



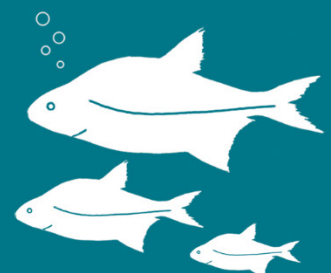
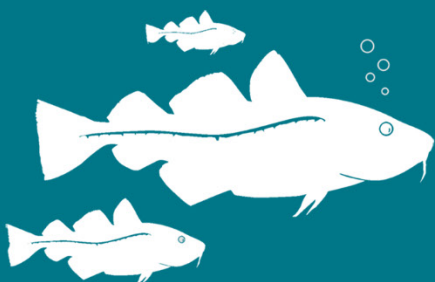
# Aqua notes 2024:23

## Pelagisk fisk i Mälaren 2023

---

Björn Rogell, Thomas Axenrot

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Institutionen för akvatiska resurser



# Pelagisk fisk i Mälaren 2023

*Pelagic fish in Lake Mälaren 2023*

Björn Rogell, <https://orcid.org/0000-0002-5553-2691>, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser,

Thomas Axenrot, <https://orcid.org/0000-0002-0647-9759>, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser,

Rapportens innehåll har granskats av:

Göran Sundblad, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser

Alfred Sandström, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser

**Finansiär:** Havs- och vattenmyndigheten, Dnr 2024-001740, (SLU-ID: SLU.aqua.2022.5.4-116)

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>	Rogell, B., Axenrot, T. (2024). Pelagisk fisk i Mälaren 2023. Aqua notes 2024:23. Uppsala: Institutionen för akvatiska resurser. <a href="https://doi.org/10.54612/a.65i90uedft">https://doi.org/10.54612/a.65i90uedft</a>
<b>Publikationsansvarig:</b>	Noél Holmgren, 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>	2024
<b>Utgivningsort:</b>	Uppsala
<b>Omslagsbild:</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>	2024:23
<b>ISBN (elektronisk version):</b>	978-91-8046-643-1
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.54612/a.65i90uedft">https://doi.org/10.54612/a.65i90uedft</a>
<b>Nyckelord:</b>	beståndsanalys, resursövervakning

## Sammanfattning

Sötvattenslaboratoriet vid Institutionen för akvatiska resurser, SLU, genomförde hösten 2023 en hydroakustisk undersökning i fyra delområden av Mälaren. Studien genomfördes mellan 2023-09-18 och 2023-10-03, och utgjorde en av de hydroakustiska undersökningar som årligen utförs i Mälaren, Väneren och Vättern. De delområden som undersöktes var Ekoln, Granfjärden, Prästfjärden och Görväln. Med kombinationen av hydroakustik och trålning var det möjligt att analysera sex olika kombinationer av arter och åldersklasser (braxen, storspigg, nors 0+, nors >0+, siklöja >0+, och gös >0+). Jämförelser gjordes mellan medelvärdet avseende medelvärden för täthet (antal/ha) de senaste två åren (2023 och 2022) med motsvarande medelvärden för en referensperiod, bestående av de fem föregående åren (2017-2021). För bedömning av rekrytering (0+) utgör norsens numerära dominans en utmaning i analyserna. Därför baseras rekryteringen av siklöja och gös (0+) enbart på analyser av tråldrag, utan uppräknig via den hydroakustiska undersökningen. Resultaten indikerar att:

- Norsbeståndet har varit stabilt under studieperioden med god rekrytering i samtliga områden undantaget Prästfjärden där rekryteringen var lägre än den föregående femårsperioden.
- Fortsatt god rekrytering av gös i Granfjärden.
- Siklöjebeståndet har varit stabilt under studieperioden, undersökningarna 2023 visade att rekryteringen i Görväln var bättre än normalt.
- Den totala biomassan tenderar att minska i Ekoln.
- I Granfjärden var det vid undersökningstillfället 2023 syrebrist under språngskiktet. Detta har sannolikt lett till förändringar av fiskarnas rörelsemönster och djuputbredning vilket i sin tur kan ha lett till att fler fiskar än vanligt detekterades i hydroakustiken.

## Summary

This report summarizes the results from a hydroacoustic survey with midwater trawling for apportionment carried out in Lake Mälaren in the autumn of 2023 by the The Institute of Freshwater Research at the Department of Aquatic Resources. The survey was performed between 2023-09-18 and 2023-10-03, and was one in a series of annual hydroacoustic surveys that is carried out in L. Mälaren, L. Väneren and L. Vättern. The areas investigated were the basins of Ekoln, Granfjärden, Prästfjärden and Görväln. Results from the combination of hydroacoustics and midwater trawling include six species and age class combinations (bream, three-spined stickleback, smelt 0+, smelt >0+, vendace >0+ and pikeperch >0+). Two additional species, Vendace 0+ and pikeperch 0+, were investigated by analyzing trawl catch data. Statistical tests of changes in abundance was done by comparing the last two years (2023 and 2022) of the time series, with the corresponding average abundance in the previous five years (2017-2021). The results indicated, overall, a relatively stable situation for the stocks.

- The smelt stock was generally stable under the studied period, with good recruitment, in all areas except Prästfjärden where the recruitment was lower than the previous five-year period.
- There was good recruitment of pikeperch in the basin of Granfjärden.
- The vendace stock was relatively stable, with good recruitment in the basin of Görväln 2023.
- The total biomass tend to decrease in the basin of Ekoln.

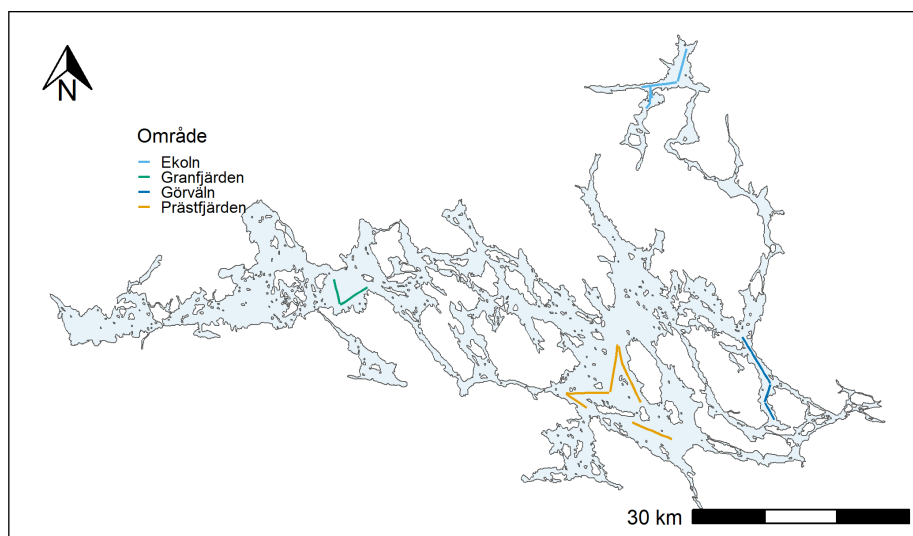
- In Granfjärden, the water under the epilimnion was depleted of oxygen. This likely induced changes in the vertical distribution and movement patterns of fish, which in turn could have led to a larger number of fish being detected in the hydroacoustics.

# Innehållsförteckning

<b>1. Metod.....</b>	<b>6</b>
1.1 Övervakningsmetod.....	6
1.2 Statistisk analys.....	7
1.3 Miljöförhållanden.....	9
<b>2. Resultat.....</b>	<b>12</b>
2.1 Övergripande resultat.....	12
2.2 Artspecifika resultat.....	16
2.2.1 Nors.....	17
2.2.2 Siklöja.....	18
2.2.3 Övriga arter.....	20
<b>Referenser.....</b>	<b>24</b>

# 1. Metod

## 1.1 Övervakningsmetod



Figur 1. Karta över de hydroakustiska transekter som ingår i SLU:s årliga undersökningar i Mälaren.

Hydroakustiska data samlas in årligen i fyra delområden i Mälaren (figur 1) med vetenskapliga ekolod (38 och 120 kHz, Simrad EK80) enligt standardiserad metodik (CEN 2014, Aqua reports 2020:12). Ekoloden var kalibrerade i enlighet med Foote et al. (1987) och rekommendationer av tillverkaren (Simrad A/S). Hydroakustiska data extraherades med mjukvaran Sonar5 (Balk & Lindem 2004) i 35 storleksklasser (mellan 15 och 1000 mm). För analyserna användes endast hydroakustiska data från ekolod med 38 kHz. Ekon som var mindre än 50 cm från botten exkluderades för att utesluta eventuella störningar från bottenekon. Vattenvolymen <5 meter under ytan exkluderades på grund av givarens placering under fartyget och närgränsen för registrering av data. Totallängden på de undersökta transekterna i de olika områdena varierade beroende på delområdets storlek, 13 km i Ekoln, 6,3 km i Granfjärden, 12,1 km i Görväln och 30,5 km i Prästfjärden (figur 1). För att kunna relatera detekterade ekon till de förekommande fiskarterna gjordes tre tråldrag på representativa djup i vart och ett av de undersökta

områdena. Tråldragen placerades på djup representativa för området ovan och under språngskiktet och var för Ekoln: (10, 15 och 30 m), Granfjärden: (5, 10 och 15 m), Görväln: (15, 20 och 30 m) och Prästfjärden: (15, 25 och 35 m). . Djupangivelserna avser överteln och trålen öppnar sig 5 m vertikalt och 12 m i bredd. Tråldragen hålls korta för att minska mängden fångad nors vilket minskar sannolikheten att fånga mindre vanliga fiskarter.

## 1.2 Statistisk analys

De hydroakustiska transekterna undersöktes med avseende på rumslig autokorrelation i antalet detekterade ekon, och delades därefter in i deltransekter på en längd av ~1000 meter för att få statistiskt oberoende replikat. Dessa deltransekter var även indelade i 5 m djuplager för att ge möjlighet att analysera betydelsen av bottendjup och hur djupt fiskarna stod i förhållande till botten. Deltransekter som hade exceptionellt höga fisktätheter (dvs. deltransekter vars fisktäthet låg mer än 3 standardavvikelser ifrån medelvärdet, vilket motsvarar 0,3 % av datamängden) exkluderades från analysen eftersom de inte kan ses som representativa för medelfisktätheterna i sjön.

För att tillskriva artidentiteter till ekon av fisk användes en metod baserad på klassificeringsträd där variabler som är möjliga att skatta för både tråldata och hydroakustiska data (dvs. storlek på fisk/eko, position och djup) nyttjas. Detta gjordes genom att först passa ett klassificeringsträd på tråldata, där sannolikheten för att en enskild fisk tillhörde en specifik art modellerades som beroende på fisklängd, djup, avstånd till botten, område, fångstår (faktoriell variabel) samt position relativt språngskiktet. Det resulterande klassificeringsträdet användes därefter för att tillskriva artidentitet för samtliga hydroakustiska detektioner (ekon) ifrån varje djuplager och deltransekt. Positionering relativt språngskiktet definierades som om fisken befann sig över eller under ett detekterat språngskikt. I de fall ett språngskikt inte kunde detekteras klassades fisken till att befinna sig under språngskiktet då fokusarterna nors och siklöja båda är kallvattenarter. Arter som var representerade med mindre än 100 individer (av de totala trålfångsterna 2012 - 2023) filterades bort före analys.

För de arter som vi skattar rekryteringen för (tätheten av årsyngel 0+; gös, nors och siklöja) användes ålders- och längddata. För år där ett stickprov av individerna ålderslästs, användes en ålders-längdnyckel för att skatta åldrarna på de individer som inte ålderslästs. För de år där inga individer ålderslästs, predikterades om en individ tillhörde gruppen årsungar (0+) eller äldre individer (>0+) från en modell där åldersklass (0+ och >0+) passats som en binär responsvariabel med längd som förklarande variabel. Andra förklarande variabler (område, år och deras interaktion) bidrog inte till att öka modellens förklaringsgrad och inkluderades därför inte. Total biomassa skattades som summan av biomassan för de olika arterna. Årsungar av

siklöja och gös var i samma storleksklass som den numerärt betydligt mer frekventa norsen, vilket ledde till att klassificeringen av årsungar av dessa arter blev allt för osäker. För årsungar (0+) av gös och siklöja baseras därför analyserna enbart på trålfångster i stället för hydroakustiska data.

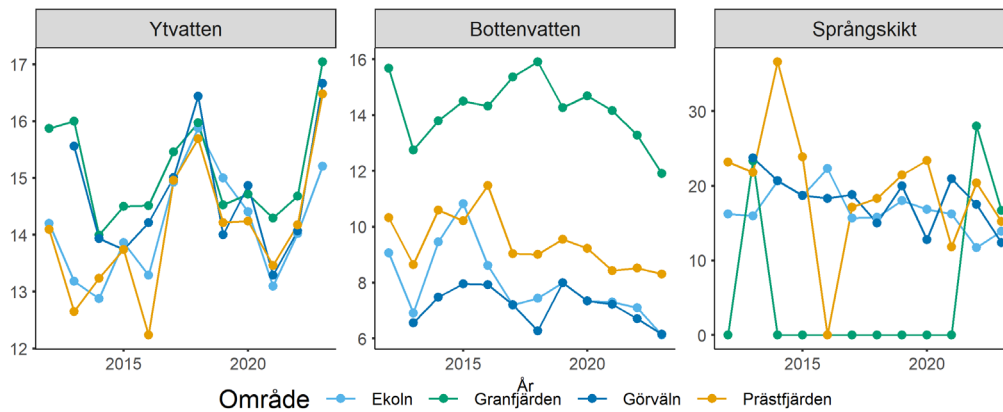
För att undersöka hur fisksamhällets storlekssammansättning utvecklas över tid analyserades förändringar över tid för tätheten av olika storleksklasser av fiskar. Vi utförde även en analys av förhållandet mellan mängden stor fisk och liten fisk. Förhållandet mellan antalet stora och små fiskar kan kvantifieras genom att beräkna lutningen på en logaritmerad ( $\ln$ ) regression av antal fiskar per storleksklass relativt biomassan av dessa storleksklasser. En lägre lutning (dvs. närmare noll), tyder på en större andel potentiell rovfisk jämfört med potentiell bytesfisk. Eftersom flertalet arter förekommer i flera av de 35 storleksklasser som extraherades, utfördes dessa analyser på alla detekterade ekon (fiskar) och var inte uppdelad på arter. I denna analys, skattades biomassan per storleksklass genom att beräkna produkten av antalet fiskar och vikten av en genomsnittlig fisk i varje storleksklass. Vikten hos en enskild fisk i en given storleksklass skattades i sin tur via en generell allometrisk modell (där vikt förklaras av längd och art). Modellen förklarade >95 % av variationen i vikt, vilket innebär att det således var relativt små skillnader mellan olika arter i sambandet mellan längd och vikt (dvs. att effekten av art var liten i förhållande till effekten av längd).

Förändringar över tid undersöktes genom att göra statistiska jämförelser av skillnader i medelvärde för de två senaste åren (2022 och 2023) jämfört med medelvärdet för de fem föregående åren (2017-2021, se tabell 1). I dessa modeller inkluderades parametern år som en slumpmässig variabel för att ta hänsyn till slumpmässiga skillnader mellan år. Arter som hade medelvärden av 0 i antingen test- eller referensperiod exkluderades ifrån analysen, eftersom datakvalitén ej kunde ses som tillräckligt god i dessa fall.

Utöver hydroakustiska data för 2012-2023 finns även tråldata för åren 1993 - 2023. Trålningarna har inte varit helt standardiserade över år, framförallt med avseende på trålade djup. Det var inte möjligt att analysera dessa data på ett sätt som kontrollerar för djup. Vi presenterar i stället medelantalet fångade individer per trålad km.

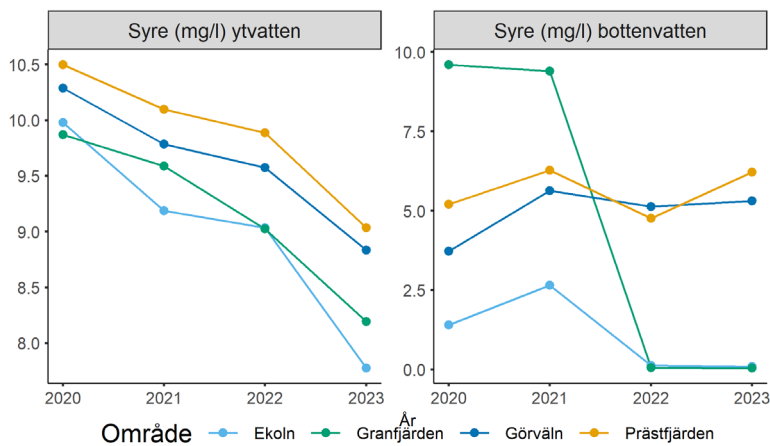


### 1.3 Miljöförhållanden

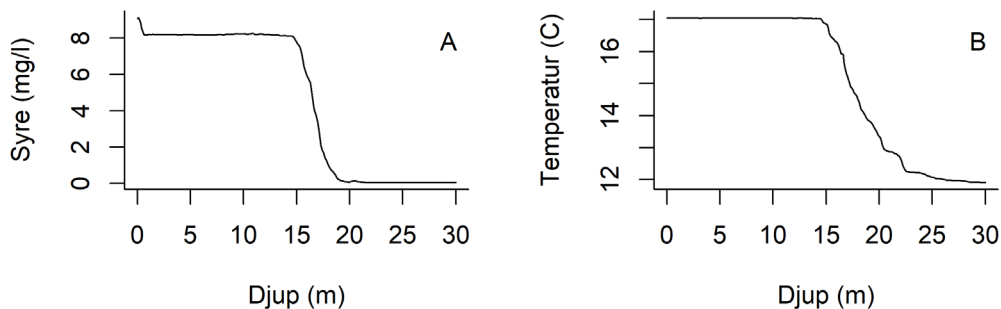


Figur 2. Temperatur i yt- och bottenvatten ( $^{\circ}\text{C}$ ), samt språngskiktets djup (meter) för de fyra undersökta områdena. När språngskiktet var så otydligt att det inte kunde detekteras, anges det som 0 i grafen.

De transekter vi undersöker skiljer sig åt i djup (Ekoln: maxdjup = 35 m, medeldjup = 30 m, Granfjärden: maxdjup = 30 m, medeldjup = 20 m, Görvälén: maxdjup = 56 m, medeldjup = 43 m, Prästfjärden: maxdjup = 56 m, medeldjup = 41 m). Notera att transekterna inte alltid täcker de största djupen i respektive område. År 2023 var yttemperaturerna bland de varmaste i tidsserien medan bottenvattnet hade relativt låga temperaturer. Språngskiktets djup låg på normala djup, undantaget Granfjärden där ett för området och årstiden grunt och markerat språngskikt fortfarande kunde detekteras vid undersökningstillfället den 18 september. I Granfjärden, som är den grundaste av de undersökta fjärdarna, har språngskiktet oftast brutits upp före undersökningen som oftast sker under andra halvan av september. Frånvaron av språngskikt i Granfjärden skiljer sig mot övriga områden (figur 2).



Figur 3. Syre i yt- och bottenvatten (mg/l) för de fyra undersökta områdena.



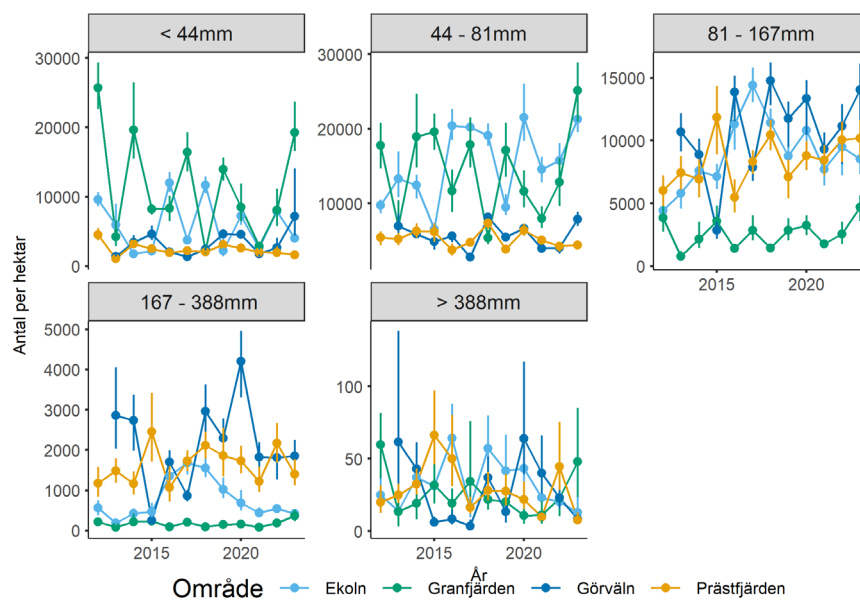
Figur 4. Förhållandet mellan syrehalt (A) och djup samt mellan temperatur (B) och djup i Granfjärden 2023.

Utöver temperatur mäts även syrehalt från och med 2020. I Granfjärden var vattnet under språngskiktet mycket syrefattigt 2022 och 2023 (figur 3 och 4). I och med att språngskiktet låg relativt grunt 2023, innebär det att en stor volym inte var lämplig miljö för fiskar. För 2022 låg språngskiktet i Granfjärden djupare, och påverkade därmed en mindre vattenvolym. Även i Ekoln var det låga halter av syre under språngskiktet samtliga undersökta år (figur 3). Notera att temperaturdata normalt samlas in vid en punkt per delområde i samband med undersökningen och att bottendjup kan variera mellan år. Den faktiska frekvensen av enskilda avvikande observationer (såsom syrebrist i Granfjärden) är därför svåra att tolka. I de mätningar som Inst. för vatten och miljö (SLU) har utfört 2018 - 2023 i Granfjärden

är det dock tydligt att syrebrist förekommer regelbundet under juli – augusti (<https://www.slu.se/institutioner/vatten-miljo/datavardskap/>).

## 2. Resultat

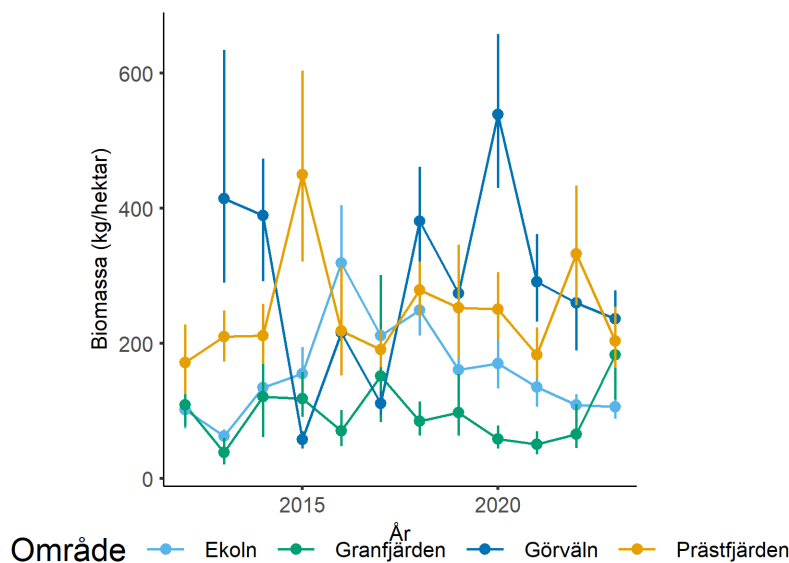
### 2.1 Övergripande resultat



Figur 5. Antal fiskar per hektar (oavsett art) och år (2012-2023) för fem olika storleksklasser, <44 mm, 44 - 81 mm, 81 - 167 mm, 167 - 388 mm och > 388 mm (omräknade från ekostyrka, dB). I figuren anges medelvärden för de undersökta områdena, spridningen (vertikala linjer) visar 95 % konfidensintervall skattade med bootstrap.

Tabell 1. Analys av förändringar i total abundans och biomassa hos ett antal olika storleksklasser av pelagiska fiskarter i de undersökta områdena. M.p är medelvärdet per hektar för de senaste två åren (2022 och 2023), M.r är motsvarande medelvärde för de föregående fem åren (2017-2021). Storleksklasserna anges i antal per hektar och biomassan anges i kg. Förändring % är förändringen i procent mellan studieperioden och referensperioden (studieperiod - referensperiod) / referensperiod. Negativa värden indikerar därmed en minskning i procent, medan positiva värden indikerar en ökning i procent. Skillnaden i medelvärden testades med en modell mot en F-fördelning (F), och ges med det resulterande P-värdet. Kolumnen Förändring anger riktningen på förändringen i antal/massa. Signifikanta ( $p < 0,05$ ) ökning och minskningar visas som + och -. Marginellt icke-signifikanta ( $p < 0,1$ ) populationsförändringar visas som (+) och (-). De fall där ingen förändring kan påvisas visas ej.

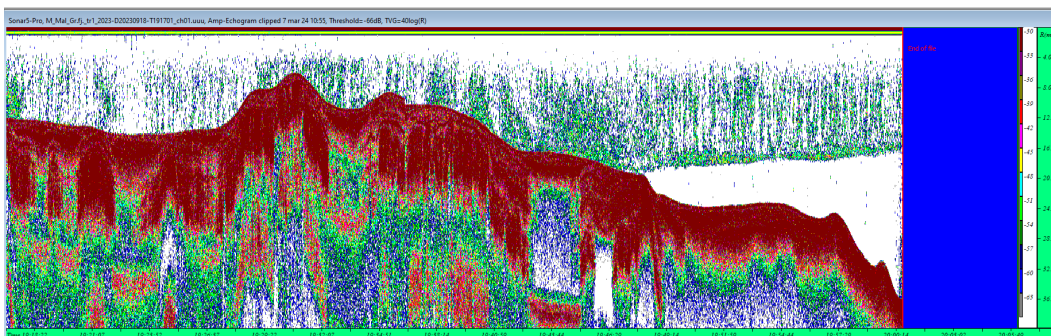
Område	Enhet	M.p	M.r	Förändring %	F	P-värde	Förändring
Ekoln	< 44 mm	5955	6583	-10	0.0	0.862	
	44 - 81 mm	18517	17545	6	0.1	0.802	
	81 - 167 mm	9014	10787	-16	0.9	0.377	
	167 - 388 mm	480	1132	-58	2.9	0.137	
	> 388 mm	16	41	-61	2.3	0.166	
Granfjärden	< 44 mm	13727	8733	57	1.0	0.358	
	44 - 81 mm	19133	11949	60	2.3	0.175	
	81 - 167 mm	3686	2269	62	3.2	0.118	
	167 - 388 mm	277	129	115	7.2	0.029	+
	> 388 mm	38	20	90	3.4	0.086	(+)
Görvälän	< 44 mm	4985	2772	80	2.2	0.186	
	44 - 81 mm	5979	5436	10	0.1	0.758	
	81 - 167 mm	12649	11769	7	0.2	0.707	
	167 - 388 mm	1835	2298	-20	0.3	0.614	
	> 388 mm	16	27	-41	0.4	0.531	
Prästfjärden	< 44 mm	1810	2304	-21	2.3	0.177	
	44 - 81 mm	4332	5223	-17	0.7	0.436	
	81 - 167 mm	10142	8184	24	2.3	0.180	
	167 - 388 mm	1764	1630	8	0.1	0.714	
	> 388 mm	25	26	-4	0.0	0.993	
Ekoln	Biomassa (kg)	108	209	-48	3.7	0.098	(-)
Granfjärden	Biomassa (kg)	132	87	52	1.3	0.285	
Görvälän	Biomassa (kg)	248	301	-18	0.2	0.650	
Prästfjärden	Biomassa (kg)	264	229	15	0.7	0.445	



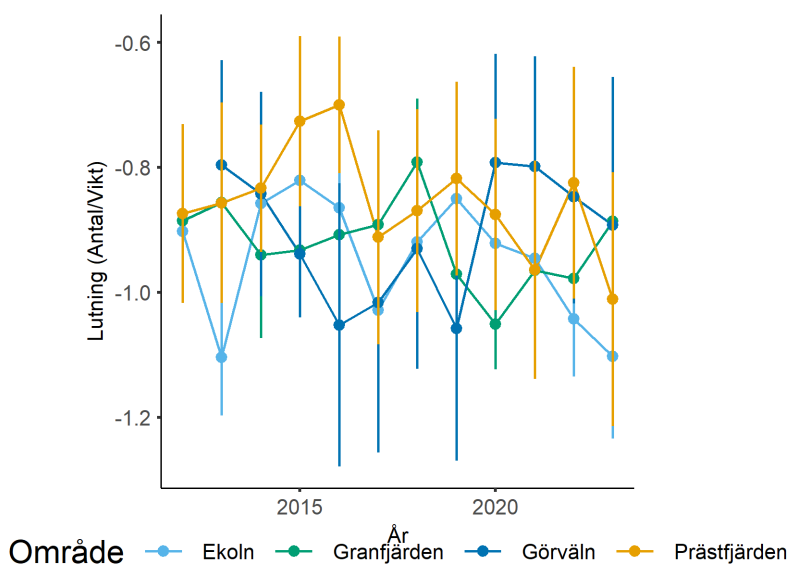
Figur 6. Biomassa (kg) per hektar och år (2012-2023). Medelvärden med 95 % konfidensintervall, skattade med bootstrap, för de områden vi undersöker.

Den totala fisktätheten i öppet vatten (pelagialen) varierade avsevärt mellan områden och år (figur 5). De trender som kunde detekteras var ökning av antalet större fiskar (> 17 cm) per hektar i Granfjärden (tabell 1). Jämfört med 2022 har biomassan 2023 dubblats i Granfjärden 2023 efter en lång period med relativt oförändrad biomassa (figur 6). Förändringen är dock ej statistiskt säkerställd (tabell 1). Det finns en icke signifikant trend till att den totala biomassan minskar i Ekoln (tabell 1). Anledningen är sannolikt att antalet fiskar i de större storleksklasser visar på icke signifikanta minskande trender (tabell 1), vilket ger ett genomslag på biomassan. Biomassa per hektar är starkt kopplat till antalet större fiskar (såsom braxen och gös) vilka detekteras i hydroakustik och periodvis fångas i trålningen (figur 5 och 6). Eftersom större fiskar är mindre vanligt förekommande kan slumpmässiga effekter därför påverka resultat för enstaka år.

Det ökande antalet ekon och den ökande biomassan i Granfjärden 2023 är sannolikt kopplat till den syrebrist som detekterades i bottenvattnet. Området under språngskiktet där syrebrist kunde uppmätas var tomt på fiskekon (figur 7), och dessa förhållanden har sannolikt påverkat fiskarnas djupfördelning och rörelsemönster, vilket i sin tur kan ha lett till att ett ökat antal ekon detekterades i vår studie. Tidigare studier har visat att när det är syrebrist under språngskiktet så ökar tätheten av fiskar i gränserna mellan syrerikt och syrefattigt vatten (Kraus 2015).



Figur 7. Ekogram från Granfjärden 2023. Botten är det rödaktiga området och ekon är de gröna/blå områdena i vattnet ovanför botten. Notera avsaknaden av ekon på djupare vatten.



Figur 8. Lutningen på en linjär regression där den naturliga logaritmen av antal fiskar förklaras av logaritmen av storleksklass (biomassa i gram) per år (2012-2023). Värdena representerar därmed förhållandet mellan antalet stora och små fiskar. Ju högre värde (närmare noll) desto flackare lutning, vilket motsvarar relativt sett färre små fiskar eller fler stora fiskar. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall.

Andelen potentiella rovfiskar i förhållande till bytesfiskar 2012-2023 har i Mälaren varit relativt stabil i samtliga områden undantaget Ekoln (figur 8). Lutningen är även lägre än i Väneren och Vättern vilket indikerar att andelen stora fiskar är större i Mälaren jämfört med Väneren och Vättern. Detta kan eventuellt tolkas som att det är en högre andel rovfiskar i Mälaren. En annan förklaring kan vara att det finns en högre andel stora fiskar som inte är funktionella predatorer (t.ex. braxen) i Mälaren jämfört med de andra sjöarna.

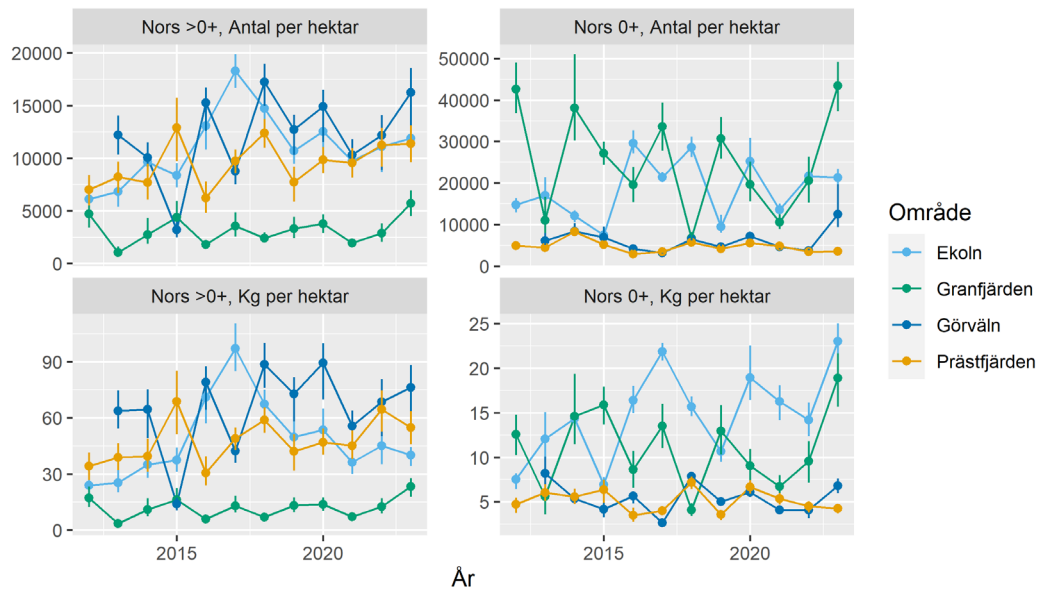
## 2.2 Artspecifika resultat

Tabell 2. Populationsutvecklingen för de pelagiska fiskarter vilka kan bedömas i Mälaren. Resultat per område och art (eller kombination av art och ålder (årsyngel 0+ respektive ettåriga och äldre >0+). M.p är medelvärdet för antal per hektar för de senaste två åren (2022 och 2023), M.r är motsvarande medelvärde för de föregående fem åren (2017-2021), Förändring % är förändringen i procent mellan studieperioden och referensperioden ((studieperiod – referensperiod) / referensperiod \* 100). Negativa värden indikerar därmed en minskning i procent, medan positiva värden indikerar en ökning i procent. Skillnaden i medelvärden testades med en modell mot en Chisquare-fördelning (Chisq), och ges med det resulterande P-värdet. Kolumnen Förändring anger riktningen på populationsförändringen. Signifikanta ( $p < 0,05$ ) ökning och minskningar visas som + och -. För arter/grupper där det fanns en icke signifikant tendens till en till en ökning eller minskning (dvs  $p < 0,1$ ) visas som (+) och (-). De fall där ingen förändring kan påvisas visas ej.

Område	Art	M.p	M.r	Förändring %	Chisq	P-värde	Förändring
Ekoln	Braxen	84	186	-55	2	0,159	
	Gös >0+	39	107	-64	1,4	0,236	
	Nors >0+	11501	13258	-13	0,4	0,515	
	Nors 0+	21440	19645	9	0,1	0,766	
	Storspigg	920	601	53	0,2	0,632	
Granfjärden	Braxen	84	40	110	2,4	0,123	
	Gös >0+	146	97	51	1,3	0,254	
	Nors >0+	4398	3018	46	2,2	0,135	
	Nors 0+	32149	20218	59	1,2	0,271	
Görvåln	Braxen	119	203	-41	1,3	0,253	
	Gös >0+	107	175	-39	0,2	0,627	
	Nors >0+	14245	12748	12	0,3	0,601	
	Nors 0+	8168	5156	58	1,4	0,244	
	Siklöja >0+	1082	1574	-31	0,5	0,464	
	Storspigg	1733	2303	-25	0,1	0,702	
Prästfjärden	Braxen	131	146	-10	0	0,845	
	Gös >0+	112	118	-5	0	0,908	
	Nors >0+	11335	10024	13	1,1	0,297	
	Nors 0+	3448	4727	-27	3,1	0,078	(-)
	Siklöja >0+	1074	1186	-9	0,2	0,647	
	Storspigg	1975	2216	-11	0,4	0,514	



## 2.2.1 Nors

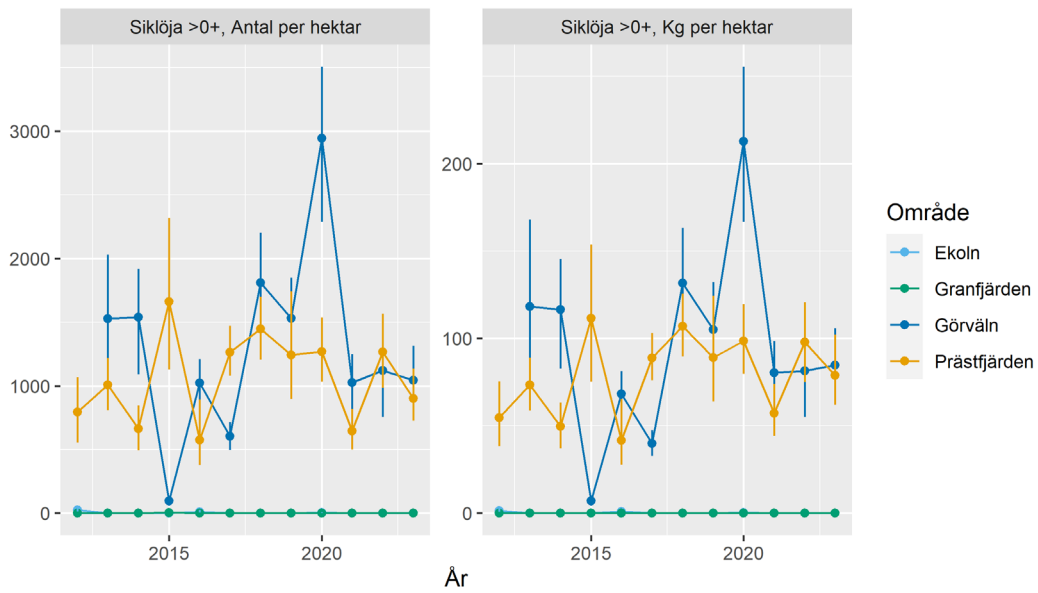


Figur 9. Antal och biomassa av årsyngel (0+) och 1-årig och äldre (>0+) nors åren 2012-2023 i fyra undersökta delområden i Mälaren. Punkterna visar medelvärden och felstaplarna 95 % konfidensintervall (beräknade med bootstrap).

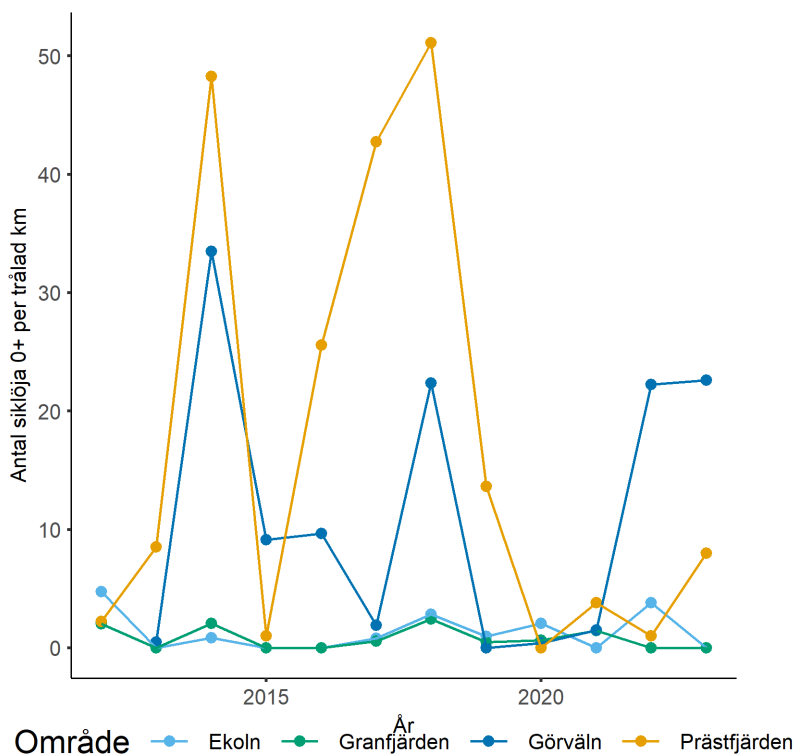
Den vuxna delen av norsbeståndet (1-åriga och äldre, >0+) är relativt stabilt i samtliga fjärdar (figur 9), och det påvisades även årlig rekrytering (figur 9, tabell 2). Trots det relativt sett glesare beståndet av nors >0+ i Granfjärden är rekryteringen i denna bassäng likväl hög, i paritet med nivån i Ekoln. I Prästfjärden minskade norsens rekrytering (tabell 2). I Prästfjärden och Görväln är rekryteringen av nors på en lägre nivå än i Granfjärden medan beståndet av nors >0+ är större. Det kan tyda på att Granfjärden utgör ett viktigt lek- och uppväxtområde som försörjer andra delar av Mälaren med nors, och att de djupare fjärdarna är viktiga för norsens födosök och tillväxt som vuxen.

Granfjärden är den grundaste av de undersökta fjärdarna och under somrarna blir vattnet under språngskiktet ofta syrefattigt. De syrefattiga förhållandena på djupare vatten innebär att norsen blir mer beroende av ytvattnets temperatur. Sommaren 2018 var extremt varm och norsens rekrytering var svagare än vad som är normalt i Granfjärden (Axenrot och Rogell 2021). Motsvarande svaga rekrytering för nors noterades även i Hjälmarens 2018 (Axenrot 2019) som också har varmt vatten i hela vattenvolymen. En analys av norsens beståndsstatus i de stora sjöarna (för Mälaren baserad på åldersbestämda norsar insamlade 2011-2013) visade att den naturliga dödligheten var mycket hög i de västra fjärdarna och relativt hög i de östra fjärdarna. I Ekoln, som till stor del är geografiskt avskild från resten av Mälaren, hade norsen måttlig naturlig dödlighet (Axenrot 2018).

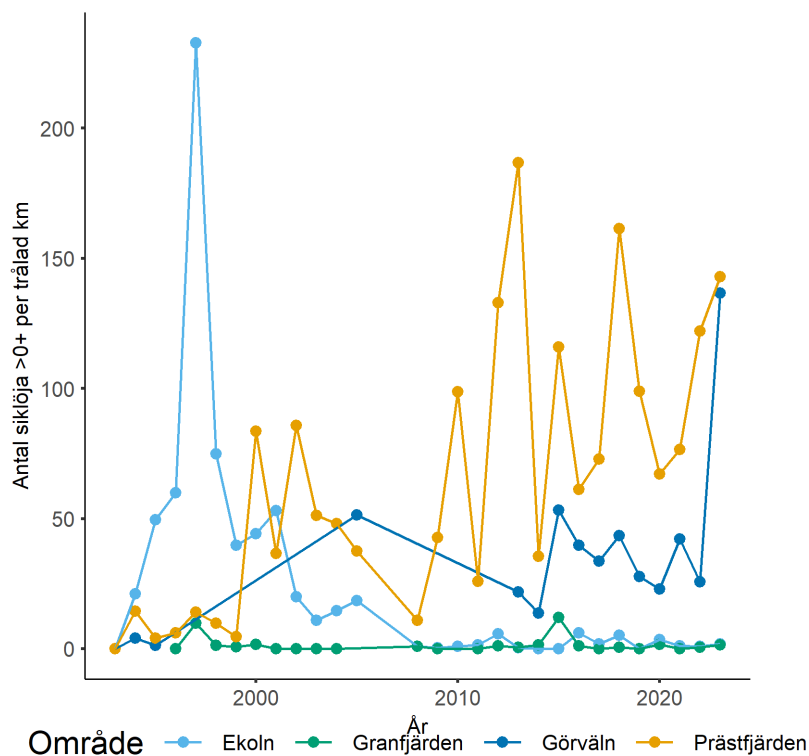
## 2.2.2 Siklöja



Figur 10. Antal och biomassa av 1-årig och äldre (>0+) siklöja 2012-2023 per område. Punkterna visar medelvärden och felstaplarna 95 % konfidensintervall (beräknade med bootstrap).



Figur 11. Antal årsungar av siklöja (0+) per trålad kilometer i olika delområden i Mälaren 2012-2023. Äldre data visas ej på grund av att en del mycket stora historiska fångster är av en magnitud som döljer de nutida mönstren.



Figur 12. Antal ettårig eller äldre siklöja (>0+) per trålad kilometer och delområde 1993-2023.

Det vuxna siklöjebeståndet i Prästfjärden och Görvältn har varit relativt stabila under studieperioden, och medelvärdet för åren 2022 och 2023 var inte skilt från den föregående referensperioden på fem år (tabell 2, figur 10). I Prästfjärden och Görvältn förekommer också regelbunden rekrytering (figur 11). Starka årsklasser (höga fångster av 0+) noterades 2014 samt 2016-2019 i Prästfjärden. För 2020 - 2021 noterades bara en svagare rekrytering, medan det 2022 - 2023 noterades starkare rekrytering i Görvältn (figur 11). I Ekoln och Granfjärden är både antal vuxna siklöjor och rekrytering på en lägre nivå än i Görvältn och Prästfjärden. Ekolns fysiska isolering från övriga delar av Mälaren innebär att det sannolikt inte sker någon migration av siklöja från andra områden. Siklöjebeståndet i Ekoln är därför sannolikt beroende av att det sker intern rekrytering. Stark rekrytering av siklöja i Ekoln sker mycket oregelbundet och med flera års mellanrum. Granfjärden är sannolikt ett olämpligt habitat för siklöja under stora delar av året. Detta på grund av det varma vattnet i kombination med att vattnet under språngskikt ofta är syrefattigt (Axenrot et al. 2023). Jämfört med Vänern och Vättern är tätheten av siklöja i Mälaren mycket hög. En delförklaring är undersökningarna äger rum under den temperaturstratifierade perioden, då siklöjorna ansamlas i höga tätheter under språngskiktet i de delområden som är tillräckligt djupa (~10 % av Mälarens volym, Axenrot et al. 2023).

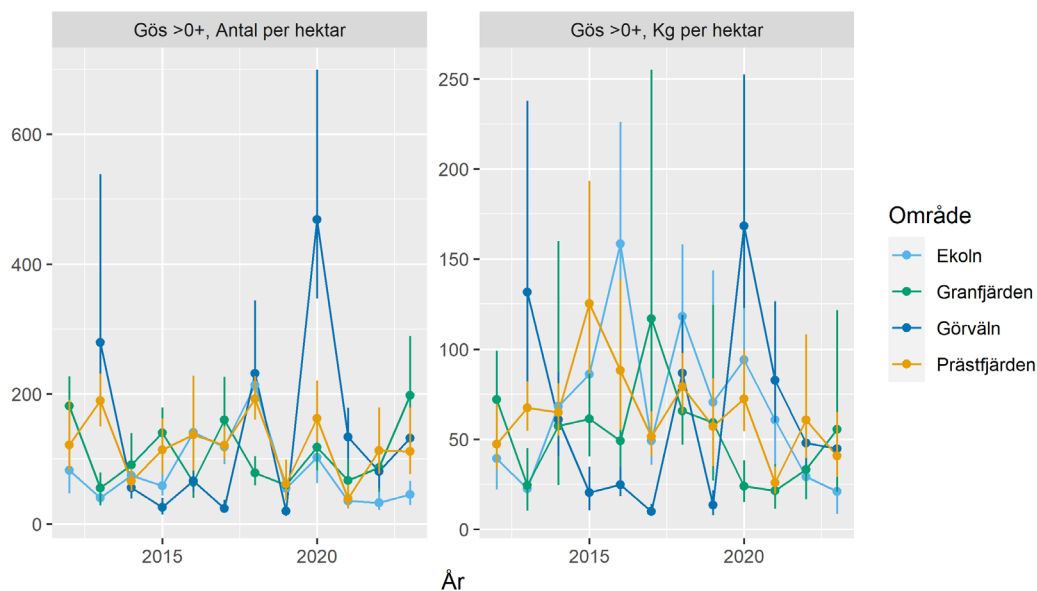
På den längre tidsskala som vi har tråldata för kan vi se att siklöjan hade mycket låga förekomster i samtliga områden 1993 (figur 12). I Ekoln skedde därefter en

snabb ökning runt slutet på 1990 talet, vilket följdes av en minskning till de mycket lägre nivåer vi ser idag. I Görväln verkar en ökning skett under 2000-talet, men den påföljande minskningen var inte lika stark som i Ekoln. Görväln har idag en högre täthet adult siklöja än Ekoln. I Prästfjärden har mängden siklöja som fångas i trålning ökat kontinuerligt (figur 12).

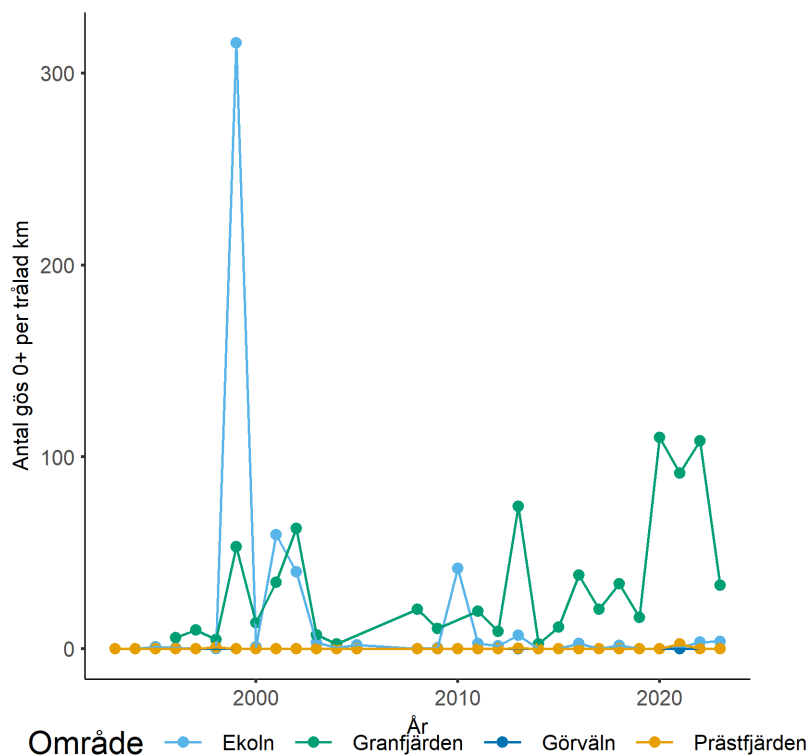
### 2.2.3 Övriga arter

Utöver nors och siklöja kunde vi 2023 även skatta tätheten av braxen, gös och storspigg genom en kombination av provtrålning och hydroakustik. För dessa arter är skattningarna känsliga för hur de ofta olika arterna fångas i provtrålningen enskilda år. Större fiskar kan simma undan trålen och riskerar därför att bli underrepresenterade vid undersökningarna. Dessutom förekommer de i betydligt färre antal än mindre bytesfiskar vilket minskar sannolikheten att de ska fångas. Variationer i fångstbarhet förändrar den beräknade artsammansättningen och beståndsskattningen av dessa fiskar blir därför mer osäker. I fallet med storspigg förekommer denna i stor utsträckning nära ytan vid tiden för undersökningarna. Eftersom hydroakustiska data av tekniska skäl inte registreras nära ytan och möjligheten att detektera fisk ökar med djup, är metoden inte väl utvecklad för storspigg. Skattningarna för dessa övriga arter bör därför tolkas försiktigt.

#### Gös



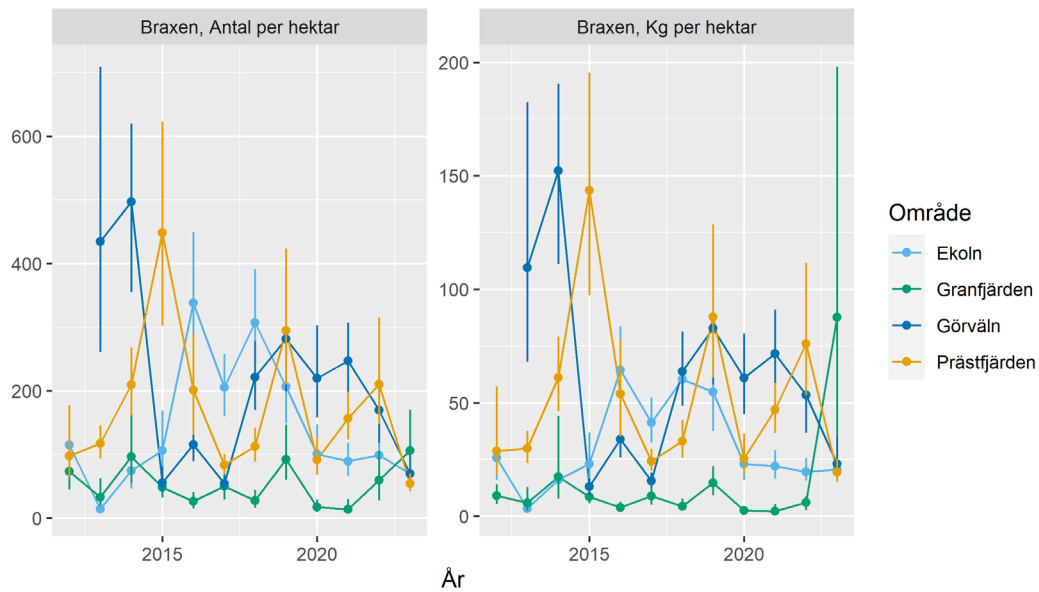
Figur 13. Antal och biomassa av 1-årig och äldre gös (>0+) i de undersökta delområdena i Mälaren 2012-2023. Punkterna visar medelvärden och felstaplarna 95 % konfidensintervall (beräknade med bootstrap).



Figur 14. Antal årsungar av gös (0+) per trålad kilometer och delområde i Mälaren 1993-2023.

Mängden gös (>0+) varierar över tid i de olika områdena i Mälaren, men beståndet verkar relativt stabilt över tid (figur 13, tabell 2). Av de områden vi undersöker sker rekryteringen av gös främst i Granfjärden, där rekryteringen ökat sedan 2014 (figur 14). Vi fann inga tecken på att tätheten av äldre gös har förändrats 2022-2023 jämfört med referensperioden 2017-2021. Gösen har högre täthet av årsungel i Granfjärden, vilket troligtvis förklaras av att gösen rör sig mellan olika fjärdar, dels för lek och dels för födosök (Andersson 2015). Det förefaller därför troligt att Granfjärden är viktig för rekryteringen av både nors och gös. Det är viktigt att notera att metodiken inte är utvecklad för beståndsskattning av gös men eftersom undersökningarna genomförs på likartat sätt varje år kan resultaten fortfarande vara informativa.

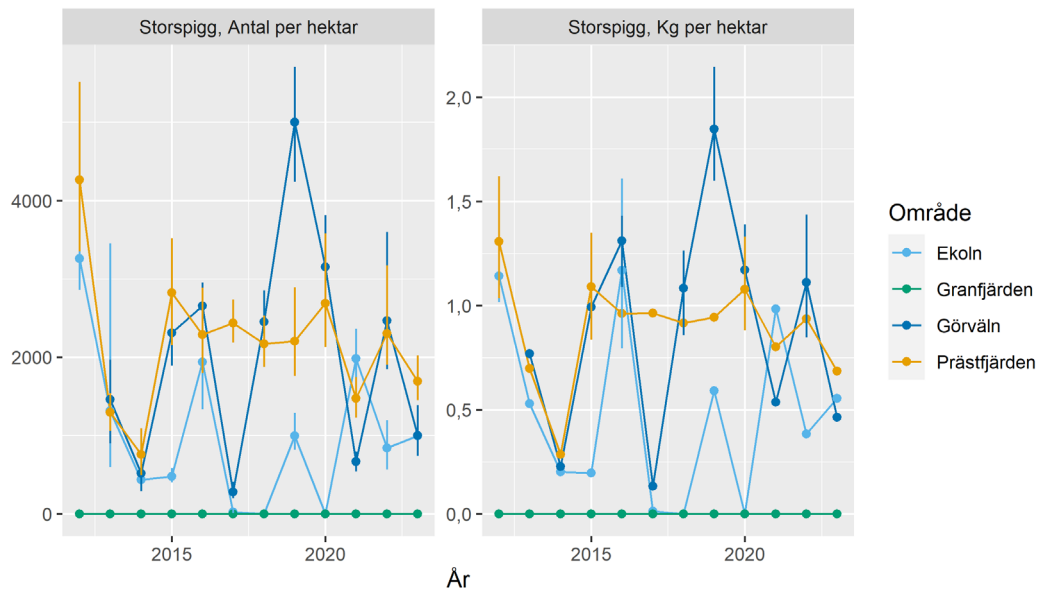
## Braxen



Figur 15. Antal och biomassa av braxen per delområde 2012-2023. Punkterna visar medelvärden och felstaplarna 95 % konfidensintervall (beräknade med bootstrap).

Braxenbeståndet förefaller att vara relativt stabilt, men felmarginalerna på skattningarna var mycket höga vilket begränsar möjligheten att dra slutsatser angående beståndsutvecklingen. Medelvärdet för 2022-2023 avvek inte från den föregående femårsperioden (figur 15, tabell 2). Den höga tätheten i Granfjärden 2023 sammanföll med syrebrist på botten. Det är möjligt att den låga syrehalten påverkade rörelsemönster hos fiskarna, och att dessa beteendemässiga avvikelser kan förklara de ökade tätheterna av braxen genom ökad exponering för hydroakustik och trålning.

## Storspigg



Figur 16. Antal och biomassa av storspigg per delområde 2012-2023. Punkterna visar medelvärden och felstaplarna 95 % konfidensintervall (beräknade med bootstrap).

Storspigg är vanligt förekommande i Ekoln, Görvälén och Prästfjärden, men förekommer i lägre antal i Granfjärden (figur 16). Tätheten av storspigg i Ekoln, Görvälén och Prästfjärden varierar kraftigt mellan år, framförallt i Ekoln. Detta kan bero på att metodiken inte är utvecklad för storspigg, då den förekommer som rikligast nära ytan där ett nedåtriktat ekolod monterat nära båtens köl inte är effektivt. Även trålningen, som ska komplettera hydroakustiska data och därför inte täcker in de översta 5 m, riskerar att inte fånga storspigg representativt. Fiskar under 45 mm fångas dessutom i mycket låga antal i trålen, vilket gör att dataunderlaget för mycket små fiskar, såsom storspigg, är svagt. Storspigg är dock en ekologiskt relevant art som både kan vara en viktig bytesfisk, konkurrent om föda och även en viktig predator på ägg och juveniler av andra fiskarter. Det vore därför önskvärt att med mer riktade undersökningar följa utvecklingen hos storspigg.

## Referenser

- Andersson M, Degerman E, Persson J, Ragnarsson-Stabo H (2015). *Movements, recapture rate and length increment of tagged pikeperch (Sander lucioperca) – a basis for management in large lakes*. Fisheries Management and Ecology <https://doi.org/10.1111/fme.12143>
- Axenrot T (2018) *Nors – beståndstatus i Stora sjöarna*. Rapport till Havs- och vattenmyndigheten. Dnr: SLU.aqua.2018.5.2-84.
- Axenrot T (2019) *Rapport från undersökning av det pelagiska fisksamhället i Hjälmarens 2019*. Rapport till Havs- och vattenmyndigheten.
- Axenrot T, Rogell B (2021) *Pelagisk fisk i Mälaren 2020*. Rapport till Havs- och vattenmyndigheten. Dnr: SLU.aqua.2020.5.5-223.
- Axenrot T, Degerman E, Asp A (2023) *Seasonal variation in thermal habitat volume for cold-water fish populations – implications for hydroacoustic survey design and stock assessment*. Aqua reports (7).
- [CEN] Comité Européen de Normalisation (European Committee for Standardization) (2014) *Water quality – Guidance on the estimation of fish abundance with mobile hydroacoustic methods*. EN 15910.
- Foote KG, Knudsen HP, Vestnes G, Maclellan DN, Simmonds EJ (1987) *Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: A practical guide*. ICES Cooperative. ICES (144).
- Kraus R, Knight CT, Farmer TM, Gorman AM, Collingsworth PD, Warren GJ, Kocovsky PM, Conroy JD (2015). *Dynamic hypoxic zones in Lake Erie compress fish habitat, altering vulnerability to fishing gears*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. **72**(6): 797-806.