasserna  $\geq 5$  och  $\geq 7$  år. Andelen individer  $\geq 5$  år minskade tydligt från 1990-talet fram till omkring 2010, men ökade därefter i både kust och utsjö. Ökningen är särskilt tydlig i utsjön efter 2018 och överensstämmer med den tidigare observerade ökningen av stora individer. Samtidigt varierade andelarna mellan kvartal, där kvartal 1 och 2 generellt uppvisade högre nivåer av äldre fisk än kvartal 3 och 4. När endast individer  $\geq 7$  år analyserades var andelarna betydligt lägre och minskade mot slutet av tidsserien till nivåer nära noll, vilket visar att de allra äldsta åldersklasserna numera är mycket sällsynta i beståndet. Den rumsliga analysen visar dessutom att förekomsten av äldre individer varierar mellan områden och kvartal, med generellt högre nivåer under kvartal 1 och 2 samt en tendens till att äldre fisk över tid blivit mer koncentrerad till sydligare delar av området.

## Kondition

*Utveckling av Fultons konditionsfaktor för områdena SD 27 och SD 25–29 (1990–2024)*

Fultons konditionsfaktor används inom fiskbiologi för att uppskatta hur välmående eller ”fet” en fisk är i förhållande till sin längd. En högre K-faktor betyder oftast att fisken är i bättre kondition. Fultons K för i SD 25–29 och SD 27 uppvisar tydlig mellanårsvariation under perioden 1990–2024, men med i stort sett parallella mönster mellan områdena (figur 22). Under tidigt 1990-tal låg konditionsfaktorn kring 0,60–0,61 i båda områdena, följt av en tydlig nedgång i mitten av 1990-talet där de lägsta värdena i hela tidsserien noterades (ca 0,54–0,55). Därefter skedde en återhämtning under slutet av 1990-talet och början av 2000-talet, med värden åter kring 0,61–0,63. Under perioden 2005–2013 var konditionen relativt stabil, med måttliga fluktuationer kring 0,60–0,63. År 2014–2015 observerades dock en markant nedgång i båda områdena, särskilt i SD 27, där värdena sjönk till omkring 0,56. Efter denna period följde en successiv ökning. Under de senaste åren (2022–2024) ses en tydlig uppgång i konditionsfaktorn i båda områdena, och 2024 uppvisar de högsta värdena i hela serien (ca 0,67–0,69). Skillnaderna mellan SD 25–29 och SD 27 är genomgående små, och utvecklingen är starkt synkroniserad och resultaten indikerar att K ökat för sill/strömming från 2022.



Figur 22: Utveckling av Fultons konditionsfaktor (K) för i SD 27 och i jämförelse med SD 25–29.

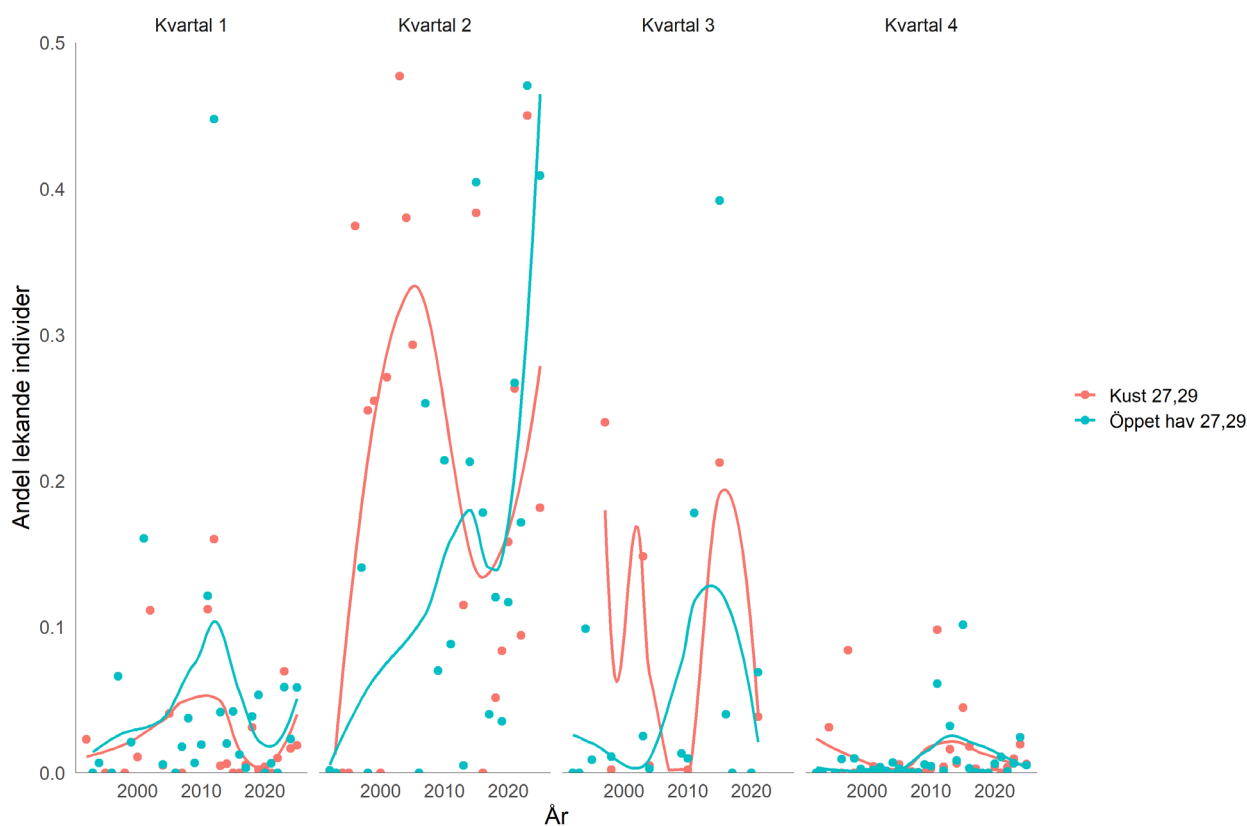
#### Lekande fisk

##### Andel lekande sill/strömning i kustområden och utsjön i SD 27 och SD 29

Andelen aktivt lekande sill/strömning i kust- och utsjöområden i delområdena 27 och 29 över tid och mellan kvartal visas i figur 23. Andelen lekande fisk varierade tydligt mellan kvartalen. Det övergripande mönstret överensstämmer med nuvarande kunskap om att sill/strömning i Östersjön huvudsakligen leker under våren (så kallade vårlekare), men att viss lekaktivitet även förekommer under sommarmånaderna (sommarlekar, (ICES 2025)). Andelen lekande sill/strömning varierade tydligt mellan kvartalen i både kust- och utsjöområden i delområdena 27 och 29 (figur 23).

Under kvartal 1 var andelen lekande individer generellt låg (<0,10) i både kust och utsjö. Variationerna mellan år var måttliga och någon tydlig långsiktig trend kunde inte urskiljas. I kvartal 2 ökade lekaktiviteten markant. Under början och mitten av tidsserien var andelen lekande fisk tydligt högre i kustnära områden, vilket tyder på att kusten då fungerade som det dominerande lekområdet. Under senare år kan dock ett skifte observeras där utsjöområdena uppvisar lika höga eller

ibland högre nivåer än kusten. Detta kan indikera förändringar i beståndets rumsliga lekmönster, variationer i miljöförhållanden eller skillnader i provtagningsintensitet. Under kvartal 3 minskade lekaktiviteten vissa år till nivåer liknande dem i kvartal 1, medan den andra år låg på relativt hög nivå. Förekomsten av lekande individer under denna period är förenlig med att höstlekande sill förekommer i Östersjön. Skillnaderna mellan kust och utsjö var under detta kvartal mindre konsekventa. I kvartal 4 sjönk lekaktiviteten åter till låga nivåer i båda områdena, även om lekande individer fortfarande förekom vissa år. Sammantaget tyder resultaten på att lekperioden inte är strikt begränsad till en enskild säsong, utan att lek kan förekomma under större delar av året, om än på varierande nivåer.



Figur 23: Andel lekande sill/strömning per år och kvartal i delområden 27 och 29 på kusten (Kust 27, 29 = röd) och i utsjön (Utsjö 27, 29 = blå) för 1992–2025. Linjerna visar resultatet av LOESS (Locally Estimated Scatterplot Smoothing) som är en icke-parametrisk regressionsmetod för att beskriva underliggande trender. Metoden bygger på att lokala regressioner anpassas kring varje punkt längs den estimerade kurvan, där observationer viktas efter sitt avstånd och närliggande datapunkter ges störst inflytande. Metoden viktar därmed ner extremvärden och på så sätt reducerar deras påverkan på den estimerade trenden.

Den rumsliga fördelningen av lekande sill/strömning i SD 27 och 29 över fyra tidsperioder och mellan kvartal visas i figur 24. Säsongsmonstret överensstämmer med resultaten som ses i figur 23; lekaktiviteten är generellt låg under kvartal 1 och 4, högst under kvartal 2 och mer varierande under kvartal 3. Vår analys

antyder att lekaktiviteten under kvartal 2 i de tidiga tidsperioderna (1992–2001 och 2002–2011) var tydligt koncentrerad till kustnära områden. Detta ligger i linje med de högre nivåerna i kustområdena som framgår av tidsserien i figur 23. Under de senare perioderna (2012–2021 och 2022–2025) framträder däremot en geografisk förskjutning där utsjöområden allt oftare uppvisar lika höga eller högre andelar lekande fisk än kusten. Under kvartal 3 var lekaktiviteten generellt låg och lek förekom endast sporadiskt.

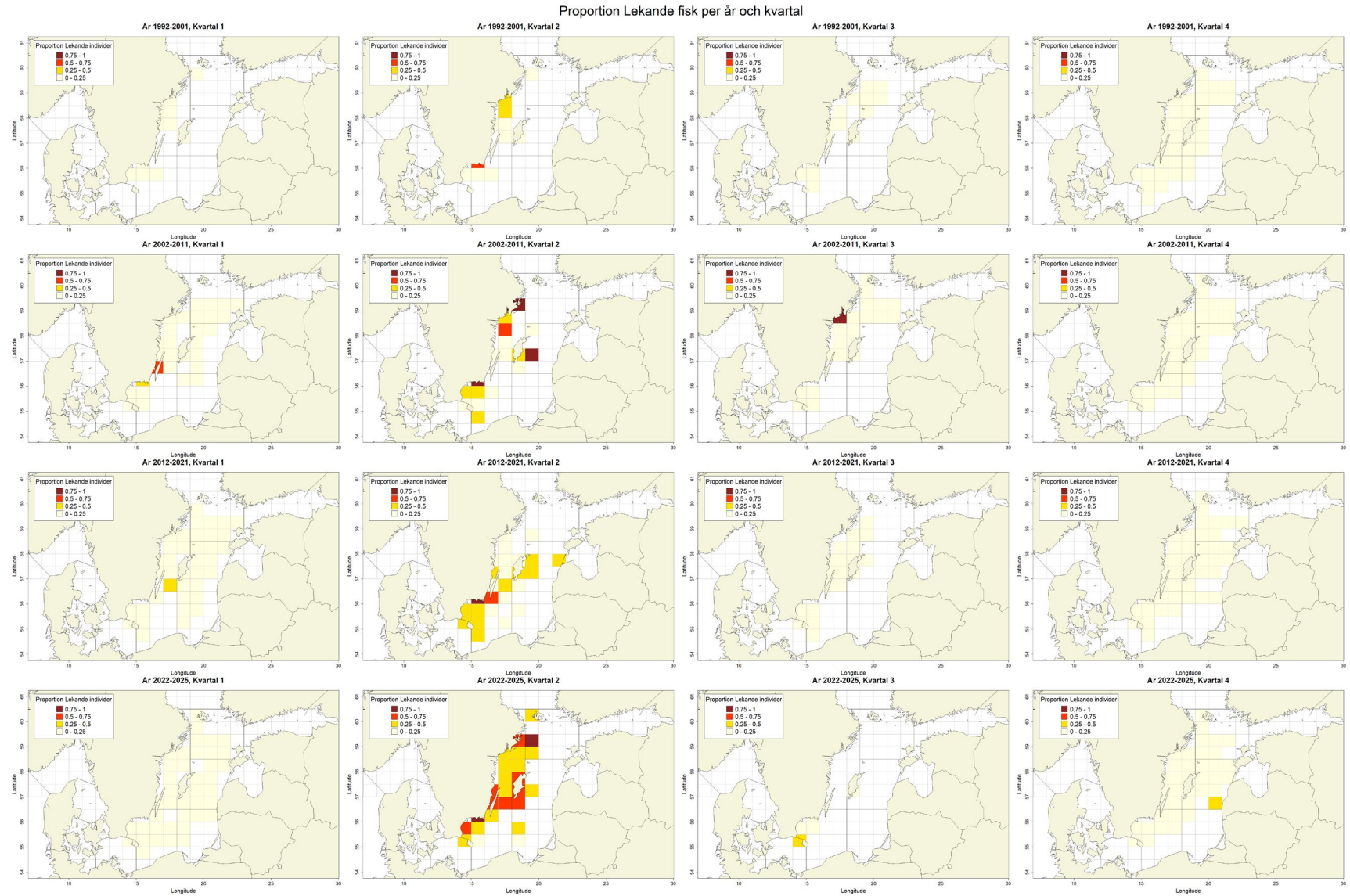
### **Sammanfattning**

Sammantaget visade analyserna av tidsmässig och rumslig utveckling av andelen lekande att sill/strömmingens lekaktivitet i SD 27 och 29 präglas av stark säsongsvariation, med toppar i kvartal 2 och låga nivåer i kvartal 1 och 4. Samtidigt framkom att lekande individer förekommer i alla kvartal, vilket innebär att lekaktivitet förekommer året runt, om än på varierande nivåer. Detta överensstämmer med känd kunskap om vår, sommar och höstlekande komponenter i Östersjön (t.ex. ICES 2025). Resultaten indikerade även ett långsiktigt skifte från huvudsakligen kustnära lek under vårens topp i äldre perioder till att utsjöområden under senare år ofta uppvisade lika höga eller högre lekandelar. Den ökade variationen mellan områden och år i senare perioder kan spegla förändringar i den relativa förekomsten av genetiskt distinkta vår- och höstlekande ekotypers (Han m. fl. 2020) eller i deras rumsliga lekmönster.

### **Könkvot hos sill/strömming**

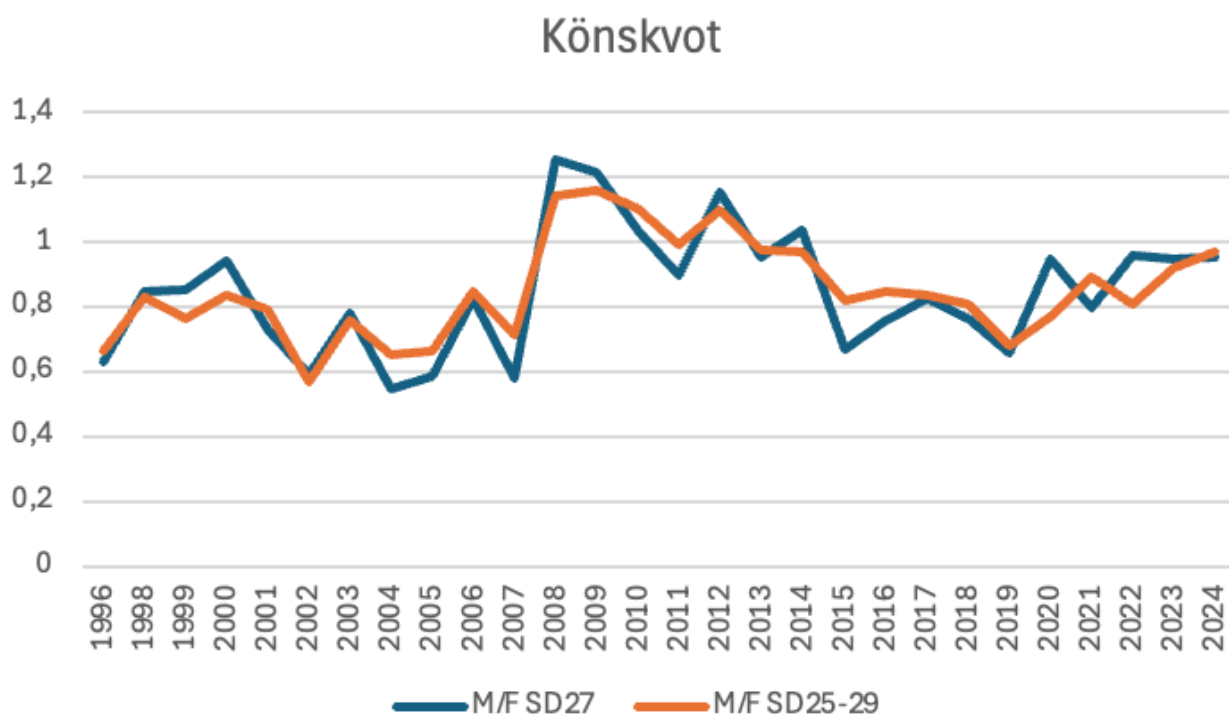
#### *Könkvot (M/F) i SD 27 och SD 25–29 mellan 1996–2024*

Könkvoten visar förhållandet mellan andelen hanar och honor i en population. För en god och livskraftig population bör M/F vara relativt balanserad. Könkvoten, uttryckt som förhållandet mellan antal hanar och honor (M/F), uppvisade betydande mellanårsvariation under perioden 1996–2024 i både SD 27 och SD 25–29 (figur 25). Variationerna var i stor utsträckning synkroniserade mellan områdena, även om amplituden periodvis var större i SD 27.



Figur 24: Andel lekande sill/strömming uppdelat per 10-års perioder (1992–2001, 2002-2011, 2012-2021, samt 2022-2025) uppdelat per kvartal i kusten och i utsjön för område SD 27 och 29. Figuren visar data från en kombination av flera provtagningsprogram.

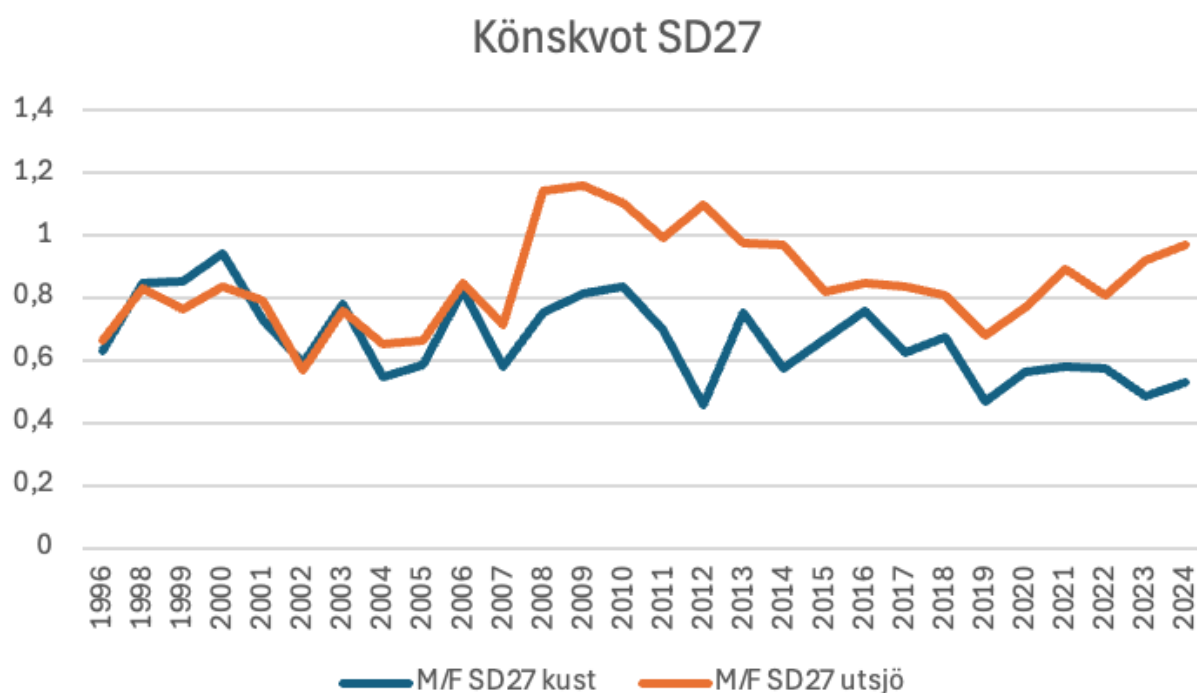
Under slutet av 1990-talet och början av 2000-talet låg könskvoten huvudsakligen under 1 i både SD 27 och SD 25–29 områdena (cirka 0,6–0,9), vilket indikerar en dominans av honor i fångsterna. De lägsta värdena noterades omkring 2002–2004, särskilt märkbart i SD 27 där kvoten periodvis understeg 0,6. En tydlig förändring inträffade under 2008–2010 då könskvoten ökade kraftigt och översteg 1 i båda områdena, med maximala värden omkring 1,2–1,25 i SD 27 och något lägre i SD 25–29. Detta indikerar en temporär dominans av hanar under denna period. Efter 2011 minskade könskvoten successivt och låg åter under eller nära 1 under perioden 2013–2019. I mitten av 2010-talet (2015–2016) observerades en markant nedgång, särskilt i SD 27, där kvoten åter låg kring 0,65–0,7. Under de senaste åren (2020–2024) har könskvoten åter ökat i båda områdena och närmat sig 1, med värden omkring 0,9–0,95 i SD 27 och något lägre i SD 25–29. Mot slutet av tidsserien framstår könsfördelningen av honor och hanar som mer balanserad än under tidigare perioder, då beståndet ofta präglades av en tydlig dominans av ett av könen.



Figur 25: Utveckling av könskvot (M/F) hos sill/strömming i SD 27 och SD 25–29. Är värdet under 1 är andelen honor störst, är värdet större än 1 är andelen hanar i majoritet.

### Könskvot (M/F) för i kustnära respektive utsjöområden i SD 27 mellan 1996–2024

Könskvoten (M/F; antal hanar per hona) för strömming i SD 27 visas i figur 26 för kustnära områden (här definierade som ICES-rutor som inkluderar kusten) och utsjöområden under perioden 1996–2024. Resultaten visar tydliga skillnader mellan områdena samt betydande variation mellan år. Under slutet av 1990-talet låg könskvoten i båda områdena huvudsakligen under 1, vilket indikerar en dominans av honor. I början av 2000-talet fortsatte könskvoten att variera kring cirka 0,6–0,9 i kustzonen, medan utsjöområdet generellt uppvisade något högre värden. Från omkring 2008 framträdde en tydlig divergens mellan områdena. I utsjöområdet ökade könskvoten markant och översteg 1 under flera år (2008–2012), med maximala värden omkring 1,15–1,17, vilket indikerar en tillfällig dominans av hanar. Under samma period låg könskvoten i kustzonen genomgående under 1 och varierade mellan cirka 0,6 och 0,85. Efter 2013 minskade könskvoten i utsjöområdet men låg fortsatt generellt högre än i kustzonen. Under mitten av 2010-talet noterades en nedgång i båda områdena, men skillnaden mellan kust och utsjö kvarstod. Under perioden 2019–2024 ökade könskvoten åter i utsjöområdet och närmade sig eller översteg 0,9–1,0. I kustzonen förblev nivåerna lägre och mer stabila, huvudsakligen mellan ca 0,45 och 0,6.



Figur 26: Utveckling av könskvot (M/F) för strömming i kustnära respektive utsjöområden i SD 27. Är värdet under 1 är andelen honor störst, är värdet större än 1 är andelen hanar i majoritet.

## Sammanfattning av biologiska förändringar (1990–2024)

Analyserna av biologiska data för sill/strömming i SD 27 och SD 25–29 visar att populationens storleksstruktur, åldersstruktur, kondition, reproduktion och könsfördelning har varierat tydligt över tid.

### *Medellängd*

Medellängden har generellt varit högre i SD 25–29 än i SD 27. Under det senaste decenniet ses dock en nedåtgående trend, och mot slutet av tidsserien konvergerar nivåerna mellan områdena.

### *Stora och äldre individer*

Andelen stora och äldre individer uppvisar tydlig säsongsmässig variation, med högre proportioner främst under kvartal 1–2. Detta kan indikera ansamling av lekande fisk under dessa perioder.

### *Äldre åldersklasser*

Andelen individer  $\geq 7$  år visar en mer konsekvent minskning över tid, medan andelen  $\geq 5$  år varierar mer mellan år utan en lika tydlig långsiktig nedgång.

### *Rumslig fördelning*

Den rumsliga analysen antyder en möjlig successiv förskjutning av äldre individer mot sydligare områden över tidsperioden.

### *Medelålder*

Medelåldern varierar i stort sett synkront mellan områdena, men med större amplitud i kustzonen, vilket tyder på en mer dynamisk åldersstruktur där.

### *Kondition*

Fultons konditionsfaktor uppvisar liknande utveckling i båda områdena, med en tydlig återhämtning och de högsta värdena mot slutet av tidsserien.

### *Reproduktion*

Lekaktiviteten är starkt säsongsbunden och kulminerar under kvartal 2, särskilt i utsjöområden, medan övriga kvartal generellt uppvisar lägre nivåer.

### *Könsfördelning*

Könskvoten varierar över tid och har periodvis visat dominans av antingen honor eller hanar. Mot slutet av tidsserien framträder en mer balanserad könsfördelning, även om skillnader mellan kust och utsjö kvarstår.

## Akustik

### *Akustisk metodik*

Denna del syftar till att övervaka rumsliga och tidsmässiga förändringar i förekomst av fisk genom akustiska metoder. Vi presenterar en preliminär analys av akustisk information.

### **Akustik insamlat från R/V Svea**

All datainsamling sker i enlighet med internationellt koordinerade metodbeskrivningar (BIAS). Man bör betänka att dessa sA-värden inkluderar all fisk och inte enbart sill/strömming även om vår trålinformation visar på en stark dominans i dessa områden. Expeditioner som genomförts inom uppdraget för RU-trålgräns visas i figur 27. Övergripande så visas medelvärden av information av akustisk biomassa, vilket förkortas 'sA' och anger värden per nautisk mil. Övriga expeditioner som genomförts inom RU-trålgräns under 2025 har inte analyserats vid färdigställandet av denna rapport. Analyserna är preliminära och bör beaktas som arbetsmaterial.

### **Akustik insamlad med segeldrönare**

Data samlades in mellan 1 – 27 oktober 2024 samt 23 okt – 14 nov 2025. Ett 200 kHz (Kongsberg ES200-7CDK) ekolod användes, inställt i bredbandsläge (FM). Ingen klassificering ellerfiltrering av ekon gjordes, vilket betyder att vi tolkar allt backscatter som fisk.

Från ekointegralen (NASC) har tätheten av fisk beräknats på följande vis:

Täthet fisk [# / km<sup>2</sup>] = NASC / sigma

sigma =  $4 \times \pi \times 10^{TS/10}$

Som TS-värde användes nya (Hentai Sundberg pers. com.) resultat från område 27, som visar att TS för strömming vid 200 kHz kan förväntas följa ekvationen:

TS =  $8,24 \times \log_{10}(\text{Längd}) - 56,88$ .

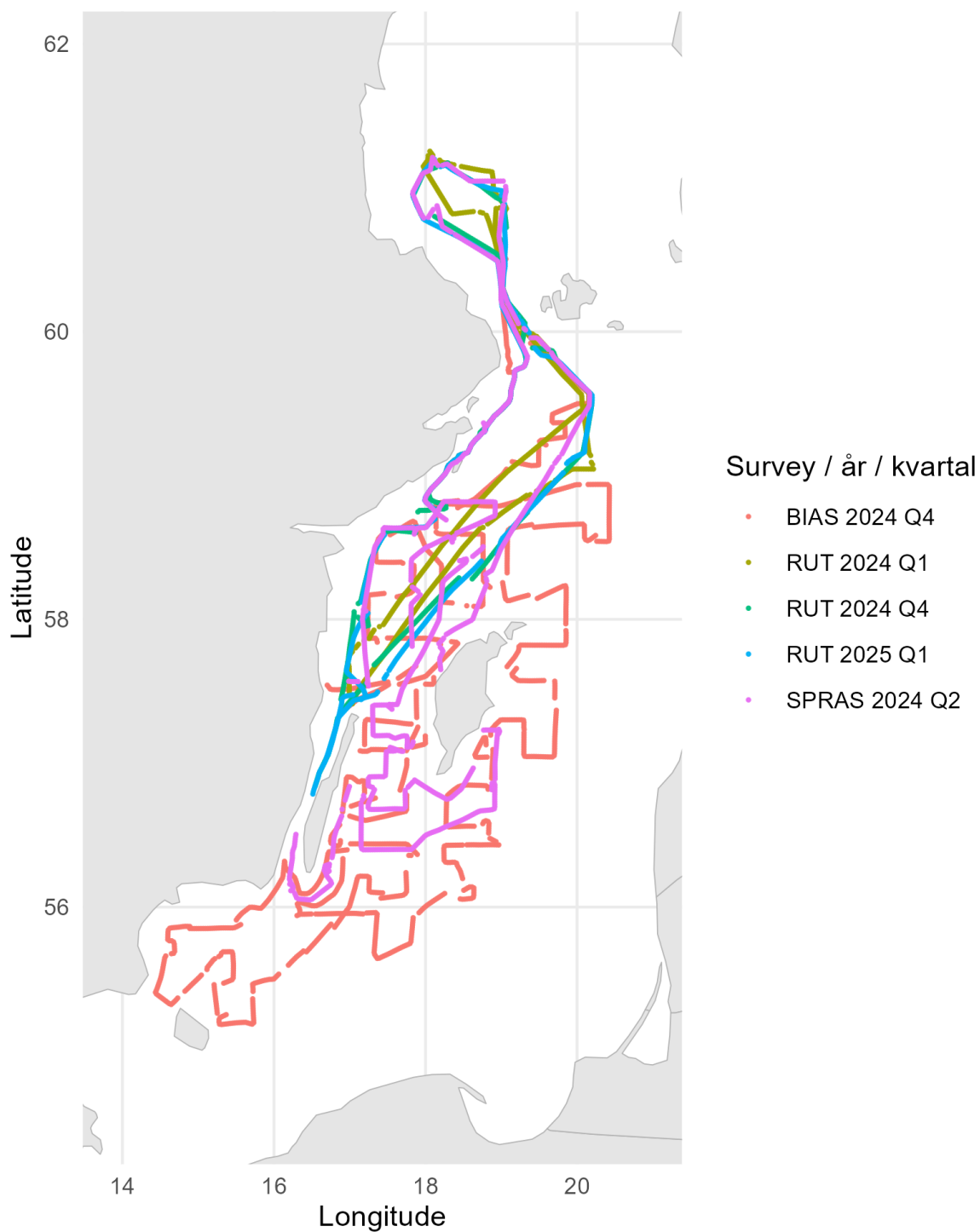
Detta innebär att en strömming som har en längd motsvarande 20 cm, förväntas ha ett TS värde på -46,2 dB.

Biomassa beräknades enligt: Biomassa [ton/km<sup>2</sup>] = Täthet fisk x medelvikt

Som värde på medelvikt användes ekvationen:

Vikt =  $A \times \text{Längd}^B$

Med parametervärdena A = 0,0059 och B = 3,09, en strömming på 20 cm motsvarar då en vikt på 62 g enligt ekvationen.

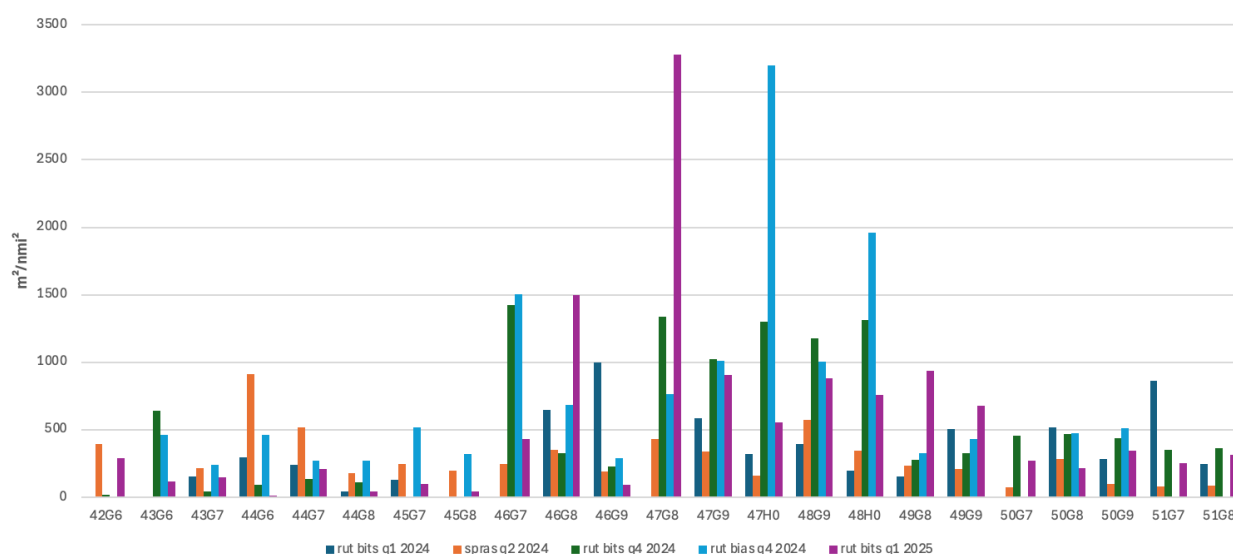


Figur 27: Grafisk presentation av de expeditioner som genomförts i Östersjön inom RU-trålgräns fram till kvartal 1 2025. Färgerna representerar olika expeditioner och respektive kvartal e.g. Q1.

## Akustiska resultat

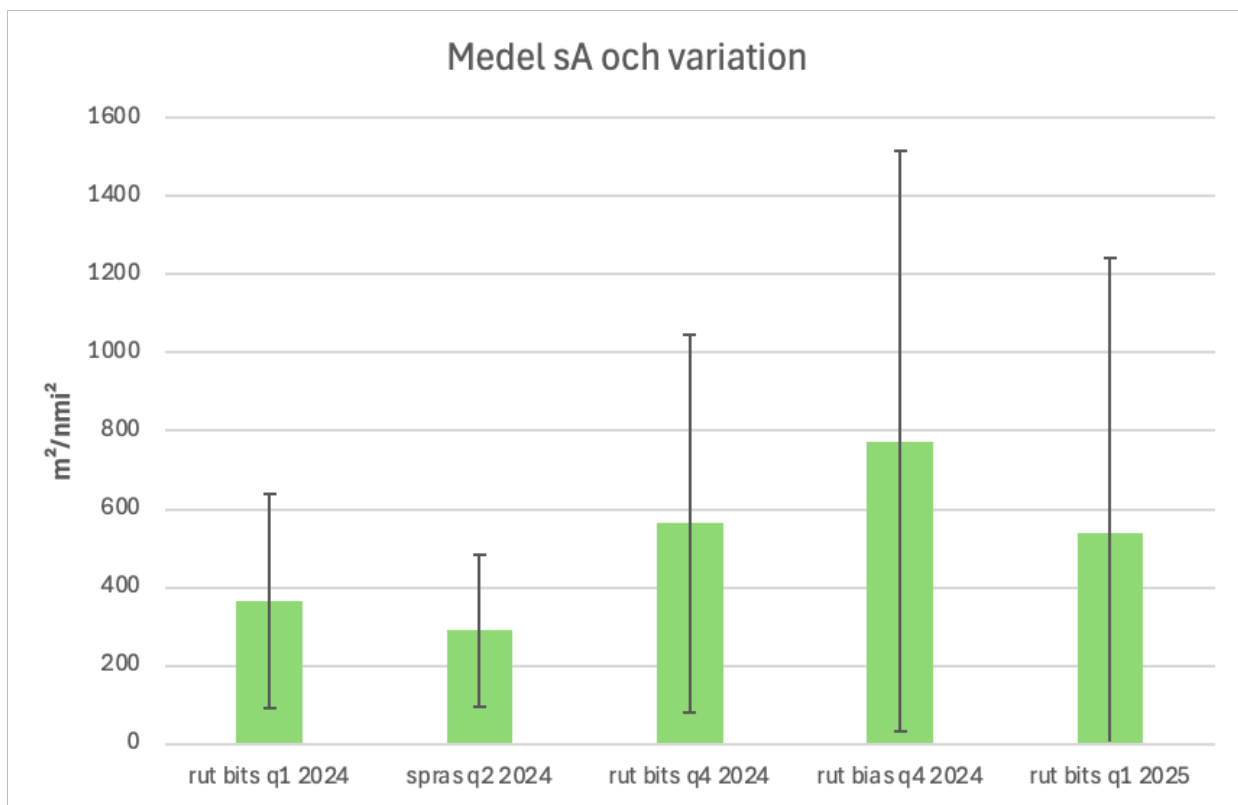
### Akustisk biomassa kopplat till RU-trålgränsexpeditioner

Den akustiska biomassan (sA) uppvisade en tydlig rumslig variation mellan de olika ICES-rutorna som analyserats hittills under RU-trålgräns (figur 28). Generellt observerades de högsta värdena i de centrala rutorna (särskilt 47G8 och 47H0; utanför Södermanland och Stockholm), medan de sydvästra och nordöstra rutorna (exempelvis 42G6, 43G7, 44G8 samt 51G8) uppvisade lägre nivåer.



Figur 28: Medelvärden av akustisk biomassa per ruta under de expeditioner som genomförts med i RU-trålgräns.

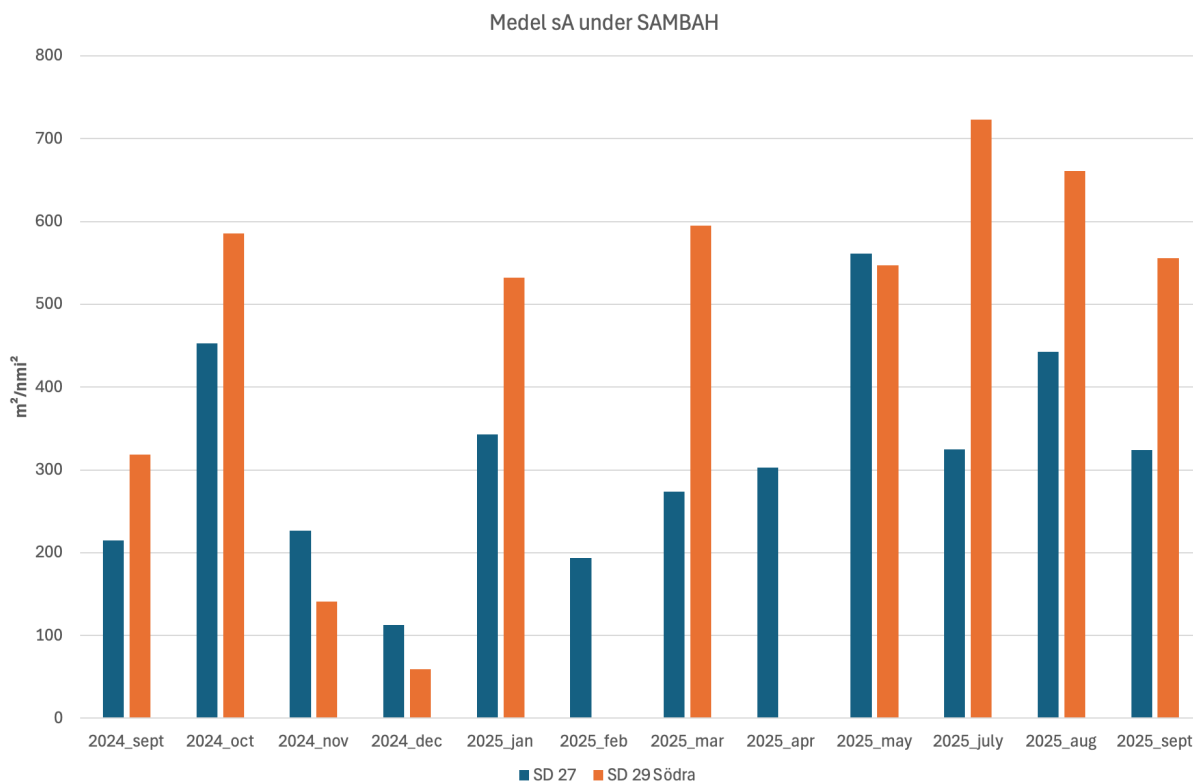
Under kvartal 4 år 2024 noterades en generell ökning av sA jämfört med kvartal 1 samma år i flera rutor, särskilt inom område 46–48. Kvartal 1 år 2025 uppvisade markant förhöjda medelvärden i vissa centrala rutor, särskilt i 47G8 där sA översteg 3000. Även i 46G8 och 49G8 noterades relativt höga nivåer jämfört med föregående år. Denna ökning var dock inte jämnt fördelad över samtliga rutor, vilket indikerar en koncentrerad rumslig fördelning snarare än en generell ökning över hela området. Generellt kan man också se att variansen också är högst i området utanför Södermanland och Stockholm vilket kan tyda på att det sker en tydlig säsongsmässig migration i detta område. Samma data, men presenterat som årliga medelvärden, visar att högst biomassa uppmättes under kvartal 4 (BIAS) samtidigt som den största variansen uppmättes kvartal 4 och kvartal 1 (figur 29).



Figur 29: Årliga medelvärden av akustisk biomassa under de expeditioner som genomförts med RU-trålgräns. Variansen av akustisk biomassa visas här som standarddeviation.

#### Utveckling av akustisk biomassa kopplat till expeditioner utanför RU-trålgräns

I ett ytterligare försök att undersöka hur den säsongsmässiga variationen i akustisk biomassa ser ut i område SD 27 och SD 29 analyserades även akustisk information som insamlats under SMHI:s provtagningsexpeditioner vilka sker månatligen med R/V Svea över året (projekt SAMBAH), (figur 30).



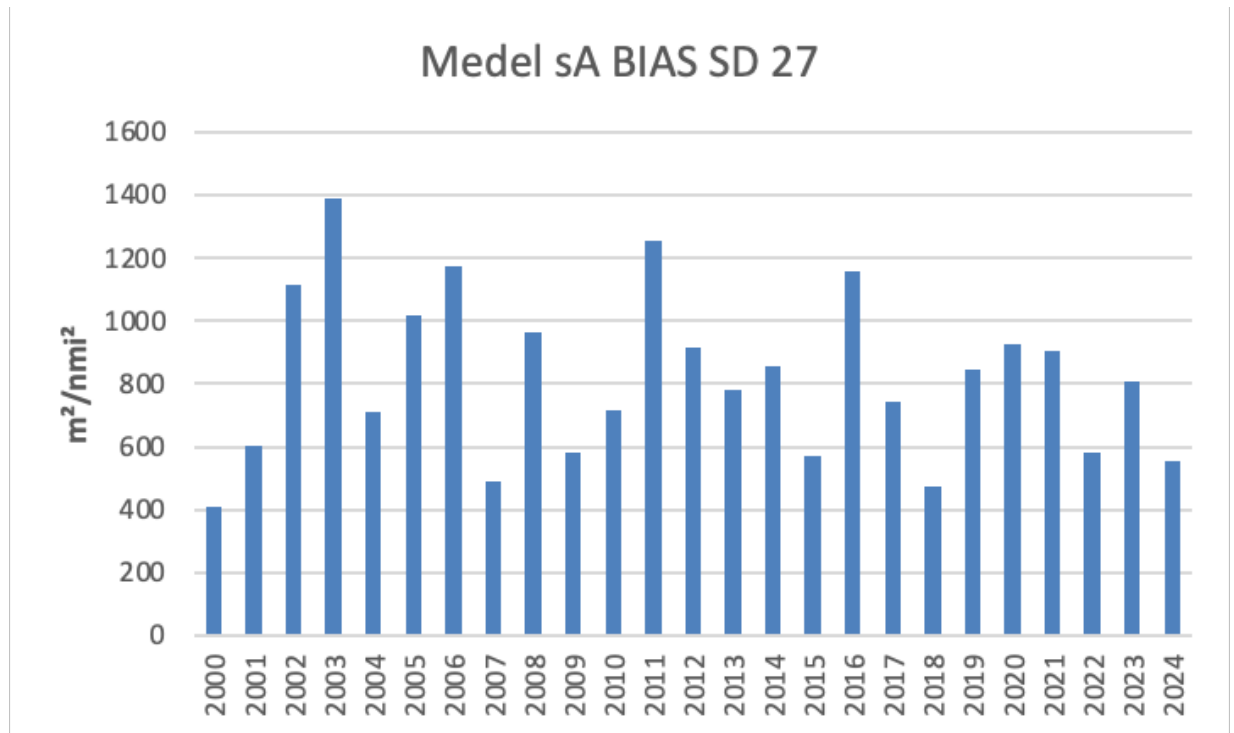
Figur 30: Figuren visar månatliga medelvärden av sA (index för akustisk biomassa) under perioden september 2024 till september 2025 i SD 27 och SD 29 Södra.

Under SMHI:s resor i SD 27 och SD 29 Södra ser vi inte samma säsongsmässiga mönster som observerats under RU-trålgränsexpeditionerna. SD 27 och 29 Södra uppvisar dock säsongsvariation, men med olika amplitud och tidpunkt för toppar. Generellt är nivåerna högre i SD 29 Södra än i SD 27 under större delen av perioden, särskilt under vinter och sommar 2025. Högsta nivåerna noteras i oktober 2024 samt i juli–augusti 2025 medan vinterperioden kännetecknas av lägre nivåer.

#### Akustisk biomassa kopplat till BIAS-expeditioner

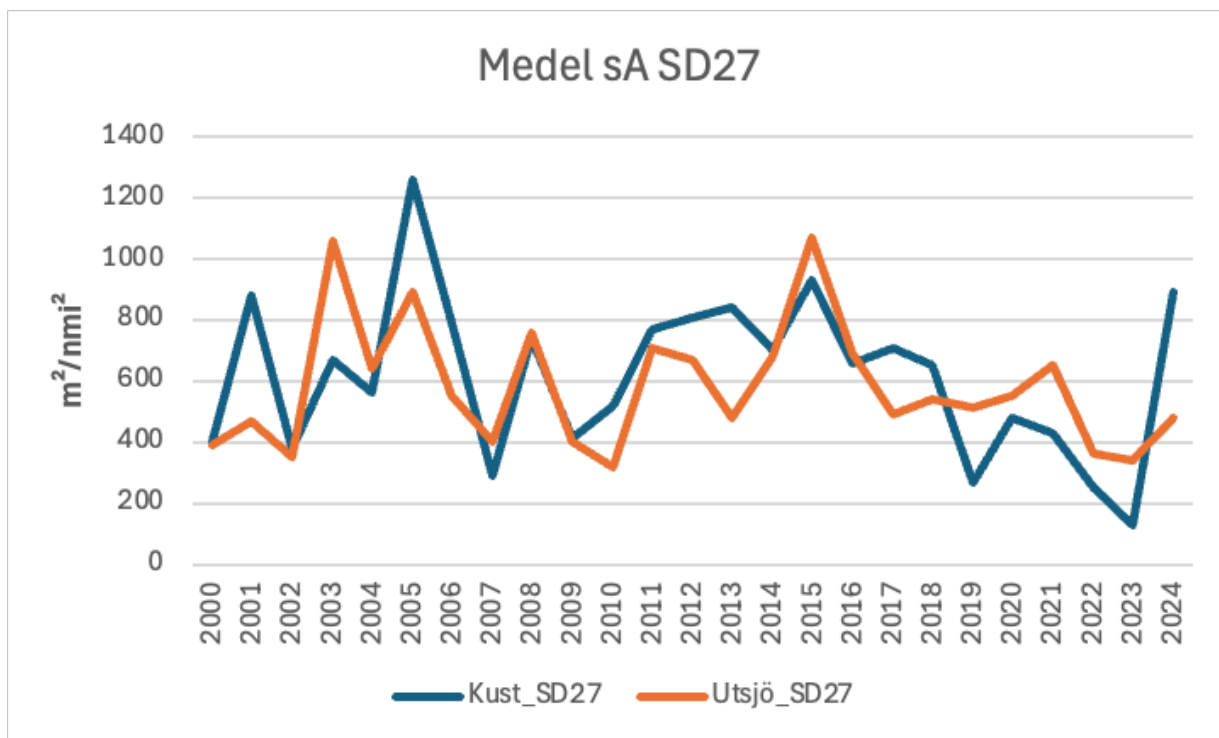
Under expeditioner inom ramen för Baltic International Acoustic Survey (BIAS) har SLU har insamlat akustiska data från utsjöexpeditioner i Östersjön från större fartyg (U/F Argos, F/F Dana och R/V Svea). Det primära syftet med BIAS är att ta fram fiskerioberoende index för beståndsstorlek och geografisk fördelning av pelagiska fiskar i Östersjön och undersökningen används för att uppskatta biomassa och abundans av pelagiska arter.

Sedan år 2000 har dessa data sammanställts till akustiska data för biomassa från BIAS-undersökningarna som vanligen sker på hösten. För SD 27 (figur 31), har BIAS-data sammanställts av akustisk biomassa vilka visar en tydlig mellanårsvariation med en svagt negativ långsiktig trend efter år 2003.

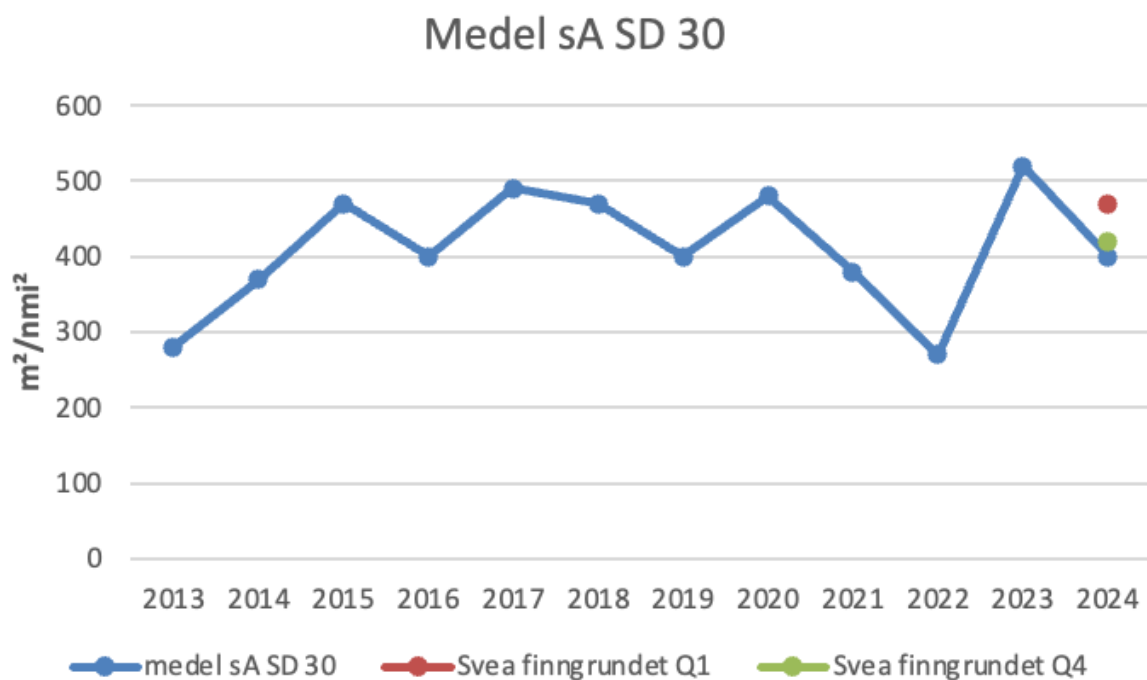


Figur 31: Graf över årliga medelvärden av sA (index för akustisk biomassa) under perioden 2000–2024 för SD 27.

I en jämförelse av akustisk biomassa mellan kust- och utsjörutor uppvisar båda områdena en märkbar interannuell variation utan en tydlig långsiktig linjär trend över hela tidsperioden (Figur 32). Under början av 2000-talet observeras svängningar i akustisk biomassa från både kust och utsjöområden. Skillnaderna mellan akustisk biomassa uppmätt vid kusten och utsjön är generellt måttliga under ca. en tioårsperiod från 2007 till 2016. Efter 2016 ses en nedgång i akustisk biomassa i från båda områdena med en brant minskning i kustserien mellan 2019–2023, lägsta uppmätta notering 150. Nästkommande år visar kustdatat en kraftig återhämtning, medan utsjöområdet visar en mer försiktig ökning. Sammantaget visar tidsserien av akustisk biomassa en hög interannuell variabilitet och variationerna är relativt synkroniserade mellan både kust och utsjöområdet.



Figur 32: Grafen visar utvecklingen av medelvärdet av sA (index för akustisk biomassa) i ICES Subdivision 27 (SD 27) under perioden cirka 2000–2024, uppdelat mellan kustnära (Kust SD 27) och hela området (Utsjö SD 27).



Figur 33: Utveckling av det akustiskt index (medel per år baserat på BIAS) för södra SD 30 i jämförelse med Sveas två expeditioner på Finngrundet.

På samma vis som för undersökningarna i BIAS i föregående stycke har akustiska data sammanställts från område SD 30. Då Sverige inte genomfört akustiska undersökningar i område SD 30 på flera år analyserades även finska akustiska data insamlat från fartyget R/V Aranda i tillägg till den data som insamlats från R/V Svea under 2024 (figur 33). Mätserien från de finska akustikundersökningarna visar på samma vis som för område SD 27 på interannuella variationer, och en kraftig nedgång syns under 2022 för att efterföljas av en kraftig uppgång.

## Sammanfattning

### *Preliminära analyser av akustisk information (R/V Svea)*

De akustiska undersökningarna som genomförts inom RU-trålgräns s visar en tydlig rumslig och temporal variation i akustisk biomassa (sA). De högsta värdena observerades genomgående i centrala ICES-rutor utanför Södermanland och Stockholm, medan mer perifera rutor uppvisade lägre nivåer. Variansen var störst i området utanför Södermanland och Stockholm, vilket också indikerar en uttalad säsongsmässig omfördelning av biomassa alternativt att det finns lämpliga miljöer varierar i större utsträckning i dessa områden jämfört med resten av det undersökta området. Den långsiktiga tidsserien för SD 27 (BIAS, 2000–2024) visar tydlig mellanårsvariation och en svag negativ trend sedan början av 2000-talet. Kust- och utsjöserierna uppvisar i stort sett synkrona variationer, men med större amplitud i kustområdet. Sammantaget visar analyserna att den akustiska biomassan uppvisar hög interannuell och säsongsmässig variabilitet, med tydliga rumsliga skillnader och återkommande perioder av koncentrerad biomassa i centrala delar av undersökningsområdet. Vi kommer vidare att analysera de resterande expeditionerna under 2025 som genomförts inom RU-trålgräns för att se om de mönster som vi observerat hittills är återkommande.

### *Preliminära analyser Sailor-data från Finngrundet, oktober – november 2024–2025*

Biomassan i hela Finngrundets studieområde uppskattades till 1,8 ton/km<sup>2</sup> under expeditionen 2024 och till 2,4 ton/km<sup>2</sup> under expeditionen 2025. Skillnaden mellan åren bedöms sannolikt ligga inom metodens felmarginal och kan delvis även förklaras av naturlig mellanårsvariation i beståndets storlek. Resultaten visar dock en tydlig dygnsvariation, med mycket låga värden (nära noll) mellan cirka kl. 05:00 och 13:00. Under denna period befinner sig fisken sannolikt nära botten och kan därför inte detekteras av den använda metoden. Om dessa observationer exkluderas varierar den genomsnittliga dagliga biomassan mellan ungefär 3 och 6 ton/km<sup>2</sup>.

Dessa nivåer kan jämföras med förvaltningsmålet för strömming i Bottniska viken, som uppgår till cirka 500 000 ton fördelat över ett område på 116 300 km<sup>2</sup>, vilket motsvarar en genomsnittlig biomassa på omkring 4,3 ton/km<sup>2</sup>. Sammantaget indikerar resultaten att de mängdberäkningar som baseras på data insamlade från SLU Aqua Sailor ger kvantitativt rimliga uppskattningar av biomassan i området.

## Planering 2026 (Utsjö)

### *Biologiska variabler*

För analysarbete under 2026 vi att fokusera på en fördjupad bearbetning och tolkning av de biologiska data som samlats in. Vi kommer att fortsätta med analys av biologisk information av skarpsill och storspigg på ett liknande sett som presenterats ovan för sill/strömning, men man bör beakta att vi inte har samma datainsamling på storspigg som de två övriga arterna. Vidare kommer vi utveckla rumsligt explicita kartor över täthet och biomassa genom interpolering eller modellbaserad prediktion. Dessa kartor tas fram per säsong och år för att visualisera utbredningsmönster, kärnområden och förändringar över tid. Sammantaget syftar dessa steg till att integrera akustiska, biologiska och miljörelaterade data i en sammanhållen analysram, vilket stärker möjligheten att beskriva beståndens struktur, dynamik och drivkrafter på ett kvantitativt och rumsligt explicit sätt. Vi tidpunkten för sammanställningen av denna rapport har vi idag inga utarbetade data på diet från det huvudsakliga undersökningsområdet vilket grundar sig på brist på tid för analys. Under 2026 förväntas ett delprov av det antal fiskmagar från sill/strömning, skarpsill och storspigg-prover som insamlats hittills att analyseras med en kombination av DNA-metastreckkodning och traditionell stereomikroskopteknik i samarbete med Stockholms universitet. Dessa data kommer att ge essentiell information om bytesdjurens sammansättning, resursöverlappning mellan arter och trofisk näringsvävdynamik mellan de berörda små pelagiska arterna. Vi kommer vidare att försöka utvärdera möjligheterna att sammanarbeta med Polen och Litauen för att utparbetat insamlade dietprover av pelagisk fisk.

### *Planering akustik inklusive biologisk provtagning*

Under 2026 planeras totalt 12 fartygsdagar med R/V *Svea*, vilket motsvarar omfattningen och fördelningen under 2024. Från genomförda träldrag kommer sill/strömning, skarpsill och storspigg att provtas, samt övriga arter när dessa förekommer i fångsten. För sill/strömning genomförs insamling av diet- och genetiska prover enligt samma protokoll som föregående år, vilket möjliggör jämförbarhet mellan år. Övervakningen av pelagiska bestånd kommer fortsatt att förstärkas med segeldrönare. Under första halvåret 2026 kommer en ytterligare en enhet att ha införskaffats, vilket ökar den operativa kapaciteten, särskilt vid Finngrundet och i andra kustnära områden inom SD 27 och SD 29. Det stationära ekolod som testades i SD 27 under 2025 har uppgraderats tekniskt och kommer under 2026 att användas i ett utvalt område inom samma SD. Parallellt vidareutvecklas analysmetodiken för de insamlade akustiska data, med fokus på att kvantifiera rumsliga mönster och säsongsvariationer i beståndens förekomst och täthet. Sammantaget stärker detta den integrerade, akustikbaserade övervakningen av pelagiska fiskbestånd i området.

## **Vetenskaplig kustfiskeundersökning**

Under 2025 initierades också ett provfiske i det område som stängts för trålfiske. Syftet var att på en detaljerad nivå följa fångster (CPUE, potentiella delbestånd) i tid och rum i två områden (vattnen norr om Öland samt vatten utanför Oxelösund). Designen för provfisket utarbetades tillsammans med de småskaliga trålfiskare som varit aktiva i områdena. Dessa trålfiskare kontrakterades också för provfisket. Tanken är att provfisket ska fortgå under hela stängningsperioden för trålfiske. Tyvärr inträffade en mycket allvarlig olycka i Oxelösundsområdet under den första provfiskeomgången i december 2025 och olyckan utreds av Statens haverikommission (SHK S-331/25 (ELLIS)). Under 2026–2027 kommer därför provfisket bara att bedrivas i området norr om Öland.

## **Kust- bakgrund**

Insamlingen av kustdata utförs genom två metoder, kustprovtagning och loggboksdata från småskaliga fiskare. Dessa metoder kompletteras med det vetenskapliga försöksfisket och hydroakustik, vilka båda beskrivs i offshore-avsnittet i denna rapport. Användningen av metoder som överlappar varandra för offshore- och kustmiljöer är avsedd att knyta samman de två områdena och säkerställa en så holistisk datainsamling som möjligt. Mer specifikt syftar kustprovtagningen till att fånga sillens lekmigration in till kusten varje vår i det reglerade området (SD 27) och utanför (SD 30) och studera förändringar över tid, då motsvarande undersökningar genomfördes på 1970-talet. Loggboksdata används för att studera fångst per enhetsansträngning (CPUE) för det småskaliga garnfisket och eventuella förändringar under studieperioden.

## **Metodik (kustfiske vid Forsmark och Simpevarp)**

Provfiskena har genomfört vid fem tillfällen under våren 2023–2025, från första fisketillfället vecka 17 (slutet av april) och sedan varannan vecka fram till vecka 25 (mitten av juni). Provfiskeredskapet som användes var Kustöversiktsnät (kod 9 hos Kustlaboratoriet), och vid varje provfisketillfälle fiskades totalt fyra stationer. Kustöversiktsnäten är 35 meter långa och 3 meter höga och utgörs av fem olika maskstorlekssegment. Varje segment är fem meter långt och de olika maskstorlekarna är 17-, 22-, 25-, 33- och 50 millimeter. Samtliga stationer fiskades med två sammanlänkade kustöversiktsnät med undantag av station 23 som hade tre sammanlänkade nät (tabell 5 och figur 34). Två av stationerna, station 23 och 24, ingick i provfiskeundersökningarna inom miljöövervakningsprogrammet för Forsmarks kärnkraftverk som genomfördes under 1970- och 80-talet. Övriga två stationer (station 28 och 36) ingår i det aktuella miljöövervakningsprogrammet för kärnkraftverket, med nätprovfiske med Kustöversiktsnät under oktober månad.



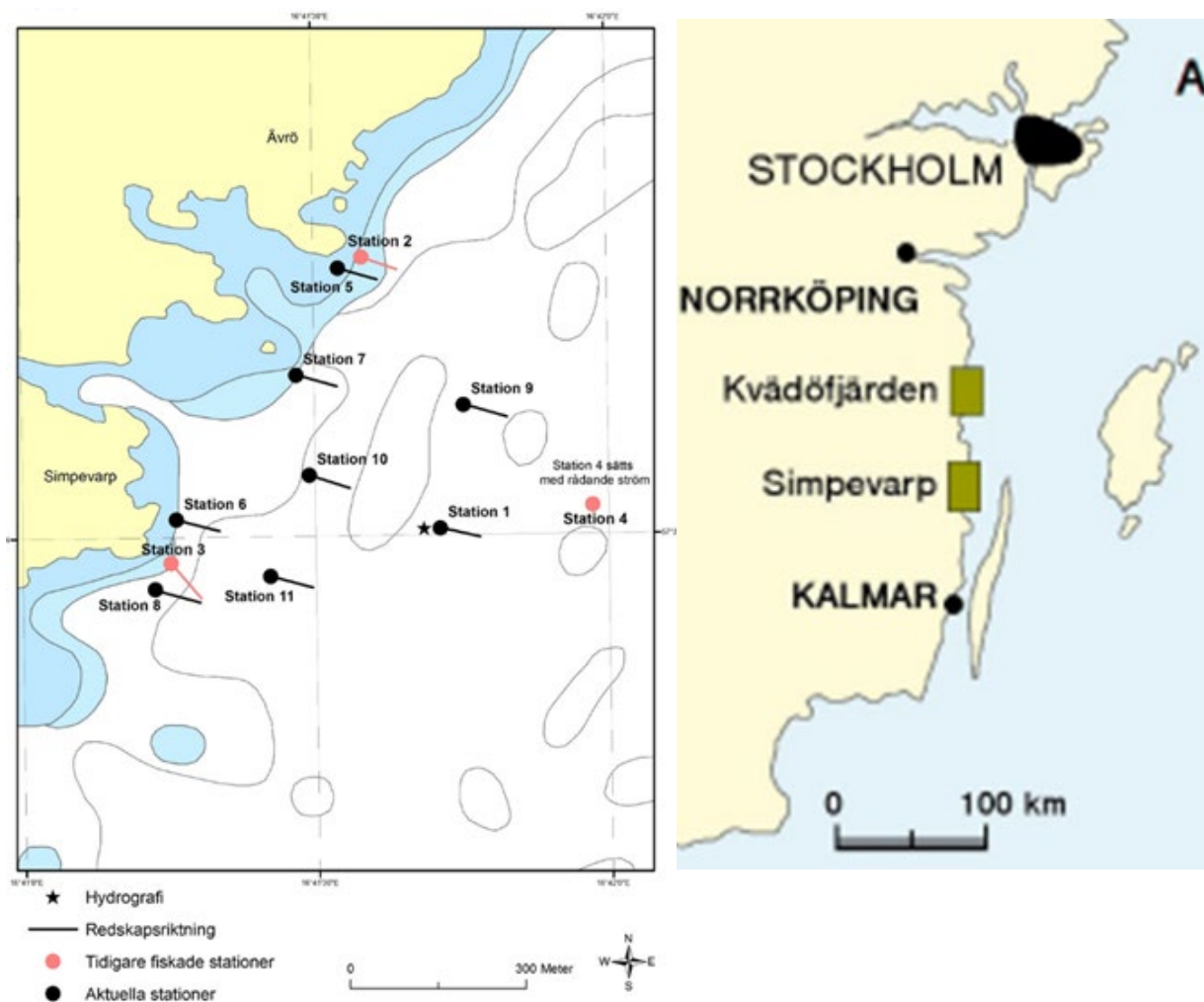
Figur 34: Karta över stationer och representativ punkt för provfiske med kustöversiktsnät i Forsmark.

Provfiskena genomfördes enligt standardmetodik för undersökningstypen ”Provfiske med kustöversiktsnät” (Andersson 2015). Provfiskenäten sattes i sjön på eftermiddagen mellan 14.00 – 17.00 och vittjades dagen efter mellan 7.00 – 9.00. Provfiskefångsterna hanterades inomhus i lokalerna vid Biotestsjön, där fisken plockades ut ur näten och sorterades per station och för vilken maskstorlek de fastnat. Vid registrering av fångsterna delades fisken in art, för att därefter längdmätas och vägas. Fångsterna registrerades i Kustlaboratoriets databas ’KUL’ enligt standardförfarande, och för längdregistrering användes längdgruppstandard 3 (1 cm-klasser) och för vikt ’kilogram’ (med tre decimaler).

I samband med registreringarna av fångsterna sorterades strömmingarna för individprovtagning. Vid varje provfisketillfälle mättes samtliga strömmingar i fångsten per 0,5 centimeter-klass. Från varje 0,5 centimeter-klass sparades samtliga strömmingar, dock max tio individer per längdgrupp. Strömmingarna i samma 0,5 centimeter-klass placerades i märkta påsar (datum och 0,5 centimeter-klass) och placerades i frys för planerade individprovtagningar vid senare tillfälle.

För att komplettera sill/strömmingsdata från kusten inom delprojektet har även strömming från Egentliga Östersjön) samlats in. Inom miljöövervakningen för Oskarshamns kärnkraftverk, Simpevarp, har provfiskeundersökningar genomförts årligen i området utanför recipienten med uppvärmt kylvatten (Figur 35).

Provfiskena har pågått sedan början av 1970-talet och genomförs vid sex tillfällen under våren (1 april - 15 juni) med samma metodik och provfiskenät (Kustöversiktsnät) som i undersökningarna i Forsmark. I samband med provfiskena under 2023–2025 har strömming insamlats i enlighet med metodiken (beskriven ovan) som sker för provfisken utanför Forsmark.



Figur 35: Karta över stationer för provfiske med kustöversiktsnät i Simpevarp (t.v.) samt översiktsbild av sydostkusten med markering för Simpevarp.

Vid individprovtagningarna av strömming från Forsmark och Simpevarp registrerades de biologiska parametrarna total längd, totalvikt, kön och gonadstatus enligt SMFS åttagradiga skala (Naturvårdsverket, 1997). Eftersom strömmingarna var bevarande genom frysning angavs även den 0,5 centimeters-klassen de ingick i vid provfisketillfället. Det är väl känt att fisk krymper vid frysningsprocesser och längdmåttet minskas därmed från tiden då den var färsk. I samband med individprovtagningarna sparades även biologisk vävnad för senare analys; otoliterna för åldersbestämning, muskelvävnad för DNA-analys och ögonlinserna för

nutritionsanalys. Registreringarna av individprovtagningarna genomfördes via Microsoft Excel och data sparades på Kustlaboratoriets dataserver. Vid senare tillfälle har data överförts till SLU Aquas databas KUL.

Åldersbestämning av de provtagna strömmingarna (från Forsmark och Simpevarp) under åren 2023–2025 har genomförts genom otolitanalyser och registrerats i KUL. Analyserna av genetik och nutrition planeras till 2026. Genetikproverna kommer att skickas till konsult för analys och nutritionsproverna i form av ögonlinser ska analyseras av befintlig personal på Kustlaboratoriet i Öregrund.

Tabell 5: Parametrar och vävnader som ingick i individprovtagningarna av sill/strömming.

Biologisk parameter	Enhet	Syfte
Totallängd	millimeter	Längdfördelning, tillväxt, konditionsindex
Totalvikt	gram	Konditionsindex
Kön	hona/hane	Könsfördelning
Gonadstadium	8-gradig SMSF- skala	Andel köns mogna vår- eller höstlekare, tidpunkt för lek
Otoliter	2 st <i>Sagittae</i>	Åldersbestämning och tillväxt
Genetikprov	En bit av fena	För DNA-analys. Minst två prover per 0,5 cm-klass samt samtliga individer från 23,5 cm och större (dock max tio individer). Totalt minst 30 individer per provfisketillfälle.
Ögonlinser	Båda ögonlinserna	Nutritions-och spårämnesanalys. Ögonlinserna tas på de individer som ingår i DNA-proverna.

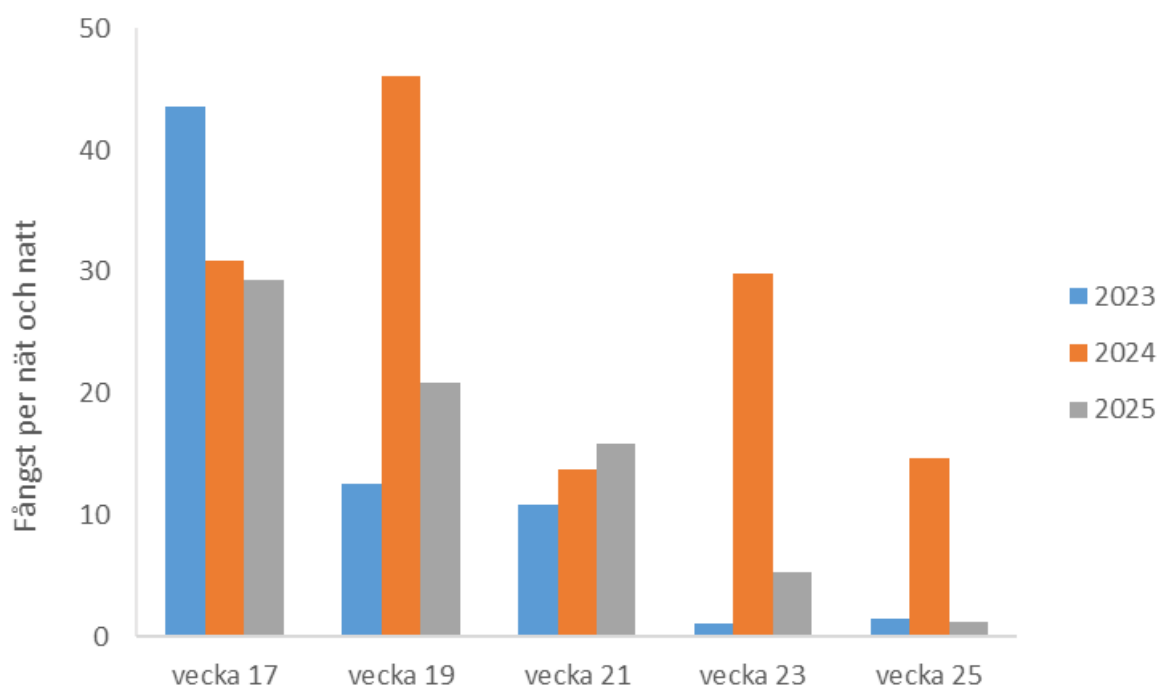
### Preliminära resultat (kustfiske vid Forsmark och Simpevarp)

Provfiskena genomfördes vid fem tillfällen under vårsäsongen 2023 - 2025, från första fisketillfället vecka 17 (från slutet av april) och sedan varannan vecka fram till vecka 25 (mitten på juni). Provfiskena genomfördes i stabila väderförhållanden och vattentemperaturerna varierade från cirka 3 – 6 °C i inledningen av provfiskeperioderna i april till som varmast ca. 17° C i juni månad. Under provfiskena fångades totalt 4 860 individer under 2023, 5 561 individer år 2024 och 5 407 år 2025, fördelat på 19 olika arter under treårsperioden (tabell 6). Vanligaste arterna i fångsterna har varit mört, abborre och strömming.

Tabell 6. Fångster vid nätprovfisket i Forsmark under åren 2023–2025.

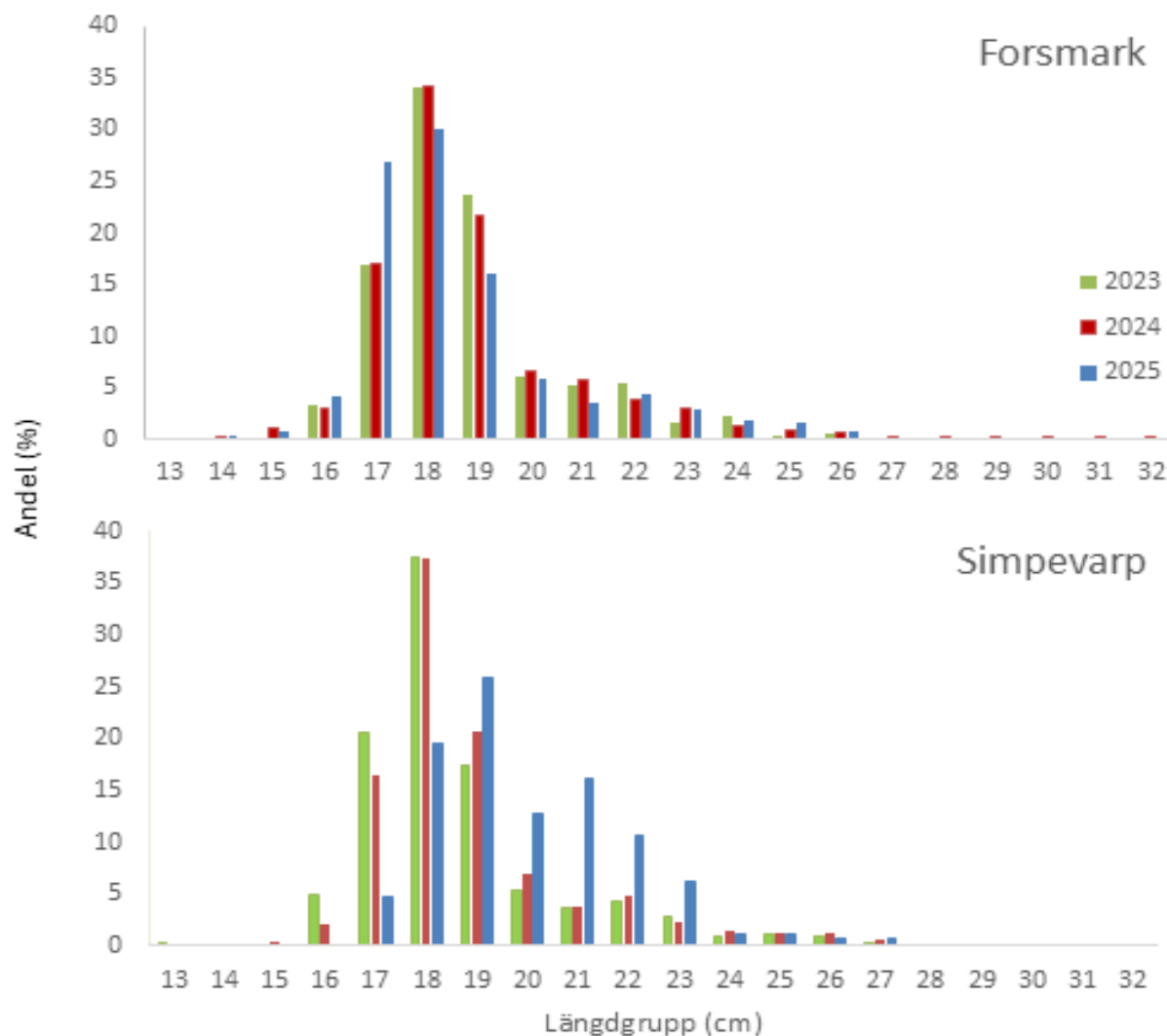
Art	2023	2024	2025
Abborre	1 589	1 577	1 346
Björkna	200	212	220
Braxen	1		
Gädda	2		1
Gärs	408	342	247
Gös	5	2	1
Id	2	3	1
Löja	1	1	
Mört	1 965	2 105	2 904
Nors	42	153	23
Sarv	12	12	2
Sik	6	10	10
Storspigg	7	5	4
Strömming	612	1 128	627
Sutare		2	1
Svart smörbult	1		
Tånglake	5	8	11
Vimma	2	1	8
Öring			1
<b>Totalt</b>	<b>4 860</b>	<b>5 561</b>	<b>5 407</b>

Fångsterna av strömming i Forsmark de senaste åren var som störst under 2024 då 1 128 individer fångades (tabell 6, figur 36). Under provfiskena år 2023 och 2025 omfattade fångsterna ungefär hälften som 2024. Störst andel strömming fångades tidigt under provfiskeperioderna med undantag av år 2024 då fångsterna var relativt stora under hela vårperioden. Storleken på strömningen har varierat från 14 centimeter upp till 32 centimeter, där störst andel strömming var i längdgrupperna 17–19 centimeter (figur 37). Liknande mönster för längdfördelningarna förekommer även för strömningen i Simpevarp (figur 37).

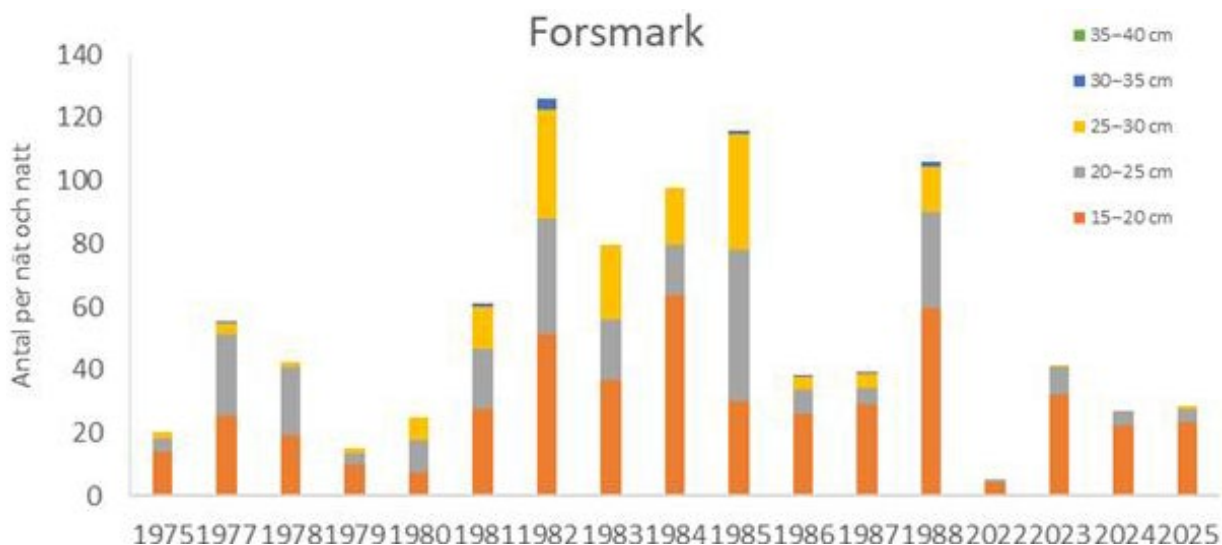


Figur 36: Fångster (antal individer per nät och natt) av strömming i provfiskena från Forsmark under åren 2023–2025 för de veckor undersökningarna genomfördes (vecka 17 – 25).

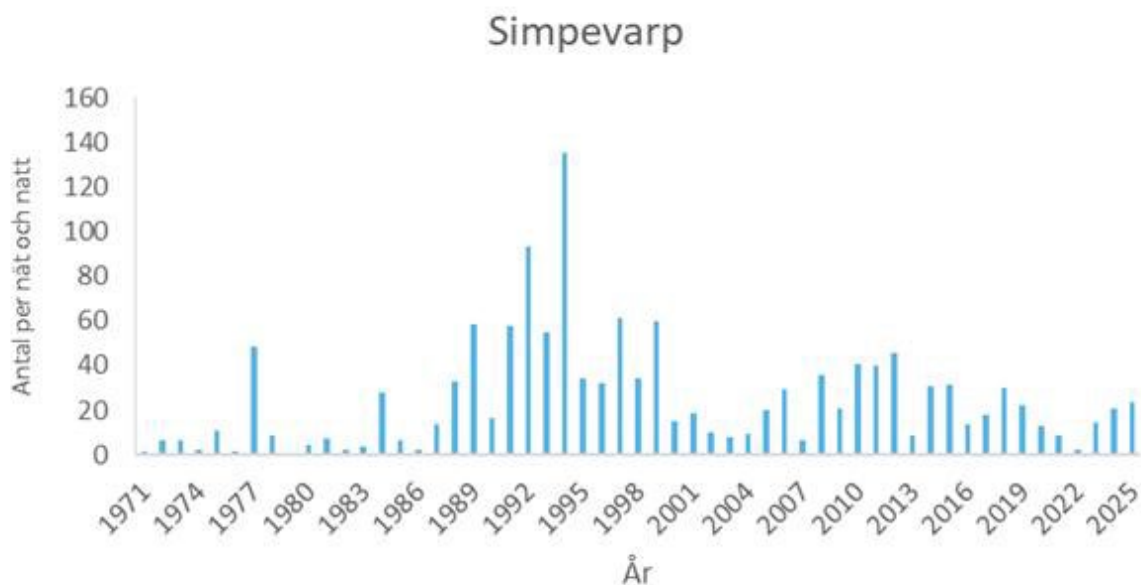
Fångstdata på strömming ifrån provfiske vid Forsmark från 1970-talet och framåt visar att fångsterna var betydligt större för 40 år sedan än vid de senaste fyra åren 2022–2025 (figur 38). En noterbar förändring har skett i storleksfördelningen hos strömmingen där andelen storväxta individer (över 20 cm) var vanligare under 1970- och 80-talet jämfört med vid de senaste fyra åren (figur 38). Jämför vi provfiskedata från Simpevarp var fångsterna som störst under 1990-talet (figur 39), en period som inte provfiskades i Forsmark.



Figur 37: Längdfördelningar av strömming under provfiskeperioden 2023–2025 i Forsmark (övre grafen) och Simpevarp (nedre grafen).



Figur 38: Fångster av strömming i Forsmark under perioden 1975–1988 samt 2022–2025. Staplarna anger fångst per nät och natt (CPUE) fördelat på 5-cm längdklasser.



Figur 39: Fångster av strömming i Simpevarp under perioden 1971–2025. Staplarna anger fångst per nät och natt (CPUE).

Under provfiskena i Forsmark och Simpevarp har totalt 1 185 (Forsmark) och 1 037 (Simpevarp) strömmingar insamlats för provtagning och åldersanalyser (tabell 7). Störst andel av strömmingarna som i urvalet provtogs var vårlekande strömming (79–97%) och dessa befanns sig i stadier av antingen 'nära lek', 'i lek' eller 'utlekta' (tabell 7 och 8). Endast fåtal individer i provtagningen påträffades med defekta gonader eller gonader med onormalt utseende (tabell 7). Konditionen (Fultons K) hos

strömningen var på relativt goda nivåer och värdena för 2025 var något högre jämfört med under 2024 (tabell 8). Under provtagningen för de respektive områdena påträffades något fler honor jämfört med hanar (tabell 8).

Tabell 7: Provtagna strömmingar i Forsmark och Simpevarp under åren 2023–2025 fördelade på honor ♀ och hanar ♂. Gonadernas mognadsutveckling anges enligt ICES åtta-gradiga gonadskala 'SMSF Scale 2021', med sifferkod (21 – Juvenil, 22 – Under utveckling, 31 – Nära lek, 32 – I lek, 41 – Utlekt, 42 – Tillbakabildad och 6 – Abnormal. Bestämning av vårlekande strömning beräknas genom andelen individer i gonadstadium 31, 32, 41 och 42 av totala provtagningsmängden för varje år.

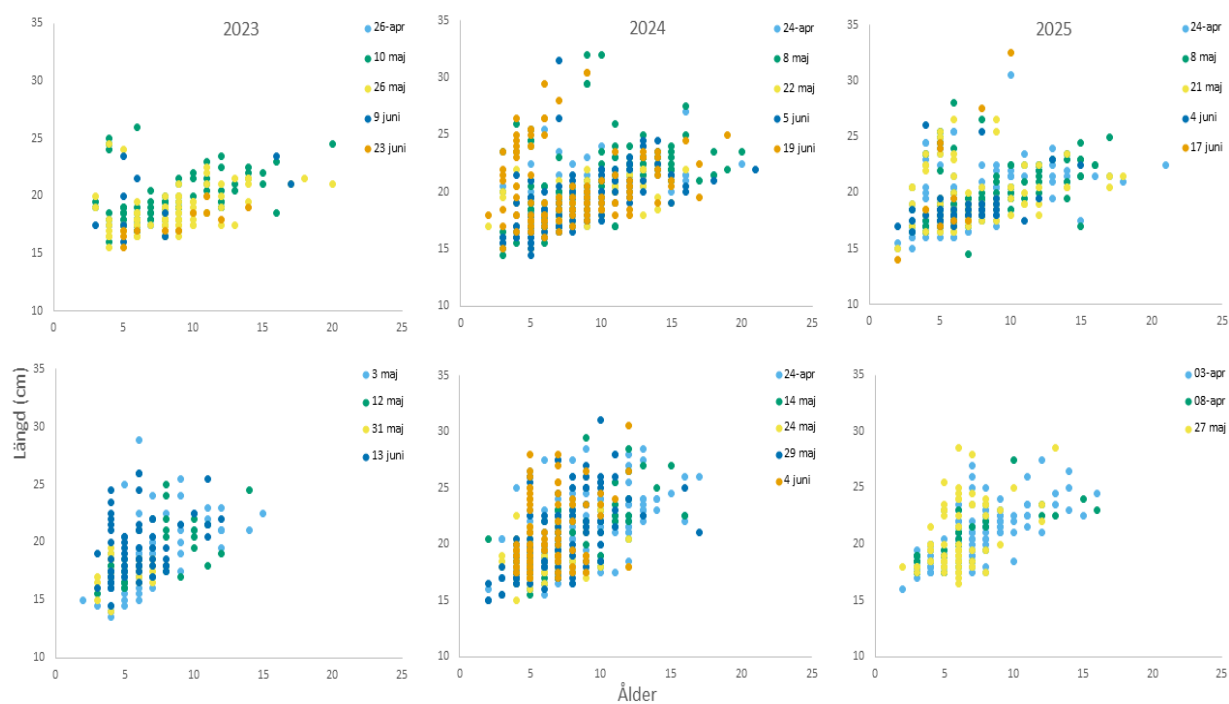
	Forsmark						Simpevarp					
	2023		2024		2025		2023		2024		2025	
Gonadskala	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
21	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
22	25	2	11	5	15	15	19	23	11	4	4	3
31	33	45	170	95	61	110	62	46	88	91	70	99
32	65	30	158	103	75	87	24	19	241	112	41	13
41	7	10	13	9	10	4	11	7	17	11	1	0
42	3	2	7	3	3	4	1	0	6	3	4	2
6	2	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1
Andel vårlekande (%)	87		97		92		79		96		93	
Totalt antal provtagna	224		577		384		213		584		240	

Tabell 8: Medelvärde för kondition hos strömningen i Forsmark och Simpevarp under 2024 och 2025. Resultaten är uppdelade per gonadstatus ('nära lek' och 'i lek') och kön. Konditionen hos strömning för övriga gonadutvecklingsnivåer presenteras inte på grund av för få provtagna individer i dessa grupper.

	2024		2025	
	Hona	Hane	Hona	Hane
<b>Forsmark</b>				
Nära lek (31)	0,65	0,62	0,69	0,72
I lek (32)	0,68	0,65	0,69	0,70
<b>Simpevarp</b>				
Nära lek (31)	0,66	0,65	0,72	0,67
I lek (32)	0,71	0,68	0,68	0,72

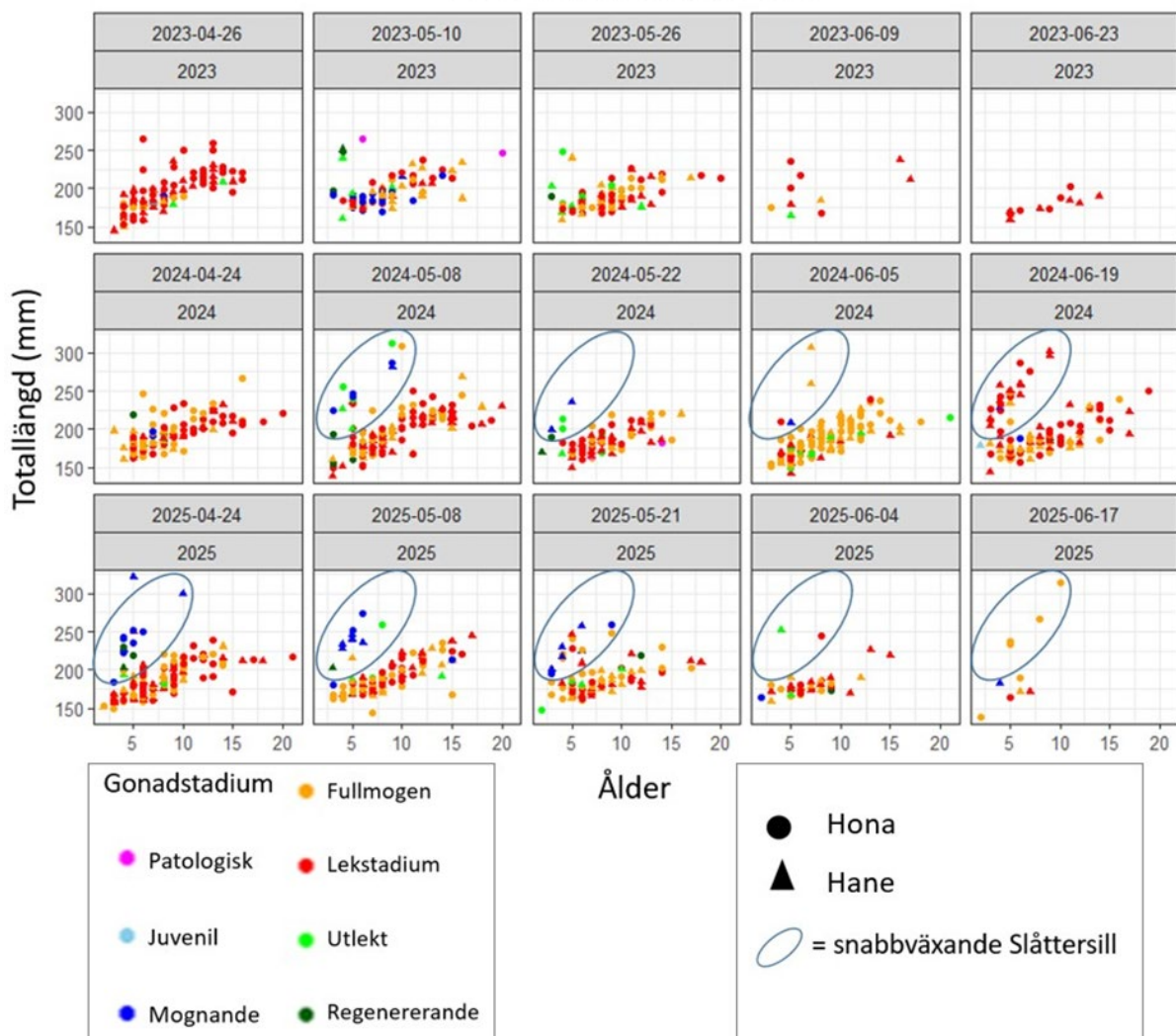
I åldersanalyserna av strömningen från Forsmark visade resultaten att det var stor variation på ålder mellan individerna, från de yngsta på två till de äldsta på 21 år (figur 40). I Simpevarp påträffades inte lika gamla individer som i Forsmark, här var de äldsta individerna 17 år gamla (figur 40). Vid provtagningarna från både Forsmark och Simpevarp har det påträffats flertalet strömmingar med väldigt snabb

tillväxt, individer som under fåtal år vuxit över 25 centimeter (figur 40), alltså ung sill som nått en betydande storlek inom loppet av få tillväxtår. Dessa så kallade slåttersillar eller 'rovströmmingar' har förekommit i fångsterna under nästintill samtliga provfisketillfällen under åren 2024 och 2025, och tenderar att uppnå lekmognad under den senare delen av provfiskeperioden i juni månad (figur 41). I både Forsmark och Simpevarp förekommer det stor storleksvariation inom åldersklasser. Exempelvis uppmättes 15 års skillnad på strömmingar runt 20 cm i båda områdena (figur 40). Om vi endast studerar storleken hos strömming som är sex år eller äldre finns en trend att individerna från provfisken vid Simpevarp generellt är större än de vid Forsmark (figur 42).



Figur 40: Åldersfördelning hos strömming i Forsmark (de tre översta panelerna) och Simpevarp (de tre nedre panelerna) under vårprovfisken från 2023–2025.

### Forsmark kustnära nätfiske



Figur 41: Fångster av strömming (honor och hanar) under samtliga provfisken 2023 – 2025, fördelade för kön och gonadstadium. Snabbväxande individer, så kallade slåttersill eller rovströmming, är markerade med en ellips.



Figur 42: Längdstorlek (medel) i centimeter för strömming vid en specifik ålder från Forsmark (blå) och i Simpevarp (orange).

I samband med provtagningarna av strömmingen från Forsmark och Simpevarp har 752 vävnadsprover insamlats för vidare analys av genetik och nutrition (tabell 9). Under 2025 skickades 362 av dessa prover (138 prover från Forsmark samt 224 prover från Simpevarp) till laboratoriekonsult för genetikanalyser, resultaten förväntas komma under 2026.

Tabell 9: Vävnadsprover som insamlats från strömming i Forsmark och Simpevarp under åren 2024 och 2025 för analys av genetik och nutrition.

Analys	Forsmark		Simpevarp		
	2024	2025	2023	2024	2025
Genetik (muskel)	183	138	137	198	96
Nutrition (ögonlins)	183	138	137	198	96

## Sammanfattning

Fångsterna av strömming vid provfisket i Forsmark under åren 2023–2025 var i betydligt mindre omfattning jämfört med 1980-talet, och framför allt av störväxta individer över 20 centimeter. Storleken på strömmingen de senaste åren har varierat från 14 centimeter upp till 32 centimeter, där störst andel var i längdgrupperna 17–19 centimeter. Liknande mönster förekommer även för strömmingen i Simpevarp. Under provfiskena i Forsmark och Simpevarp insamlades totalt 1 185 (Forsmark) och 1 037 (Simpevarp) strömmingar för standardiserad provtagning och åldersanalyser. Det förekom stor variation av ålder hos strömmingen, från de yngsta på två år till de äldsta som var 21 år. Av provtagna strömmingar var stor andel (79–97%) vårlekande individer, och det påträffades flertalet snabbväxande individer i proverna, så kallade slättersillar. Lekaktivitet förekom under hela provfiskeperioden

(april-juni) men slättersillen tenderade att uppnå lekmognad under den senare delen av provfiskeperioden.

### **Planering för 2026 - kustfiske vid Forsmark och Simpevarp**

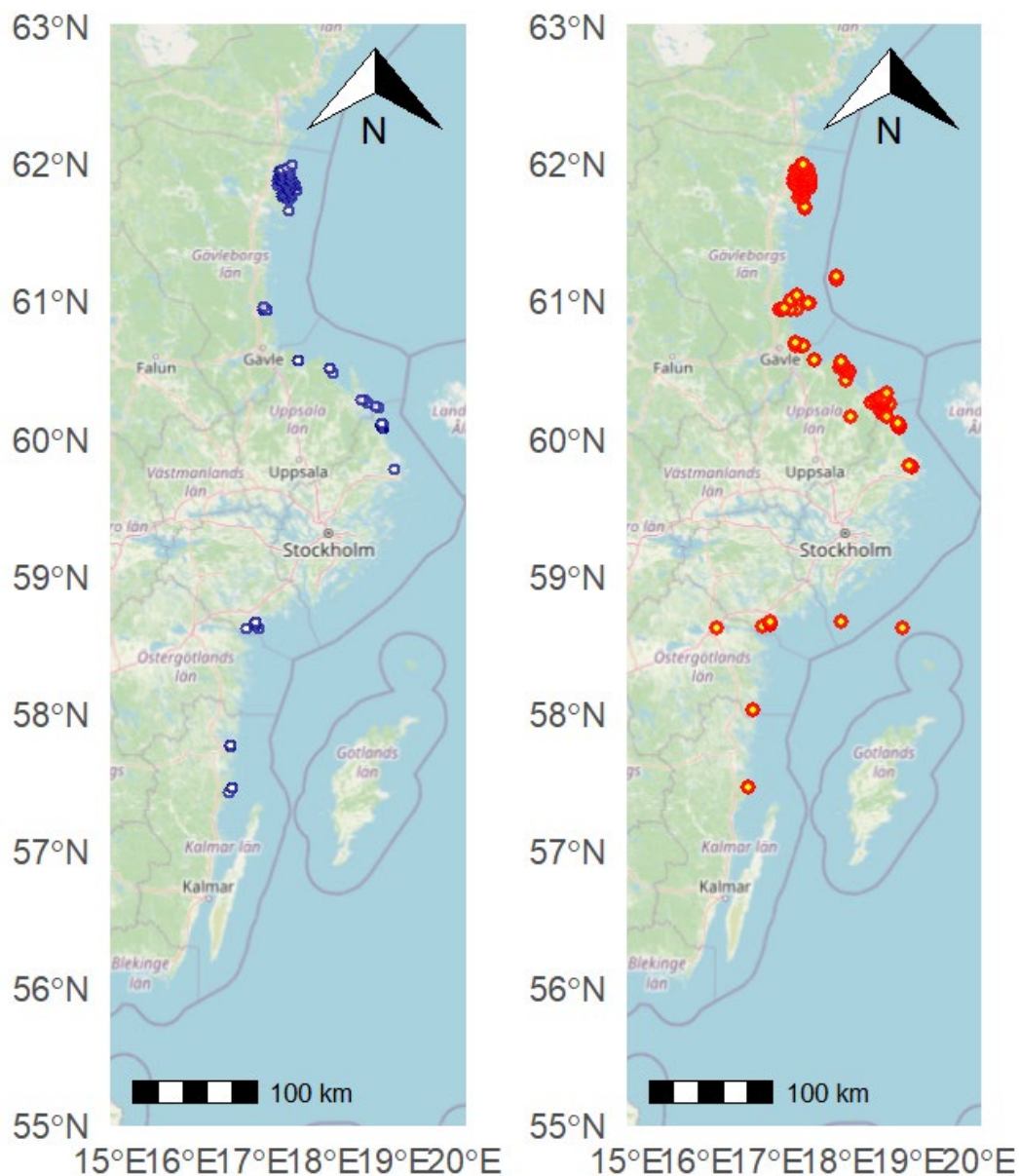
Under 2026 planeras provfisken i Forsmarks skärgård genomföras likt föregående år med start under vecka 17. I samband med provfisken insamlas sill/strömning enligt upparbetad metodik och fryses för provtagning under månaderna juni-augusti. Individprovtagningarna genomförs under hösten och samtliga parametrar registreras likt tidigare år. DNA- och nutritionsprover insamlas för 30 individer per provfisketillfälle. För provfisken som genomförs i Simpevarp kommer sill/strömning samlas in och provtas i samma omfattning som för sill/strömningen från Forsmark. Under slutet av året ska åldersproverna analyseras och vävnadsprover skickas för vidare sekvensering med SNP-chippet MultiFishSNPChip\_1.0 (Andersson m. fl. 2024) hos företaget Identigen (Irland). Samtliga data kommer registreras i SLU-Aquas databaser.

### **Metodik (journalföring småskaligt kustnära yrkesfiske)**

För att samla in data från det småskaliga kustnära yrkesfisket kontaktades under våren 2024 fiskare som bedriver fiske med sill-/strömmingsskötar (nät, redskapskod 721) i ICES delområden (SD) 27, 29 och 30 via telefon. Totalt kontrakterades 17 av dessa fiskare för att under 2025 rapportera in strömmingsfiskejournaler, och de flesta av dem har även uttryckt intresse för att medverka även under 2026. Fiskarna var geografiskt fördelade mellan områdena enligt följande: sju personer i SD 27, fem i SD 29 och fem i SD 30. De ombads att rapportera uppgifter baserade på sitt ordinarie sill- och strömmingsfiske, vilket innebar att deltagandet i projektet inte förutsatte någon förändring i deras fiskemönster. De fiskade således lika ofta eller sällan som de normalt skulle ha gjort. För att visa uppskattning för deras bidrag till datainsamlingen utbetalar Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) en mindre ersättning. Ersättningen är avsedd som ett tack för deltagandet och är utformad så att den inte skapar incitament att öka fisket.

Inom ramen för den utökade journalföringen ombads fiskarna att rapportera ett antal kompletterande uppgifter för varje fisketillfälle. Dessa omfattade bland annat den tid som aktiv ekolodning användes, det vill säga den tid i timmar som fiskaren aktivt använde ekolodet för att lokalisera stim från det att sökandet påbörjades tills dess att det sista nätet lades. Fiskarna rapporterade även ansträngningstid, definierad som det antal timmar som näten låg i vattnet, samt uppgifter om fiskedjup och den totala nätlängden i meter som användes vid varje enskilt fiske. Därutöver noterades eventuell störning, exempelvis från säl, samt den totala fångsten av sill eller strömning i säljbart skick per fisketillfälle.

De fisketillfällena som rapporterades under 2024 och 2025 redovisas i figur 43, där även en uppdelning mellan sälstörda och icke sälstörda fisken presenteras. Resultaten visar att de sälstörda fiskena utgjorde cirka 75 procent av det totala antalet rapporterade fisketillfällen under 2024–2025 inom denna typ av undersökning.



Figur 43: Rapporterade fisken bland anlitade kustfiskare 2024–2025. Vänstra panelen: fisken utan sälstörning. Högra panelen: fisken med sälstörning. Notera att vissa inrapporterade punkter har orimliga koordinater (inne i landet eller långt ute till havs).

### **Planering för 2026 kustfiske utökad journalföring**

Under 2026 fortsätter den utökade journalföringen. Analyser av fångst per ansträngning med och utan aktiv ekolodning kommer att utföras. Resultaten förväntas ligga till grund för en utvärdering av bestämningsfaktorer bakom hur mycket fångst en kustfiskare får. Mått på fångst per ansträngning kommer även att analyseras över tid för att studera eventuella effekter av den utflyttade trålgränsen.

Verksamhetsrapport för projektet: uppföljning av effekter av fiskeregleringar inom regeringsuppdrag att på prov genomföra fiskeriförvaltningsåtgärder som motsvarar en utflyttning av trålgränsen inom anslag 1:11 HaV 2024-001535

## WP 3: Genetik och otolitkemi

### Introduktion

Genetiska analyser och studier av otolitkemi ingår i uppföljningsprogrammet i syfte att öka den grundläggande kunskapen om sillens/strömningens populationsstruktur och migrationsmönster. Genom populationsgenetiska analyser kan den genetiska beståndsstrukturen hos olika lekpopulationer identifieras. Dessa delpopulationer kan, åtminstone i teorin, följas i utsjön genom att analysera den genetiska sammansättningen i prover som samlas in under vetenskapliga expeditioner och/eller från det pelagiska fisket. Genetiska data möjliggör även analyser av förändringar över tid, exempelvis i genetisk variation inom och mellan populationer.

Otolitkemiska analyser ger ytterligare information om individers livshistoria genom att möjliggöra studier av migrationsmönster och habitatutnyttjande under en individs livscykel. Tillsammans bidrar dessa metoder till en mer heltäckande förståelse av sillens/strömningens populationsdynamik och rörelsemönster.

WP 3 är av kunskapsuppbyggande karaktär då grundläggande populationsgenetiska mönster hos sill/strömning samt möjligheter att identifiera delbestånd på kust och i utsjön inte var kända vid starten av projekt RU-trålgräns. Vid projektstart var även otolitkemiska mönster hos sill/strömning i Östersjön i princip helt outforskade.

SLU har ingått ett avtal gällande, datahantering och analyser av genetiska data av sill/strömning från Östersjön med Uppsala universitet. Arbetet omfattar:

- 1) Att identifiera olika bestånd/delbestånd, samt i vilken utsträckning dessa kan härledas till redan kända lekbestånd längs svenska kusten.
- 2) Att tillsammans med SLU-Aqua etablera processer för dataflöden mellan Uppsala universitet och SLU-Aqua för datalagring i SLU-Aquas databas Fiskdata 2 för att säkerställa reproducerbarhet.

Kostnader för sekvensering av de DNA-prover som tas på sill/strömning i de olika undersökningar som görs inom projektet liksom från de provtagningar som görs av det kommersiella fisket finansieras av det separata projektet ”Provtagning Pelagiskt fiske”. Under 2025 har 3187 prover skickats i väg för sekvensering (tabell 10). Analyser av genetiska sekvensdata kommer att utföras under 2026.

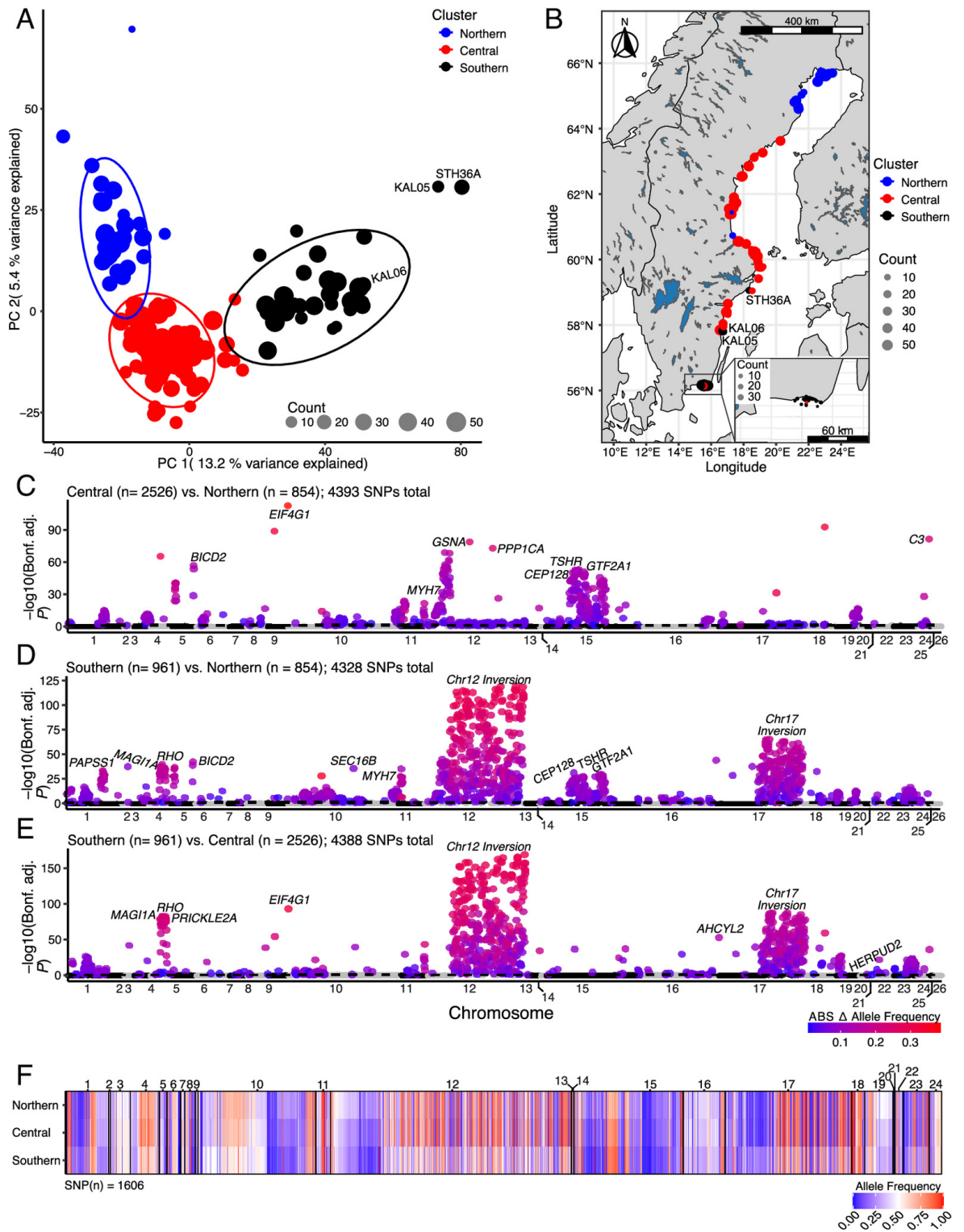
Tabell 10: Sammanställning över sill/strömming prover som tagits och ska analyseras med avseende på genetik.

Undersökning	Antal ivägskickade prover	
	2024	2025
SVEA-expeditioner	1003	570
Försöksfiskena i Forsmark, Simpevarp och Finbo (2025)	458	427
Kommersiellt fiske	2117	2041
Övriga sillar/strömmingar som omfattas av otolitikemiska undersökningar	111	149
<b>Totalt</b>	<b>3689</b>	<b>3187</b>

## Preliminära resultat

### Genetik

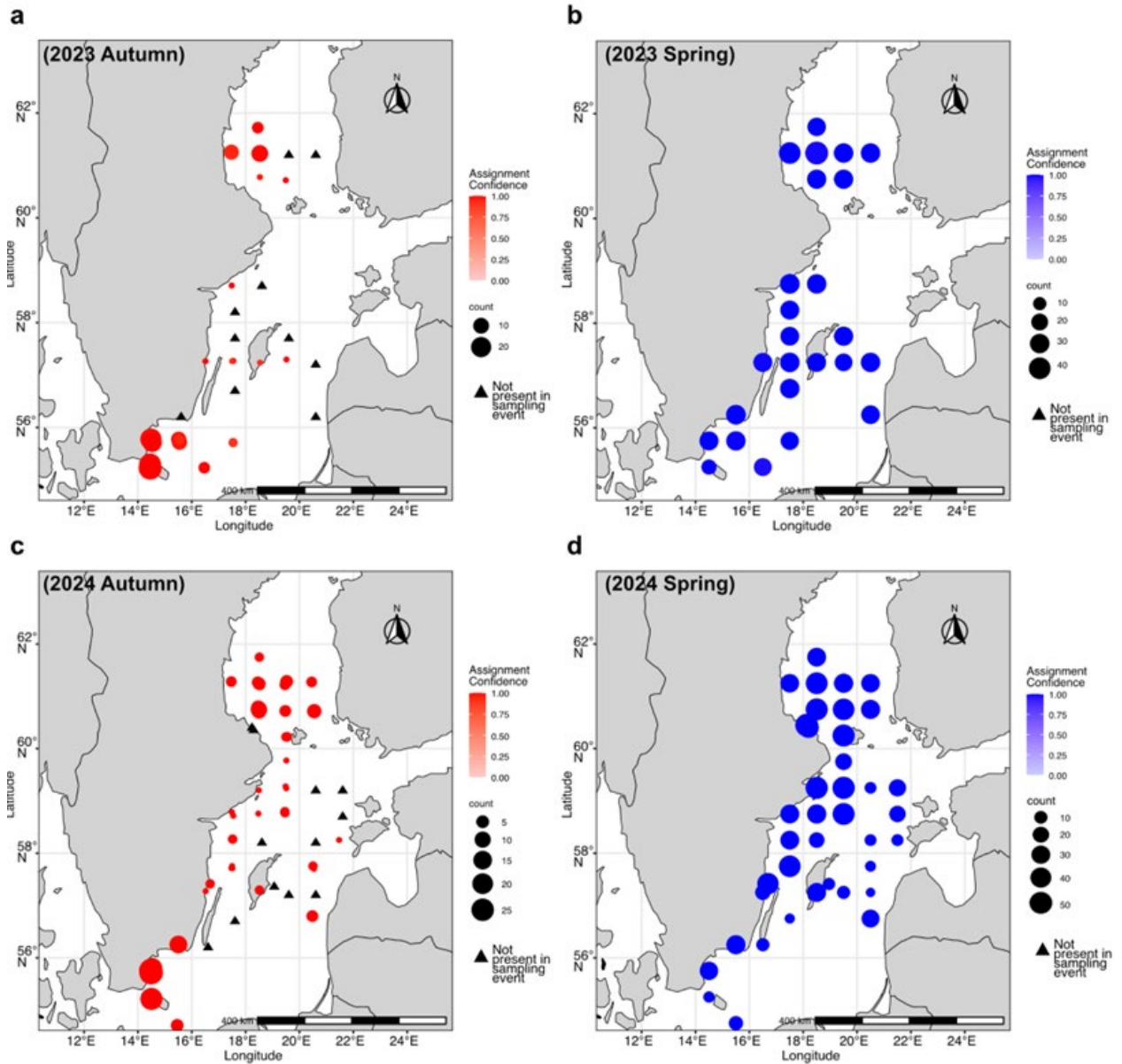
Genetisk struktur hos lekande strömming längs svenska ostkusten har analyserats och publicerats i den vetenskapliga tidskriften PNAS (Goodall m. fl. 2026). Resultaten från denna studie visar på stora genetiska skillnader mellan vår- och höstlekande sill/strömming i Östersjön, men även att hybridisering förekommer mellan de två lektyperna. Vidare kan den vårlekande sill/strömmingen delas upp i tre genetiska grupper som i huvudsak fördelar sig geografiskt längs den svenska ostkusten med en nordlig grupp som framför allt återfinns i Bottenviken, en sydlig grupp som framför allt återfinns i Blekinge och en central grupp som återfinns i större delen av Egentliga Östersjön och Bottenhavet (figur 44).



Figur 44: Genetisk strukturering och gruppering hos vårlekande sill/strömming längs den svenska ostkusten, färglagda efter tillhörighet till genetiska kluster. A) PCA av allelfrekvenser per stickprov, B. Karta som visar stickprovslokaler, färglagda enligt genetiska kluster från A, C-E. P-värden vid statistiska tester av genetiska skillnader per SNP (Single Nucleotide Polymorphism mellan de tre identifierade genetiska klustren, F. Allelfrekves per SNP för de tre identifierade genetiska klustren (illustration från Goodall m. fl. 2026).

Resultaten från den genetiska grupperingen av lekande sill/strömning användes för att genetiskt klassa sill/strömning provtagna i det pelagiska fisket. Säkerheten i klassningarna är stor vad gäller vår- och höstlekande sill/strömning (tabell 11). Vårlekande sill/strömning är vanligare än höstlekande och återfanns en frekvens av 86% 2023 och 89% 2024. I enskilda trålhal dominerade även vårlekande sill/strömning i 171 av totalt 187 trålhal. Höstlekande strömning återfanns i totalt 101 trålhal och var i majoritet endast i 12 trålhal. Inga trålhal innehöll enbart höstlekande sill/strömning, utan dessa återfanns alltid i en blandning med vårlekande sill/strömning. Detta innebär att vår- och höstlekande sill/strömning blandas i utsjön (figur 45). De relativt osäkra klassningarna innebär att det är svårt att följa migrationsmönster hos subpopulationer av sill/strömning med enbart genetiska metoder.

Av särskild vikt för detta projekt är att den geografiskt mest spridda genetiska gruppen, det centrala klustret (Egentliga Östersjön), sträcker sig över hela RU-trålgränsfokusområde. Den genetiska variationen inom denna centrala grupp är liten, vilket innebär att studier av effekter som grundar sig på fiskeregleringarna på de olika delbestånden är svåra att följa med endast genetik.



Figur 45: Klassning av vårlekande sill/strömming till någon av de tre genetiska grupperna, en nordlig, en central och en sydlig, som identifierats hos lekande fisk längs svenska ostkusten var mer osäker än klassningen av höst/vårlekare (illustration från Wallberg m. fl. 2025). I genomsnitt var säkerheten i klassningarna mellan 65% och 82% (tabell 11).

Tabell 11: Konfidens i klassningar av pelagiska prover av sill/strömming till något av de identifierade genetiska grupperna: vår/höstlekare, samt inom vårlekare nordligt, centralt och sydligt kluster.

Level: Group	2023		2024	
	Mean confidence	StDev	Mean confidence	StDev
1: Autumn	1.00	0.03	1.00	0.00
1: Spring	1.00	0.03	1.00	0.00
↳ 2: North	0.65	0.13	0.67	0.14
↳ 2: Central	0.78	0.13	0.82	0.12
↳ 2: South	0.70	0.14	0.71	0.16

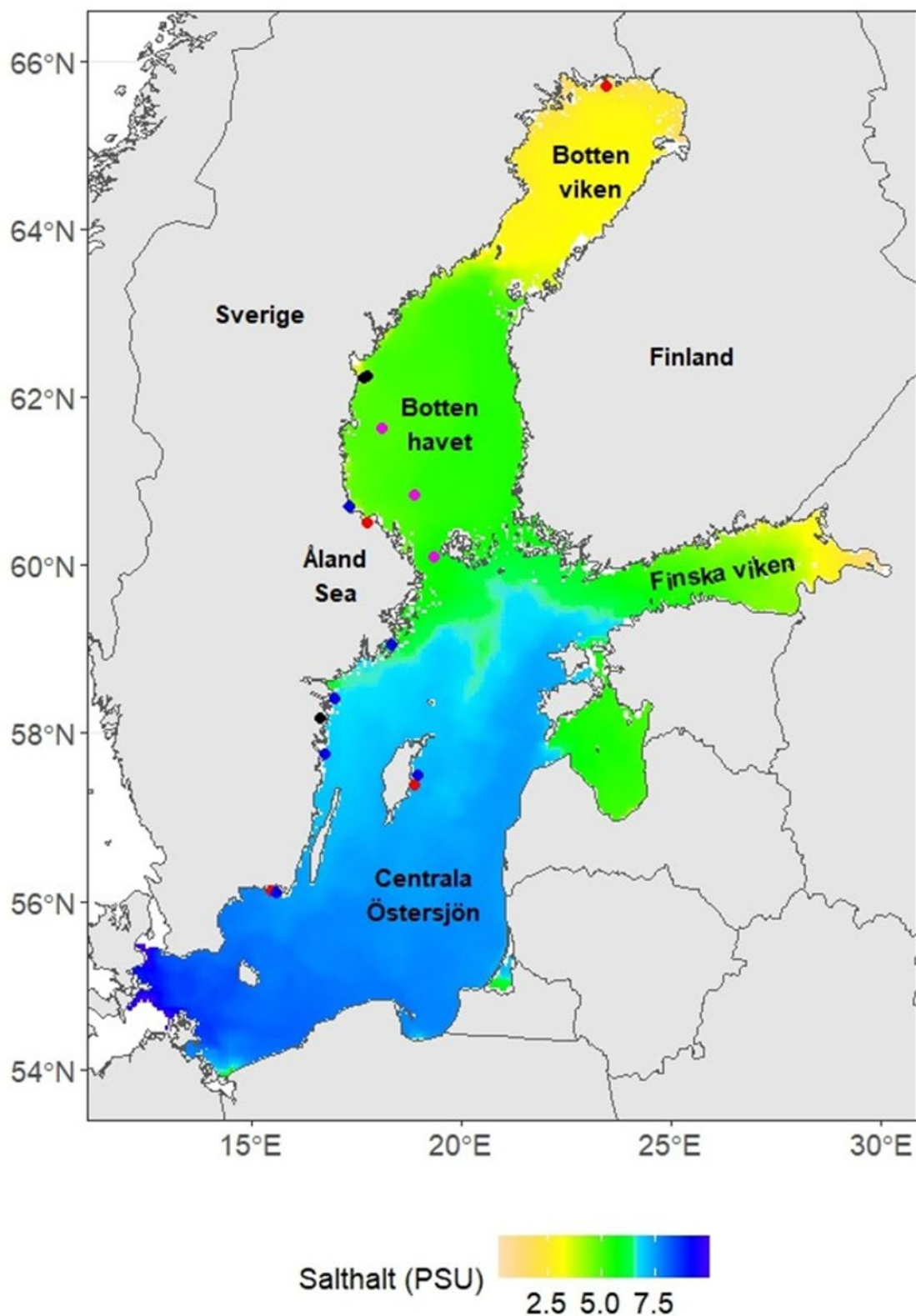
#### Otolitkemi

Syftet med otolitkemiska analyser är att undersöka ursprungshabitat och migrationsmönster hos sill/strömming längs Sveriges kust och i utsjöområden. Otoliter från totalt 104 individer samlades in av SLU Aqua under perioden 2020–2023 från 13 fångstlokaler längs den svenska kusten. Provtagningen omfattar ett geografiskt spann från Kalix i norra Bottenviken till Blekinge i södra Östersjön, samt tre lokaler i utsjön: Ålands hav samt södra och mellersta Bottenhavet.

Preliminära resultat från analyserna redovisas i tabell 12 och figur 46. Ytterligare otoliter har skickats för kemisk analys, och resultat inväntas även från genetisk sekvensering som ska fastställa lektyp för utpekade fångstplatser (tabell 12).

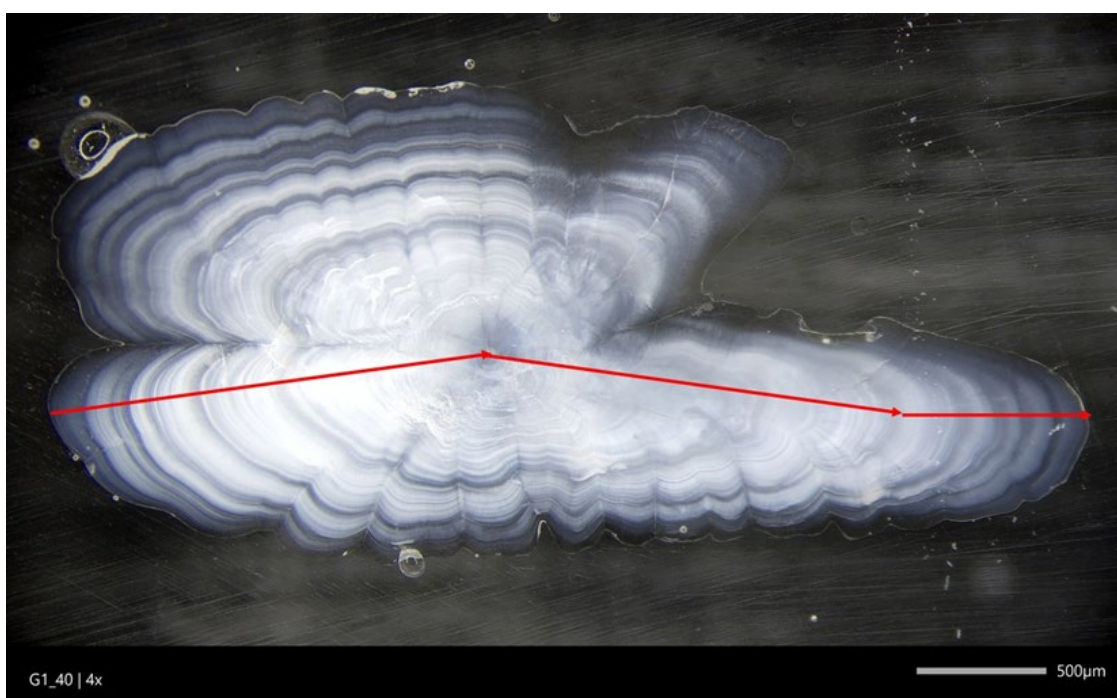
Tabell 12: Information om fångstområde, lektyp, fångstdatum och antal otoliter.

Fångstområde – Kust	Känd lektyp	Antal	Fångstdatum
Blekinge	vårlekare	2	2021-05-21
Blekinge Karlskrona	inväntar info DNA	4	2020-11-07
Östra Gotland	vårlekare	17	2021-06-03
Östra Gotland	inväntar info DNA	4	2023-08
Västervik	inväntar info DNA	4	2020-09-22
Valdemarsvik	höstlekare	5	2021-11-04
Östergötland Birkö	inväntar info DNA	3	2020-09-22
Södra Stockholms skärgård	inväntar info DNA	3	inväntar info
Norduppland Hästkär	Slåttersill (vårlekare)	10	2023-06-18
Norduppland Hästkär	vårlekare	9	2023-06-18
Gävlebukten	höstlekare	8	2021-09-20
Västerbotten	höstlekare	7	2021-11-08
Norrbottnen Kalix	vårlekare	11	2021-06-23
Fångstområde – Utsjö			
Ålands hav	inväntar info DNA	5	2023-09-29
Södra Bottenhavet	inväntar info DNA	10	2023-09-21
Mellersta Bottenhavet	inväntar info DNA	2	2023-09-23
<b>Total:</b>		<b>104</b>	



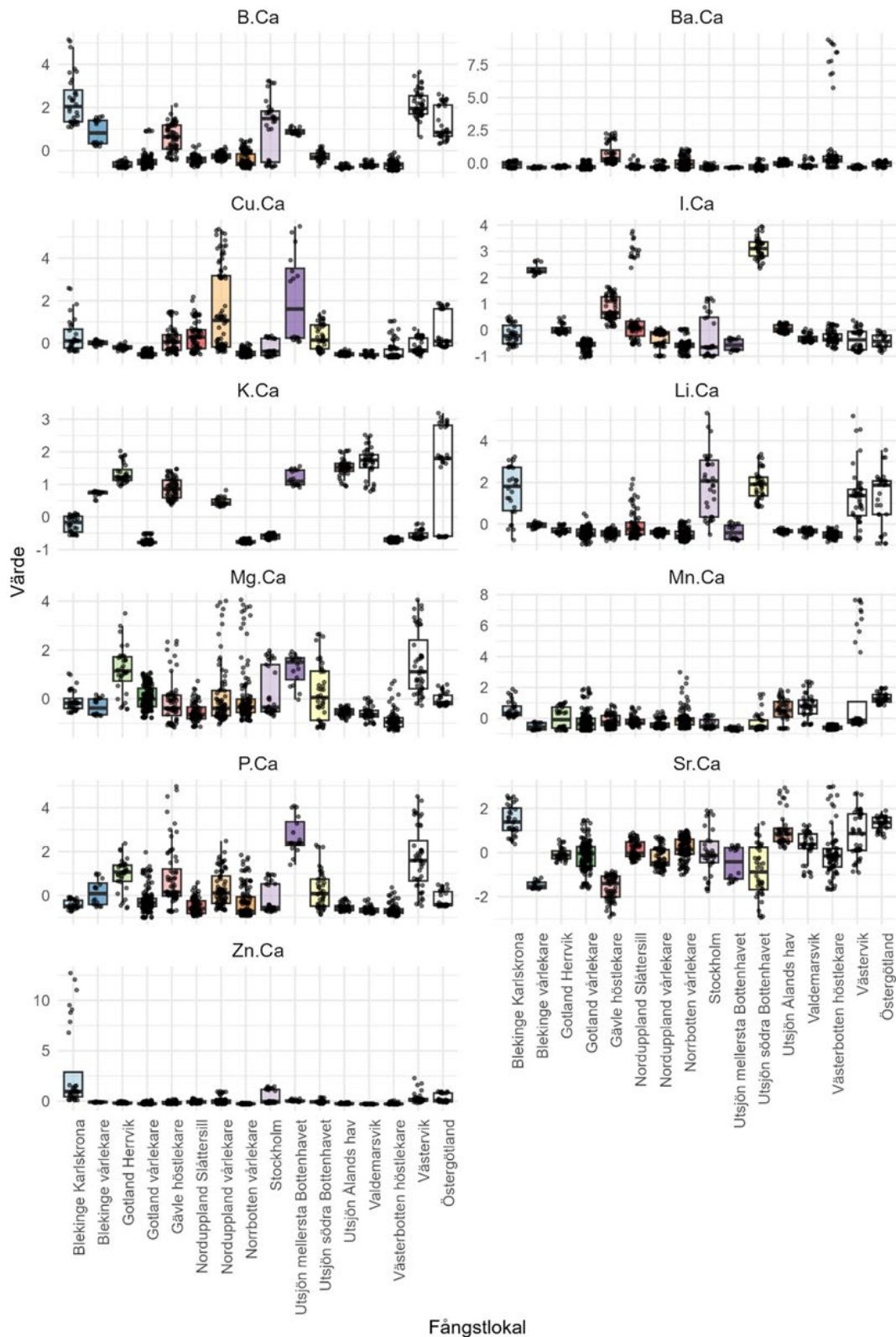
Figur 46: Karta över fångstplatser för sill/strömming där röda prickar indikerar vårlekare och svarta prickar höstlekare. Genetisk information om lektyp inväntas gällande fångstlokaler med blå prickar längs kusten och rosa prickar i utsjön. Salthaltsgradienten i Östersjön illustreras från nästan sötvatten i norr (gult) till marint i söder (blått).

Otoliter från sill/strömning har analyserats mikrokemiskt med LA-ICP-MS (Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) på College of Environmental Sciences and Forestry, State University of New York in Syracuse, NY, USA. Vid analysen kvantifierades spårämnenas koncentrationer längs en linjetranspekt från den posteriora kanten, genom kärnan och ut till kanten på anteriora rostrum (figur 47). Vid analysen ingick litium (7Li), bor (11B), magnesium (25Mg), fosfor (31P), kalium (39K), kalcium (43Ca), mangan (55Mn), koppar (63Cu), zink (64Zn), strontium (88Sr), jod (127I), barium (137Ba), bly (208Pb) och uran (238U). Då koncentrationen för uran och bly var under detektionsnivån för flera prover exkluderades dessa från de statistiska analyserna. Resultaten redovisas i form av kvoter av spårämne:kalcium.



Figur 47: En otolit från strömning med linjetranspekt där röda pilar anger analysriktningen från den posteriora kanten, genom kärnan och ut till kanten på anteriora rostrum.

PCA (Principal Component Analysis) är en statistisk analys för att undersöka skillnader mellan grupper med många variabler. För att undersöka skillnader i otolitmaterialet som motsvarar en period under den juvenila fasen/ursprungshabitat valdes data för spårämneskvoter från 150–250  $\mu\text{m}$  om kärnan på den anteriora sidan. Orsaken till att inte inkludera data från själva kärnan var för att undvika inverkan av moderfiskens habitat när romkornen utvecklades innan kläckning. Data standardiserades genom att subtrahera medelvärdet från varje enskild datapunkt och sedan dividera resultatet med standardavvikelsen (figur 48). Därefter testades kombinationer av olika spårämneskvoter i PCA för att avgöra skillnader i den otolitikemiska sammansättningen mellan fångstlokaler. Ett PERMANOVA-test användes för att parvis jämföra varianser mellan fångstlokaler.



Figur 48: Spårämnesanalyser av otoliter från 16 provtagningsstationer i Östersjön. Figuren visar boxplottar baserade på standardiserade värden för olika spårämneskvoter (B:Ca, Ba:Ca, Cu:Ca, I:Ca, K:Ca, Li:Ca, Mg:Ca, Mn:Ca, P:Ca, Sr:Ca och Zn:Ca). Kvoterna har beräknats från otolitmaterial analyserat 150–250  $\mu\text{m}$  från kärnan, vilket motsvarar fiskens juvenila fas.

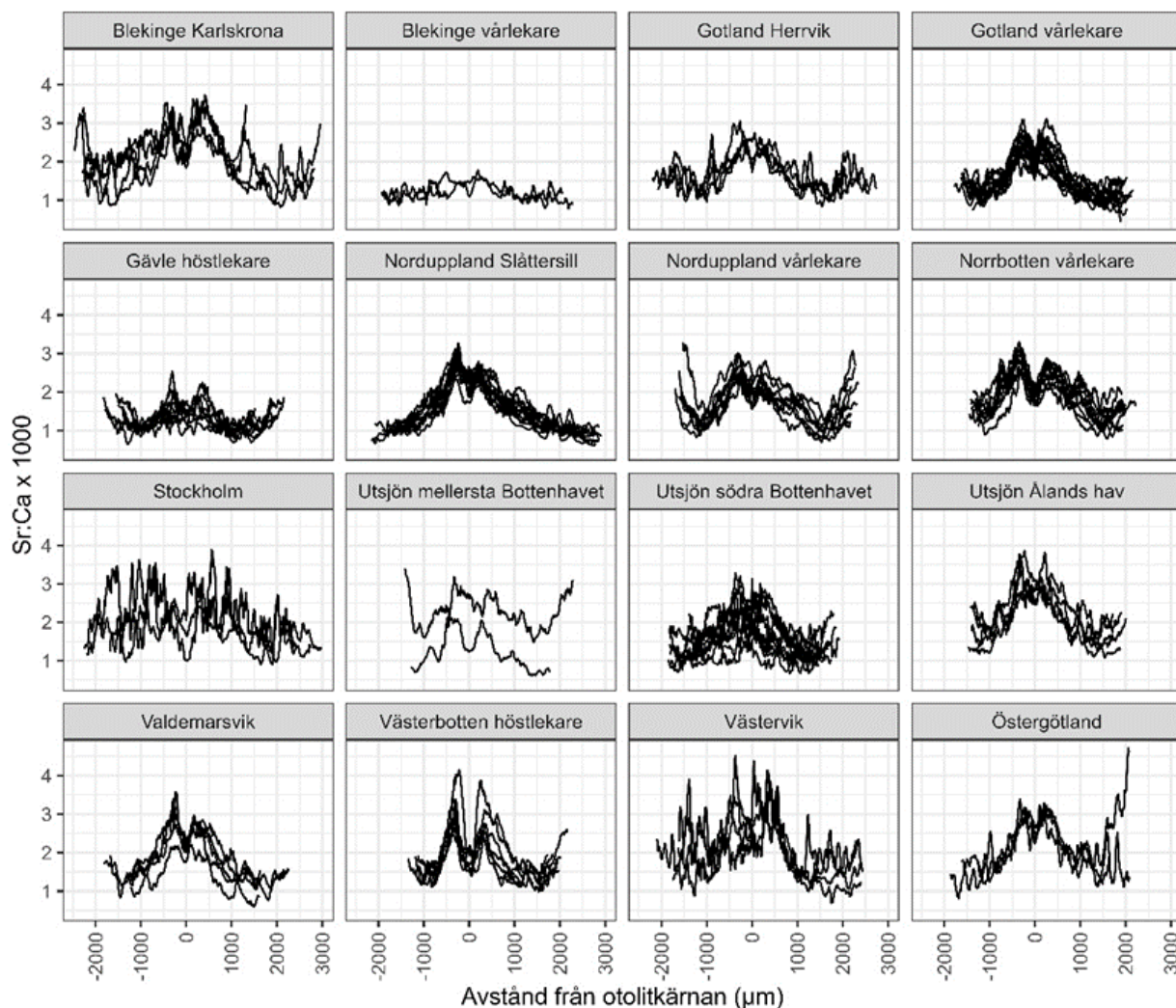
## Preliminära resultat otolitkemi

Inom otolitkemi används strontium främst för att avgöra ursprung i söt- eller saltvatten hos anadroma arter eller för att följa migration genom salthaltsgradienter (Walther och Limburg, 2012). Linjetransekterna för Sr:Ca (figur 49) indikerar lägre koncentration i kärnan (0  $\mu\text{m}$ ) följt av högre halter under den juvenila fasen som sedan avtar när fisken blir könsmogen och påbörjar säsongsmässiga födo- och lekvandringar mellan kust och utsjö. För kända lektyper av fisk fångade på samma dag och plats (vårlekare från Blekinge, Gotland, Norrbotten, Norduppland och Slåttersill samt höstlekare från Gävle och Västerbotten) ses trots många olika årsklasser ett liknande livslångt migrationsmönster i Sr:Ca. För strömming fångade i utsjön i södra och mellersta Bottenhavet under hösten ses däremot en blandning av olika migrationsmönster i Sr:Ca, vilket indikerar en mix av olika lektyper i fångsten. Eftersom salthalten är högst i södra Östersjön förväntades högst koncentration av Sr:Ca i sill från Blekinge, men där ses två helt olika mönster, där vårlekare uppvisar de lägsta halterna av samtliga fångstplatser medan sill av okänd lektyp från Karlskrona uppvisar högre halter.

För sill/strömming från de flesta fångstplatser ses en ökande trend i Sr:Ca under säsongsmässiga migrationer från könsmognad och resten av livet (figur 49). För Slåttersill däremot ses en fortsatt nedåtgående trend i Sr:Ca under livet och för vårlekare i Blekinge en relativt konstant nivå. Enligt klassificeringsstudier (ej redovisade i denna rapport) består fångsten från utsjön av både vår- och höstlekare som vandrar mellan kust och utsjö, vilket påvisas av säsongsmässiga mönster i Sr:Ca.

För Slåttersill däremot kan den nedåtgående trenden tyda på en annan migrationsstrategi där Slåttersillen håller sig mer lokalt med kortare säsongsmässiga vandringar. I det kustnära nätprovfisket i Forsmark (WP2) fångades storvuxna strömmingar under hela perioden från april tills att de blev lekmogna i juni vid midsommar, vilket styrker teorin om ett mer stationärt beteende (figur 41).

För vårlekare i Blekinge tyder den oväntade och relativt konstant låga nivån på en lektypsspecifik inlagring av Sr:Ca eftersom salthalten i området är högre än vid andra fångstplatser. Ytterligare analyser av sill från södra Östersjön och Västerhavet kommer att komplettera aktuell information för en säkrare tolkning.

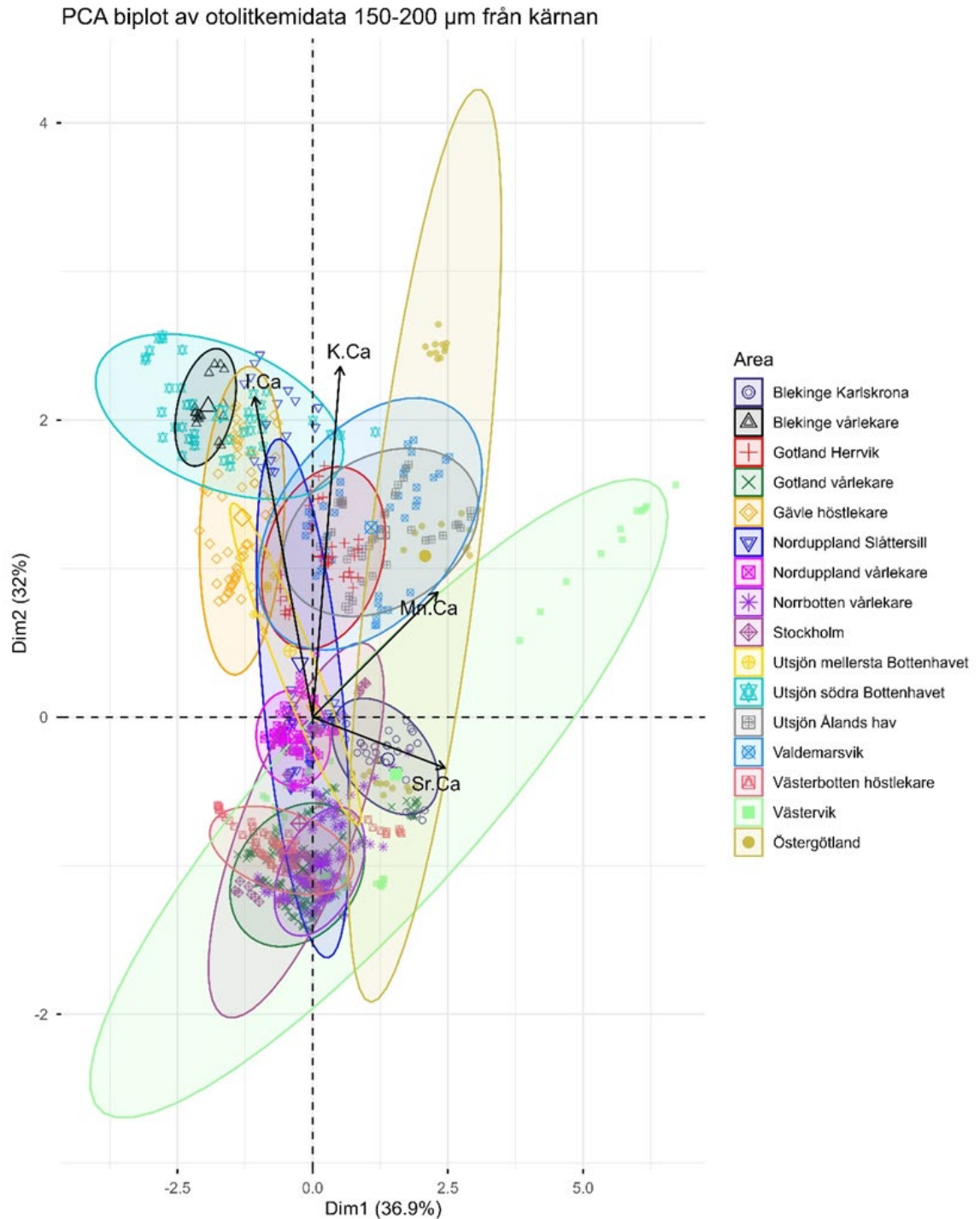


Figur 49: Livslånga linjetransekter av Sr:Ca x 1000 för sill/strömning från olika fångstplatser i Östersjön.

Bariumhalten i Östersjön är vanligtvis högst vid kusten där bariumjoner i sedimentpartiklar som följer med sötvatten från avrinningsområden frigörs i mötet med det bräckta kustvattnet. Halten av Ba:Ca i otoliterna varierade mycket mellan fångstplatser och under olika livsstadier. För höstlekare från Västerbotten sågs de högsta halterna under den juvenila fasen. Samtidigt påvisades höga halter av Sr:Ca trots en låg salthalt i Västerbotten. Detta indikerar att Sr:Ca under den juvenila fasen även influeras av andra faktorer än salthalt, vilket inte ses för till exempel andra fiskarter som torsk och abborre. En tidigare studie på rödspätta av Sturrock m. fl. (2015) visade att Sr:Ca i otoliterna var positivt korrelerade med halten Sr:Ca i blodplasma och somatisk tillväxt. Ytterligare analyser bör utföras för att utreda om interna metaboliska processer påverkar inlagringen av Sr:Ca även för sill/strömning.

Flera kombinationer av spårämneskvoters data från 150–250 µm om kärnan som motsvarade den juvenila fasen testades för att med hjälp av PCA-biplot utvärdera skillnader mellan fångstlokaler. De spårämneskvoter som reflekterade habitat, visade

stabila värden och bidrog mest till PCA var Sr:Ca, Mn:Ca, I:Ca och K:Ca. För Blekinge visade PCA två helt separata kluster för vårlekare och sill fångad i Karlskrona. Även för Gotland bildades två olika kluster för vårlekare och Herrvik. Data från sill/strömning med okänd lektyp som indikerade en blandning av olika lektyper visade i PCA stor variation med överlappande kluster (figur 50). Den parvisa jämförelsen mellan fångstområden med PERMANOVA visade statistiskt signifikanta skillnader ( $p < 0.05$ ) mellan alla områden indikerade av F-värden förutom mellan Stockholm och höstlekare från Västerbotten, vilket kan förklaras av den stora variationen mellan individer fångade i Stockholm. Beroende på vilka datapunkter och spårämneskvoter som ingick i PCA skilde sig resultaten mycket vilket är förväntat eftersom data då reflekterar andra livsstadier och habitat. Ytterligare analyser kommer att utföras för att se om det är möjligt att skapa unika otolitkemiska kombinationer för olika habitat.



Figur 50: PCA-biplot för jämförelse mellan fångstlokaler baserat på spårämneskvoterna Sr:Ca, Mn:Ca, I:Ca och K:Ca för otolitmaterialet 150-250  $\mu\text{m}$  om kärnan som motsvarade den juvenila fasen. Punkternas avstånd visar hur lika eller olika observationerna är. Pilarna visar hur starkt och i vilken riktning varje spårämneskvot bidrar till skillnaden mellan fångstlokaler. Ellipserna illustrerar gruppstrukturen i datan. En större ellips indikerar större otolitikemisk variation inom fångstlokalen, än i en liten ellips. Liten eller ingen överlappning mellan ellipserna tyder på en tydlig separation mellan fångstlokaler, medan överlappning indikerar att de är mer lika varandra. Sr:Ca och Mn:Ca bidrar mest i Dim 1 (x-axeln), medan I:Ca och K:Ca bidrar mest i Dim 2 (y-axeln).

## Sammanfattning

Genetiska analyser och otolitkemiska studier ingår i uppföljningsprogrammet för att kartlägga sillens/strömmingens populationsstruktur, migrationsmönster och habitatanvändning. Genetik kan identifiera lekbestånd och följa förändringar över tid, medan otolitkemi ger individens livshistoria. Tillsammans syftar metoderna till att ge en heltäckande bild av populationsdynamik och rörelsemönster.

Preliminära resultat visar stora genetiska skillnader mellan vår- och höstlekande sill/strömming och hybridisering mellan dem. Vårlekande sill/strömming delas i tre genetiska grupper (nordlig, central, sydlig) med den centrala gruppen geografiskt utbredd över RU-trålgränsområdet. Klassning av pelagisk prover till vår-/höstlekare är mycket säker, men klassning till de tre vårgrupperna är mindre säker (medelkonfidens cirka 65–82 %), vilket gör att genetiska data ensamma har begränsad förmåga att följa subpopulationers migrationsmönster.

De preliminära resultaten av otolitkemiska analyser visar att Sr:Ca-kvoten varierar tydligt mellan olika lektyper och fångstområden, och att mönstren speglar både salthaltsgradienten i Östersjön och skillnader i migrationsstrategier. Vår- och höstlekare uppvisar generellt liknande livslånga mönster inom respektive grupp, medan sill fångad i utsjön visar en blandning av olika lektyper. Slättersill (genetiskt unik population) utmärker sig genom en nedåtgående Sr:Ca-trend som tyder på mer lokalt beteende, medan vårlekare i Blekinge visar oväntat låga och stabila nivåer som kan bero på lektypsspecifik inlagring.

PCA-analyser av spårämneskvoterna Sr:Ca, Mn:Ca, I:Ca och K:Ca visar att flera fångstlokaler kan särskiljas tydligt, särskilt där lektyp är känd. För Blekinge och Gotland bildas separata kluster för vårlekare och individer av okänd lektyp, medan områden med blandade lektyper uppvisar större variation och överlapp. Ett PERMANOVA-test bekräftar statistiskt signifikanta skillnader mellan de flesta fångstområden. Fortsatta analyser behövs för att fastställa om unika otolitkemiska signaturer kan kopplas till specifika habitat och för att bättre förstå hur både miljöfaktorer och fysiologi påverkar spårämnesinlagringen.

## Planering för 2026

### *Genetiska analyser*

Prover samlas in och sekvenseras från vetenskapliga expeditioner och från kustprovfisken. Analyser avseende genetisk variation i prover inom och utanför försöksområdet. Utarbetande av metoder för att hantera längdstratifierad provtagning.

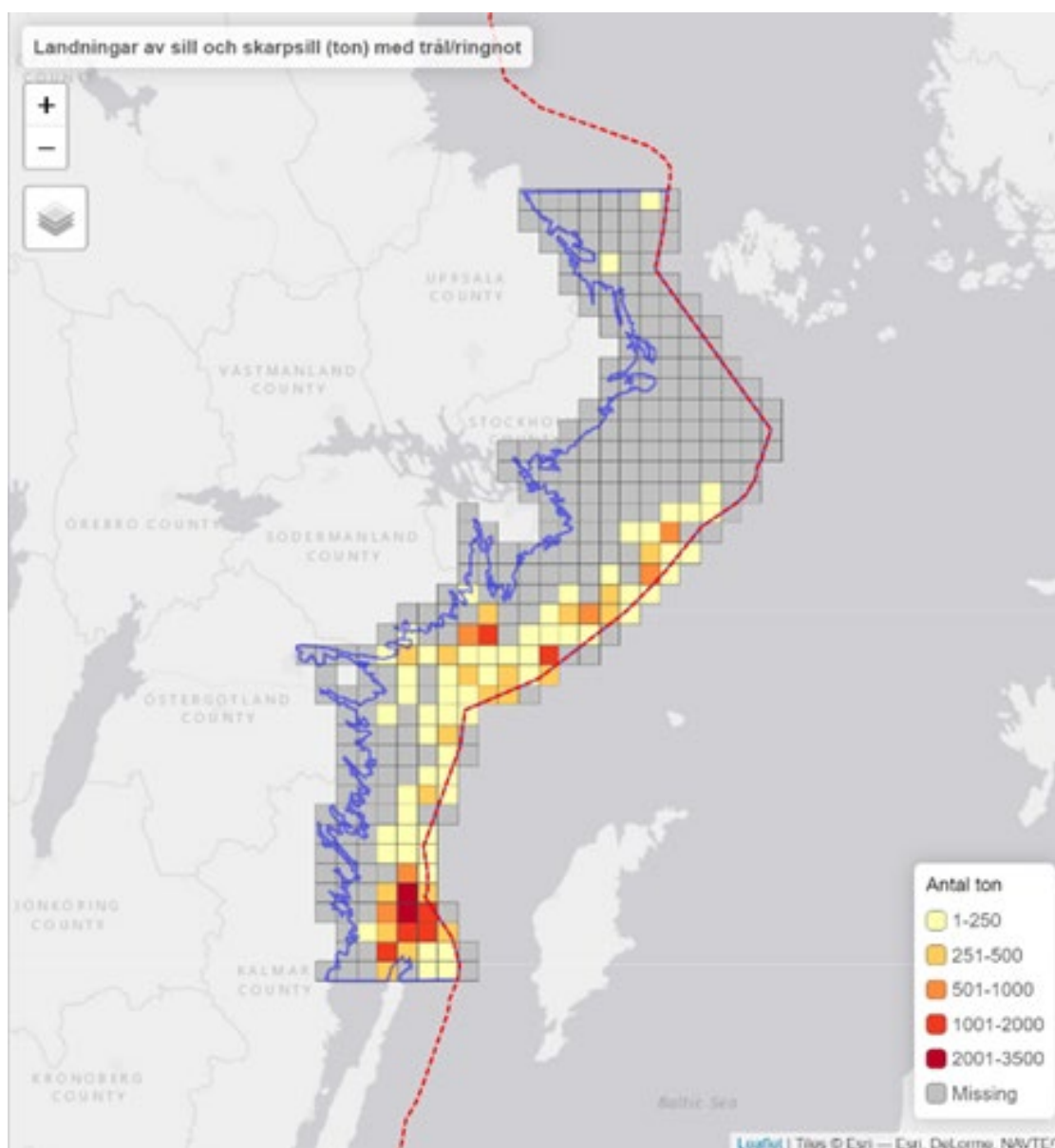
*Otolitkemiska analyser*

Ytterligare otolitkemianalyser på sill/strömming från flera lokaler i och utanför försöksområdet inom detta och andra projekt kommer att utföras för att säkerställa en bredare geografisk representation för utvärdering av migrationsmönster.

## WP 4: Pelagiskt fiske

### Introduktion

Aktiviteterna i detta delprojekt innebär att följa fiskets utveckling med hjälp av loggböcker och annan fiskeristatistik. HaV har inte under 2025 efterfrågat några analyser av pelagiskt fiske inom projektet. Under början av 2025 har analyser gjorts inför det försöksfiske på kommersiella fartyg som startades i december 2025. Dessa analyser omfattar rumsliga och temporala fiskemönster i det stängda området liksom fiskemönster för mindre trålare som varit aktiva i området.

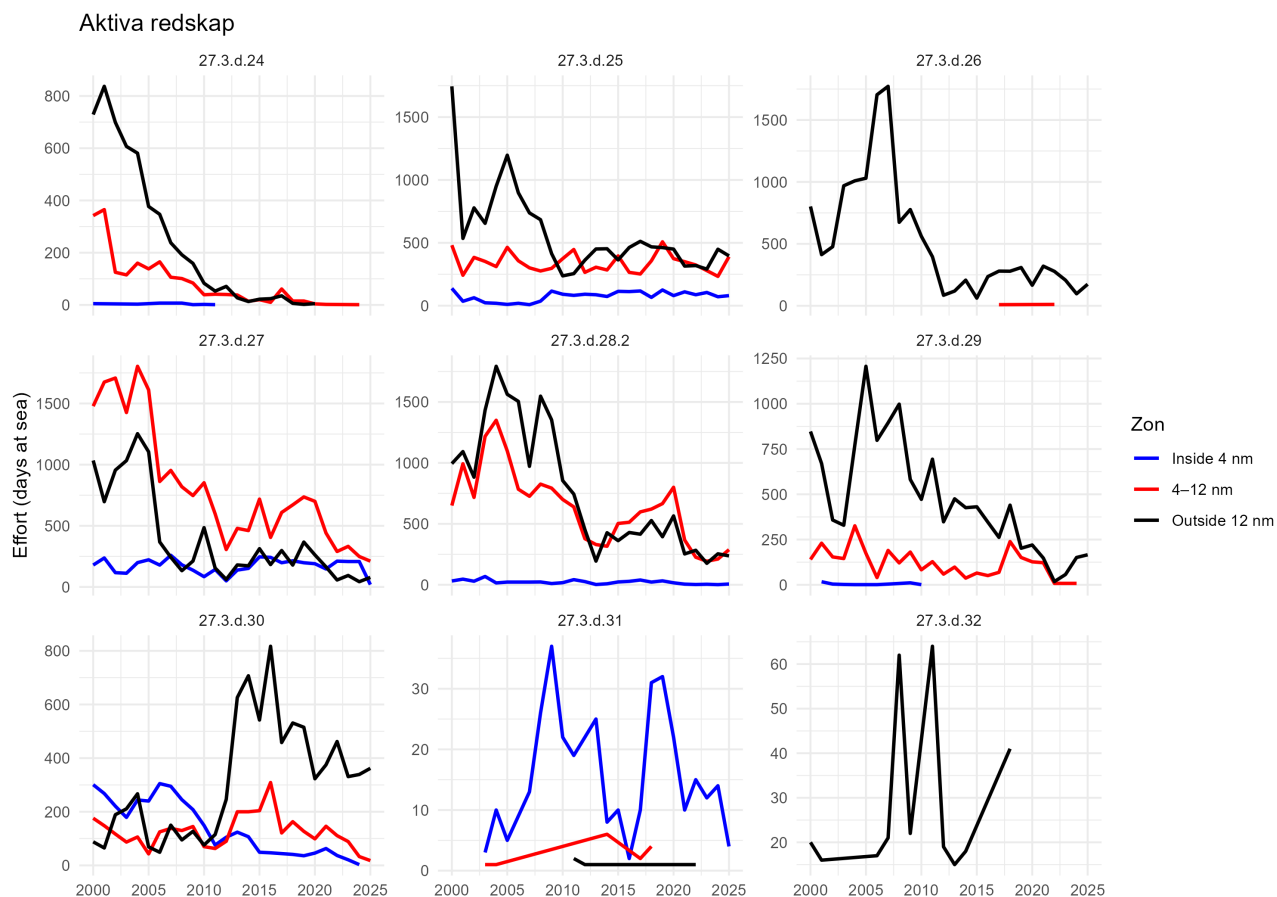


Figur 51. Landningar av sill och skarpsill 2021–2024 i det område som stängs för trålfiske. Rutorna är 5x5 nautiska mil och är tänkta som bas i en provtagningsdesign av ett eventuellt framtida försök.

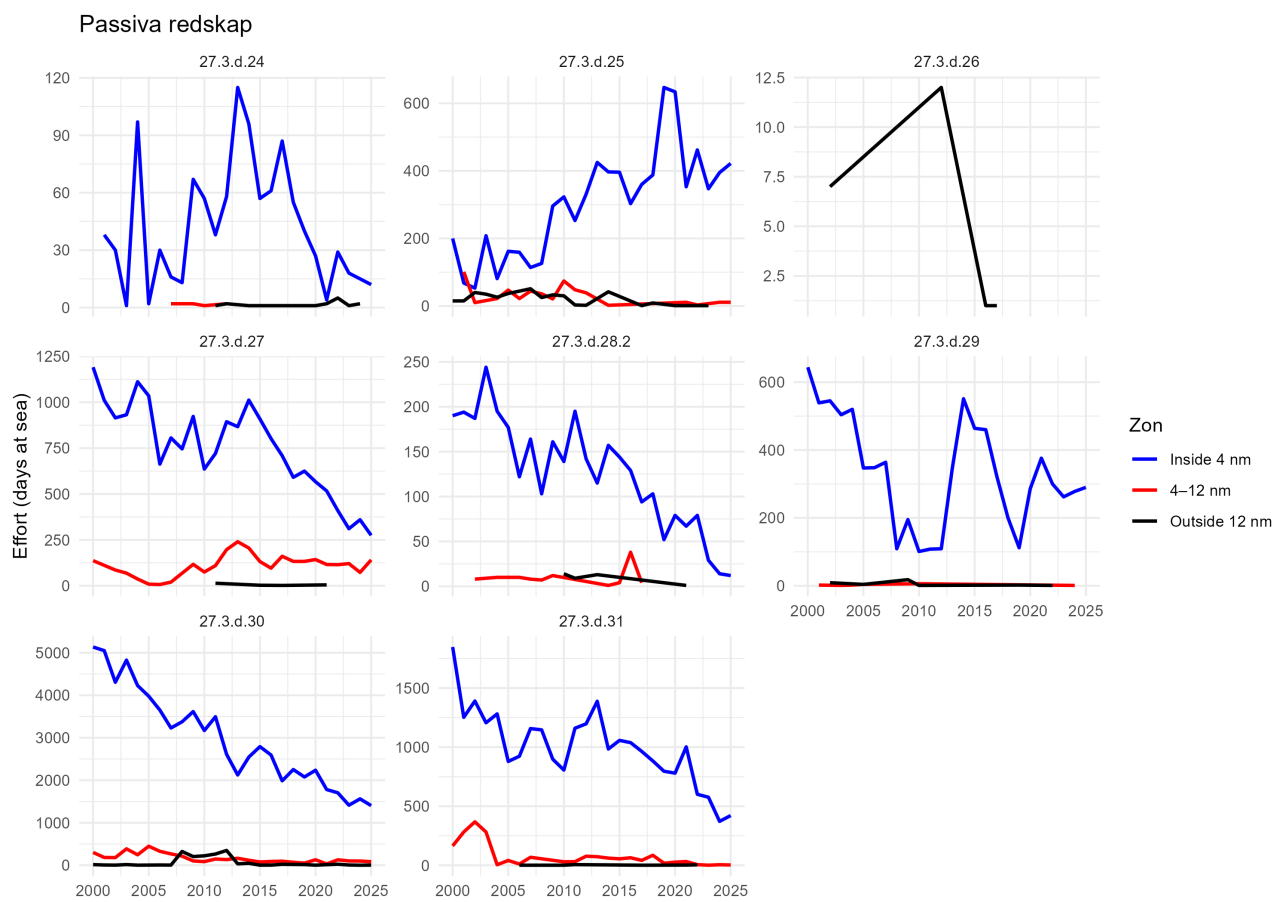
Biologisk provtagning av pelagiska fångster (framför allt storleks och åldersstruktur, kondition och DNA) görs inom DCF (Data Collection Framework) och inom det HaV-finansierade projektet ”Provtagning pelagiskt fiske”. Således redovisas resultatet av denna provtagning vid resultatrapportering separat inom dessa projekt.

### Preliminära resultat

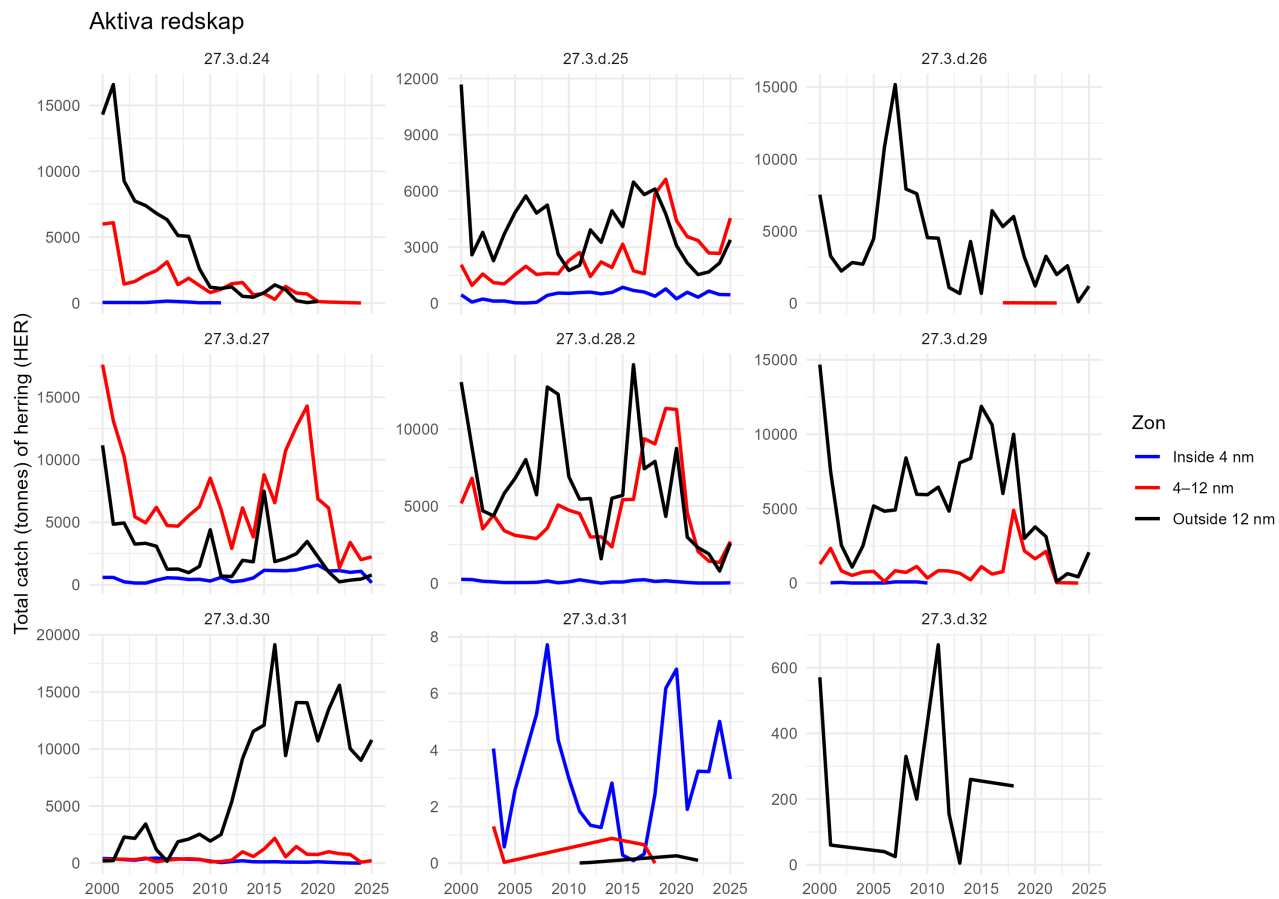
Under 2025 påbörjades ett arbete med att sammanställa och tillgängliggöra analyser av utvecklingen i det svenska pelagiska fisket under en 25-årsperiod. Analysen omfattar bland annat förändringar i fiskeansträngning, uttryckt som antal dagar till sjöss, för fiske med aktiva respektive passiva redskap uppdelat per ICES subdivision (figur 52 och 53). Inom varje subdivision redovisas fiskeansträngningen dessutom efter avstånd från kusten, uppdelat i fiske inom 4 nautiska mil, mellan 4 och 12 nautiska mil samt utanför 12 nautiska mil. Motsvarande uppdelning används även för redovisningen av strömmingsfångster, där utvecklingen presenteras per subdivision och avståndszon från kusten (figur 54 och 55).



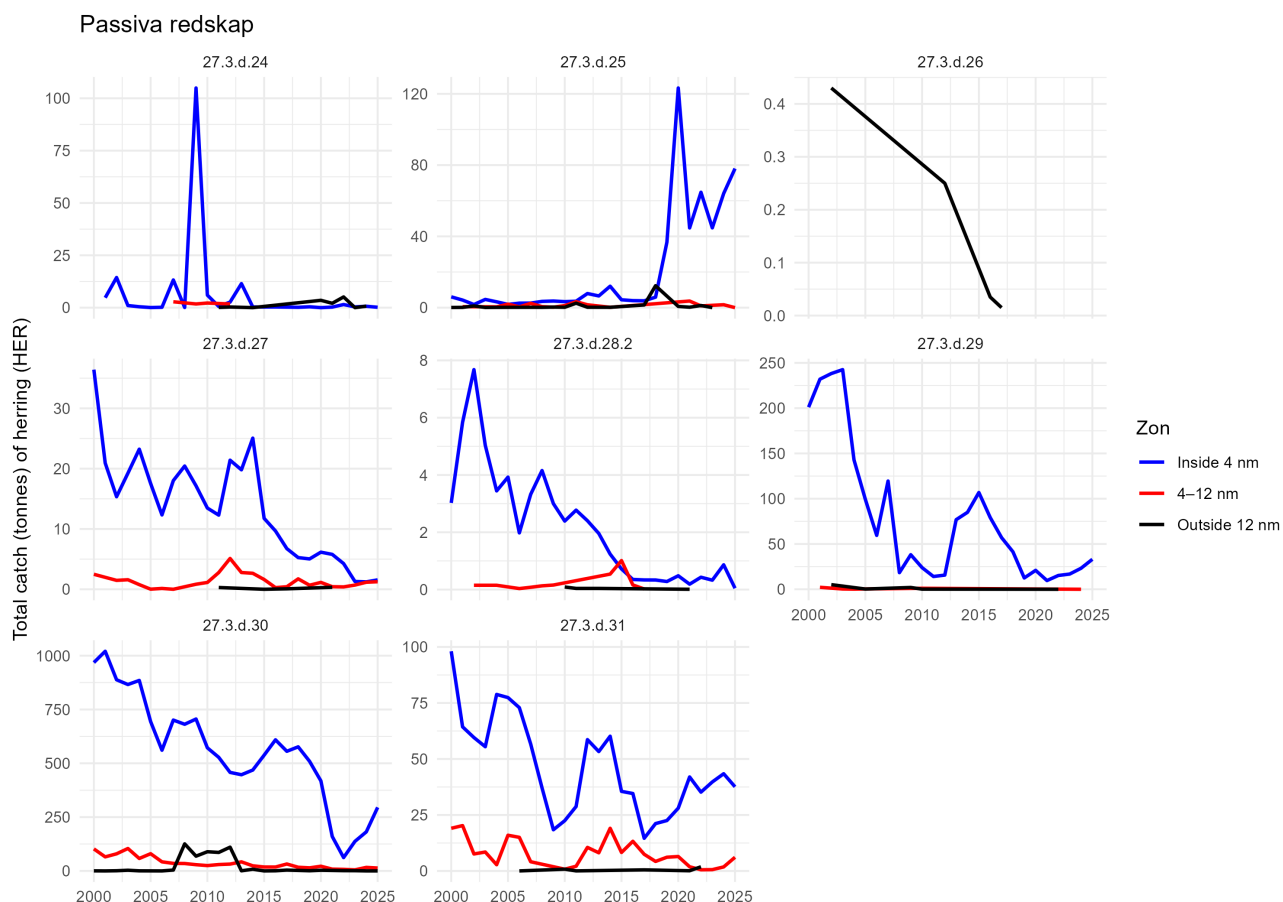
Figur 52: Fiskeansträngning per subdivision i svenskt pelagiskt fiske med aktiva redskap 2000-2025. Fiskeansträngningen är uppdelad i ansträngning inom nautiska mil (nm) från kusten; 4 nm = blå, mellan 4-12 nm = röd och utanför 12 nm = svart.



Figur 53: Fiskeansträngning per subdivision i svenskt pelagiskt fiske med passiva redskap 2000-2025. Fiskeansträngningen är uppdelad i ansträngning inom nautiska mil (nm) från kusten; 4 nm = blå, mellan 4-12 nm = röd och utanför 12 nm = svart.



Figur 54: Fångster av sill/strömming per subdivision i svenskt pelagiskt fiske med aktiva redskap 2000-2025. Fiskeansträngningen är uppdelad i ansträngning inom nautiska mil (nm) från kusten; 4 nm = blå, mellan 4-12 nm = röd och utanför 12 nm = svart.



Figur 55. Fångster av sill/strömming per subdivision i svenskt pelagiskt fiske med passiva redskap 2000-2025. Fiskeansträngningen är uppdelad i ansträngning inom nautiska mil (nm) från kusten; 4 nm = blå, mellan 4-12 nm = röd och utanför 12 nm = svart.

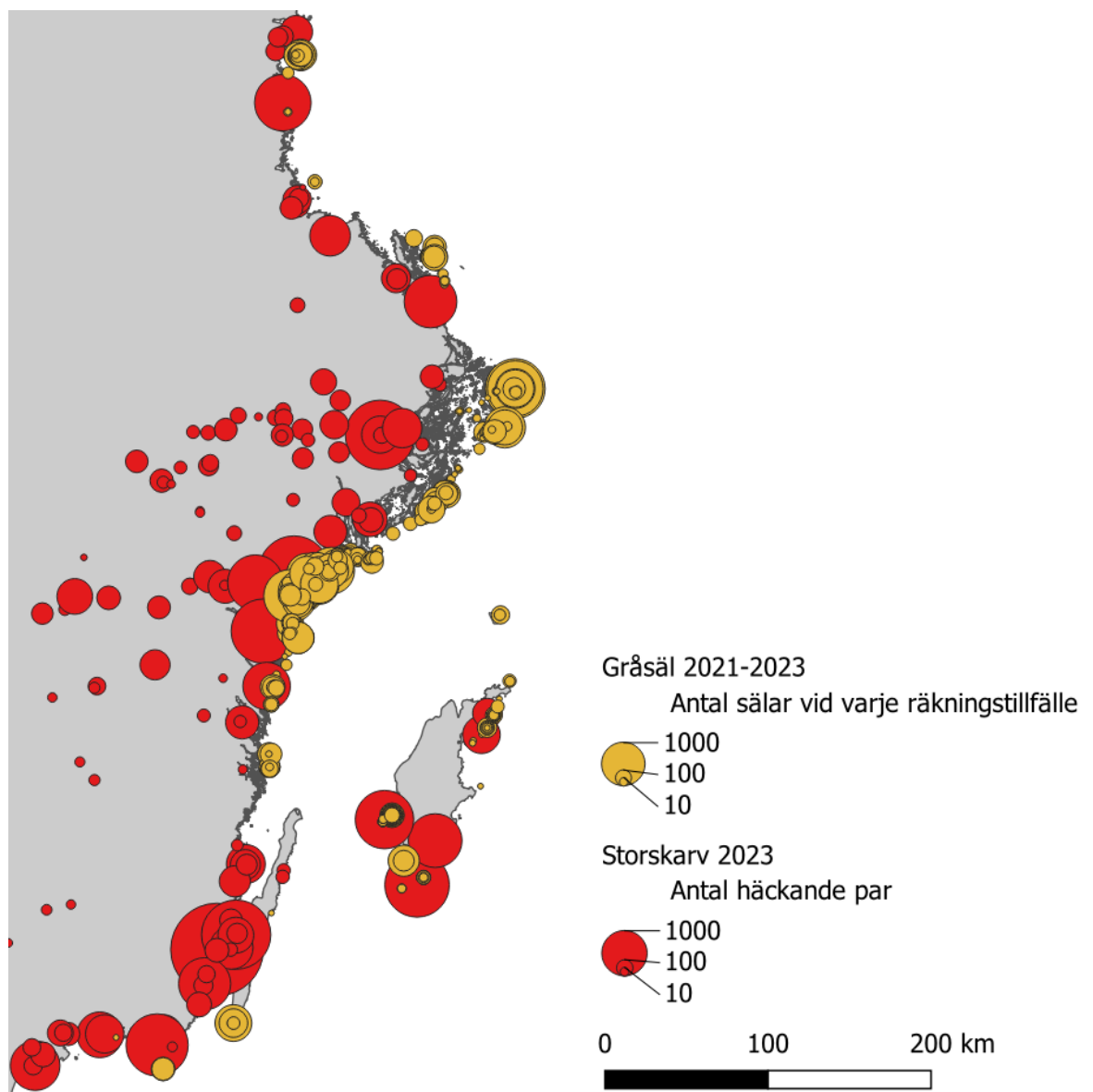
## Planering för 2026

Under 2026 planeras arbetet med att sammanställa utvecklingen i det svenska pelagiska fisket under perioden 2000–2025 att slutföras. Sammanställningen omfattar analyser av fiskeflottans struktur, uttryckt som antal fartyg i olika längdklasser, samt hur fisket har bedrivits geografiskt och i vilken omfattning. Detta inkluderar en redovisning av var fisket har ägt rum uppdelat per ICES subdivision samt efter avstånd från kusten (inom respektive utanför 4 och 12 nautiska mil). Därutöver analyseras var fångster av sill/strömming respektive skarpsill har tagits under perioden.

## WP 5: Övervakning av gråsäl och storskarv

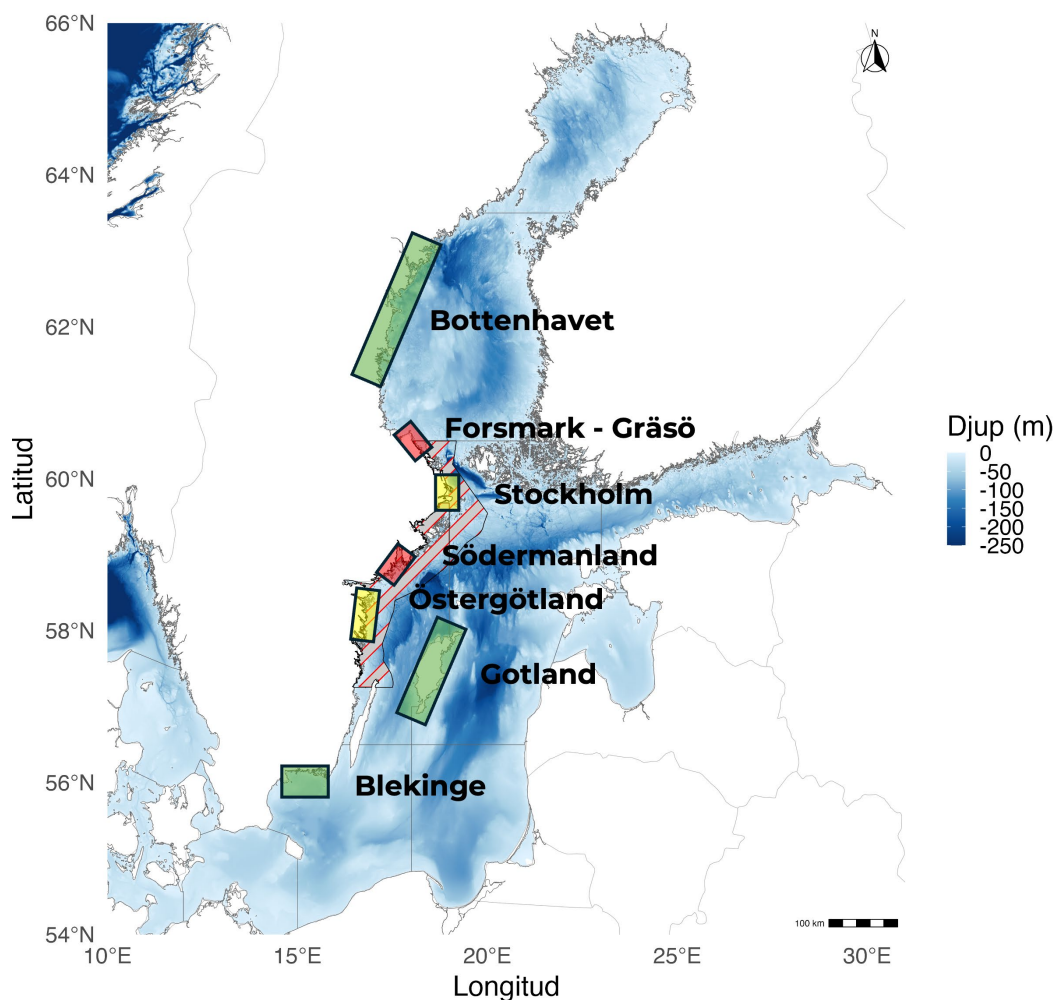
### Introduktion

Syftet med WP 5 är att ta fram underlag till RU-trålgräns om födoval, antal, utbredning och kondition hos gråsäl (*Halichoerus grypus*) och storskarv (*Phalacrocorax carbo*). Övervakningen täcker kuststräckan som berörs av utflyttningen av trålgränsen men samlar även in motsvarande underlag från referensområden utanför den berörda kuststräckan inom andra projekt. Fokusområdena har valts utifrån förekomst av gråsäl och storskarv, övervakningspotential, tillgång till provfiskedata och möjligheter till samarbete med lokala aktörer (figur 56).



Figur 56: Fördelning av häckande storskarv 2023 (röda cirklar) och gråsäl under pälshytet 2021–2023 (gulbruna cirklar).

Mer omfattande övervakning kommer att genomföras i två fokusområden och i två till tre referensområden. Det norra fokusområdet ligger på gränsen till södra Bottenhavet vid Forsmark/Gräsö i Uppsala län, i den nordligaste delen av kuststräckan med trålfiskeförbud. Det södra fokusområdet ligger mellan Landsort och Bråviken, i Södermanlands län i södra delen av kuststräckan med trålfiskeförbud (rödmarkerade områden på kartan i figur 57). På uppdrag av HaV och Naturvårdsverket har SLU övervakat födoval hos gråsäl och storskarv under perioden 2020–2025 i två områden i södra Östersjön, Gotland och Blekinge (figur 57). Information om födoval hos gråsäl finns även från Bottenhavet sedan 2000-talets början (figur 57). Fortsatt övervakning av födoval hos gråsäl och storskarv i dessa referensområden kommer att genomföras i pågående projekt inom överenskommelsen mellan HaV och SLU (Projekt 30, HaV diarienummer 2025–002808 år 2025).



Figur 57: Karta över studieområdena som visar de två primära fokusområdena Forsmark–Gräsö och Södermanland (röda rektanglar), två potentiella kommande fokusområden (Stockholm och Östergötland, gulmarkerade) samt referensområdena Gotland, Blekinge och Bottenhavet (gröna rektanglar). Det rödskräfferade området representerar trålgränsen.

## Genomförda aktiviteter under 2025

### *Födoval*

Dietprover från 140 skjutna gråsäl (mage–tarminnehåll), insamlade under 2024 inom ramen för pågående jakt i Södermanlands län, har analyserats under 2025 och preliminära resultat har sammanställts.

Under 2025 samlades dietprover in från gråsäl och storskarv i fokusområdena Forsmark–Gräsö och Södermanland. Dietprover från gråsäl har även genomförts i Stockholms och Östergötlands län under 2025 för att få in ytterligare dietprover från gråsällängs kuststräckan med trålfiskeförbud.

Insamling av dietprover från referensområdena fortsatte inom ramen för projekt 30 i överenskommelsen mellan HaV och SLU. Dietprover från pågående skyddsjakt av storskarv och licensjakt på gråsäl har kompletterats med insamling av spybollar från storskarv och spillning från gråsäl för att öka antalet prover och samtidigt utvärdera metodiken.

### **Forsmark-Gräsö**

Dietprover från storskarv i form av spybollar samlades in från två kolonier under häckningssäsongen, i Östhammarsfjärden ( $n \approx 50$ ) och Singöfjärden ( $n \approx 50$ ). Därutöver samlades cirka 100 skjutna storskarvar in för analyser av födoval och kroppskondition. Dietprover från skjutna gråsäl, bestående av mage–tarminnehåll, insamlades inom ramen för pågående licensjakt (SLU:  $n = 41$ ; Naturhistoriska riksmuseet (NRM):  $n = 23$ ). Spillningsprover från gråsäl ( $n \approx 30$ ) samlades även in utanför Gräsö, med målsättningen att erhålla prover från både vår–försommar och sensommar–höst.

### **Södermanland**

Dietprover från skjutna gråsäl i form av mage–tarminnehåll samlades även in inom ramen för pågående licensjakt (SLU:  $n = 104$ ; NRM:  $n = 13$ ). Spillningsprover från gråsäl ( $n \approx 50$ ) samlades dessutom in i Hävringe skärgård utanför Oxelösund, med målsättningen att erhålla prover från både vår–försommar och sensommar–höst. Dietprover från storskarv i form av spybollar ( $n \approx 100$ ) samlades in under häckningssäsongen från den enda befintliga kolonin längs Södermanlandskusten. Därutöver samlades 103 skjutna storskarvar in för analyser av födoval och kroppskondition. Dessa prover möjliggör även jämförelser mellan dietdata från skjutna individer (mage–tarminnehåll) och prover insamlade i kolonin (spybollar).

### **Stockholm**

Dietprover från skjutna gråsäl i form av mage–tarminnehåll samlades in inom ramen för pågående jakt ( $n = 16$ ).

## **Östergötland**

Dietprover från skjutna gråsäl i form av mage–tarminnehåll samlades in inom ramen för pågående jakt (SLU: n = 13; NRM: n = 3).

### **Referensområden**

Övervakningen av födoval hos gråsäl i södra Östersjön (Gotland och Blekinge) fortsatte under året på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten (HaV) inom projekt 30. Detta arbete innebär en komplettering inom WP5 genom tillförsel av information från utpekade referensområden. Övervakningen av gråsäl och storskarv i dessa områden är viktig för att kunna följa eventuella förändringar i arternas ekologi, exempelvis förändringar som kan uppstå till följd av ekosystemförändringar. Sådana förändringar kan bland annat vara kopplade till att trålfisket koncentreras till vissa områden, men kan också bero på andra lokala eller storskaliga förändringar i ekosystemet. Dietprover från gråsäl och storskarv kommer även fortsättningsvis att samlas in och analyseras. Materialet omfattar prover från Gotland, Blekinge och Bottenhavet (för gråsäl) och består av prover från skjutna djur samt indirekta dietprover i form av spillning från gråsäl och spybollar från storskarv.

### *Förekomst och utbredning*

#### **Gråsäl**

Utöver den nationella övervakningen av gråsäl i Östersjön som genomförs årligen av NRM i maj-juni, gjordes en extra flyginventering i augusti. Inventeringen utfördes med flygplan över kända pälsbyteslokaler för gråsäl längs kuststräckan som berörs av utflyttningen av trålgränsen, från Hudiksvall (Tihällan) i norr till Västervik (Idö bänkar) i söder (figur 58). Lokalerna fotograferades för att senare kunna räkna antal sälar. Syftet med den extra inventeringen är att undersöka utbredning och antal sälar på land under en annan tid på året, till exempel för att undersöka säsongsmässiga geografiska omfördelningar av gråsälpopulationen längs svenska kusten.



Figur 58: Karta över flygrutt för den extra flyginventeringen av gråsäl i augusti 2025. Karta från NRM.

### **Storskarv**

Häckande storskarv har inventerats utmed kuststräckan som berörs av utflyttningen av trålgränsen (från Gävleborgs län i norr till Kalmar län i söder) i samarbete med lokala aktörer.

### *Kondition*

#### **Övervakning av gråsälskutar**

Från och med 2025 övervakas framför allt kroppskondition, men även antal av gråsälskutar längs kuststräckan som berörs av utflyttningen av trålgränsen.

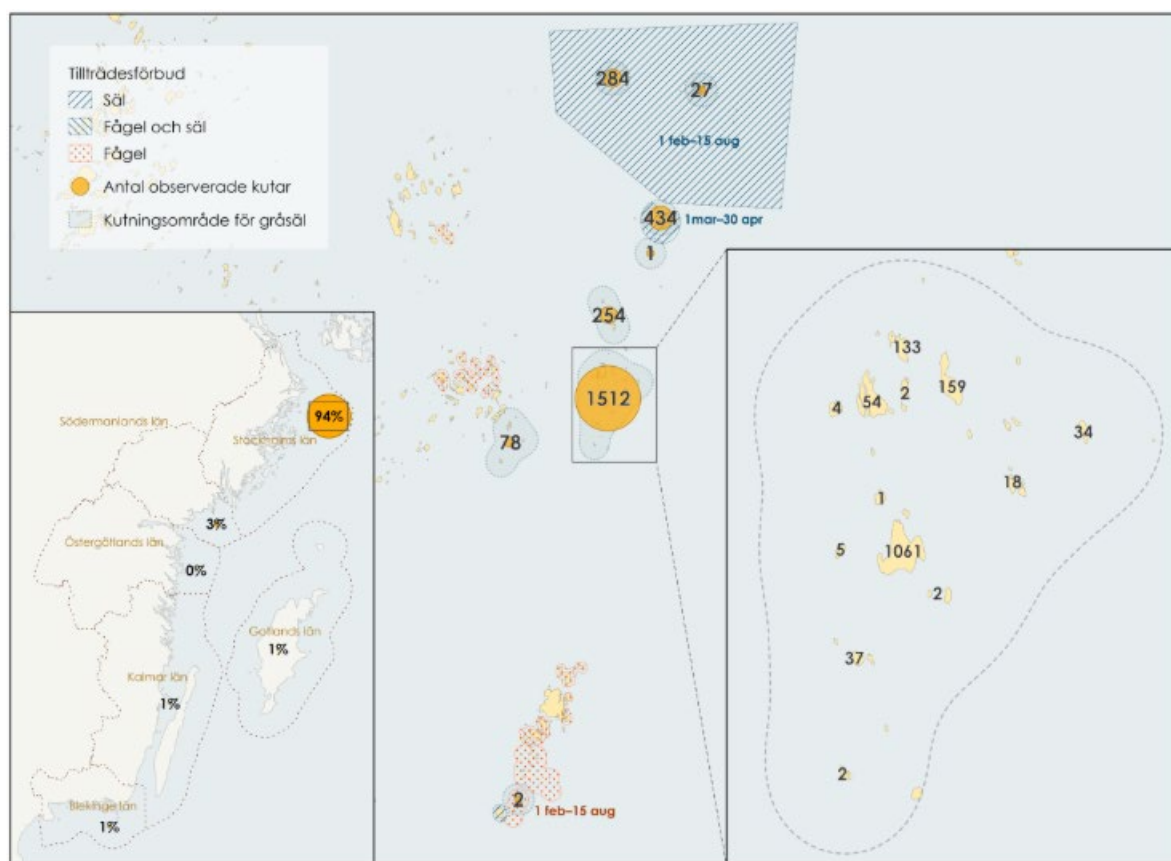
Inventeringen av kroppskondition kompletterar den helikopterinventering som NRM gör i början av mars för att övervaka kutningslokaler på land längs kuststräckan Gräsö-Västervik (figur 59).



Figur 59: Karta som visar flygrutter för den flyginventering som utfördes av NRM för övervakning av gråsältskutar i mars 2025 mellan Gräsö i norr och Västervik i söder. (Karta från NRM).

Övervakning av kroppskondition hos kutar genomförs på de viktigaste kutningslokalerna längs svenska kusten i Stockholms skärgård. Kutningslokalerna i Stockholms ytterskärgård har under senare år varit den huvudsakliga lokalen för gråsälshonor som föder sina kutar på land längs svenska kusten. Vid kutinventeringarna 2021 och 2023 (figur 60) föddes ungefär 95% av det totala antalet kutar som föddes på land i Sverige i detta område. Övervakningen av antal görs med helikopter och övervakning av kroppskondition görs med drönare vilket minimerar störning jämfört med att gå i land på öarna. Inventeringarna med drönare utgör kompletterande underlag till de helikopterinventeringar av gråsälkutur som utförs av NRM.

Med hjälp av drönare samlades bildmaterial in för analys av kutarnas kroppskondition (figur 61). Överflygning med drönare gjordes två gånger i 2025: i mitten av februari (2025-02-19) och i mitten av mars (2025-03-14). För transportererna till och från Stockholms ytterskärgård beviljades SLU stöd för fartygstid från Voice of the Ocean (Midocean). Insamlat material kommer även att användas för att undersöka förekomst av döda kutar. Övervakning av kroppskondition hos gråsälkutar sker i samarbete med NRM, Göteborgs universitet och Pro Mare i Estland. Undersökningarna i Stockholms skärgård har genomförts parallellt med liknande inventeringar av gråsälkutar i Estland, där gråsälarna föder sina ungar på låglänta sandbankar i stället för på klippiga öar som i Stockholms skärgård. I ännu större omfattning än kutningslokalerna i Stockholms ytterskärgård hyser de lokaler som övervakas i Estland mycket höga koncentrationer av gråsälkutar.



Figur 60: Karta som visar antal kutar födda på land i Stockholms yttre skärgård 2023. (Carlsson m.fl. 2024).



Figur 61: Drönbild på använda kutar i Stockholms ytterskärgård i mars 2025. (@Karl Lundström)

#### *Fångst och märkning av storskarv*

Under 2025 inleddes metodikutveckling och försök för fångst och GPS-märkning av storskarv. Ett fåtal storskarvar märktes i Karlskrona skärgård. Framför allt fångstmetodiken, men även den blåsiga våren begränsade förutsättningarna för att märka ett större antal fåglar. Under 2025 testades olika fångstmetoder med en förhoppning om att fångst och märkning blir mer effektiva under säsongen 2026.

#### *Fångst och märkning av gråsäl*

I juli 2025 deltog personal från SLU och NRM i en säl fångstworkshop på Ösel i Estland, arrangerad av Pro Mare i Estland och Sea Mammal Research Unit i Skottland. Workshopen bestod av både teori och praktik gällande fångstmetoder och utrustning samt arbete i fält. Nio gråsäl försågs med GPS-sändare och djuploggers. Evenemanget arrangerades för att bygga upp kompetens och stärka praktiska färdigheter inom märkningsteknik och fältarbete, som förberedelse inför aktiviteter planerade till 2026.

## Preliminära resultat

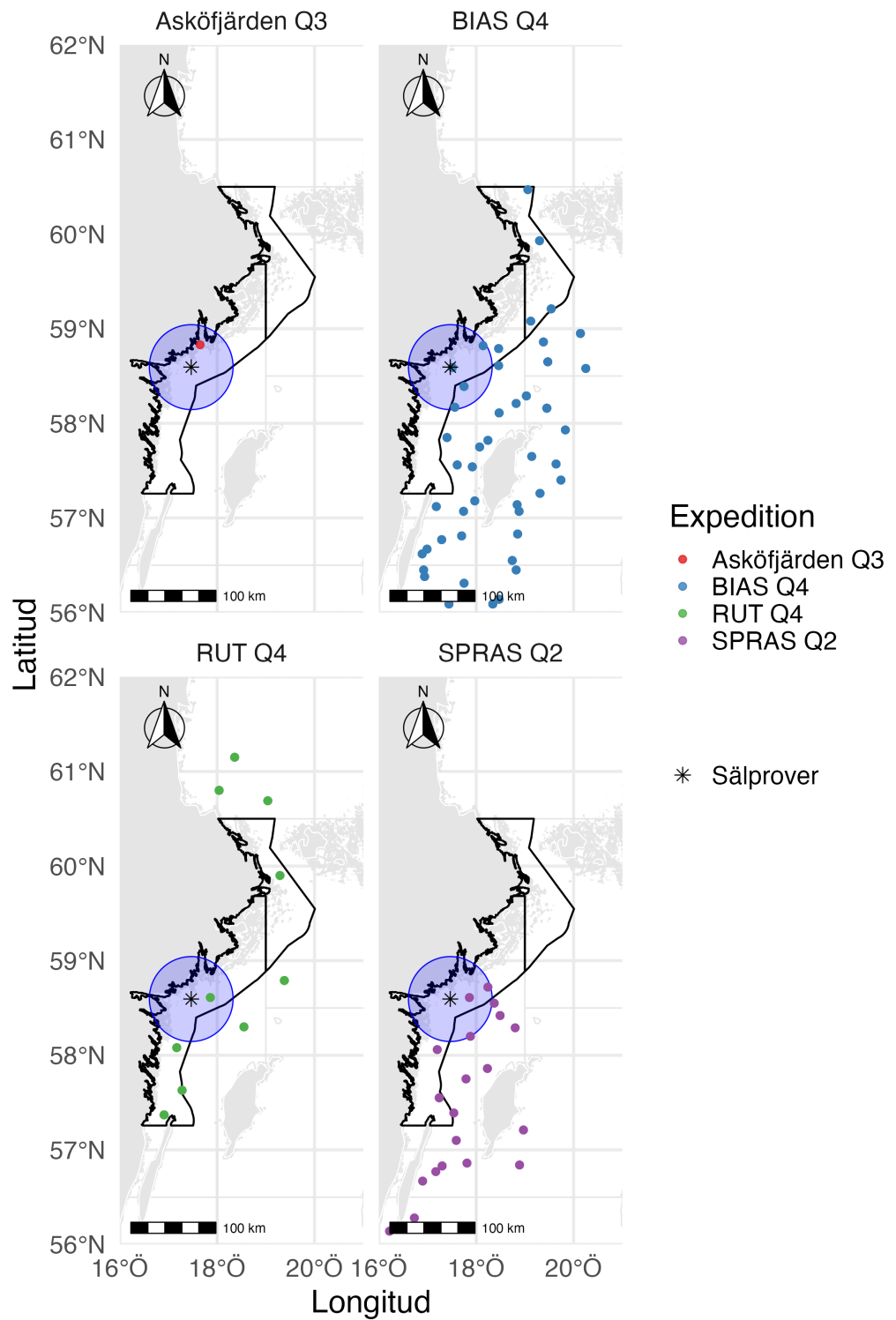
### *Dietanalys: Gråsälars födoval i Södermanland 2024*

Bytesrester från 140 skjutna gråsäl (mag-tarmkanaler, kvartal 2: n = 46; kvartal 3: n = 94), insamlade under 2024 i Södermanland, har analyserats under 2025 med traditionell okulär metodik. Analysen baserades främst på fiskotoliter (Popper m.fl. 2005). Även andra skelettdelar samt hela fiskar har använts för att identifiera gråsälarnas byten. Storleken på de konsumerade fiskarna har uppskattats med hjälp av matematiska funktioner som beskriver sambandet mellan otolitstorlek och fiskstorlek (Leopold m.fl. 2001; Rodríguez Mendoza 2006).

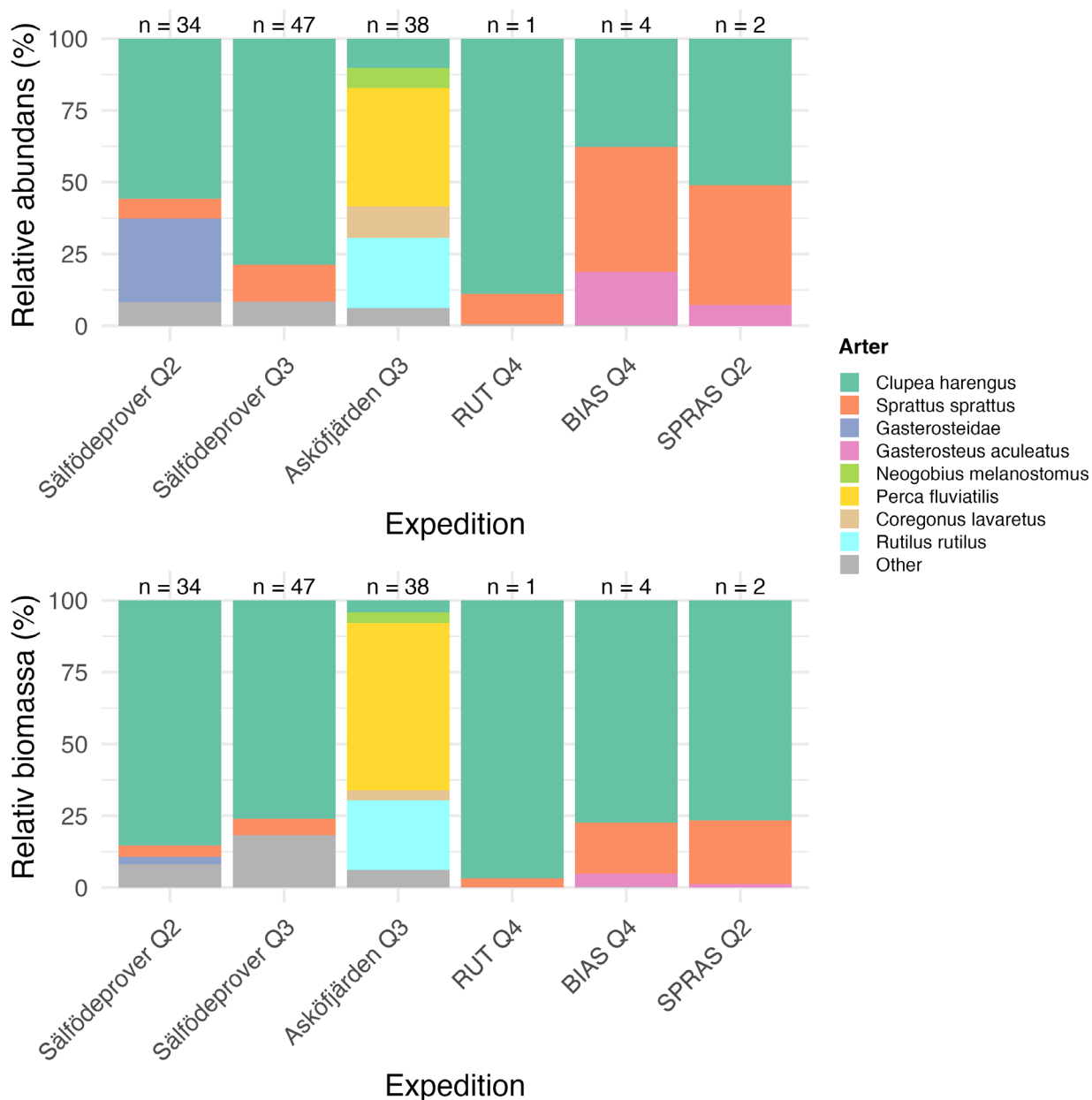
Av de totalt 140 analyserade dietproverna innehöll 81 prover bytesrester, medan övriga prover var tomma. Resultaten visar att sill/strömning utgjorde den viktigaste bytesarten i gråsälarnas diet under 2024, både med avseende på andelen konsumerat antal fiskar (relativ abundans, 68 %) och andelen konsumerad biomassa (viktandel, 79 %). Efter strömning följde skarpsill (relativ abundans = 10 %; relativ biomassa = 5 %) och storspigg, där storspigg framför allt bidrog till den relativa abundansen (14%) men betydligt mindre till den konsumerade vikten (9 %).

En jämförelse har även gjorts mellan gråsälars diet artsammansättning och den generella artsammansättningen av fisk från provfisken som genomförts det undersökta området. Till analysen valdes trålhal genomförda på R/V Svea från expeditionerna BIAS, RUT(RUBITS) och SPRAS inom en buffertzona på 50 km från de områden där dietproverna från gråsäl insamlats, uppdelade på respektive kvartal (Q) (figur 62). I tillägg till dataunderlaget från R/V Svea användes data från den standardiserade kustfiskeprovtagningen med nät i Asköfjärden (Åkerlund, 2025) (figur 62).

Arternas sammansättning i trålundersökningarna överensstämde väl med resultaten från dietanalysen, där strömning utgjorde den dominerande arten (i genomsnitt relativ abundans 81 % och relativ biomassa 45 %). Även skarpsill och storspigg bidrog i betydande utsträckning till den relativa abundansen (figur 63). I kustfiskövervakningen dominerades fångsterna däremot av abborre och mört, vilka tillsammans utgjorde drygt 83 % av den totala fångstbiomassan (figur 63). Skillnaden mellan artssammansättningen i det kustnära fisket och i gråsälarnas diet kan tolkas som att merparten av de individer som provtogs under 2024 huvudsakligen födosökte i utsjömiljöer snarare än i kustnära, grunda habitat.



Figur 62: Kartor över den rumsliga fördelningen av kustundersökningen (Asköfjärden Q3) och trålundersökningsstationer (BIAS Q4, RUT Q4, SPRAS Q2), samt provtagningsplatser för gråsäl, inklusive en buffertzoz med 50 km runt provtagningsområdet för gråsälaföda (blå cirkel).



Figur 63: Relativ abundans (övre panel) visar antal, (%) och relativ biomassa (nedre panel), visar vikt (%) av fiskarter ifrån olika undersökningar och gråsäldietprover. Antalet analyserade prover eller stationer visas ovanför varje stapel (n).

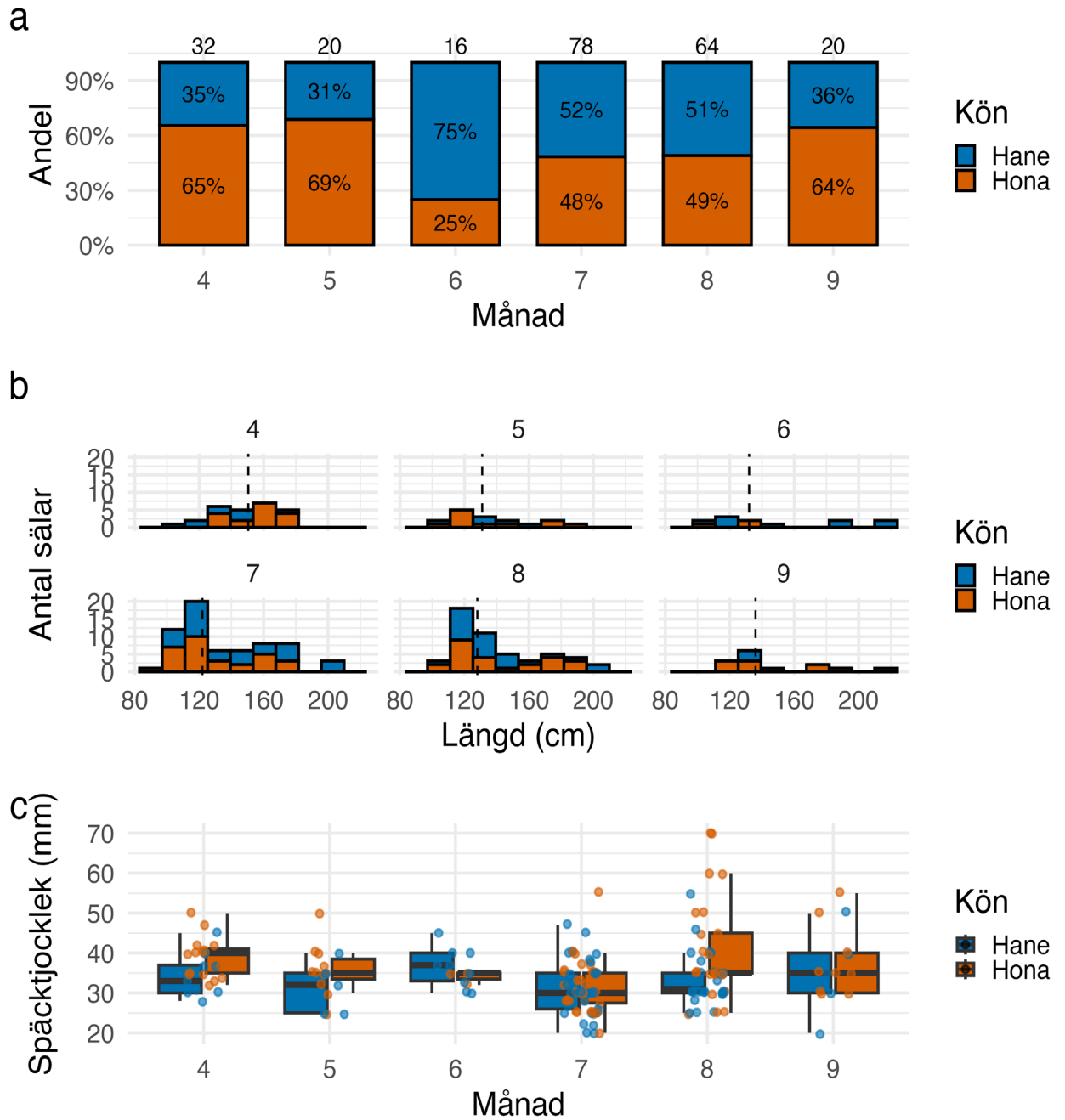
#### Kondition från fällda gråsäl

Från skydds jakt i Södermanlands län inrapporterades totalt 230 gråsäl under 2024 till NRM. Av dessa var 87 hanar, 96 honor och 47 individer registrerades med okänt kön. Materialet omfattar den huvudsakliga jaktperioden från april till september och ger en säsongsöversikt över gråsälarnas kondition.

Antalet rapporterade fällda gråsäl varierade mellan månaderna (Figur 64a). Den största inrapporteringen skedde under högsommaren, där juli och augusti stod för mer än 60 % av alla rapporterade gråsäl. Kön fördelningen hos de jagade gråsälarna varierade över säsongen (Figur 64a). Under juli och augusti var andelen hanar och honor relativt jämn, vilket tyder på en balanserad representation av båda könen under huvudperioden för jakten. Från rapporteringarna till NRM visade april, maj och september en högre andel honor, medan inrapporteringarna från juni dominerades av hanar (Figur 64a).

Kroppslängden visade tydliga könsskillnader. Hanar varierade mellan 98–217 cm (median 130 cm), medan honor varierade mellan 90–130 cm (median 130 cm) (figur 64b). Den större variationen hos hanar återspeglar förekomsten av större individer och stämmer överens med den kända könsdimorfismen hos gråsäl, där vuxna hanar uppnår betydligt större kroppsstorlek än honor (HELCOM, 2013).

Späcktjockleken skilde sig också något mellan könen (figur 64c). Hanar varierade mellan 20–55 mm med en median på 32 mm, medan honor varierade mellan 20–70 mm med en median på 35 mm. Månatliga medianvärden visar ett tydligt säsongsmönster. I april var medianspäcktjockleken relativt hög (33 mm hos hanar och 40 mm hos honor). Värdena minskade gradvis mot högsommaren och nådde cirka 30 mm för båda könen i juli, för att därefter öka igen under sensommaren och tidig höst (omkring 35 mm i september). Det säsongsmässiga mönstret i späcktjocklek återspeglar den årliga biologiska cykeln hos Östersjöns gråsäl. Under fortplantningssäsongen (februari–mars) föder honor ungar och diar dem i ungefär 15–18 dagar, och är då i stor utsträckning beroende av lagrade fettreserver, medan hanar också har höga energikostnader och ett minskat födointag kopplat till reproduktionen (Silva m.fl. 2020). Detta bidrar till en försämrad kroppscondition under våren. Pälsömsningen, som sker under maj–juni, är ytterligare en energikrävande period då gråsälarna tillbringar lång tid uppe på land eller is och äter mindre, vilket leder till en ytterligare minskning av späckreserverna (Silva m.fl. 2020). Den lägre späcktjocklek som observeras kring högsommaren är därför förenlig med ett minimum i condition efter pälsömsningen. Från sensommaren och framåt ökar gråsälarna sin födosöksaktivitet och bygger successivt upp fettreserverna igen, vilket förklarar ökningen i späcktjocklek som observerats i augusti och september.

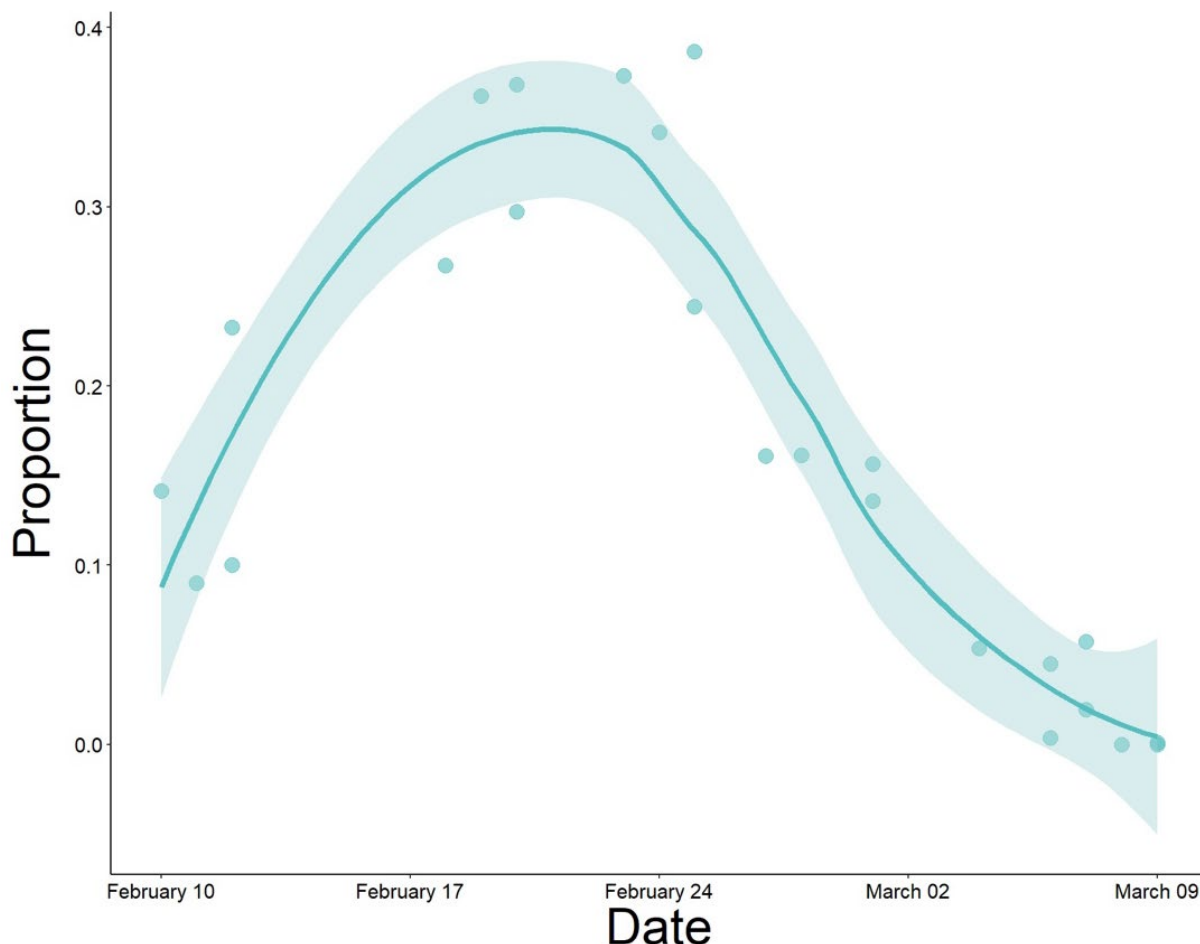


Figur 64: Säsongsvariation i inrapporterade fällda gråsälur från Södermanland under 2024. Hane representeras av blå fält, honor orange. (a) Månatlig könsfördelning (totalt stickprovantal (n) anges ovanför varje stapel). (b) Månatliga längdfördelningar per kön (streckade vertikala linjer anger medianlängd per månad). (c) Späcktjocklek per månad och kön.

#### Kondition: Övervakning av gråsälskutar

Bildmaterialet som samlats in från inventeringarna med drönare har använts för att räkna antalet kutar i fem olika utvecklingsstadier; från 1) nyfödda kutar till 5) helt avvanda kutar (som slutat dia; Kovacs m. fl. 1986). Med hjälp av detta material kan

fördelningen av födslar under säsongen uppskattas. Preliminära resultat för en av lokalerna i Stockholms ytterskärgård visar att flest kutar föds i mitten av februari (figur 65).



Figur 65. Preliminär fördelning över tid av antal gråsälsfödslar på Storflyttjan i Stockholms ytterskärgård. (Illustration D. Carrol, GU).

De pågående undersökningarna av förekomst, antal och kroppskondition hos gråsälkutar innebär den första kvantitativa bedömningen av fortplantningssäsongen hos gräsäl i Östersjön. Resultaten bidrar med viktiga baslinjedata för att kunna fortsätta följa förändringar i gråsälpopulationen över tid samt inom och mellan olika områden. Kunskap om fortplantningssäsongen är avgörande för att utforma övervakning av gråsälpopulationens tillväxt, status och förnygring. Information om fortplantningssäsongen bör även beaktas vid beslut och utformning av jakt på gräsäl för att undvika risken att fälla dräktiga eller digivande honor.

Kroppskonditionen hos avvanda kutar (stadium 5) minskar avsevärt mot slutet av fortplantningssäsongen. Detta sammanfaller med den tidsperiod då de kutar som föddes under den maximala kolonitätheten (när antalet födslar var som högst) var

avvanda. Informationen bidrar till ökad förståelse av hur populationstätheten påverkar kutarnas dödlighet, som en direkt följd av deras kroppskondition, och vilka faktorer som begränsar populationsökningen.

Genom att jämföra de resultat som samlas in från Sverige och Estland med varandra är det möjligt att undersöka de olika områdenas betydelse för gråsälpopulationen i Östersjön. Som exempel observerades många döda kutar i vattnet runt kutningsöarna i Sverige men inte i Estland. Vad skillnaden i kutdödlighet mellan områdena beror på är ännu ovisst, men förhoppningen är att det material som samlas in kan bidra till att förstå bakomliggande orsaker, något som i sin tur ger bättre underlag för bedömningar av populationsstatus.

### **Sammanfattning**

WP 5 fokuserar på att övervaka gråsäl (*Halichoerus grypus*) och storskarv (*Phalacrocorax carbo*) för att förstå deras dietval, förekomst, utbredning och kroppskondition i relation till trålgränsen. Under 2025 samlades omfattande data in med hjälp av flera kompletterande metoder i både fokus- och referensområden. Dietprover erhöles från gråsäl och skarvar genom maginnehåll från jagade djur, samt avföring och spybollar, med ytterligare provtagning för att förbättra den geografiska täckningen. Fältarbetet koncentrerades till Forsmark–Gräsö och Södermanland.

Flygundersökningar användes för att uppskatta sälarnas förekomst och utbredning, samt för att räkna antalet kutar. Drönarövervakning vid viktiga kutplatser i Stockholms yttre skärgård gav ytterligare data om kutarnas förekomst och kroppskondition. Preliminära resultat visar att gråsälarnas diet domineras av sill, vilket tyder på att de flesta individer söker föda i havsmiljöer snarare än nära kusten. Säsongsmönster i kroppskondition observerades, där sälarna hade lägre fettreserver under sommaren på grund av reproduktion och ruggning och förbättrad kondition mot hösten.

Övervakning av kutar visar att de flesta födslar sker i mitten av februari, och att kutarnas kroppskondition försämras senare under häckningssäsongen, potentiellt kopplat till hög populationstäthet. År 2026 kommer projektet att fortsätta och utöka övervakningsinsatserna, inklusive ökad provtagning, upprepade undersökningar och användning av GPS-märkning för att bättre förstå rörelser och beteende.

### **Planering inför 2026**

#### *Födoval*

Under 2026 kommer insamlingen av dietprover från gråsäl och storskarv att fortsätta i fokusområdena Forsmark–Gräsö och Södermanland med samma grundupplägg som under 2025. Arbetet bygger vidare på de metoder, samarbeten och erfarenheter som etablerats under föregående år.

Utökade insamlingsförsök för att få in dietprover från gråsäl kommer att göras i Stockholms och Östergötlands län för att försöka bredda provtagningen längs kuststräckan med trålfiskeförbud och få in större provmängder.

Insamling av dietprover från gråsäl i referensområdena fortsätter inom den ekonomiska ramen för Projekt 30 i överenskommelsen mellan HaV och SLU. Provtagningsdesignen kommer att vara adaptiv och justeras utifrån erfarenheter från 2025, med fokus på optimering av tidpunkt, provtagningsinsats och samverkan med lokala aktörer.

#### *Förekomst och utbredning*

##### **Gråsäl**

I likhet med 2025 planeras, utöver den nationella övervakning som genomförs av NRM i maj, en kompletterande flyginventering under augusti–september längs den kuststräcka som påverkas av utflyttningen av trålgränsen. Inventeringen genomförs enligt samma metodik som under 2025 för att möjliggöra jämförelser över tid.

##### **Storskarv**

Inventering av storskarv under häckning fortsätter enligt samma upplägg som 2025 i samarbete med lokala aktörer, med målsättning att täcka kuststräckan från Gävleborgs län i norr till Kalmar län i söder.

#### *Kondition*

##### **Övervakning av gråsälskutar**

Övervakningen av gråsälskutars kroppskondition fortsätter under 2026 och bygger vidare på den metodik som etablerades under 2025. Inventering med drönare planeras att utföras vid tre tillfällen under säsongen (mitten av februari, början av mars och slutet av mars). Arbetet genomförs fortsatt på de viktigaste kutningsplatserna i Stockholms ytterskärgård och omfattar insamling av bildmaterial med drönare för analys av kroppskondition. Inventeringarna kompletterar resultaten från de ordinarie flyginventeringarna med helikopter. Ytterligare försök med övervakning av kroppskondition hos gråsälkutar planeras, om is, väder och vind tillåter, att genomföras i Södermanland, på Gotland och i Blekinge

Övervakningen av kroppskondition hos kutar genomförs även för sättningsvis i samarbete med NRM, Göteborgs universitet, Pro Mare i Estland, Voice of the Ocean och Midocean.

#### *Rörelsemönster och beteende hos gråsälkutar*

Kunskapen om hur Östersjöns gråsälar förflyttar sig är mycket begränsad. Bland annat är det okänt i vilken omfattning kutarna från olika kutningsplatser stannar kvar i samma område eller om de sprider ut sig till helt nya områden. Genom att märka kutar med GPS-sändare och dyklogger är det möjligt att följa gråsälarnas

rörelsemönster och beteende, till exempel för att få reda på vilka områden och habitat som utgör viktiga födosöksområden för kutarna samt hur kutar sprider ut sig från de platser de är födda. Målsättningen är att märka cirka fem gråsälskutar. GPS-sändarna tillhandahålls av NRM, och arbetet genomförs i samarbete med NRM, Voice of the Ocean och Midocean.

#### *Kondition av storskarv*

Som ett mått på status hos storskarv i olika områden används de underlag som samlas in om antalet häckande par. Dock försvåras och begränsas möjligheterna att dra slutsatser av de omfattande förvaltningsåtgärder som pågår i form av jakt och oljering av ägg. Data om storskarvars kroppskondition i olika områden baseras på mätningar från insamlade fåglar från pågående skydds jakt.

#### *Fångst och märkning av storskarv*

Märkning av storskarv planeras under häckningssäsongen 2026 i fokusområdet i Södermanland samt i referensområdet i Karlskrona skärgård, i enlighet med planeringen från föregående år.

Valet av områden kan dock komma att justeras beroende på omfattningen av pågående förvaltningsåtgärder i de olika områdena, särskilt i Södermanland. Även andra praktiska förutsättningar, såsom var, när och hur det bedöms vara lämpligt att fånga och märka storskarvar, kan påverka den slutliga planeringen av märkningen.

#### *Fångst och märkning av gråsäl*

Fångst och märkning av gråsäl planeras att genomföras under perioden juli–september 2026, beroende på lokala förutsättningar i de aktuella områdena samt tillgången till involverade märkningsexperter. Arbetet bygger vidare på den kompetensuppbyggnad som genomfördes i samband med workshopen i Estland 2025. En viktig förutsättning för att kunna påbörja försök med fångst och märkning av gråsäl är att få ökad klarhet i hur nedstängningen av 2G- och 3G-nätverken kan komma att påverka möjligheterna till datainsamling.

## WP 6: Ekosystemeffekter och modellering

### Introduktion

Den ursprungliga planen för WP 6 som innefattade en utvärdering av den utflyttade trålgränsens effekter på kustekosystemet har justerats under 2025. Den tidigare planerade fältundersökningen för 2026 ansågs ha små möjligheter att påvisa några effekter av en utflyttad trålgräns på kustekosystemet, som en direkt konsekvens av den sena implementeringen av utflyttningen, samt att inga fiskereglerande åtgärder infördes i Bottenhavet. Således vinklades syftet för WP 6 till att innefatta utvidgade analyser av redan befintliga data för att kunna undersöka och modellera för effekter hos sillen/strömmingens roll i ekosystemet. WP 6 omfattar tre delar, 1) en studie av sillens/strömmingens roll i kustfödoväven i Egentliga Östersjön och Bottenhavet, 2) en jämförelse av förändringar i kust- och utsjöekosystemets födovävar i Egentliga Östersjön och Bottenhavet och 3) modellering av ekosystemeffekter av den utflyttade trålgränsen i Egentliga Östersjön.

Sillens/strömmingens betydelse för kustekosystemets näringsvävar i Egentliga Östersjön och Bottenhavet. Ekosystemet vid den svenska Östersjökusten är starkt påverkat av ett regimskifte som är kopplat till förändringar i öppna havet. Dessa förändringar är starkt kopplade till ökad fiskeridödlighet och eutrofiering som orsakar minskad förekomst av rovfisk som torsk och stor strömming (<18 cm), med en ökning av storspigg (Olin m. fl. 2022, Donadi m. fl. 2024, Faithfull och Bergström 2025). Regimskiftet innebär en förlust av kustlevande rovfiskar och en ökning av storspigg, där effekterna går genom näringsväven och resulterar i en ökning av fintrådiga alger samt en förlust av livsmiljöskapande vegetation såsom blåstång och ålgräsängar (Donadi m. fl. 2017, Eklöf m. fl. 2020).

En utflyttning av trålgränsen eller ett eventuellt införande av ett trålförbudsområde förväntas leda till ökad förekomst av stor sill/strömming, vilket i sin tur kan ha positiva effekter på kustekosystemet genom följande mekanismer:

- 1) En förskjutning i gräsälens och storskarvens predation från kustlevande rovfiskar till sill/strömming, vilket kommer att öka överlevnaden för abborre och gädda i kustzonen (Hansson m. fl. 2018, Bergström m. fl. 2022a, b, Olin m. fl. 2023).
- 2) Högre förekomster av stor sill/strömming, abborre och gädda kommer att minska storspiggens förekomst och därigenom förbättra rekryteringsframgången för abborre och gädda i kustzonen genom ökad överlevnad av ägg och larver (Byström m. fl. 2015, Nilsson m.fl. 2019, Eklöf m. fl. 2020, Donadi m. fl. 2024).
- 3) En minskning av storspiggens förekomst på grund av ökat predationstryck (1-2) kan leda till en trofisk kaskad som minskar överväxten av trådalger på

livsmiljöskapande vegetation, vilket därmed motverkar effekterna av övergödning (Donadi m. fl. 2017, Eklöf m. fl. 2020).

Sillens/strömmingens roll i kustekosystemet och de potentiella effekterna av en utflyttad trålgräns undersöks genom en rumslig analys av befintliga data, där kustens födovävsstruktur jämförs mellan områden med olika förekomst av sill/strömming. De direkta och indirekta effekterna av sill/strömming (enligt ovanstående hypoteser) på storspigg, rovfisk och trådalger undersöks genom avancerade regressionsanalyser, där flera påverkansfaktorer undersöks parallellt. För dessa analyser sammanställs data på rovfisk, storspigg, vegetation, gråsäl och storskarv från RU-trålgräns, miljöövervakningsprogram och forskningsprojektet Force, medan data på sill/strömmingsförekomst samlas in från RU-trålgräns, BIAS och kustfiskövervakningsprogrammet.

Effekten av gråsäl- och storskarvpredation på sill/strömming och kustnära rovfisk undersöks genom att beräkna dessa predatorers uttag av fisk i olika kustområden med hjälp av data på diet och förekomst från WP 5. Predatorernas uttag ställs i relation till yrkes- och fritidsfiskets fångster av fisk, som skattas genom yrkesfiskets landningsstatistik och den nationella fritidsfiskeundersökningen. Totala uttaget av fisk från predatorer och fiske relateras till skattningar av fiskproduktionspotential för att identifiera områden med risk för populationsnedgångar.

#### *Jämförelse av förändringar i kust- och utsjöekosystemets födovävar över tid*

I nuläget påverkas kust- och utsjöekosystemet i Östersjön och Bottenhavet av intensiva yttre påfrestningar till följd av mänskliga aktiviteter (ICES, 2024, Faithfull och Bergström, 2025). I Bottenhavet spelar strömmingen en central roll i näringsvävarna som den mest förekommande planktonätaren (Kiljunen m. fl. 2020) och kan driva kaskad-effekter i näringsväven på plankton, samtidigt som den själv påverkas av predation och tillgången på djurplankton (Cardinale m. fl. 2009, Östman m. fl. 2012). Att bedöma tillståndet för marina näringsvävar är svårt på grund av deras komplexitet och den breda variationen av påverkansfaktorer. Under projektet kommer vi att göra en integrerad trendanalys av Östersjön och Bottenhavets kust- och utsjöekosystem för att undersöka förändringar i samband med utflyttningen av trålgränsen. Det är dock en utmaning att detektera förändringar i korta tidserier på grund av naturlig mellanårsvariation och en tröghet i ekosystemets respons på implementerade förändringar i påverkansfaktorer. Sannolikheten att dokumentera en faktisk förändring i ekosystemet som en effekt av flyttning av trålgränsen ökar med tiden efter trålgränsens utflyttande.

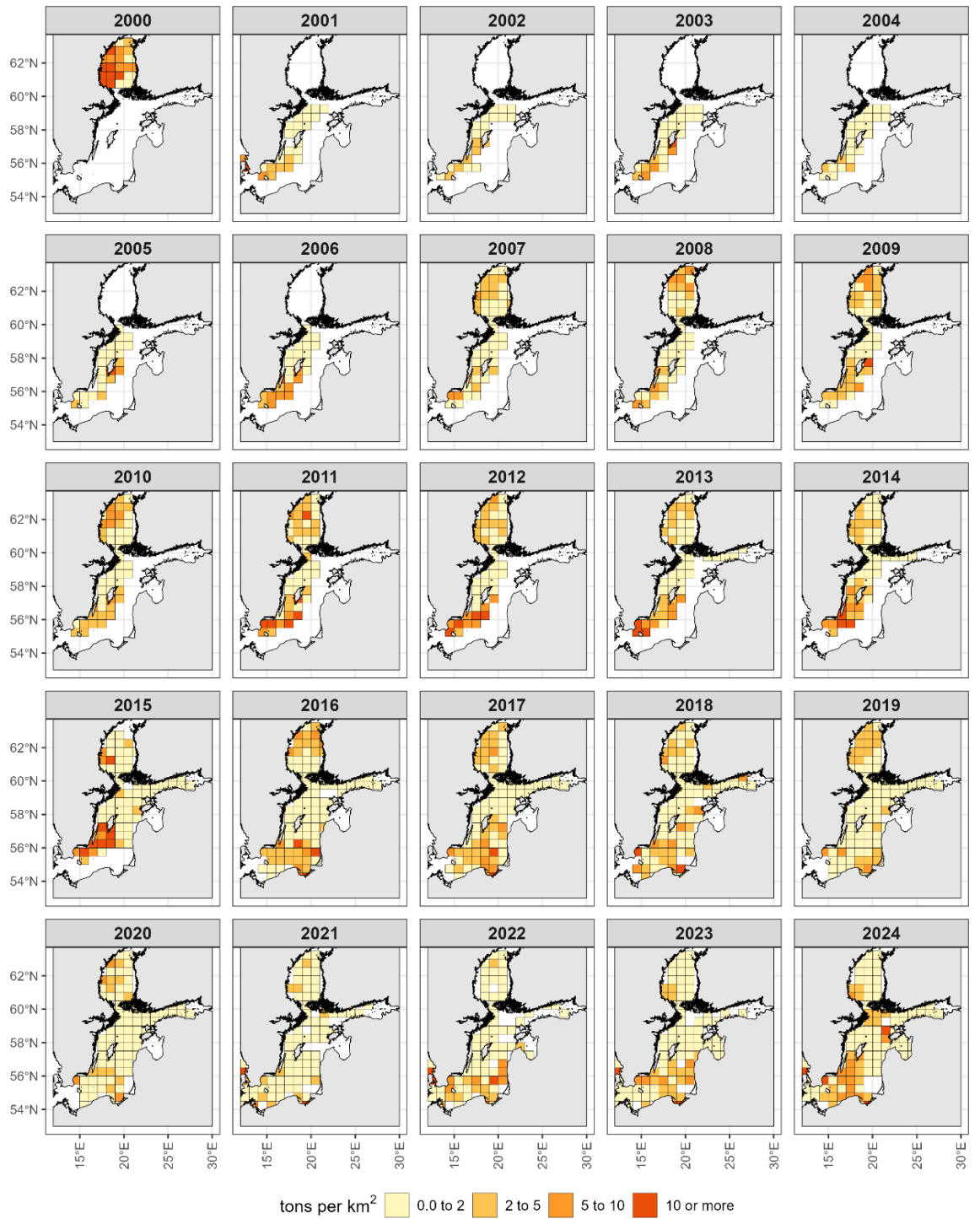
Analysen av förändringar i födovävsdynamik görs för parade kust- och utsjöövervakningsstationer med befintliga långa dataserier. De relativa förekomsterna mellan trofiska grupper och inom dessa (artdiversitet och struktur) kommer att jämföras över tid som respons på förändringar i miljömässiga (vilket

avser klimat, näringsämne, salthalt och syrekoncentrationer) och antropogena påfrestningar (såsom fiske och näringsämnesbelastning). Denna integrerade trendanalys är anpassad till havsmiljödirektivets rapporteringskrav och kan användas för att bedöma om näringsväven status har förändrats över tid i de utpekade målområdena. Eftersom en utflyttning av trålgränsen kommer att ha större effekter närmare kusten där åtgärden genomförs är den parade kust-utsjöanalysen mer kraftfull än de tidigare planerade analyserna, som enbart fokuserade på utsjön.

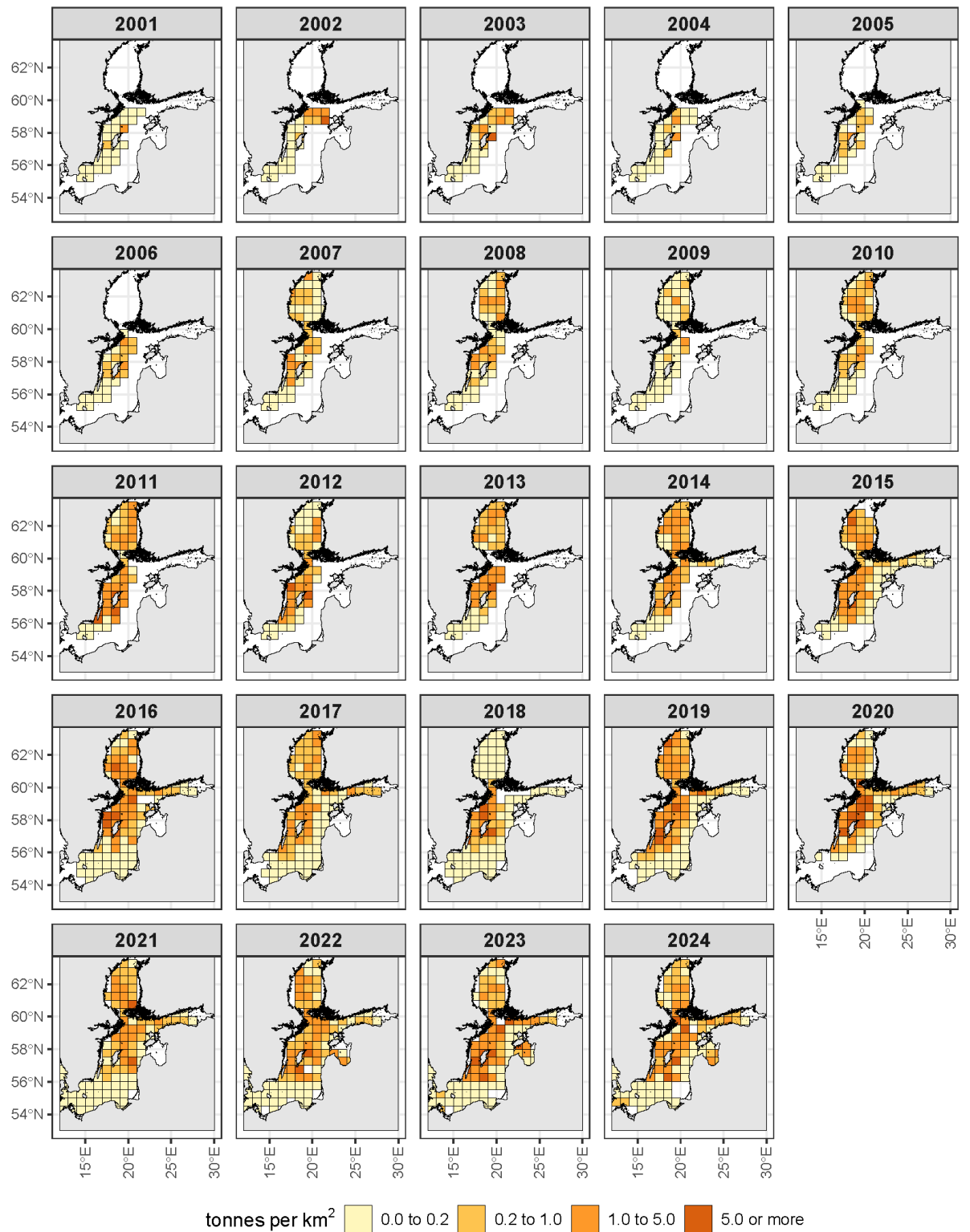
*Modellering av ekosystemet i Egentligen Östersjön i respons till utflyttning av trålgränsen*  
Ekosystemmodeller möjliggör integrerade utvärderingar av hur olika delar av näringsväven samverkar och hur de påverkas av olika drivkrafter. Modellverktygen 'Ecopath' med 'Ecosim' (EwE) är det mest använda för modellering av marina och akvatiska ekosystem globalt och inkluderar metoder för att jämföra ekosystem samt modellera både tidsmässig och rumslig dynamik (Heymans m. fl. 2016). Vårt mål är att uppdatera och anpassa den spatiotemporala EwE modellen för Östersjön för att analysera långtidseffekter av ändringarna efter trålgränsen.

### **Preliminära resultat**

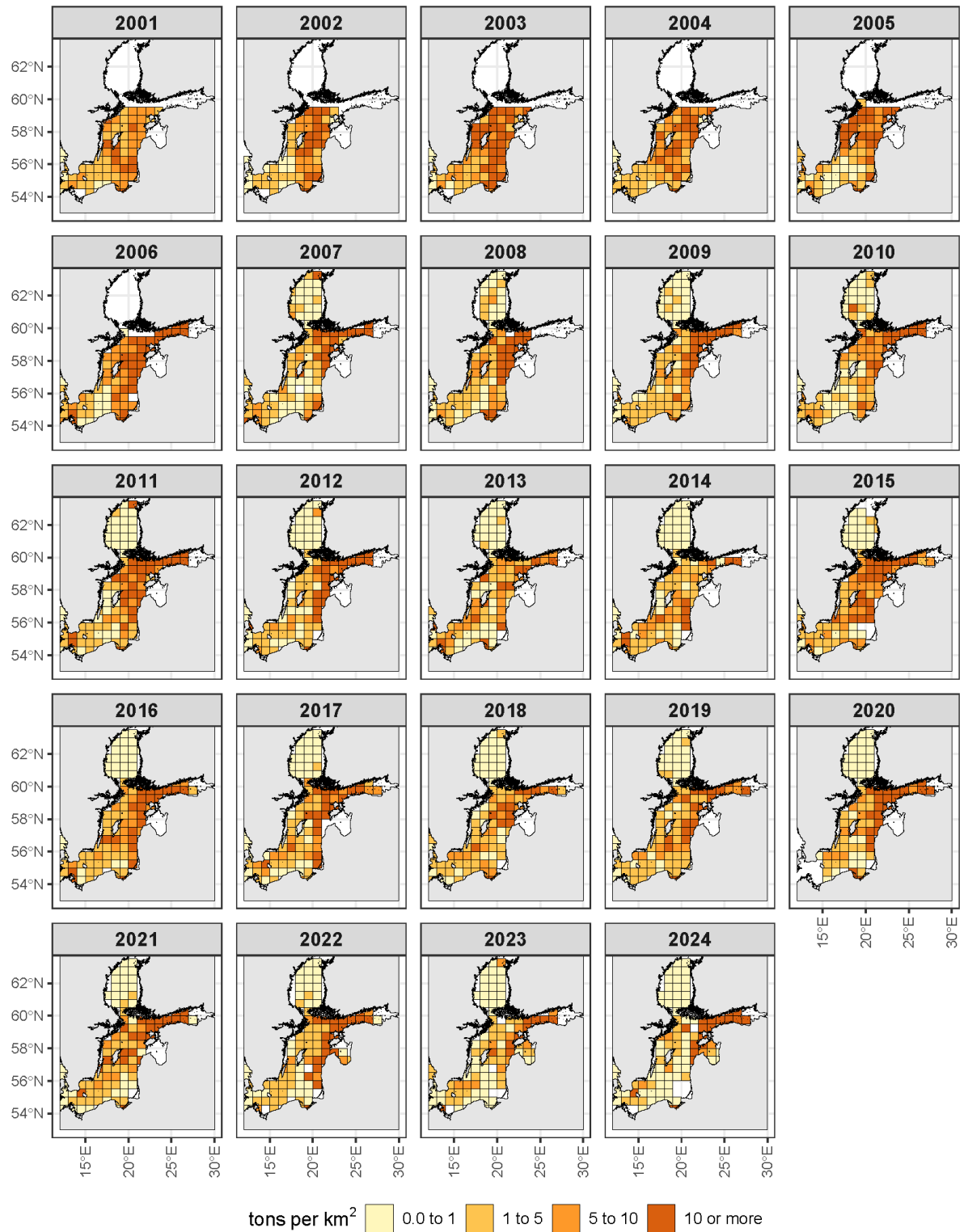
Under 2025 har sammanställningar av data gjorts för kommande analyser av strömmingens roll i ekosystemet och hur en utflyttad trålgräns kan påverka ekosystemets funktion. Kartor över biomassan strömming, skarpsill och storspigg i Östersjön har tagits fram med hjälp av data från SLU samt från Baltic International Acoustic Survey (BIAS), tillhandahållna av ICES. Datat bygger på hydroakustiska undersökningar som utförs årligen i oktober. Kartorna visar att stor strömming (>18 cm) har minskat kraftigt sedan år 2000 i Bottniska viken. I södra delarna av Östersjön ökade den större sillen från mitten av 2000-talet och under perioden 2010–2018 registrerades en hög biomassa av sill. Noterbart är att biomassan stor sill/strömming längs svenska kusten från Kalmarsund till Ålands hav, motsvarande området där trålgränsen flyttats ut, varit låg under hela perioden från 2001 och framåt (Figur 66). Biomassan av storspigg i Bottniska viken har ökat sedan slutet av 2000-talet och de högsta tätheterna förekom under tidsperioden 2013–2017 (Figur 67). I Egentliga Östersjön har biomassan av storspigg ökat gradvis från 2001 och arten har fått en mer geografiskt utbredd förekomst (figur 67). Gällande skarpsill var biomassan i Bottniska viken generellt låg under perioden 2001–2024 (figur 68). I Egentliga Östersjön var biomassan hög över hela havsområdet i början av 2000-talet för att därefter koncentreras mot östra och norra delarna av Östersjön samt Finska viken.



Figur 66: Rumslig och tidsmässig fördelning av stor sill/strömming >18 cm (ton per km<sup>2</sup>) i Östersjön mellan 2000–2024. Data från BIAS.



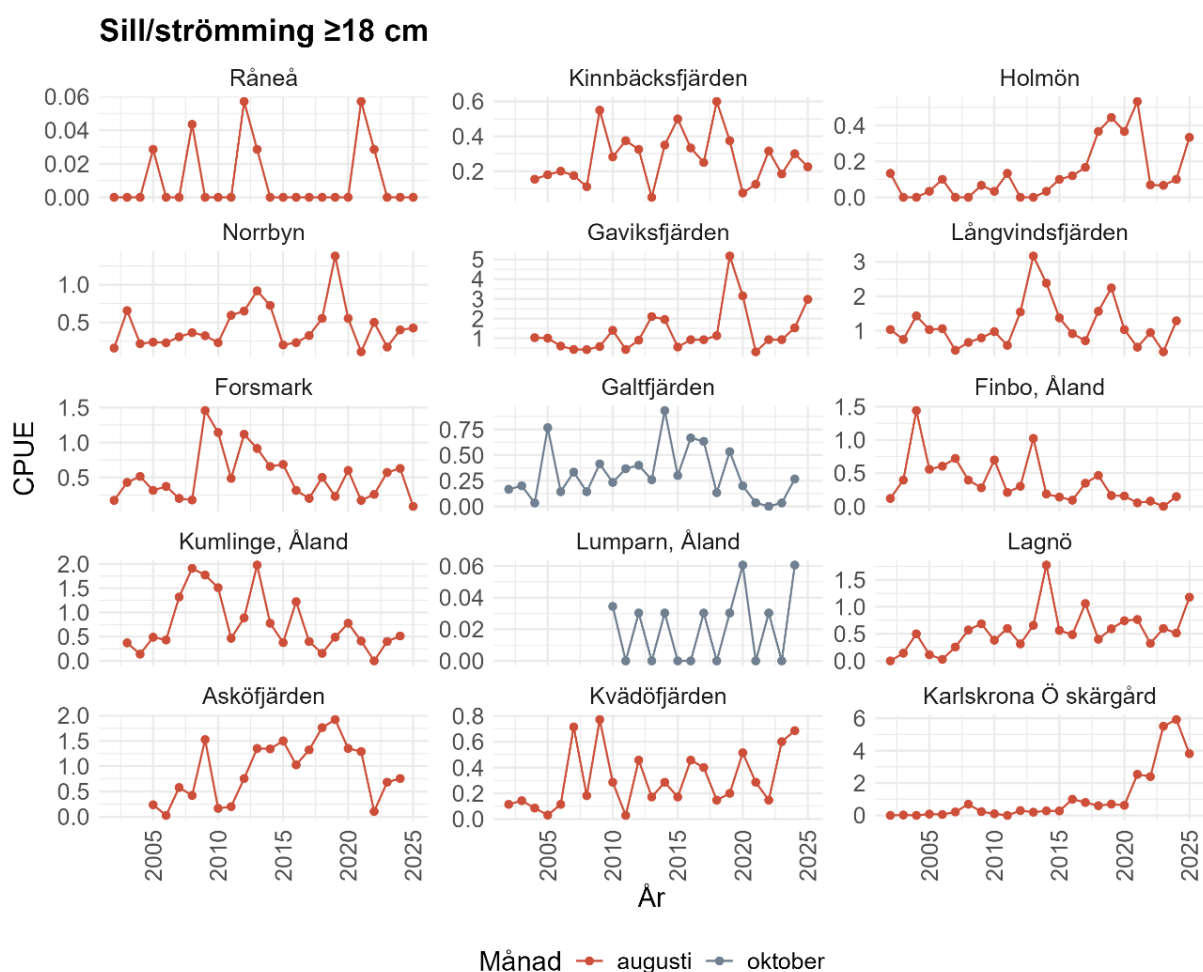
Figur 67: Rumslig och tidsmässig fördelning av storspigg (ton per km<sup>2</sup>) i Östersjön 2000–2024. Data från BIAS.



Figur 68: Rumslig och tidsmässig fördelning av skarpsill (ton per km<sup>2</sup>) i Östersjön mellan 2000–2024. Data från BIAS.

### Trender i förekomsten av stor strömming i den nationella kustfiskövervakningen

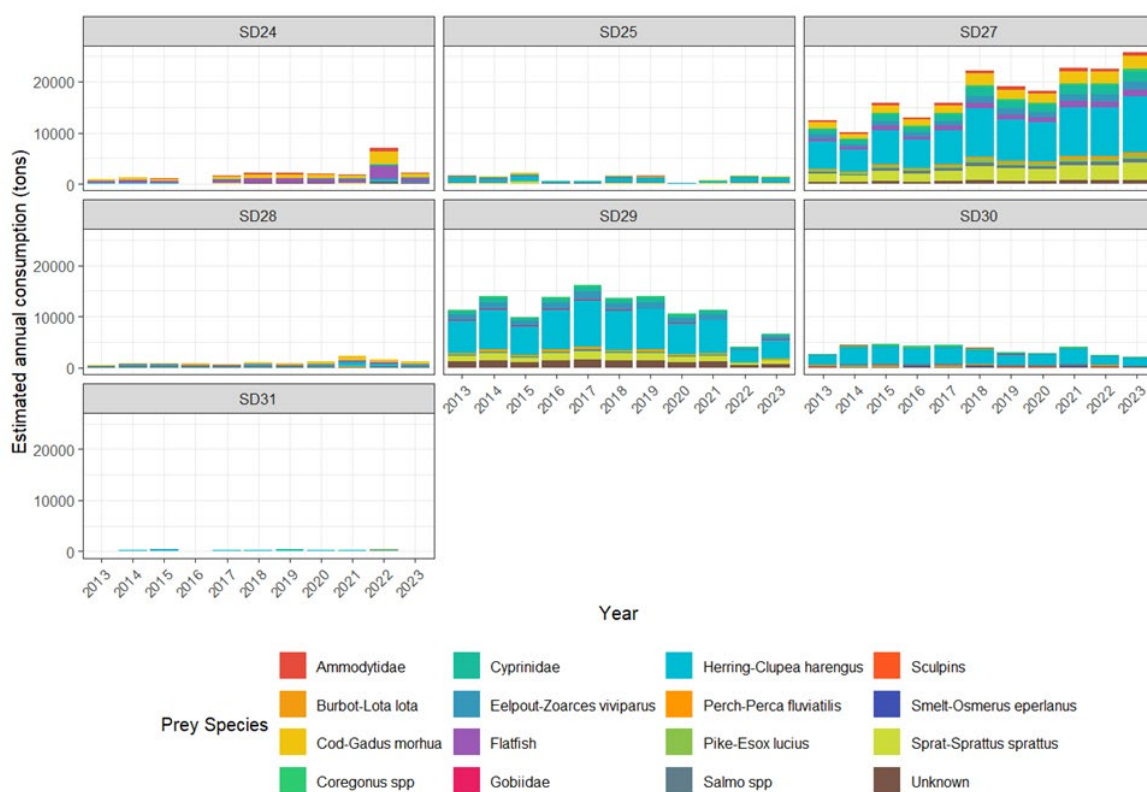
För att beskriva förändringar i förekomsten av sill/strömming i Egentliga Östersjöns och Bottniska vikens kustområden sammanställdes data från den nationella kustfiskövervakningen. Årligen görs provfiskeundersökningar i augusti med nordiska kustöversiktsnät. Data över fångst per ansträngning (CPUE) från början av 2000-talet visar en ökning av antalet stora sill/strömmingar ( $\geq 18$  cm) från flera områden, till exempel stationerna Holmön och Karlskrona Ö skärgård, medan andra områden haft betydande nedgångar exempelvis Finbo-Åland och Kumlinge-Åland, samt vid Forsmark.



Figur 69: Tidmässiga förändringar i CPUE för strömming ( $\geq 18$  cm) vid garnstationer längs Östersjöns östra kust från Råneå i norr till Karlskronas östra skärgård i söder.

## Preliminära resultat av gråsäl- och storskarvpredation på strömning och kustnära rovfisk

För undersökningen av gråsäl- och storskarvpredation på strömning och kustnära rovfisk i olika kustområden har preliminära uppskattningar genomförts med hjälp av historiska dietdata (Hansson m. fl 2017) samt beståndsdata för gråsäl och storskarv, indelade i olika SD-områden. Strömning var den dominerande födokällan för gråsäl i SD 27 och 29, vilket delvis motsvarar området där trålgränsen blivit utflyttad (figur 70). När nya dietdata för gråsäl och storskarv blir tillgängliga kommer dessa uppskattningar att uppdateras för att bättre återspegla uttaget av olika fiskarter av gråsäl och storskarv.



Figur 70: Gråsälens konsumtion av olika fiskarter per år och område (ICES SD) i Östersjön, skattat på basen av dietsammansättning och räkningar av gråsäl. Uppgifterna på dietens sammansättning ska uppdateras med nya data från WP 5 i kommande analyser.

## Sammanfattning

WP 6 omfattar tre delar, 1) en studie av sillens/strömningens roll i kustfödoväven i Egentliga Östersjön och Bottenhavet där kustens födovävsstruktur jämförs mellan områden med olika förekomst av sill/strömning., 2) en jämförelse av förändringar i kust- och utsjöekosystemets födovävar i Egentliga Östersjön och Bottenhavet och 3) modellering av ekosystemeffekter av den utflyttade trålgränsen i Egentliga Östersjön. Biomassan av stor sill/strömning längs svenska kusten motsvarande

området där trålgränsen flyttats ut, varit låg under hela perioden från 2001 och framåt. I Egentliga Östersjön har biomassan av storspigg ökat gradvis från 2001 och arten har fått en mer geografiskt utbredd förekomst. Baserade på historiska dietdata strömming var den dominerande födokällan för gråsäl i området där trålgränsen blivit utflyttad. När nya dietdata för gråsäl och storskarvar blir tillgängliga kommer dessa uppskattningar att uppdateras. För att undersöka effekterna av trålgränsutflyttning på födoväven data behövs för alla trofiska nivåer från 2025 och framåt och uppdaterade diet data för säl och skarv. Under 2026 analys kommer att fortgå så fort data bli tillgänglig, men för att säkerställa att ändringar i födoväven reflektera effekten av trålgränsutflyttning det skulle vara viktig att trålgränsutflyttning fortsätta några år framåt.

### **Planering inför 2026**

#### *Strömmingens roll i födoväven i Egentliga Östersjöns och Bottenhavets kustområden*

Under 2026 planerar vi att sammanställa data om fisk, vegetationstyper och fysikalisk-kemiska parametrar från kustområden där trålförbud råder (vilket motsvarar SD 27 och SD 29) samt från andra referensområden (SD 25 och SD 30) längs kusten. Födovävens sammansättning i relation till strömming i dessa områden kommer att analyseras och jämföras rumsligt och tidsmässigt.

För analyser av gråsäl- och storskarvpredationens påverkan används dietdata från gråsäl och storskarv som samlats in inom WP 5 för att uppskatta uttaget av olika fiskarter, enligt metoderna beskrivna av Hansson et.al (2017). Beståndsdata för gråsäl och storskarv har sammanställts från olika källor och uppdateras kontinuerligt inom WP 5. Vi planerar att genomföra rumsliga och tidsmässiga jämförelser av uppskattad predation från gråsäl och storskarv i områden där trålbegränsningar har införts samt i referensområden (vilket avser SD 25 och SD 30), och ställa detta i relation till uttaget från yrkes- och fritidsfiske.

#### *Jämförelse av förändringar i kust- och utsjöecosystemets födovävar över tid*

Under 2026 planerar vi att sammanställa och analysera data från WP1 tillsammans med data från SMHI för att bedöma långsiktiga trender i biologiska parametrar (exempelvis trofiska grupper) samt fysikalisk-kemiska parametrar i både utsjö- och kustecosystem inom SD 27 och SD 29. Vidare planeras jämförelser mellan trender i utsjöområden och förändringar i biologiska och fysikalisk-kemiska parametrar vid motsvarande kuststationer. Observerade förändringar i biologiska parametrar kommer att analyseras i relation till långsiktiga klimatförändringar samt andra antropogena påverkansfaktorer.

#### *Ekosystemmodellering*

En rumsligt explicit Ecopath with Ecosim-modell (EwE) kommer att användas för att simulera dynamiken i näringsväven under olika konfigurationer av trålgränsen på två rumsliga skalor: (i) hela den centrala Östersjöbassängen och (ii) Sveriges

ekonomiska zon. Den befintliga spatiotemporala EwE-modellen för Östersjön (Bauer m. fl. 2019) kommer att uppdateras genom att inkludera och revidera dietdata för funktionella grupper, såsom gråsäl, fiskätande fåglar (inklusive storskarv) och storspigg. Syftet är att mer explicit representera dynamiken hos toppredatorer och mellanpredatorer i modellen. Scenarioanalyser kommer att genomföras för att jämföra kontrafaktiska utvecklingsbanor med och utan en utflyttning av trålgränsen under olika scenarier för fiskeridödlighet: (1) status quo, (2) minskat pelagiskt fiske, (3) omfördelning av fiskeansträngning samt (4) återhämtningsscenarier.

Klimatrelaterade faktorer, såsom temperatur, salthalt och syrekoncentration, kommer att inkluderas i modellen som miljödrivare. Även eutrofieringsrelaterade faktorer, i form av näringsbelastning som påverkar primärproduktion och planktonodynamik, kommer att inkluderas. Parameterosäkerhet kommer att hanteras explicit genom en Markov Chain Monte Carlo-ansats (MCMC) för modellkalibrering. Metoden möjliggör skattning av posteriorfördelningar för centrala trofiska parametrar, sårbarhetsparametrar samt koefficienter som beskriver miljörespons.

Priorfördelningar baseras på empiriska data och värden från tidigare studier.

Modellens prediktiva förmåga kommer att utvärderas genom jämförelser med flera oberoende tidsserier, inklusive data över biomassa, fångster och undersökningsindex.

Osäkerhet kommer vidare att inkluderas i scenarioanalyserna för att kvantifiera konfidensintervall kring projicerade förändringar i biomassa, trofisk struktur, energiflöden, nyckelartsindex samt indikatorer kopplade till havsmiljödirektivets deskriptor 4 (MSFD D4). Känslighetsanalyser kommer dessutom att genomföras för att identifiera vilka parametrar och trofiska interaktioner som har störst betydelse för scenarioutfallen. Detta möjliggör en mer robust tolkning av de ekosystemeffekter som kan uppstå till följd av trålbegränsningar under samverkande påverkan från fiske och miljöförändringar.

## Sammanfattande kommentar

Uppdraget RU-trålgräns bidrar med ny kunskap inom regeringsuppdraget att på prov genomföra fiskeriförvaltningsåtgärder motsvarande en utflyttning av trålgränsen i Östersjön. Projektet syftar till att vetenskapligt utvärdera hur en sådan åtgärd påverkar sill- och strömmingsbeståndens biomassa, storleks- och åldersstruktur samt beståndsstruktur i centrala Östersjön och Bottniska viken. Arbetet genomförs inom ett biologiskt uppföljningsprogram som omfattar de sex arbetspaket (WP) som beskrivits i delstycken ovan. Projektet inkluderar även analyser av migrationsmönster och populationsstruktur hos sill/strömming samt studier av predatorers påverkan på bestånden.

Genom en integrerad datainsamling och analys av både biotiska och abiotiska faktorer syftar RU-trålgräns till att förbättra den vetenskapliga förståelsen av sill- och strömmingspopulationerna i Östersjön. Målsättningen är att våra resultat kommer bidra till att bedöma effekterna av de aktuella fiskeregleringarna och ge underlag för framtida förvaltningsåtgärder och belysa möjliga ekosystemeffekter av den utflyttade trålgränsen.

## Referenser

- Andersson, J. (2015). Provfiske med kustöversiktsnät, nätlänkar och ryssjor på kustnära grunt vatten <https://www.havochvatten.se/hav/vagledning--lagar/vagledningar/miljoovervakningens-metoder-ochundersokningstyper-inom-programomrade-kust-och-hav.html>
- Andersson, L., Bekkevold D, Berg F, Farrell, ED, Felkel S, Ferreira M S, Fuentes-Pardo, A. P., Goodall J., Pettersson M. 2024. How fish population genomics can promote sustainable fisheries: a road map. *Annual Review Animal Biosciences* 12:1-20 <https://doi.org/10.1146/annurev-animal-021122-102933>
- Bauer, Barbara, Bo G. Gustafsson, Kari Hyytiäinen, HE Markus Meier, Bärbel Müller-Karulis, Sofia Saraiva, and Maciej T. Tomczak. "Food web and fisheries in the future Baltic Sea." *Ambio* 48, no. 11 (2019): 1337-1349.
- Bergström, L., Karås, P. och Modin, J. 2007. Biologiska förändringar hos strömming i Öregrundsgrepen, SV Bottenhavet. Finfo 2007.
- Bergström, L., Svahn, E., Adill, A. (2023). Provfiske efter strömming i södra Bottenhavet – översikt av äldre studier och återbesök 2022. *Aqua notes* 2023:1. Uppsala: Institutionen för akvatiska resurser. <https://doi.org/10.54612/a.6rd1p380jp>
- Carlsson, A., Ahola, M. and Eriksson, P. 2024. Områdesskydd för gråsäl i Östersjön. Rapport från Naturhistoriska riksmuseet, 2024:4, Naturhistoriska riksmuseets småskriftsserie.
- Donadi, S., Kaljuste, O., Larson, N., Fredriksson, R., Erlandsson, M., Casini, M., Olin, A., Eklöf, J., Nilsson, J., Bergström, U. (2024). Clupeids and stickleback biomass, fishery landings, and hydrographic variables from the Baltic Sea (Version 1) [Data set]. Sveriges lantbruksuniversitet. <https://doi.org/10.5878/ka8r-8e34>
- Goodall J., Pettersson, M., Andersson, A., Dahlin, I., Ryman, N., Ståhl, G., Wennerström, L., Andersson, L., Laikre, L. 2026. The population structure in the Baltic herring reflects natural selection and local adaptation. *PNAS* 123 (11). <https://doi.org/10.1073/pnas.2526500123>
- Hammar Perry, D., Hjelm J, Adill A, Wallin Kihlberg I, Heimbrand Y, Ringdahl K, Mion M, Lundström K, Karlsson M, Faithfull C, Bergström U, Tomczak M, Hammenstig-Åström E, Wennerström L. 2025. Verksamhetsrapport för projekt: uppföljning av effekter av fiskereglering inom regeringsuppdrag att på prov genomföra fiskeriförvaltningsåtgärder som motsvarar en utflyttning av trälgränsen inom anslag 1:11 HaV 2024-001535. SLU Aqua 2025. SLU ID: SLU.aqua.2024.5.2-208.
- Hansson, S., Bergström, U., Bonsdorff, E., Härkönen, T., Jepsen, N., Kautsky, L., Lundström, K., Lunneryd, S., Ovegård, M., Salmi, J., Sendek, D., Vetemaa, M. (2017). Competition for the fish – fish extraction from the Baltic Sea by humans, aquatic mammals, and birds. *ICES Journal of Marine Science*, 75(3), 999–1008. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsx207>
- Han F, Jamsandekar M, Pettersson ME, Su L, Fuentes-Pardo AP, Davis BW, Bekkevold D, Berg F, Casini M, Dahle G, Farrell ED, Folkvord A, Andersson L. 2020. Ecological adaptation in Atlantic herring is associated with large shifts in allele frequencies at hundreds of loci. *Elife*. 2020 Dec 4;9:e61076. doi: 10.7554/eLife.61076. PMID: 33274714; PMCID: PMC7738190.

HELCOM (2013). *HELCOM Red List Species Information Sheets – Mammals*. Baltic Marine Environment Protection Commission.

ICES 2025. Baltic International Fish Survey Working Group (WGBIFS). ICES Scientific Reports. 7:62. 138 pp. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.29210276>

ICES 2023. Benchmark Workshop on Baltic Pelagic stocks (WKBALTPEL). ICES Scientific Reports. 5:47. 350 pp. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.23216492>

ICES 2018. Report of the Workshop for Advancing Sexual Maturity Staging in Fish (WKASMSF), 30 April - 4 May 2018, ICES Headquarters, Copenhagen, Denmark. ICES CM/EOSG: 38. 75 pp.

ICES 2017. Manual for the International Baltic Acoustic Surveys (IBAS). Series of ICES Survey Protocols SISP 8 - IBAS. 47 pp. <http://doi.org/10.17895/ices.pub.3368>

Kovacs, K.M and Lavigne, D.M 1986. Growth of grey seal (*Halichoerus grypus*) neonates: differential maternal investment in the sexes. *Canadian Journal of Zoology*. **64**(9): 1937-1943. <https://doi.org/10.1139/z86-291>

Leopold, M.F., van Damme, C.J.G., Philippart, C.J.M., Winter, C.J.N. (2001). Otoliths of North Sea Fish: Interactive guide of identification of fish from the SE North Sea, Wadden Sea and adjacent fresh waters by means of otoliths and other hard parts.

Naturvårdsverket. (1997). Hälsotillstånd hos fisk (Undersökningstyp FISKHALSO\_ARB).Handledning för miljöövervakning.

Popper, A.N., Ramcharitar, J., Campana, S.E. (2005). Why otoliths? Insights from inner ear physiology and fisheries biology. *Marine and Freshwater Research*, **56**(5), 497-504.

Prista, Nuno; Jernberg, Carina; Ringdahl, Katja 2023. Notes on sampling design, data storage and data edits underlying the Swedish data biological data on commercial caught herring (her.27.25-2932) provided to the 2023 ICES Benchmark of Central Baltic Herring (BWKALTPEL). In

Rodríguez Mendoza, R. (2006). Otoliths and their applications in fishery science. *Croatian Journal of Fisheries: Ribarstvo*, **64**(3), 89-102.

Silva, W.T.A.F., Desforges, J.-P., Sonne, C., m. fl. (2020). Life cycle bioenergetics of the gray seal (*Halichoerus grypus*) in the Baltic Sea: Population response to environmental stress. *Environment International*, **145**, 106145. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106145>

Sturrock, A.M., Hunter, E., Milton, J.A., EIMF, Johnson, R.C., Waring, C.P. and Trueman, C.N. (2015), Quantifying physiological influences on otolith microchemistry. *Methods Ecol Evol*, **6**: 806-816. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12381>

Svenson A, Hentati Sundberg J (2025). Expeditionsrapport SPRAS 2024 : Ekosystemundersökning i Östersjön. *Aqua notes* 2025:21. Uppsala: Institutionen för akvatiska resurser. <https://doi.org/10.54612/a.10427092j9>

Wallberg, A., Goodall, J., Andersson L, Bartolini V., Bergenius Nord, M., Laikre, L., Ringdahl K., Hilvarsson A., Hammar Perry, D., Wennerström L. 2025. A new monitoring program to

follow the effect of an extended trawl border in the Baltic Sea – progress report for genetic analyses (2025 update). SLU Aqua ID SLU.aqua.2024-5.2-208

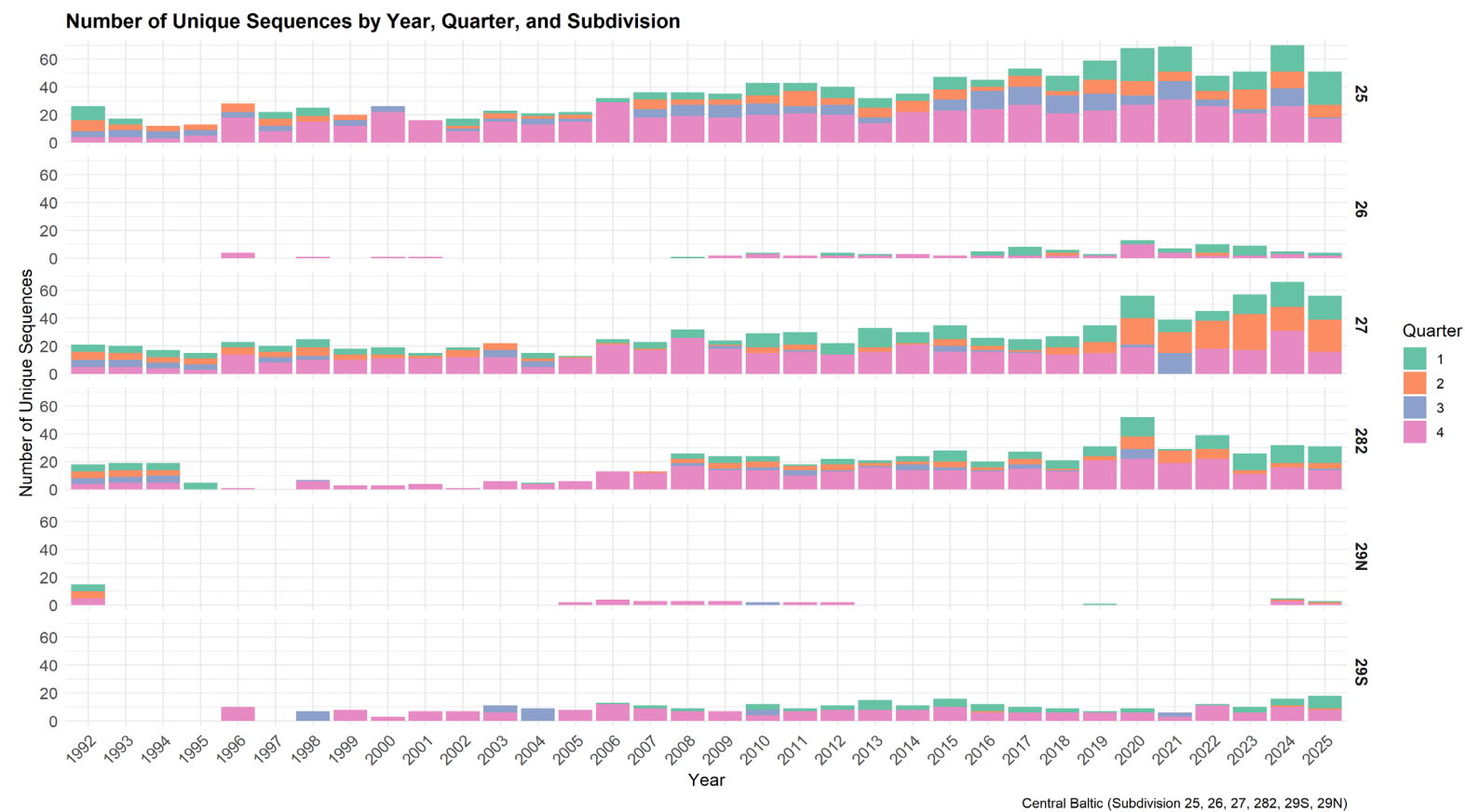
Walther, B., Limburg, K. (2012). The use of otolith chemistry to characterize diadromous migrations. *Journal of Fish Biology* 81(2): 796-825.

Åkerlund C (2025). Resultat från övervakningen av kustfisk: Asköfjärden (Egentliga Östersjön) 2005-2024. Aqua notes 2025:14. Uppsala: Institutionen för akvatiska resurser.

## Annex:

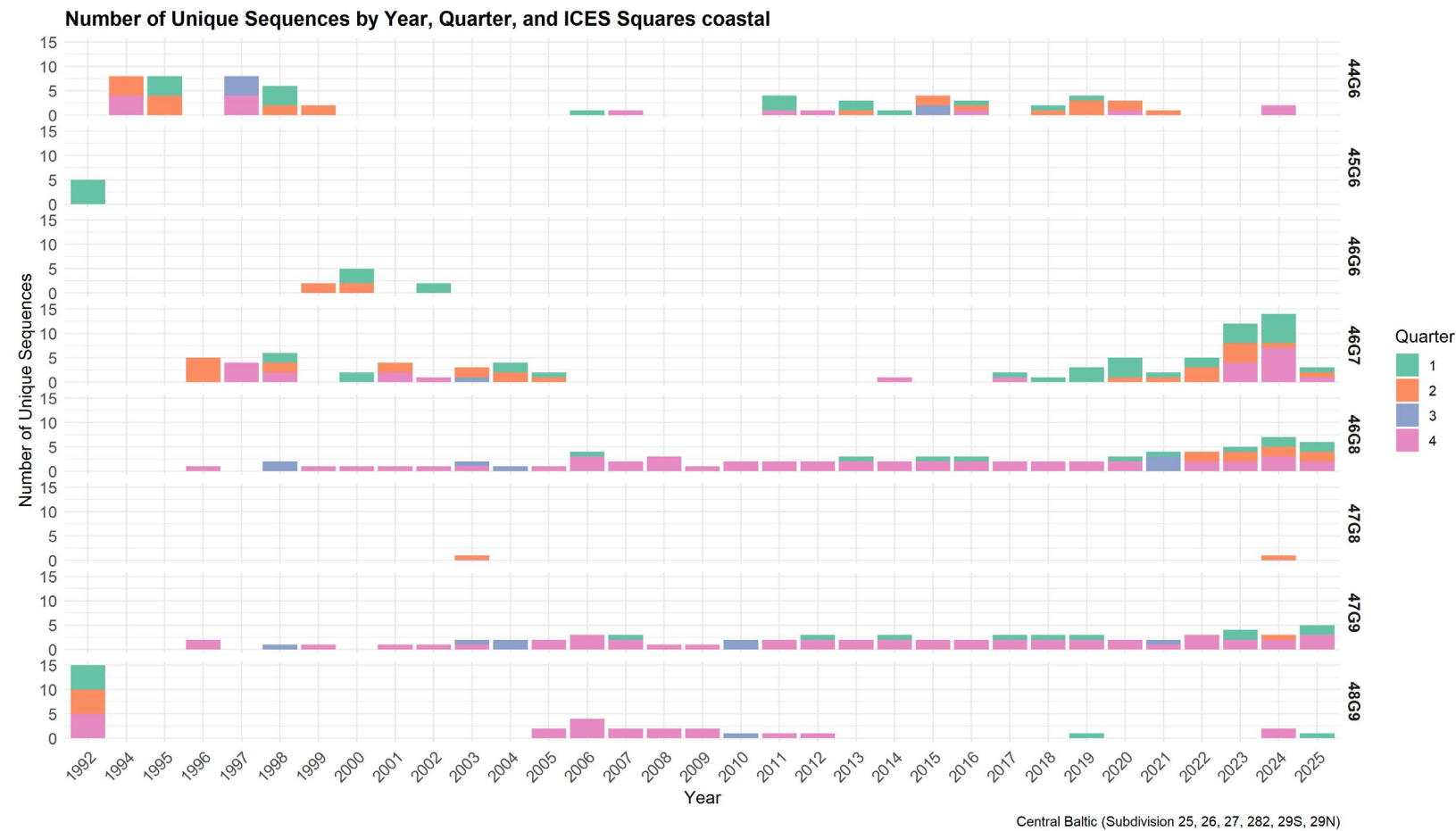
Annex 1: Antalet prover totalt för de sex olika provtagningsprogrammen specificerade i tabell 4 där individdata av sill/strömming i Östersjön har samlats in och utifrån vilka analyserna av mognad, ålder, storlek, kondition och kön är utförda. De olika figurerna visar antalet prover per år, kvartal och subdivision (figur A1).

A1



Annex 2: Antalet prover totalt för de sex olika provtagningsprogrammen specificerade i tabell 4 där individdata av sill/strömming i Östersjön har samlats in och utifrån vilka analyserna av mognad, ålder, storlek, kondition och kön är utförda. De olika figurerna visar antalet prover per år, kvartal och kustutor (figur A2).

A2



Verksamhetsrapport för projektet: uppföljning av effekter av fiskeregleringar inom regeringsuppdrag att på prov genomföra fiskeriförvaltningsåtgärder som motsvarar en utflyttning av trålgränsen inom anslag 1:11 HaV 2024-001535