



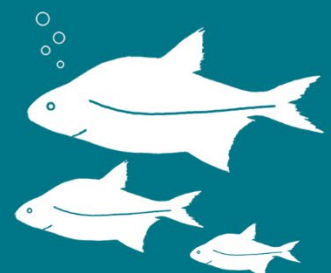
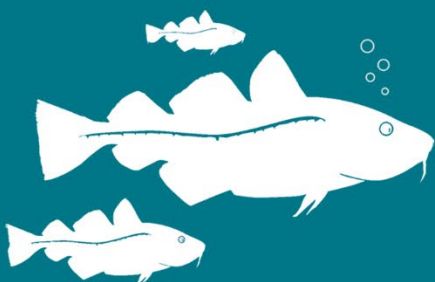
# Aqua notes 2023:13

## Pelagisk fisk i Vänern 2022

---

Björn Rogell, Thomas Axenrot

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Institutionen för akvatiska resurser





# Pelagisk fisk i Vänern 2022

*Pelagic fish in Lake Vänern 2022*

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 **02012-2023** (SLU-ID: **SLU.aqua.2022.5.1-257**) och Vänerns vattenvårdsförbund

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

**Publikationsansvarig:** Noél Holmgren, 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:** 2023  
**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:** 2023:13  
**ISBN (elektronisk version):** 978-91-8046-876-3  
**DOI:** <https://doi.org/10.54612/a.7e64699np6>  
**Nyckelord:** beståndsanalys, resursövervakning.  
**Rekommenderad citering:** Rogell, B, Axenrot, T, (2023). Pelagisk fisk i Vänern 2022. Aqua notes 2023:13. Uppsala: Institutionen för akvatiska resurser.  
<https://doi.org/10.54612/a.7e64699np6>

## Uppdatering:

© 2023 Björn Rogell, Thomas Axenrot

Detta verk är licenserat under CC BY 4.0, andra licenser eller upphovsrätt kan gälla för illustrationer.



## Sammanfattning

Sötvattenslaboratoriet vid Institutionen för akvatiska resurser, SLU, genomförde 2022-08-15 och 2022-08-29 en hydroakustisk undersökning i Vänern, uppdelad i fyra delområden. Undersökningen är en del av årliga hydroakustiska undersökningar som utförs i Mälaren, Vänern och Vättern. De delområden som undersöktes var Dalbosjön Nord (DS N), Dalbosjön Syd (DS S), Värmlandssjön Nord (VS N) och Värmlandssjön Syd (VS S). Det var möjligt att analysera beståndstrender för fyra kombinationer av art och åldersklass (nors >0+, nors 0+, sik och siklöja >0+). Beståndstrender för yngre siklöja (0+) undersöktes genom förekomster i tråldrag. Jämförelser över tid utfördes genom att jämföra medelvärdet för de senaste två åren (2022 och 2021), med medelvärdet för en referensperiod bestående av de fem föregående åren (2016-2020). Mer detaljerade resultat ges endast för siklöja och nors då övriga arter inte fångades i tillräckliga antal för bedömning av bestånden.

- Sett till antal fiskar bestod det pelagiska fisksamhället i augusti till 49 % av små bytesfiskar (<81 mm), huvudsakligen årsyngel av nors.
- Den totala biomassan och antalet stora fiskar har ökat i hela Vänern.
- Nors dominerade både till antal och biomassa, och utgjorde 96 % av antalet fiskar och 58 % av den totala biomassan. Norsbeståndet har varit relativt stabilt en längre tid. För 2021 noterades en ovanligt stark rekrytering i Dalbosjön Syd, vilket 2022 lett till en ökning av beståndet (1-årig och äldre) där.
- Siklöjan har tre år i rad (2020-2022) haft god rekrytering i Värmlandssjön Syd. Beståndet av 1-årig och äldre siklöja visar en icke signifikant ökande trend i Värmlandssjön Nord. Dalbosjön har haft en mer oförändrad populationsutveckling över tid.
- Sikbeståndet ökar i Norra Dalbosjön.

## Summary

The Department of Aquatic Resources, SLU, carried out a hydroacoustic surveys with trawling in Lake Vänern in autumn 2022. The survey was carried out between 2022-08-15 and 2022-08-29, and is one of the series of annual hydroacoustic surveys carried out in Mälaren, Vänern and Vättern. The sub-areas investigated where Dalbosjön North (DS N), Dalbosjön South (DS S), Värmlandssjön North (VS N) and Värmlandssjön South (VS S). It was possible to analyze trends for four combinations of species and age class (smelt >0+, smelt 0+, whitefish and vendace >0+). Stock trends for juvenile vendace (0+) were investigated through occurrences in trawl catches. Comparisons over time were performed by comparing the average of the last two years (2022 and 2021), with the average of a reference period

consisting of the previous five years (2016-2020). More detailed results are only given for vendace and smelt, as the other species were not caught in sufficient numbers to assess the stocks.

- In terms of the number of fish, the pelagic fish community in August consisted of 49% of small prey fish (<81 mm), mainly fry of smelt.
- The total biomass, and the number of large fish have increased throughout Lake Vänern.
- Smelt dominated both in number and biomass, accounting for 96% of the number of fish and 58% of the total biomass. The smelt stock has been relatively stable for a long time. For 2021, an unusually strong recruitment was noted in Dalbosjön South, which in 2022 led to an increase in the stock of older smelt (1-year-old and older) in Dalbosjön South.
- Vendace has had good recruitment in Värmlandssjön South for three years in a row (2020-2022). The stock of 1-year-old and older Vendace shows a non-significant increasing trend in Värmlandssjön North. Dalbosjön has had a more stable population development over time.
- The stock of whitefish is increasing in Dalbosjön North.

# Innehållsförteckning

<b>1. Inledning</b> .....	<b>9</b>
1.1. Det pelagiska fisksamhället.....	9
1.2. Övervakningsmetod.....	10
1.3. Statistisk analys.....	11
1.4. Miljöförhållanden .....	13
<b>2. Resultat</b> .....	<b>14</b>
2.1. Övergripande resultat.....	14
2.2. Artspecifika resultat .....	18
2.2.1. Nors .....	18
2.2.2. Siklöja .....	19
2.2.3. Övriga arter .....	21
<b>3. Diskussion</b> .....	<b>23</b>
3.1. Fisktäthet och biomassa.....	23
3.2. Förvaltning .....	23
3.3. Förslag.....	24
3.3.1. Telemetry av större fiskarter .....	24
<b>4. Erkännanden</b> .....	<b>25</b>
<b>Referenser</b> .....	<b>26</b>



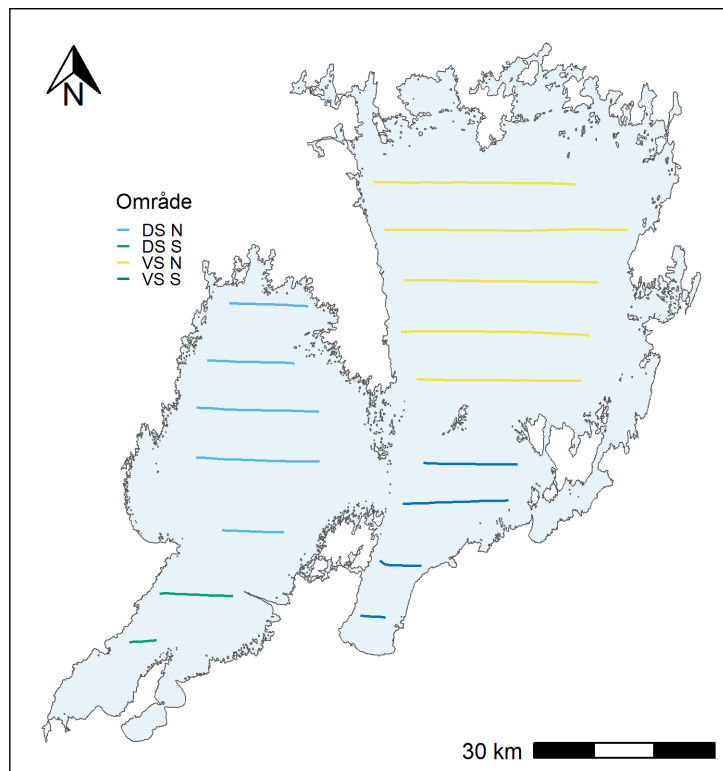


# 1. Inledning

## 1.1. Det pelagiska fisksamhället

I stora och djupa sjöar som Vänern utgör öppet vatten (pelagialen) den största delen av vattenvolymen, som därför också står för merparten av sjöns biologiska produktion. Därför är de pelagiska organismerna – växtplankton, djurplankton och pelagisk fisk – mycket betydelsefulla för ekosystemet i stora sjöar. För fisket är några arter i det pelagiska fisksamhället särskilt betydelsefulla, som t.ex. siklöja, gös och lax. Norsen, som inte fiskas är kanske ändå nyckelarten i Vänerns ekosystem genom att den är så talrik och eftertraktad som bytesfisk av rovfiskarna. I en studie om sikløjans populationsstruktur i Vänern gav några av de undersökta parametrarna stöd för en möjlig uppdelning på två bestånd, Värmlands- respektive Dalbosjön (Axenrot, Sandström & Palm, inte publicerad). Då beståndsutveckling och rekryteringsframgång för både nors och siklöja skiljt sig åt mellan huvudbassänger och områden över åren redovisas områden var för sig.

## 1.2. Övervakningsmetod



Figur 1. Karta över de hydroakustiska transekter som kördes 2022 i SLU:s årliga undersökningar i Vänern. DS N = Dalbosjön Norra, DS S = Dalbosjön Södra, VS N = Värmlandssjön Norra och VS S = Värmlandssjön Södra.

De pelagiska fiskbestånden i Vänern övervakas årligen med hydroakustik kombinerat med provtrålning, med stöd från Havs- och vattenmyndigheten och Vänerns vattenvårdsförbund. Övervakningen utgör även en del av det nationella miljöövervakningsprogrammet. Undersökningarna har genomförts årligen sedan 1995 och utförs med vetenskapliga ekolod som nattetid (i mörker) samlar in hydroakustiska data längs 16 transekter tvärs över sjön (Figur 1). Från 2006 används ett nytt 120 kHz ekolod som kompletterades 2011 med ett 38 kHz ekolod (Simrad EK60/80 med ES120 7C och ES38B). Att kombinera olika frekvenser (s.k. multifrekvens) förbättrar precisionen i fiskundersökningarna och ger möjlighet att studera andra organismer i ekosystemet, som t.ex. pungräkor och djurplankton (Axenrot m fl. 2009, Ragnarsson Stabo m fl. 2014). Under dessa nära 30 år har såväl hård- och mjukvara samt analystekniska möjligheter utvecklats. För att undvika avvikelser i tidsserierna som förklaras av metodologiska snarare än biologiska skillnader, presenterar vi i den här rapporten data ifrån 2012-2022 där samtliga steg är standardiserade. Hydroakustiska data kompletteras med provtrålningar av pelagialen som utförs på olika djup i de fyra delar av sjön som undersöks. Trålningen ger information om art- och storlekssammansättning i de

undersökta fiskbestånden. Provtrålningarna genomförs i samband med ekolodningen i respektive område och är avsedda att fånga de vanligast förekommande fiskarna i öppet vatten. Större fiskar med god simförmåga kan undkomma trålen och riskerar därför att bli underrepresenterade, vilket ger sämre precision i beståndsskattningen. Från 2008 används forskningsfartyget U/F Asterix. Fortlöpande utveckling av tolkningen av hydroakustiska data sker genom kunskapsutbyte med forskare i Europa, Nordamerika och Internationella havsforskningsrådet (Ices) samt i olika projekt. Undersökningarna följer den europeiska standarden för beståndsskattning av fisk med ekolodning i sötvatten som gäller sedan 2014 (CEN, 2014). Hydroakustiska data extraherades och analyserades med mjukvaran Sonar5 (Balk & Lindem 2004). Ekoloden var kalibrerad i enlighet med Foote et al. (1987) och rekommendationer av tillverkaren (Simrad A/S). Akustiska ekon som var mindre än 50 cm från botten exkluderades för att utesluta eventuella 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. Distansen av de undersökta områdena 2022 var 84 km i Dalbosjön Nord ("DS N"), 17,7 km i Dalbosjön Syd ("DS S"), 142,7 km i Värmlandssjön Nord ("VS N") och 45,5 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: (9-14, 15-20, 18-23 och 31-36 m), DS S: (5-10 och 9-14 m), VS N: (5-10, 18-23, 31-36 och 36-41 m) och VS S: (5-10, 9-14, 18-23, 22-27 och 31-36 m).

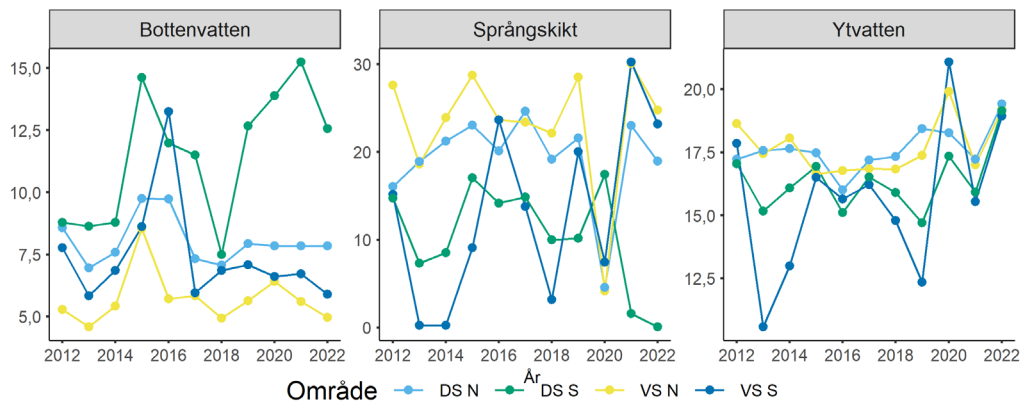
### 1.3. Statistisk analys

De hydroakustiska transekterna undersöktes med avseende på rumslig autokorrelation för antal detekterade ekon, och delades därefter in i deltransekter med en längd av ~1000 meter för att få statistiskt oberoende replikat. Deltransekterna var även indelade i 5m djuplager för att ge en möjlighet att analysera djup samt djup över botten. Deltransekter med 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 ansågs representativa för medelfisktätheterna i sjön. Tråldata användes för att passa ett klassificerings träd, 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 (faktoriell variabel). Positionering relativt språngskiktet definierades som om fisken befann sig över eller under ett detekterat språngskikt. I de fall där ett språngskikt inte detekterades klassades fisken till att befinna sig under

språngskiktet. För de arter som vi skattar rekrytering (nors och siklöja) användes ålders- och längddata. För de icke ålderslästa individerna i trålfångsterna, predikterades årsungar (0+) och äldre individer (>0+) ifrån 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. Arter som var representerade med mindre än 50 individer (av de totala trålfångsterna mellan 2012-2022) filterades bort före analys. Klassificeringsträdet användes därefter för att tillskriva artidentitet för samtliga hydroakustiska detektioner ifrån varje djuplager och deltransekt. Total biomassa skattades som summan av biomassan för de olika arterna. För skattningen av lutningen på regressionen mellan biomassa per storleksklass, och de 35 storleksklasserna, användes inte artklassificerat data. Anledningen är att flertalet arter förekommer i flera av de 35 storleksklasser som extraherades. I detta fall skattades biomassan per storleksklass som produkten av antalet fiskar och vikten av en genomsnittlig fisk i varje storleksklass. Vikten för en enskild fisk i en given storleksklass skattades i sin tur genom generell allometrisk modell (där vikt förklaras av längd och art). Modellen förklarade > 95 % av variationen i vikt, vilket innebär att artspecifika förhållanden mellan vikt och längd knappast ger någon större felkälla.

Förändringar över tid undersöktes genom att testa skillnader i medelvärde mellan de två senaste åren (2021 och 2022), mot medelvärdet av en fem års referensperiod (2016-2020, se tabell 1). I dessa modeller inkluderades år som en slumpmässig variabel. Årsungar av siklöja var i samma storleksklass som den numerärt betydligt mer frekventa norsen, vilket ledde till att klassificeringen av årsungar av siklöja var för osäker. För årsungar av siklöja baseras därför skattningen på enbart trålfångster i stället för hydroakustiska data.

## 1.4. Miljöförhållanden

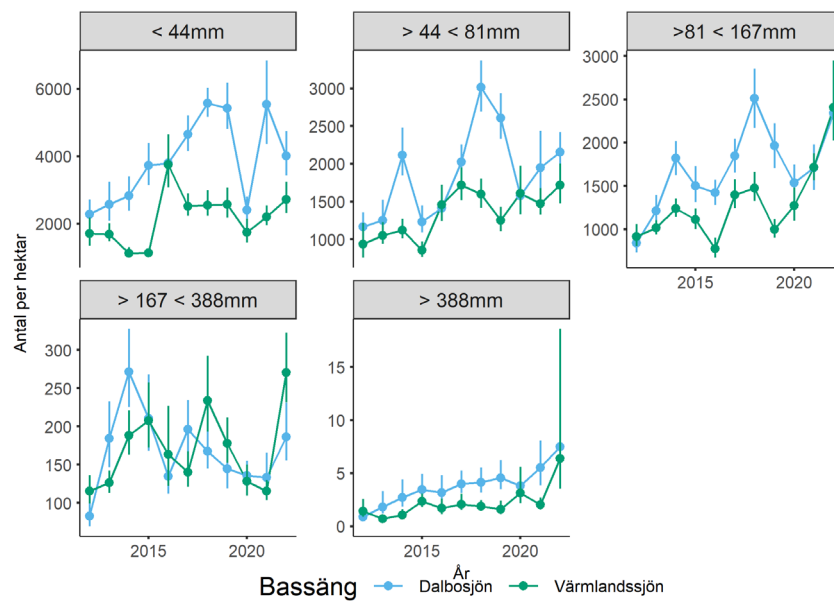


Figur 2. Temperatur i yt - och bottenvatten (C), samt språngskiktets djup i meter för Vänern, uppdelad i de fyra undersökta områdena. När språngskiktet var så otydligt att det inte kunde detekteras, anges det som 0 i grafen. DS N = Dalbosjön Norra, DS S = Dalbosjön Södra, VS N = Värmlandssjön Norra och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

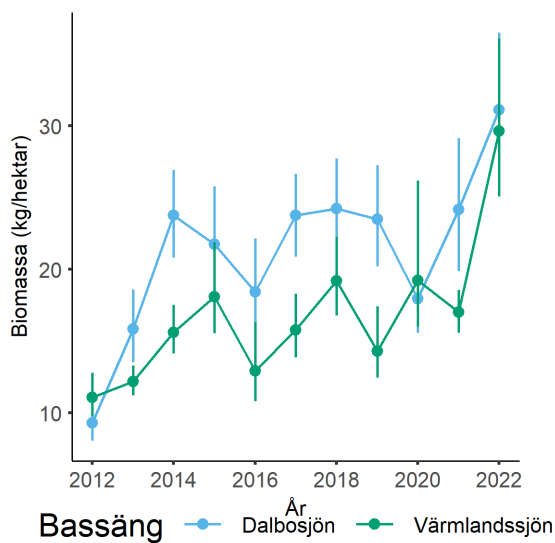
De områden vi undersöker skiljer sig åt i djup. För de hydroakustiska transekterna i respektive område var max- och medeldjup 2022 DS N: 68,6 /41,7 m, DS S: 15,7 /13,3 m, VS N: 84,4 /52,5 m och VS S: 36,7 /23,4 m . Ytvattentemperaturerna var relativt varma år 2022, framförallt i DS S (Figur 2). Språngskikt saknades även i DS S.

## 2. Resultat

### 2.1. Övergripande resultat

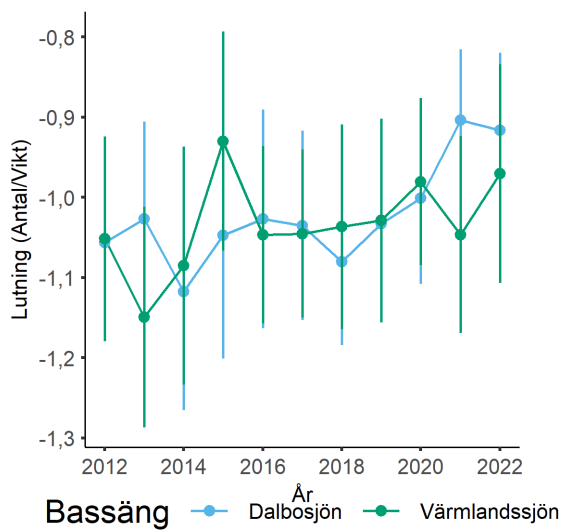


Figur 3. Antal fiskar per hektar (oavsett art) och år (2012-2022) för fem olika storlekklasser, <44 mm, 44 - 81 mm, 81 – 167 mm, 167 – 388 mm och > 388 mm (omräknade från ekostyrka). Värdena är medelvärden beräknade för Dalbosjön och Värmlandssjön, och spridningen (vertikala linjer) visar 95 % konfidensintervall, skattade med bootstrap.



Figur 4. Biomassa (kg) per hektar och år (2012-2022). Värdena är medelvärden för Dalbosjön och Värmlandssjön med 95 % konfidensintervall, skattade med bootstrap.

Den totala fisktätheten i öppet vatten (pelagialen) var 7 666 fiskar per hektar år 2022, vilket var högre än medelvärdet för referensperioden (de senaste 5 åren: 6 835). Nedbrutet på storleksklasser så ökade antalet fiskar i alla storleksklasser >80 mm. Den största storleksklassen (>390 mm) har haft en kontinuerlig ökning i Dalbosjön, och i Värmlandssjön mellan 2021 och 2022 (Figur 3). Biomassan fiskar per hektar har ökat i Väneren (Figur 4). För 2022 noterades 30,2 kg per hektar, dvs. en ökning jämfört med medelvärdet för de fem tidigare åren (2016 - 2021: 18,8). Ökningen i biomassa över tid är signifikant, och likartad i både Dalbosjön och Värmlandssjön (Dalbosjön,  $\beta = 1,22$ , 95 % CI = 0,90; 1,55, Värmlandssjön,  $\beta = 1,11$ , 95 % CI = 0,78; 1,39). Biomassa per hektar är starkt kopplat till antalet större fiskar i trålfångsterna (såsom sik och siklöja) och som detekteras i hydroakustiken (Figur 3 och 4). Större fiskar som gös, lax och öring fångas sällan i tråldragen eftersom de kan simma ifrån trålen i större utsträckning än små fiskar. En väsentlig del av den högre biomassan av stora fiskar kan bero på ett större antal större fiskar som inte kunnat bestämmas till art. Vi noterar dock att mängden sik har ökat kontinuerligt i nordvästra Väneren. Andelen småfisk (<81 mm), som årsyngel av nors, utgjorde 49 % av det totala antalet fiskar, dvs. till antal bestod beståndet vid undersökningen (september) till hälften av små bytesfiskar.



Figur 5. Lutningen från en linjär regression där logaritmen av antal förklaras av logaritmen av storleksklass (biomassa i gram) per år (2012-2022). Värdena representerar därmed förhållandet mellan antalet stora och små fiskar. Analysen utfördes för både Dalbosjön och Värmlandssjön. Ju högre värde (närmare noll) desto flackare lutning, vilket motsvarar relativt färre små fiskar eller relativt fler stora fiskar. Vertikala linjer anger 95 % konfidensintervall.

Förhållandet mellan antalet stora och små fiskar kan kvantifieras genom att beräkna lutningen på en logaritmerad 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. Trots ökande antal större fiskar i både Dalbosjön och Värmlandssjön har andelen potentiella rovfiskar varit relativt stabil under 2012-2022 (Figur 5). Det beror sannolikt på att även motsvarande ökningarna i antalet mindre fiskar. Sammantaget har den totala fiskbiomassan i pelagialen ökat, ungefär med en faktor 3 (figur 4).

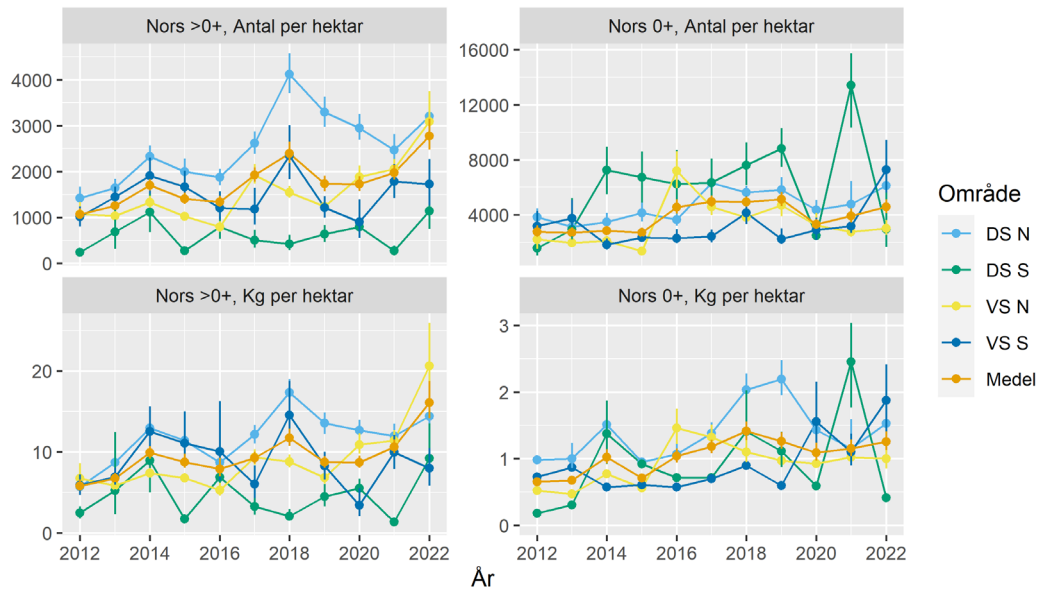


Tabell 1. Populationsutvecklingen för de arter som vi detekterar i den årliga hydroakustiska undersökningen i Väneren. Resultaten bryts ned på område och art (eller kombination av art och ålder (årsyngel 0+ respektive ettåriga och äldre >0+). M.p är medelvärdet för antal per hektar för de senaste två åren (2021 och 2022), M.r är motsvarande medelvärde för de föregående fem åren (2016-2020), 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 Chisquare-fördelning (Chisq), och ges med det resulterande P-värdet. Kolumnen Förändring anger riktningen på populationsförändringen. Signifikanta ( $p < 0,05$ ) öknningar och minskningar visas som + och -. Marginellt icke-signifikanta ( $p < 0,1$ ) populationsförändringar visas som (+) och (-). De fall där ingen förändring kan påvisas visas ej. DS N = Dalbosjön Norra, DS S = Dalbosjön Södra, VS N = Värmlandssjön Norra och VS S = Värmlandssjön Södra.

Område	Art	M.p	M.r	Förändring %	Chisq	P-värde	Förändring
DS N	Nors >0+	2845	2971	-4	0	0,848	
	Nors 0+	5479	5153	6	0,1	0,724	
	Sik	20	13	54	7,5	0,006	+
	Siklöja >0+	142	134	6	0,1	0,759	
DS S	Nors >0+	716	631	13	0,1	0,734	
	Nors 0+	8177	6293	30	0,3	0,565	
VS N	Nors >0+	2572	1486	73	6,1	0,014	+
	Nors 0+	2881	4686	-39	2,7	0,1	
	Sik	4	3	33	0,1	0,709	
	Siklöja >0+	169	101	67	2,6	0,108	
VS S	Nors >0+	1758	1367	29	0,9	0,351	
	Nors 0+	5230	2795	87	3,9	0,047	+
	Sik	2	3	-33	0	0,936	
	Siklöja >0+	72	147	-51	1,2	0,283	
Hela sjön	Nors >0+	2380	1827	30	2,4	0,12	
	Nors 0+	4254	4580	-7	0,3	0,576	
	Sik	7	6	17	1,2	0,272	
	Siklöja >0+	133	107	24	0,8	0,37	

## 2.2. Artspecifika resultat

### 2.2.1. Nors



Figur 6. Antal och biomassa av nors, årsyngel (0+) och 1-årig och äldre (>0+) mellan 2012-2022 i Väneren, uppdelad i de fyra delområden vi undersöker, samt medelvärdet för Väneren. Punkterna representerar medelvärden och felstaplarna representerar 95 % konfidensintervall (beräknade med bootstrap). DS N = Dalbosjön Norra, DS S = Dalbosjön Södra, VS N = Värmlandssjön Norra och VS S = Värmlandssjön Södra.

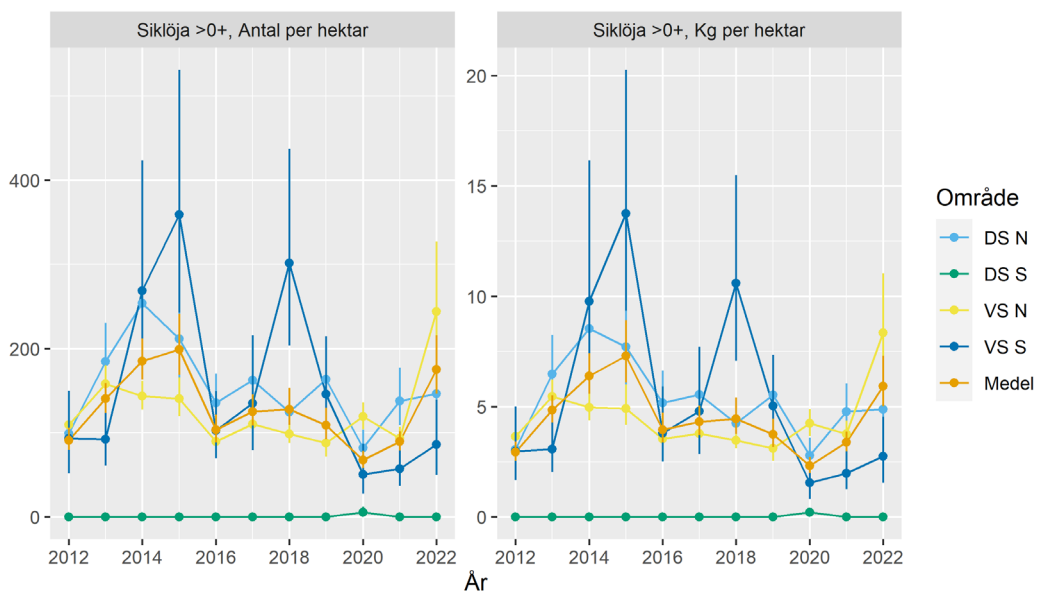
Nors är en betydelsefull bytesfisk och flertalet blir inte så långlivade. Jämfört med övriga stora sjöar i Sverige kan norsen i Väneren bli relativt stor och gammal, med enstaka individer omkring 30 cm och tio års ålder. Tillväxten för dessa större norsar verkar minska runt 20-25 cm, men för att alls nå dessa längder måste den enskilda norsen skifta till fiskdiet, vilket sker vid en storlek på ca 15 cm. Flertalet norsar byter inte till fiskdiet och stannar på längder under 15 cm. Statusen för norsbeståndet i Väneren har bedömts vara stabil med regelbunden rekrytering och jämförelsevis måttlig naturlig dödlighet (Axenrot 2018). Den årliga undersökningen med datainsamling i Vänerens öppna vatten sker under andra halvan av augusti. Tidpunkten är vald för att även kunna registrera årsklasstyrkan för rekryteringen, dvs. mängden årsyngel ett enskilt år. Storleksfördelningen av nors i tråldragen styrs på så sätt av tidpunkten för undersökningen med mycket årsyngel i fångsterna. Beträffande andelen årsyngel skiljer sig fördelningen ofta åt mellan de två huvudbassängerna där Dalbosjön oftast har störst andel årsyngel, speciellt i den södra delen av Dalbosjön.

Under perioden 2012-22 har rekryteringen (antal årsungar, 0+) varit god med en andel årsungar mellan 70-84 %. År 2019 noterades den högsta andelen hittills med

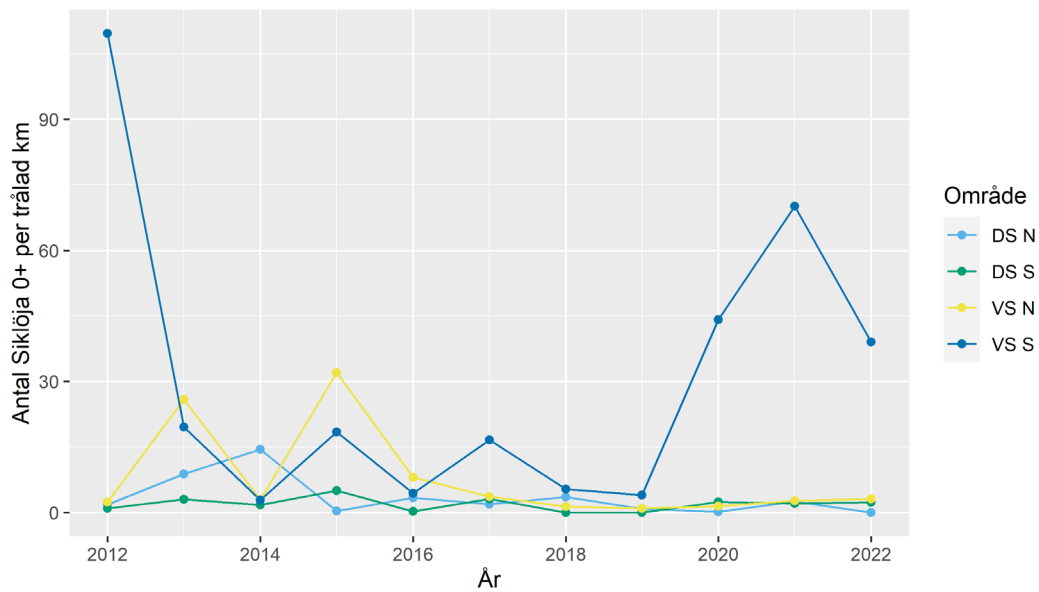
84 % men 2020 minskade den till en mer normal nivå. För 2022 fortsatte nors att vara den till antal vanligaste fisken i öppet vatten. I Dalbosjön skattades mängden nors till 8 389 individer per hektar vilket motsvarade 97 % av det totala antalet fiskar i Dalbosjön, och 48 % av den totala biomassan i Dalbosjön. Av antalet nors i Dalbosjön var 66 % årsungar (0+), (Figur 1 och 6, tabell 1). Antalet vuxen nors i Dalbosjön varierar betydligt mellan olika områden. I norra Dalbosjön (DS N, Figur 6) återfinns de antalsmässigt största förekomsterna av 1-årig och äldre nors i Vänern, medan dessa är relativt fåtaliga i södra Dalbosjön (DS S, Figur 1 och 6, tabell 1). Norsens rekrytering (dvs antalet årsyngel, 0+ per hektar) visar dock på ett motsatt mönster och den är regelbundet som starkast i södra Dalbosjön (DS S, Figur 1 och 6, tabell 1).

I Värmlandssjön skattades antalet nors till 6 820 individer per hektar vilket motsvarade 96 % av det totala antalet fiskar, och 63 % av den totala biomassan. Av antalet nors i Värmlandssjön var 60 % årsungar (0+), vilket är en ganska låg siffra (Figur 6, tabell 1). Antalet nors per hektar, både årsyngel och 1-årig nors och äldre, varierar betydligt mindre mellan områden i Värmlandssjön jämfört med Dalbosjön (figur 6).

### 2.2.2. Siklöja



Figur 7. Antal och biomassa av årsyngel (0+) och 1-årig och äldre (>0+) av siklöja mellan 2012-2022 i Vänern, uppdelad på de fyra områden vi undersöker, samt medelvärdet för Vänern. Punkterna representerar medelvärden och felstaplarna representerar 95 % konfidensintervall (beräknade med bootstrap). DS N = Dalbosjön Norra, DS S = Dalbosjön Södra, VS N = Värmlandssjön Norra och VS S = Värmlandssjön Södra.



Figur 8. Antal årsungar av siklöja (0+) per trälad kilometer 2012-2022 i Väneren, uppdelat på de fyra delområdena. DS N = Dalbosjön Norra, DS S = Dalbosjön Södra, VS N = Värmlandssjön Norra och VS S = Värmlandssjön Södra.

I Dalbosjön skattades beståndet av siklöja (1-årig och äldre, >0+) till 120 individer per hektar vilket motsvarade 1,44 % av det totala antalet fiskar, och 13 % av den totala biomassan.

I Värmlandssjön skattades mängden siklöja till 204 individer per hektar vilket motsvarade 2,9 % av det totala antalet fiskar, och 23 % av den totala biomassan. Rekryteringen av siklöja var 2020-2022 stark i den södra delen av Värmlandssjön (VS S, Figur 8, tabell 1). Vi noterar att beståndet av siklöja (>0+) tenderar att ökar i norra Värmlandssjön. Förändringen är dock inte statistiskt signifikant (Figur 7, tabell 1).

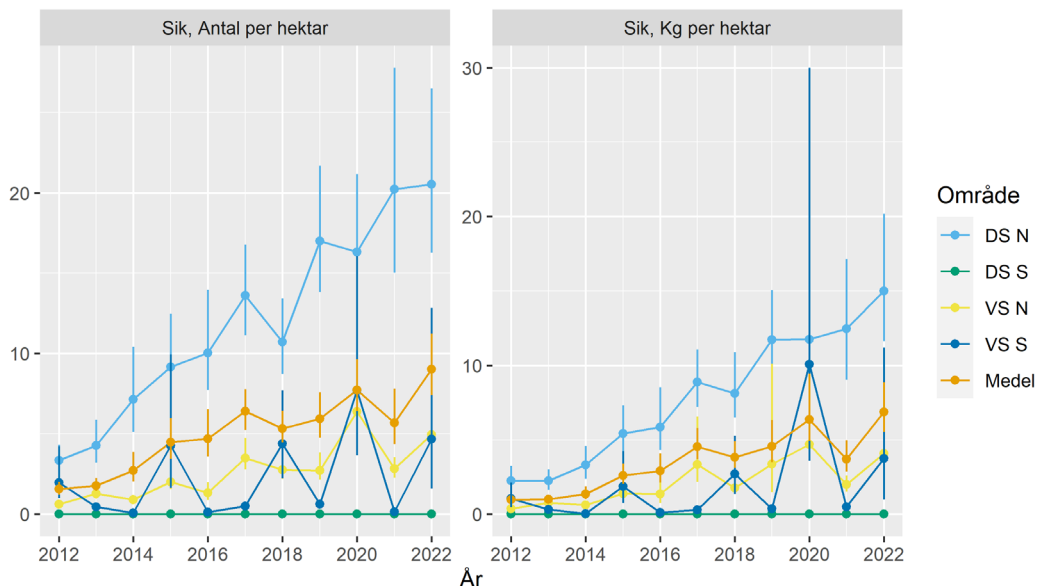
Siklöjan växer mycket snabbt som ung och enstaka individer kan vara 16 cm redan i september under sitt första levnadsår (medel 14 cm), vilket gör att en ökning av antalet siklöjor snabbt leder till en större mängd biomassa. Siklöjebeståndet försvagades kraftigt 1998, vilket avspeglades såväl i den oberoende hydroakustiska beståndsskattningen som i yrkesfiskestatistiken med en motsvarande kraftig nedgång i landningarna av siklöja. Från 1998 mer än halverades landningarna jämfört med 1996 och 1997 och varierar därefter mellan 160 och 300 ton. Fler faktorer än beståndsstorlek kan emellertid påverka fångsternas storlek, som t.ex. fiskeansträngning, restriktioner, kiselalgsblomningar och tidig isläggning. De senaste tio åren har landningarna i medel legat på ca 250 ton per år med undantag för 2017 då endast 116 ton rapporterades i yrkesfiskestatistiken, vilket berodde på ovanligt dåliga väderförhållanden under perioden då siklöja fiskas (november-december). År 2020-2022 landades 213, 237 och 157 ton. En fördjupad analys av

siklöjebeståndets utveckling har visat på ett samband mellan mängden vuxen siklöja, fångst per ansträngning i yrkesfisket och skattad laxbiomassa (Sandström och Axenrot 2016).

### 2.2.3. Övriga arter

Utöver nors och siklöja kan vi även skatta beståndet av sik med kombinationen av hydroakustik och provtrålningar (Figur 9). För större arter som bara tillfälligtvis fångas i provtrålningarna (såsom gädda, gös, lake, braxen och lax), är skattningarna mycket känsliga för fångstfrekvensen. Större rovfiskar kan simma undan trålen och riskerar därför att bli underrepresenterade vid undersökningarna. Därtill förekommer dessa stora rovfiskar i betydligt färre antal än deras bytesfiskar vilket minskar sannolikheten att fångas vid de relativt korta provtråldragen. Beståndsskattningen av dessa fiskar blir därför mer osäker. Vi noterar generella öknings i antalet ekon per hektar som motsvarar en storlek över 40 cm. Dessa stora ekon har i Dalbosjön ökat kontinuerligt sedan 2012, och i Värmlandssjön sedan 2021. I Vänern representerar dessa ekon antingen gädda, gös, lake, lax, sik eller braxen, men det är svårt att härleda vilken art en stor del av dessa ekon representerar eftersom fångsten av enstaka individer förändrar sannolikheterna i allt för hög grad. Skattningarna för sik bör därför tolkas försiktigt, och avvikande år kan inte tolkas som plötsliga beståndsminskningar.

#### Sik



Figur 9. Antal och biomassa av sik mellan 2012-2022 i Vänern, uppdelad i de fyra områden vi undersöker. Felstaplarna representerar 95% konfidensintervall (beräknade med bootstrap), och punkterna representerar medelvärden. DS N = Dalbosjön Norra, DS S = Dalbosjön Södra, VS N = Värmlandssjön Norra och VS S = Värmlandssjön Södra.

I Dalbosjön skattades mängden sik till 17 individer per hektar vilket motsvarade 40 % av den totala biomassan i Dalbosjön. I Värmlandssjön skattades mängden sik till 5 individer per hektar vilket motsvarade 13 % av den totala biomassan i Värmlandssjön.

I Vänern tyder resultaten från hydroakustik med provtrålning på att antalet sikar per hektar (figur 9), tenderar till att öka i norra Dalbosjön (DS N, Figur 1 och 9). Detta resultat, i kombination med de ökande storlekarna av sik i Vänern (HaV 2020), tyder på att antalet större sik i Vänern ökar. Det är dock viktigt att tolka detta resultat försiktigt på grund av de problem som nämns ovan.

## 3. Diskussion

### 3.1. Fisktäthet och biomassa

Mängden fisk kan beräknas som antalet fiskar eller som biomassan av fisk. Båda måtten ger information som behövs för att bedöma beståndsstatus och rekrytering för enskilda arter och för ekosystemet i sin helhet. Mindre fiskar, som t. ex nors, finns i allmänhet i stort antal. Hydroakustiska data och trålprover ger därför oftast en god bild av sådana fiskbestånd – med avseende på antal, storleksfördelning, vikt med mera. Större fiskar är betydligt mindre vanliga, ofta mer rörliga och fångas därför mer sällan. Därtill varierar artspecifik fångstbarhet vid trålningen samt ekostyrka (dvs. styrkan i det ljud som reflekteras från fisken tillbaka till ekolodet). Därför innehåller informationen om dessa större fiskar ett större mått av osäkerhet, särskilt med avseende på biomassa då en stor fisk väger lika mycket som tusentals årsyngel. Framförallt biomassa påverkas kraftigt av antalet stora fiskar som detekteras, och kraftiga förändringar (såsom ökningen av biomassa i mellan 2021 och 2022 i Värmlandssjön) kan därför eventuellt bero på slumpmässiga faktorer. Det är dock mer troligt att kontinuerliga ökning/minskningar av biomassa reflekterar över tid faktiska förändringar i antalet stora fiskar per hektar (som exempelvis ökningen av antalet stora fiskar per hektar i Dalsbosjön).

### 3.2. Förvaltning

Under åren har flera åtgärder gjorts för att öka beståndet av siklöja, som t.ex. tillfälligt minskade utsättningar av lax och öring, minskad fisketid och redskapsmängd, krav på s.k. selekteringspaneler vid trålfisket (så att små siklöjor och annan småfisk undgick att fångas), samt sedermera trålfiskeförbud (2006). Laxutsättningarnas storlek påverkar bestånden av bytesfisk i Väneren, däribland siklöja, och måste ingå i en ekosystembaserad förvaltning av såväl siklöja som lax/öring. För siklöja bör inriktningen vara att få ett livskraftigt bestånd som kan nyttjas uthålligt såväl av yrkesfisket för human konsumtion som för kompensationsutsatt och vild lax och öring. Detta kan ske genom att följa återväxt

och utveckling av siklöjebeståndet med hjälp av fiskerioberoende information och beståndsmodeller. Mer kunskap behövs om påverkan av storleken på utsättningar av lax/öring för att anpassa dessa till de framtagna fiskerioberoende beräkningarna av bytesfiskarnas beståndsstorlek för ett uthålligt nyttjande av siklöjan. Om klimatförändringar, eller andra omständigheter som är svåra att åtgärda lokalt eller regionalt, får negativa effekter på siklöjebeståndet och rekryteringen, kan behovet av åtgärder för att underlätta för siklöjan komma att förändras. För att följa utvecklingen i fisket krävs även bättre kvalitet och leveranssäkerhet avseende statistiken över yrkesfiskets ansträngning och landningar. För nors har beståndet varierat kring medelvärdet för hela undersökningsperioden (2012-2022). Nors fiskas inte kommersiellt men är tillsammans med siklöja den viktigaste bytesfisken för Vänerns rovfiskar som gös, abborre, lax, öring, lake och gädda. Det är med andra ord av stor vikt att det råder balans mellan mängden bytesfisk och rovfisk. Vi noterar att analysen av fördelningen stor och liten fisk inte tyder på några anmärkningsvärda förändringar i balansen mellan bytesfisk och rovfisk (Figur 5). Beståndsstatus för norsen i Väner (och övriga stora sjöar i Sverige) har analyserats och rapporterats till Havs- och vattenmyndigheten (Axenrot 2018). För Väner bedömdes beståndsstatusen som stabil med regelbunden rekrytering och jämförelsevis måttlig naturlig dödlighet.

### 3.3. Förslag

#### 3.3.1. Telemetri av större fiskarter

Mängden större fiskar verkar ha ökat i Väner. På grund av att dessa fiskar sällan fångas i trålen, skulle det vara mycket värdefullt att inhämta data på var i pelagialen som Vänerns större fiskarter förekommer. Utvecklingen av modern fiskspårningsteknik (eller så kallad akustisk telemetri) har på senare år möjliggjort insamlandet av högupplösta beteendedata på vild fisk över stora ytor. En infrastruktur har nyligen byggts upp i Vättern, Mälaren och Hjälmaren där tekniken används för att öka kunskapen om nyttjandegrad och beståndsstatus av arter som gös, röding och braxen. För att förbättra möjligheten att klassificera de större ekon som detekteras i våra hydroakustiska undersökningar vore det mycket värdefullt med beteendedata (djup- och spatial preferenser under undersökningstiden för ekolodning/trålning) hos de större arterna i Vänerns ekosystem (framförallt gädda, gös, lake, lax, sik och öring). Om beteendedata finns tillgängligt, är det möjligt att med bättre precision klassificera ekon till arttillhörigheter även för de mindre vanliga större fiskarterna, i fall det finns tillräckliga skillnader mellan arterna. Vi föreslår därför att telemetriska studier även initieras i Väner.



## 4. Erkännanden

Vi tackar Göran Sundblad och Alfred Sandström (SLU Aqua) för kommentarer på rapporten.

## Referenser

- Axenrot T, Ogonowski M, Sandström A, Didrikas T (2009) *Multifrequency discrimination of fish and mysids*. ICES Journal of Marine Science. (66) 1106–1110.
- Axenrot T (2018) *Nors – beståndstatus i Stora sjöarna*. Rapport till Havs- och vattenmyndigheten. Dnr: SLU.aqua.2018.5.2-84.
- 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, Maclelln DN, Simmonds EJ (1987) *Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: A practical guide*. ICES Cooperative. ICES (144).
- HaV (2021) *Fisk- och skaldjursbestånd i hav och sötvatten 2020. Resursöversikt*. Havs- och Vattenmyndigheten (2021:6).
- Ragnarsson Stabo H, Vrede T, Axenrot T, Sandström A (2014) *Large zooplankton in Swedish large lakes*. Aquatic Ecosystem Health and Management. 17(4), 374-381.
- Sandström A, Axenrot T (2016) *Yttrande angående förslag om utökad ansträngning i siklöjefisket i Vänern*. SLU.aqua.2016.5.5-230.