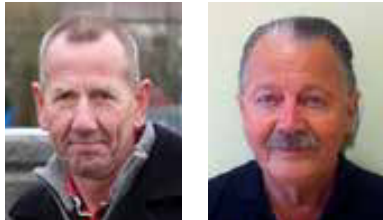


HUR MYCKET TORSK KONSUMERAR MELLANSKARV I BYFJORDEN? HOW LARGE IS THE COD CONSUMPTION BY CORMORANTS IN THE BY FJORD, SWEDEN?



Lars-Olof Axelsson¹, Anders Stigebrandt²

¹ Thorburns väg 14, 451 77 Uddevalla, lars-olof@fjordtorsk.se

² Box 461, 405 30 Göteborg, anders.stigebrandt@marine.gu.se

Abstract

We have measured the length of otoliths from cod in 76 pellets regurgitated by cormorants (*Phalacrocorax carbo sinensis*), collected from the small island Ringburen in the By Fjord which is part of the fjord system between the Orust Island and the mainland. Using a mathematical formula developed in the present paper, we determined the individual weight of the cods consumed by the cormorants. If an annual mean of 10–25 cormorants feed in the By Fjord, we estimate that their annual catches of cod from the By Fjord are in the interval 1400–3400 kg distributed on 18000–44000 individuals of which 90–220 are mature. This might affect the local recruitment of cod and jeopardize the expected positive effect of recently established artificial reefs. There are no estimates of the mass of the cod stock and its partition into different size classes, the annual recruitment, and rates of growth. At the present, it is therefore not possible to assess the effect of the predation by cormorants upon the cod stock. A mathematical model of the cod stock in the fjord system should help structuring the problem and may also deliver prognoses under different assumptions.

Key Words: Cormorant, Cod consumption, Byfjorden

Sammanfattning

Vi har mätt längden av otoliter från torsk i 76 spybollar från mellanskarv (*Phalacrocorax carbo sinensis*), insamlade från ön Ringburen i Byfjorden vilken ingår i fjordsystemet mellan Orust och fastlandet. Genom att använda en matematisk formel, vilken härleds i denna uppsats, har vi fastställt vikten av varje konsumerad torsk. Med antagandet att 10–25 skarvar som årsgenomsnitt försörjer sig i Byfjorden kommer vi fram till ett årligt torskuttag i intervallet 1.400–3.400 kg fördelat på mellan 18.000–44.000 individer varav 90–220 är lekmogna. Detta skulle kunna påverka den lokala rekryteringen av torsk och motverka förväntade positiva effekter av nyligen utlagda artificiella rev. Det saknas uppskattningar av torskbeståndets storlek och dess fördelning på olika storleksklasser samt årlig rekrytering och tillväxttakt varför man inte nu kan bedöma effekten av skarvarnas predation på torskbeståndet i Byfjorden och fjordsystemet. En matematisk modell av torskbeståndet i fjordsystemet kan bidra till att strukturera problemet samt även leverera prognoser under olika antaganden.

Bakgrund

Byfjorden med största djup ca 47 meter är den innersta delen av fjordsystemet mellan fastlandet och Orust. Det 13 m djupa Sunninge sund förbinder fjorden med Havstensfjorden. Hydrografiska förhållanden inklusive vattnets uppehållstid i olika djupskikt i de olika fjordbassängerna beskrivs av Hansson med flera (2013). Sunningesund utgör en tröskel för djupvattnet i Byfjorden vilket kan bli liggande under flera år innan det byts ut av ett vatten med högre densitet. Djupvattnet får syre vid sällan förekommande inflöden av nytt djupvatten vilka kan hålla djupvattnet syresatt under upp till ca ett halvt år. Därefter är djupvattnet syrefritt med stigande koncentrationer av giftigt svavelväte och ammonium under vanligtvis flera år långa perioder. Vattnet och bottenarna under ca 15 m djup, vilka utgör ungefär hälften av totala vattenvolymen och bottenarean, duger därför inte som habitat för fisk och skaldjur. Detta skulle kunna förändras om djupvattnet syresätts artificiellt, se Stigebrandt med flera (2015). Lokala sötvattenkällor, främst Bäveån, skapar ofta ett skikt med lägre salthalt vid havsytan vilket bland annat leder till att fjorden snabbt kan isläggas vid kallt väder.

Torsken längs svenska västkusten har länge fört en tynande tillvaro. För att gynna hummer och fisk, speciellt torsk placerade Fjordtorsk i Bohuslän AB ut konstgjorda rev av egen konstruktion i Byfjorden år 2015. Efter drygt 3 år konstaterades att det fanns ett stationärt lekande bestånd av drygt 60 cm långa torsk (Fjordtorsk i Bohuslän, 2021). Svedäng m.ed fl.era (2018) undersökte år 2013 och 2014 om torsk lek ägde rum i fjordsystemet och fann att så är fallet. En DNA-analys visar att det finns både Nordsjötorsk och Kusttorsk i fjorden (Figur 1). Med ekonomiskt stöd från bland andra Havs- och Vattenmyndigheten lades ytterligare 64 rev ut under hösten 2020. Havs- och Vattenmyndigheten förväntar sig att reven framförallt har lokal effekt kopplad till ökat skydd av torsken från rovdjur, men att de även kanske kan ha effekt på födotillgång och möjligheter till lek. Reven skulle därmed kunna ha positiva effekter på beståndsnivå, kanske mest sannolikt för kustlekande bestånd i Kattegatt och Skagerrak (HaV, 2021).

Skarvar predaterar på torskbeståndet vilket motverkar effekten av fiskeförbudet i fjordsystemet. Predationen kan äventyra positiva effekter av konstgjorda rev. Syftet med föreliggande rapport är



Figur 1. Torskar fångade som bifångst i hummertinor i Byfjorden 25 september 2019. DNA-analys (Carl André, personligt meddelande till L-O A) visar att den övre torsken är en Kusttorsk eller Kattegattorsk (längd 30 cm, vikt 220 gram). Undre torsken är en lekmogen Nordsjötorsk (längd 53 cm, vikt 1330 gram).



Figur 2. Skarv som sväljer nyfångad torsk. (Foto Patrik Eld, Lysekil).

att undersöka hur mycket torsk som konsumeras av mellanskarv i Byfjorden (Figur 2). Skarvar övernattar i Byfjorden på öarna Ringburen och Lillön. Under övernattning producerar skarven en så-kallad spyboll vilken innehåller otoliter (hörselstenar) och andra svårsmälta beståndsdelar av födan (Figur 3). Vår analys är baserad på innehållet av otoliter från torsk i 76 färsk spybollar vilka samlades in från Ringburen. Otoliter separeras från spybollarna och längden av otolitparen från torsk mäts. För att bestämma vikten av varje torsk vars otoliter återfunnits i en spyboll använder vi en matematisk formel för sambandet mellan otoliternas längd och fiskens vikt. Denna formel baseras på data från 45 torsk

fångade som bifångst utanför lekperioden och utanför fjordsystemet.

Data

Undersökningen bygger på två uppsättningar av data. Den första uppsättningen visar fiskens längd och vikt samt otoliternas längd för 45 torsk, fångade (bifångst) utanför lekperioden och utanför fjordsystemet (Tabell 1). Dessa data används för att härleda en matematisk formel för sambandet mellan otoliternas längd och torskens vikt. Den andra uppsättningen data består av uppmätt längd av otoliter som vaskats fram ur 76 spybollar vilka insamlats från Ringburen under perioden 12 augusti



Figur 3. Öppnad spyboll från Ringburen 5 september 2020 (vänster). Durkslag med de framvaskade otoliterna (höger).

Tabell 1. Uppmätt längd (L), vikt (V) och otolitlängd (OL) samt kvoten $\alpha = V/L^3$ för torskar från Byffjorden. I kolumn #6 visas beräknad vikt enligt formel (5) och i kolumn #7 kvoten mellan beräknad och uppmätt fiskvikt.

Längd L (cm)	Vikt V (g)	Otoliter längd (mm)	Otolit medel (mm)	α	Beräknad vikt Vb (g)	Vb/V
16	31	7,1; 7,1	7,1	0,00756	28	0,903
17	35	7,4; 7,3	7,35	0,00712	34	0,971
21	101	8,9; 8,7	8,7	0,01091	85	0,841
23	117	9,3; 9,3	9,3	0,01000	122	1,043
24	146	9,1; 9,4	9,25	0,00962	119	0,815
24	117	9,6; 9,5	9,55	0,00846	141	1,205
24	130	10,4; 10,4	10,4	0,00940	226	1,738
24	164	9,7; 9,6	9,65	0,01186	149	0,909
24	155	9,4; 9,3	9,35	0,01121	126	0,813
24	168	9,7; 9,6	9,65	0,01215	149	0,887
25	186	10,5; 10,6	10,55	0,01190	244	1,312
25	172	9,2; 9,1	9,15	0,01101	112	0,651
26	172	10,1; 9,7	9,9	0,00979	172	1,000
26	174	9,7; 9,4	9,55	0,00990	141	0,810
26	134	9,3; 9,2	9,25	0,00762	119	0,888
26	173	10,3; 10,1	10,2	0,00984	203	1,173
26	129	10,2; 10,1	10,15	0,00734	198	1,535
27	223	10,2; 10,0	10,1	0,01133	192	0,861
27	180	9,3; 9,7	9,5	0,00914	138	0,767
27	199	10,2; 10,2	10,2	0,01011	203	1,020
27	203	9,8; 9,8	9,8	0,01031	163	0,803
27	178	10,0; 9,7	9,85	0,00904	168	0,944
27	191	10,2; 10,1	10,15	0,00970	198	1,037
27	177	9,6; 9,6	9,6	0,00899	145	0,819
28	209	10,2; 10,1	10,15	0,00952	198	0,947
28	199	10,4; 10,3	10,35	0,00907	219	1,101
28	189	9,6; 9,6	9,6	0,00861	145	0,746
28	243	10,7; 10,9	10,8	0,01107	277	1,140
28	207	10,5; 10,6	10,55	0,00943	244	1,179
29	260	9,7; 10,0	9,85	0,01066	173	0,665
29	264	10,7; 10,6	10,65	0,01082	256	0,970
29	268	10,6; 10,7	10,65	0,01099	256	0,955
30	273	10,7; 10,9	10,8	0,01011	277	1,015
30	271	10,6; 10,6	10,6	0,01004	250	0,923
30	283	11,4; 10,8	11,1	0,01048	322	1,138
31	343	10,0; 10,0	10,0	0,01151	182	0,531
31	284	10,8; 10,8	10,8	0,00953	277	0,975
32	354	10,7; 10,5	10,6	0,01080	280	0,706
33	407	11,6; 11,4	11,5	0,01132	390	0,958
39	591	12,4; 12,5	12,45	0,00996	602	1,019
39	557	12,5; 12,5	12,5	0,00939	615	1,104
39	597	12,6; 12,3	12,45	0,01006	602	1,008
39	487	12,4; 12,3	12,35	0,00821	576	1,183
41	630	12,4; 12,6	12,5	0,00914	615	0,976
42	649	12,3; 12,1	12,2	0,00876	539	0,831

till 14 september 2020. Otoliternas densitet är hög varför de lätt kan vaskas fram från spybollarnas slemmiga hölje med hjälp av ett durkslag, se Figur 3. Spybollarna innehöll förutom torskotoliter även otoliter från ål, vitling, sill, plattfisk, smörbult, skärnsultra, stensultra. Till skillnad från spybollar som tidigare samlats in från Lillön innehöll de här undersökta spybollarna från Ringburen inga spår av insjöfisk. Otoliter från torsk har ett karaktäristiskt utseende och är därför relativt lätt urskiljbara från otoliter från andra arter. Spybollarnas innehåll av otoliter från torsk redovisas i Tabell 2. Det förekommer att en av otoliterna i ett otolitpar saknas vilket markeras med ett frågetecken (?). Tabell 2 ger också totala antalet otoliter från andra fiskarter.

Metoder

Samband mellan torskens vikt och längd

Under förutsättning att fisken behåller sin form när den växer bör vikten V (g) vara proportionell mot längden L (cm) i kubik, således

$$V = \alpha L^3 \quad (1)$$

Från data från 45 torskarter med vikt mellan 31 och 649 gram och längd mellan 16 och 42 cm (Tabell 1) beräknar vi α -värdet för varje fisk. Värdena av α ligger mellan 0,00712 och 0,01215 (Tabell 1) och medelvärde av α är 0,00986.

Om man multiplicerar α med 100 fås Fultons kvalitetsfaktor K , således

$$K = \alpha \cdot 100 \quad (2)$$

Medelvärde av K för de 45 torskarterna är således 0,986. Detta värde stämmer mycket väl överens med K -värdet 1,008 för Nordsjötorsk (Rätz m.fl., 2000). Generellt gäller att fiskens kvalitet ökar med värdet av faktorn K . K -värdet har ett minimum efter leken.

Samband mellan otoliternas längd och fiskens vikt

Längden OL av otoliterna från de 45 torskarterna uppmättes (Tabell 1). Otoliternas längd ligger i intervallet 7,1–12,5 mm. Efter att ha plottat otoliternas längd OL (mm) mot torskens längd L (cm),

anpassades följande formel till mätdata,

$$OL = 1,65 \cdot L^{0,55} \quad (3)$$

Detta samband mellan L (cm) och OL (mm) kan skrivas om på följande sätt

$$L = OL^{1,82} / 2,50 \quad (4)$$

Genom att kombinera formlerna (1) och (4) och med användning av medelvärdet $\alpha = 0,00986$ fås följande samband mellan fiskens vikt V (g) och otoliternas längd OL (mm).

$$V = 0,00063 \cdot OL^{5,46} \quad (5)$$

För att bedöma hur bra formel (5) beskriver sambandet mellan otolitlängd OL och torskvikten V har vi beräknat torskarnas vikt enligt formel (5). Vi kallar denna V_b och kvoten V_b/V mellan den från otoliter uppskattade vikten och den mätta vikten ges i Tabell 1. Om $V_b/V = 1$ råder perfekt överensstämmelse mellan beräknad och uppmätt vikt. Man kan konstatera att den beräknade vikten överlag överensstämmer väl med den uppmätta vikten varför vi med förtroende kan använda formel (5). Avvikelser mellan beräknad och uppmätt vikt kan bero på att otoliternas utveckling när fisken växer inte är identiskt lika för alla fiskar. Avvikelser kan kanske också bero på könsbetingade skillnader i otolitutveckling samt på naturliga variationer av fiskens form (α -värde) från individ till individ.

Skarvarnas konsumtion av torsk baserad på innehållet i spybollar

Vid härledningen av formel (5) har vi använt data från torskarter med otolitlängder OL i intervallet 7,1–12,5 mm (Tabell 1). Vi använder dock formeln för att bestämma torskarnas vikt från de i spybollarna funna otoliterna från torsk om dessa är 5 mm eller längre. Enligt analysen innehöll spybollarna otoliter från 218 större torskarter, här definierade som de som har otoliter längre än 5 mm och som enligt formel (5) vägde mer än 4 gram. Dessutom fanns otoliter från ca 150 mindre torskarter som enligt samma formel vägde under 4 gram (Tabell 2).

Tabell 2. Innehåll i spybollar plockade på Ringburen år 2020

Nr	Otoliter torsk (mm)	Fiskvikt (g)	Totvikt (g)	Otolitpar torsk <5mm	Otoliter övr. arter antal	Datum (mån-dag)
1	12,4-12,8;8,7-8,7;	642;85	727	0	0	08-12
2	11,1-11,1;8,1-8,5;8,0-8,2;8,0-?;7,0-7,3;6,0-6,2;	322;66;57;54;29;12	540	1	2	08-12
3	7,2-7,5;6,7-6,8;6,1-6,8;	34;22;17	73	0	2	08-12
4	9,4-9,8;	138	138	0	14	08-12
5	-	-	0	1	2	08-12
6	10,7-11,3;8,6-9,2;8,4-8,4;7,1-7,4;	306;96;71;32	505	6	7	08-12
7	-	-	0	0	6	08-12
8	5,5-5,7;5,1-?;	7;5	12	4	44	08-12
9	-	-	0	2;	17	08-17
10	9,48-9,67;	144	144	0	6	08-17
11	10,05-10,47;9,36-9,44;	209;131	340	0	3	08-17
12	10,55-10,56;10,43-10,46; 7,69-7,69;	245;230;43	518	3	11	08-17
13	13,67-14,13;9,99-10,00;8,68-8,78;	1103;182;86	1371	0	0	08-24
14	12,39-12,57;11,12-?;8,64-?;7,32-7,36; 7,05-7,24;	610;325;82;34;29	1080	0	2	08-24
15	9,98-?;	180	180	0	2	08-24
16	12,04-?;9,76-9,86;8,56-8,57;7,07-7,07; 5,93-?;	501;164;78;27;11	781	0	7	08-24
17	6,39-6,60;	17	17	0	12	08-24
18	11,88-?;10,98-10,98;9,36-9,36;8,96-?;7,99-8,12;7,58-7,70;6,87-7,20;6,62-6,62;	466;303;127;100;56;42;28;19;10;	1151	0;2 ½	0	08-24
19	10,81-10,92;6,90-?;	286;24	310	1	5	08-24
20	9,73-?;5,27-?;	157;6	163	2	15	08-24
21	9,96-10,6;	183	183	2	13	08-29
22	10,25-?;9,99-10,27;8,61-9,26;7,61-7,93;7,03-7,38; 6,93-?;5,03-?;	208;195;99;46;30;25;4	607	1	2	08-29
23	11,09-?;10,60-10,70;9,97-10,67;7,25-?;6,46-6,64;5,31-5,61;	320;256;216;32;18;7	849	2	2	08-29
24	9,73-9,95;9,08-9,21;8,42-9,20;7,82-7,89;5,10-5,31;	167;111;91;52;46;5	472	1	0	08-29
25	11,29-11,35;10,88-10,93;9,25-9,56;8,80-9,41;8,01-8,27;	358;291;129;109;59	946	0	2	08-29
26	-	-	0	0	0	08-29
27	9,86-9,96;8,79-?;7,41-?;6,65-6,88;6,25-6,29;5,61-5,80;	173;90;36;22;14;8	343	1	7	08-29
28	10,23-10,59;9,98-10,05;9,74-9,84;	227;184;163	574	0	2	08-29
29	10,51-11,55;10,73-10,92;10,53-10,84; 8,76-9,40;5,86-6,65;	310;280;261;107;15	973	0	0	08-29
30	-	-	0	6	81	08-29
31	-	-	0	0	2	08-29
32	10,93-11,19;10,41-10,66;9,53-10,30; 8,79-8,87;8,07-8,54;7,82-8,18;7,48-7,74;	312;242;174;90;66;54;41	979	1	3	08-30
33	11,73-?;8,47-9,00;	435;87	522	0	0	08-30
34	8,33-8,78;	78	78	4	20	08-30
35	10,79-10,88;10,36-10,46;9,56-9,58; 8,99-10,08;	276;227;143;140	786	1; 1½	1	08-30
36	13,93-13,98;10,27-10,38;9,35-9,37; 8,62-?;6,49-?;	1125;280;127;81;17	1630	0; 1½	0	08-30
37	11,95-11,99;9,01-9,05;8,36-8,55; 5,38-5,50;	486;105;72;7	670	7	5	08-30

38	-	-	0	0	3	08-30
39	-	-	0	3; 1½	37	08-30
40	9,49-9,59;6,59-6,65;	140;19	159	4	24	08-30
41	-	-	0	0	0	09-02
42	6,17-6,71;6,44-6,45;6,30-6,38;6,26-6,33;5,19-5,75;5,34-?;	17;17;15;15;6	77	1	4	09-02
43	-	-	0	0	18	09-02
44	12,39-12,78;6,14-6,51;	637;15	652	3	2	09-02
45	7,53-?;6,43-?;	39;17	56	8	56	09-02
46	9,71-9,96;	167	167	1	0	09-02
47	11,19-11,54;10,36-10,68;9,81-10,48; 9,07-9,77;8,46-8,47;7,66-7,74;7,29-7,47;	364;240;196;131;73;44;35	1083	3; 1½	1	09-02
48	9,15-9,37;5,65-5,66;5,04-5,25;4,95-5,29;	120;8;5;5	138	13; 1½	28	09-02
49	-	-	0	0	7	09-02
50	8,71-8,77;	87	87	0	19	09-02
51	11,02-11,36;9,33-9,57;8,94-9,34; 7,58-7,67;7,31-7,38;	336;134;111;42;35	658	0	0	09-02
52	10,78-11,34;10,34-10,39;8,80-9,06;	315;266;98	634	0; 1½	2	09-02
53	10,63-10,78;	263	263	0; 1½	4	09-05
54	9,89-10,08; 9,53-9,75;6,80-7,02;6,47-6,55;	180;149;24;17	370	3; 1½	4	09-05
55	10,44-10,61;10,41-10,41;8,55-9,28;6,53-6,74;	227;240;97;19;17;14;7	621	0	0	09-05
56	11,24-11,38;8,35-8,56;7,50-7,53;6,16-6,62;6,16-6,46;5,74-5,87;5,07-5,07;	356;73;41;1615;9;4	514	6	3	09-05
57	9,89-10,09;7,77-7,69;	181;45	226	9	16	09-05
58	8,36-8,49;7,10-7,47;	71;32	103	6; 1½	70	09-05
59	9,45-9,49;8,60-8,70; 8,35-8,70; 8,17-8,32;8,21-8,19;7,06-7,22;6,94-7,02;6,53-6,60;5,87-6,14;	135;82;76;63;61;	501	5	3	09-05
60	9,09-9,22;8,53-9,08;7,70-8,16;	113;61;51	225	8; 1½	10	09-05
61	9,41-10,50;8,44-9,57;	178;102	280	0; 1½	2	09-05
62	11,32-?;10,43-10,60;8,07-8,68;	358;240;70	668	0	0	09-07
63	11,82-11,87;	457	457	0	1	09-07
64	11,29-11,55;	376	376	1	0	09-07
65	12,11-12,50;9,46-9,52;8,14-8,24;	564;137;61	762	2	8	09-07
66	8,59-9,52;8,36-9,01;8,34-9,08;	106;84;85;	275	11	14	09-07
67	6,76-6,99;	23	23	0	34	09-07
68	7,46-7,78;7,51-?;6,63-6,83;6,05-6,58;	42;38;21;15	116	0	1	09-07
69	6,32-6,49;	19	19	2	16	09-07
70	6,62-6,66;	149	149	1; 1½	9	09-14
71	8,70-?;7,72-?;	85;44	129	1	14	09-14
72	-	-	0	1; 1½	13	09-14
73	9,92-10,03;6,67-6,74;5,84-6,84;6,00-6,26;4,67-5,33;	180;21;15;12;4	232	14; 2½	20	09-14
74	7,86-7,91;7,14-?;	50;29	79	1; 1½	7	09-14
75	9,75-9,80;9,30-10,09;8,30-8,78; 8,00-8,13;7,86-7,98;6,46-?;5,26-?;	161;145;77;56;51;17;6	513	0	1	09-14
76	7,91-8,55;	63	63	0	1	09-14

Tabell 3. Fördelning på klasser a..t, av torskintag beräknat från innehållet av otoliter i 76 spybollar redovisade i Tabell 2. I klass a saknas torskotoliter. Klass b innehåller mellan 0 och 0,1 kg, klass c mellan 0,1 och 0,2 kg, osv till klass t som innehåller mellan 1,6 och 1,7 kg.

a	b	c	d	ε	f	g	h	j	k	l	m	n	o	p	r	s	t
	3																
	5																
	8																
	9																
	14	4															
	17	10															
	25	15															
	30	20															
	34	21				2											
7	39	40				6	22										
26	42	45	53			12	37										
31	50	49	57	11		28	44										
38	69	58	60	19		33	51	1									
41	72	68	61	27		56	52	16		25							
43	74	70	66	54	24	59	53	35		29	14						
49	76	71	73	64	53	75	62	65	23	32	47	18	-	13	-	.	36

Medelvärde av vikten av de 218 större torskarna är 130 gram. Den beräknade totala vikten av de 218 konsumerade större torskarna är 28,332 kilo. Dessutom konsumerade skarvarna ca 150 mindre torsk (vikt under 4 g) men den sammanlagda vikten av dessa bör bara vara några hundra gram vilket i detta sammanhang är försumbart. Effekten av predationen av små torsk är sannolikt inte försumbar då den påverkar rekryteringen av större torsk. De två största torskarna vägde enligt formel (5) 1103 resp. 1125 gram. Enligt formel (1) bör dessa torsk ha varit ca 48 cm långa och var därför lekmogna då torsk anses lekmogna om längden L är större än 43 cm. Detta betyder att 2 av 368, dvs 0,5 %, av de fångade torskarna i Byfjorden var lekmogna. Sju av spybollarna saknade otoliter från torsk. Spybollarna innehöll också otoliter från 375 fiskar (= antalet otoliter/2) av andra arter, jmf Tabell 2. Baserat på antal fiskar innebär det att 49,5 % av skarvarnas intag av fisk bestod av torsk och 50,5 % av fiskar av andra arter.

Vi förväntar oss att skarvar producerar en spyboll varje dygn. De 76 analyserade färska spybollarna samlades in under 9 dagar. Detta ger att det

i genomsnitt övernattade åtminstone $76/9 = 8,4$ skarvar på Ringburen. Medianvärdet för skarvarnas torskintag är ca 250 gram/dygn (Tabell 3) och medelvärdet är ca 373 gram/dygn. Den genomsnittliga konsumtionen av torsk var 3,15 kg/dygn. Om detta är representativt för hela året bör årskonsumtionen av torsk vara ca 1150 kg om medelantalet skarvar som lever på fisk från Byfjorden är 8,4. En av författarna (L-O A) noterade att han inte kunde plocka alla spybollar som producerades på Ringburen därför att spybollar kunde hamna i vattnet och vissa var oåtkomliga därför att det var svårt att gå iland på vissa delar av ön. Han räknade 20 skarvar på Ringburen vissa morgnar. Men skarvar övernattar också på Lillön och L-O A uppskattar att det dagligen var ca 35 skarvar i Byfjorden under insamlingsperioden. Det är möjligt att skarvar fiskar i Byfjorden men övernattar utanför fjorden och vice versa. Under vintrar när fjorden är islagd kan skarvar inte dyka där.

En rimlig uppskattning är att mellan 10 och 25 skarvar som årsgenomsnitt livnär sig på fisk från Byfjorden. Baserat på resultaten från vår undersökning är det årliga torskuttaget i in-

tervallen 1.400–3400 kg fördelat på mellan 18.000–44.000 individer varav 90–220 är lekmogna ($L > 43$ cm). Dessutom konsumeras 18.000–45.000 fiskar av andra arter. Det saknas uppskattningar av storleken av torskbeståndet fördelat på olika storleksklasser och storleken av rekrytering och tillväxttakt i Byfjorden och i fjordsystemet varför det för närvarande är omöjligt att bedöma hur stor effekt skarvens predation har på torskbeståndet i Byfjorden.

Diskussion

Enligt formel (1) väger en 30 cm lång torsk ca 266 gram. Utifrån detta var 31 av torskarna i vår undersökning längre än 30 cm. Det betyder att ca 8 % av torskarna var längre än 30 cm vilket är mindre än de 14 % som rapporterades av Lunneryd & Alexandersson (2005). Den sammanlagda vikten av dessa 31 torsk är 12, 144 kg vilket motsvarar 43 % av vikten av totala torskintaget under de i undersökningen aktuella dagarna. Således var konsumtionen av torsk med längd under 30 cm viktsmässigt större än konsumtionen av torsk längre än 30 cm. Det omvända gällde i undersökningen rapporterad av Lunneryd och Alexandersson (2005).

Lunneryd och Alexandersson (2005) rapporterade att 49 % av torskarna var mindre än 15 cm, 44 % av var mellan 15 och 36 cm medan 6,5 % var längre än 36 cm. Med användning av formel (1) finner vi att längden 15 cm motsvarar vikten 33 gram och längden 36 cm vikten 460 gram. Från Tabell 2 finner vi att 58,7 % av torskarna i Byfjorden var mindre än 15 cm, 38,9 % var mellan 15 och 26 cm och 2,4 % av torskarna var längre än 36 cm. Således var torskarna som skarvarna fångade i Byfjorden generellt mindre än torskarna som konsumerades av skarvar i undersökningen redovisad av Lunneryd & Alexandersson (2005).

Lunneryd & Alexandersson (2005) uppskattade att skarvens dagliga medelkonsumtion av fisk är 500 g varav andelen torsk varierar i tid och rum från några procent i Hakefjorden till 15–20 % (dvs 75–100 g) vid Koster. Detta är mycket mindre än den dagliga torskkonsumtionen i Byfjorden vilken vi fann vara 373 g. Anledningen till den

mycket högre andelen torsk i skarvarnas fiskkonsumtion i Byfjorden bör vara att det finns relativt mycket torsk i Byfjorden.

Den största osäkerheten vid uppskattningen av skarvarnas predation på torskbeståndet i Byfjorden gäller antalet skarvar som livnär sig på torsk från fjorden. För att lösa detta problem kan man genomföra räkning av antalet skarvar som befinner sig i fjorden under olika perioder. Kameror på Ringburen och Lillön borde kunna avslöja antalet övernattande fåglar. Det är dock inte säkert att de övernattande skarvarna enbart har ätit torsk från Byfjorden, de kan också ha ätit torsk vid besök i Havstensfjorden. Vidare kan skarvar som inte övernattar i Byfjorden ha tillbringat en del av dagen med att skaffa föda i Byfjorden. Detta skulle kanske kunna klargöras genom kameraövervakning av skarvarna flygfärder genom Sunningesund.

För att kunna bedöma effekten av skarvarnas predation på torskbeståndet måste man veta storleken av torskbeståndet fördelat på olika storleksklasser och hur stor rekryteringen och tillväxten är. En beskrivning av torskbeståndets utveckling inklusive predation i Byfjorden och i fjordsystemet är också nödvändig för att kunna utvärdera effekten av de utlagda torskreven. Med hjälp av en matematisk modell för torskbeståndet i fjordsystemet kan man göra prognoser för utvecklingen av beståndet under olika antaganden.

Otoliterna eroderas i skarvens mage varvid deras längd kan minska vilket innebära att vikten av de konsumerade torskarna kan vara underskattad. Storleken av denna effekt är oklar, se diskussion i Lunneryd och Alexandersson (2005). Å andra sidan har vi i förteckningen av konsumerade torsk tagit med sådana där bara en av de två otoliterna återfanns i spybollen vilket kan innebära en viss överskattning.

Slutsatser

Med användning av en matematisk formel som härleds i denna uppsats har vi kommit fram till att skarvarna i Byfjorden konsumerar ca 375 gram torsk per dygn. Om det genomsnittliga födointaget är 500 gram fisk per dygn (Lunneryd och Alexandersson, 2005) står torsken för 75 %

av skarvarnas födointag. Detta är mycket mer än 2–20 % som Lunneryd och Alexandersson (2005) fann i sin undersökning. Däremot är de i Byfjorden konsumerade torskarna generellt mindre än torskarna i Lunneryd och Alexandersson (2005). Det råder osäkerhet kring skarvarnas årliga uttag av torsk från Byfjorden. Med rimliga antaganden kommer vi fram till ett årligt torskuttag i intervallet 1.400–3.400 kg fördelat på mellan 18.000–44.000 individer varav 90–220 är lek mogna vilket bör påverka den lokala rekryteringen. Osäkerheten beror främst på osäkerhet beträffande antalet skarvar som i genomsnitt per dag skaffar sin föda i Byfjorden. Eftersom det saknas uppskattningar av torskbeståndets storlek och dess fördelning på olika storleksklasser samt dess årliga rekrytering och tillväxt kan man inte nu bedöma hur stor effekt som skarvens predation har på torskbeståndet i Byfjorden. En modell av torskbeståndet i fjordsystemet skulle kunna bidra till att strukturera problemet och också leverera prognoser under olika antaganden.

Arbetsfördelning

Lars-Olof Axelsson har samlat in torskarna samt vägt och mätt dessa samt plockat ut och mätt otoliternas längd (Tabell 1). Han har också samlat in spybollarna från Ringburen (Tabell 2) och från dessa vaskat fram otoliterna samt identifierat och mätt otoliterna från torsk. Anders Stigebrandt har härlett de matematiska formlerna och kalibrerat dessa med hjälp av data från Tabell 1 samt därefter beräknat torskvikten från storleken av otolierna. Han har skrivit uppsatsen vilken har diskuterats av båda författarna.

Referenser

- Fjordtorsk i Bohuslän, (2021). <https://www.fjordtorsk.se/>
- Hansson, D., Stigebrandt, A., Liljebladh, B. (2013): Modelling the Orust fjord system on the Swedish west coast. *Journal of Marine Systems*, 113-114, 29-41.
- HaV, (2021). Förslag till åtgärder för att skydda bestånden av torsk - Arter och livsmiljöer - Havs- och vattenmyndigheten (havochvatten.se)
- Lunneryd, S.-G., Alexandersson, K., (2005). Födoanalyser av storskarv, *Phalacrocorax carbo* i Kattegatt- Skagerrak. *Fiskeriverket, Finfo 2005:11*. 20 sidor.
- Rätz, H.J., Lloret, J., Casey, J., Aglen, A., Schopka, S.A., O'Brien, L., Steingrund, P., (2000). Variation in fish condition between Atlantic cod (*Gadus morhua*) stocks and implications for their management. *ICES CM 2000/V:07*
- Stigebrandt, A., Liljebladh, B., De Brabandere, L. Forth, M., Ganmo, Å., Hall, P.O.J., m. fl., (2015). An experiment with forced oxygenation of the deepwater of the anoxic By Fjord, western Sweden. *AMBIO*, 44, 42-54.
- Svedäng, H., Barth, J.M.I., Svenson, A., Jonsson, P., Jentoft, S., Knutsen, H., André, C., (2018). Local cod (*Gadus morhua*) revealed by egg surveys and population genetic analysis after longstanding depletion on the Swedish Skagerrak coast. *ICES Journal of Marine Science*. Doi:10.1093/icesjms/fsy166.