



SKREITOKT 2022

Kartlegging av gytebestanden av skrei i 2022

Forfatter(e): Edvin Fuglebakk og Anders Thorsen (HI)
Toktleder(e): Edvin Fuglebakk (HI)

TOKTRAPPORT
Nr.10 2022



Tittel (norsk og engelsk):

Skreitokt 2022

Undertittel (norsk og engelsk):

Kartlegging av gytebestanden av skrei i 2022

Rapportserie:

Toktrapport

ISSN:1503-6294

År - Nr.:

2022-10

Dato:

31.10.2022

Forfatter(e):

Edvin Fuglebakk og Anders Thorsen (HI)

Forskningsgruppeleder(e): Jane Aanestad Godiksen (Bunnfisk)
Godkjent av: Forskningsdirektør(er): Geir Huse Programleder(e):
Maria Fossheim

Toktleder(e):

Edvin Fuglebakk (HI)

Distribusjon:

Åpen

Toktnr:

2022205

Prosjektnr:

14157

Program:

Barentshavet og Polhavet

Forskningsgruppe(r):

Bunnfisk

Antall sider:

20

Forord:

Skreitoktet utføres etter fast gjentakende plan, og leverer estimer med fast metodikk. Toktmanualer, kurslinjer, rådata og deltagerlister arkiveres i interne system. Rapport fra skreitoktet dokumenterer derfor ikke metodikken grundig. Vi tar i stedet sikte på å gjøre årlige resultater tilgjengelig for et allment publikum, og bemerke spesielle observasjoner fra toktet og spesielle forhold med toktgjennomføringen. Mer detaljert toktmanual og beskrivelse av estimeringsmetodikk er referert i teksten.

Sammendrag (norsk):

Toktet dekket kystområdet fra 70° nord sørover til og med Røstbanken, samt Vestfjorden, og ga et mengdeanslag på 181 tusen tonn moden skrei (aldersgruppene eldre enn 5 år). Dette er noe lavere enn fjorårets resultat. Ettersom bestanden av Nordøst-arktisk torsk er beregnet å være nedadgående, og ettersom skreinnsiget i 2021 også var lite er resultatet i tråd med forventning. Hovedvekten av den gytende skreien var fisk som var mellom 8 og 11 år gamle.

Som i 2021 fant vi skreien først og fremst i ytre områder, med kun små forekomster i Vestfjorden.

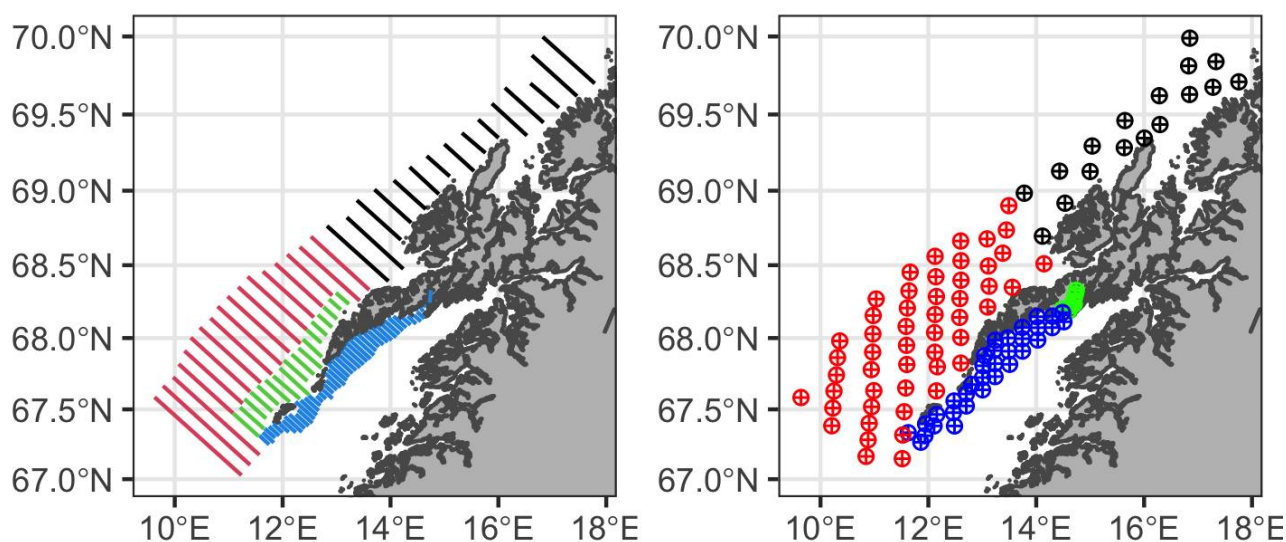
Observasjoner av torskeegg var i samsvar med observasjonene av gytefisk; lave verdier sammenlignet med foregående år, og svært lave verdier i Vestfjorden.

Innhold

1	Gjennomføring	6
2	Metoder	7
2.1	Tolking	7
2.2	Tråling	7
2.3	Håvtrekk	7
2.4	Hydrografi	8
2.5	Beregninger	8
3	Resultater	9
4	Konklusjon	14
5	Referanser	15
6	Vedlegg - beregninger	16
7	Vedlegg - Estimering av eggindeks	19
7.1	Bortfall av håvtrekk	19

1 - Gjennomføring

Toktet ble gjennomført i henhold til toktmanual («Overvåkningstokt – Skreitokt», internt dokument) med relativt få hindringer og fikk dekket alle planlagte transekt. Enkelte håvtrekk måtte utgå på grunn av værforhold. Vi samlet observasjoner fra ekkolodd, CTD og egghåv langs kurslinjer som vist i figur 1, og samlet trålprøver der forholdene lå til rette for det. Toktet ble gjennomført fra Nord til Sør og avsluttet i Vestfjorden. Kurslinjene var lagt opp stratifisert. Det vil si at vi delte deknningen inn i områder og la kursene tettere i områder hvor vi ventet mest fisk. I figuren er kurslinjer fargekodet etter område.



Figur 1: Akustiske transekt (til venstre) og posisjoner for håvtrekk og CTD (til høyre) for skreitoktet 2022. Fargekode angir stratifisering.

På toktet ble det samlet og tolket akustikk langs transekt på totalt 1472 nautiske mil, tatt 31 trålprøver, 118 håvtrekk og 143 CTD stasjoner. Dette inkluderer håvtrekk og CTD utført på snitt over Vestfjorden, som ikke ellers er inkludert i denne rapporten.

2 - Metoder

2.1 - Tolking

Skreitoktet blir utført som et akustisk tokt, hvor den viktigste informasjonen om fiskemengde kommer fra ekkoloddobservasjoner. Ekkoloddet observerer hele vannsøylen under båten, men gir ikke tilstrekkelig informasjon til å skille arter, og kan ikke observere fisk som står tett i bunn, den såkalte «dødsonen». Ekkoloddobservasjoner av bunnfisk må derfor normalt tolkes med en del forbehold. Men siden torsken gyter pelagisk og går noe opp fra bunn i gytingen, er ekkoloddet et godt verktøy for å mengdemåle gyteinnsiget.

Normalt står også skreien ganske rent når den gyter, med lite innblanding av andre arter. Dette er heldig siden det er forskjellig hvordan arter lar seg fange i trål, noe som ofte gjør det vanskelig å bestemme arts sammensetningen i ekkoloddregistreringene basert på trålhal.

Når det gjelder innsamling av biologiske prøver med trål, er de praktiske forholdene for skreitoktet litt mer utfordrende. Bunnforhold, og fiskeredskap henviser oss ofte til å tråle i utkanten av de største registreringene, og tråling må ofte av praktiske grunner skje langs bunn selv om skreien står litt opp fra bunn.

For år med lite skreiinnsig er også forekomsten av rene registreringer mindre hyppig, og vi har noe større forbehold om tolkning enn vi er vant med. Vi observerte i 2022 også store mengder sei i området, og det kan i enkelte tilfeller være fare for forveksling.

Akustiske observasjoner ble gjort med Simrad EK80 ekkolodd, Mengdebestemmelse ble gjort for registreringer fra 38 KHz svinger, mens andre frekvenser ble brukt som støtte til tolking (18 KHz, 120 KHz, 200 KHz og 333 KHz). LSSS (Large Scale Survey System) ble benyttet til tolking, og signalet ble tolket til de akustiske kategoriene «torsk», «hyse», «sei», «sild», «plankton» og «annen bunnfisk» (f.eks. øyepål, kolmule, vassild, uerartene og mesopelagisk fisk).

2.2 - Tråling

I tillegg til å verifisere eller korrigere tolking tjener trålprøvene til å karakterisere sammensetning i størrelse og alder. Trålinformasjonen benyttes til å lage en lengdefordeling for hver art og område. Også for størrelsessammensetning må vi generelt ta noe forbehold om hvor godt trålprøvene reflekterer sammensetningen i fiskeansamlinger, ettersom størrelsen kan påvirke fiskens muligheter for å unngå trålen. For gyttende torsk regnes dette som en liten feilkilde sammenlignet med dem nevnt over. Gjennomsnittlig ekko har tidligere blitt eksperimentelt bestemt for enkeltfisk i forskjellige lengdegrupper, og kan benyttes for å beregne antall fisk i området. Detaljert biologisk prøvetaking gir videre grunnlag for å beregne antall av type torsk (kysttorsk eller skrei), og antall i forskjellige aldersgrupper, kjønn og modningsstadier.

2.3 - Håvtrekk

Eggprøvene ble tatt med en T-80 egghåv (Maskevidde 380 µm, diameter 80 cm). Håven ble senket til 100 M dyp (hvis grunnere, 5 m over bunnen) og trukket vertikalt opp med 0.5 m/s. I tillegg tok vi på hver stasjon også et trekk (samme dyp som T-80) med standard WP2 håv med 180 µm maskevidde. Denne prøven ble fiksert på sjøvann tilsatt borax (buffer) og 4 % formaldehyd (fikseringsmiddel). Denne prøven ble satt på lager for eventuell senere planktonopparbeiding.

Eggprøven fra T-80 egghåven ble umiddelbart opparbeidet levende under stereomikroskop med hensyn på fiskeegg. Alle fiskeeggene ble sortert ut og deretter fotografert. Basert på fotografiene ble alle eggene størrelsesmålt og delt inn i fire kategorier, egg med utseende som torskeegg, egg med fettdråpe, egg med stort perivitellint rom, og andre egg. Alle torskeliqnende egg med diameter på mellom 1.2 og 1.6 mm ble som for tidligere tokt tolket som torskeegg. Selv om

flere arter har egg som tilfredsstillende disse kriteriene indikerer tidligere resultater samt registreringer av fisk underveis at mesteparten av disse eggene faktisk var fra torsk. En mindre innblanding av hyse kan det nok likevel ha vært.

Etter fotografering ble eggene konserveret på etanol slik at de om ønskelig kan artsidentifiseres sikkert ved hjelp av DNA teknikker.

Når eggene var talt opp og kategorisert ble eggmengdene omregnet til antall/m² overflate. Det kalkulerende eggallet er bare helt riktig om man regner filtreringen for 100 % effektiv (dvs at håven ikke skyver vann foran seg) og at trekket er absolutt vertikalt. I virkeligheten er filtreringseffekten noe lavere og opptrekket aldri helt vertikalt. Disse feilkildene var nok likevel forholdsvis små under våre forhold; vi observerte aldri klogging av håven slik man kan oppleve med store planktonmengder, og visningen på wiren var beskjeden. Dette er for øvrig samme metodikk som har blitt brukt også på våre tidligere eggtokt i Lofoten og resultatene er derfor sammenlignbare.

2.4 - Hydrografi

Temperatur og saltholdighet (salinitet) kartlegges med en CTD*-sonde som føres vertikalt gjennom vannsøylen. Dette gir en beskrivelse av vannlag og gir oss muligheten til overvåke om temperaturen i dypet hvor torsken vandrer eller gyter endrer seg over tid.

*CTD står for Conductivity (strømføringssevne, som henger sammen med saltholdighet), Temperature (temperatur), og Depth (dyp, målt ved vanntrykk)

2.5 - Beregninger

Beregningsmetodikken for fiskemengdeindekser er beskrevet i Korsbrekke (1997), og er kun kort oppsummert under, likelydende som i rapporten for 2021. De mest sentrale tabellene er gjengitt i vedlegg.

Fra de tolkede akustiske kursene utleder vi for hver nautisk mil en tilbakespredningskoeffisient som representerer gjennomsnittlig ekko fra torsk i arealet dekket av ekkoloddet. Disse summeres og multipliseres med avstand mellom kursene. Alternativt kan man se på det som å regne ut gjennomsnittlig ekko fra torsk per areal og multiplisere med arealet for området. Vektet lengdefordeling for utvalgte trålhal blir kombinert med informasjon om hvor mye ekko en fisk av en gitt lengde gir, slik at vi kan estimere totalt antall torsk i hver lengdegruppe og for hvert område.

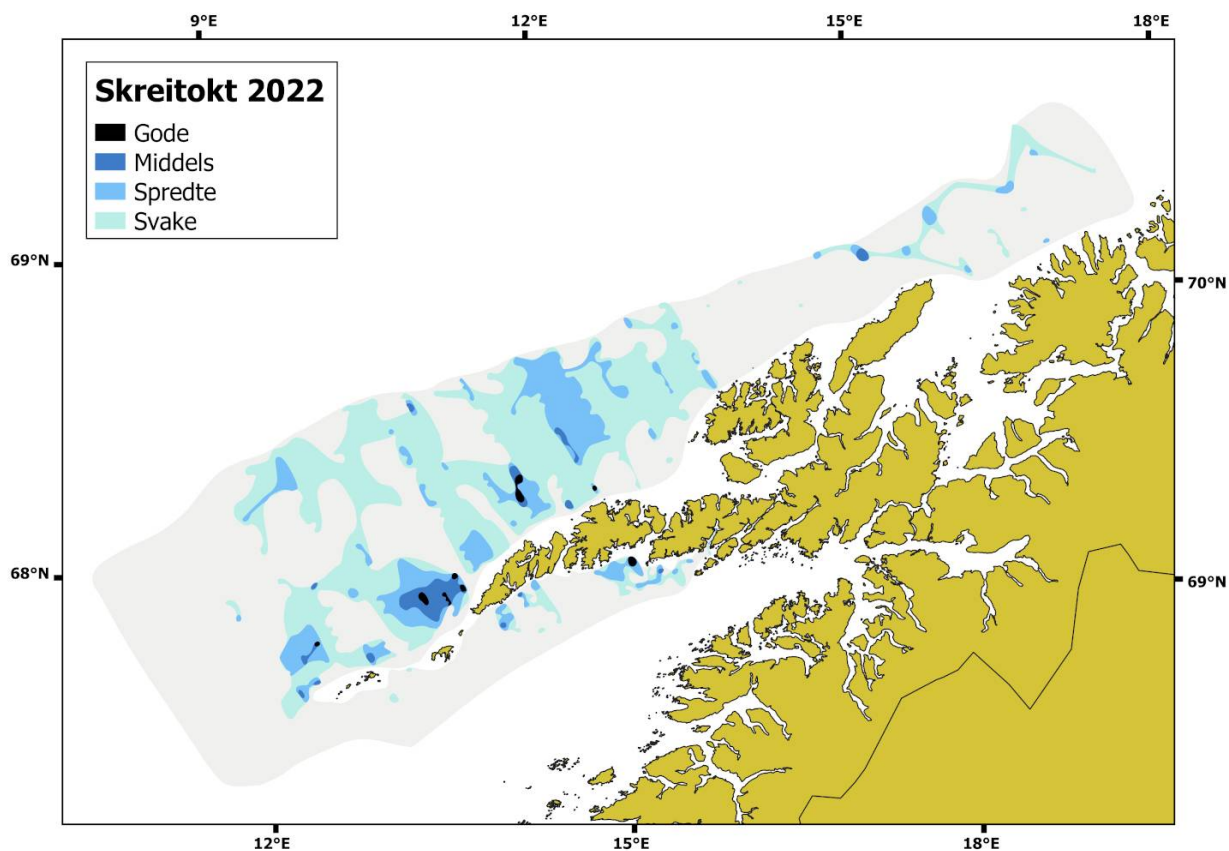
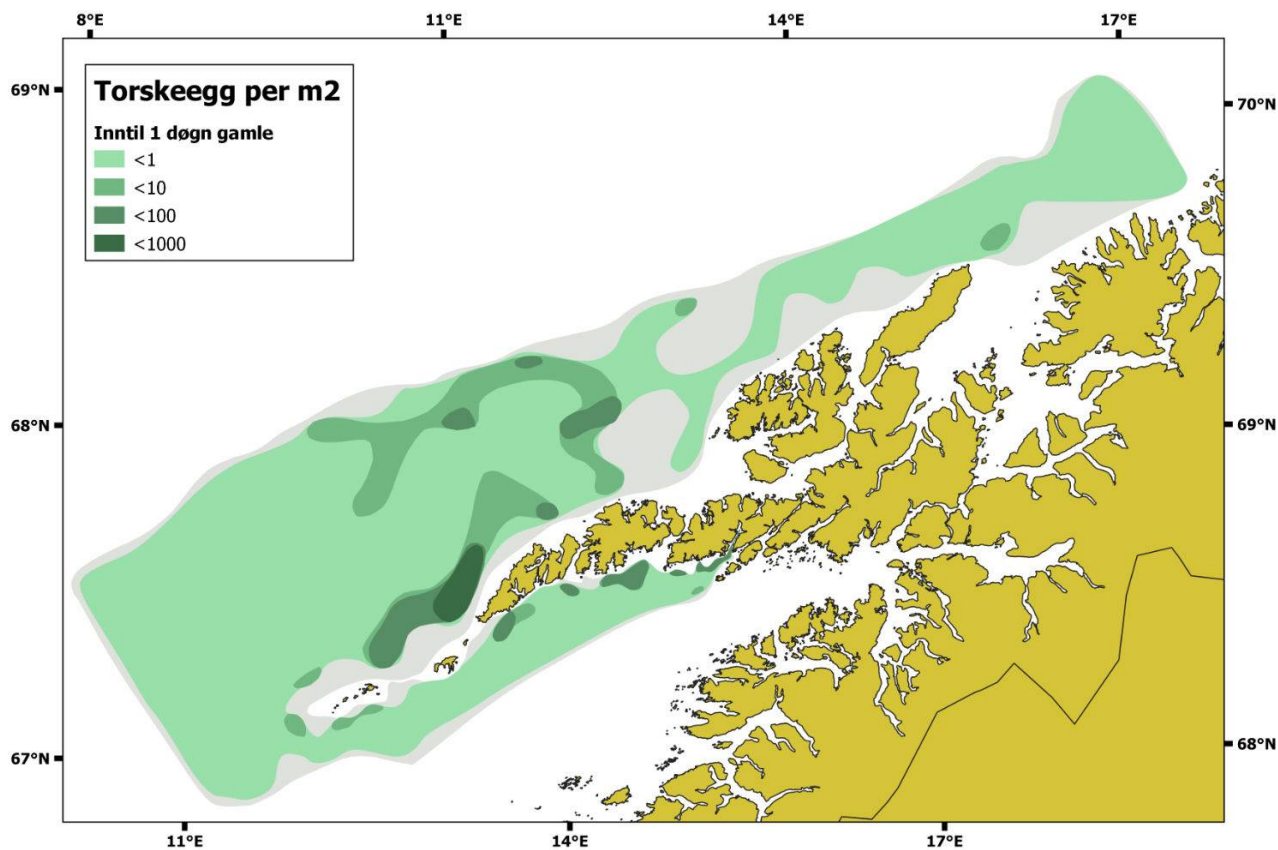
Ettersom det oftest ikke lar seg gjøre å tråle i de tetteste registreringene, venter vi ikke at trålhalene gir et riktig bilde av fordelingen mellom kysttorsk og skrei. De tetteste konsentrasjonene er det rimelig å anta at er ren skrei, og en pragmatisk prosedyre er etablert for å gi rimelig anslag på fordelingen mellom kysttorsk og skrei, og for å gi en rimelig vektning av tilhørende biologiske parametere (lengde, vekt, alder og modning). Denne er forklart i Korsbrekke og Thorsen (2021), og gir et estimat på totalt antall skrei i hver lengdegruppe og for hvert område, og eventuelle andre parametere innad i hver lengdegruppe (slik som alder, kjønn og modning).

For eggmengdeindeks er beregningsmetodikken beskrevet i vedlegg.

3 - Resultater

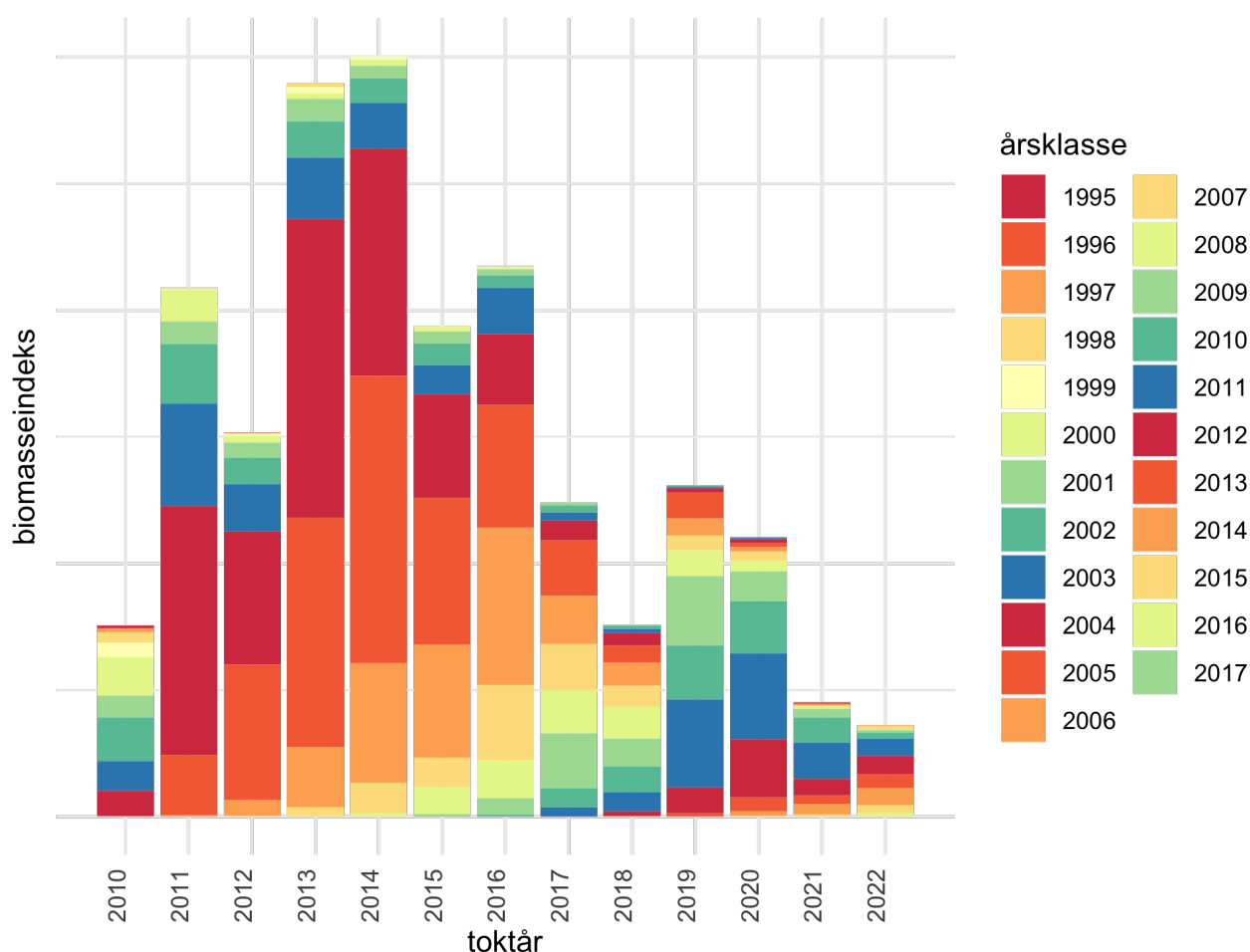
Det viktigste resultatet fra skreitoktet er oppdateringer til tidsseriestatistikk. Disse er gjengitt som tabeller i vedlegg. Årets beregninger er tilpasset at tolket akustikk de siste årene har blitt tilgjengelig med litt høyere romlig presisjon. Tidsserien i vedlegget gjengir derfor også en liten korreksjon til fjorårets beregninger.

Som i 2021 så vi et lite innsig av skrei til gyteområdene rundt Lofoten og Vesterålen. Også tilsvarende som i fjor, var det særlig lite skrei å finne på innsiden av Lofoten. Disse områdene var svært rike på gytende fisk for noen år tilbake. Meldinger fra fiskeriene gav tidlig i sesongen grunn til å forvente et noe større innsig. Kurslinjene ble derfor lagt opp som i tidligere år, med relativt tett dekning av Vestfjorden. Bildet endret seg imidlertid etter litt tid, og på den tiden toktet ble gjennomført var det altså lite skrei å finne. Årets skreikart og eggkart er vist i figur 2.



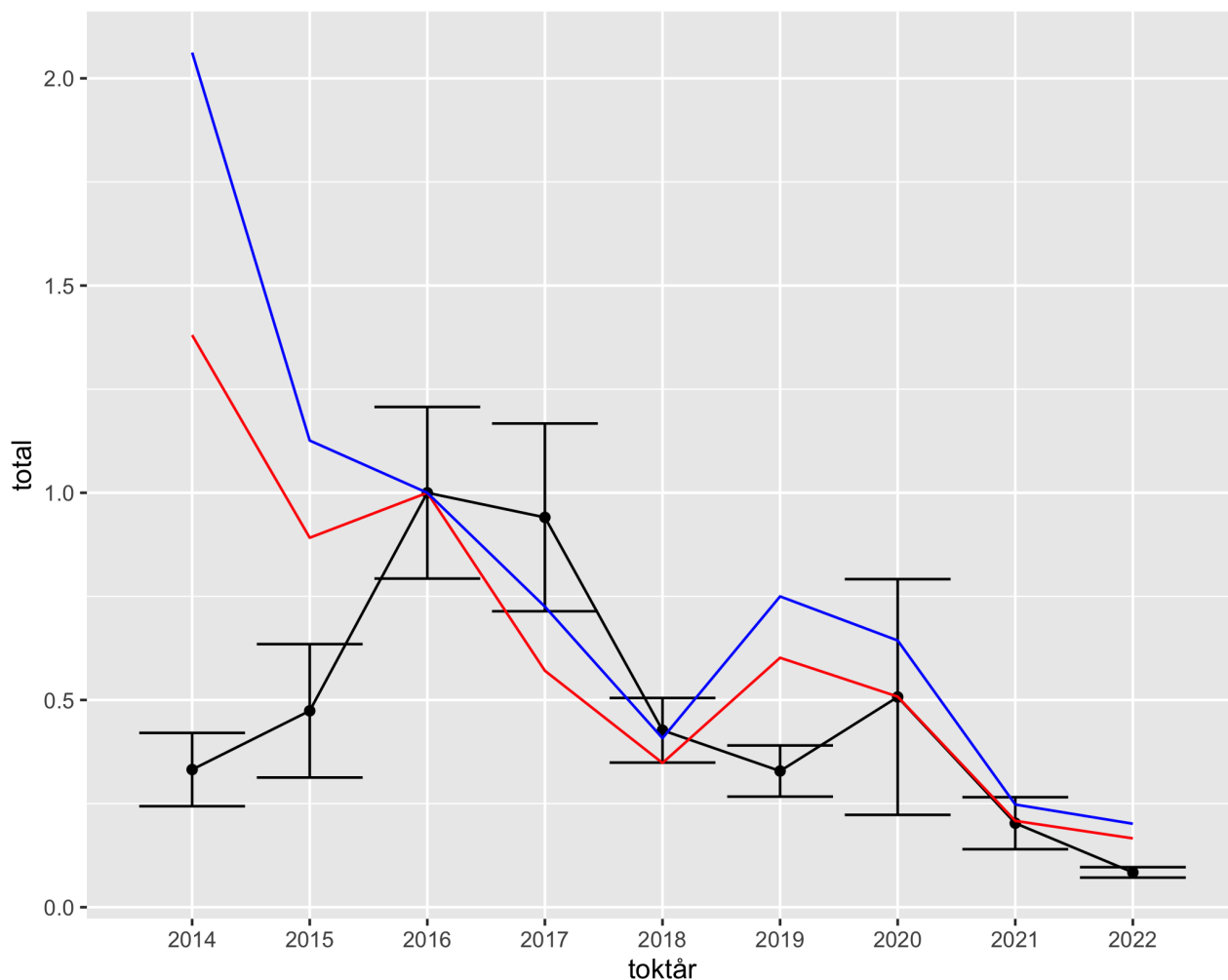
Figur 2: utbredelse av skrei (akustikk) og egg (håvtrekk). Kartene er utarbeidet av Malin Lie Skage (HI).

Gyteområdene rundt Lofoten og Vesterålen har historisk hatt veldig tette konsentrasjoner av skrei som er godt kartlagt gjennom mange år. Men skreien gyter også langs store deler av kysten hvor vi ikke har noe gytetokt. Skreitoktet er derfor en god indikator på størrelsen på gytebestanden, kun i den grad andelen som trekker til toktområdet for å gyte er noenlunde stabil over tid. Vi må ta høyde for at naturen kan være i endring, og i år med lite skrei i Lofoten får fiske av skrei i andre områder naturlig nok en del mer oppmerksomhet. Med dette følger betimelige spørsmål om gyting nå foregår andre steder i større grad enn før. Ettersom Barentshavet er godt dekket av andre tokt, vil slike endringer kanskje kunne avdekkes ved å sammenligne toktserier, men da først og fremst i ettertid. Her og nå viser nedgangen i gyteinnsiget til Lofoten seg godt i samsvar med indikasjonene fra andre kilder, og det er naturlig for oss å først å fremst fortolke det som en konsekvens av at bestanden av nordøstarktisk torsk er blitt mindre. Årets resultat er vist opp mot tidsserien i Figur 3. Biomasseindeksen er her fordelt på årsklasser, og viser at det er årsklassene 2011-2014 som har bidratt mest til årets innsig av skrei.



Figur 3: Tidserie av biomasseindeks fra skreitoktet, fordelt på årsklasser.

Som fremgår av figur 2 ser vi typisk godt samsvar mellom fiskeutbredelse og eggutbredelse. Mengden av egg avhenger ikke bare av fiskemengde, men også av slike ting som hvor langt i modningene fisken har kommet, størrelsessammensetning av gytebestanden og fødetilgang. I tillegg kommer at vi har noe usikker artsbestemmelse av fiskeegg, slik at de deler av toktet som overlapper med hysegyting kan påvirkes av det. I figur 4 viser vi en sammenstilling av egg- og fiskemengdeindeks de siste år. Denne eggmengdeindeksen viser en nedgang i produksjonen til disse gytefeltene fra 2016 som er i godt samsvar med fiskemengdeindeksen, men vi noterer oss også en del avvik mellom fiskemengde og eggmengde, som vi har allerede har skissert mulige forklaringer på.



Figur 4: Eggmengdeindeks (svart) sammenlignet med fiskemengdeindekser: Biomasseindeks (rød) og Abundanseindeks (blå). Feilmarginer for eggmengdeindeks er oppgitt som ett standardavvik. Alle indekser er vist relativt til nivået i 2016.

Ellers observerte vi en del hyse i toktområdet, og særlig mye sei. Vi fant også svært mye sildeegg i magene til både torsk, hyse og sei (figur 5). Dette samsvarer godt med at årets gytetokt etter sild fant silden mer konsentrert og lenger nord enn vanlig. Lodde ble observert, også på stasjoner lenger sør enn der vi er vant med å se den.



Figur 5: torskemage med sildeegg.

4 - Konklusjon

Vi opplevde å gjennomføre toktet helt i henhold til plan, og har fått dekket gyteinnsiget i 2022 godt. Som i 2021 så vi et veldig lite gyteinnsig, som vi først og fremst fortolker som en konsekvens av at bestanden av Nord-Øst arktisk torsk er nedadgående.

5 - Referanser

Korsbrekke, Knut. 1997. Norwegian acoustic survey of North East Arctic Cod on the spawning grounds off Lofoten. ICES. C.M. 1997/Y:18 (<https://imr.brage.unit.no/imr-xmlui/handle/11250/105785>)

Korsbrekke, Knut og Thorsen Anders. 2021. Skreitokt 2020. Rapport fra havforskningen 2020-32 ISSN: 1893-4536 (<https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2020-32>)

Fra Havforskningsinstituttets Kvalitetsportal (intern): «Overvåkningstokt – Skreitokt»
<https://kvalitet.hi.no/docs/pub/dok06743.htm>)

6 - Vedlegg - beregninger

Beregninger for årets skreitokt var utført av Knut Korsbrekke.

Tabell 1. Gjennomsnittlig lengde (cm) og vekt (kg) for kysttorsk (2022)

	Gyتهistorie						Totalت	
	Umoden		Førstegangsgyter		Flergangsgyter			
	Lengde	Vekt	Lengde	Vekt	Lengde	Vekt	Lengde	Vekt
Alder								
1	11.5	0.010					11.5	0.010
3	40.5	0.610					40.5	0.610
4	48.0	1.290	63.0	2.695			51.4	1.609
5	62.5	2.291	64.8	3.055	71.8	3.836	66.2	3.000
6			65.0	3.400	83.1	5.964	76.3	5.003
7	77.0	3.730	94.7	8.357	79.4	5.471	81.9	5.794
8			95.0	7.780	96.6	9.688	96.0	8.938
9					104.0	11.970	104.0	11.970
Gج. snitt	56.0	1.880	77.4	5.222	82.4	6.168	74.4	4.808

Tabell 2. Gjennomsnittlig lengde (cm) og vekt (kg) for skrei (2022)

	Gyتهistorie						Totalت	
	Umoden		Førstegangsgyter		Flergangsgyter			
	Lengde	Vekt	Lengde	Vekt	Lengde	Vekt	Lengde	Vekt
Alder								
2	27.0	0.177					27.0	0.177
5	60.0	1.810	62.0	2.980			61.4	2.614
6	67.1	2.835	66.6	2.806	78.0	4.660	67.9	2.995
7	78.0	4.290	72.9	3.558	71.4	3.562	72.9	3.586
8			82.9	5.284	76.8	4.391	81.0	5.009
9			92.2	8.019	83.3	5.842	88.4	7.153
10			102.5	10.056	96.0	8.193	96.5	8.335
11					100.1	9.343	100.1	9.343

	Gyتهistorie						Totalt	
	Umoden		Førstegangsgyter		Flergangsgyter			
	Lengde	Vekt	Lengde	Vekt	Lengde	Vekt	Lengde	Vekt
12					98.3	9.351	98.3	9.351
13					99.3	9.407	99.3	9.407
14					104.0	12.280	104.0	12.280
15					104.0	11.428	104.0	11.428
16					105.0	11.850	105.0	11.850
Gj. snitt	66.3	2.826	79.3	4.953	92.6	7.823	85.3	6.261

Tabell 3. Beregnet mengde (millioner fisk) av moden skrei i toktområdet 2010-2022

toktår	Alder															Totalt
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
2010	1,0	20,1	17,0	16,8	6,9	9,6	3,0	1,9	0,4	0,1	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	77
2011	2,0	51,7	170,1	44,7	17,2	5,1	6,5	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	298
2012	0,5	12,6	91,6	67,8	17,3	6,0	2,6	1,1	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	200
2013	0,2	5,9	33,7	101,8	106,4	16,1	7,0	4,2	1,0	0,8	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	278
2014	0,3	2,8	15,5	58,8	112,1	75,3	12,1	5,5	2,0	0,7	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	286
2015	0,9	1,4	15,4	14,7	43,0	44,2	24,6	5,8	3,5	1,6	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	156
2016	0,2	1,5	9,1	14,5	22,1	38,7	27,1	15,5	7,6	1,4	0,5	0,3	0,1	0,0	0,0	139
2017	0,2	7,5	12,8	21,9	14,8	12,7	11,7	12,0	3,8	1,4	1,4	0,4	0,0	0,0	0,0	100
2018	0,6	3,3	11,1	11,2	8,4	7,8	4,4	3,7	2,8	1,9	0,8	0,4	0,0	0,0	0,0	56
2019	0,3	2,3	13,3	36,0	17,7	18,4	6,0	2,6	2,4	3,8	0,8	0,2	0,2	0,0	0,0	104
2020	0,6	3,2	7,8	24,4	28,0	13,3	6,7	2,0	1,4	0,6	0,6	0,5	0,1	0,1	0,0	89
2021	0,2	1,4	5,6	3,9	5,0	9,7	5,7	1,6	0,4	0,2	0,4	0,1	0,1	0,0	0,0	34
2022	0,2	2,1	4,4	6,7	3,8	4,4	3,7	1,2	0,5	0,1	0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	28

Tabell 4. Beregnet mengde (biomasse i tusener tonn) av moden skrei i toktområdet 2010-2022

	Alder															
toktår	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Totalt
2010	2	49	59	86	43	75	29	21	7	1	5	0	0	0	0	377
2011	3	118	492	202	117	45	63	1	3	0	0	0	0	0	0	1045
2012	1	31	268	263	93	53	30	14	4	0	0	2	0	0	0	759
2013	1	18	119	454	589	122	72	43	11	12	8	0	0	0	0	1449
2014	0	7	59	237	567	449	89	49	24	12	6	0	0	0	0	1501
2015	2	4	53	58	224	289	205	58	44	23	10	2	0	0	0	969
2016	1	3	34	73	150	310	242	140	92	25	11	4	1	0	1	1087
2017	0	19	38	108	85	91	96	109	40	16	15	5	0	0	0	620
2018	2	9	38	51	55	62	43	45	34	25	8	7	1	0	0	378
2019	1	7	50	173	107	137	52	28	34	51	9	2	3	0	0	654
2020	2	9	28	114	170	103	58	21	18	9	8	7	2	2	0	552
2021	0	4	21	17	33	71	50	16	5	2	4	2	2	0	0	227
2022	1	7	16	34	27	37	35	12	5	2	6	2	0	0	0	181

7 - Vedlegg - Estimering av eggindeks

Eggprøvene er stratifisert på område og systematisk samplet med vertikale håvtrekk med standardisert håv som samler et lite areal for hver prøve (ca 2 m²). Håvtrekkene er konsekvent tatt fra 100m-0m, eller fra 5m over bunn til 0m, der hvor det er grunnere enn 105 m. Vi ønsker å beregne en indeks for total eggmengde $\hat{t}$, i de øverste 100 m av vannsøylen, og betrakter håvtrekkene som et tilnærmet randomisert utvalg med tilbakelegging og lik utvalgssannsynlighet for alle håvtrekk. Et forventningsrett estimat for t i et stratum s er da gitt ved:

$$\hat{t}_s = \frac{1}{n_s} \sum_{i=1}^{n_s} \frac{A_s}{a} y_i = \frac{A_s}{a} \hat{\mu}_s$$

Hvor y_i er totalt antall egg i håv i , n_s er antall håvtrekk i stratum s , a er arealet fangstet av håven, og A_s er arealet til

s . $\hat{\mu}_s = \frac{1}{n_s} \sum_{i=1}^{n_s} y_i$ er gjennomsnittlig antall egg for håvfangster i s . En forventningsrett estimator for variansen til $\hat{t}_s$ er

gitt ved:

$$\hat{V}(\hat{t}_s) = \frac{1}{n_s(n_s-1)} \sum_{i=1}^{n_s} \left(\frac{A_s}{a} y_i - \hat{t}_s \right)^2 = \frac{1}{n_s} \left(\frac{A_s}{a} \right)^2 S_s^2 = \left(\frac{A_s}{a} \right)^2 \hat{V}(\hat{\mu}_s)$$

Hvor $S_s^2 = \frac{1}{(n_s-1)} \sum_{i=1}^{n_s} (y_i - \hat{\mu}_s)^2$ estimerer variansen til antall egg for håvfangster i s , og $V(\hat{\mu}_s)$ er variansen til

gjennomsnittlig antall egg. Total fangst i toktområdet er da estimert ved summen over strata:

$$\hat{t} = \sum_{j=1}^R \hat{t}_j = \frac{1}{a} \sum_{j=1}^R A_j \hat{\mu}_j$$

Hvor R er antall strata. $\hat{t}$ har estimert varians:

$$\hat{V}(\hat{t}) = \sum_{j=1}^R \hat{V}(\hat{t}_j) = \sum_{j=1}^R \frac{1}{n_j} \left(\frac{A_j}{a} \right)^2 S_j^2 = \sum_{j=1}^R \left(\frac{A_j}{a} \right)^2 \hat{V}(\hat{\mu}_j)$$

De fleste eggparametere i våre data er angitt som egg pr kvadratmeter, utledet basert på håvåpningens areal. Disse kan brukes for y_i i estimatorene over, dersom a settes til 1 m².

7.1 - Bortfall av håvtrekk

Bortfall av stasjoner forekommer grunnet værforhold på lokasjon for planlagt håvtrekk (stasjon) og forkortinger av toktet grunnet vær og andre hindringer. Siden vi venter at eggmengde er ulikt fordelt i områdene, kan vi bruke nærmeste observerte stasjon til å fylle slike hull i dekningen. Dette kan praktisk implementeres ved å vekte hver stasjon etter hvor mange planlagte stasjoner den representerer. La k_i være det antall planlagte håvtrekk som har y_i som sin nærmeste observasjon. Estimatorer som vekter inn bortfalte stasjoner kan da utledes ved å erstatte y_i med $k_i y_i$ i uttrykkene over.



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes

5817 Bergen

Tlf: 55 23 85 00

E-post: post@hi.no

www.hi.no