

Aqua reports 2022:13

Expeditionsrapport SPRAS 2020-2021

Jonas Hentati Sundberg, Anders Svenson



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för akvatiska resurser

Expeditionsrapport SPRAS 2020-2021

Jonas Hentati Sundberg Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser
Anders Svenson Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser

Rapportens innehåll har granskats av:

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

Finansiär:

Havs- och vattenmyndigheten, SLU-ID: SLU.aqua.2022.5.4-79

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 Havs- och vattenmyndighetens sida.

Publikationsansvarig: Noél Holmgren, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU),
Institutionen för akvatiska resurser
Utgivare: Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser
Utgivningsår: 2022
Utgivningsort: Lysekil
Illustrationer: R/V Svea i vackert väder. Foto: Jonas Hentati Sundberg
Serietitel: Aqua reports
Delnummer i serien: 2022:13
ISBN: 978-91-576-9964-0 (elektronisk version)
Nyckelord: Hydroakustik, Östersjön, pelagisk trålning, sill, skarpsill, storspigg, ekosystemsurvey

Sammanfattning

I rapporten presenteras resultat från de två första åren (2020 och 2021) av den svenska delen av den internationella surveyen Sprat Acoustic Survey (SPRAS-Swe,) i Östersjön. Surveyen har pågått sedan 2001, men Sveriges deltagande började först 2020 efter leveransen av Sveriges nya forskningsfartyg R/V Svea. Expeditionens huvudsyfte är att ta fram fiskerioberoende data på förekomst i antal av skarpsill och sill. Dessa data tillsammans med andra nationers data utgör en grund i bestånduppskattningsarbetet som görs inom ICES arbetsgrupp WGBFAS. Vår målsättning är att testa möjligheten att se SPRAS-Swe som en ekosystemsurvey vilket innebär att utöver den datainsamling som krävs enligt manual även samla in annan typ av data för att öka kunskapen kring ekosystemet Östersjön. Målet är också att utveckla insamlings- och analysmetoder för att på sikt minska dödligheten av fisk.

Abstract

The report includes results from the first two years of Swedish participation in the internationally coordinated Sprat Acoustic Survey (SPRAS-Swe,) in the Baltic Sea. The survey has been running since 2001 but Sweden participated for the first time, with the new ship R/V Svea, in 2020. The aim of the survey is to collect fishery independent data on sprat and herring in the Baltic Sea to use in stock assessment. Each country in the cooperation covers a part of the total area. All data is compiled and used for assessment by the ICES working group WGBFAS. The Swedish part of the survey has also been used as a pilot study to include more parts of the Baltic Sea ecosystem (eg. birds and zooplankton) to investigate if the survey can be used as an ecosystem platform to develop out knowledge of the Baltic Sea. Another aim of the pilot study part of the survey is to develop sampling and analysis to reduce the number of fish killed during acoustic surveys.

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	4
1. Inledning	5
2. Utförande	7
2.1. Design.....	7
2.2. Akustisk datainsamling	7
2.2.1. Kalibrering av ekolod	8
2.3. Trålning.....	8
2.3.1. Fiskfångst och individprovtagning.....	8
2.4. Fågelräkning	8
2.5. Zooplankton	9
2.6. CTD profil.....	9
2.7. Maginnehåll hos pelagisk fisk.....	9
2.8. Dokumentation av simblåsor för Target Strength-(TS) - modellering	9
2.9. Jämförelse av hydroakustik från R/V Svea och SLU Aqua Sailor.....	10
3. Resultat	12
3.1. Akustisk insamling	12
3.2. Trålning.....	12
3.2.1. Fångstdata	14
3.2.2. Individdata.....	14
3.3. TS estimat.....	15
3.4. Fågelräkning	16
3.5. Zoo-plankton och maginnehåll	18
3.6. Experiment med Svea vid olika hastigheter	19
3.7. Jämförelser mellan Svea och SLU Aqua Sailor	19
4. Diskussion	21
5. Deltagare	23
Referenser	25
Tack	26
Bilaga 1	27

1. Inledning

I följande rapport presenteras resultat från de två första åren (2020 och 2021) av den svenska delen av den internationella vår-surveyen Sprat Acoustic Survey (SPRAS-Swe,) i Östersjön. Surveyen har pågått sedan 2001, men Sveriges deltagande började först 2020, efter leveransen av Sveriges nya forskningsfartyg R/V Svea. Expeditionens huvudsyfte är att ta fram information för hur mycket sill och skarpsill som finns i ICES område 27 (samt en liten del av område 28), baserade på akustik vilket ger på antal och storleksfördelning. Dessa data, tillsammans med andra nationers data, utgör en grund för de fiskeriberoende data som används i bestånduppskattningsarbetet för dessa arter inom ramen för ICES arbetsgrupp WGBFAS. Surveyen styrs och koordineras internationellt inom ICES arbetsgrupp WGBIFS och genomförs av Sverige enligt krav fastställda i datainsamlingsförordningen (EG) 1004/2017. Utöver det som ingår i manualen för surveyen har flera pilotstudier genomförts under 2020 och 2021. Syftet med dessa är att utveckla SPRAS-Swe till en ekosystemsurvey, vilket innebär att även andra typer av data samlas in i samband med akustikundersökningen. Målet är också att utveckla insamlings- och analysmetoder för att på sikt minska dödligheten av fisk.

För 2020 och 2021 har de vetenskapliga målsättningarna varit följande:

- Att samla in hydroakustiska data enligt standardiserad metod (Manual for the International Baltic Acoustic Surveys (IBAS) Version 2.0 (ICES WGBIFS, 2017)) som används för att ta fram ett gemensamt (fiskeriberoende) beståndsindex inom beståndsanalysen (ICES WGBFAS)
- Att samla data och erfarenheter av multi-frekvensakustik för att utveckla effektivare metoder för artbestämning och kvantifiering under surveyen, tex genom artbestämning med multifrekvens-respons.
- Att ta betydande steg mot att utveckla SPRAS-Swe till en ekosystemsurvey genom att bredda datainsamlingen kring ett antal parametrar, betydelsefulla för strukturen och funktionen hos det pelagiska ekosystemet.

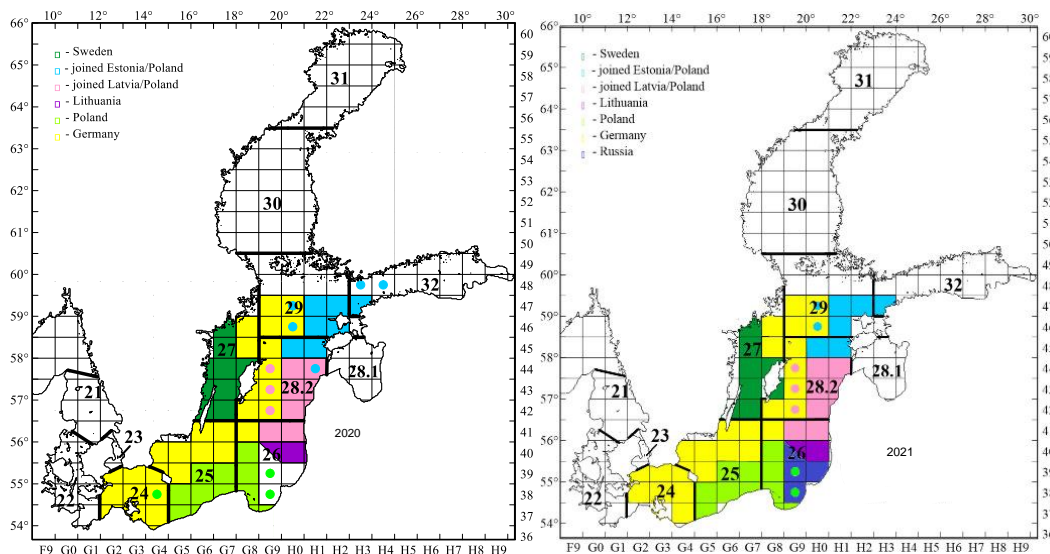
Rapporten presenterar metoder för de olika datainsamlingsmomenten jämte preliminära resultat, samt pekar ut områden där ett fortsatt utvecklingsarbete skulle vara betydelsefullt. Eftersom dessa svenska data endast utgör en delmängd av den information som behövs för dessa internationella beståndsanalyser

innehåller expeditonsrapporterna ingen formell analys och resultatdiskussion utan är mer av beskrivande karaktär.

2. Utförande

2.1. Design

Undersökningsdesignen för sill och skarpsill bygger på ICES statistiska rektanglar (1 grad longitud och 0,5 grader latitud). Grundmetoden för surveyen är ekointegrering, dvs. en summering av fiskekon över ett visst område. Analysen sker från 10 m djup till havsbotten. I varje ruta läggs transekter på 60 nautiska mil. Om del av rutan är grundare än 10 m minskas transektlängden i proportion till den minskade ytan. För att verifiera art- och längdsammansättningen genomförs två trålhal per ruta där det förekommer pelagisk fisk. Vid varje fiske tas också en CTD profil.



Figur 1. Karta över provtagningsområden för SPRAS i Östersjön 2020 och 2021. Varje färg motsvarar ett lands provtagningsområde. Sveriges undersökning sker i SD 27, markerat med mörkgrönt.

2.2. Akustisk datainsamling

Akustiska data samlades in med ett Simrad EK80 ekolod med frekvenserna 18, 38, 70, 120, 200 och 333 kHz. Givare för samtliga frekvenser är monterad på en sänkköl vars djup kan justeras beroende på vind och våghöjd, för minsta störning

från luftbubblor. I analyserna för att ta fram akustiska mängdberäkningar användes endast data för 38 kHz, insamlade dagtid (05:00 – 21:00). Ekolodsinställningarna följer IBAS manual (ICES 2017), för 38 kHz ekolodet, med 1024 μ s pulslängd, 2000W uteffekt, CW mode (singelfrekvens), 1 ping per sekund i pingintervall.

2.2.1. Kalibrering av ekolod

Inför varje survey sker en kalibrering av alla ekolod (18, 38, 70, 120 och 200 kHz) ombord på Svea. År 2020 och 2021 utfördes kalibreringen i Gås fjärden där vattendjup och möjlighet till bra ankringsförhållanden uppfyller våra behov. Kalibreringen följer IBAS manual. Alla värden låg inom godkänt intervall där förändringen är mindre än 0,2 dB.

2.3. Trålning

Vid fisket användes en pelagisk trål (Fotö) med Thyborön V_k 22 2,7m² trålbord. Trålen är utrustad med sensorer från Simrad som mäter tråldjup, öppning, avstånd mellan trålborden samt vattenflöde genom trålen. All data sparas i en databas. Enligt survey-manualen ska tråldragens längd anpassas så att minst 50 kg sillfiskar fångas.

2.3.1. Fiskfångst och individprovtagning

Fiskfångsten sorteras till art och vägs artvis. Vid stora fångster tas ett stickprov av fångsten, stickprovet vägs och totalfångsten beräknas. För längdmätning tas ett delprov ut per art. Skarpsill och sill mäts i 0,5-cm-klasser. Storspigg mäts i 1-cm-klasser 2020 och 0,5-cm-klasser 2021. För individprovtagning tas 5 individer per längdklass per rektangel per art av sill, skarpsill, torsk och storspigg. Torsk längdmäts i 1-cm-klasser och övriga arter längdmäts och vägs ombord innan de packas i påsar och fryses för vidare analys (ålder, kön och mognad) i land. Storspigg ingår inte i den ordinarie provtagningen i datainsamlingsförordningen, men ett mindre antal från 2021 års expedition har analyserats på land som en pilotstudie.

2.4. Fågelräkning

Sjöfåglar räknades kontinuerligt från bryggan mellan 05:00 och 21:00 av en observatör åt gången enligt linje-transektmetoden (Camphuysen et al. 2004). Under trålning och stillaliggande pausades räkningarna. Fåglar på ytan och i luften räknades mellan fartyget och 300 m från antingen babord eller styrbord sida. Den sida med det för tillfället bästa ljusförhållandena valdes. Samtliga fåglar bestämdes om möjligt till artnivå, i fall där detta inte var möjligt noterades de som grupp (t. ex. obestämd sillgrissla/tordmule). För flygande fåglar noterades flygriktning. Även fåglar som följde fartyget registrerades, men exkluderades från

analyserna. Alla observationer registrerades på en PC med tillkopplad GPS, med programmet Seabirds at Sea (Vidar Bakken 2021).

2.5. Zooplankton

Vid varje trålstation genomfördes ett zooplanktonhal med en WP2-håv med 90 µm maskstorlek. Håvdraget gjordes till ett maxdjup av 80 m eller till cirka 4 m över botten (då håvens tyngd gick i botten). Fångsten konserverades i 4% buffrad formalin. Proverna analyserades (taxon och antal per prov) till lägsta möjligaste taxonomiska grupp av Małgorzata Dembek, Department of Fisheries Oceanography and Marine Ecology, National Marine Fisheries Research Institute, Gdynia, Polen.

2.6. CTD profil

En CTD profil togs med en Seabird 19+ från ytan till botten vid varje trålstation. CTD-data levereras av SMHI till ICES.

2.7. Maginnehåll hos pelagisk fisk

Under 2020 togs maginnehåll från 130 skarpsillar och 99 sillar. Magarna togs ut direkt vid fångst och lades i provrör med 70% etanol. Proverna analyserades (taxon och antal per mage) på samma sätt som står beskrivet under avsnitt 2.5. Under 2021 togs maginnehåll från 400 magar av sill, skarpsill och storspigg. Prover från 2021 hade ännu inte analyserats vid tiden för denna rapports färdigställande.

2.8. Dokumentation av simblåsor för Target Strength- (TS) - modellering

I akustiska mängdberäkningar utgör enskilda fiskars signalstyrka (Target Strength, TS) en viktig parameter. Det är det totala ekot (ekointegralen) delat med medelvärdet av TS för fångsten som ger uppskattningarna av antalet fisk i vattenmassan. Enligt gällande manual för akustiska undersökningar används vid mängdberäkningar i Östersjön litteraturuppgifter för TS för sill och skarpsill som funktion av längd. Värdena som används härrör inte från Östersjön. Dessutom saknas studier av TS för spigg, en art som blivit allt vanligare i Östersjön och därmed också i vår provtagning. Mot bakgrund av detta har under 2020 och 2021

viktiga steg tagits mot att ta fram nya, bättre beräkningar av TS för skarpsill och storspigg.

Hos fiskar med simblåsa utgör denna gasfyllda del av kroppen den största källan till eko. Att beskriva morfologin hos såväl fiskkroppen som simblåsan utgör därför en viktig pusselbit i att beräkna signalstyrkan för respektive art.

För att ta fram ett bättre estimat för TS-värde har 45 hela spiggar (år 2020) och 63 skarpsillar (år 2021) samlats in och frysts in direkt vid fångst. De har sedan skurits antingen på längden eller på djupet (Fig. 2) och fotograferats mot millimeterpapper med en Pentax digital SLR-kamera med macro-objektiv. Kroppsform och simblåsans form har tagits fram med hjälp av programvaran ImageJ, version 1.53. Analyser av TS har genomförts med modellen Kirchoff-Ray Model (Jech et al.), baserat på R-kod från Sven Gastauer, Thünen Institut, Bermerhaven, Tyskland.



Figur 2. Storspigg skurna på ledden och bredden för att kunna göra exakta beskrivningar av kroppsform samt simblåsans form. Simblåsan ses som en håligheter mitt i kroppen.

2.9. Jämförelse av hydroakustik från R/V Svea och SLU Aqua Sailor

Under både 2020 och 2021 har SLU Aqua Sailor samlat in data parallellt med R/V Svea, före, under och efter expeditionen. Målen med detta är flera: (1) att utvärdera hur datainsamlingen kan expanderas med nya, billigare, plattformar, (2) att mäta mängden fisk i den "blinda zonen" mellan ytan och Sveas ekolod, (3) att

bedöma hur Sveas motorljud och rörelse i vattnet påverkar fiskens beteende, då det är känt att fisk tenderar att undvika fartyg (De Robertis & Handegard 2013). SLU Aqua Sailor har ett WBT Mini – ekolod med en ES200-CDK – givare, dvs. 200 kHz nominell frekvens. Under 2020 och 2021 har den körts med bredbandsinställningar (FM, Frequency Modulated) med en pulslängd på 2048 μ s. SLU Aqua Sailor har varit i samma område (ICES subdivision 27) under SPRAS-Swe under hela expeditionen både 2020 och 2021. Vid några tillfällen under 2020 och 2021 har de två plattformarna befunnit sig mycket nära varandra, som närmast 300 m.

Under 2020 jämfördes dessutom ett experiment där Svea framfördes i tre alternerande hastigheter (2, 5 och 10 knop) för att jämföra hur Sveas hastighet (och därmed potentiellt motorljud och rörelser i vattnet) påverkar abundansuppskattningar.

3. Resultat

Resultat för båda årens expeditioner (2020 och 2021) redovisas här. De akustiska mängdberäkningarna för 2021 hade vid denna rapportens skrivande inte analyserats ännu och presenteras därför inte.

3.1. Akustisk insamling

För 2020 samlades akustiska data in i 8 rektanglar i SD27 och 1 rektangel i SD28 med en total transektlängd på 402 nm (nautiska mil). För 2021 samlades akustiska data in i 7 rektanglar i SD27 och 2 i SD28. Den totala transektlängden för 2021 var 475 nm.

3.2. Trålning

År 2020 utfördes 14 tråldrag varav 1 tråldrag utfördes som ett extra hal på natten (ingår ej i de ordinarie beräkningarna). Under 2021 utfördes 16 tråldrag varav 2 hal utfördes på natten som extra hal.

Tabell 1. Information om tråldragen 2020 inklusive total fångst.

Hal	Datum	Dag/ natt	ICES (rektangel)	Subdiv	Haltid (min)	Distans (nm)	Bottendjup (m)	Trålöppning (m)	Fart (kn)	Total fångst (kg)
93	30-apr.	D	43G6	27	40	2,14	45	15	3,2	44
94	30-apr.	N	43G7	27	30	1,58	66	12	3,14	213
96	01-maj	D	42G7	27	70	3,49	85	15	2,99	225
97	01-maj	D	42G6	27	16	0,74	46	15	2,85	210
98	01-maj	D	42G7	27	60	2,96	78	11	2,96	108
99	02-maj	D	43G8	28	30	1,46	73	13	2,88	226
100	02-maj	D	43G7	27	72	3,55	101	14	2,96	184
101	03-maj	D	44G8	27	85	4,4	101	13	3,11	132
102	03-maj	D	44G7	27	45	2,17	176	15	2,89	175
103	03-maj	D	45G7	27	45	2,23	158	14	2,95	66
104	03-maj	N	46G7	27	30	1,39	65	15	2,78	265
105	04-maj	D	45G7	27	65	3,29	108	15	3,03	295
106	04-maj	D	44G7	27	45	2,26	131	14	3,01	458
107	05-maj	D	43G6	27	62	3,15	43	18	3,06	42

Tabell 2. Information om tråldragen 2021 inklusive total fångst.

Hal	Datum	Dag/natt	ICES (Rekt)	Subdiv	Haltid (min)	Distans (nm)	Bottendjup (m)	Trålöppning (m)	Fart (kn)	Total fångst (kg)
112	05-maj	D	44G7	27	25	1,25	90	21	3,02	593
113	06-maj	D	43G7	27	40	2,1	75	21	3,15	391
114	06-maj	D	42G7	27	41	2,1	95	20	3,15	522
115	06-maj	D	42G6	27	45	2,35	61	20	3,14	301
116	06-maj	D	42G7	27	40	1,87	73	20	2,82	229
117	07-maj	D	42G8	28	46	2,3	80	22	3,05	658
118	07-maj	D	42G8	28	40	1,93	94	19	2,9	653
119	07-maj	D	43G8	28	41	1,97	82	21	2,95	525
120	08-maj	D	43G7	27	70	3,44	91	20	2,95	127
121	08-maj	D	44G8	27	50	2,6	102	20	3,12	490
122	08-maj	N	44G7	27	38	1,98	97	20	3,11	113
123	09-maj	D	44G7	27	50	2,48	165	20	2,97	516
124	09-maj	D	45G7	27	60	2,95	156	19	2,95	799
125	09-maj	D	46G7	27	40	1,93	110	20	2,9	979
126	09-maj	N	45G7	27	23	1,05	79	22	2,78	271
127	10-maj	D	45G7	27	50	2,36	101	20	2,83	940

3.2.1. Fångstdata

Alla fångade arter (fångst per tråldrag och timme) och vikt per art (kg/h) visas i tabell 3.

Tabell 3. Fångst i antal/h och vikt (kg/h) 2020 och 2021

	2020		2021	
	Antal/h	Vikt (kg)/h	Antal/h	Vikt (kg)/h
Skarpsill	18150	113	80522	539
Sill / strömning	1851	40	8781	174
Storspigg	77009	136	40178	60
Torsk	3,5	0,89	2,2	0,4
Småspigg	7,9	0,00	5,3	0,01
Skrubbskädda	0,5	0,08	4,3	0,52
Tobiskung	0,2	0,00	0,1	0,00
Stubb (släkte)	0,1	0,00	2,0	0,00
Hornsimpa	0,1	0,02	0,1	0,02
Sjurygg	0,2	0,02		
Rötsimpa			0,3	0,03
Vitling	0,1	0,01		

3.2.2. Individdata

I tabell 4 redovisas antalet ålderslästa individer av sill, skarpsill och torsk. Inga storspigg har ålderslästs ännu, otoliter har samlats för 137 individer av totalt 138 individer som insamlats 2021 och för vilka kön, mognadsstadium och individvikt har bestämts. Antal individer per kön och lekstadium visas i tabell 5.

Tabell 4. Antal ålderslästa individer i individprovtagningen.

Art	2020	2021
Sill	368	498
Skarpsill	453	419
Torsk	32	22

Tabell 5. Provtagna storspigggar under SPRAS 2021.

Lekstadium	Antal av		
	Obestämd	Hona	Hane
1	20	1	2
2	0	7	18
3	0	34	26
4	0	10	0
5	0	17	0
9	1	0	0

3.3. TS estimat

Under 2020 insamlades och mättes 45 storspigggar, med en standardlängd mellan 3,3 och 6,4 cm. Samtliga utom 1 hade en synlig simblåsa. Enligt preliminära modellberäkningar var TS -59,9 för en storspigg på 3,5 cm standardlängd, respektive -50,4 för en storspigg med standardlängd 6 cm (Fig. 3).

I gällande manual (WGBIFS 2017) modelleras TS för storspigg med samma parametervärden som för skarpsill och sill, enligt följande ekvation:

$$TS = A + B * \log_{10}(L)$$

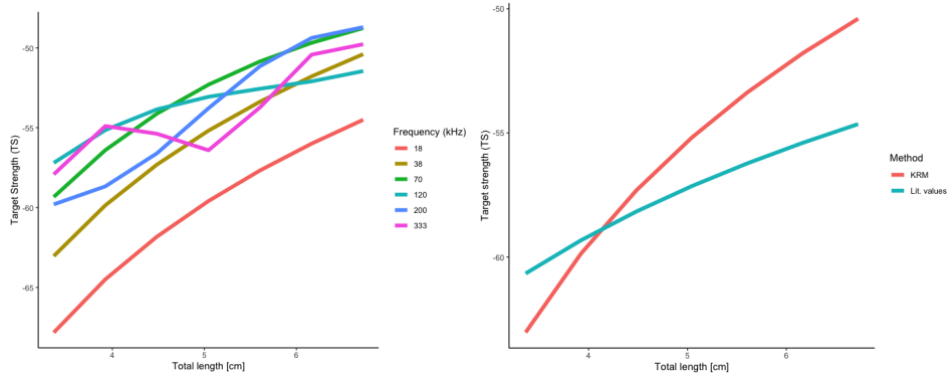
$$A = -71,2$$

$$B = 20$$

L = fiskens totallängd i cm

Med dessa beräkningar blir TS för en jämförbar storspigg -59,3 respektive -54,6. Jämförelsen pekar på att nuvarande beräkningar inom arbetsgruppen underskattar TS för stora storspigggar medan värdena för små storspigggar verkar vara mer rimliga (dvs. kurvan för TS som en funktion av längd är brantare än enligt nuvarande modell). Mer detaljerade beräkningar krävs för att kunna bekräfta detta och eventuellt rekommendera nya TS-värden till arbetsgruppen.

Som jämförelsematerial insamlades och mättes 63 skarpsillar 2021. Data har digitaliserats, med modellering av TS utifrån dessa mätningar har inte utförts ännu.



Figur 3. Modellerad TS för storspigg vid olika frekvenser. Abundansberäkningar görs på 38 kHz (orange linje).

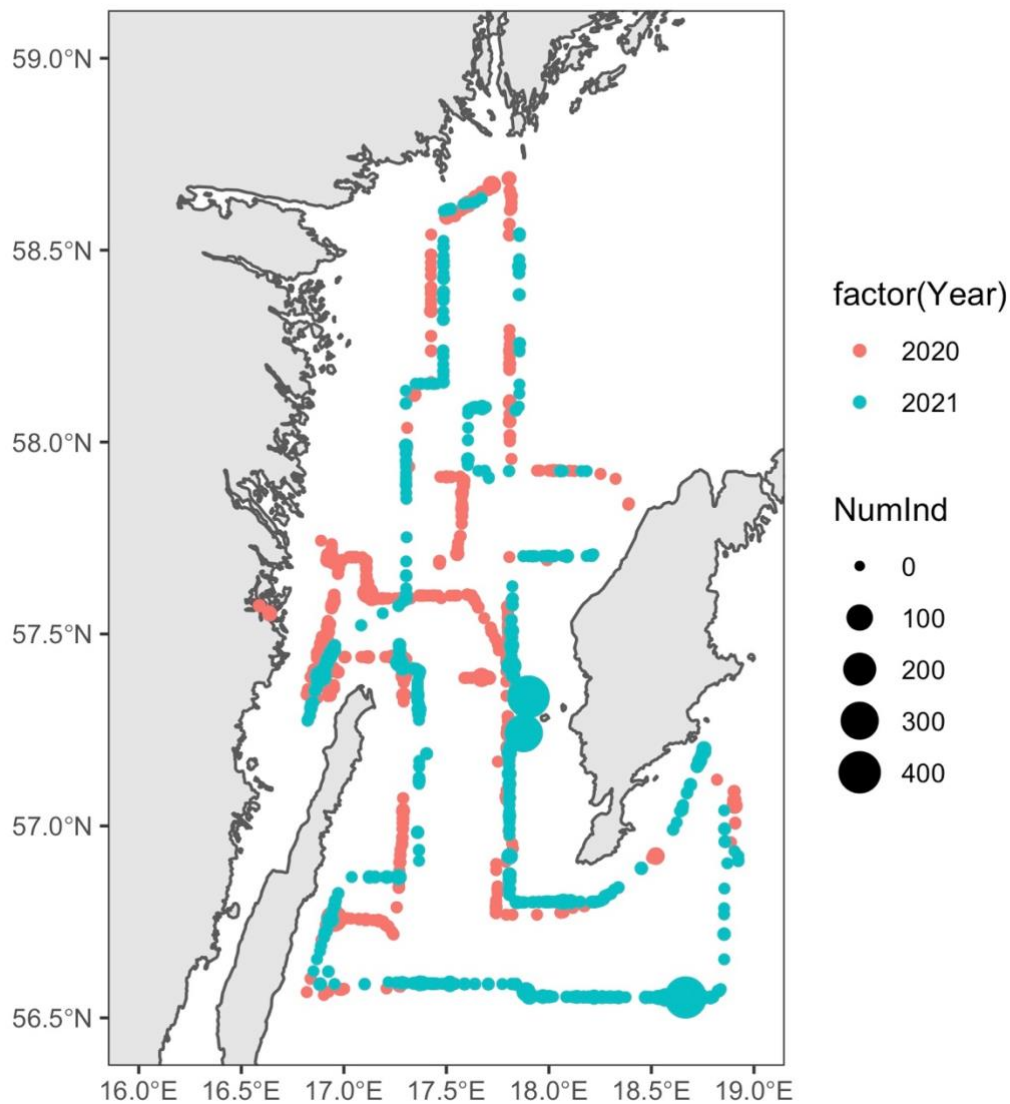
3.4. Fågelräkning

Det totala antalet flygande och på ytan rastande fåglar var 1230 och 5074 för 2020 respektive 2021. Den totala räkningstiden var 28 timmar för båda åren, vilket genererar en fågeltäthet på 54 respektive 181 individer per timme. Fåglar som följde fartyget är exkluderade från dessa siffror. Samtliga räknade fåglar per art visas i Tabell 6. Vid 2021 passerades Stora Karlsö på nära avstånd varvid räkningarna tillfälligt avbröts då mängden fåglar gjorde det omöjligt att utföra tillförlitliga räkningar. Det högre antalet fåglar 2021 jämfört med 2020 kan dock ändå delvis förklaras med närheten till Stora Karlsö, samt att Hoburgs bank passerades under dagtid 2021 (se nedan) (Fig. 4).

Alfågel sågs framför allt på Hoburgs bank. Detta område passerades nattetid under 2020 vilket förklarar det låga antalet alfåglar sedda under 2020. Sillgrissla och tordmule var de arter som sågs spridda på flest lokaler, och ofta på ytan, till skillnad från måsfåglar och tärnor som till stor del sågs flyga förbi fartyget.

Tabell. 6. Antal fåglar sedda från standardiserade räkningar från R/V Svea under SPRAS-Swe 2020 och 2021. Arterna är rangordnade utifrån totalantalet.

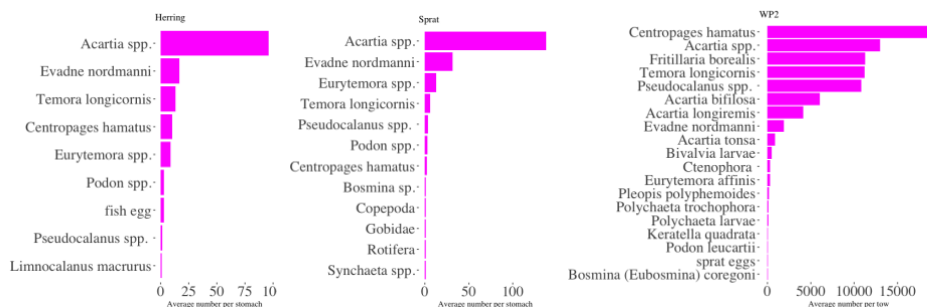
År	Art	Antal flygande	Antal rastande	Totalantal
2020	Sillgrissla	152	235	387
	Tordmule	143	32	175
	Fiskmåås	129	35	164
	Svärta	120	0	120
	Gråtrut	59	18	77
	Skrattmåås	40	10	50
	Sjöorre	50	0	50
	Alfågel	49	0	49
	Silvertärna	31	13	44
	Storskarv	32	7	39
	Silltrut	18	7	25
	Småskrake	13	0	13
	Ejder	11	0	11
	Fisktärna	11	0	11
	Silvertärna	1	2	3
	Havstrut	2	0	2
	Tobisgrissla	1	0	1
2021	Sillgrissla	183	2064	2247
	Silltrut	33	711	744
	Alfågel	532	89	621
	Gråtrut	21	405	426
	Tordmule	197	118	315
	Silvertärna	235	11	246
	Ob. Sillgrissla/tordmule	140	30	170
	Ejder	132	31	163
	Svärta	46	3	49
	Fiskmåås	29	1	30
	Storskarv	19	1	20
	Småskrake	15	0	15
	Skrattmåås	12	0	12
	Tobisgrissla	2	1	3
	Sjöorre	3	0	3
	Kustlabb	3	0	3
	Silvertärna	1	1	2
Havstrut	0	1	1	



Figur 4. Samtliga fågelobservationer från SPRAS-Swe 2020 och 2021.

3.5. Zoo-plankton och maginnehåll

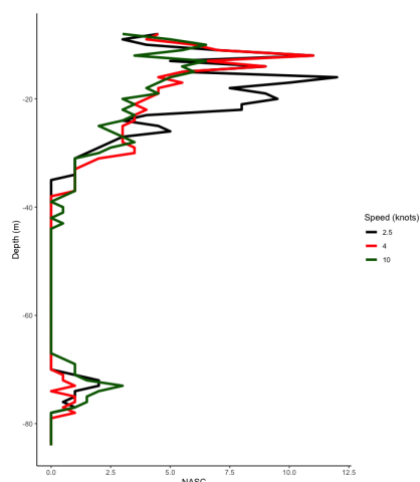
Data över genomsnittligt antal födoinnehåll i magar samt innehåll i WP2-håven för 2020 visas i figur 5. Data insamlad 2021 har ännu inte analyserats. Den helt dominerande gruppen i WP2-håvningarna var *Synchaeta* sp. (hjuldjur), med i genomsnitt 860 000 individer per hal. Figuren för WP2 visar endast resterande taxon. *Synchaeta* förekommer också i mindre omfattning i magarna hos skarpsill, men hittades inte i sillmagarna.



Figur 5. Medelantal taxa per mage för sill, skarpsill och WP2-drag, för 2020.

3.6. Experiment med Svea vid olika hastigheter

Ekointegrering i 1-m intervall gjordes för fem transekter i tre olika hastigheter, 2.5 knop, 4 knop och 10 knop. Medianvärde i ekointegral per metersintervall gjordes för de tre hastigheterna. Data från detta begränsade experiment (1 natt) gav ingen tydlig indikation om att Sveas hastighet spelar någon roll för djupfördelningen av pelagisk fisk (Fig. 6)

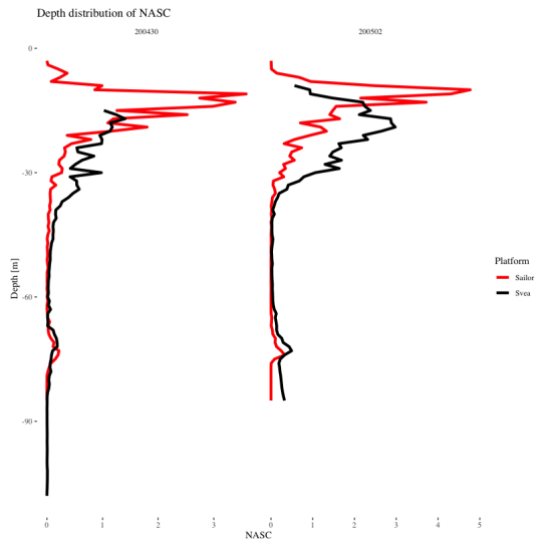


Figur 6. Medianvärde för fiskförekomst i olika djuplager (1-m-intervall) baserat på 5 transekter för varje hastighet (2.5, 4 and 10 knop), natten 3 maj 2020. Svea, 38 kHz ekolod.

3.7. Jämförelser mellan Svea och SLU Aqua Sailor

Preliminära analyser från SLU Aqua Sailor tyder på att en stor del av fiskbiomassan under nattetid befinner sig mellan 2 och 10 meters djup. Det finns två tänkbara scenarion för hur fisken reagerar när Svea är i antågande. Om den simmar nedåt kommer djuputbredningen skilja sig men den uppmätta biomassan vara densamma. Om fisken däremot simmar åt sidan kan den uppmätta biomassan för Svea vara lägre än den som uppmätts av en mindre och tystare plattform. Data från vårt begränsade pilotförsök under 2020 (2 nätter) tyder på att utbredningen av

fisk i djupled skiljer sig mellan mätningarna från Svea och Sailor, vilket tyder på att fisken simmar nedåt när Svea är i antågande (Figur 7). Noterbart är också att fisken hade en djupare utbredning 30 april (en stormig natt) and 2 maj (en lugn natt), vilket är i linje med tidigare studier som visat att pelagisk fisk söker sig djupare under stormiga förhållanden (t ex Kaartvedt et al. 2017). Fortsatta studier, där också Sveas sidotittande ekolod används (MS70), skulle kunna ge värdefulla data för hur eventuella fiskrörelser kan påverka uppskattningar om antal och biomassa. Det är sannolikt att på väder (mängden ljud och luftbubblor i vattnet) och art också avgör fiskens reaktioner på fartyg.



Figur 7. Jämförelse av ekointegral som en funktion av djup (1-metersintervall) från Svea och Sailor vilka rört sig i samma område inom 1000 m avstånd vid två olika datum. Kurvorna gäller ekolod i bredbandsläge på 200 kHz nominell frekvens. Den lilla toppen på båda kurvorna för båda plattformarna vid ca 70 meters djup är haloklinen.

4. Diskussion

SPRAS-Swe har under sina två första år haft målsättningarna att (1) samla in hydroakustiska data för pelagisk fisk enligt standardiserad metod till beståndsanalys (2) samla data och erfarenheter kring användning av multifrekvensakustik för att förbättra framtida undersökningsmetoder och (3) att ta betydande steg mot att utveckla SPRAS-Swe till en ekosystemsurvey genom att bredda datainsamlingen kring ett antal parametrar, betydelsefulla för strukturen och funktionen hos det pelagiska ekosystemet.

Utifrån målsättningen kring standardiserad insamling kan vi konstatera att expeditionerna har fungerat väl, även om analysen av 2021 års data vid denna rapport skrivande (februari 2021) fortfarande inte var färdigställd. Jämförelsedata mellan SLU Aqua Sailor och Svea pekar på att en stor del av fiskbiomassan finns i ytvattnet (0-10 m) under natten, och därför rekommenderar vi fortsatt att biomasseberäkningar baseras på akustiktransekter dagtid (05-21). Ytterligare studier av så kallad ship avoidance (hur fisken eventuellt undviker fartyget) skulle kunna utföras med en kombination av SLU Aqua Sailor, stationärt ekolod (WBAT) och Sveas sidoriktade MS70-ekolod.

Utifrån målsättningen om multifrekvensakustik har samtliga ekolod kalibrerats inför expeditionen, och data har samlats in från samtliga ekolod på båda expeditionerna. Delar av dessa data analyseras för närvarande inom ett pågående HaV-finansierat projekt om att utveckla ickedödliga metoder för fiskeriprovtagning. I analyserna sammankopplas ekostyrkan från de olika ekoloden (18-333 kHz) med fångsterna i trålen, för att avgöra om de olika arterna har olika akustiska "signaturer". Preliminära data tyder på att spigg dagtid mestadels förekommer i ett lager närmare ytan (20-35 m djup) medan sillfiskar ofta förekommer kring haloklinen på 65-75 m djup. En svårighet med pågående analyser är dock att ICES manual för akustiska expeditioner i Östersjön för närvarande föreskriver att i de fall två fisklager förekommer ska trålning ske på båda lager. Detta gör att det är svårt att sammankoppla de akustiska resultaten från distinkta fisklager med resultaten från trålningarna. Vi kommer att lyfta dessa frågor i den ansvariga arbetsgruppen (WGBIFS) för att försöka få igenom möjligheten att göra enskilda tråldrag på varje lager istället för att kombinera flera lager i samma tråldrag. Om uppdelningen i djuputbredning mellan sillfiskar och spigg visar sig vara konstant, eller att de olika arterna har väldigt skilda frekvensreponser, skulle dessa taxa kunna skiljas ut redan vid tolkningen av ekogrammen – vilket skulle minska behovet av trålning för groundtrathing. Dessutom skulle säkerheten i uppskattningarna av antal för de olika arterna kunna ökas eftersom vi redan i vattnet kunde dela upp mellan arter, istället för att förlita

oss på vad som hamnar i trålen. Detta analysarbete bör prioriteras framgent då det både kan leda till bättre abundansberäkningar och färre dödade fiskar. En viktig ytterligare aspekt i detta är att få till mer korrekta TS-beräkningar – ett arbete som pågår och som också kommer att presenteras på ICES WGBIFS 2022. Med arttolkning av ekogrammen och korrekta TS-värden för de tre arterna finns goda möjligheter att ta fram exakta mått på antal och biomassa för de tre arterna, som komplement till dagens beståndsuppskattningar där resultaten från akustiken används som ett relativt index (istället för de absoluta värdena).

Utifrån målsättningen om att samla in vidare ekosystemparametrar under expeditionen har flera viktiga steg tagits. Det har visat sig att det går utmärkt att räkna fåglar från bryggan på Svea, och insamlade data visar att området för expeditionen är mycket intressant ur ett havsfågelperspektiv. Särskilt fiskätande arter som alkor, måsar, trutar och tärnor, samt musselätande alfåglar, har setts i relativt stora mängder under båda expeditionerna. Genom att samla in maginnehåll hos sillfiskar (2020) och sillfiskar+storspigg (2020+2021) jämte WP2-håvningar (2020+2021) finns grunder för att kunna analysera faktorer som bidrar till både tillväxt och konkurrens mellan de tre pelagiska arterna. Det är särskilt viktigt eftersom storspiggen ökat kraftigt i antal och kan förutses konkurrera med de två andra arterna.

Ökningen av storspigg som visats i tidigare studier (e.g. Olsson et al. 2019) bekräftas av data från SPRAS 2020 och 2021. Under 2020 var storspigg den vanligaste arten i fångsten, med $136 \text{ kg} \cdot \text{H}^{-1}$, att jämföra med $113 \text{ kg} \cdot \text{H}^{-1}$ för skarpsill och $40 \text{ kg} \cdot \text{H}^{-1}$ för sill. Under 2021 minskade storspigg medan sillfiskarna ökade, och motsvarande siffror var 60, 539 och $174 \text{ kg} \cdot \text{H}^{-1}$ för storspigg, skarpsill och sill. Då arterna förefaller att uppta olika lager i vattenkolumnen och att trålningen enligt rådande manual sker på de största fiskkoncentrationerna är det osäkert om man kan betrakta siffrorna som helt jämförbara. Klart är dock att storspiggen är en mycket betydelsefull art i det pelagiska ekosystemet i området. Ökningen över tid har också lett till ett ökat intresse för storspigg hos fiskerinäringen, och inom de närmaste kommer sannolikt ett fiske att påbörjas. Detta understryker ytterligare behovet av bättre vetenskapligt underlag för storspigg, inklusive läsning av otoliter. Den pilotbaserade individprovtagning på spigg som påbörjats under 2021 bör därmed fortsätta, och förutsättningar för åldersläsning bör byggas upp.

5. Deltagare

Ombord på Svea under SPRAS-expeditionen fanns följande funktioner; Fågelräknare, fisklabspersonal och akustikpersonal.

Expeditionsmedlemmar 2020:

Jonas Hentati Sundberg	Vetenskaplig ledare fågel/akustik
Anders Svenson	Expeditionsledare/akustik
Olof Lövgren	Akustik
Hans Nilsson	Fiskhåv/akustik
Joakim Hjelm	Fisklab
Baldvin Torvaldsson	Fiskhåv/VP2/Fisklab
Rajlie Sjöberg	Fisklab
Carina Jernberg	Fisklab
Matilda Svensson	Fisklab
Annelie Hilvarsson	Fisklab
Noel Holmgren	Fågelräkning
Olof Olsson (SU)	Fågelräkning



Figur 8. Expeditionsmedlemmar och besättning 2020.

Ombord Svea under SPRAS-expedition 2021 fanns följande funktioner; fågelräknare, fisklabspersonal och akustikpersonal.

Expeditionsmedlemmar 2021:

Jonas Hentati Sundberg	Vetenskaplig ledare fågel/akustik
Anders Svenson	Expeditionsledare/akustik
Olof Lövgren	Akustik
Hans Nilsson	Akustik
Carina Jernberg	Fisklab
Emilia Björklund	Fisklab
Annelie Hilvarsson	Fisklab
Jan-Erik Johansson	Fisklab
Rajlie Sjöberg	Fisklab
Olof Olsson	Fågelräkning
Astrid Carlsen	Fågelräkning



Figur 9. Expeditionsmedlemmar och besättning 2021.

Referenser

Camphuysen C.J., Fox A.D., Leopold M.F., and Petersen I.K. 2004. Towards Standardized seabirds at sea census techniques in connection with environmental impact assessments for offshore wind farms in the UK: a comparison of ship and aerial sampling methods for marine birds, and their applicability to offshore wind farm assessments, NIOZ report to COWRIE (BAM – 02-2002), Texel, 37pp.

De Robertis, Alex, and Nils Olav Handegard. 2013. Fish Avoidance of Research Vessels and the Efficacy of Noise-Reduced Vessels: A Review. *ICES Journal of Marine Science* 70(1): 34–45.

ICES WGBIFS. 2017. Manual for the International Baltic Acoustic Surveys (IBAS) Version 2.0.

Jech, J. Michael et al. 2015. Comparisons among Ten Models of Acoustic Backscattering Used in Aquatic Ecosystem Research. *The Journal of the Acoustical Society of America* 138(6): 3742–64.

Kaartvedt, Stein, Anders Røstad, and Dag L. Aksnes. 2017. Changing Weather Causes Behavioral Responses in the Lower Mesopelagic. *Marine Ecology Progress Series* 574: 259–63.

Tack

Niklas Larson har gjort samtliga hydroakustiska analyser och bistått med hjälp i hydroakustiska frågor. Sveas besättning tackas för väl genomförda expeditioner.

Bilaga 1

I bilaga 1 visas fördelningen av de fyra vanligaste arterna i vattenmassan under 2020 års expedition. sA-värdet är den energi som registreras av ekolodet. SIGMA är det genomsnittliga TS värdet, vilket beräknas genom litteraturvärden för TS per längd av den fisken som fångats i tråldragen i respektive ICES-rektangel. Genom att kombinera sA med sigma beräknas totalantalet av individer som den uppmätta energimängden motsvarar. I kombination med fångsten vid trålningarna fås en fördelning mellan arter (tabell S1) och ett beräknat antal individer per åldersklasser för hela rektangeln (tabell S2-S4).

Tabell S1. I tabellen visas fördelningen av sill, skarpsill och torsk i den akustiska undersökningen 2020. Procentdelen upp till 100% består av "övriga arter".

Subdivision (SD)	Rektangel	Area(nm ²)	sA	SIGMA	Totalt antal	% sill	% skarpsill	% torsk
27	42G6	266	516	0,340	4037	0,00	0,19	0,00
27	42G7	986,9	227	0,353	6331	0,03	2,71	0,00
27	43G6	269,8	777	0,319	6580	0,01	0,04	0,00
27	43G7	913,8	213	0,344	5668	0,43	3,83	0,00
27	44G7	960,5	472	0,986	4603	6,52	77,95	0,01
27	44G8	456,6	178	0,433	1880	0,67	4,81	0,01
27	45G7	908,7	1061	0,546	17666	1,76	37,26	0,01
27	46G7	452,6	1340	0,999	6073	21,70	48,47	0,00
28	43G8	296,2	1238	1,078	3401	1,90	80,98	0,00

Tabell S2. Beräknat antal individer per åldersklass av sill (i miljoner) i de olika rektanglarna i SD 27 som Sverige undersökt 2020.

SD	Rektangel	Årsklass 1	Årsklass 2	Årsklass 3	Årsklass 4	Årsklass 5	Årsklass 6	Årsklass 7	Årsklass 8
27	42G6	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00
27	42G7	0,15	0,18	0,23	0,43	0,41	0,51	0,21	0,00
27	43G6	0,11	0,14	0,11	0,14	0,11	0,14	0,00	0,00
27	43G7	0,62	1,23	3,29	8,76	1,50	6,54	2,14	0,55
28	43G8	51,91	0,71	2,28	1,42	0,71	6,97	0,00	0,71
27	44G7	129,84	41,32	28,31	32,39	13,21	52,57	1,29	1,19
27	44G8	1,37	0,00	3,18	3,67	1,59	2,80	0,00	0,00
27	45G7	72,10	39,68	36,10	59,73	47,67	48,30	7,69	0,00
27	46G7	235,27	116,69	344,44	271,03	80,93	269,15	0,00	0,00

Tabell S3. Beräknat antal individer per åldersklass av skarpsill (i miljoner) i de olika rektanglarna i SD 27 som Sverige undersökt 2020.

SD	Rektangel	Årsklass 1	Årsklass 2	Årsklass 3	Årsklass 4	Årsklass 5	Årsklass 6	Årsklass 7	Årsklass 8
27	42G6	0,59	0,94	1,61	1,51	0,84	1,87	0,09	0,21
27	42G7	67,94	6,95	29,34	16,20	13,95	33,77	0,56	3,01
27	43G6	2,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	43G7	139,62	22,31	7,24	21,25	21,21	5,20	0,00	0,00
28	43G8	627,57	827,47	158,06	404,44	295,19	271,95	27,89	141,78
27	44G7	1861,42	455,50	331,81	367,95	247,28	324,48	0,00	0,00
27	44G8	13,43	10,14	8,06	14,37	5,92	32,35	4,88	1,32
27	45G7	4747,61	192,29	190,41	827,91	13,25	535,78	37,18	37,18
27	46G7	2531,91	177,11	119,74	29,93	14,97	57,37	0,00	12,47

Tabell S4. Beräknat antal individer per åldersklass av torsk (i miljoner) i de olika rektanglarna i SD 27 som Sverige undersökt 2020.

SD	Rektangel	Årsklass 1	Årsklass 2	Årsklass 3	Årsklass 4
27	42G7	0,02	0,15	0,02	0,00
27	43G7	0,00	0,07	0,05	0,00
27	44G7	0,00	0,48	0,09	0,00
27	44G8	0,00	0,10	0,10	0,03
27	45G7	0,00	1,11	1,03	0,51

Storspigg är ett pilotprojekt där vi inte har några åldrar och därför så har vi inte gjort någon uppskattning av individer per åldersklass.

Tabell S5. Beräknat antal individer per längdklass av storspigg (i miljoner) i de olika rektanglarna i SD 27 som Sverige undersökt 2020.

SD	Rektangel	Längdklass 3,5	Längdklass 4,5	Längdklass 5,5	Längdklass 6,5	Längdklass 7,5
27	42G7	175,0	1061,1	1900,1	2694,2	325,3
27	43G6	394,7	1253,2	1959,1	2665,1	304,6
27	43G7	623,9	988,1	1247,8	2477,6	88,4
27	44G7	48,6	159,3	113,4	345,7	47,3
27	44G8	29,1	203,9	233,0	1165,1	145,6
27	45G7	891,7	4513,1	1634,5	3132,8	597,5
27	46G7	32,4	129,4	452,9	1197,1	
28	43G8	39,5	98,6	69,0	335,4	39,5

