

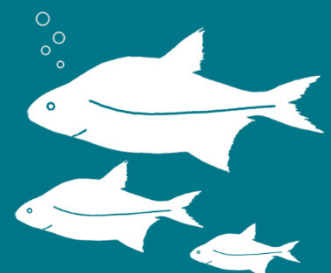
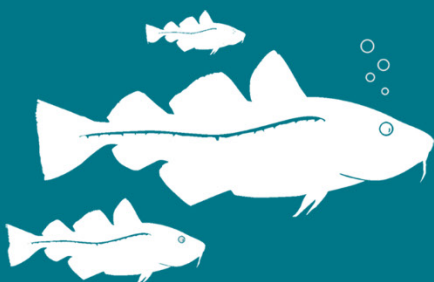


Aqua notes 2025:16

Pelagisk fisk i Vänern 2024

Björn Rogell, Thomas Axenrot

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för akvatiska resurser



Pelagisk fisk i Vänern 2024

Pelagic fish in Lake Vänern 2024

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**), och Vänerns vattenvårdsförbund.

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.

Rekommenderad citering:	Rogell B, Axenrot T (2025). Pelagisk fisk i Vänern 2024. Aqua notes 2025:16. Uppsala: Institutionen för akvatiska resurser. https://doi.org/10.54612/a.3lauqpi43j
Publikationsansvarig:	Sara Bergek, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser
Redaktör:	Stefan Larsson, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser
Utgivare:	Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser
Utgivningsår:	2025
Utgivningsort:	Uppsala
Illustration framsida:	torsk (t.v.): Fredrik Saarkoppel; braxen (t.h.): SLU
Upphovsrätt:	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Serietitel:	Aqua notes
Delnummer i serien:	2025:16
ISBN (elektronisk version):	978-91-8124-013-9
DOI:	https://doi.org/10.54612/a.3lauqpi43j
Nyckelord:	beståndsanalys, resursövervakning

Sammanfattning

Sötvattenslaboratoriet vid Institutionen för akvatiska resurser, SLU, genomförde under augusti 2024 en hydroakustisk undersökning med pelagisk provtrålning i Vänern. Fältarbetet ägde rum mellan 13 och 27 augusti 2024, som en del av de årliga hydroakustiska undersökningarna i Mälaren, Vättern och Vänern. Analyserna av 2024 års data omfattade de pelagiska fiskarterna nors och siklöja, uppdelade i åldersklasserna årsyngel (0+) samt ettåriga och äldre (>0+), samt sik. Övriga arter fångades inte i tillräckligt antal för att möjliggöra analys. För att dra slutsatser om beståndens utveckling vad gäller rekrytering och beståndsstorlek, samt förändringar i fiskarnas längd genomfördes två typer av analyser: Korttidstrender analyserades genom att jämföra medelvärdena av fisktäthet för de senaste två åren (2023 och 2024) med medelvärdet för de fem föregående åren (2018–2022). Långtidstrender analyserades enbart för hydroakustiska data genom att använda en linjär regression där antal fiskar förklarades av årtal från respektive tidsseries början (2012). Utöver analyserna av antal fiskar presenteras även utvecklingen över tid för storleksindex, ålder och kondition, samt för total biomassa och antalet fiskar uppdelat i storleksklasser. Resultaten visade att:

- Den totala biomassan och antalet fiskar i flera storleksklasser har ökat över längre tid. Dessa resultat var i stort sett gemensamma för de båda delbassängerna Värmlandssjön och Dalbosjön samt för Vänern som helhet. Det var få statistiskt signifikanta förändringar över det kortare tidsspannet.
- Det fanns tendenser över kort tid till att rekryteringen av nors minskat i sjön som helhet och i Dalbosjön.
- På det längre tidsspannet har tätheten av vuxen nors ökat i Dalbosjön, samt i Vänern som helhet.
- På det längre tidsspannet har tätheten av sik ökat i båda bassängerna och i hela sjön.
- Storlekarna hos ettårig och äldre siklöja har ökat i det längre tidsspannet (sedan 2008).

Summary

In August 2024, the Institute of Freshwater Research at the Department of Aquatic Resources, SLU, conducted a hydroacoustic survey combined with midwater trawl sampling in Lake Vänern. The survey took place between August 13 and 27, 2024, as part of the annual hydroacoustic surveys in Lakes Mälaren, Vättern and Vänern. The analyses of the 2024 data focused on the pelagic fish species smelt and vendace, categorized into age classes: young-of-the-year (0+) and yearling and older (>0+), as well as whitefish. Other species were not caught in sufficient numbers to allow for statistical analysis. These data served as a basis for assessing recruitment, stock size, and changes in fish length. To draw conclusions about stock development, two types of analyses were performed: Short-term trends were analyzed by comparing the mean values of fish abundance for the most recent two years (2023 and 2024) with the mean for the preceding five years (2018–2022). Long-term trends were analyzed by applying a linear regression where fish abundance was explained by year. In addition to the analysis of fish abundance, the temporal development of size index, age, and condition, as well as total biomass and the number of fish divided into size classes, are also presented. The results showed the following:

- We found significant increases in total biomass and fish abundance in several size classes over the longer term. However, there were few significant changes over the shorter time

span. These results were largely consistent across both sub-basins Värmlandssjön and Dalbosjön, and throughout the entire lake.

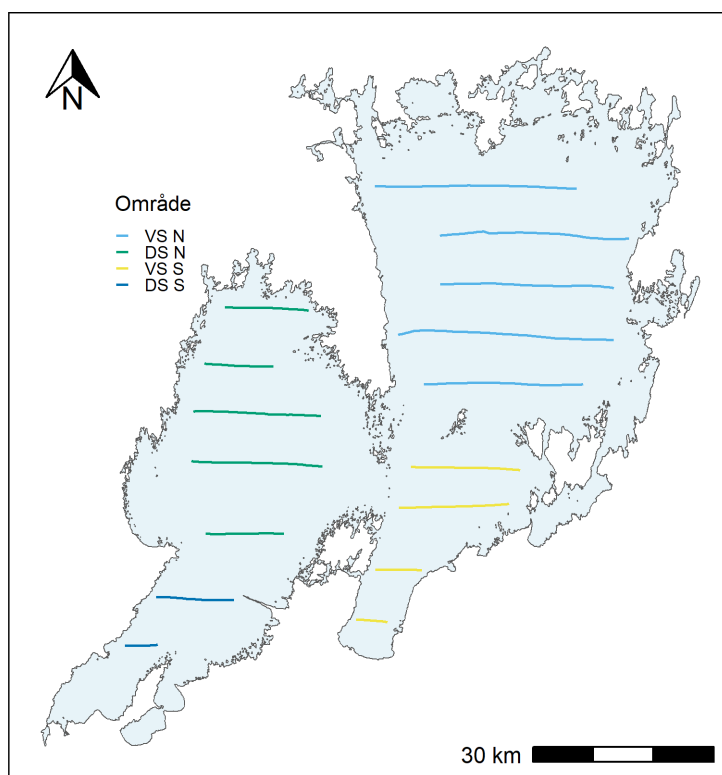
- There were short-term tendencies for decreased smelt recruitment in the lake as a whole and specifically in Dalbosjön.
- Over the longer time span, the abundance of adult smelt had increased in Dalbosjön and in Lake Vänern as a whole.
- Over the longer time span, the abundance of whitefish had increased in both basins and throughout the entire lake.
- The sizes of yearling and older vendace have increased over the longer time span (from 2008).

Innehållsförteckning

1. Metod.....	6
1.1 Övervakningsmetod	6
1.2 Statistisk analys	8
1.3 Miljöförhållanden	10
2. Resultat	12
2.1 Övergripande resultat	12
2.2 Artspecifika resultat.....	17
2.2.1 Nors	18
2.2.2 Siklöja	21
2.2.3 Övriga arter	24
Referenser.....	26
Tack	27

1. Metod

1.1 Övervakningsmetod



Figur 1. Karta över de hydroakustiska transekter som 2024 ingick i SLU:s årliga undersökningar i Vänern. Dalbosjön är Vänerns västra huvudbassäng, och Värmlandssjön är Vänerns östra huvudbassäng. DS N = Dalbosjön Norra, DS S = Dalbosjön Södra, VS N = Värmlandssjön Norra och VS S = Värmlandssjön Södra.

De pelagiska fiskbestånden i Vänern övervakas årligen genom ekolodning i kombination med pelagisk provtrålning, finansierat av Havs- och vattenmyndigheten och Vänerns vattenvårdsförbund. Övervakningen utgör även en del av den nationella miljöövervakningen i sötvatten (delprogram Stora sjöar). Undersökningarna inleddes 1988 och har genomförts årligen sedan 1995. Under denna period har såväl hårdvara som mjukvara och analysteknik utvecklats avsevärt. För att undvika eventuella metodologiskt betingade avvikelser i tidsserierna presenteras i denna rapport endast resultat från hydroakustiska data för perioden 2012–2024, där samtliga steg har standardiserats. Undersökningarna genomförs med

vetenskapliga ekolod som nattetid (i mörker) samlar in hydroakustiska data längs 16 transekter tvärs över respektive delbassäng (Figur 1). Sedan 2006 används ett 120 kHz-ekolod, vilket 2011 kompletterades med ett 38 kHz-ekolod (Simrad EK60/80 med ES120 7C och ES38B). Data om temperatur och syrehalt samlas sedan 2020 in med en temperatursond (Rinko ASTD-102 profiler; JFE Advantech Co., Ltd.). Utöver de hydroakustiska data finns även tråldata från åren 1993–2024. De hydroakustiska transekterna är jämnt fördelade över sjön och respektive delbassäng, men har delats in i fyra delområden för att öka precisionen i förhållande till tråldrag och temperaturmätningar i respektive delområde, vilka kompletterar hydroakustiska data. Av dessa delområden ligger två i Dalbosjön (norra och södra), och två i Värmlandssjön (norra och södra). Trålningen ger information om art- och storlekssammansättning i de undersökta fiskbestånden. Provtrålningarna genomförs i anslutning till de hydroakustiska undersökningarna och syftar till att fånga de vanligast förekommande fiskarterna i öppet vatten. Större fiskar med god simförmåga kan undkomma trålen och riskerar därför att bli underrepresenterade, vilket kan ge en sämre precision i skattningen av dessa bestånd. Sedan 2008 används forskningsfartyget U/F Asterix. Den fortlöpande utvecklingen av tolkningen av hydroakustiska data har skett i samarbete med forskare i Europa, Nordamerika och inom Internationella havsforskningsrådet (Ices), samt inom ramen för olika projekt. Undersökningarna följer den europeiska standarden för beståndsskattning av fisk med ekolodning i sötvatten (CEN, 2014). Undersökningarna utförs under sen sommar eller tidig höst. Tidpunkten är vald för att även kunna registrera årsklasstyrkan för rekryteringen, dvs. mängden årsyngel ett enskilt år.

Hydroakustiska data extraherades som antal per hektar med mjukvaran Sonar5 (Balk & Lindem 2004). Ekoloden var kalibrerad enligt Foote et al. (1987) och tillverkarens rekommendationer (Simrad A/S). Ekon extraherades i 35 klasser av ekostyrka, uppdelade i 1 dB-intervall (-60 dB till -25 dB), vilket möjliggör skattning av storleken på de detekterade fiskarna (motsvarande 15–1000 mm; Love 1971). Akustiska detektioner närmare än 50 cm från botten exkluderades för att undvika störningar från bottenekon. På grund av givarens placering (bottenmonterad) och tekniska närgräns för registrering av data övervakas inte vattenvolymen från ytan till 5 m djup.

De undersökta sträckorna omfattade 2024 var 84,4 km i Dalbosjön Nord ("DS N"), 19,4 km i Dalbosjön Syd ("DS S"), 153,6 km i Värmlandssjön Nord ("VS N"), och 48,8 km i Värmlandssjön Syd ("VS S", Figur 1). För att relatera detekterade ekon till art- och storleksfördelning, genomfördes tråldrag på representativa djup i de olika områdena: DS N: (5, 20, 32, 38 och 44 m), DS S: (5 och 10 m), VS N: (5, 10, 21, 33, 40 och 60 m) och VS S: (5, 17, 33 och 52 m). Djupangivelserna avser överteln och trålen öppnar sig ca 5 m vertikalt och 12 m horisontellt.

1.2 Statistisk analys

De 16 transekterna delades in i deltransekter om cirka 500–1000 meter för att erhålla statistiskt oberoende replikat. Variationerna i deltransekternas längd beror på skillnader i de ursprungliga transekternas längder. För att undvika dataförlust delades transekterna därför in i deltransekter med anpassad längd. Dessa deltransekter delades dessutom in i 5-meters djuplager för att möjliggöra analys av fiskarnas fördelning över djup och avstånd till botten. Deltransekter med exceptionellt höga fisktätheter (dvs. deltransekter där fisktätheten översteg medelvärdet med mer än tre standardavvikelser, vilket motsvarar cirka 0,3 % av datamängden) exkluderades från analysen, då de inte ansågs representativa för medelfisktätheterna i sjön. För att tillskriva detekterade ekon artidentitet användes en metod baserad på klassificeringsträd, där variabler som är möjliga att skatta från både tråldata och hydroakustiska data utnyttjades, dvs. fiskens storlek (ekostyrka), position och djup. Tillskrivningen av art skedde genom att först träna ett klassificeringsträd på tråldata, där sannolikheten för att en enskild fisk tillhör en specifik art modellerades som beroende av fisklängd, djup, avstånd till botten, delområde, fångstår (som diskret variabel) samt position relativt språngskiktet (binärt: över eller under). Det framtagna klassificeringsträdet användes sedan för att tillskriva artidentitet till samtliga detektioner i varje djuplager och deltransekt i hydroakustiska data. I de fall där språngskikt inte kunde detekteras klassades fisken som under språngskiktet, då fokusarterna nors och siklöja båda är kallvattenarter. För arterna nors och siklöja, där rekrytering (täthet av årsyngel, 0+) skattades, användes ålders- och längddata. För år med åldersbestämda stickprov användes en ålders-längdnyckel för att uppskatta åldrar på individer utan åldersbestämning. För år utan åldersbestämning predikterades individer som årsyngel (0+) eller äldre individer (>0+) med en modell där åldersklass (0+ respektive >0+) var binär responsvariabel och längd förklarande variabel. Andra variabler såsom område, år och deras interaktion bidrog inte till att förbättra modellens förklaringsgrad och inkluderades därför inte. Arter som var representerade med mindre än 50 individer (av de totala trålfångsterna 2012 - 2024 filtrerades bort före analys. Årsyngel av siklöja var i samma storleksklass som flertalet av ettårig och äldre nors (>0+) vilka är numerärt betydligt mer frekventa. Detta ledde till att klassificeringen av årsyngel av siklöja i hydroakustiska data blev osäker. För årsyngel av siklöja baseras därför skattningen på enbart trålfångster i stället för hydroakustiska data.

Vid skattning av lutningen i regressionsanalys mellan biomassa per storleksklass och de 35 storleksklasserna användes inte artklassificerade data, eftersom många arter förekommer i flera av de storleksklasser som extraherades. Biomassan per storleksklass skattades istället som produkten av antalet fiskar och vikten av en genomsnittlig fisk i respektive storleksklass. Vikten hos en enskild fisk skattades via en generell allometrisk modell där vikt förklarades av längd och art. Eftersom längd förklarade mer än 95 % av variationen i vikt, var arttillhörigheten av mindre betydelse för den sammanlagda biomassan per storleksklass. Total biomassa beräknades därefter som summan av biomassan för de olika arterna.

Individuell kondition beräknades som det allometriskas konditionsindexet, dvs. kvoten mellan fiskens uppmätta vikt och vikten predikterad utifrån längd (Ricker 1975).

Förändringar över tid analyserades på två sätt: (i) genom att studera korttidstrender och (ii) genom att undersöka långtidstrender. Analysen av korttidstrender gjordes genom att jämföra medelvärdet för de två senaste åren (2023–2024) med medelvärdet för de fem föregående åren (2018–2022, Tabell 1 och Tabell 3). I modellerna inkluderades år som diskret slumpmässig variabel. Arter med medelvärden på noll under någon av perioderna exkluderades från analysen på grund av otillräcklig datakvalitet. Långtidstrender undersöktes genom regressionsanalyser där medelantalet fiskar förklarades av den kontinuerliga variabeln år (Tabell 2 och Tabell 4).

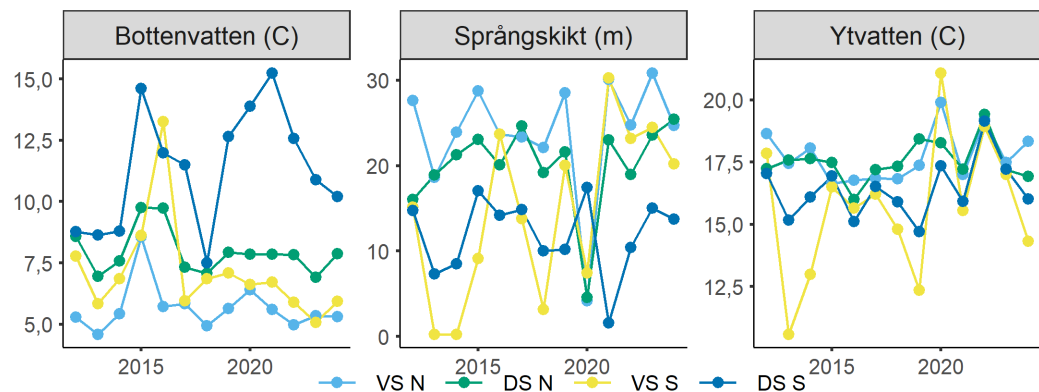
För att analysera förändringar i storleks-, konditions- och åldersfördelning användes kvantilbaserade indikatorer: Q10 (10 %-kvantil), Q50 (median) och Q90 (90 %-kvantil). Varje indikator testades för linjära trender över år genom regressionsanalyser. För att hantera mätfel och avvikelser från normalfördelning för både långtidstrender i abundans och i analyser av kvantiler användes bootstrapping med 999 pseudoreplikater på två nivåer, mellan och inom år. Signifikans testades genom att jämföra lutningen från den bootstrappade regressionen med en nollhypotes där lutningen antogs vara noll.

Utöver hydroakustiska data finns även tråldata för åren 1993 - 2024. Provtrålningarna har inte varit helt standardiserade över tid, framför allt vad gäller trålade djup. Analys av dessa data kräver därför statistisk modellering med kontroll för djup. För vissa arter med tillräckligt många fångster kunde en standardiserad analys göras med linjära modeller med negativ binomialfördelning för att uppskatta antal individer per trålad kilometer. Modellerna inkluderade år som faktoriell variabel och djup som faktoriell variabel med strata baserade på artspecifika fångstdjup där cirka 50 % av fångsterna sker (justerat för ansträngning), samt djupare eller grundare strata. Den trålade distansen varierade ibland mellan tråldrag och modellerades därför som en offset-variabel, vilket antog en konstant proportionalitet mellan trålad distans och antal fångade individer. Dessa modellbaserade analyser beräknar ett beståndsindex (antal fångade individer per trålad kilometer) för de djup där arten förekom. Jämförelser över år ger en sammanvägd bild av beståndsutvecklingen. Separata analyser gjordes för årsyngel och äldre individer av nors och siklöja. Resultaten från dessa analyser av tråldrag gav tillförlitliga resultat endast för nors och siklöja $>0+$. Antalet tråldrag per år och djup är relativt lågt givet mängden data som krävs av dessa modeller och modellerna gav därför ej tillförlitliga resultat för yngre siklöja ($0+$, som inte kan skattas som antal per hektar, se ovan). För dessa presenteras i stället medeltal för antalet fångade individer per km, och eftersom dessa medelvärden inte kontrollerar för tråldjup kan eventuella avvikelser bero på metodskillnader.

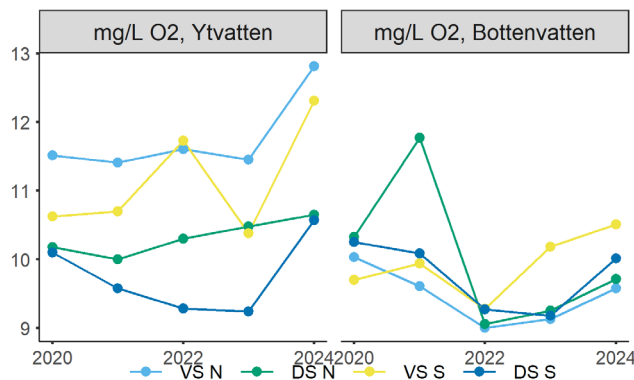
Slutligen skattades dödlighet för ettårig och äldre siklöja enligt Millar (2015) metod, där dödligheten skattas som lutningen av en poissonfördelad regression där antalet fångade

individer förklaras av ålder, där kohort och år är inkluderade som diskreta slumpmässiga variabler. Årsungar uteslöts ur analysen då dessa visade på en större variation mellan år än andra åldrar. För siklöja där det fanns ett större antal ålderslästa år passades även modeller som testade för effekten av delbassäng, och tidsperiod (arbiträrt satt till decennium: 00, 10 och 20). Modellerna passades med en Bayesiansk modell implementerad i R-paketet MCMCglmm (Hadfield 2010). Analysen utfördes enbart på de längddata där det var möjligt att tillämpa en åldersnyckel, och analyserna konvergerade enbart för siklöja.

1.3 Miljöförhållanden



Figur 2. Temperatur i yt - och bottenvatten ($^{\circ}\text{C}$), samt språngskiktets djup i meter för de fyra undersökta områdena i Vänern 2012 - 2024. När språngskiktet var så otydligt att det inte kunde detekteras anges det som 0 i grafen. DS N = Dalbosjön Norra, DS S = Dalbosjön Södra, VS N = Värmlandssjön Norra och VS S = Värmlandssjön Södra.



Figur 3. Syrehalt i yt - och bottenvatten (mg/L), för de fyra undersökta områdena i Vänern 2020-2024. DS N = Dalbosjön Norra, DS S = Dalbosjön Södra, VS N = Värmlandssjön Norra och VS S = Värmlandssjön Södra.

De transekter vi undersöker skiljer sig åt i djup beroende på vilket område de tillhör (VS N: maxdjup = 90,6 m, medeldjup = 50,9 m, DS N: maxdjup = 68,3 m, medeldjup = 42,3 m, VS S: maxdjup = 59,8m, medeldjup = 26,6m, DS S: maxdjup = 16,1m, medeldjup = 13,5m;

Figur 2). År 2024 var ett relativt genomsnittligt år vad gäller språngskiktets djup samt temperaturförhållandena i yt- och bottenvattnet. Även syrehalterna låg på acceptabla nivåer på alla djup under hela tidsserien (2020-2024), både i botten- och ytvatten (Figur 3). Observera att djupet mäts kontinuerligt längs hela transekterna, medan temperatur- och syrehalt på olika djup vanligtvis registreras vid ett tillfälle per område.

2. Resultat

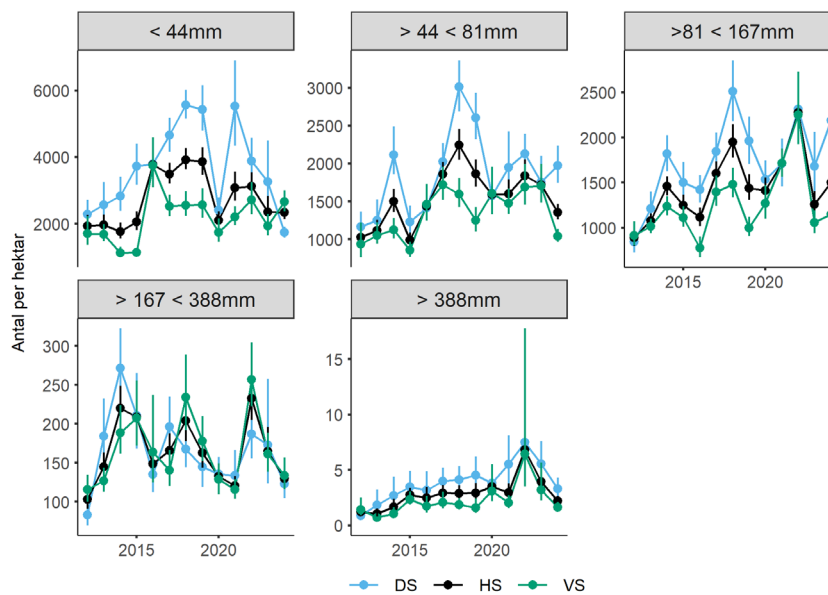
2.1 Övergripande resultat

Tabell 1. Analys av förändringar på kortare tid i abundans för olika storleksklasser samt total biomassa i delbassängerna Dalbosjön och Värmlandssjön samt för hela Väneren. M.p representerar medelvärde per hektar för de senaste två åren (2023 - 2024, studieperiod), medan M.r är motsvarande medelvärde för de föregående fem åren (2018 - 2022, referensperiod). Storleksklasserna anges i antal per hektar, och biomassan anges i kilogram (kg per hektar). Förändringen i procent beräknas enligt formeln: $(\text{studieperiod} - \text{referensperiod} / \text{referensperiod})$. Negativa värden indikerar en minskning i procent, medan positiva värden indikerar en ökning i procent. Skillnaden i medelvärden testades med en F-fördelning, och det resulterande P-värdet visas. Kolumnen Förändring anger riktningen på förändringen i antal/biomassa. Signifikanta förändringar ($p < 0,05$) visas med ett + eller -, medan marginellt icke-signifikanta förändringar ($p < 0,1$) visas med (+) eller (-). Rader utan värde innebär att ingen signifikant förändring kunnat påvisas.

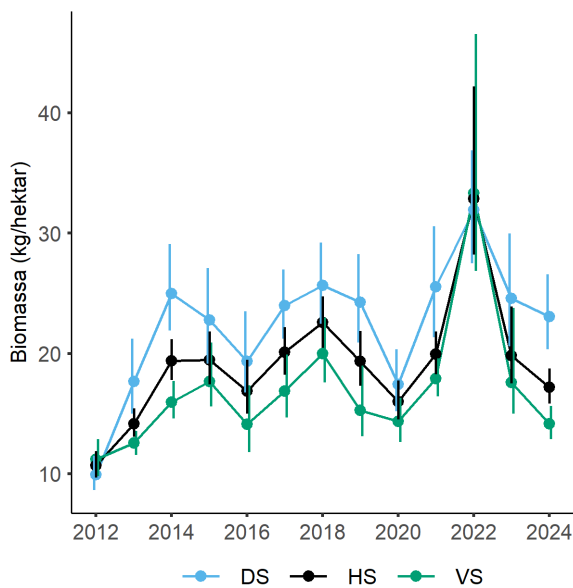
Område	Enhet	M.p	M.r	Förändring %	F	P-värde	Förändring
Dalbosjön	< 44 mm	2473	4572	-46	4,4	0,082	(-)
Dalbosjön	44 - 81 mm	1870	2219	-16	0,8	0,409	
Dalbosjön	81 - 167 mm	1961	1982	-1	0	0,948	
Dalbosjön	167 - 388 mm	143	162	-12	0,6	0,471	
Dalbosjön	> 388 mm	4	5	-20	0,2	0,638	
Värmlandssjön	< 44 mm	2335	2395	-3	0	0,851	
Värmlandssjön	44 - 81 mm	1354	1557	-13	1	0,36	
Värmlandssjön	81 - 167 mm	1104	1521	-27	1,7	0,241	
Värmlandssjön	167 - 388 mm	147	176	-16	0,4	0,533	
Värmlandssjön	> 388 mm	2	3	-33	0,1	0,722	
Hela sjön	< 44 mm	2350	3266	-28	3,4	0,117	
Hela sjön	44 - 81 mm	1534	1834	-16	2,3	0,179	
Hela sjön	81 - 167 mm	1381	1731	-20	1,9	0,215	
Hela sjön	167 - 388 mm	147	170	-14	0,5	0,513	
Hela sjön	> 388 mm	3	4	-25	0,3	0,629	
Dalbosjön	Biomassa (kg)	24	25	-4	0,1	0,8	
Värmlandssjön	Biomassa (kg)	16	20	-20	0,5	0,493	
Hela sjön	Biomassa (kg)	18	22	-18	0,6	0,472	

Tabell 2. Analys av kontinuerliga förändringar av abundans 2012 - 2024 för olika storleksklasser samt total biomassa i delbassängerna Dalbosjön och Värmlandssjön samt för hela Vänern. "Beta" representerar regressionskoefficienten för regressionen av abundansen av de olika storleksklasserna, och biomassa, mot år. "Nedre" och "Övre" är det nedre och övre 95 %-iga konfidensintervallet för beta. Storleksklasserna anges i antal per hektar, och biomassan anges i kilogram (kg per hektar). Kolumnen Förändring anger riktningen på förändringen i antal/biomassa. Signifikanta förändringar ($p < 0,05$) visas med ett + eller -, medan marginellt icke-signifikanta förändringar ($p < 0,1$) visas med (+) eller (-). Rader utan värde innebär att ingen signifikant förändring kunnat påvisas.

Område	Enhet	Beta	Nedre	Övre	Förändring
Dalbosjön	< 44 mm	43	-178,9	307,9	
Dalbosjön	44 - 81 mm	57,5	-10,1	128,7	(+)
Dalbosjön	81 - 167 mm	73,6	12,2	129,3	+
Dalbosjön	167 - 388 mm	-2,4	-12,4	6,3	
Dalbosjön	> 388 mm	0,3	0,1	0,6	+
Dalbosjön	Biomassa	0,8	0	1,6	(+)
Värmlandssjön	< 44 mm	69	-46,5	145,1	
Värmlandssjön	44 - 81 mm	43,1	-11,5	91,7	
Värmlandssjön	81 - 167 mm	44,4	0,3	115,1	+
Värmlandssjön	167 - 388 mm	1,3	-6,7	9	
Värmlandssjön	> 388 mm	0,2	0	0,5	+
Värmlandssjön	Biomassa	0,6	-0,1	1,8	
Hela sjön	< 44 mm	54,9	-70,9	172,9	
Hela sjön	44 - 81 mm	46,9	-4	97,8	(+)
Hela sjön	81 - 167 mm	53,1	2,5	112,2	+
Hela sjön	167 - 388 mm	0,1	-7,7	7,1	
Hela sjön	> 388 mm	0,2	0	0,5	+
Hela sjön	Biomassa	0,7	-0,1	1,6	(+)



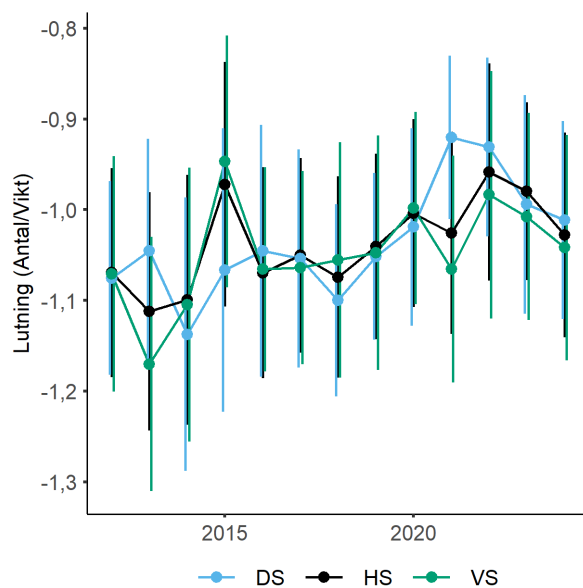
Figur 4. Antal fiskar (oavsett art) per hektar och år (2012 - 2024) för fem olika storleksklasser, $<44\text{ mm}$, $44 - 81\text{ mm}$, $81 - 167\text{ mm}$, $167 - 388\text{ mm}$ och $>388\text{ mm}$ (omräknade från ekostyrka, dB; CEN 2014). Värdena är medelvärden beräknade för hela Vänern ("HS") samt för delbassängerna Dalbosjön ("DS") och Värmlandssjön ("VS"). Spridningen (vertikala linjer) visar 95 % konfidensintervall, skattade med bootstrap.



Figur 5. Biomassa (kg) per hektar och år (2012 - 2024). Värdena är medelvärden beräknade för hela Vänern ("HS") samt för delbassängerna Dalbosjön ("DS") och Värmlandssjön ("VS"). Spridningen (vertikala linjer) visar 95 % konfidensintervall, skattade med bootstrap.

Under trålningarna fångades totalt 16 659 fiskar av 10 olika arter (gös *Sander lucioperca*, sik *Coregonus maraena*, gers *Gymnocephalus cernuus*, storspigg *Gasterosteus aculeatus*, abborre *Perca fluviatilis*, nors *Osmerus eperlanus*, siklöja *Coregonus albula*, lake *Lota lota*, flodnejonöga *Lampetra fluviatilis*, och braxen *Abramis brama*). Den totala fisktätheten för hela Vänern i öppet vatten (pelagialen) 2024 var 5 335 fiskar per hektar. Utöver en icke statistiskt säkerställd minskning av antalet fiskar i storleksklassen < 44 mm i Dalbosjön, var medelvärdena för antalet fiskar av de olika storleksklasserna 2024 och 2023 inte statistiskt skilda ifrån medelvärdena för de föregående fem åren (2018-2022; Tabell 1 och Figur 4). På det längre tidsspannet har antalet fiskar av flera storleksklasser ökat (Tabell 2). Noterbart är att det inte finns några signifikanta öknings av antalet fiskar i storleksklassen 167-388 mm (Figur 4).

Biomassa per hektar är starkt kopplad till antalet större fiskar (till exempel sik, gös och siklöja) som detekteras i hydroakustiska data (Figur 4 och Figur 5). Den beräknade totala biomassan kan därför variera betydligt mellan år. För 2024 noterades 16,9 kg per hektar, och inga signifikanta förändringar upptäcktes när medelvärdet för biomassa 2023 och 2024 jämfördes med medelvärdet för referensperioden 2018-2022 (Tabell 1). På det längre av de tidsspann vi undersöker har biomassan ökat kontinuerligt i Dalbosjön och i Vänern som helhet sedan 2012 (Tabell 2), sannolikt kopplat till öknings av sik under denna tidsperiod. Andelen småfisk (<81 mm), som storspigg och årsyngel av nors, var fortsatt hög (ca 69 %), vilket innebär att det pelagiala fisksamhället vid undersökningen (augusti) till största delen bestod av små bytesfiskar.



Figur 6. Förhållandet mellan antalet stora och små fiskar. Punkterna representerar lutningen från en linjär regression där logaritmen av antalet förklaras av logaritmen av storleksklass (biomassa i gram) per år (2012 - 2024). Ju högre värde (dvs. närmare noll) desto flackare blir lutningen, vilket indikerar ett relativt mindre antal små fiskar eller ett relativt större antal stora fiskar. Lutningarna är beräknade för hela Vänern ("HS") samt för bassängerna Dalbosjön ("DS") och Värmlandssjön ("VS"). Spridningen (vertikala linjer) visar 95 % konfidensintervall, skattade med bootstrap.

Förhållandet mellan antalet stora och små fiskar kvantifierades som lutningen på en logaritmerad ($\ln$) regression av antalet fiskar per storleksklass och biomassan för dessa storleksklasser. En lägre lutning (dvs. närmare noll) indikerar en större andel stora fiskar (potentiell rovfisk) i förhållande till mindre fiskar (potentiell bytesfisk). För 2022 skattades andelen potentiella rovfiskar till det högsta värdet under de tolv år som studien har data för (Figur 5), vilket främst berodde på en ökning av antalet större fiskar (>17 cm, Figur 3). För 2024 var andelen potentiella rovfiskar på ungefär samma nivå som medelvärdet för tidsserien (Figur 6).

2.2 Artspecifika resultat

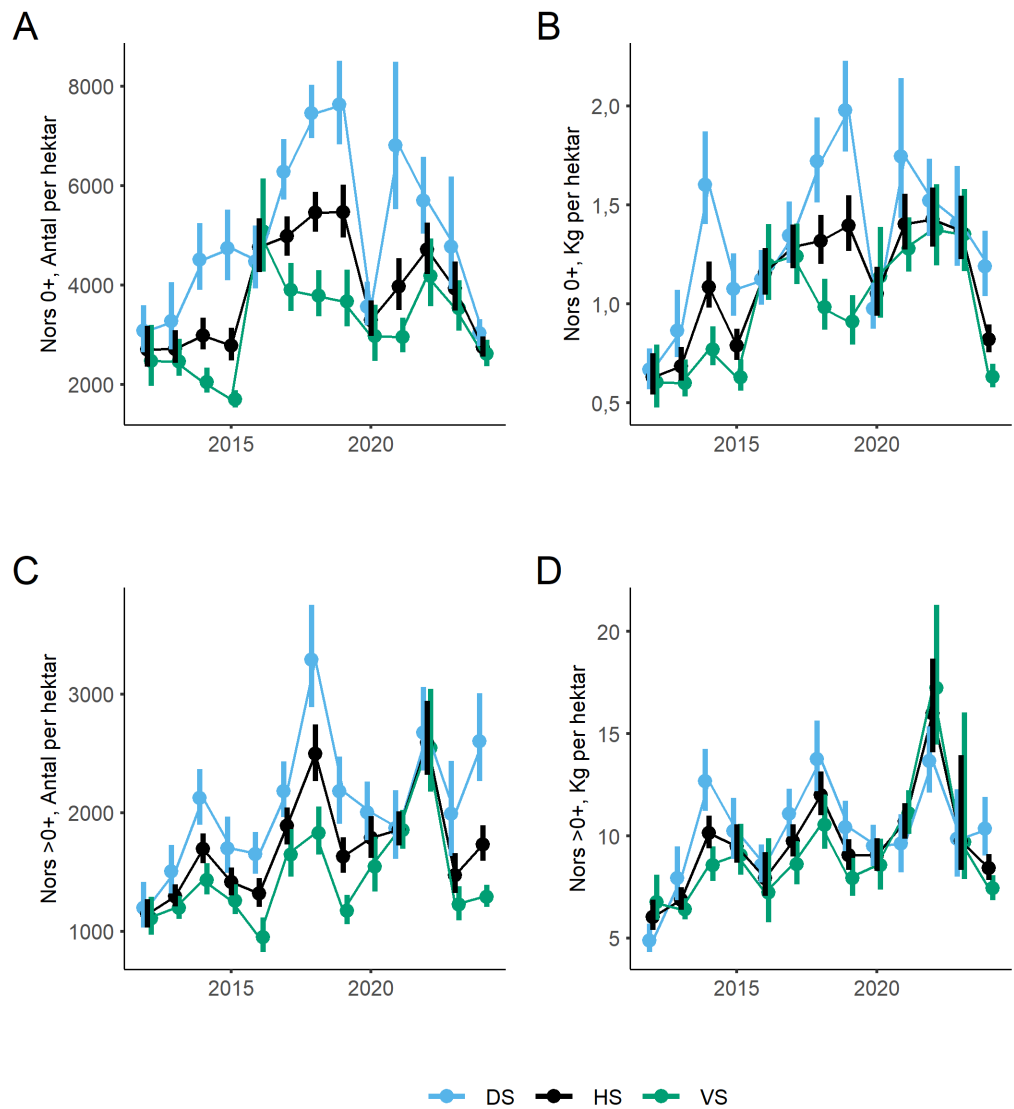
Tabell 3. Populationsutveckling över kort tid för nors, siklöja och sik. M.p representerar medelvärde per hektar för de senaste två åren (2023 - 2024, studieperiod), medan M.r är motsvarande medelvärde för de föregående fem åren (2018 - 2022, referensperiod). Förändringen i procent beräknas som: (studieperiod - referensperiod / referensperiod). Negativa värden indikerar en minskning i procent, medan positiva värden indikerar en ökning i procent. Skillnaden i medelvärden testades med en Chi-square-fördelning (Chisq), och det resulterande P-värdet anges. Kolumnen Förändring visar riktningen på populationsförändringen. Signifikanta förändringar ($p < 0,05$) visas med ett + eller -, medan marginellt icke-signifikanta förändringar ($p < 0,1$) visas med (+) eller (-). Rader utan värde innebär att ingen förändring kunnat påvisas.

Område	Art	M.p	M.r	Förändring %	Chisq	P-värde	Förändring
Dalbosjön	Nors >0+	2318	2372	-2	0	0,898	
Dalbosjön	Nors 0+	3874	6235	-38	3,8	0,05	(-)
Dalbosjön	Sik	13	13	0	0	0,916	
Dalbosjön	Siklöja >0+	101	87	16	0,4	0,525	
Värmlandssjön	Nors >0+	1260	1767	-29	2,3	0,134	
Värmlandssjön	Nors 0+	3035	3587	-15	1,7	0,199	
Värmlandssjön	Sik	3	5	-40	0,3	0,584	
Värmlandssjön	Siklöja >0+	101	109	-7	0,1	0,763	
Hela sjön	Nors >0+	1606	2042	-21	2,1	0,151	
Hela sjön	Nors 0+	3326	4650	-28	3,6	0,059	(-)
Hela sjön	Sik	6	8	-25	0,4	0,534	
	Siklöja >0+	101	99	2	0	0,936	

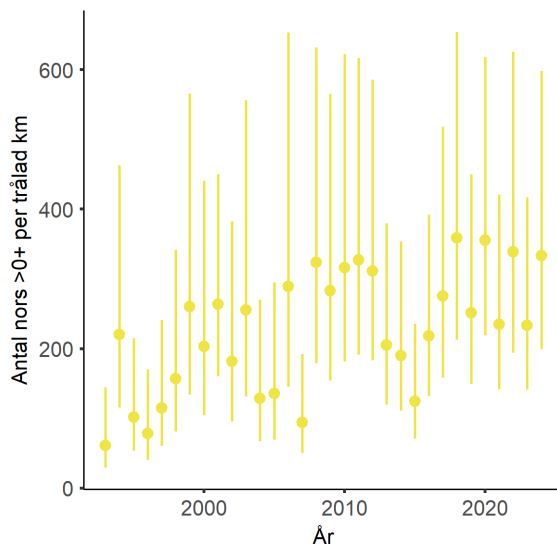
Tabell 4. Analys av kontinuerliga förändringar av abundans 2012 - 2024 för nors, sik och siklöja. "Beta" representerar regressionskoefficienten för regressionen av variabeln mot år. "Nedre" och "Övre" är det nedre och övre 95 %-iga konfidensintervallet för beta. Storleksklasserna anges i antal per hektar, och biomassan anges i kilogram (kg). Kolumnen Förändring anger riktningen på förändringen i antal. Signifikanta förändringar ($p < 0,05$) visas med ett + eller -, medan marginellt icke-signifikanta förändringar ($p < 0,1$) visas med (+) eller (-). Rader utan värde innebär att ingen signifikant förändring kunnat påvisas.

Område	Art	Beta	Nedre	Övre	Förändring
Dalbosjön	Nors >0+	78,2	3,2	134,2	+
Dalbosjön	Nors 0+	97	-187,7	395,5	
Dalbosjön	Siklöja >0+	-3,8	-12,2	2	
Dalbosjön	Sik	0,8	0,2	1,5	+
Värmlandssjön	Nors >0+	45	-4,2	130	(+)
Värmlandssjön	Nors 0+	77,3	-94,8	210,5	
Värmlandssjön	Siklöja >0+	-3,1	-9,3	1,3	
Värmlandssjön	Sik	0,3	0	0,8	+
Hela sjön	Nors >0+	55	2,1	117,7	+
Hela sjön	Nors 0+	78,9	-111,1	240,5	
Hela sjön	Siklöja >0+	-3,4	-9,7	0,9	
Hela sjön	Sik	0,4	0,1	1	+

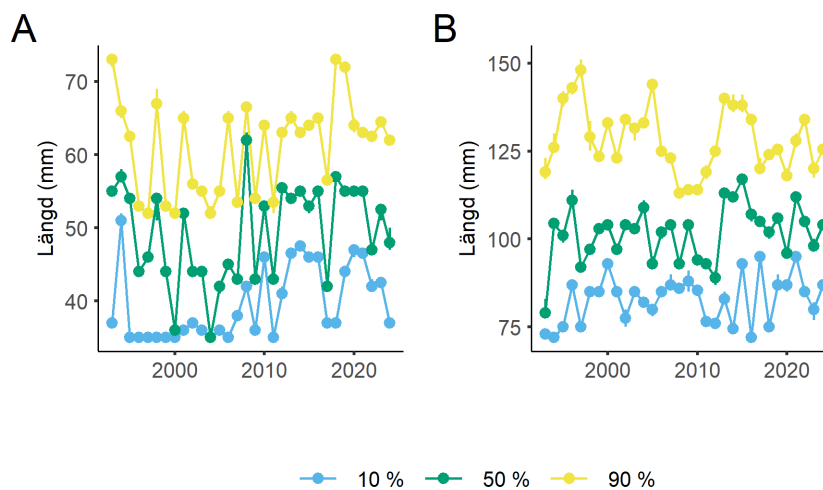
2.2.1 Nors



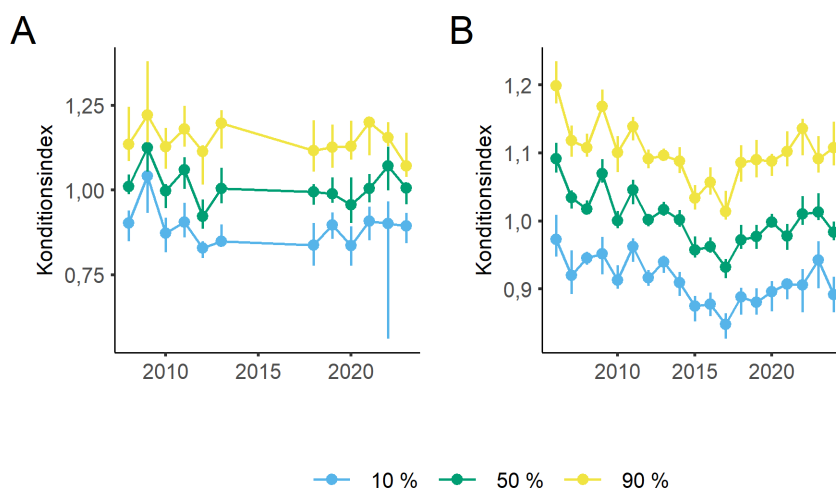
Figur 7. Antal ("A" och "C") och biomassa ("B" och "D") per hektar av årsyngel (0+, "A" och "B") och 1-årig och äldre nors (>0+, "C" och "D") 2012 - 2024 i Vänern. Värdena är medelvärden beräknade för hela Vänern ("HS") samt för bassängerna Dalbosjön ("DS") och Värmlandssjön ("VS"). Spridningen (vertikala linjer) visar 95 % konfidensintervall, skattade med bootstrap.



Figur 8. Antal av 1-årig och äldre (>0+) nors per trålad km i Vänern 1993 - 2024. Värdena är medelvärden beräknade för hela Vänern. Spridningen (vertikala linjer) visar 95 % konfidensintervall. Modellen kontrollerar för fiskedjup (se metoddelen).



Figur 9. Längdfördelning hos nors fångad i trålen per A) årsyngel 0+ och B) äldre >0+ 1993 - 2024. Den blå linjen illustrerar 10:e kvantilen, det vill säga det värde som 10 procent av individerna är mindre än. Den gröna linjen representerar 50:e kvantilen (medianen, det värde som hälften av individerna är mindre än). Den gula linjen representerar 90:e kvantilen (det värde som 90 procent av individerna är mindre än). Vertikala linjer visar osäkerheten (95 % konfidensintervall beräknade med bootstrap).



Figur 10. Fördelning i individuell kondition hos nors fångad i trålen uppruten i A) årsyngel 0+ och B) äldre >0+. Den blå linjen illustrerar 10:e kvantilen, det vill säga det värde som 10 procent av individerna är mindre än. Den gröna linjen representerar 50:e kvantilen (medianen, det värde som hälften av individerna är mindre än). Den gula linjen representerar 90:e kvantilen (det värde som 90 procent av individerna är mindre än). Vertikala linjer visar osäkerheten (95 % konfidensintervall beräknade med bootstrap). För A) hade allt för få 0+ individer blivit vägda och mätta 2014-2017.

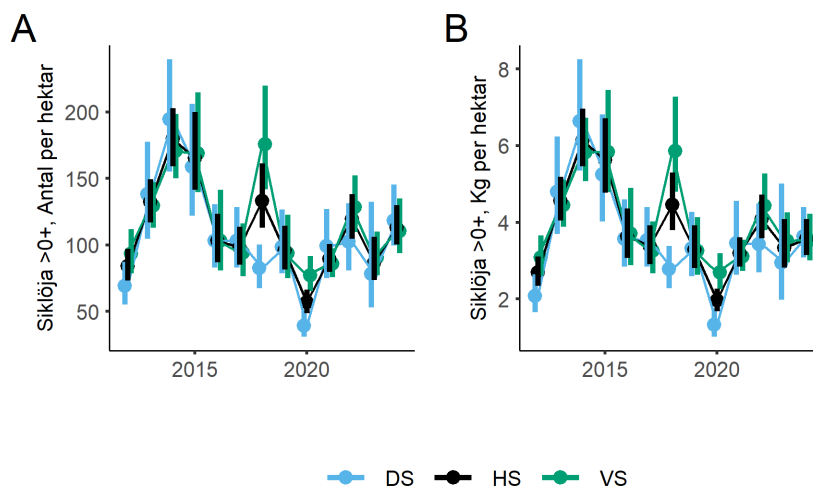
Nors är en betydelsefull bytesfisk, och de flesta individer blir inte särskilt långlivade. Jämfört med övriga stora sjöar i Sverige kan nors i Vänern dock bli både stor och gammal, med enstaka individer som når cirka 30 cm och upp till tio års ålder. Tillväxten hos dessa större individer verkar avta vid en längd omkring 20–25 cm, men för att ens nå sådana storlekar krävs att norsen övergår till fiskdiet, vilket vanligtvis sker vid en längd på cirka 15 cm. Majoriteten av norsarna genomgår dock inte detta skifte i diet och stannar därmed under 15 cm i längd.

För 2024 fortsatte nors att vara den till antal vanligaste fisken i öppet vatten med 4487 individer per hektar vilket motsvarade 84% av det totala antalet fiskar per hektar, och 54% av den totala biomassan per hektar. Av dessa var 63 % årsungar (0+; Figur 7). För Vänern som helhet och i Dalbosjön, fann vi minskad rekrytering av nors under testperioden (medelvärde av 2023 och 2024) jämfört med medelvärdet för de föregående fem åren (2018 – 2022; Tabell 3). Framförallt för 2024 var rekryteringen låg. Uppdelat på delbassänger förekom nors i Dalbosjön med 5629 individer per hektar (ha) vilket motsvarade 93% av det totala antalet fiskar per hektar, och 50% av den totala biomassan per hektar. Av avtalet nors i Dalbosjön var 54% årsungar (0+; Figur 7). I Värmlandssjön skattades mängden till 3 905 individer per hektar, motsvarande 78 % av det totala antalet fiskar och 57 % av biomassan per hektar (Figur 7). Av avtalet nors i Värmlandssjön var 67% årsungar (0+). På den längre tidsskalan fann vi signifikanta ökningar av ettårig och äldre nors i Dalbosjön, samt som trend för Vänern som helhet (Tabell 4). Tråldata visar att antalet 1-årig och äldre nors dock har varit mer stabilt (Figur 8). Dessa resultat baseras på ett beståndsindex som tar hänsyn till

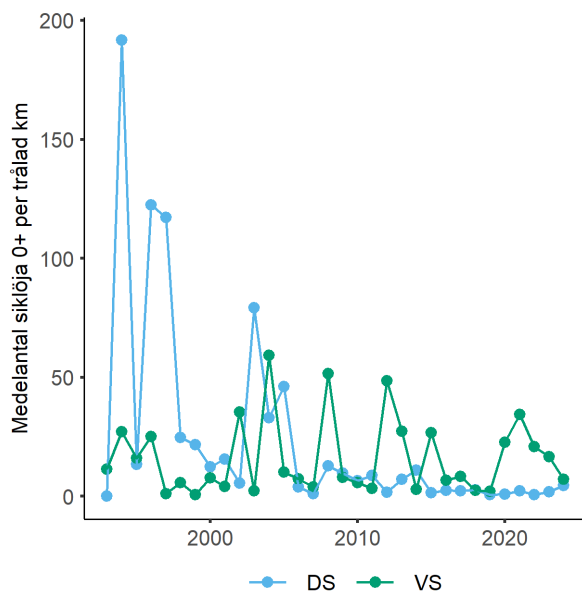
tråldjup, men viss osäkerhet kvarstår kring om metodavvikelser i tråldjupen kan ha påverkat resultaten.

Mellan 2008 och 2024 har vi inte noterat några signifikanta förändringar i fördelningarna av storlek eller kondition hos årsungar (0+) eller äldre nors (>0+) i Vänern (Figur 9 och Figur 10). Statistiken testar en linjär trend för hela tidsperioden, och tar inte hänsyn till avvikelser ifrån linjära samband. En visuell tolkning ifrån figurena ger ett intryck av att de ettåriga och äldre norsarnas kondition minskat mellan 2008 – 2017, följt av en återhämtning (Figur 10).

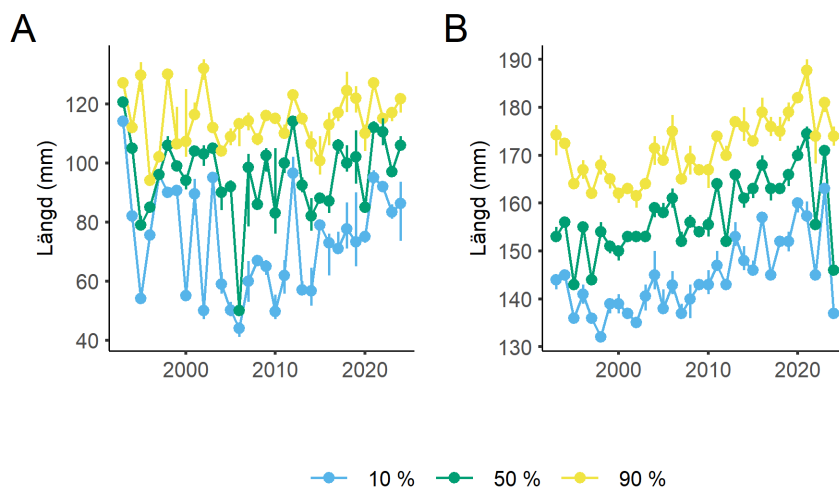
2.2.2 Siklöja



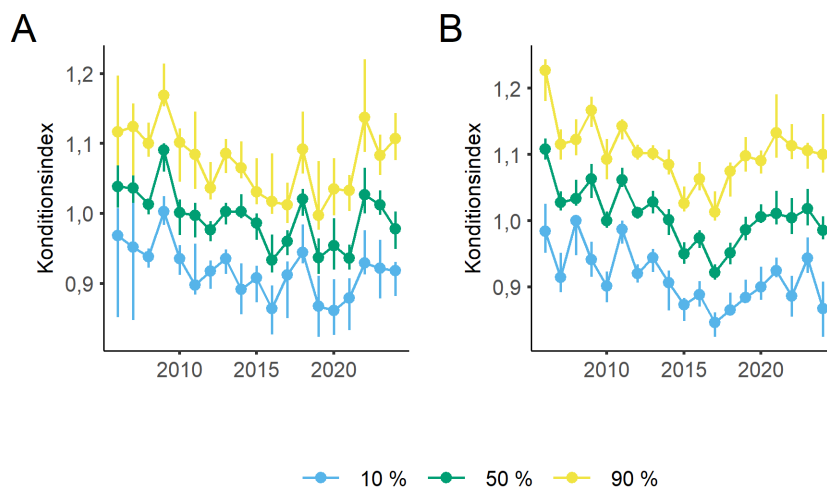
Figur 11. Antal ("A") och biomassa ("B") per hektar av 1-årig och äldre siklöja (>0+) 2012 - 2024 i Vänern. Värdena är medelvärden beräknade för hela Vänern ("HS") samt för bassängerna Dalbosjön ("DS") och Värmlandssjön ("VS"). Spridningen (vertikala linjer) visar 95 % konfidensintervall, skattade med bootstrap.



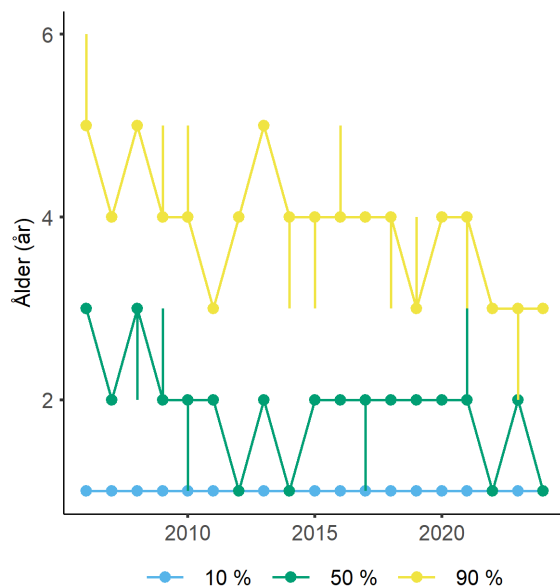
Figur 12. Antal årsyngel av siklöja (0+) per trålad km i Vänern 1993-2024. Punkterna representerar det aggregerade medelvärdet per delområde. DS = Dalbosjön, VS = Värmlandssjön.



Figur 13. Längdfördelning hos siklöja uppdelad i A) årsyngel 0+ och B) äldre >0+ 1993 - 2024. Den blå linjen illustrerar 10:e kvantilen, det vill säga det värde som 10 procent av individerna är mindre än. Den gröna linjen representerar 50:e kvantilen (medianen, det värde som hälften av individerna är mindre än). Den gula linjen representerar 90:e kvantilen (det värde som 90 procent av individerna är mindre än). Vertikala linjer visar osäkerheten (95 % konfidensintervall beräknade med bootstrap).



Figur 14. Fördelning i individuell kondition hos siklöja uppdelad i A) årsyngel 0+ och B) äldre >0+ mellan 2006 - 2024. Den blå linjen illustrerar 10:e kvantilen, det vill säga det värde som 10 procent av individerna är mindre än. Den gröna linjen representerar 50:e kvantilen (medianen, det värde som hälften av individerna är mindre än). Den gula linjen representerar 90:e kvantilen (det värde som 90 procent av individerna är mindre än). Vertikala linjer visar osäkerheten (95 % konfidensintervall beräknade med bootstrap).



Figur 15. Åldersfördelningen hos siklöja >0+ 2006 - 2024. Den blå linjen illustrerar 10:e kvantilen, det vill säga det värde som 10 procent av individerna är mindre än. Den gröna linjen representerar 50:e kvantilen (medianen, det värde som hälften av individerna är mindre än). Den gula linjen representerar 90:e kvantilen (det värde som 90 procent av individerna är mindre än). Vertikala linjer visar osäkerheten (95 % konfidensintervall beräknade med bootstrap).

Siklöjan är en snabbväxande art som under sitt första levnadsår uppnår en medellängd på 9,6 cm. Eftersom årsungarna (0+) befinner sig i samma storleksintervall som den numerärt dominerande norsen, var det inte möjligt att analysera antalet årsungar av siklöja per hektar i ekolodsdata. Under 2024 förekom ettåriga och äldre siklöjor (>0+) med 114 individer per hektar, vilket motsvarade 2 procent av det totala antalet fiskar och 21 procent av den totala biomassan per hektar (se Figur 11).

Förekomsten av >0+ siklöja var relativt jämnt fördelad mellan delbassängerna (Figur 11). Antalet årsungar (0+) var fortsatt lågt i Dalbosjön och minskade i Värmlandssjön jämfört med 2021-23 (Figur 12).

Vad gäller kroppslängd har inga signifikanta förändringar observerats hos årsungar (0+) under perioden (Figur 13). Däremot visar samtliga längdkvantiler en statistiskt säkerställd ökning hos ettåriga och äldre individer (>0+) mellan 1993 och 2024 (Figur 13). Trots ökningen över tid, var det en tydlig minskning i längderna för 2024, vilket skulle kunna förklaras av en dominans av ettåriga individer (Figur 15). Under perioden 2006–2024 har inga signifikanta förändringar i kondition observerats hos vare sig siklöja 0+ eller >0+ i Vänern (Figur 14).

Åldersfördelningen hos siklöja i Vänern visar att det så kallade Q90-värdet – den ålder som 90 procent av individerna är yngre än – har minskat mellan 2006 och 2024 (Figur 15). Minskningen uppskattas till -0,1 år per år (bootstrapat p-värde = 0,01), vilket kan tyda på en föryngring av beståndet, möjligtvis kombinerat med ökande dödlighet. Den totala dödligheten hos ettåriga och äldre siklöjor, beräknad utifrån ålder och längd på individer fångade mellan 2006 och 2024, skattades till 0,8 (95 % konfidensintervall: 0,7–1,01). Dödligheten kan framstå som hög, men är inom normalspannet för mindre fiskar. Det finns dock inget statistiskt stöd för att dödligheten har förändrats över tid. Trots ett högre fisketryck i Värmlandssjön jämfört med Dalbosjön, kunde inga signifikanta skillnader i total dödlighet mellan delbassängerna påvisas.

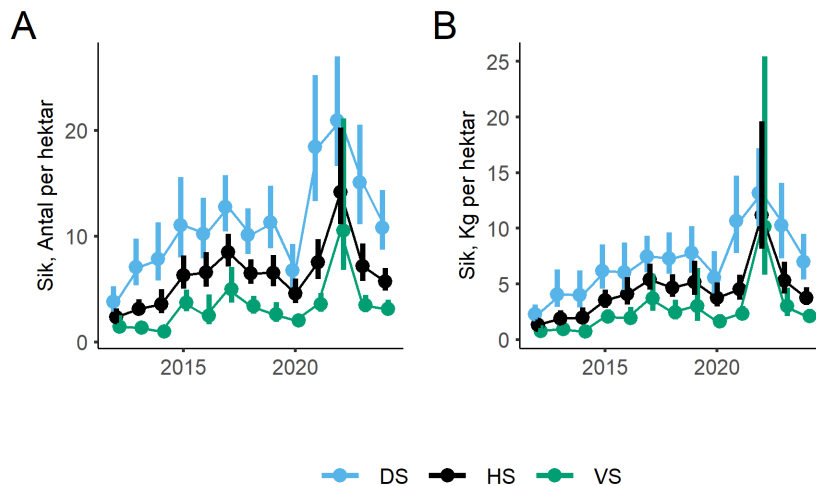
2.2.3 Övriga arter

Vi kan uppskatta antal per hektar av nors (0+ och >0+) och siklöja (>0+), och dessutom även sik, genom en kombination av hydroakustik och provtrålningar. När det gäller större arter, som endast tillfälligtvis fångas under provtrålningarna (exempelvis gädda, gös, lake, braxen och lax), är uppskattningarna mycket känsliga för fångstbarhet. Större rovfiskar kan simma undan trålen, vilket innebär en risk att de blir underrepresenterade i undersökningarna. Dessutom förekommer dessa stora rovfiskar i betydligt färre antal än sina bytesfiskar, vilket minskar sannolikheten att de fångas under de relativt korta provtrålningarna. Detta leder till att beståndsuppskattningen för dessa fiskar blir mer osäker.

För Vänern som helhet, och för Värmlandssjön har vi observerat en generell ökning i antalet ekon per hektar som motsvarar individer större än 40 cm. I Vänern kan dessa ekon representera braxen, gädda, gös, lake, lax, sik eller öring. Det är dock svårt att entydigt

avgöra vilken art en stor del av dessa ekon tillhör, då trålfångst av enstaka individer påverkar sannolikheterna i alltför stor utsträckning. Beståndsuppskattningarna för sik bör därför tolkas med försiktighet, och variationer mellan enskilda år bör inte betraktas som plötsliga beståndsminskningar.

Sik



Figur 16. Antal ("A") och biomassa ("B") per hektar av sik 2012 - 2024 i Vänern. Värdena är medelvärden beräknade för hela Vänern ("HS") samt för delbassängerna Dalbosjön ("DS") och Värmlandssjön ("VS"). Spridningen (vertikala linjer) visar 95 % konfidensintervall, skattade med bootstrap.

I Dalbosjön skattades mängden sik till 11 individer per hektar vilket motsvarade 30 % av den totala biomassan i Dalbosjön. I Värmlandssjön skattades mängden sik till 3 individer per hektar vilket motsvarade 15 % av den totala biomassan i Värmlandssjön. I Vänern tyder resultaten från hydroakustik med provtrålning på att antalet sikar per hektar ökat sedan 2012 (Tabell 4 och Figur 16). Detta resultat, i kombination med de ökande storlekarna av sik i Vänern (Rogell 2025), tyder på att antalet större sik i Vänern ökar. Dessa ökningar beror sannolikt på det numer låga yrkesfisket efter sik (HaV 2024). Det är dock viktigt att tolka detta resultat försiktigt på grund av de osäkerheter som nämns ovan.

Referenser

- Balk H, Lindem T (2004) *Sonar4 and Sonar5-Pro. Post processing system. Operator manual v5.9.4*. Lindem Data Acquisition. 405.
- [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).
- Hadfield JD (2010). *MCMC Methods for Multi-Response Generalized Linear Mixed Models: The MCMCglmm R Package*. Journal of Statistical Software (2). <https://doi.org/10.18637/jss.v033.i02>
- HaV (2024). *Fiskbarometern 2024*. [Fiskbarometern – tillstånd och trender för fisk och skaldjur](#)
- Love, R.H., 1971. Dorsal aspect target strength of an individual fish. J. Acoust. Soc.Am. 49, 816–823.
- Millar RB. A better estimator of mortality rate from age-frequency data. Can J Fish Aquat Sci. mars 2015;72(3):364–75.
- Ricker WE (1975). *Computation and interpretation of biological statistics of fish populations*. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, Bulletin 191, Ottawa.
- Rogell, B (2025). *Nätprovfisket i Väneren 2024*. Aqua notes 2025:7. Uppsala: Institutionen för akvatiska resurser. <https://doi.org/10.54612/a.38d4dbbpbu>

Tack

Malin Hällbom, Olavi Kaljuste, Magnus Kokkin, Svend Koppetsch, Magnus Larsson, Thommy Möller, John Persson, Ola Renman, Jennie Strömquist, Linda Söderberg, Birgitta Söör Ekstrand och Rickard Yngwe.