



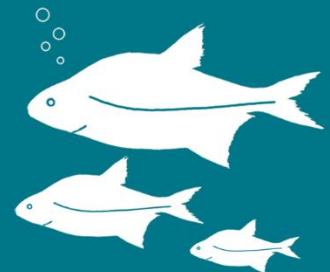
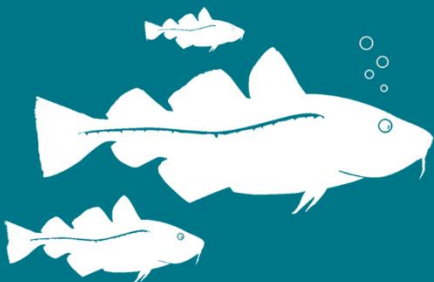
# Aqua notes 2025:1

## Sälars födoval i relation till bytesförekomst

---

Monica Mion, Karl Lundström, Malin Karlsson, Flavia Lavinia Gandolfo,  
Håkan Wennhage

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Institutionen för akvatiska resurser



# Sälars födoval i relation till bytesförekomst

*Seal diet in relation to prey availability*

Monica Mion, <https://orcid.org/0000-0001-7844-6086>, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser,

Karl Lundström, <https://orcid.org/0000-0002-3758-0665>, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser,

Malin Karlsson, <https://orcid.org/0009-0008-1700-467X>, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser,

Flavia Lavinia Gandolfo, <https://orcid.org/0009-0005-5496-8142>, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser,

Håkan Wennhage, <https://orcid.org/0000-0001-9631-5688>, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser,

## Rapportens innehåll har granskats av:

Joakim Hjelm, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser

Filip Svensson, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser

**Finansiär:** Havs- och vattenmyndigheten, Dnr HaV 2024-002435 (SLU-ID: SLU.aqua. 2024-374-1)

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

<b>Rekommenderad citering:</b>	Mion, M., Lundström, K., Karlsson, M., Gandolfo, F.L., Wennhage, H. (2025). Sälars födoval i relation till bytesförekomst. Aqua notes 2025:1. Lysekil: Institutionen för akvatiska resurser. <a href="https://doi.org/10.54612/a.5svah7b7ap">https://doi.org/10.54612/a.5svah7b7ap</a>
<b>Publikationsansvarig:</b>	Sara Bergek, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser
<b>Redaktör:</b>	Stefan Larsson, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser
<b>Utgivare:</b>	Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser
<b>Utgivningsår:</b>	2025
<b>Utgivningsort:</b>	Lysekil
<b>Illustration framsida:</b>	torsk (t.v.): Fredrik Saarkoppel; braxen (t.h.): SLU
<b>Upphovsrätt:</b>	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
<b>Serietitel:</b>	Aqua notes
<b>Delnummer i serien:</b>	2025:1
<b>ISBN (elektronisk version):</b>	978-91-8046-584-7
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.54612/a.5svah7b7ap">https://doi.org/10.54612/a.5svah7b7ap</a>
<b>Nyckelord:</b>	knubbsäl, gråsäl, vikaresäl, födoval, bytesförekomst, provfiske

## Sammanfattning

Rapporten presenterar och jämför resultat från säldietdata och trålprovfiskedata. Art- och storleksammansättningen i sälarnas födoval jämförs med den information som erhålls från befintliga provfiskedata. Analyserna skall betraktas som en pilotstudie av sälars födoval i förhållande till bytestillgång i form av provfiskedata. Förhoppningen är att arbetet, efter att ha utvärderats, kan leda vidare till mer omfattande och detaljerade analyser och bättre förståelse av interaktioner mellan olika sälpopulationer och fisk i olika havsområden.

Gråsälens diet i södra Östersjön har jämförts med provfiskedata från BITS (Baltic International Trawl Survey). I Kattegatt har dietdata från knobbsäl jämförts med provfiskedata från IBTS (International Bottom Trawl Survey) och Kustrålningen. Vikaresäl i Bottenviken var tänkt som ett tredje fall, men på grund av att det saknas relevanta provfisker i området som överlappar med vikaresälens födosöksområden kunde inga jämförelser göras mellan diet och provfiskedata.

Viktiga bytesfamiljer för gråsäl i södra Östersjön är sillfiskar och torskfiskar. För sill tyder en positiv signifikant korrelation mellan säldietdata och BITS-data på att gråsälens födoval återspeglas av tillgången på sill. Sälarna konsumerar större andel sill i takt med att tillgången ökar. För torsk hittades en positiv, men inte statistiskt signifikant, korrelation. Detta tyder på att också andra faktorer, såsom tillgången på andra bytesarter i specifika födosöksområden eller sälarnas preferens för vissa fiskstorlekar, kan spela en roll.

En detaljerad analys av storleksfördelningar avslöjade signifikanta skillnader för torsk mellan säldietdata och BITS-data under vissa år, vilket tyder på att sälarna kan rikta in sig på andra storleksklasser av torsk än de som främst fångas i provfisket. När det gäller sill var storleksskillnaderna signifikanta och konsekventa över alla år, och sälarna åt i allmänhet mindre individer än de som fångades av BITS. Denna trend tyder på att sälarna föredrar mindre sillar, möjligen på grund av att de är vanligare i gråsälens födosöksområden eller för att de är lättare att fånga. De observerade skillnaderna skulle också kunna vara ett resultat av begränsningar i metoden. BITS är en trålundersökning designad för att främst provta bottenlevande arter, inte pelagiska som sill, samt att storleken på fiskarna i säldieten sannolikt har underskattats då ingen korrigering för otoliterosion gjorts.

Viktiga bytesfamiljer för knobbsäl i Kattegatt är torskfiskar, flundrefiskar och sillfiskar. Jämförelserna visar på olika samband mellan fiskbiomassa i provfiskedata och säldietdata. För flundrefisk tyder positiva signifikanta korrelationer mellan säldietdata och data från IBTS och Kustrålningen på att knobbsälens födoval återspeglas av tillgången på flundrefisk. För torskfisk var korrelationerna svaga till måttliga, och för sillfiskar sågs inga signifikanta korrelationer alls. Detta tyder på att biomassan av torskfisk och sillfisk i trålundersökningarna inte återspeglas i sälarnas diet. Sälarnas födoval kan påverkas av förändringar i förekomst av alternativa bytesarter och de kan också födosöka i områden och habitat eller tidsperioder som inte varit fullt representerade i trålundersökningarna.

I analyserna av storleksfördelning för de viktigaste bytesfamiljerna (torskfisk, flundrefisk och sillfisk) konstaterades signifikanta skillnader i fisklängd mellan sälens diet och IBTS- och kustråldata för de flesta år vilket tyder på att sälarna konsekvent väljer fiskstorlekar som skiljer sig från de som observerades i trålprovfisket. Sillfiskar i södra Kattegatt är större i säldieten än i IBTS

och flundrefiskar i norra Kattegatt är mindre i säldieten än i Kusttrålningen och IBTS. För övriga bytesfamiljer/områden ses inga tydliga mönster.

För att bättre undersöka om sälarnas födoval följer tillgången på olika bytesarter och -storlekar behövs information om sälarnas beteenden och rörelsemönster mellan olika födosöksområden. Sälarnas födosök kan ske i områden och habitat eller vid tidpunkter som inte täcks av nuvarande provfiskemetoder. Exempelvis fångar bottentrålar inte lika effektivt de pelagiska arter som är en viktig del av säldieten, och inte heller fiskarter som uppehåller sig i komplexa kustnära habitat som inte kan provfiskas med trål, vilket leder till skillnader mellan provfiske- och dietdata. Genom att kombinera sälars rörelsedata med olika typer av fiskövervakning kan jämförelserna förbättras, vilket skulle möjliggöra mer exakta slutsatser om samspelet mellan sälar och fiskbestånd.

## Summary

The report presents and compares results from seal diet data and fish monitoring trawl surveys. The species and size composition of the seal diet are compared with the information obtained from existing trawl surveys. The analyses should be regarded as a pilot study of sealdiet in relation to prey availability given by the trawl surveys. We hope that this study, after being evaluated, can lead to more comprehensive and detailed analyses and better understanding of interactions between different seal populations and fish in different areas.

The grey seal diet in the southern Baltic Sea has been compared with trawl survey data from BITS (Baltic International Trawl Survey). In the Kattegat, diet data from harbour seals have been compared with trawl survey data from IBTS (International Bottom Trawl Survey) and the coastal trawl survey (Kusttrålningen). Ringed seals in the Bay of Bothnia were intended as a third case, but due to lack of relevant monitoring fishery data in the area that overlaps with the foraging areas for ringed seal, no comparisons could be made between sealdiet and fish data.

Important prey families for grey seals in the southern Baltic Sea are herring fish and codfish. For herring, a positive significant correlation between seal diet data and BITS data suggests that the grey seal diet is reflected by the availability of herring. Seals consume a larger proportion of herring as the supply increases. For cod, a positive, but not statistically significant, correlation was found. This suggests that other factors, such as the availability of other prey species in specific foraging areas or the seals' preference for certain fish sizes, may also play a role.

A detailed analysis of size distributions revealed significant differences for cod between seal diet data and BITS data in some years, suggesting that seals may target different size classes of cod than those primarily caught in the trawl survey. In the case of herring, the size differences were significant and consistent for all years, and the seals generally ate smaller individuals than those caught by BITS. This trend suggests that seals prefer smaller herrings, possibly because they are more common in the grey seal's foraging areas or because they are easier to catch. The observed differences could also be a result of limitations in the method. BITS is a trawl survey designed to mainly sample demersal species, not pelagic ones like herring, and that the size of the fish in the seal diet has probably been underestimated as no correction for otolith erosion has been made.

Important prey families for harbour seals in the Kattegat are codfish, flounder, and herring fish. The comparisons show different correlations between fish biomass in the trawl survey data and seal diet data. For flounder, positive significant correlations between seal diet data and data from IBTS and

the coastal trawling suggest that the harbour seal's food choices are reflected by the availability of flounder. For codfish, the correlations were weak to moderate, and for herring fish, no significant correlations were seen at all. This suggests that the biomass of cod and herring fish in the trawl surveys is not reflected in the diet of seals. The seals' food choices may be affected by changes in the abundance of alternative prey species, and they may also forage in areas and habitats or time periods that have not been fully represented in the trawl surveys.

In the analyses of size distribution for the main prey families (codfish, flounder, and herring fish), significant differences in fish length were found between the seal diet and IBTS and the coastal trawl data for most years, suggesting that seals consistently choose fish sizes that differ from those observed in the trawl surveys. Herring fish in the southern Kattegat are larger in the seal diet than in IBTS, and flounder in the northern Kattegat are smaller in the seal diet than in the coastal trawl and IBTS surveys. For other families/areas there is no clear pattern.

In order to better investigate whether the seals' food choices follow the availability of different prey species and sizes, information is needed about the seals' behaviour and movement patterns between different foraging areas. The seals' foraging can take place in areas and habitats or at times that are not covered by current fish survey methods. For example, bottom trawls do not catch as effectively the pelagic species that are an important part of the seal diet, nor fish species that reside in complex coastal habitats that cannot be sampled with trawls, leading to discrepancies between fish monitoring and diet data. By combining seal movement data with different types of fish monitoring, comparisons can be improved, which would allow for more accurate conclusions about the interaction between seals and fish stocks.

# Innehållsförteckning

<b>Introduktion .....</b>	<b>8</b>
<b>Födoval i relation till bytesförekomst .....</b>	<b>9</b>
<b>Metodik .....</b>	<b>10</b>
Dietprover .....	10
Dietanalys .....	10
Statistisk analys .....	11
<b>Provfiskedata .....</b>	<b>12</b>
Centrala Östersjön .....	12
Utsjön12	
Kustnära .....	13
Skagerrak, Kattegatt och Öresund .....	14
Utsjön14	
Kustnära .....	14
Bottenhavet och Bottenviken .....	14
Utsjön14	
Kustnära .....	14
<b>Gråsäl i södra Östersjön .....</b>	<b>15</b>
Gråsälens födoval .....	16
Analys av viktandelar i säldiet- och provfiskedata .....	17
Analys av storleksfördelning i säldiet- och provfiskedata .....	19
Slutsatser om södra Östersjön .....	21
<b>Knubbsäl i Kattegatt .....</b>	<b>23</b>
Knubbsälens födoval .....	25
Norra Kattegatt .....	28
Analys av viktandelar i säldiet- och provfiskedata .....	28
Analys av storleksfördelning i säldiet- och provfiskedata .....	32
Södra Kattegatt .....	35
Analys av viktandelar i säldiet- och provfiskedata .....	36
Analys av storleksfördelning i säldiet- och provfiskedata .....	37
Slutsatser om Kattegatt .....	40
<b>Vikaresäl i Bottenviken .....</b>	<b>42</b>

<b>Diskussion och rekommendationer för framtida forskning.....</b>	<b>44</b>
<b>Referenser.....</b>	<b>47</b>

## Introduktion

Följande text utgör en av två delrapporter i SLU:s redovisning av *sälars roller i ekosystem och påverkan på fisk samt födoval i relation till födotillgång*. Texten fokuserar på födoalet hos gråsäl, knobbsäl och vikaresäl i relation till födotillgång, i form av profiskedata, i olika havsområden medan en kunskapssammanställning om sälars ekologiska roller och påverkan på fisk utgör den andra delrapporten (Lundström m.fl. 2025). Arbetet har gjorts på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten (HaV) och ingår i HaV:s regeringsuppdrag *Sälpopulationernas tillväxt och utbredning samt effekterna av sälskador i fisket och sälarnas roll i ekosystemet*.

Rapporten presenterar och jämför resultat från säldietdata och trålprovfiskedata i södra Östersjön och Kattegatt. Art- och storleksammansättningen i sälarnas födoval (diet) jämförs med information som erhålls från befintliga provfiskedata. Analyserna skall betraktas som en pilotstudie av sälars födoval i jämförelse med sammansättningen av fiskarter och storlekar i trålprovfiskedata. Liknande jämförelser har inte tidigare gjorts i svenska vatten och förhoppningen är att arbetet, efter att ha utvärderats, kan leda vidare till mer omfattande och detaljerade analyser och bättre förståelse av interaktioner mellan olika sälpopulationer och fisk i olika havsområden.



## Födoval i relation till bytesförekomst

Hur sälars födoval förhåller sig till bytestillgång är en angelägen fråga eftersom den indikerar om sälar huvudsakligen äter arter och storlekar av fisk som är lättast tillgängliga eller om sälarna är selektiva och har preferens för vissa arter och storlekar av fisk. Kunskap om vilka arter och storlekar av fisk som sälarna äter och detaljer kring interaktionerna mellan säl och fisk är bland annat nödvändigt för att undersöka i vilken omfattning sälarna kan reglera sina bytesarter eller om de kan ha indirekt påverkan på olika fiskpopulationer och vilka effekter sådan påverkan kan ha för olika fiskar (Holt 1977; Butterworth m.fl. 1995; Punt & Butterworth 1995; Yodzis 1998; Yodzis 2000; Springer m.fl. 2003; Gerber m.fl. 2009).

Information om fisksamhällets sammansättning av arter och storlekar i olika marina ekosystem under olika tidsperioder, det vill säga födotillgången för sälarna, är vanligtvis begränsad till resultat från olika provfisker. Provfiskerna är i sin tur begränsade i tid och rum och ofta även till specifika habitat. Vanligtvis utförs de bara en gång om året och olika havsområden och habitat provfiskas ofta med olika fiskeredskap som kan vara selektiva för olika fiskarter och storlekar. Detta innebär att provfiskedata som samlats in med olika metoder (från olika områden) inte är representativa för fisksamhällets verkliga sammansättning och inte heller direkt jämförbara med varandra. Resultaten ger alltså inte en komplett bild av födotillgången för sälarna. Däremot kan provfisker användas för att beskriva skillnader mellan olika områden och identifiera förändringar i fisksamhället över tid.

Eftersom sälarna anses vara generalister i sina bytesval, åtminstone på populationsnivå, innebär det att födovalen i viss mån bör beskriva tillgången på byten. Vilka arter och storlekar av fisk som sälarna äter beror även på tillgången av andra potentiella bytesarter. Hur en sälpopulation reagerar på förändringar i förekomst av en viss fiskart kommer därför också att bero på tillgången av andra fiskarter i området (Middlemas m.fl. 2006; Smout m.fl. 2014). Även en betydande förändring i en av sälarnas bytesarter kan vara svår att upptäcka beroende på hur förekomsten och tillgängligheten av alternativa byten ser ut.

# Metodik

## Dietprover

I rapporten har vi använt oss av dietdata från redan insamlade prover (mage-tarm och spillning) från säl där spillning utgör merparten av proverna. Från gråsäl i södra Östersjön (Utklippan) och knobbsäl i södra Kattegatt (Hallands Väderö) har vi endast spillningsprover då det inte pågår någon licens- eller skydds jakt på säl på dessa platser. Från knobbsäl i norra Kattegatt (Onsala-Väröbacka) har vi inkluderat bägge provtyperna. För vikaresäl i Bottenviken har vi endast prover från skjutna sälar (mage-tarm) och insamlingen av dessa prover är beroende av den skydds jakt som pågår. Insamlingen av spillningsprover begränsas i alla områden av att det under delar av året är svårt att hitta och samla in prover från sälarnas viloplats. Vi är medvetna om att resultaten mellan de två provtyperna kan skilja sig åt men har inte tagit det i beaktande i denna studie.

## Dietanalys

Bytesrester från mag-tarmkanaler och spillning har analyserats med traditionell okulär analys, främst baserat på otoliter, som är kalkstrukturer i fiskarnas hörsel- och balansorgan (Popper m.fl. 2005). Även andra skelettdelar och hela fiskar har använts för att identifiera vilka byten sälarna ätit. Storleken på de fiskar som sälarna ätit har uppskattats med hjälp av regressionsekvationer som beskriver sambandet mellan otolitstorlek och fiskstorlek (Leopold m.fl. 2001; Rodríguez Mendoza 2006). Otoliternas form kan förändras och deras storlek kan minska på grund av att de eroderar, vilket innebär att de nöts av de kemiska och mekaniska processer som pågår i sälarnas matsmältningssystem (Jobling & Breiby 1986). Denna nedbrytning kan leda både till svårigheter att identifiera vilka fiskarter otoliterna tillhör och att storleken på fiskarna (som sälarna ätit) underskattas eftersom storleken på otoliterna minskat. Dietresultaten som presenteras i denna rapport är baserade på analyser av otoliter utan försök att korrigera för storleksminskningen eftersom det saknas tillförlitlig metodik. Den fiskstorlek som anges är därmed en minsta fiskstorlek.

Storleksminskning av otoliter, och hur man lämpligast korrigerar för denna felkälla i dietdata, innebär en utmaning i arbetet med att försöka ta fram en så bra beskrivning som möjligt av sälars födoval. Ytterligare en felkälla orsakad av nedbrytningsprocesserna i sälarnas magar är att en del otoliter kan erodera bort fullständigt. På så sätt kommer inte bara storleken på bytena att underskattas utan även antalet byten som sälarna ätit. Fiskar med små och mer ömtåliga otoliter, som skarpsill, riskerar att underskattas, med effekten att den relativa andelen av byten med större och mer motståndskraftiga otoliter, som torsk, kommer att överskattas (Tollit m.fl. 1997; Lundström m.fl. 2007; Tollit m.fl. 2007).

## Statistisk analys

Spearman-korrelationer hjälper till att tolka om de mest betydelsefulla bytesgrupperna i sälens diet (t.ex. torskfiskar och sillfiskar) stämmer överens med BITS-data, vilket kan spegla sälarnas födoval eller ekologiska förhållanden som påverkar både fisk och säl. En stark positiv korrelation indikerar att sälens diet i stor utsträckning speglar tillgången på fisk i området. En svagare eller negativ korrelation kan tyda på selektivitet i sälens födoval eller på att det är andra ekologiska faktorer som påverkar tillgången på fisk (förhållanden som inte direkt återspeglas i sälens diet). Det kan också tyda på att de trålundersökningar som genomförs inte fullt ut fångar de byten som faktiskt finns tillgängliga för sälarna att äta i havet eller att provfiskedata och säldietdata representerar olika marina habitat med olika fisksamhällen.

Mann-Whitney U-test användes för att undersöka skillnader i längdfördelningen mellan provfiskedata och säldietdata för de viktigaste bytesgrupperna i sälens diet (t.ex. torskfiskar och sillfiskar). Testet undersöker om fördelningen av fisklängder i de två datamängderna är signifikant olika, vilket ger insikt i potentiella skillnader i tillgången på byten av lämplig storlek och sälens födosöksbeteende.

# Provfiskedata

Fisksamhällellenas sammansättning av arter och storlekar i de marina ekosystemen längs Sveriges kust övervakas med flera olika provfiskemetoder. Bestånden i utsjön övervakas med provfiske med trål. I Skagerrak och Kattegatt finns International Bottom Trawl Survey (IBTS)<sup>1</sup>, kompletterad med Kusttrålningen (Svensson m.fl. 2023). I Östersjön finns Baltic Trawl Survey (BITS)<sup>2</sup>, kompletterad med de akustiska övervakningsprogrammen BIAS<sup>3</sup> och SPRAS/BASS<sup>4</sup>.

## Centrala Östersjön

### Utsjön

Trålexpeditionerna Baltic International Trawl Survey (BITS) ingår i ICES trålundersökningsprogram som finansieras av Datainsamlingsförordningen (DCF). Expeditionerna har utförts sedan 1990-talet och täcker stora delar av Östersjön, men inte de norra delarna. Expeditionerna genomförs två gånger årligen, kvartal 1 och 4 (ICES 2017; Lövgren 2024a; Lövgren 2024b). Undersökningen är ett internationellt samarbete mellan flera Östersjöländer.

De hydroakustiska expeditionerna Baltic International Acoustic Survey (BIAS) ingår också i ICES undersökningsprogram. Undersökningens främsta syfte är att visa förändringarna i fiskbestånd och geografisk distribution av fisk, huvudsakligen sill och skarpsill. Expeditionerna genomförs i oktober. Provtagningen görs både med ekolod och pelagisk trål (Larsson 2022).

Även de hydroakustiska expeditionerna, inom ramen för Sprat Acoustic Survey (SPRAS), ingår i ICES undersökningsprogram, som en del av Baltic Acoustic

---

<sup>1</sup> <https://www.slu.se/en/environment/statistics-and-environmental-data/search-for-open-environmental-data/ibts---international-bottom-trawl-survey/>

<sup>2</sup> <https://www.slu.se/en/environment/statistics-and-environmental-data/search-for-open-environmental-data/bits--baltic-trawl-survey/>

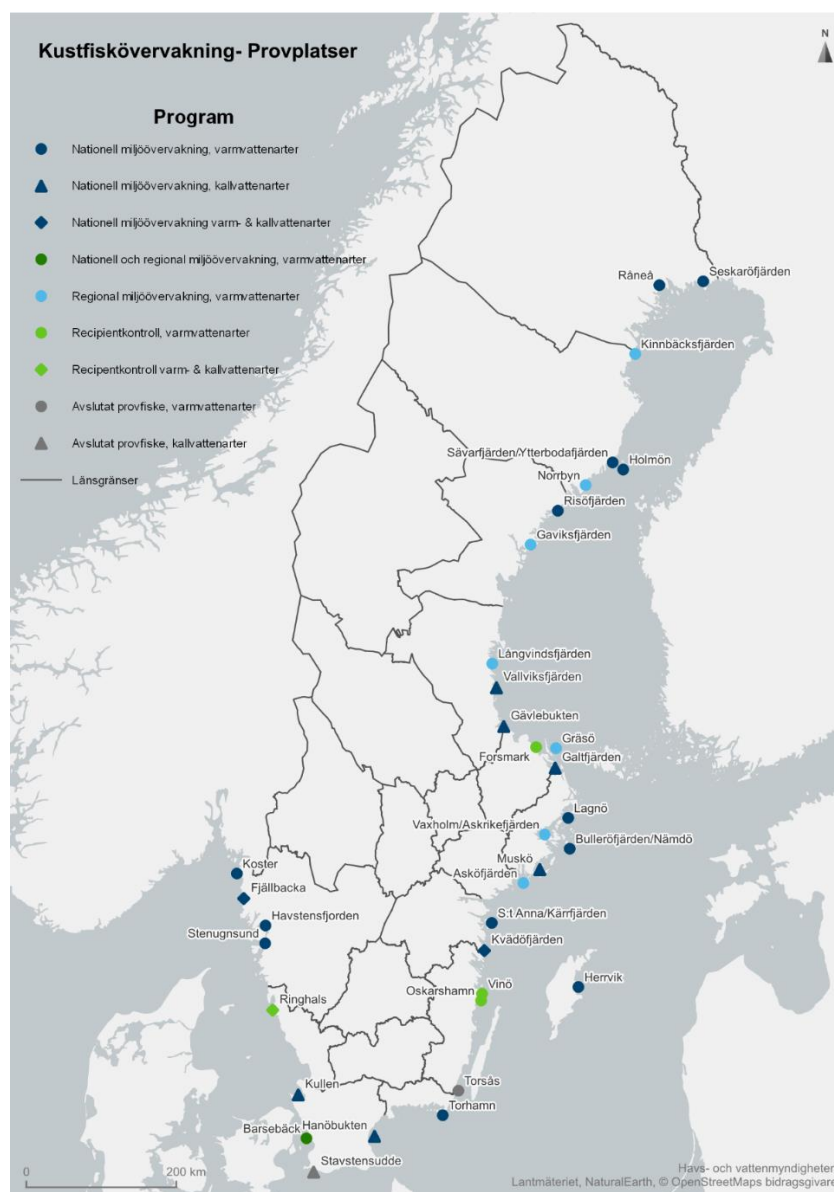
<sup>3</sup> <https://www.slu.se/en/environment/statistics-and-environmental-data/search-for-open-environmental-data/bias/>

<sup>4</sup> <https://www.slu.se/miljoanalys/statistik-och-miljodata/sok-data/spras--sprat-acoustic-survey/>

Spring Survey (BASS). Expeditionen är mer begränsad till området mellan Öland och Gotland och genomförs i maj. Undersökningens främsta syfte är att visa förändringarna i fiskbestånd och geografisk distribution av fisk, framför allt skarpsill (Svenson & Sundberg 2023).

## Kustnära

Provfiske med nät utförs på ett antal olika platser längs kusten i Östersjön (fig. 1) (Appelberg m.fl. 2020). Näten är sammansatta av sektioner med olika maskstorlekar för att fånga fisk av olika arter, åldrar och storlekar. Information och resultat från de olika områden som provfiskas finns som faktablad.<sup>5</sup>



Figur 1. Karta över provfisken med ryssjor och nät inom den samordnade nationella och regionala övervakningen av kustfisk. (Digital karta från Havs- och vattenmyndigheten 2024)

## Skagerrak, Kattegatt och Öresund

### Utsjön

Trålexpeditionerna International Bottom Trawl Survey (IBTS) har pågått i Skagerrak och Kattegatt sedan 1980-talet, inom ramen för ett av Internationella Havsforskningsrådets (ICES) trålundersökningsprogram. Undersökningen genomförs två gånger årligen, kvartal 1 och 3 (Bland & Börjesson 2023; Hilvarsson m.fl. 2024). Kattegatt ingår också i IBTS och provtagningen genomförs av Danmark i kvartal 1 och 4 (ICES 2017).

### Kustnära

I Skagerrak och norra Kattegatt genomförs även den mer kustnära trålexpeditionen *Kusttrålningen* i september varje år sedan 2013 (Svensson m.fl. 2023). Utöver de olika trålexpeditionerna provfiskas det med ryssjor både i Skagerrak och Kattegatt inom den samordnade nationella och regionala övervakningen av kustfisk (Appelberg m.fl. 2020). Ryssjefisket är mer begränsat i tid och rum och utförs i följande områden: Fjällbacka, Havstensfjord och Älgöfjorden i Skagerrak, Ringhals i Kattegatt samt Kullen, Barsebäck och Stavstensudde i Öresund (fig. 1). Information och resultat från de olika områden som provfiskas finns som faktablad<sup>5</sup>.

## Bottenhavet och Bottenviken

### Utsjön

Internationellt koordinerade hydroakustiska expeditioner inom ramen för Baltic International Acoustic Survey (BIAS) täcker in delar av Bottenhavet, men provfiskedata saknas helt från Bottenviken (ICES 2024).

### Kustnära

Ett fåtal kustnära provfiskestationer, som provfiskas med nät, finns i Bottenhavet och Bottenviken<sup>5</sup>(fig. 1).

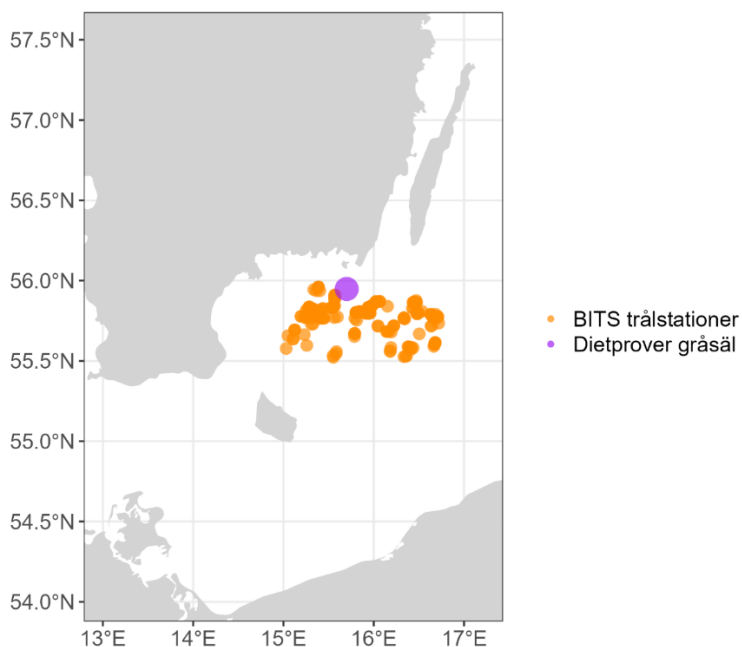
---

<sup>5</sup> <https://www.slu.se/institutioner/akvatiska-resurser/miljoanalys/datainsamling/provfisken/provfiske-vid-kusten/provfiske-faktablad/>

## Gråsäl i södra Östersjön

Dietdata för gråsäl i södra Östersjön har sammanställts och jämförts med data från Baltic International Trawl Survey (BITS, se ovan). Art- och storleksammansättningen i gråsälens diet har analyserats i förhållande till information från BITS.

I denna förstudie har BITS-data från kvartal 1 och 4 (n=179 tråldrag) kombinerats med dietdata från gråsäl som samlats in året runt under tidserien (n = 434 spillningsprover). För att säkerställa den rumsliga täckningen mellan provfiskedata och dietdata valdes BITS-stationer inom ICES-rektanglar som överlappar potentiella födosöksområden för säl (Benoit m.fl. 2011). Insamlingsplatserna för säldietprover avgjorde alltså vilka provfiskestationer som ingick i analyserna, och de ICES-rektanglar som mest sannolikt återspeglar sälarnas födosöksområden valdes ut (fig. 2).

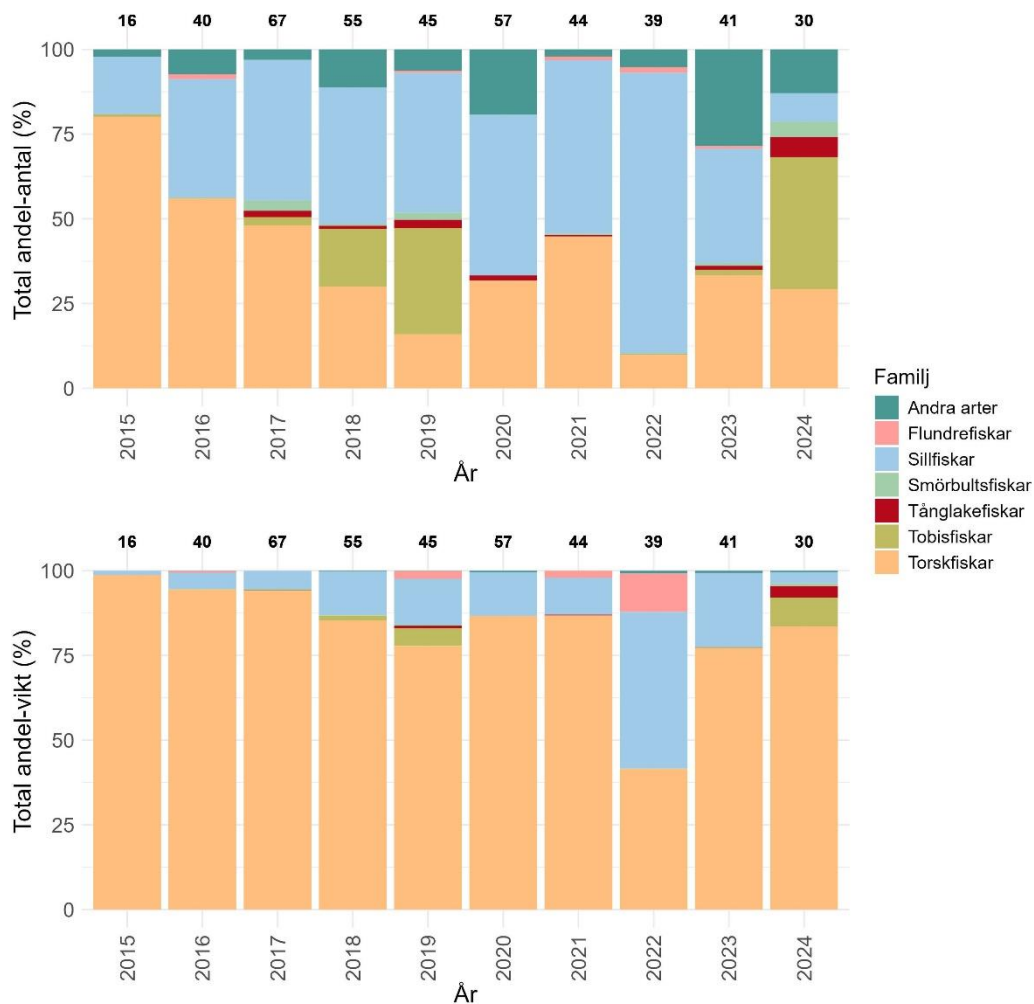


Figur 2. Karta som visar området för insamlade dietprover från gråsäl (lilla) och BITS-trålstationer (orange) som är inkluderade i analysen. Rutnätet visar ICES-rektanglar.

Totalt 434 dietprover (spillningsprover) från gråsäl, insamlade under åren 2015–2024 på Utklippan utanför Karlskrona skärgård i Hanöbukten, är inkluderade i jämförelsen med BITS-data.

## Gråsälens födoval

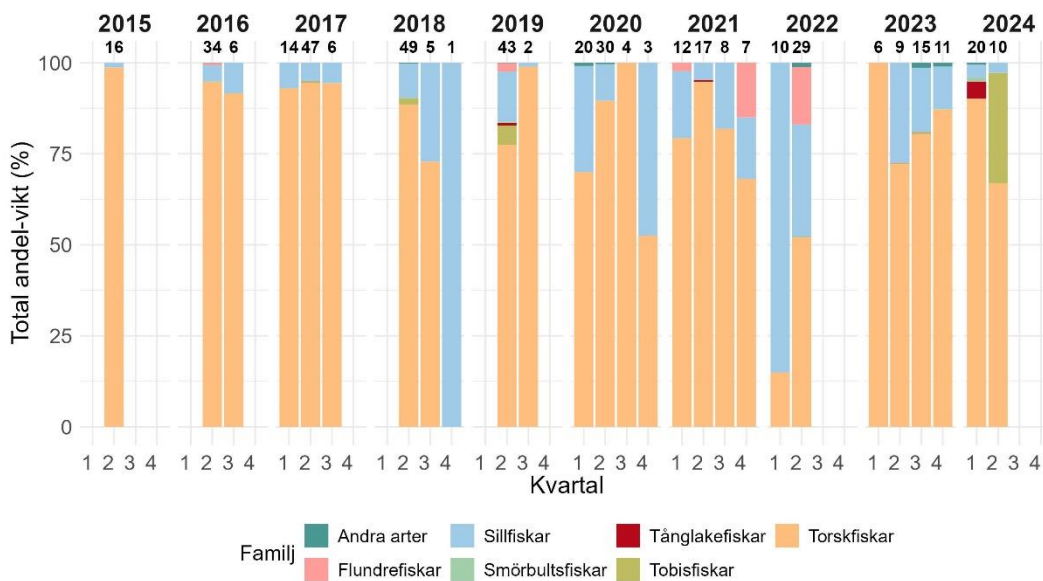
Gråsälens födoval i södra Östersjön består främst av torskfiskar och sillfiskar. Vissa år är också flundrefiskar och tobisfiskar relativt vanligt förekommande i dieten (fig. 3). Andelen “andra arter” är hög vissa år och består främst av spigg vars bidrag i vikt är försumbar.



Figur 3. Andelar i vikt och antal av olika bytesfamiljer, baserat på dietprover (spillning) från södra Östersjön (Utklippan) 2015–2024 (n = 434). Det totala antalet analyserade prover per år visas ovanför varje stapel.



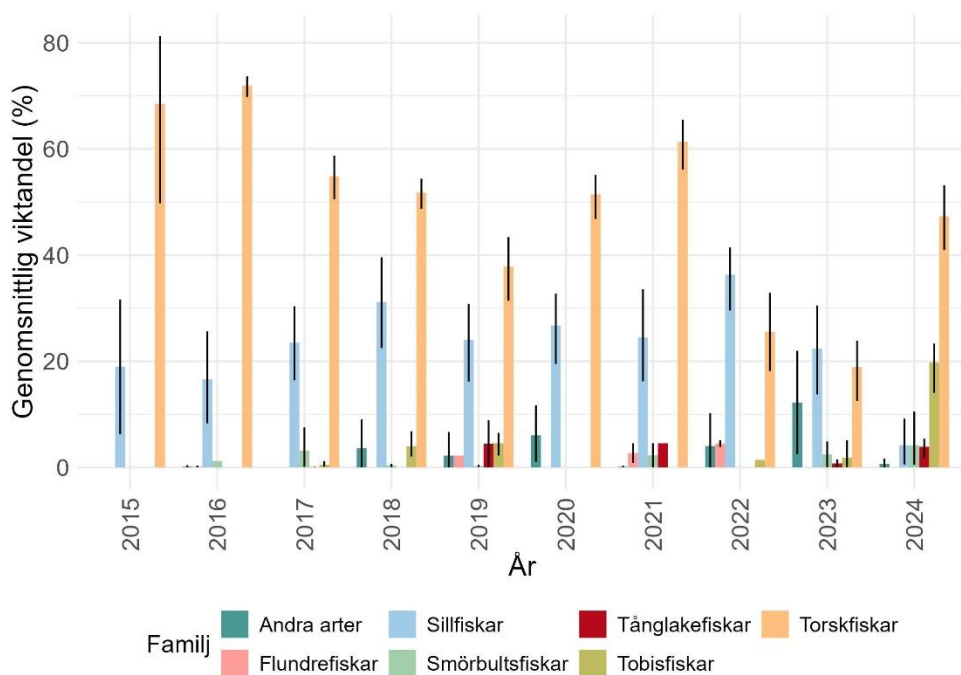
Säsongsmässiga förändringar i gråsälens diet är en faktor att ta hänsyn till eftersom sälarnas bytespreferenser och tillgängligheten av fisk kan variera under året. Även om det vore önskvärt att jämföra säldietdata med provfiskedata (BITS) för samma kvartal begränsas detta av både säldietdata (olika kvartal beroende på år) och provfiskedata (kvartal 1 och 4). Därför aggregerades alla kvartal i denna analys, även om det verkar finnas skillnader i säldiet mellan säsonger (fig. 4). Analyserna i denna rapport ger således en bild av skillnader och likheter mellan säldiet- och provfiskedata på årsbasis, men riskerar att missa säsongförändringar i sälens diet eller i fiskpopulationerna.



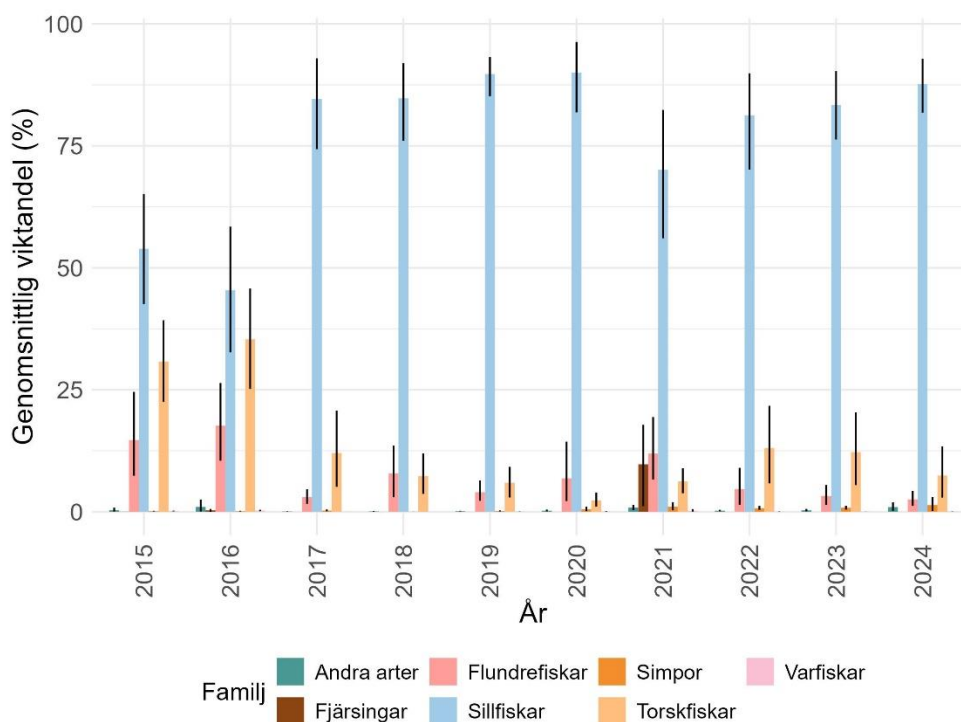
Figur 4. Andelar i vikt per år och kvartal av olika bytesfamiljer, baserat på dietprover (spillning) från södra Östersjön (Utklippan) 2015–2024 (n = 434). Det totala antalet analyserade prover per år och kvartal visas ovanför varje stapel.

## Analys av viktandelar i säldiet- och provfiskedata

De viktigaste familjerna representerade i gråsälens diet var torskfiskar och sillfiskar (fig. 5), medan de viktigaste familjerna i BITS-undersökningen var sillfiskar, torskfiskar och flundrefiskar (t.ex. skrubbskädda, rödspotta och sandskädda) (fig. 6).



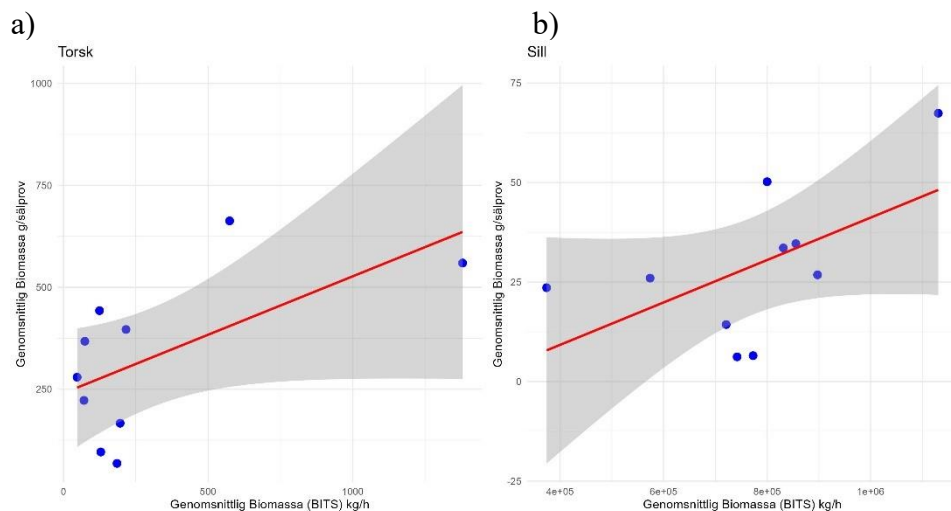
Figur 5. Födoalet hos gråsäl från Utklippan, baserat på dietprover (spillning) insamlade 2015–2024 ( $n = 434$ ). Staplarna visar viktandelen av varje familj, viktat per prov. Felstaplarna visar konfidensintervall (95 %).



Figur 6. Viktandel av de vanligaste fiskfamiljerna fångade vid BITS-undersökningen (ICES rektanglar 40G5, 40G6) 2015–2024 ( $n = 179$ ). Staplarna visar den genomsnittliga viktandelen av varje familj, viktat per tråldrag, med felstaplar som representerar 95 % konfidensintervall.

På grund av likheter i utseende mellan otoliter från olika arter av torskfisk är det ofta svårt att säkert säga vilka specifika arter som förekommer i sældietproverna, framför allt i spillningsprover, på grund av att otoliterna har brutits ned av matsmältningsprocesserna. I Östersjön kan vi dock med hög tillförlitlighet säga att familjen torskfiskar utgörs av arten torsk. Vi har därför valt att göra jämförelserna med provfiskedata för arten torsk. När det kommer till sillfiskar har vi valt att göra även denna jämförelse på artnivå då vi i dietanalyserna i stor utsträckning kunnat analysera till art.

Jämförelsen av torskbiomassa mellan BITS-data och sældietdata, visar ett visst positivt samband, med en Spearman-korrelationskoefficient på 0,41. Men sambandet är inte statistiskt signifikant ( $p=0,25$ ) (fig. 7a). För sill visar jämförelsen att det finns ett positivt ( $\rho=0,673$ ) signifikant ( $p<0,05$ ) samband mellan BITS-undersökningens biomassa och sälens föda (fig. 7b).

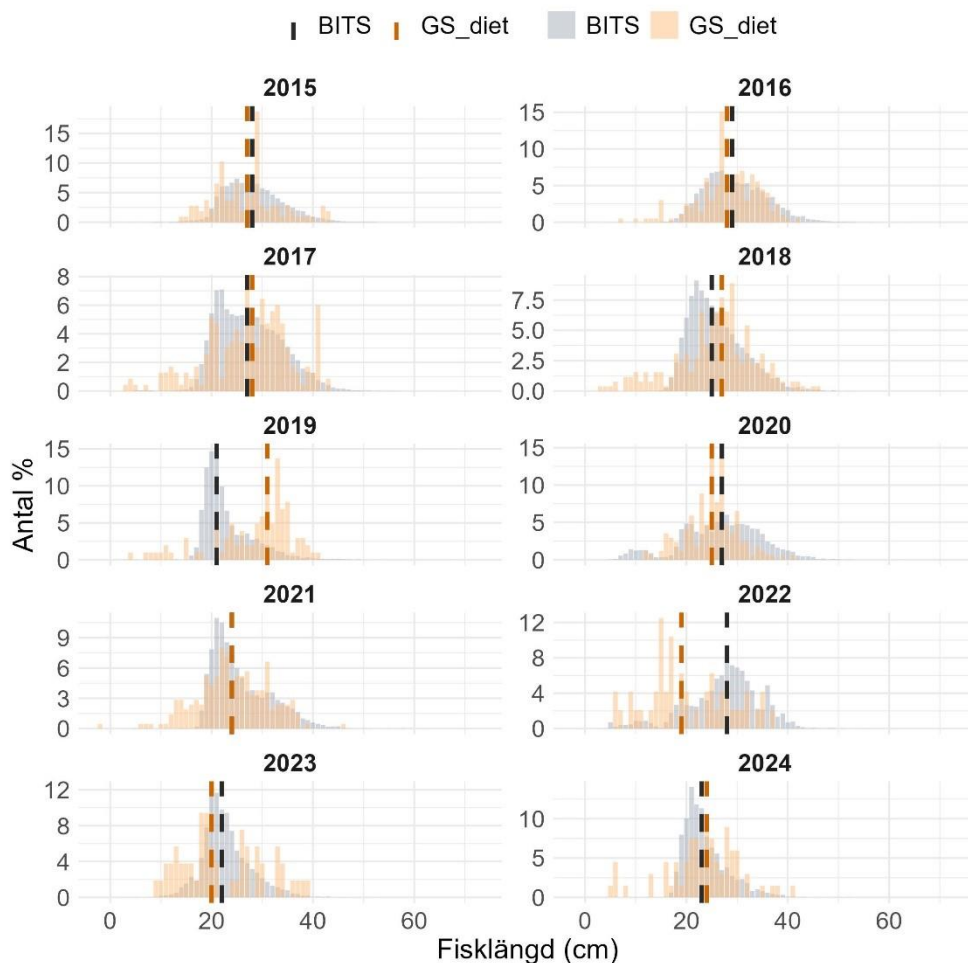


Figur 7 a, b. Korrelation mellan genomsnittlig biomassa från BITS (kg/h) och i gråsil diet (g/prov) för torsk (a) och sill (b\*) i södra Östersjön (Utklippan) 2015–2024. Punkterna representerar medelvärden, det skuggade området visar 95 % konfidensintervall, och linjerna visar trenden. \*=signifikant.

## Analys av storleksfördelning i sældiet- och provfiskedata

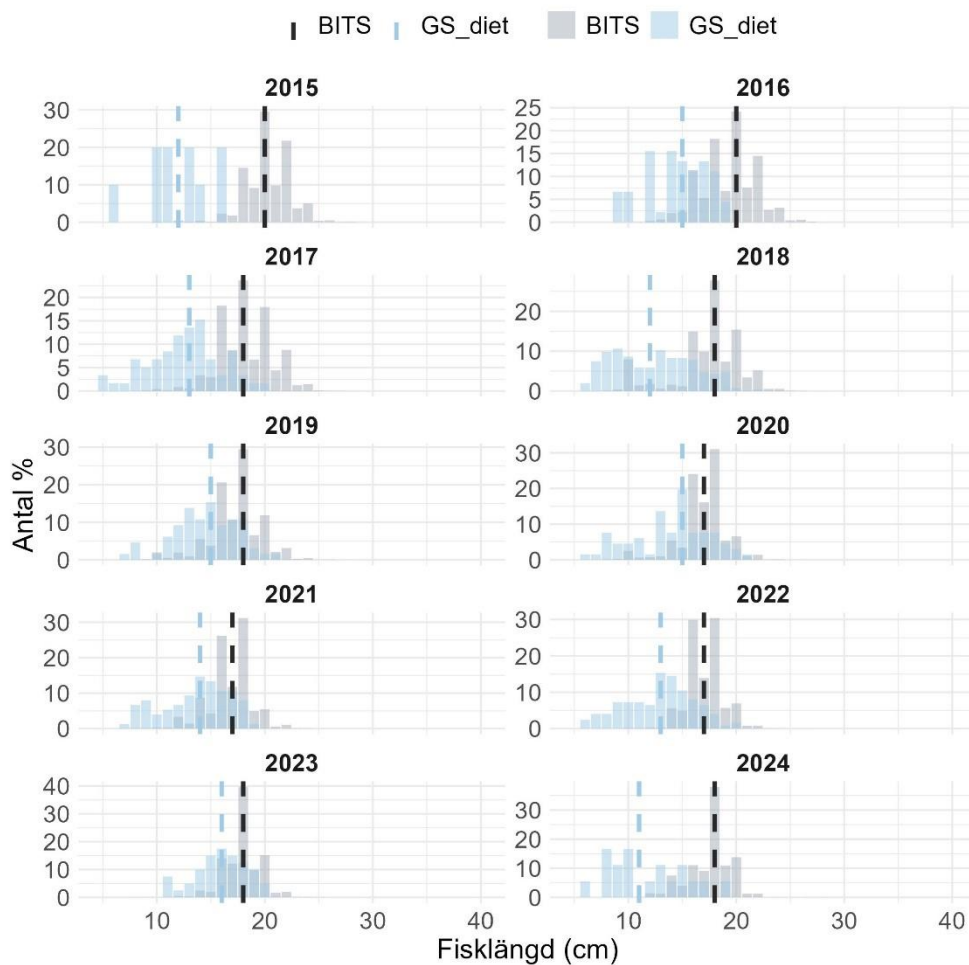
Mann-Whitney U-testerna visar signifikanta skillnader i torsklängd mellan sældietdata och BITS-data under vissa år – 2015, 2019, 2020, 2021 och 2022. Storleken på den torsk som sälarna äter under dessa år stämmer inte överens med den storleksfördelning som observerats i BITS-data. Torskfiskens medianlängd var mindre i sældieten än i BITS åren 2015, 2020 och 2022. År 2021 var medianlängden densamma och 2019 var medianlängden för torsk större i sældieten än i IBTS. Inga signifikanta skillnader i torsklängder mellan sälens diet och BITS-data hittades för

2016, 2017, 2018, 2023 och 2024, vilket tyder på en närmare matchning i torskstorlekar under dessa år (fig. 8).



Figur 8. Längfördelning av torsk i gråsälens diet (spillning) i södra Östersjön (orange) jämfört med längdfördelningen av torsk fångad i BITS-undersökningen (grå) under åren 2015–2024. Staplarna representerar procentandelen av fisklängder (i cm). Signifikanta skillnader i längdfördelning år 2015, 2019, 2020, 2021 och 2022. De beräknade storlekarna har inte korrigerats för otoliterosion. Streckade vertikala linjerna visar medianlängden för torsk i varje undersökning: en grå streckad linje för BITS-undersökningen och en orange linje för gråsälsdiet.

För sill visar Mann-Whitney U-testerna konsekvent statistiskt signifikanta skillnader i längd mellan säldietdata och BITS-data ( $p < 0,001$ ) för alla analyserade år. Detta konsekventa mönster kan tyda på att den sill som sälarna äter tenderar att skilja sig i storlek från den sill som registreras i BITS-undersökningarna, där sälarna i allmänhet äter mindre individer inom populationen (fig. 9).



Figur 9. Längdfördelning av sill i gråsälens diet (spillning) i södra Östersjön (blå), jämfört med längdfördelningen av sill fångad i BITS-undersökningen (grå) under åren 2015–2024. Staplarna representerar procentandelen av fisklängder (i cm). Alla år är signifikanta. De beräknade storlekarna har inte korrigerats för otoliterosion. De vertikala linjerna visar medianlängden för sill i varje undersökning: en grå streckad linje för BITS-undersökningen och en blå linje för gråsälsdiet.

## Slutsatser om södra Östersjön

I denna studie undersöks födoekologin hos gråsäl i södra Östersjön genom att jämföra sälarnas diet från spillningsprover med BITS provfiskedata för att identifiera potentiella korrelationer. För viktiga bytesarter som sill tyder positiva korrelationer mellan säldietdata och BITS-data på att gråsälens födoval återspeglas av tillgången på föda. Sälarna konsumerar större andel av sill i takt med att tillgången på arten ökar. För torsk hittades en positiv, om än icke signifikant, korrelation. Detta tyder på att andra faktorer, såsom tillgången på bytesdjur i specifika födosöksområden eller sälarnas preferens för vissa fiskstorlekar, också kan spela en roll.

En detaljerad analys av storleksfördelningar avslöjade signifikanta skillnader i torskstorlek mellan säldietdata och BITS-data under vissa år, vilket tyder på att sälar kan rikta in sig på andra storleksklasser av torsk än de som främst fångas i BITS-undersökningarna. När det gäller sill var storleksskillnaderna signifikanta och konsekventa över alla år, och sälarna åt i allmänhet mindre individer än de som fångades av BITS. Denna trend tyder på att sälarna föredrar mindre sillar, möjligen på grund av att de är vanligare i gråsälens födosöksområden eller för att de är relativt sett lättare att fånga.

En begränsning i denna studie är att uppskattningar av fisklängd i säldietdata inte justerats för otoliterosion vilket kan leda till att de faktiska fiskstorlekarna underskattas. Denna begränsning påverkar storleksjämförelser och kan delvis förklara de observerade skillnaderna. Framtida forskning som justerar för otoliterosion kommer sannolikt att ge en mer exakt beräkning av de ursprungliga fisklängderna.

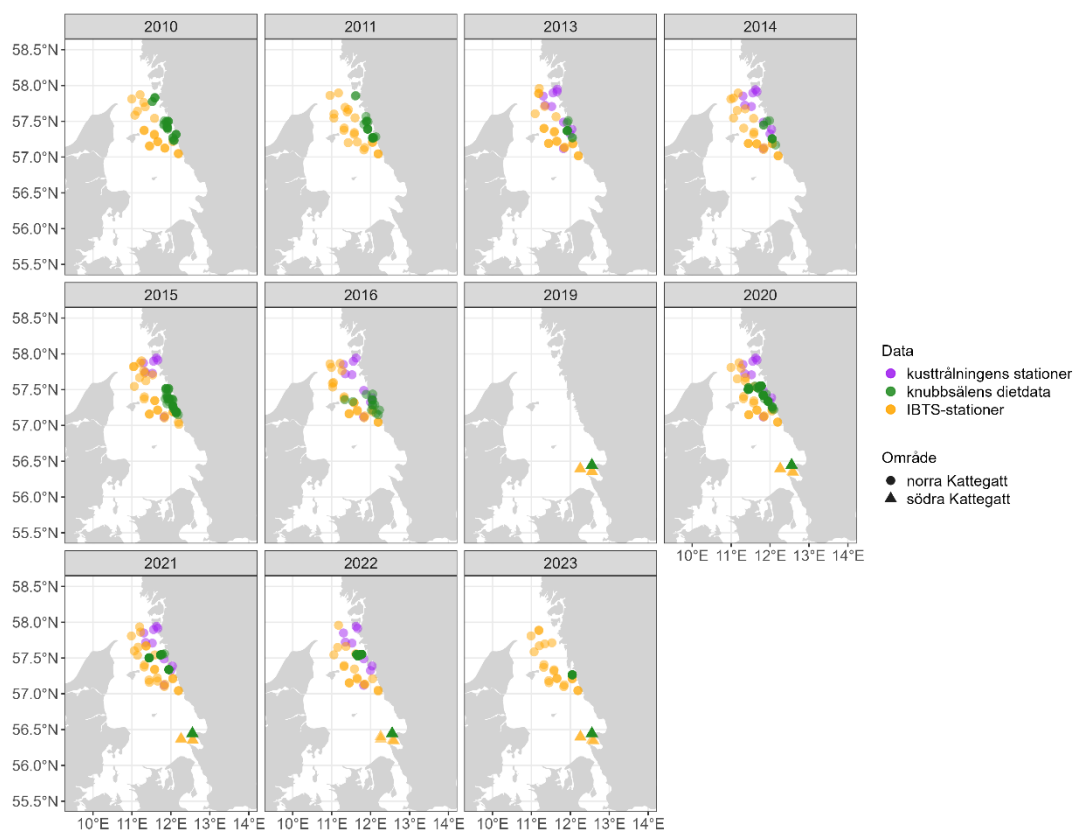
Eftersom BITS är en bottentrålundersökning är den inte optimerad för provtagning av pelagiska arter och kanske inte fullt ut fångar upp den storleksfördelningen av pelagisk fisk som är tillgänglig för sälar. Denna begränsning bidrar sannolikt också till den konsekventa skillnaden i storleksfördelningen mellan BITS-data och säldietdata. Säldietdata och tråldata bör även jämföras med resultat från de nätprovfisken som finns tillgängliga.

Sammanfattningsvis tyder resultaten av denna studie på att gråsälens födoval återspeglas av förekomsten av sill i födosöksområdet. Säldieten består dock konsekvent av mindre sillfiskar än vad som fångas i BITS men det är för tidigt att säga om det reflekterar förhållanden i ekosystemet eller om resultaten beror på begränsningar i metoden. Framtida forskning som hanterar begränsningarna i provfiskedesign och inkluderar säsongsvariation skulle avsevärt kunna fördjupa förståelsen för gråsälens roll i Östersjöns ekosystem.

## Knubbsäl i Kattegatt

Dietdata för knubbsäl i Kattegatt har sammanställts och jämförts med data från bottentrålundersökningen IBTS och Kustrålundersökningen (se ovan). Art- och storleksammansättningen i knubbsälens diet har analyserats i förhållande till information från IBTS och Kustrålningen var för sig.

I denna studie har IBTS-data från kvartal 1 och 3 kombinerats med knubbsälens dietdata, som samlats in året runt under tidsserien. För att förbättra den rumsliga täckningen mellan provfiskedata och dietdata valdes IBTS- och Kustrålstationer inom ICES-rektanglar som överlappar potentiella födosöksområden för sälar (Benoit m.fl. 2011). Insamlingsplatserna för säldietproverna bestämde därför vilka provfiskestationer som ingick i analyserna, och de ICES-rektanglar som mest sannolikt återspeglar sälarnas födosöksområden valdes ut (fig. 10).



Figur 10. Karta som visar positioner för insamlade dietdata från knobbsäl (grön), IBTS-stationer (gul) och kusttrålningens stationer (lila) per år. Rutnätet visar ICES-rektanglar.

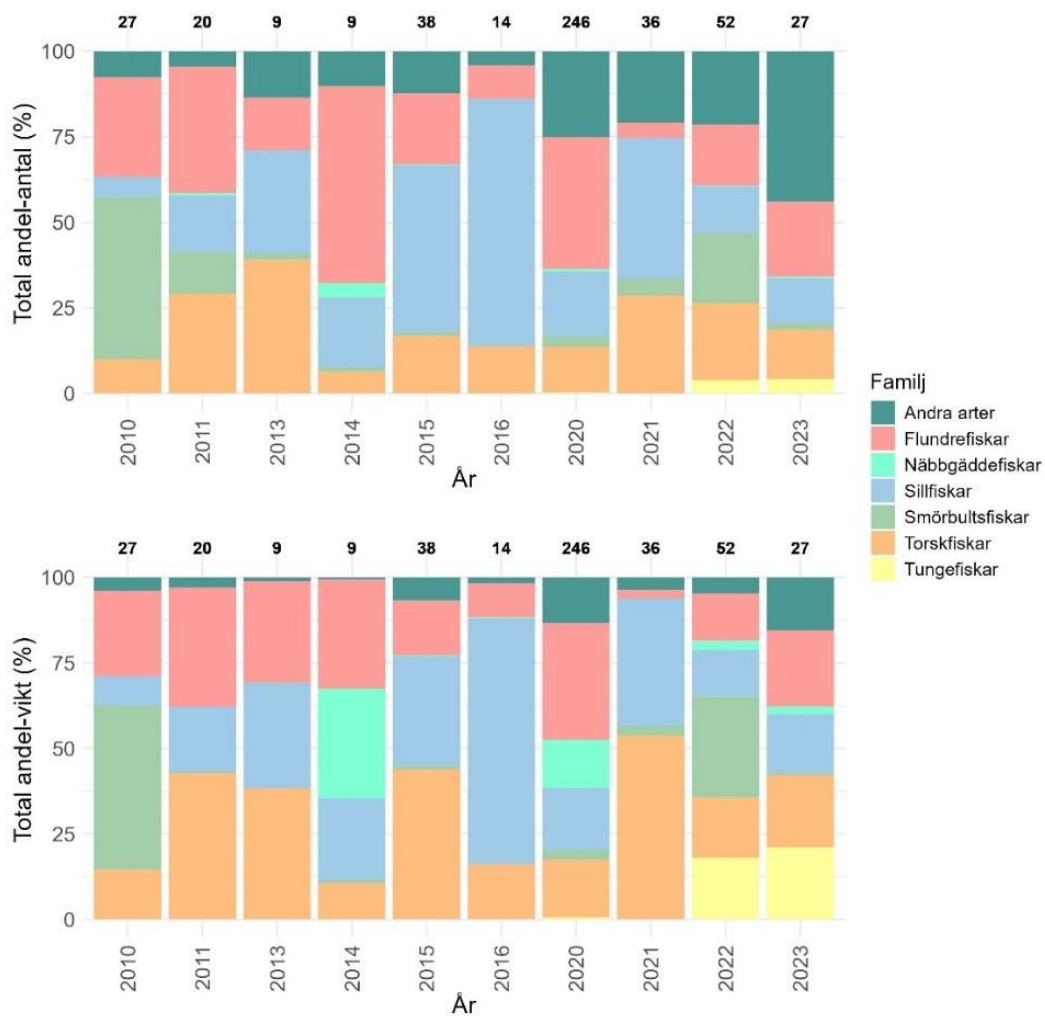
Dietprover har samlats in i *norra Kattegatt* (Onsala-Väröbacka) och totalt ingår 478 spillnings- och mage-tarmprover från knobbsäl i jämförelsen med IBTS-data (n= 207 tråldrag). Proverna är insamlade under åren 2010–2023. Jämförelser har inte kunnat göras för åren 2012, 2017, 2018 och 2019 på grund av för få dietprover. Vid jämförelse av sældietdata med data från Kusttrålningen fick några år utelämnas då det saknades data eftersom Kusttrålningen påbörjades i *norra Kattegatt* 2013 (Svensson m.fl. 2023). Totalt ingår 404 dietprover från knobbsäl i jämförelsen med Kusttrålningen för åren 2013–2022 (n= 65 tråldrag).

Dietprover från knobbsäl har även samlats in från *södra Kattegatt* (Hallands Väderö) under 2019–2023, (n=229 spillningsprover). Dessa dietdata jämförs med IBTS-data (n= 20 tråldrag), men inte med data från Kusttrålningen eftersom den expeditionen bara täcker kusten i Skagerrak och *norra Kattegatt*.

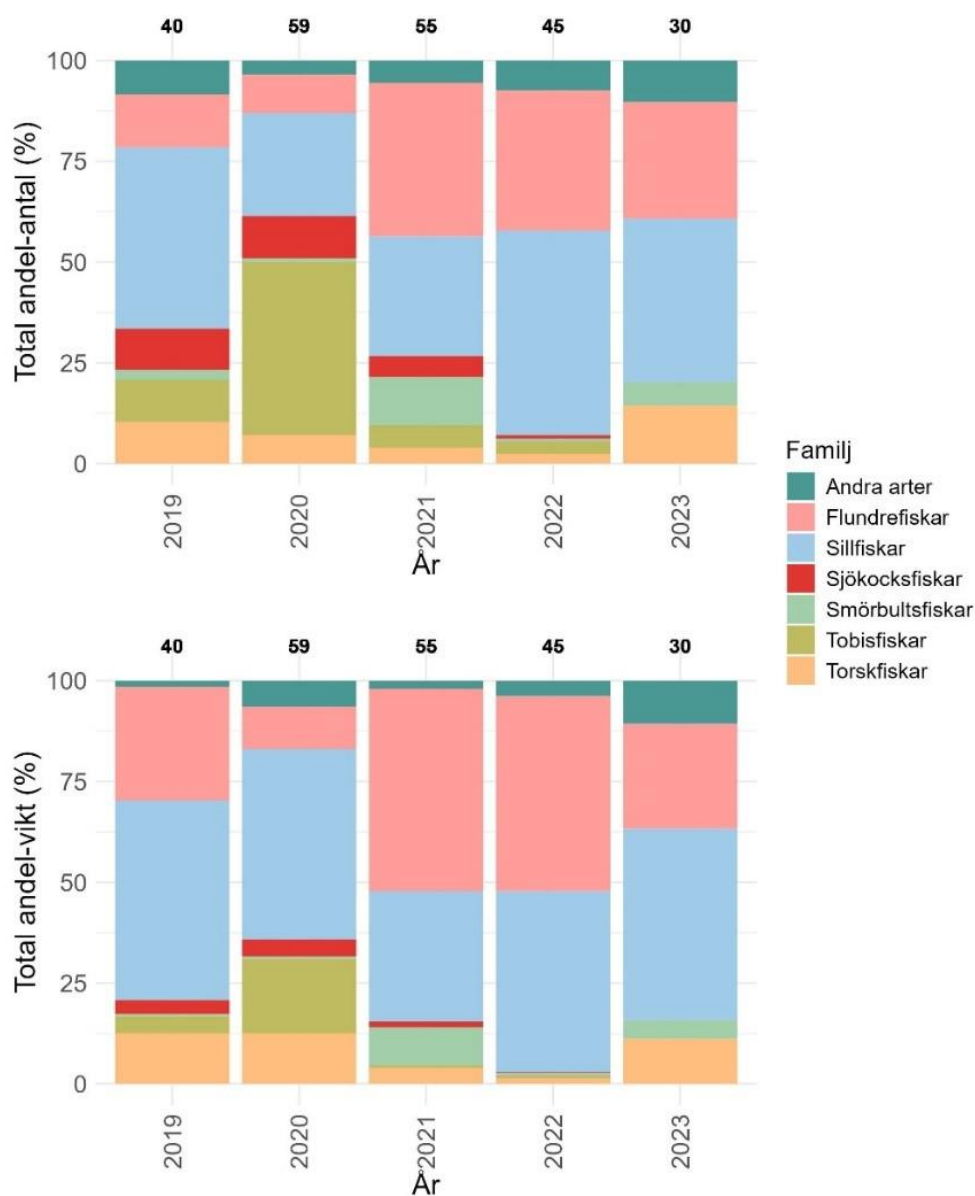


## Knubbsälens födoval

Knubbsälens födoval i norra Kattegatt består främst av torskfiskar, sillfiskar och flundrefiskar i både antal och vikt räknat. Vissa år är också smörbultsfiskar vanligt förekommande i dieten (fig. 11). Andelen av “andra arter” har ökat i norra Kattegatt på senare år och denna grupp innehåller t.ex. tobis, sjökock och tånglake. Födoalet för knubbsäl i södra Kattegatt består främst av sillfiskar och flundrefiskar men också torskfiskar i mindre utsträckning. Vissa år är också tobisfiskar vanligt förekommande i dieten (fig. 12).

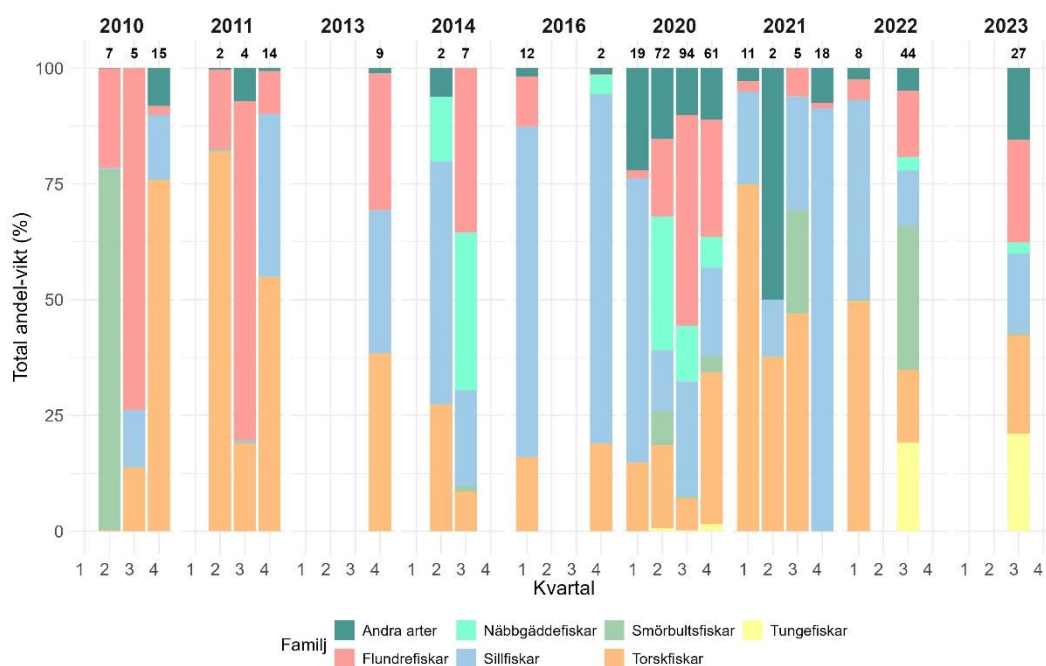


Figur 11. Andelar i vikt och antal av olika bytesfamiljer, baserat på dietprover (spilling och mage-tarm) från norra Kattegatt 2010–2023 (n=478). Det totala antalet analyserade prover per år visas ovanför varje stapel.

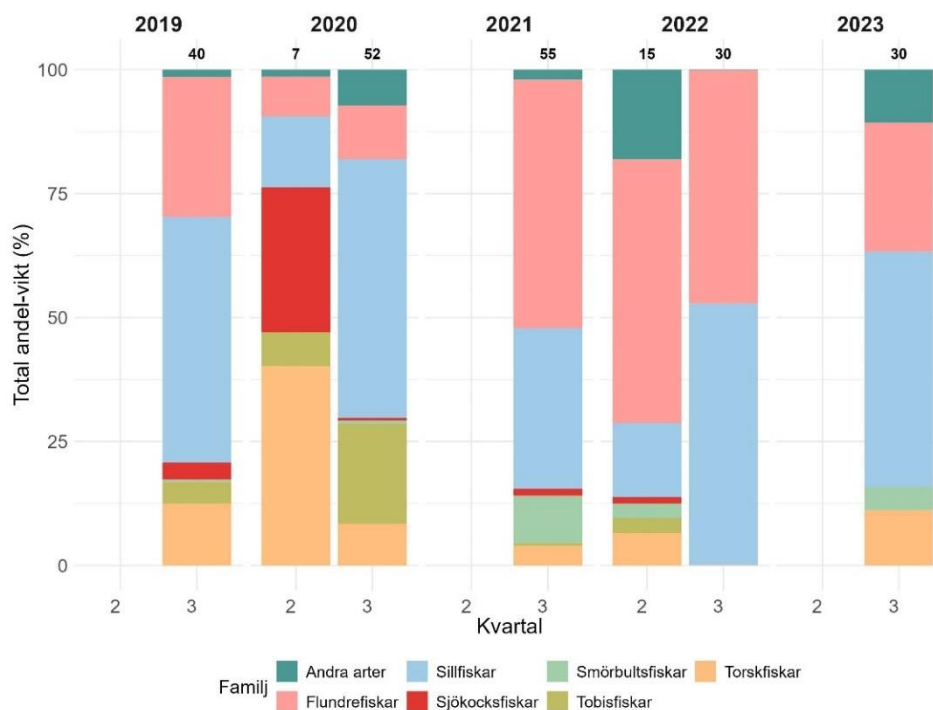


Figur 12. Andelar i vikt och antal per år, baserat på dietprover (spillning) från södra Kattegatt 2019–2023 (n= 404). Det totala antalet analyserade prover per år visas ovanför varje stapel.

Säsongsmässiga förändringar i sälens diet är en faktor att ta hänsyn till, eftersom sälarnas bytespreferenser och tillgänglighet av fisk kan variera under året. Önskvärt vore att jämföra säldietdata för samma kvartal som provfiskedata (IBTS- och Kusttrålningen). Men på grund av begränsningar i data aggregerades alla kvartal i denna analys, även om det fanns skillnader mellan säsonger (fig. 13, 14). Analyserna i denna rapport ger därmed en generaliserad bild av skillnader mellan säldiet- och provfiskedata, men riskerar att missa säsongförändringar i sälens diet eller fiskpopulationerna.



Figur 13. Andelar i vikt per år och kvartal, baserat på dietprover (spillning och mage-tarm) från norra Kattegatt 2010–2023 (n=478). Det totala antalet analyserade prover per år och kvartal visas ovanför varje stapel.



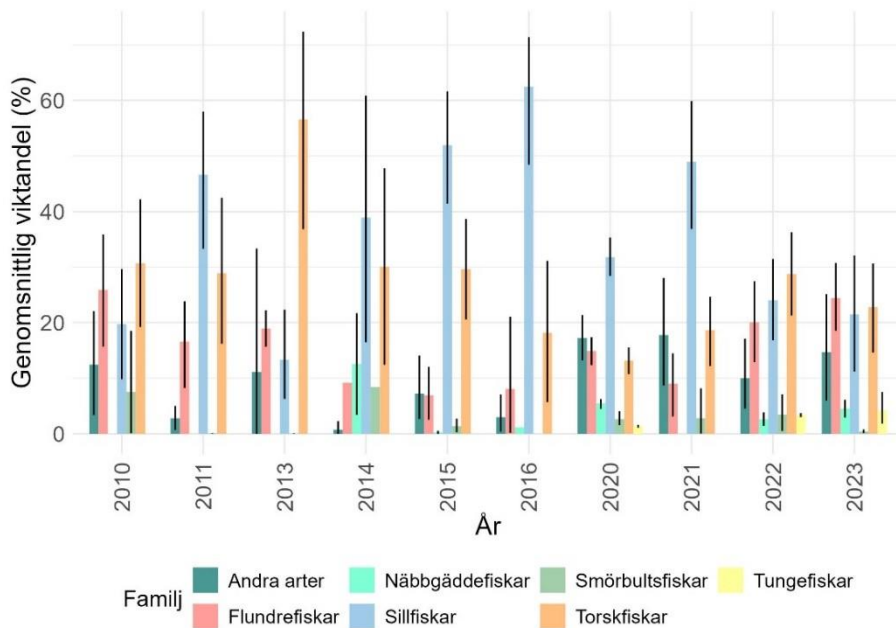
Figur 14. Andelar i vikt per år och kvartal, baserat på dietprover (spillning) från södra Kattegatt 2019–2023. Det totala antalet analyserade prover per år och kvartal visas ovanför varje stapel.

## Norra Kattegatt

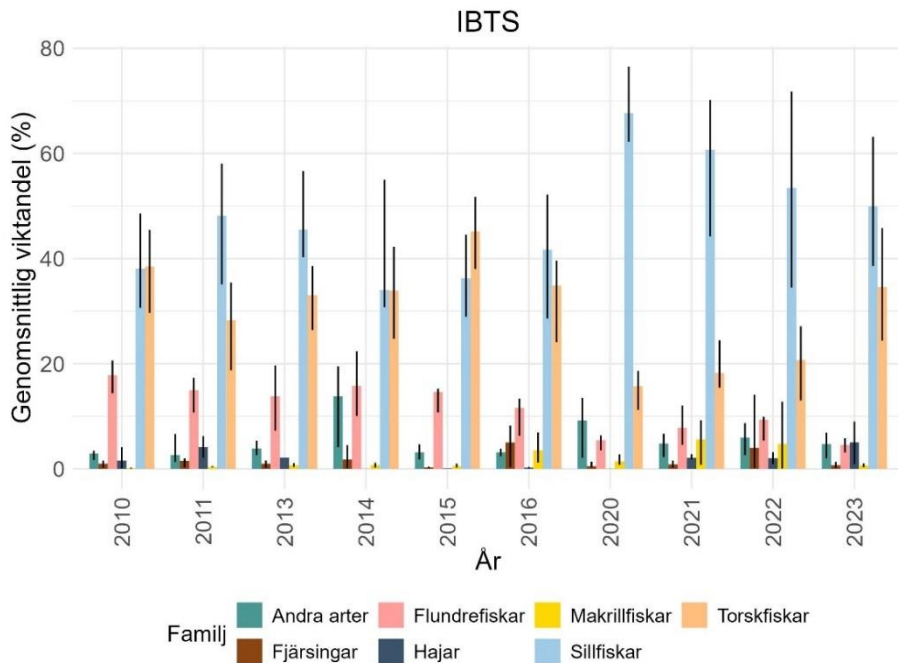
Nedan presenteras resultaten från jämförelser mellan de huvudsakliga fiskfamiljerna i knubbsälens diet (d.v.s. torskfiskar, flundrefiskar och sillfiskar) för *norra Kattegatt* och för de två trålundersökningarna IBTS och Kusttrålningen. Då Kusttrålningen inte samlar in data för sillfiskar kan ingen jämförelse göras för denna fiskfamilj (Svensson m.fl. 2023). Den högre diversiteten av torskfiskar i Kattegatt och svårigheter med att till art bestämma otoliter i torskfiskfamiljen gör att nedanjämförelser presenteras på familjenivå. Jämförelser för sillfiskar och flundrefiskar sker också på familjenivå då det i dietanalyserna inte alltid går att identifiera till art.

### Analys av viktandelar i säldiet- och provfiskedata

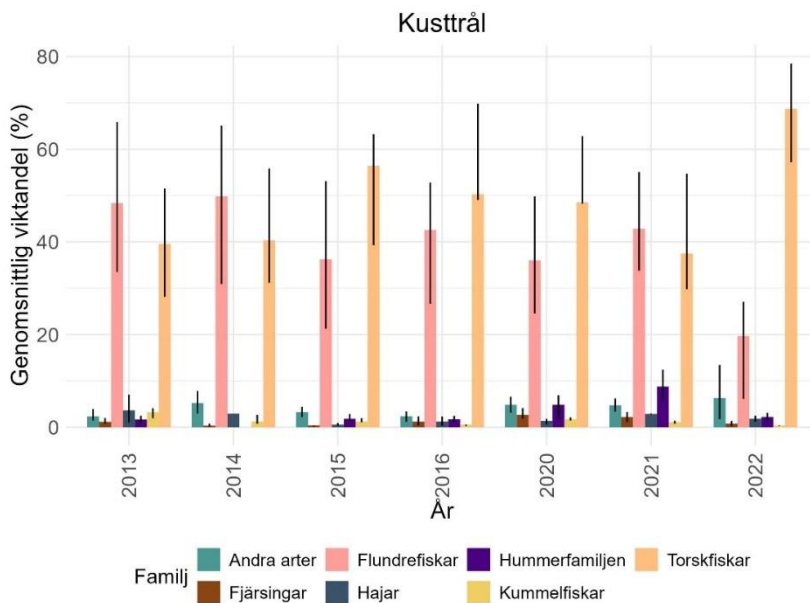
De huvudsakliga familjerna som återfinns i säldieten och i IBTS var torskfiskar (tex. torsk, sej, gråsej, kolja), sillfiskar (sill, skarpsill) och flundrefiskar (t.ex. skrubbskädda, rödspotta, lerskädda, sandskädda) (fig. 15,16). De viktigaste familjerna som var representerade i Kusttrålningen var torskfiskar och flundrefiskar (fig. 17).



Figur 15. Diet hos knubbsäl i norra Kattegatt, baserat på prover (spillning och mage-tarm) insamlade 2010–2023 ( $n=478$ ). Staplarna visar viktandel i födan av de vanligaste bytesfamiljerna, viktat per dietprov. Felstaplarna anger konfidensintervall (95 %).



Figur 16. Fiskförekomst i norra Kattegatt, baserat på prover insamlade från IBTS under perioden 2010–2023 (n=207). Staplarna visar viktandel av de vanligaste fiskfamiljerna i proverna, viktat per tråldrag. Felstaplarna anger konfidensintervall (95 %).



Figur 17. Fiskförekomst i norra Kattegatt, baserat på prover insamlade från Kustrålningen under perioden 2013–2022 (n=65). Staplarna visar viktandel av de vanligaste fiskfamiljerna i proverna, viktat per tråldrag. Felstaplarna anger konfidensintervall (95 %).

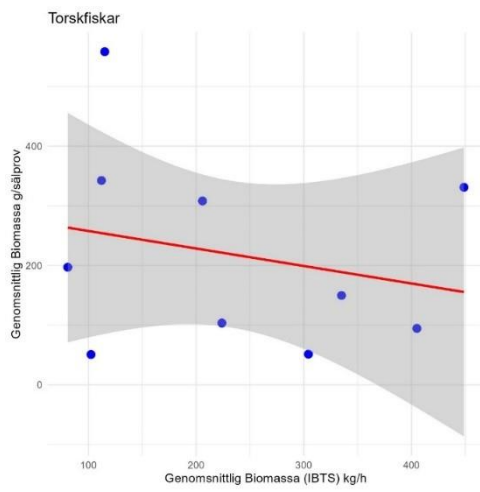
Korrelationsanalysen visar på varierande samband mellan fiskbiomassa i provfisken (IBTS och Kustrålning) och säldietdata för olika fiskfamiljer.

För torskfisk är Spearman-korrelationen mellan biomassa i IBTS och säldieten -0,09, vilket indikerar ett mycket svagt negativt samband som inte är statistiskt signifikant ( $p = 0,8$ ,  $p > 0,05$ ) (Figur 18a). Omvänt är Spearman-korrelationen mellan Kusttrålningen och säldieten för torskfisk 0,43, vilket tyder på visst positivt samband men inte statistiskt signifikant ( $p = 0,4$ ) (Figur 19a).

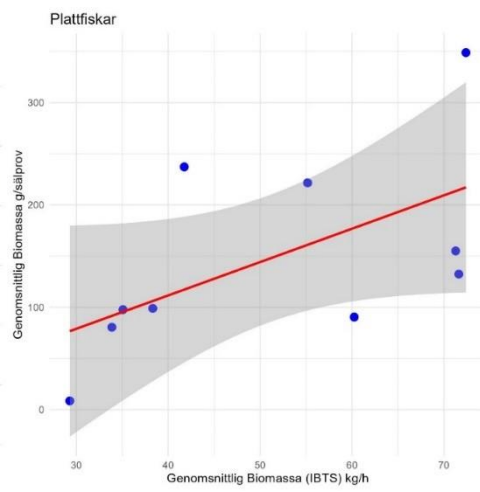
För flundrefiskar observeras en stark positiv Spearman-korrelation (0,71) mellan IBTS och säldieten, vilket är statistiskt signifikant ( $p = 0,03$ ). Detta tyder på att de ökningar av biomassan av flundrefiskar som observerats i IBTS-data motsvaras av en större viktandel flundrefiskar i sälens föda (figur 18b). På samma sätt ger Spearman-korrelationen mellan Kusttrålningen och säldieten för flundrefiskar också ett värde på 0,71, vilket indikerar ett liknande starkt positivt och signifikant samband, där ökningar av flundrefiskar i Kusttrålningsdata överensstämmer med högre viktandel flundrefisk i sälens diet (Figur 19b).

När det gäller sillfiskar är Spearman-korrelationen mellan IBTS-biomassa och viktandelen i säldieten försumbar (0,01), med ett icke-signifikant p-värde ( $p = 1$ ). Detta tyder på att det inte finns något samband mellan biomassan sillfiskar i IBTS-data och i sälens diet (figur 18c).

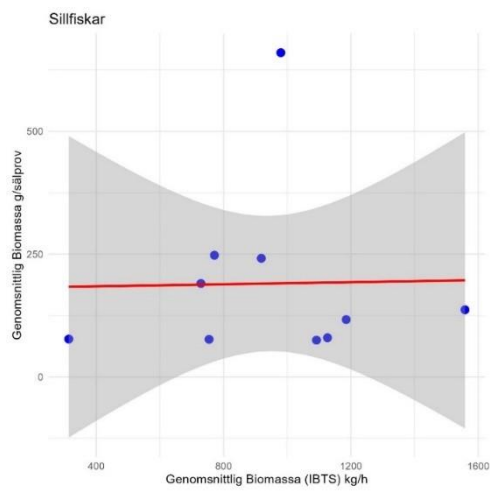
a)



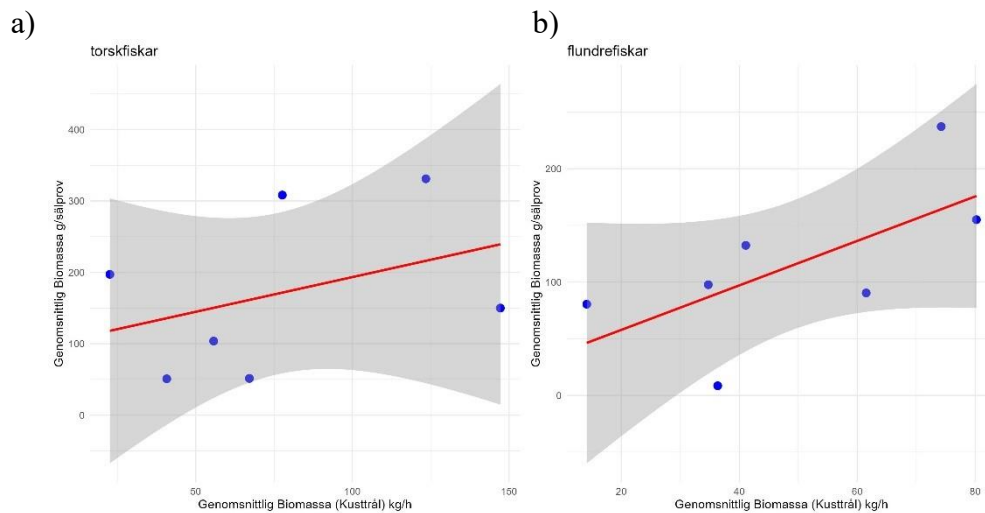
b)



c)



Figur 18 a, b, c. Korrelation mellan genomsnittlig biomassa från IBTS (kg/h) och i knubbsälens diet (g/prov) för torskfisk (a), flundrefisk (b\*) och sillfisk (c) i norra Kattegatt. Punkterna representerar medelvärden, det skuggade området visar 95 % konfidensintervall, och linjerna visar trenden.  
\*=signifikant



Figur 19 a, b. Korrelation mellan genomsnittlig biomassa från Kusttrålingen (kg/h) och i knobbsälens diet (g/prov) för torskfisk (a) och flundrefisk (b\*) i norra Kattegatt. Punkterna representerar medelvärden, det skuggade området visar 95 % konfidensintervall, och linjerna visar trenden. \*=signifikant.

## Analys av storleksfördelning i säldiet- och provfiskedata

Mann-Whitney U-tester som jämför fisklängder mellan säldieten och olika provfisken (Kusttrålingen och IBTS) visar konsekventa, statistiskt signifikanta skillnader över de flesta år för de tre analyserade fiskfamiljerna: torskfiskar, sillfiskar och flundrefiskar.

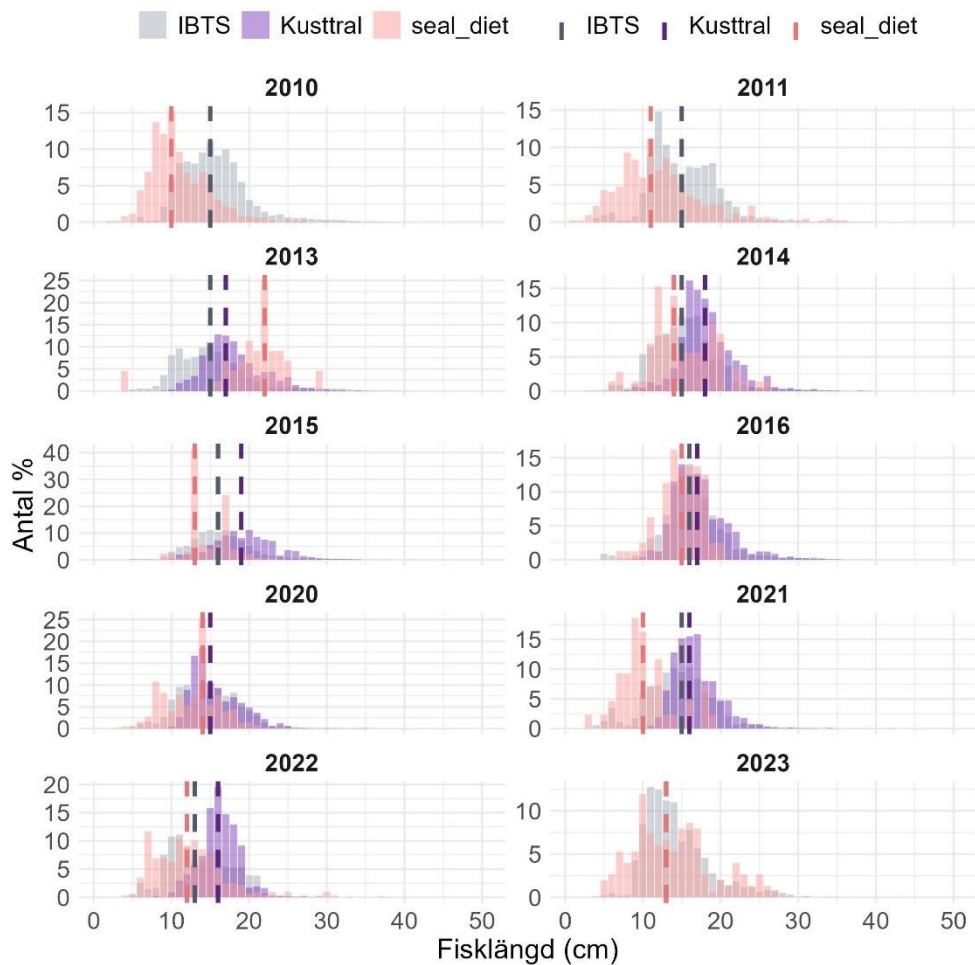
För torskfisk konstaterades signifikanta skillnader i fisklängd mellan sälens diet och kusttråldata ( $p < 0,05$ ) för alla år utom 2020 ( $p = 0,08$ ), vilket tyder på att sälarna konsekvent väljer torskfisk-storlekar som skiljer sig från de som observerades i Kusttrålingen. Torskfiskens medianlängd var större i säldieten än i Kusttrålingens fångster åren 2014, 2015, 2021 och 2023. Det motsatta var fallet åren 2013, 2016 och 2022 då torskfiskens medianlängd var mindre i säldieten än i Kusttrålingens fångster. På samma sätt noterades signifikanta skillnader i storlek på torskfisk mellan IBTS och sälens diet för alla år utom 2014 ( $p = 0,34$ ) och 2016 ( $p = 0,27$ ), vilket tyder på ett mönster där sälar riktar in sig på storlekar av torskfisk som inte är fullt representerade i IBTS-prover. För alla signifikanta år utom 2023 är medianlängden för torskfiskar större i säldieten än i IBTS (fig. 20).





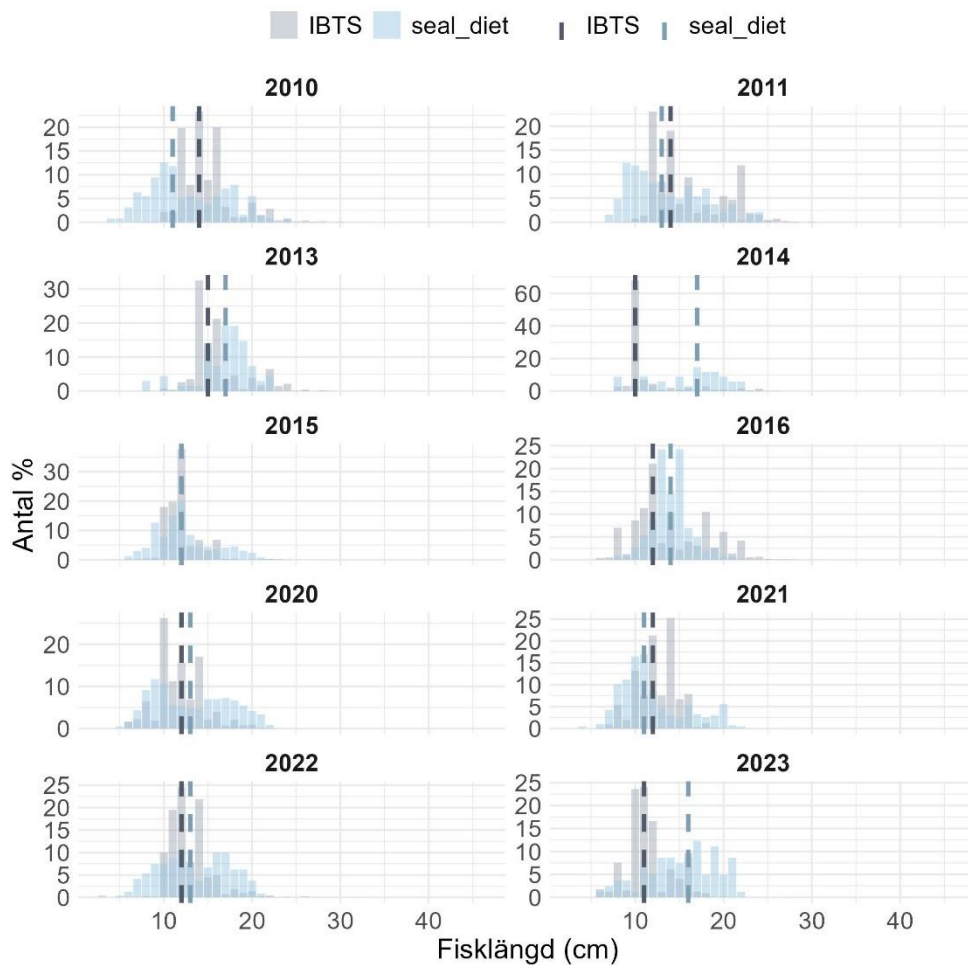
Figur 20. Längdfördelning av torskfiskar i dieten hos knobbsäl i norra Kattegatt (orange) jämfört med längdfördelningen av torskfiskar i IBTS-undersökningen (grå) och Kusttrålningen (lila) under åren 2010–2023. Staplarna representerar procentandelen av fisklängder (i cm). Kusttrålningen: alla år signifikanta förutom 2020. IBTS: alla år signifikanta förutom 2014 och 2016. De beräknade storlekarna har inte korrigerats för otoliterosion. De vertikala linjerna visar medianlängden för torskfiskar för respektive undersökning.

Flundrefiskar uppvisade också stora signifikanta skillnader i fisklängd mellan sälarnas diet och kusttråldata över alla år ( $p < 0,05$ ). Detta tyder på att sälarna sannolikt föredrar specifika storleksklasser av flundrefiskar som skiljer sig från de som fångats i Kusttrålningen, eller att sälarna födosöker i områden som inte provtas i Kusttrålningen. För alla år utom 2013 är medianlängden för flundrefiskar större i Kusttrålningen än i säldieten. Liknande skillnader i storlek på flundrefiskar mellan sälens diet och IBTS observerades under alla år utom 2014 ( $p = 0,63$ ), vilket ytterligare stöder sannolikheten för att sälarna föredrar andra storleksklasser av flundrefisk som inte fångas i IBTS. För alla år utom 2013 är medianlängden för flundrefiskar större i IBTS än i säldieten (undantaget 2023 då de är lika) (fig. 21).



Figur 21. Längdfördelning av flundrefiskar i dieten hos knobbsäl i norra Kattegatt (rosa), jämfört med längdfördelningen av flundrefiskar fångad i IBTS-undersökningen (grå) och Kusttrålingen (lila) under åren 2010–2023. Staplarna representerar procentandelen av fisklängder (i cm). Kusttrålingen: alla år signifikanta. IBTS: alla år signifikanta förutom 2014. De beräknade storlekarna har inte korrigerats för otoliterosion. De vertikala linjerna visar medianlängden för flundrefiskar för respektive undersökning.

För sillfiskar upptäcktes signifikanta skillnader i fisklängd mellan sälens diet och IBTS-data för alla år utom 2015 ( $p = 0,21$ ). Detta resultat tyder på att sälarnas preferenser för storleken på sillfisk skiljer sig från de som fångas av IBTS, troligen på grund av IBTS:s primära fokus på bottenlevande arter. De flesta år är medianlängden för sillfiskar större i säldieten än i IBTS, förutom åren 2010, 2011 och 2021 (fig. 22).



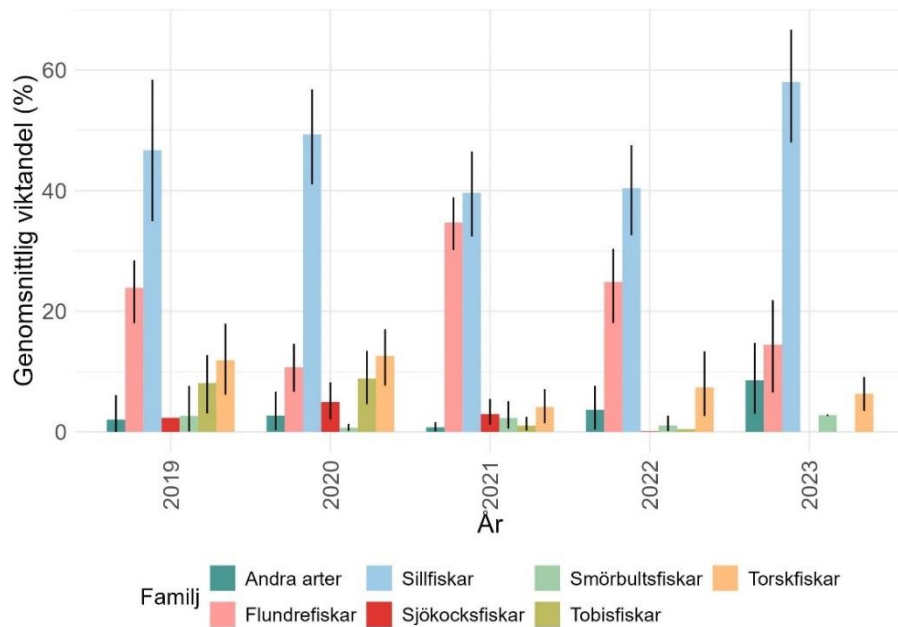
Figur 22. Längdfördelning av sillfiskar i dieten hos knubbsäl i norra Kattegatt (blå), jämfört med längdfördelningen av sillfiskar fångad i IBTS-undersökningen (grå) under åren 2010–2023. Staplarna representerar procentandelen av fisklängder (i cm). IBTS: alla år signifikanta förutom 2015. De beräknade storlekarna har inte korrigerats för otoliterosion. De vertikala linjerna visar medianlängden för sillfiskar för respektive undersökning.

## Södra Kattegatt

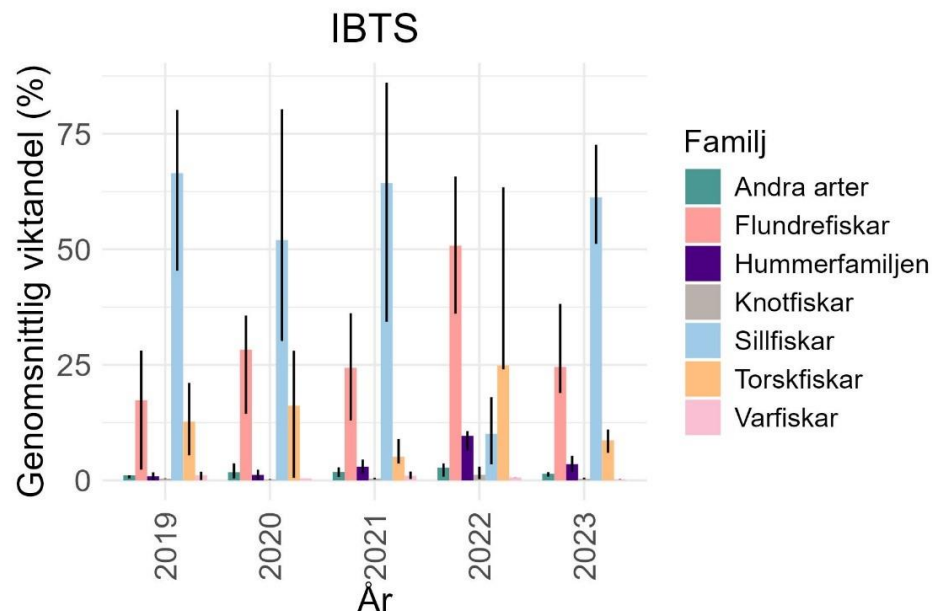
Nedan presenteras resultaten från jämförelser mellan de huvudsakliga fiskfamiljerna i knubbsälens diet (d.v.s. sillfiskar, flundrefiskar och torskfiskar) för södra Kattegatt och för trålundersökningen IBTS. Den högre diversiteten av torskfiskar i Kattegatt och svårigheter med att till art bestämma otoliter i torskfiskfamiljen gör att nedan jämförelser presenteras på familjenivå. Jämförelser för sillfiskar och flundrefiskar sker också på familjenivå då det i dietanalyserna inte alltid går att identifiera till art.

## Analys av viktandelar i säldiet- och provfiskedata

De huvudsakliga familjerna som finns representerade i både sälens diet och IBTS undersökningar är sillfiskar, flundrefiskar och torskfiskar (fig. 23, 24).

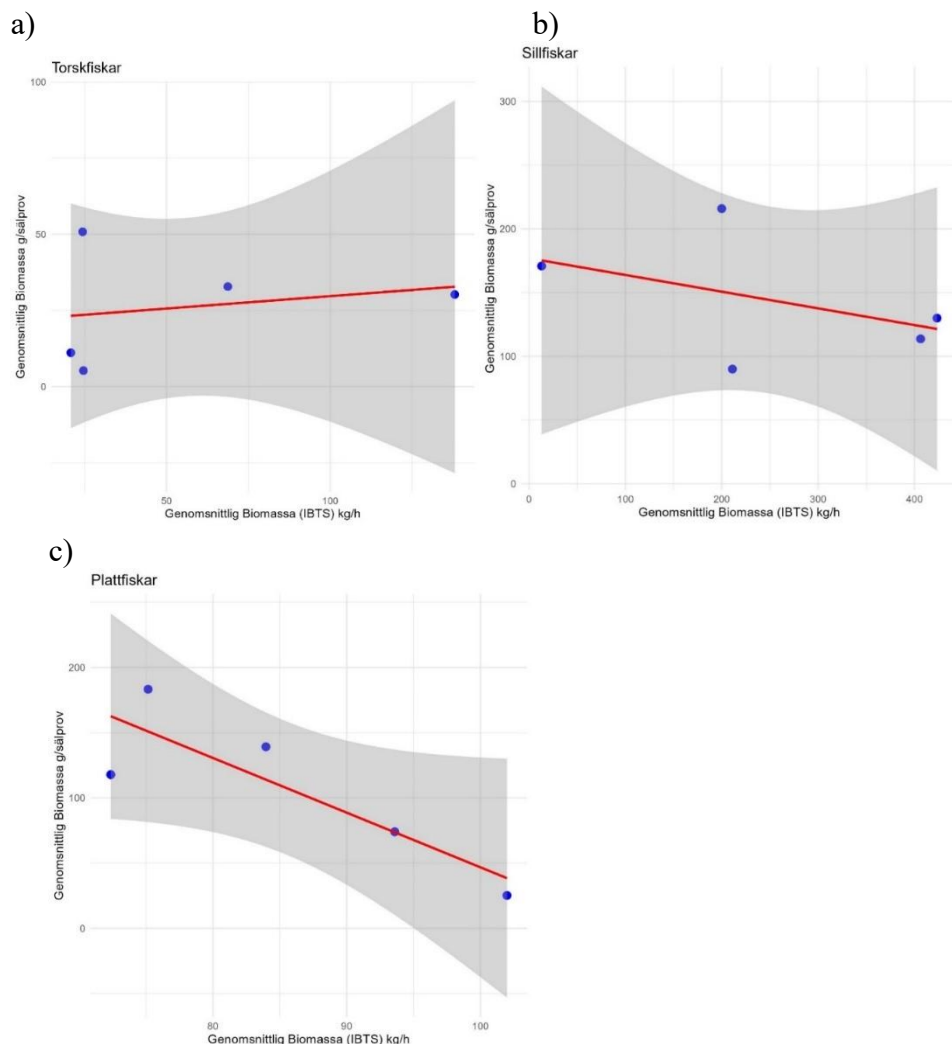


Figur 23. Diet hos knubbsäl i södra Kattegatt, baserat på prover (spillning) insamlade 2019–2023 ( $n = 229$ ). Staplarna visar viktandel för de vanligaste bytesfamiljer, viktat per dietprov. Felstaplarna anger konfidensintervall (95 %).



Figur 24. Fiskförekomst i södra Kattegatt, baserat på prover insamlade från IBTS under perioden 2019–2023 ( $n=20$ ). Staplarna visar viktandel av de vanligaste fiskfamiljerna i proverna, viktat per tråldrag. Felstaplarna anger konfidensintervall (95 %).

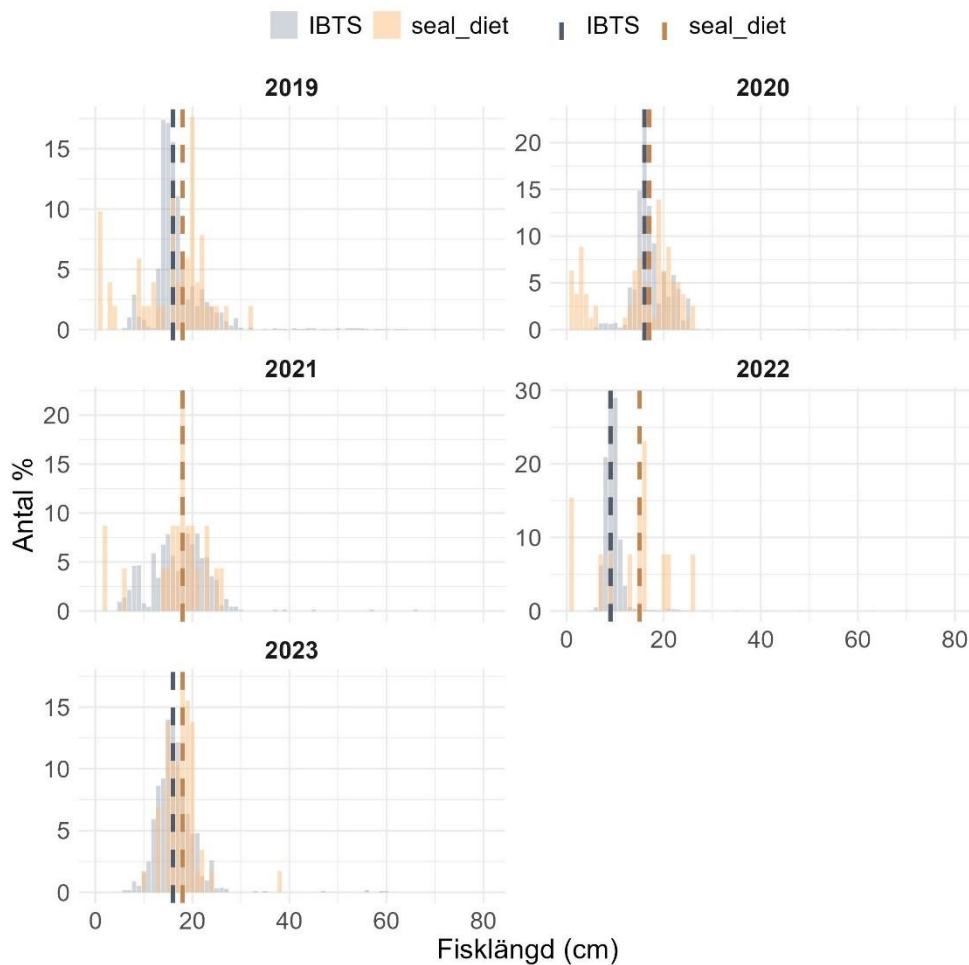
Korrelationsanalysen mellan den genomsnittliga biomassan (kg/h) från IBTS och den genomsnittliga biomassan (g/dietprov) i knubbsälens födoval visade inga signifikanta samband för någon av de studerade familjerna (torskfisk, sillfisk och flundrefisk) i södra Kattegatt (fig. 25a, b, c).



Figur 25 a, b, c. Korrelation mellan genomsnittlig biomassa från IBTS (kg/h) och i knubbsälens diet (g/prov) för torskfiskar (a), sillfiskar (b) och flundrefiskar (c) i södra Kattegatt. Punkterna representerar medelvärden, det skuggade området visar 95 % konfidensintervall, och linjerna visar trenden. \*=signifikant

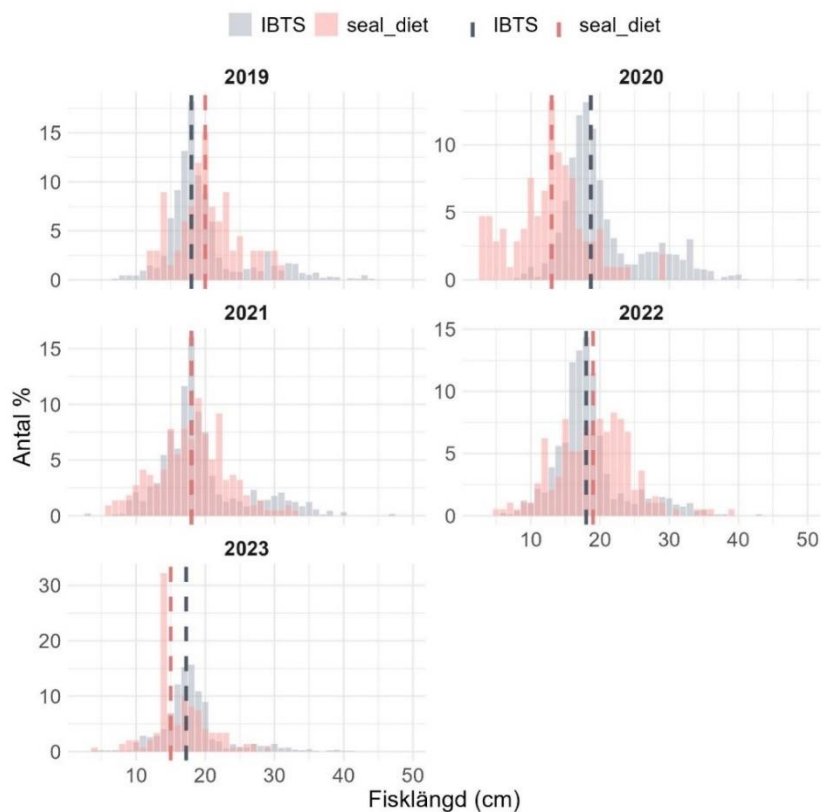
## Analys av storleksfördelning i säldiet- och provfiskedata

Mann-Whitney U-testet för jämförelsen av längder på torskfiskar i södra Kattegatt-regionen mellan IBTS och säldieten visar blandade signifikansnivåer för de analyserade åren. Under 2019, 2020 och 2021 fanns det inga signifikanta skillnader i torskfiskarnas längder mellan IBTS och säldieten ( $p > 0,05$ ). Signifikanta skillnader observerades dock 2022 ( $p < 0,05$ ) och 2023 ( $p < 0,05$ ), då torskarnas medianlängd i säldieten var större än de som fångades i IBTS (fig. 26).



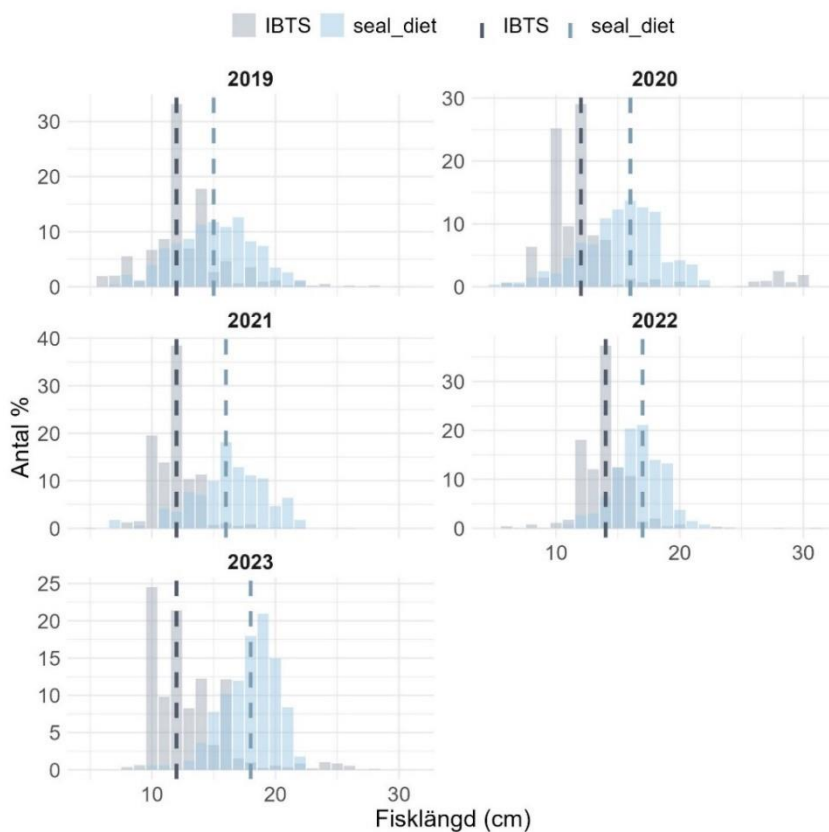
Figur 26. Längdfördelning av torskfiskar i knubbsälens diet i södra Kattegatt (orange), jämfört med längdfördelningen av torskfiskar fångade i IBTS-undersökningen (grå) under åren 2019–2023. Staplarna representerar procentandelen av fisklängder (i cm). Signifikanta skillnader år 2022 och 2023. De beräknade storlekarna har inte korrigerats för ototliteration. De vertikala linjerna visar medianlängden för torskfiskar för respektive undersökning.

För flundrefiskar visade Mann-Whitney U-testet signifikanta skillnader i fisklängder mellan IBTS och säldieten under de flesta år. Under 2019 ( $p = 0,036$ ), 2020 ( $p < 0,001$ ), 2022 ( $p = 0,002$ ) och 2023 ( $p < 0,001$ ) skilde sig längden på flundrefiskar i säldieten avsevärt från de som registrerades i IBTS. År 2019 och 2022 var medianlängden på flundrefiskarna större i säldieten medan förhållandet var tvärtom 2020 och 2023 då medianlängden var större i IBTS. År 2021 hittades dock ingen signifikant skillnad ( $p = 0,27$ ), vilket tyder på att sälens diet och undersökningsdata var mer lika för längder på flundrefiskar det året (fig. 27).



Figur 27. Längdfördelning av flundrefiskar i knubbsälens diet i södra Kattegatt (rosa), jämfört med längdfördelningen av flundrefiskar fångade i IBTS-undersökningen (grå) under åren 2019–2023. Staplarna representerar procentandelen av fisklängder (i cm). Signifikanta skillnader år 2019, 2020, 2022 och 2023. De beräknade storlekarna har inte korrigerats för otoliterosion. De vertikala linjerna visar medianlängden för flundrefiskar för respektiveundersökning.

Mann-Whitney U-testet gav signifikanta skillnader ( $p < 0,001$ ) i längdfördelning för sillfiskar mellan IBTS och säldieten för alla analyserade år (2019–2023) med större medianlängd på sillfiskar i säldieten (fig. 28).



Figur 28. Längdfördelning av sillfiskar i knubbsälens diet i södra Kattegatt (blå), jämfört med längdfördelningen av sillfiskar fångade i IBTS-undersökningen (grå) under åren 2019–2023. Staplarna representerar procentandelen av fisklängder (i cm). Signifikanta skillnader för alla år. De beräknade storlekarna har inte korrigerats för otoliterosion. De vertikala linjerna visar medianlängden för sillfiskar för respektive undersökning.

## Slutsatser om Kattegatt

Jämförelsen av knubbsälens födoval (dietdata) i Kattegatt med provfiskedata från IBTS och Kusttrålning avslöjar mönster i sälarnas födoval och både likheter och skillnader mellan provfiskedata och säldietdata. Resultaten tyder på att även om provfiskedata ger uppskattningar av biomassa, beskriver de inte sälarnas specifika födosöksbeteende, vilket leder till skillnader mellan säldiet och provfiskedata.

Analyserna för torskfiskar, flundrefiskar och sillfiskar visar på olika samband mellan fiskbiomassa i provfiskedata och säldietdata. För flundrefiskar visade både IBTS och Kusttrålningen på en stark positiv korrelation med sälens diet vilket tyder på att fiskförekomst i dessa undersökningar kan förutsäga tillgången på bytesdjur för sälar. För torskfisk var dock korrelationerna svaga till måttliga, och för sillfiskar sågs inga signifikanta korrelationer alls. Detta tyder på att sälarnas födoval inte beskriver biomassan av torskfiskar och sillfiskar i trålundersökningarna på ett tillförlitligt sätt och/eller att sälarna väljer föda selektivt. Det kan även vara en följd

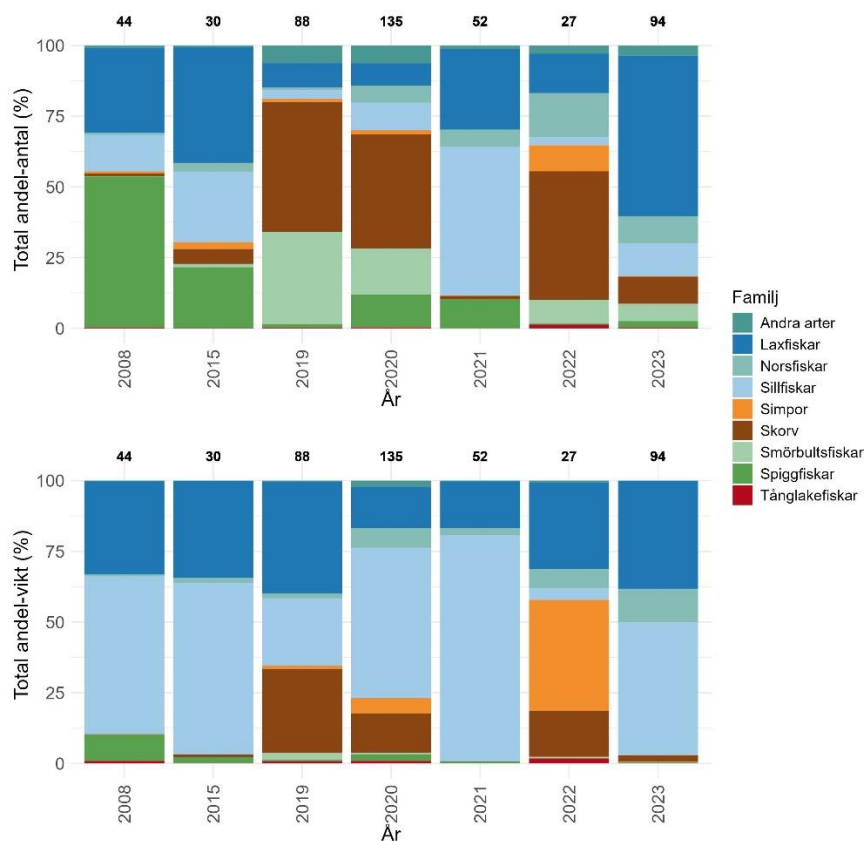


av att sälar födosöker i områden eller tidsperioder som inte varit fullt representerade i trålundersökningarna. IBTS och Kusttrålningen tenderar att fokusera på bottenlevande arter på mjukbottnar, och missar pelagiska fiskarter som sill och skarpsill samt även fiskarter som uppehåller sig i mer komplexa habitat där det inte är möjligt att provfiska med trål.

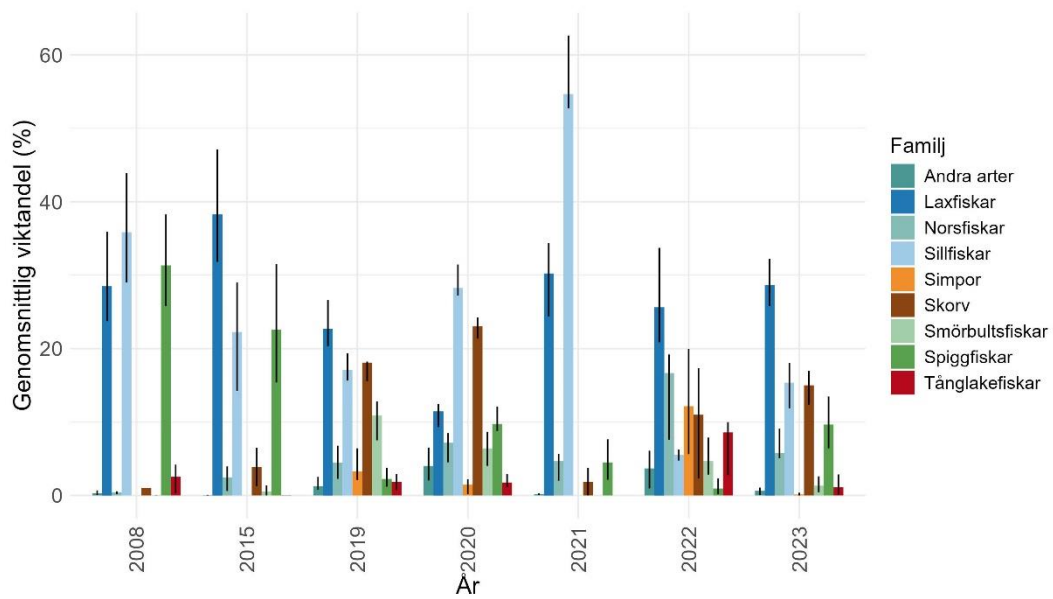
Resultaten tyder på att klassificeringen av torskfiskar på familjenivå i både sälens diet och IBTS/Kusttrålnings-data kanske inte ger tillräckligt med detaljer för att förstå sälens födosöksbeteende i Kattegatt. Det behövs en mer detaljerad taxonomisk upplösning, särskilt för arter av torskfiskar (t.ex. torsk, kolja, gråsej, bleka) för att mer exakt kunna bedöma dietsammansättning och biomassa. Analys på familjenivå kan dölja viktiga skillnader i urvalet av bytesdjur, eftersom sälarna kan föredra specifika torskarter eller storlekar. Torskfiskarterna skiljer sig också åt i habitatval och beroende på var sälarna födosöker så kan förekomsten av de olika arterna variera. Ytterligare analyser med hjälp av maskininlärningsmetoder (Mion m.fl. 2024) kan hjälpa till att bestämma torskfiskar till art och förbättra noggrannheten i dietanalysen. Säl dietdata och tråldata bör även jämföras med resultat från de ryssjeprovfisken som finns tillgängliga.

## Vikaresäl i Bottenviken

Förutsättningarna för att göra en jämförelse mellan säldietdata och provfiskedata i Bottenviken bedömdes som allt för begränsade. Även om tillgången på dietdata från vikaresäl är tillräcklig är befintliga provfiskedata mycket begränsade och information om fisk i utsjön saknas helt. Resultaten från de kustnära provfisken som finns skiljer sig stort från rådande kunskap om vilka bytesarter som ingår i födoalet hos vikaresäl i Bottenviken. Vikaresälarna i Bottenvikens ekosystem äter till stor del fiskarter som är förknippade till utsjön, framför allt sillfiskar (d.v.s. strömming) och laxfiskar (d.v.s. siklöja) (fig. 29, 30), medan de vanligaste fiskarterna i kustprovfisken är abborre och mört (Hällbom 2014; Ericson 2015; Heimbrand m.fl. 2022).



Figur 29. Andelar i vikt per år, baserat på dietprover (mage-tarm) från Bottenviken 2008–2023 (n=470). Det totala antalet analyserade prover per år och kvartal visas ovanför varje stapel.



Figur 30. Födoval hos vikaresäl i Bottenviken, baserat på dietprover (mage-tarm) insamlade 2008–2023 ( $n = 470$ ). Staplarna visar viktandel i födan för de vanligaste bytesfamiljerna, viktat per dietprov. Felstaplarna anger konfidensintervall (95 %).

## Diskussion och rekommendationer för framtida forskning

En kritisk faktor som påverkar tolkningen av sälens dietdata är bristen på korrigering för otoliterosion. Erosionen av otoliter i mag-tarmkanalen leder sannolikt till en underskattning av såväl storlek som antal av byten i dietprover. Som ett resultat av detta kan den verkliga storleken på den fisk som sälarna ätit vara något större än vad som framgår i denna rapport. Denna potentiella underskattning kan påverka den observerade storleksfördelningen av bytesdjur i sälens diet. Om man tar hänsyn till erosion av otoliter skulle medianstorleken på fisken kunna förskjutas uppåt, vilket kan förändra slutsatser om storlekspreferenser. Att ta fram relevanta korrektionsfaktorer skulle kunna ge en tydligare bild av de storleksklasser som sälarna äter. Metodiken bör även utvecklas för att försöka kompensera för förlust av otoliter i dietproverna, i synnerhet från fiskarter med små otoliter (t.ex. skarpsill). Genom att kombinera olika typer av dietprover (mage, tam och spillning) och olika typer av analysmetoder (okulär analys och DNA-analys) kan man förhoppningsvis få en bättre uppfattning om vilka bytesarter som över- och underskattas i dietanalyserna.

Korrelationsanalyserna och jämförelserna av storleksfördelningar understryker begränsningarna med att enbart förlita sig data från bottentrålundersökningar för att förutsäga sälens födoval. Även om provfiskena ger omfattande information om fiskbiomassa är det inte säkert att trålundersökningarna fångar samma rumsliga och tidsmässiga dynamik som säldieten. Sälarnas födosök kan ske i områden eller vid tidpunkter som inte täcks av nuvarande provfiskena. Exempelvis kan inte komplexa habitat provtas av trålfiske eftersom sådana lokaler inte tillåter trålning. Bottentrålar fångar inte heller effektivt de pelagiska arter som är en viktig del av säldieten. Detta kan leda till skillnader mellan provfiske- och dietdata. Det skulle vara bra att jämföra sälens födoval också med data från andra fiskprovtagningar, t.ex. akustiska undersökningar av pelagisk fisk, nät- och ryssjeprovfisken och stereokameror.

Jämförelsen mellan provfiske- och dietdata belyser också behovet av mer *geografiskt och tidsmässigt* specifika undersökningar som bättre tar hänsyn till sälens födosöksbeteende och tillgången på bytesdjur. Det är inte säkert att de nuvarande provfiskena fångar den dynamiska och heterogena karaktären hos sälens

födosök i olika livsmiljöer och under olika årstider. Dessutom begränsar bristen på beteende- och miljödata om sälens födosök ytterligare vår förmåga att förutsäga sälens födoval på ett korrekt sätt. Att förstå de faktorer som påverkar sälens födoval, såsom tillgången på bytesdjur, energibehov och födosöksstrategier, kräver ett mer omfattande tillvägagångssätt som integrerar rörelsedata, säsongstrender och bättre taxonomisk upplösning.

För att förbättra förståelsen för sälens födoval i relation till fiskpopulationernas dynamik i Östersjön och Kattegatt rekommenderar vi följande fokusområden:

- Högre taxonomisk upplösning av framförallt torsk- och plattfiskarter i dietstudier. Detta kommer att förbättra vår förståelse för vilka specifika arter som sälarna äter och möjliggöra mer exakta jämförelser med provfiskedata.
- Analysera sälens diet på säsongsbasis för att ta hänsyn till förändringar i bytestillgång, selektivitet och födosöksbeteende över året. Detta skulle också ge en mer exakt bild av sälens födosök i olika habitat/områden och selektivitet av bytesdjur.
- Inkludera metoder för att korrigera för otoliterosion. Denna justering skulle ge mer exakta uppskattningar av dietens sammansättning och storlek på fiskarna i sälens diet och skulle kunna bidra till tydligare resultat om sälens storlekspreferenser.
- Med tanke på andelen sillfiskar i säldieten bör jämförelser också göras med provfisken som är bättre på att provta pelagiska arter, såsom akustiska undersökningar eller pelagisk trålning. En kombination av provfisken efter pelagiska och demersala arter kommer att ge en mer fullständig bild av tillgången på bytesdjur och bättre stämna överens med sälarnas födoval.
- Framtida studier bör fokusera på att förstå sälarnas födosöksstrategier, inklusive bytselektivitet, variation i förekomst av byten och energibehov. Detta skulle kunna bidra till att förklara varför sälar kan rikta in sig på vissa fiskarter eller storlekar som inte är fullt ut representerade i provfiskedata, och varför det finns skillnader i säldiet- och provfiskedata.
- Sälarnas födosöksområden och –beteenden för en bättre förståelse av vilka habitat som utgör viktiga områden för sälarnas näringsintag.
- En geografisk utvidgning av övervakningen i Östersjön och Kattegatt kommer att ge en mer heltäckande bild av regionala skillnader i sälens diet och tillgången på bytesdjur. Långsiktig datainsamling behövs också för att

förstå hur förändringar i fiskpopulationer, miljöförhållanden och sälens födosöksbeteende kan påverka födovalen över tid.

Med ovan kommer framtida forskning att vara bättre rustad för att förstå knubbsälens födoval, förfina prediktiva modeller för sälens diet och ge bättre underlag till en ekosystembaserad förvaltning i Kattegatt och Östersjön

## Referenser

- Appelberg, M., Mustamäki, N., Bergström, L., Sundqvist, F., Prista, N. & Olsson, J. (2020). Reviderat program för övervakning av fisk i kustvatten. *Havs- och vattenmyndighetens rapport*, 2020:2, 65 pp.
- Benoit, H.P., Swain, D.P., Bowen, W.D., Breed, G.A., Hammill, M.O. & Harvey, V. (2011). Evaluating the potential for grey seal predation to explain elevated natural mortality in three fish species in the southern Gulf of St. Lawrence. *Marine Ecology-Progress Series*, 442, 149-167.  
<https://doi.org/10.3354/meps09454>
- Bland, B. & Börjesson, P. (2023). Trålundersökning av fisk i Västerhavet. International Bottom Trawl Survey 2023 kvartal 3. *Aqua notes*, 2023:22, 28 pp.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.54612/a.1pjfe7a2ui>
- Butterworth, D.S., Punt, A.E., Oosthuizen, W.H. & Wickens, P.A. (1995). The effects of future consumption by the Cape fur seal on catches and catch rates of the Cape hakes .3. Modelling the dynamics of the Cape fur seal *Arctocephalus pusillus pusillus*. *South African Journal of Marine Science-Suid-Afrikaanse Tydskrif Vir Seewetenskap*, 16, 161-183. <Go to ISI>://A1995UY86100014
- Ericson, Y. (2015). Faktablad – Resultat från övervakningen av kustfisk 2015:3. Råneå (Bottniska viken) 2002-2015. 15 pp.
- Gerber, L.R., Morissette, L., Kaschner, K. & Pauly, D. (2009). Should Whales Be Culled to Increase Fishery Yield? *Science*, 323(5916), 880-881.  
<https://doi.org/doi:10.1126/science.1169981>
- Heimbrand, Y., Olsson, J., Mustamäki, N., Blass, M., Franzén, F., Förlin, L., Parkkonen, J., Faxneld, S. & Soerensen, A.L. (2022). Holmöarna, Bottniska viken, 1989–2021. *Faktablad från Integrerad kustfiskövervakning*, 2022:2, 8 pp.
- Hilvarsson, A., Bland, B. & Börjesson, P. (2024). Trålundersökning av fisk i Västerhavet. International Bottom Trawl Survey 2024 kvartal 1. *Aqua notes*, 2024:15.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.54612/a.4sm7vipg9p>
- Holt, R.D. (1977). Predation, apparent competition, and the structure of prey communities. *Theor Popul Biol*, 12(2), 197-29. [https://doi.org/10.1016/0040-5809\(77\)90042-9](https://doi.org/10.1016/0040-5809(77)90042-9)
- Hällbom, M. (2014). Faktablad från regional kustfiskövervakning i Bottniska viken, 2014. Kinnbäcksfjärden 2004-2013. 12 pp.
- ICES (2017). *SISP 7 - Manual for the Baltic International Trawl Surveys (BITS)*.  
<https://doi.org/10.17895/ices.pub.2883>
- ICES (2024). *Baltic International Fish Survey Working Group (WGBIFS)*.  
<https://doi.org/10.17895/ices.pub.25922290.v1>

- Jobling, M. & Breiby, A. (1986). The use and abuse of fish otoliths in studies of feeding habits of marine piscivores. *Sarsia*, 71, 265-274.
- Larsson, N. (2022). Baltic International Acoustic Survey, October 2021. *Aqua reports*, 2022:18, 23 pp.
- 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.
- Lundström, K., Hjerne, O., Alexandersson, K. & Karlsson, O. (2007). Estimation of grey seal (*Halichoerus grypus*) diet composition in the Baltic sea. *NAMMCO Scientific Publications*, 6, 177-196.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.7557/3.2733>
- Lundström, K., Hammar Perry, D., Thor, P., Ovegård, M., Karlsson, M., Mion, M. (2025). Sälars roller i ekosystem och påverkan på fisk. *Aqua notes* 2025:2. Lysekil: Institutionen för akvatiska resurser.  
<https://doi.org/10.54612/a.5udj66v2pk>
- Lövgren, O. (2024a). Trålundersökning av fisk i Östersjön; Baltic International Trawl Survey 2024 Kvartal 1 *Aqua notes*, 2024:18, 30 pp.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.54612/a.jolg3o2qg5>
- Lövgren, O. (2024b). Trålundersökning av fisk i Östersjön; Baltic International Trawl Survey 2023 Kvartal 4. *Aqua notes* 2024:17. *Aqua notes*, 2024:17.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.54612/a.4mjjhl7el>
- Middlemas, S.J., Barton, T.R., Armstrong, J.D. & Thompson, P.M. (2006). Functional and aggregative responses of harbour seals to changes in salmonid abundance. *Proc. Roy. Soc. Lond. Ser. B* 273, 193–198
- Mion, M., Berg, F., Saltalamacchia, F., Bartolino, V., Lövgren, J., Bergenius Nord, M., Gilljam, D., Blass, M. & Lundström, K. (2024). Species assignment from seal diet samples using shape analyses in a machine learning framework. *Ices Journal of Marine Science*, 10.1093/icesjms/fsae134.
- 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.
- Punt, A.E. & Butterworth, D.S. (1995). The effects of future consumption by the Cape fur seal on catches and catch rates of the cape hakes. 4. Modelling the biological interaction between Cape fur seals *Arctocephalus pusillus pusillus* and the cape hakes *Merluccius capensis* and *M-paradoxus*. *South African Journal of Marine Science-Suid-Afrikaanse Tydskrif Vir Seewetenskap*, 16, 255-285. <Go to ISI>://A1995UY86100020
- Rodríguez Mendoza, R. (2006). Otoliths and their applications in fishery science. *Croatian Journal of Fisheries: Ribarstvo*, 64(3), 89-102.
- Smout, S., Rindorf, A., Hammond, P.S., Harwood, J. & Matthiopoulos, J. (2014). Modelling prey consumption and switching by UK grey seals. *Ices Journal of Marine Science*, 71(1), 81-89. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fst109>



- Springer, A.M., Estes, J.A., van Vliet, G.B., Williams, T.M., Doak, D.F., Danner, E.M., Forney, K.A. & Pfister, B. (2003). Sequential megafaunal collapse in the North Pacific Ocean: An ongoing legacy of industrial whaling? *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 100(21), 12223-12228.
- Svenson, A. & Sundberg, J.H. (2023). Expeditionsrapport SPRAS 2022- Ekosystemundersökning i Östersjön. *Aqua notes*, 2023:20, 19 pp. <https://doi.org/https://doi.org/10.54612/a.77of410u1v>
- Svensson, F., Andersson, L. & Holmes, A. (2023). Kustrålundersökning 2022. Övervakning av bottenlevande fisk längs svenska västkusten *Aqua notes*, 2023:4, 22 pp. <https://doi.org/https://doi.org/10.54612/a.2g7c6lllpj>
- Tollit, D.J., Heaslip, S.G., Barrick, R.L. & Trites, A.W. (2007). Impact of diet-index selection and the digestion of prey hard remains on determining the diet of the Steller sea lion (*Eumetopias jubatus*). *Canadian Journal of Zoology*, 85(1), 1-15. <Go to ISI>://000245177400001
- Tollit, D.J., Steward, M.J., Thompson, P.M., Pierce, G.J., Santos, M.B. & Hughes, S. (1997). Species and size differences in the digestion of otoliths and beaks: implications for estimates of pinniped diet composition. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54, 105-119.
- Yodzis, P. (1998). Local trophodynamics and the interaction of marine mammals and fisheries in the Benguela ecosystem. *Journal of Animal Ecology*, 67, 635-658.
- Yodzis, P. (2000). Diffuse effects in food webs. *Ecology*, 81(1), 261-266.