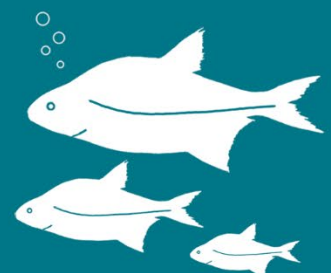
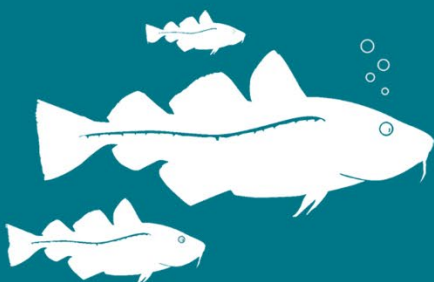




Pelagisk fisk i Vänern 2023

Björn Rogell, Thomas Axenrot

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för akvatiska resurser



Pelagisk fisk i Vänern 2023

Pelagic fish in Lake Vänern 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, 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.

Sammanfattning

Sötvattenslaboratoriet vid Institutionen för akvatiska resurser, SLU, genomförde mellan 2023-08-15 och 2023-08-22 en hydroakustisk undersökning i Vänern, uppdelad i fyra delområden. Undersökningen är en av de 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 fem kombinationer av art- och åldersklasser (nors >0+, nors 0+, sik, siklöja >0+ och siklöja 0+). Beståndstrender för årsyngel av siklöja (0+) undersöktes även genom förekomster i tråldrag. Jämförelser över tid utfördes genom att jämföra medelvärdet för de senaste två åren (2023 och 2022), med medelvärdet för en referensperiod bestående av de fem föregående åren (2017-2021). Detaljerade resultat ges endast för sik, 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 73 % av små bytesfiskar (<81 mm), dessa bestod huvudsakligen av årsyngel av nors.
- Antalet stora fiskar har ökat i både Dalbosjön och Värmlandssjön.
- Det finns tendenser till att den totala biomassan har ökat i både Dalbosjön och Värmlandssjön.
- Nors dominerade både till antal och biomassa, och utgjorde 98 % av antalet fiskar och 58 % av den totala biomassan. Norsbeståndet har varit relativt stabilt en längre tid.
- Siklöjan har 2020-2023 haft årlig god rekrytering i Värmlandssjön Syd. Beståndet av 1-årig och äldre siklöja visar en icke signifikant ökande trend i Värmlandssjön Nord. I Dalbosjön har beståndet inte ändrats över tid.
- Sikbeståndet har tidigare ökat i Vänern, främst i norra Dalbosjön, men denna ökning har avstannat.

Summary

The Institute of Freshwater Research at the Department of Aquatic Resources, SLU, carried out a hydroacoustic survey with midwater trawling for apportionment in Lake Vänern between 2023-08-15 and 2023-08-22. The survey is one in a series of annual hydroacoustic surveys carried out in Lake Mälaren, L. Vänern and L. Vättern. The sub-areas investigated were Dalbosjön North (DS N), Dalbosjön South (DS S), Värmlandssjön North (VS N) and Värmlandssjön South (VS S). It was possible to analyze trends for five combinations of species and age classes (smelt >0+, smelt 0+, whitefish, vendace >0+ and vendace 0+). Stock trends for juvenile vendace (0+) were also investigated by analyzing their occurrences in trawl catches. Changes over time were analyzed by comparing the average of the last two years (2023 and 2022), with the average of a reference period consisting of the previous five years (2017-2021). Detailed results are only given for whitefish, vendace and smelt, as the other species were not caught in sufficient numbers to sufficiently assess the status of the stocks.

- As regards fish abundance, the pelagic fish community in August consisted to 73% of small prey fish (<81 mm), mainly young of the year smelt.
- The abundance of large fish have increased in Dalbosjön and Värmlandssjön.
- The total biomass exhibits non-significant increasing trends in Dalbosjön and Värmlandssjön.

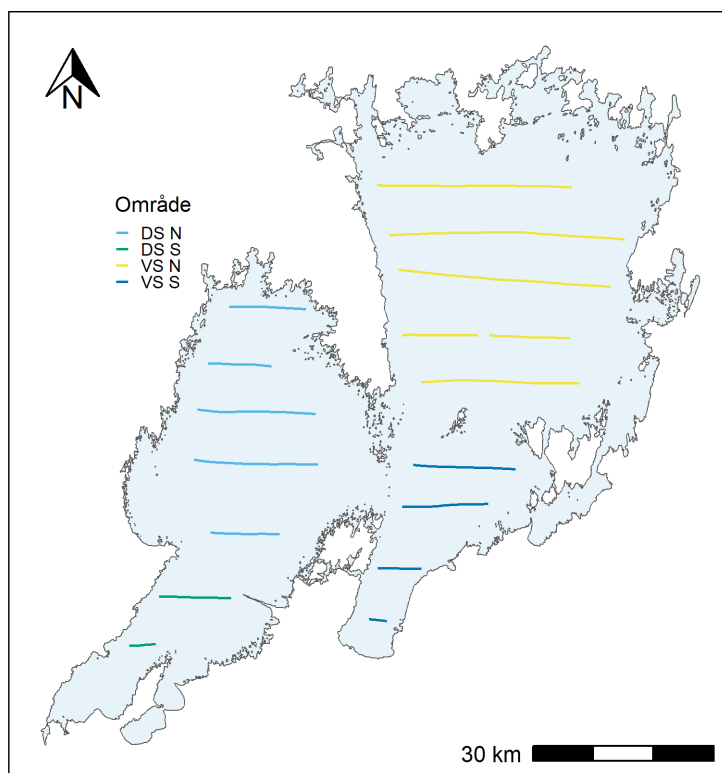
- Smelt dominated both in numbers and biomass of fish, accounting for 98% of the number of fish and 58% of the total biomass. The smelt stock has been relatively stable for a long time.
- Vendace has had a strong recruitment trend in the subarea of Värmlandssjön South for four years in a row (2020-2023). The stock of 1-year-old and older vendace showed a close to significant tendency to increase in Värmlandssjön North. In the two subareas in Dalbosjön the population development has been more stable over time.
- The whitefish stock has previously increased in Vänern, mainly in Dalbosjön North, but this increase has now ceased.

Innehållsförteckning

1.	Metod.....	8
1.1	Övervakningsmetod	8
1.2	Statistisk analys	9
1.3	Miljöförhållanden	12
2.	Resultat	13
2.1	Övergripande resultat	13
2.2	Artspecifika resultat.....	15
2.2.1	Nors	17
2.2.2	Siklöja	19
2.2.3	Övriga arter	20
2.2.4	Sik.	21
3.	Diskussion	22
3.1	Fisktäthet och biomassa	22
3.2	Förvaltning	22
3.3	Förslag	23
3.3.1	Telemetry av större fiskarter	23

1. Metod

1.1 Övervakningsmetod



Figur 1. Karta över de hydroakustiska transekter som ingick 2023 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 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). Under dessa nära 30 år har såväl hård- och mjukvara samt analystekniska möjligheter utvecklats. Från

2008 används forskningsfartyget U/F Asterix. Från 2006 används ett 120 kHz ekolod som kompletterades 2011 med ett 38 kHz ekolod (Simrad EK60/80 med svängare 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). För att undvika avvikelser i tidsserierna som förklaras av metodologiska snarare än biologiska skillnader, presenterar vi i den här rapporten data för 2012-2023 där samtliga analyssteg är standardiserade och direkt jämförbara. Hydroakustiska data kompletteras med provtrålningar i pelagialen som utförs på olika djup uppdelat på fyra delområden. Trålningen ger information om art- och storlekssammansättningen hos 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 för dessa fiskar. 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 med mjukvaran Sonar5 (Balk & Lindem 2004) i 35 storlekklasser (mellan 15 och 1000 mm). 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 på transekterna i de undersökta områdena 2023 var 82,4 km i Dalbosjön Nord ("DS N"), 17,8 km i Dalbosjön Syd ("DS S"), 168,4 km i Värmlandssjön Nord ("VS N"), och 47,6 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, 10, 15, 30 och 55 m), DS S: (5 och 10 m), VS N: (10, 15, 30, 40 och 45 m) och VS S: (5, 10, 30 och 35 m). Djupangivelserna avser överteln och trålen öppnar sig ca 5 m vertikalt och 12 m i bredd.

1.2 Statistisk analys

De hydroakustiska transekterna undersöktes med avseende på rumslig autokorrelation i antalet detekterade ekon, och de 16 transekterna delades därefter in i deltransekter med en längd av ~1000 meter för att få statistiskt oberoende replikat. Dessa deltransekter var även indelade i 5 meters djuplager för att ge

möjlighet att analysera djup och djup över 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 ses som representativa för medelfisktätheterna i sjön.

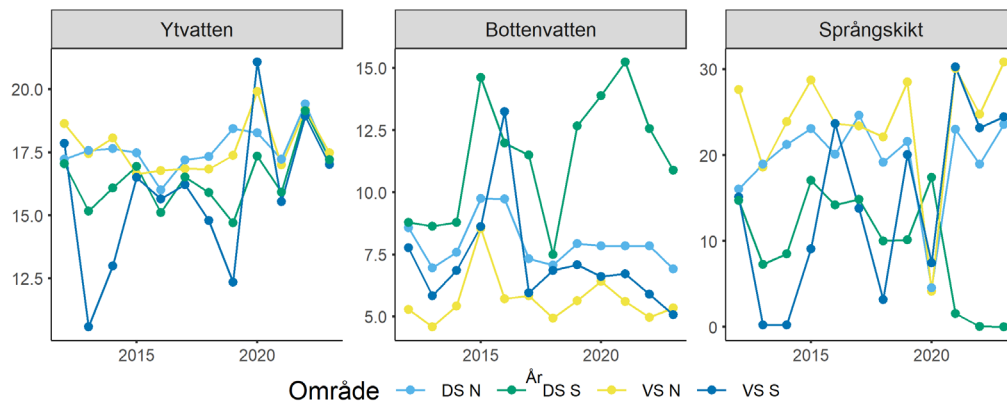
För att tillskriva alla de ekon som detekterats runtom sjön en artidentitet användes en metod baserad på klassificeringsträd, där variabler som är möjliga att skatta för både tråldata och hydroakustiska data (dvs. storlek på fisk/eko, position och djup) nyttjas. Tillskrivningen gjordes genom att först 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 detektioner ifrån varje djuplager och deltransekt i hydroakustiska data. 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 kallvatten-arter. För de arter som vi skattar rekryteringen (årsyngel, 0+) för (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 årsyngel (0+) och 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. Arter som var representerade med mindre än 25 individer (av de totala trålfångsterna 2011 - 2023) filterades bort före analys. Total biomassa skattades som summan av biomassan för de olika arterna. 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.

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 via en 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 inte påverkar den

summerade vikten per storleksklass (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 för att kontrollera för den slumpmässiga effekten av år. Arter som hade medelvärden av 0 i antingen test- eller referensperiod exkluderades ifrån analysen, eftersom datakvaliteten ej kunde ses som tillräckligt god i dessa fall. Utöver hydroakustiska data finns även tråldata för åren 1992 - 2023. Provtrålningarna har inte varit helt standardiserade över år, framförallt med avseende på trålade djup (innan 2008), och analys av dessa data kräver därför statistisk modellering som kontrollerar för djup. För en del arter som fångas i tillräckliga antal var det möjligt att utföra en standardiserad analys med linjära modeller med negativ binomial fördelning för att skatta antal per trålad kilometer. Dessa modeller inkluderade år (som en faktoriell variabel) och djup. Djup inkluderades som en faktoriell variabel med strata baserade på det artspecifika fångstdjup där ~50 % av fångsterna sker (kontrollerat för ansträngning), samt djupare eller grundare. Trålad distans modellerades som en offset-variabel, dvs. en variabel vars förhållande till responsvariabeln antas vara konstant (dvs. att om två kilometer trålas får man dubbelt så många fiskar som om en kilometer trålas). Dessa modellbaserade analyser beräknar därmed ett beståndsindex (antal per trålad kilometer), för de djup som arten föredrar. Jämförelser över år ger sedan en sammanvägd bild av beståndens utveckling. Antalet tråldrag per år och djup är relativt lågt givet mängden data som krävs av dessa modeller och modellerna gav därför enbart tillförlitliga resultat för nors. För årsyngel av siklöja (0+) presenteras i stället medeltal för antalet trålfångade individer per km. Dessa medelvärden kontrollerar inte för tråldjup, och eventuella avvikelser kan bero på metodskillnader.

1.3 Miljöförhållanden



Figur 2. Temperaturen i yt - och bottenvattnet (bottenvatten (°C), samt språngskiktets djup i meter per område i Vänern 2012-2023. När språngskikt 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.

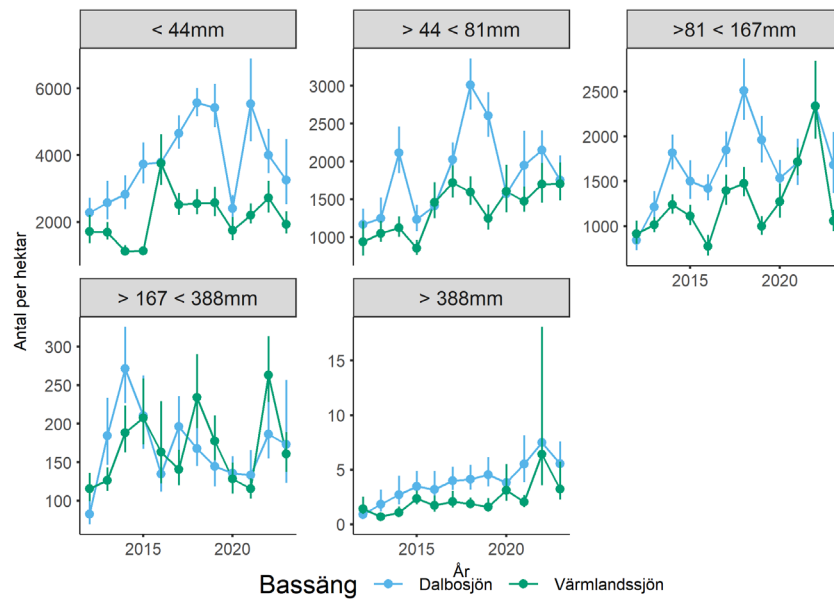
De transekter vi undersöker skiljer sig åt i djup (VS N: maxdjup = 85,3 m, medeldjup = 52 m, DS N: maxdjup = 65,4 m, medeldjup = 42 m, VS S: maxdjup = 53,4 m, medeldjup = 26,8 m, DS S: maxdjup = 16,1 m, medeldjup = 13,7 m). För 2023 avvek inte temperaturerna i från normala värden (figur 2), dock saknades språngskikt i södra Dalbosjön (DS S).

2. Resultat

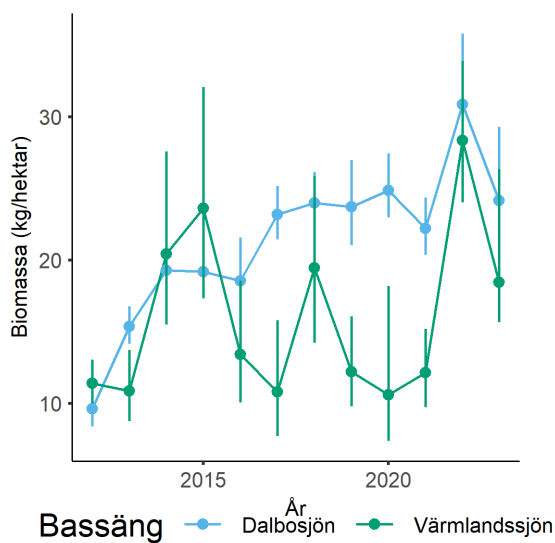
2.1 Övergripande resultat

Tabell 1. Analys av eventuella förändringar i total abundans och biomassa hos ett antal olika storleksklasser av pelagiska fiskarter i Vänerns två huvudbassänger, Dalbosjön och Värmlandssjön. M.p är medelvärde 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 per hektar. 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 ($p < 0,05$) ökningar 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
Dalbosjön	< 44 mm	3638	4551	-20	0,9	0,384	
	44 - 81 mm	1957	2098	-7	0,1	0,775	
	81 - 167 mm	2020	1833	10	0,3	0,596	
	167 - 388 mm	180	153	18	1,5	0,254	
	> 388 mm	7	4	75	15,6	0,002	+
Värmlandssjön	< 44 mm	2329	2553	-9	0,2	0,681	
	44 - 81 mm	1703	1520	12	2,1	0,2	
	81 - 167 mm	1702	1275	33	1,2	0,32	
	167 - 388 mm	213	160	33	1,7	0,236	
	> 388 mm	5	2	150	10,8	0,018	+
Dalbosjön	Biomassa (kg)	27	22	23	5,1	0,057	(+)
Värmlandssjön	Biomassa (kg)	26	17	53	4,8	0,072	(+)



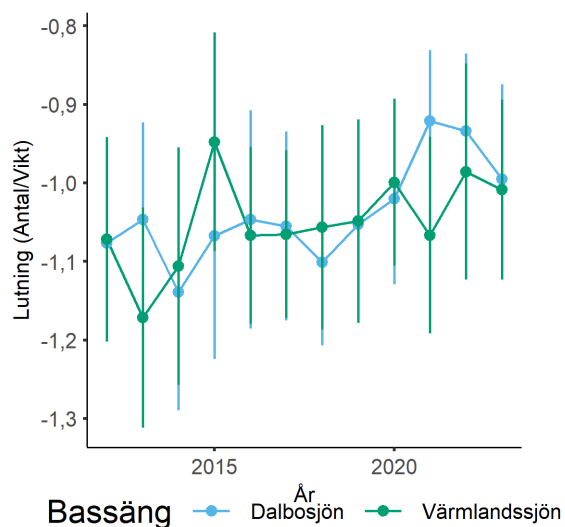
Figur 3. Antal fiskar per hektar (oavsett art) och år (2012-2023) för fem olika storleksklasser, <44 mm, 44 - 81 mm, 81 - 167 mm, 167 - 388 mm och > 388 mm (omräknade från ekostyrka, dB). Värdena är medelvärden beräknade för Dalbosjön och Värmlandssjön med 95 % konfidensintervall, skattade med bootstrap.



Figur 4. Biomassa (kg) per hektar och år (2012-2023). Värdena är medelvärden för Dalbosjön och Värmlandssjön med 95 % konfidensintervall, skattade med bootstrap.

Den totala fisktätheten i öppet vatten (pelagialen) var 2023 5 503 fiskar per hektar vilket var lägre än medelvärdet för referensperioden (de senaste fem åren: 6 835). Nedbruten på storleksklasser kunde vi notera en ökning av större fiskar (>390 mm) i både Dalbosjön och Värmlandssjön (tabell 1, figur 3). Biomassan tenderar till att öka i Vänern (2022-2023 jämfört med 2017-2021, tabell 1, figur 4). Denna

ökning är inte signifikant ($0,05 < p < 0,1$) men av samma magnitud i båda bassängerna (tabell 1). Biomassa per hektar är starkt kopplat till antalet större fiskar (såsom sik och siklöja) som detekteras i hydroakustiken (tabell 1, figur 3 och 4), och förklaringen till den högre biomassan är sannolikt ökningarna av antalet stora fiskar. Andelen småfisk (<81 mm), huvudsakligen årsyngel av nors, var runt 73 % i båda bassängerna. Till antal bestod det pelagiska fisksamhället vid undersökningen (augusti) till stor del av små bytesfiskar.



Figur 5. Lutningen på logaritmen av antal fiskar mot logaritmen av storleksklass (biomassa i gram) per år och bassäng (2012-2023). Värdena representerar därmed förhållandet mellan antalet stora och små fiskar. Punkterna representerar lutningen med 95 % konfidensintervall.

Förhållandet mellan antalet stora och små fiskar kvantifierades som lutningen på en logaritmerad regression ($\ln$) av antal fiskar per storleksklass på biomassan av dessa storleksklasser. En flackare lutning (dvs. närmare noll), tyder på en större andel potentiella rovfiskar (större fiskar) jämfört med andelen potentiell bytesfisk (mindre fiskar). Trots ökande antal större fiskar i framförallt Dalbosjön har andelen potentiella rovfiskar varit relativt stabil 2012-2023 (figur 5). Det beror sannolikt på motsvarande ökning i antal av mindre fiskar. Det kan finnas en viss tendens till ökning av lutningen, men denna ökning ligger inom felmarginalen.

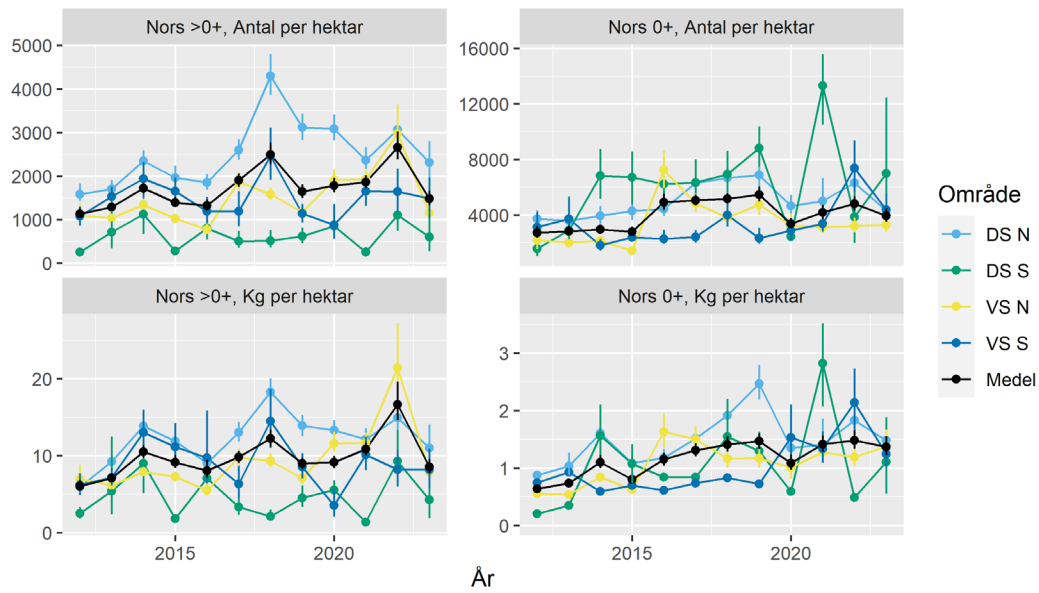
2.2 Artspecifika resultat

Tabell 2. Populationsutveckling för arter som kan detekteras i den årliga hydroakustiska undersökningen i Vänern. Resultat per område och art, eller kombination av art och ålder (årsyngel

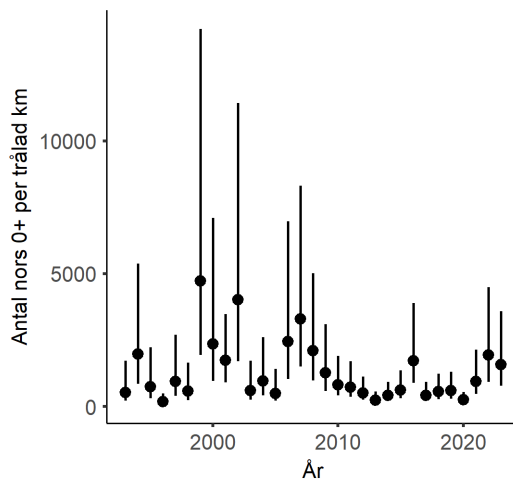
0+ respektive ettåriga och äldre >0+). M.p är medelvärde för antal per hektar för de senaste två åren (2022 och 2023), M.r är motsvarande medelvärde för de föregående fem åren (2017-2021), Förändring % är förändringen i procent mellan studieperioden och referensperioden ((studieperiod – referensperiod) / referensperiod). Negativa värden indikerar därmed en procentuell minskning medan positiva värden indikerar en ökning. 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 ($p < 0,05$) ökningar och minskningar visas som + och -. Marginellt icke-signifikanta ($p < 0,1$) förändringar 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+	2692	3101	-13	0,5	0,495	
	Nors 0+	5341	5923	-10	0,4	0,526	
	Sik	19	16	19	0,8	0,375	
	Siklöja >0+	95	109	-13	0,4	0,546	
DS S	Nors >0+	878	573	53	2,1	0,15	
	Nors 0+	5387	7501	-28	0,5	0,497	
	Siklöja >0+	0	2	-100	0,3	0,578	
VS N	Nors >0+	2069	1693	22	0,5	0,484	
	Nors 0+	3248	3952	-18	1,4	0,245	
	Sik	4	4	0	0,1	0,728	
	Siklöja >0+	122	84	45	5,5	0,019	+
VS S	Nors >0+	1565	1459	7	0	0,824	
	Nors 0+	5940	2986	99	10	0,002	+
	Sik	4	5	-20	0,2	0,645	
	Siklöja >0+	93	139	-33	0,3	0,575	
Hela sjön	Nors >0+	2076	1937	7	0,1	0,727	
	Nors 0+	4376	4652	-6	0,2	0,69	
	Sik	8	7	14	1,5	0,217	
	Siklöja >0+	102	90	13	0,4	0,535	

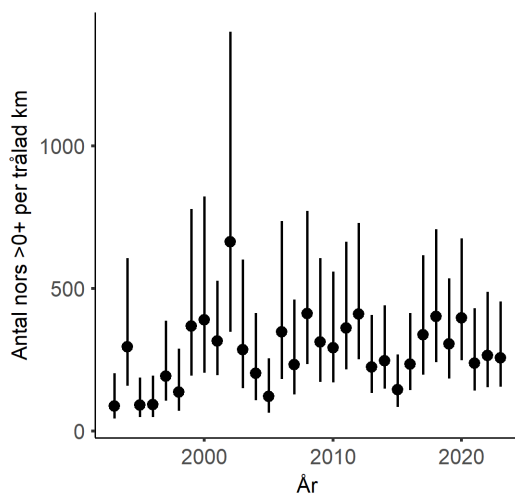
2.2.1 Nors



Figur 6. Antal och biomassa av nors per hektar 2012-2023, uppdelat på årsyngel (0+) och 1-årig och äldre (>0+) för de fyra delområdena samt medelvärdet för Vänern som helhet. Punkterna representerar medelvärdena 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 7. Antal årsyngel av nors per trålad km i Vänern 1993-2023. Punkten representerar medelvärdet och de vertikala linjerna 95 % konfidensintervall. Modellen kontrollerar för fiskedjup. Figuren visar resultat för hela Vänern då modellresultat per delområde inte gick att ta fram.



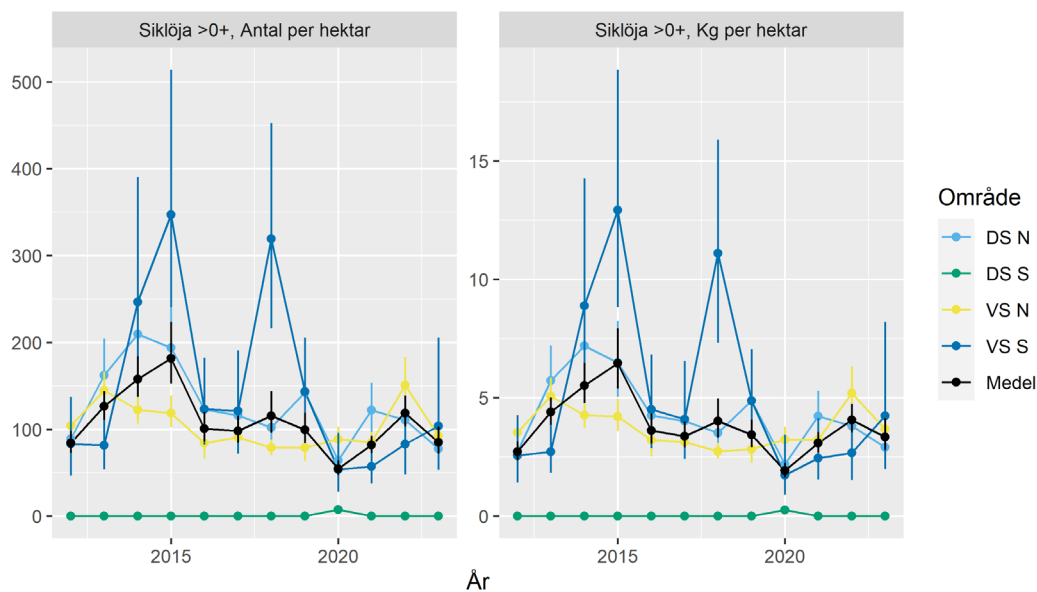
Figur 8. Antal av 1-årig och äldre nors per trålad km i Vänern 1993-2023. Punkterna representerar medelvärde och de vertikala linjerna 95 % konfidensintervall. Modellen kontrollerar för tråldjup (se metoder). Figuren visar resultat för hela Vänern då modellresultat per delområde inte gick att ta fram.

Nors är en betydelsefull bytesfisk och flertalet blir inte långlivade. Jämfört med övriga stora sjöar i Sverige kan norsen i Vänern bli relativt stor och gammal, där en mindre andel av individerna växer till 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 först 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 Vänern har bedömts vara stabil med regelbunden rekrytering (Axenrot 2018). Den årliga undersökningen med datainsamling i Vänerns öppna vatten sker under andra halvan av augusti. Tidpunkten är vald för att årsynglen växt sig tillräckligt stora för att kunna registreras och därmed få ett bra mått på beståndens rekrytering, dvs. mängden årsyngel (0+) ett enskilt år.

För 2023 fortsatte nors att vara den till antalet vanligaste fisken i öppet vatten. Beroende på delområde fanns mellan 4500 och 7600 individer per hektar (figur 6), vilket innebar att nors utgjorde 98-99% av det totala antalet fiskar, och 46 - 60 % av biomassan (figur 6). Undantaget var södra Dalbosjön där samtliga ekon klassades som nors. Rekryteringen av nors är ofta störst i Dalbosjön, speciellt i den södra delen (figur 6). Under perioden 2012-2023 har rekryteringen (antal årsyngel, 0+) varit relativt stabil, framförallt för Vänern som helhet (figur 6). Rekryteringen i södra Värmlandssjön var signifikant högre de senaste två åren, jämfört med den referensperiod på fem år som användes (figur 6, tabell 2). Äldre nors förekommer ofta mest talrikt i norra Dalbosjön. Antalet nors per hektar, både 1-årig nors och äldre, varierar betydligt mindre mellan år i Värmlandssjön jämfört med Dalbosjön (figur 6).

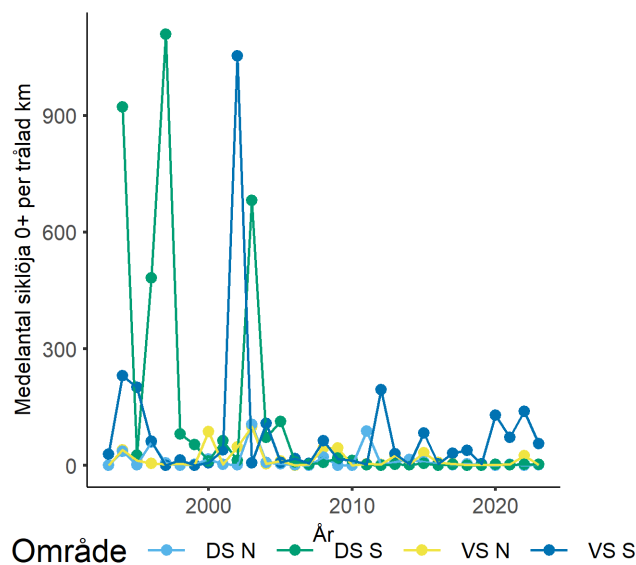
Över de längre tidsspann som kan studeras med analyser av trålfångster verkar rekryteringstoppar ägt rum 1999, 2000 och 2007 (figur 7). Antalet 1-årig och äldre nors har dock varit mer stabilt (figur 8). Notera att antalet tråldrag är lågt, vilket kan medföra att slumpfaktorer påverkar resultaten i högre grad än när kombinationen av hydroakustik och trålning använts.

2.2.2 Siklöja



Figur 9. Antal och biomassa av 1-årig och äldre ($\geq 0+$) siklöja 2012-2023 för de fyra delområdena samt medelvärde för Vänern som helhet. 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.

Beroende på delområde förekom siklöja 2023 (1-årig och äldre, $\geq 0+$) i Vänern med mellan 77 och 104 individer per hektar vilket motsvarade 1,5 - 2,0 % av det totala antalet fiskar och 11 - 25 % av den totala biomassan (figur 9). Undantaget var södra Dalbosjön, som är alltför grund, och där siklöja $\geq 0+$ knappt förekommer (figur 9). Beståndet av ettårig och äldre siklöja ($\geq 0+$) har ökat i norra Värmlandssjön (VS N, figur 9, tabell 2).



Figur 10. Antal årsyngel av siklöja (0+) per trålad km i Vänern 1993-2023. Punkterna representerar det aggregerade medelvärdet per delområde. DS N = Dalbosjön Norra, DS S = Dalbosjön Södra, VS N = Värmlandssjön Norra och VS S = Värmlandssjön Södra.

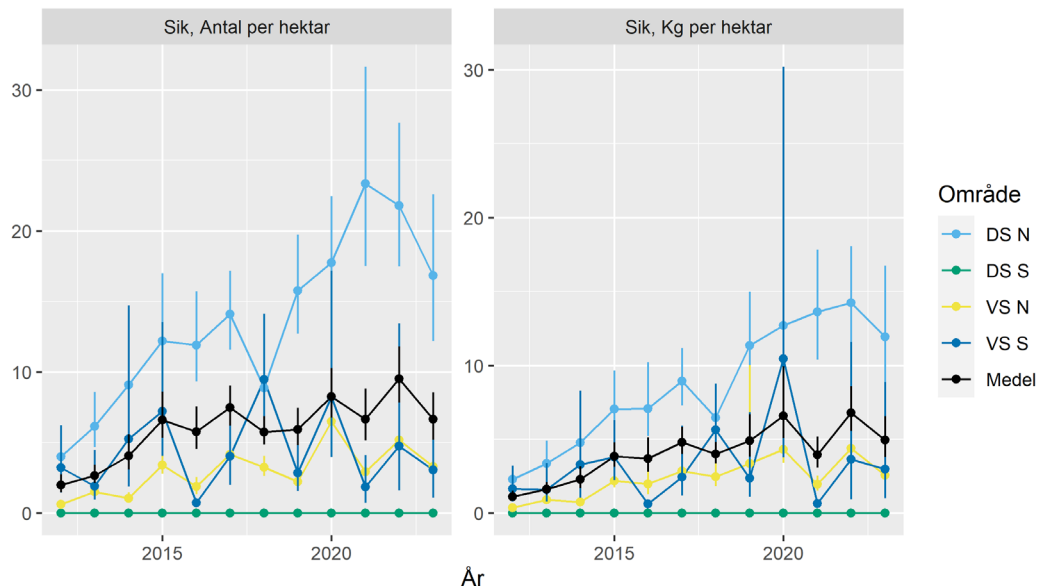
Rekryteringen av siklöja har 2020-2023 varit stark i den södra delen av Värmlandssjön (VS S, figur 10). Siklöjan växer mycket snabbt som ung vilket gör att en ökning av antalet siklöjor snabbt leder till en ökad total biomassa.

2.2.3 Övriga arter

Utöver nors och siklöja kan vi även skatta beståndet av sik med kombinationen av hydroakustik och provtrålningar (figur 11). För större arter som bara tillfälligtvis fångas i provtrålningarna (såsom gädda, gös, lake, braxen, öring 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 fiskar i betydligt färre antal än deras bytesfiskar vilket minskar sannolikheten att fångas vid de relativt korta provtråldragen. Beståndsskattningen för dessa fiskar blir därför mer osäker. Vi noterar generella öknings i antalet ekon per hektar motsvarande en fiskstorlek på över 40 cm. Dessa stora ekon har i Dalbosjön ökat kontinuerligt sedan 2012. I Vänern representerar dessa ekon främst gädda, gös, lake, lax, sik, öring eller braxen, men det är svårt att härleda vilka arter dessa ekon representerar. Anledningen är att fångst av enstaka individer förändrar sannolikheterna i allt för hög grad, vilket innebär att det blir mycket osäkert att analysera trender över tid för enskilda arter. Eftersom sik fångas i trålen i större utsträckning än andra arter i samma storleksklass, tillskrivs större fiskar i stor utsträckning artidentiteten "sik" i analysen. Klassificeringen är sannolikt korrekt, eftersom sik är den vanligaste fisken i sin storleksklass i trålfångsterna i Vänern. Vi kan dock inte utesluta att andra arter felaktigt klassas

som sikar. Skattningarna för sik bör därför tolkas försiktigt och avvikande år bör inte tolkas som plötsliga beståndsförändringar.

2.2.4 Sik



Figur 11. Antal och biomassa av sik per hektar 2012-2023 i de fyra delområdena samt medelvärdet för Vänern som helhet. Punkterna representerar medelvärden och felstaplarna 95 % konfidensintervall. DS N = Dalbosjön Norra, DS S = Dalbosjön Södra, VS N = Värmlandssjön Norra och VS S = Värmlandssjön Södra

Beroende på delområde förekom sik i Vänern med mellan 3,1 och 16,8 individer per hektar vilket motsvarade 0,05 - 0,25 % av det totala antalet fiskar och 17 – 44 % av den totala biomassan (figur 9). Undantaget var södra Dalbosjön, där sik inte detekterades. Mängden sik per hektar var högst i norra Dalbosjön. I Vänern som helhet tyder resultaten från hydroakustik med provtrålning på att antalet sikar per hektar har ökat mellan 2012 och 2021 (tabell 2, figur 11). Denna ökning drevs främst av ökningen i norra Dalbosjön (DS N, figur 11). Sedan 2021 har dock ökningen avstannat på höga antal sikar i norra Dalbosjön. Detta resultat stärks av andra undersökningsmetoder (Fiskbarometern.se).

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 2021 i Värmlandssjön) kan därför bero på slumpmässiga faktorer. Det är dock mer troligt att kontinuerliga ökning/minskningar av biomassa över tid reflekterar faktiska förändringar i antalet stora fiskar per hektar (som exempelvis ökningen av antalet stora fiskar per hektar i Vänern).

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 undgår att fångas), samt sedermera trålfiskeförbud (2006). Laxutsättningarnas storlek påverkar bestånden av bytesfisk i Vänern, 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 utsättningarna av lax/öring för att anpassa dessa till de framtagna fiskerioberoende beräkningarna av bytesfiskarnas beståndsstorlek för ett uthålligt nyttjande av siklöjan. För nors har beståndet varit relativt stabilt under undersökningsperioden (2012-2023). 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 (Figur 5). Beståndsstatus för nors 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. Detta förhållande har inte förändrats för tiden fram till 2023.

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 (så kallad akustisk telemetri) har på senare år möjliggjort insamlandet av högupplösta beteendedata 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 värdefullt med beteendedata (djup- och rumsliga 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 fiskarterna, i fall det finns tillräckliga skillnader i beteende mellan arterna. Vi föreslår därför att telemetriska studier även initieras i Väner.

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 – beståndsstatus 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, Maclellan 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.