



Råd for tobisfiskeriet i norsk sone for 2020

Tobistokt i Nordsjøen

23. april-13. mai 2020



Foto: Morten Vika

Espen Johnsen

M/S "Eros" 13. mai 2020

Havforskningsinstituttet

Oppsummering av bestandssituasjonen

Årets tobistokt viser store mengder havsil (tobis) i sørlige del av norsk sone av Nordsjøen, og biomassen er den høyeste som er observert i toktserien som startet i 2009. Bestanden er godt spredt mellom de ulike tobisbankene, og for første gang i toktseriens historie er tre av fire påfølgende årsklasser over middels sterke.

Rekrutteringen av tobis (2019-årsklassen) er historisk sterk, antall toåringer (2018-årsklassen) er over middels høy, og den meget sterke 2016-årsklassen av tobis er fortsatt tallrik. Mengden av treåringer (2017-årsklassen) er lav.

Mye dyreplankton i magene til tobis og ganske høye fangster av dyreplankton (kopepoder) i planktonhåvene tyder på at tilgangen til dyreplankton er god for tobis. God mattilgang har resultert i god kondisjon og individuell vekst som i kombinasjon med en høy tallrikhet resulterer i en rekordhøy total biomasse av tobis i sørlige del av norsk sone av Nordsjøen. Biomasseestimatet er 659 000 tonn (90% konfidensintervallet fra 487 000 til 875 000 tonn).

Mengden tobis på Vikingbanken vurderes til fortsatt å være kritisk lav.

De store mengdene tobis trekker til seg mye sjøpattedyr, og mye vågehval og springere ble observert i godt vær med stille sjø på flere tobisbanker.

Med unntak av de siste tre dagene var været veldig fint under mesteparten av toktet, og på tross av Koronapandemien ble toktet gjennomført som planlagt og kvaliteten på årets tokt vurderes som god.

Endelig råd for 2020

For det endelige kvoterådet for forvaltningsområdene 1-4 legger Havforskningsinstituttet til grunn en høstingsgrad på 0,4 av 40-persentilen av biomasseestimatet.

På dette grunnlaget tilrår Havforskningsinstituttet at årets tobiskvote settes til 250 000 tonn. Det anbefales ingen endring i hvilke underområder som anbefales åpne, det vil si at underområdene 1a, 1c, 2b, 2c,3b,3c, 4a forblir åpne for tobisfiske i perioden 15. april – 23. juni.

Havforskningsinstituttet tilrår også at område 5 forblir stengt grunnet fortsatt lavt biomasseestimat på Vikingbanken.

Formålet med toktet

I perioden 23. april - 13. mai 2020 har Havforskningsinstituttet gjennomført et akustisk tokt med M/S "Eros" på tobisfeltene i den norske delen av Nordsjøen. Toktet gir oppdatert kunnskap om bestandsstørrelse, aldersfordeling og geografisk utbredelse av tobisbestanden. Spesielt viktig er det å få et godt mål på rekrutteringen (ettåringene) for å kunne beregne den totale bestandsstørrelsen siden ettåringer ofte utgjør hoveddelen av den fiskbare bestanden. Resultatene fra årets tokt sammenlignes med prognosen som ga grunnlag for det foreløpige rådet, og med resultat fra tidligere akustiske tokt. Dette i kombinasjon med kartlegging av mengde- og alderssammensetningen i kommersielle fangster danner grunnlaget for et endelig tobisråd for 2020 i norsk økonomisk sone (NØS).

For endelig råd i 2020, er følgende spørsmål vurdert:

- Er det grunnlag for å øke totalkvoten av tobis i norsk økonomisk sone?
- Er det grunnlag for å åpne opp for regulært fiskeri i forvaltningsområde 5 (Vikingbanken)?

Forvaltningsmodell for tobis

Etter en prøvefase i 2010 innførte Norge i 2011 en områdebasert forvaltning av tobis i NØS av Nordsjøen. Hovedmålet med planen er å bygge opp gytebiomassen av tobis på alle historisk viktige tobisfelt i NØS. Dette vil igjen øke rekrutteringspotensialet for denne nøkkelarten i økosystemet og øke mattilgangen for arter i Nordsjøen som beiter på tobislarver og eldre tobis, og sikre et langsiktig bærekraftig tobisfiske.

Forvaltningsmodellen ble evaluert av Fiskeridirektoratet, HI og fiskerinæringen i 2014, i 2016 og igjen i 2020. Alle evalueringene har konkludert med at modellen fungerer etter hensikten, og med en stadig bedring i bestandsovervåking og i datagrunnlaget for fastsettelse av kvoteråd har det vært mulig å utvide størrelsen på de åpne områdene. Områdeinndelingene gjeldende fra 2020 er vist i Figur 1, og posisjonene er presentert i Vedlegg 1. Tidligere områdeinndelinger og detaljer knyttet til forvaltningsmodellen er vist i Vedlegg 3.

Høstingsregel

I 2019 ble det definert et rammeverk for kvoterådet der utgangspunkt i at gjennomsnittlig årlig høstingsgrad (definert som landet kvantum i vekt dividert med estimert biomasse fra det akustiske toktet) har vært omtrent 0,4 for perioden 2010 til 2018. En slik høstingsrate synes å gi en langsiktig balanse mellom overlevelse av tobis og et stabilt godt fiskeri. I det foreløpige rådet ble det i tillegg lagt inn en forsiktighetsbuffer i den predikerte biomassen for 2020 (Johnsen 2020).

Toktestimat innehar en del samplingsusikkerhet. I sin kvoteanbefaling tar Havforskningsinstituttet hensyn til dette i høstingsregelen som brukes i fastsettelsen av det endelige kvoterådet for 2020:

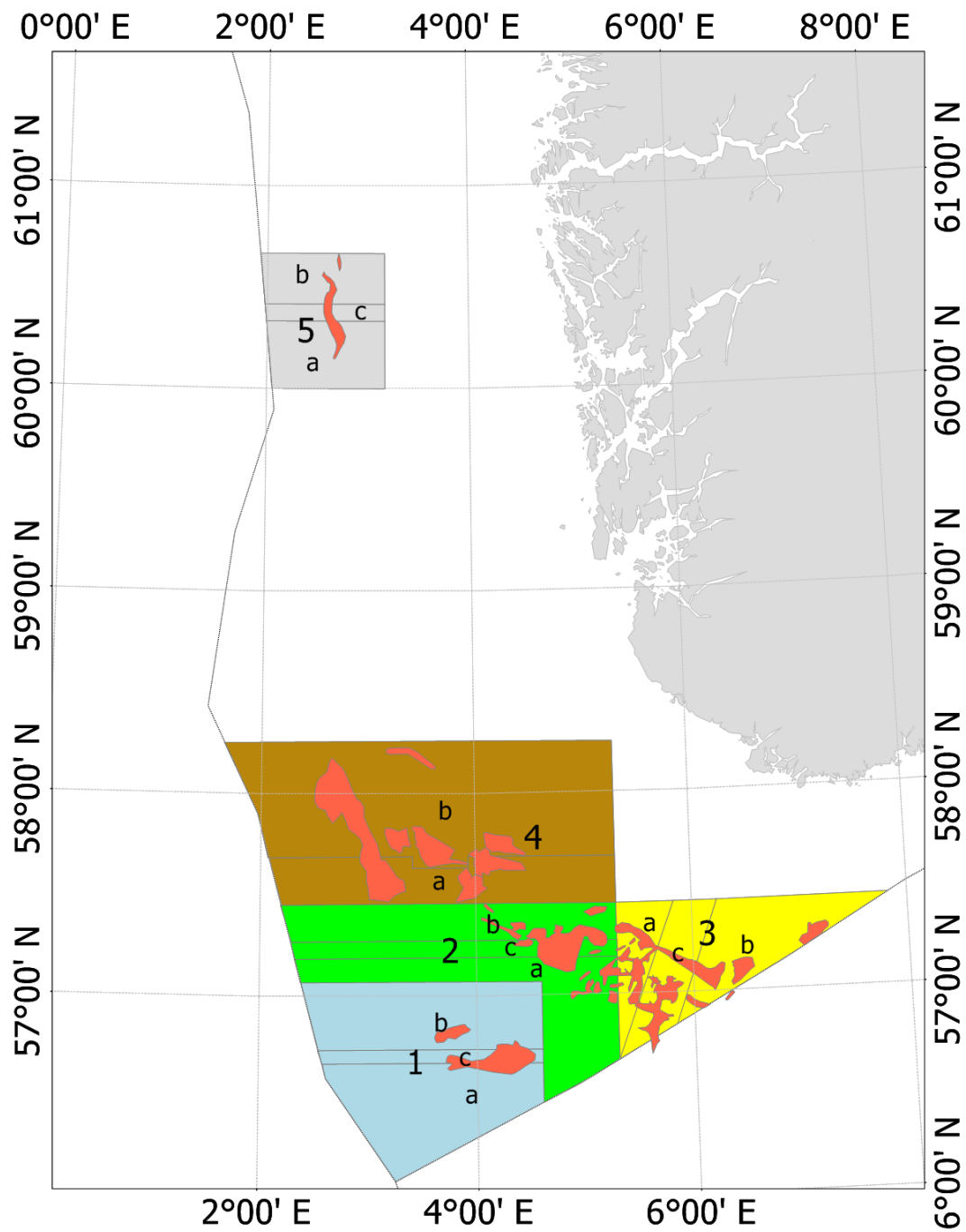
$$kvote = B_{40est,1+} \cdot hr$$

Der hr er høstingsgraden (0,4) og $B_{40est,1+}$ er 40-persentilen av biomasseestimat av ett år og eldre tobis i forvaltningsområdene 1-4. Ved å bruke 40-persentilen istedenfor gjennomsnittsverdien eller medianen tar kvoterådet høyde for usikkerheten i biomasseestimatet (lavere usikkerhet gir høyere kvote og omvendt).

Prognose og foreløpig råd for 2020

Det foreløpige rådet for 2020 på 70.000 tonn (Tabell 1) tok utgangspunkt i bestandssituasjonen i 2019 (Johnsen 2020) der akustikktoktet er det viktigste grunnlaget for bestandsvurderingen. Toktet i 2019 estimerte antall og biomasse av tobis til å være høy grunnet en svært tallrik 2016-årsklasse, og over en middels sterk 2018-årsklasse. I tillegg indikerte skrapetoktet høsten 2019 at det det var mye nullåringer, og at rekrutteringen av ettåringer våren 2020 dermed skulle bli høy. Estimaten fra skrapetoktet er usikre, og i det foreløpige rådet ble denne usikkerheten tatt hensyn til ved å velge en konservativ rekrutteringsprognose basert på nedre del av forventingsfordelingen (5-percentilen). Tobisbestanden på Nordgyden og Vikingbanken var vurdert til fortsatt å være kritisk lav.

Tidlig i årets tobistokt ble det klart at rekrutteringen av 2019-årsklassen var god, og Havforskningsinstituttet fant det biologisk forsvarlig å øke kvoterådet med ytterligere 40.000 tonn. Den foreløpige kvoten ble derfor hevet til 110.000 tonn fra 6. mai 2020.



Figur 1. Forvaltningsområdene i norsk sone (Område inndelingen er gyldig fra 2020). De røde feltene inni forvaltningsområdene viser de viktigste tobisfeltene.

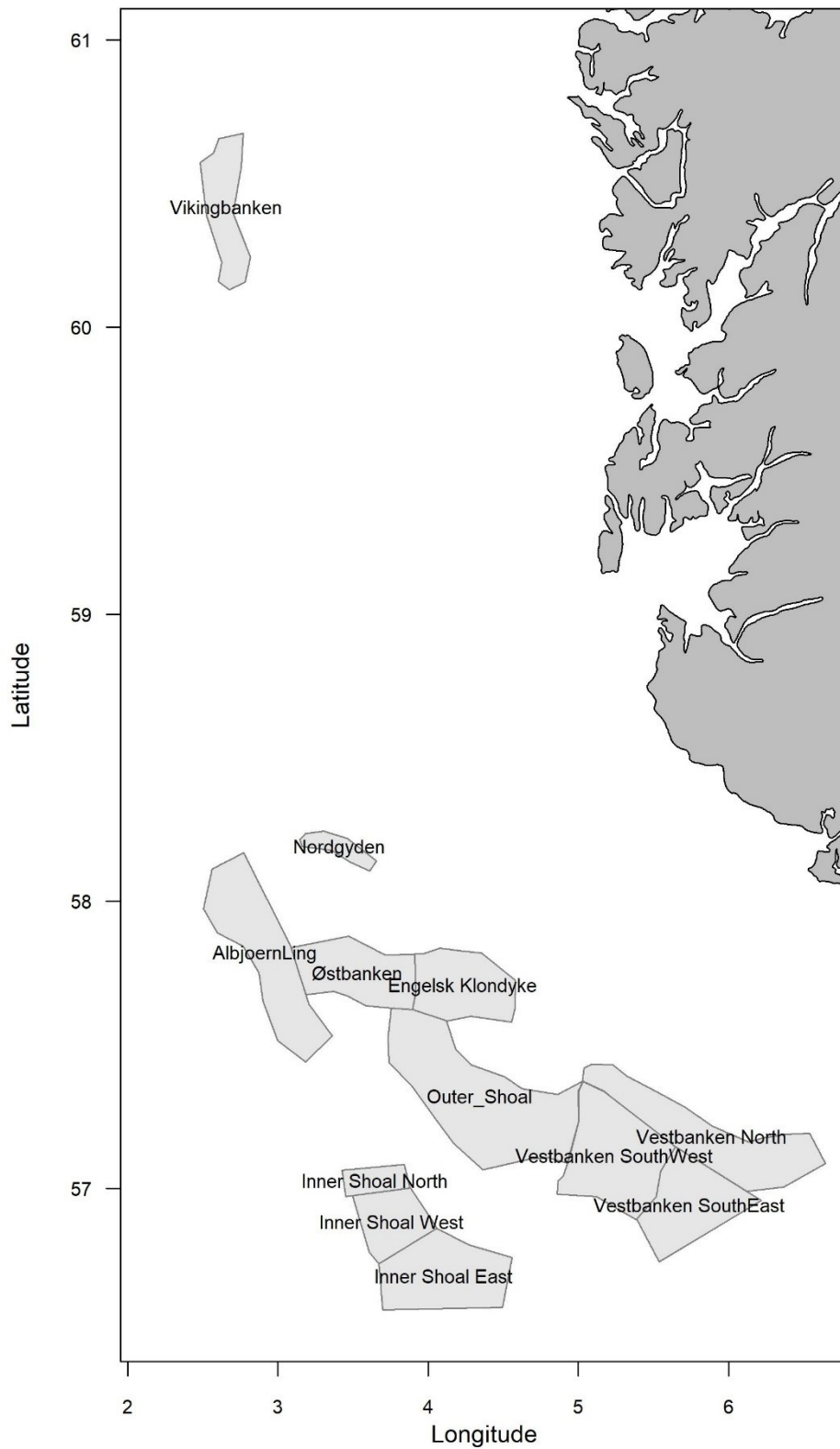
Tabell 1. Kvoteråd og landinger for perioden 2010-2020 i norsk økonomisk sone. Se vedlegg 3 for å se områdekart for periode 2011-2019, og Figur 1 for områdekart for 2020.

År	Foreløpig råd		Endelig råd i mai		Landinger (tonn)
	Kvoteråd (tonn)	Åpne underområder	Kvoteråd (tonn)	Åpne underområder	
2010	20 000	1b, 2b, 3b	50 000	1b, 2b, 3b	50 471
2011	60 000	1a, 2a, 3a	90 000	1a, 2a, 3a	90 170
2012	40 000	1b, 2b, 3b	40 000	1b, 2b, 3b	41 231
2013	20 000	3a	20 000	3a	9 827
2014	15 000	3b, 3c	90 000	2a, 3b, 3c, 4b	83 262
2015	100 000	2b, 3b, 3a	100 000	1b, 2b, 3a, 3b, 4a	101 574
2016	40 000	1b, 2a, 3a, 3b	40 000	1b, 2a, 3a, 3b, 4a	41 567
2017	50 000	1b, 1c, 2b, 2c, 3c, 3b, 4a	120 000	1b, 1c, 2b, 2c, 3c, 3b, 4a	120 938
2018	70 000	1b, 1c, 2a, 2c, 3a, 3b, 4b	70 000	1b, 1c, 2a, 2c, 3a, 3b, 4b	70 051
2019	55 000	1b, 1c, 2b, 2c, 3b, 3c, 4a	125 000	1b, 1c, 2b, 2c, 3b, 3c, 4a	125 046
2020	70 000	1a, 1c, 2b, 2c, 3b, 3c, 4a	250 000	1a, 1c, 2b, 2c, 3b, 3c, 4a	

Toktmetodikk - akustikk

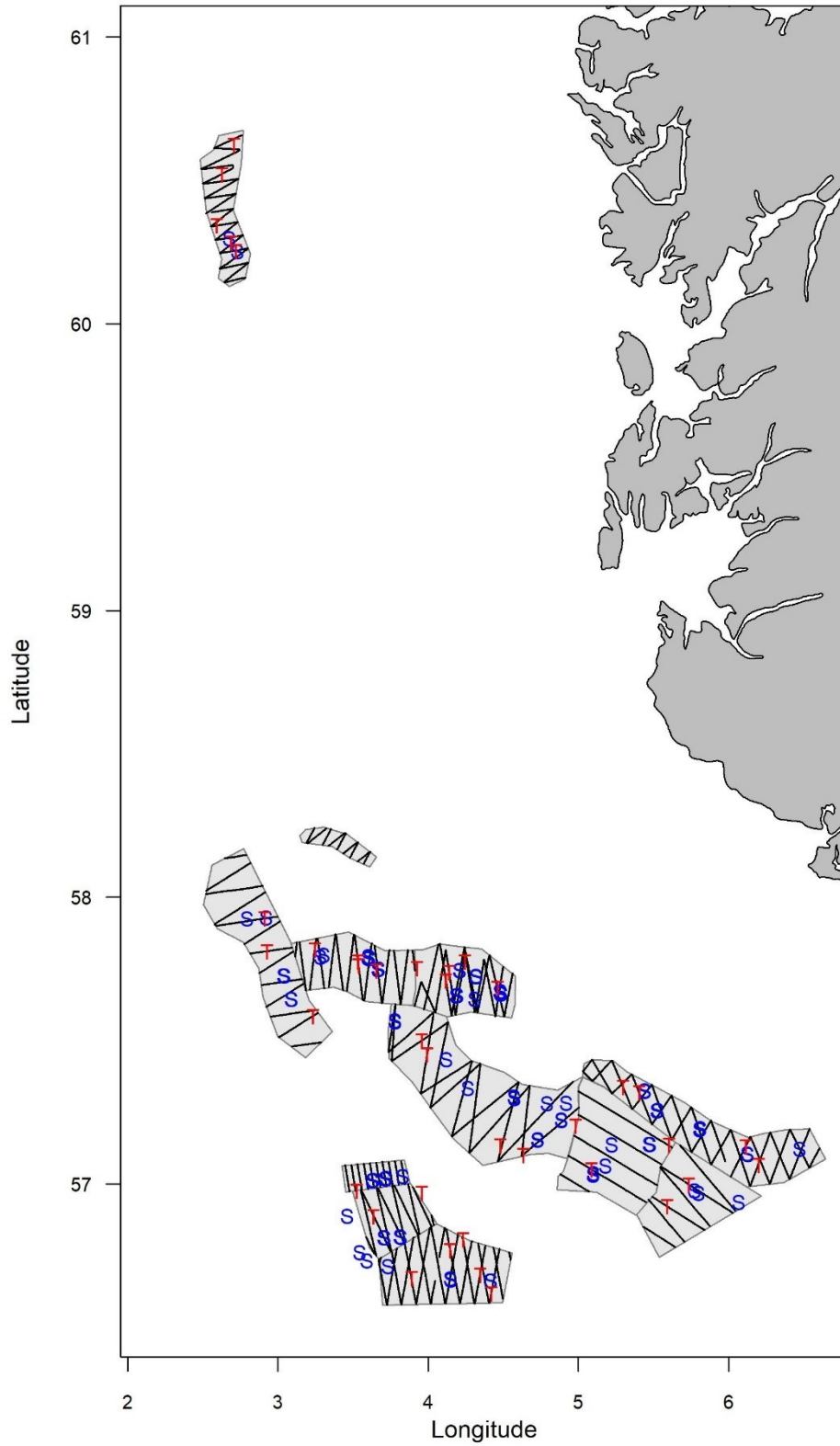
Havforskningsinstituttet har de senere årene utviklet akustisk metodikk for å måle utbredelse og mengde av tobis, og i nært samarbeid med tobisfiskerne er de sentrale og historisk viktige tobisområdene i norsk sone definert. For hvert toktområde (strata) (Figur 2) blir det brukt et survey-design som enten baserer seg på parallelle eller sikksakk-kurser med tilfeldig startpunkt (Figur 3). Dette tillater beregning av samplingsusikkerheten (Vedlegg 2). Med ny kunnskap om geografisk fordeling av tobis har noen av toktområdene blitt litt endret mellom tokt, og i 2020 ble Outer Shoal, Østbanken og Vestbanken Nord noe utvidet. Også Engelsk Klondyke ble noe utvidet under andre dekning i år.

2020



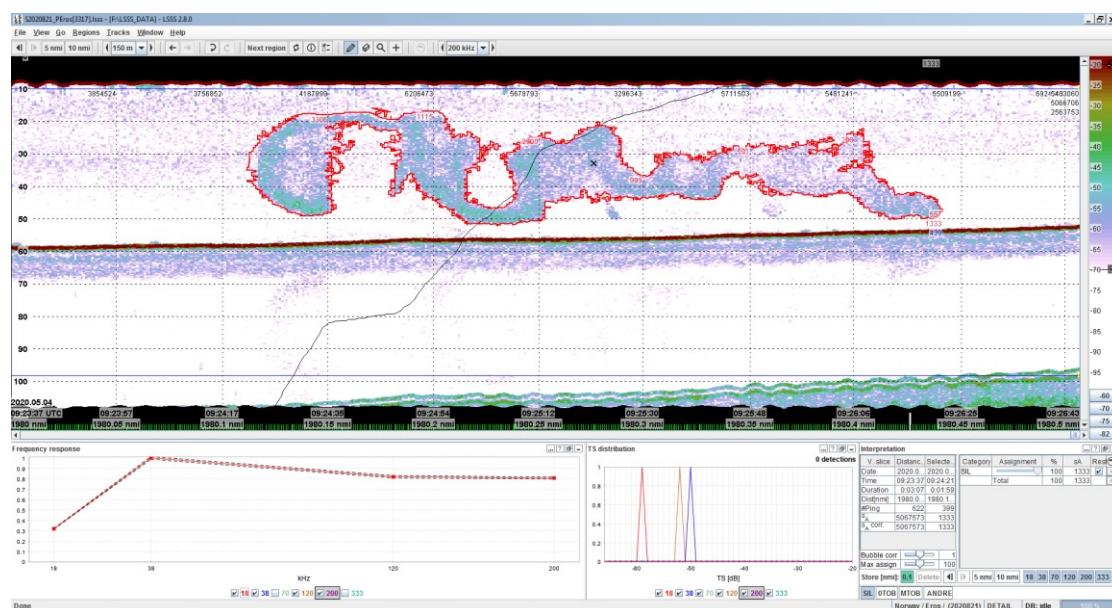
Figur 2. Strata (grå polygoner) dekket under tobistoktet 2020. Et toktområde kan dekke flere mindre tobisfelt.

2020



Figur 3. Strata (grå polygoner), akustiske transekt (svarte linjer) og biologiske stasjoner (T= trålstasjoner, S=skrapestasjoner) utført på tobistoktet 2020.

Ekkolodd av type SIMRAD EK60 og EK80 med frekvensene 18, 38, 70, 120, 200 og 333 kHz blir kjørt med høy pingrate. Disse dataene blir lastet ned i programvaren Large Scale Survey System (LSSS, Korneliussen et al. 2016) hvor stimenes utbredelse og akustisk frekvensrespons blir undersøkt (Figur 4). Tobis har en karakteristisk frekvensrespons som brukes til å skille tobis fra andre arter (Figur 4) (Johnsen et al. 2009). Analyserte data blir lagret i en database med en vertikal og horisontal oppløsning på henholdsvis 10 meter og 0,1 nautisk mil.



Figur 4. Ekkogram av en meget stor tobisstim (ca. 600 m lang) på tobisfeltet Outer Shoal. Frekvensresponsen (vindu nede til venstre) viser klassisk tobisrespons.

Den gjennomsnittlige ekkotetthet (tilbakespredningskoeffisient) (NASC) [m^2/nm^2] blir beregnet for hvert toktområde i henhold til standard prosedyre (Vedlegg 2). Antall tobis (N) i hver lengdegruppe (L) i hvert toktområde (i) beregnes som:

$$N_i = \frac{f_i \cdot \hat{S}_i \cdot A_i}{\langle \sigma \rangle}$$

der

$$f_i = \frac{n_i L_i^2}{\sum_{l=1}^m n_l L_l}$$

er det akustiske bidraget av lengdegruppe L_i til den total energien. \hat{S} er gjennomsnittlig ekkotetthet (NASC) [m^2/nm^2], og A er arealet i undersøkt i området [nm^2]. σ er gjennomsnittsekkoet (gjennomsnittlig tilbakespredningstverrsnitt) av en enkelt tobis av en tobis med lengde L_i . Denne er tilbakeregnet til lineær enhet, [m^2] fra dB, som er den vanlige måten å måle ekkostyrke. Målstyrken (TS) er brukt for konverteringen av $\sigma = 4\pi 10^{(\text{TS}/10)}$ for å beregne tilbakespredningstverrsnittet. For 38 kHz på tobis brukes $\text{TS} = 20\log L - 93$.

Undersøkelser av lengdefordeling og aldersavlesing av otolitter (ørestein) av individer fanget i trål og skrape gir grunnlag for å beregne aldersstrukturen i bestanden. Konverteringen av antall fisk per lengdegruppe (l) til antall per aldersgruppe beregnes ved å bruke aldersfordelingen fra alle aldersleste individer innen lengdegruppen (l). Tilsvarende beregnes biomassen ved å bruke individuell gjennomsnittsvekt per alders- og lengdegruppe ved hjelp av programvaren StoX (Johnsen et al. 2019). Ved å kombinere de biologiske og akustiske dataene kan man følge utviklingen av årsklassene mellom år. Man kan også beregne årsklassestyrken til rekruttene (ettåringer). Ved å kjøre bootstrap-rutiner i StoX kan man også estimere samplingsusikkerhet av de forskjellige bestandsestimatene.

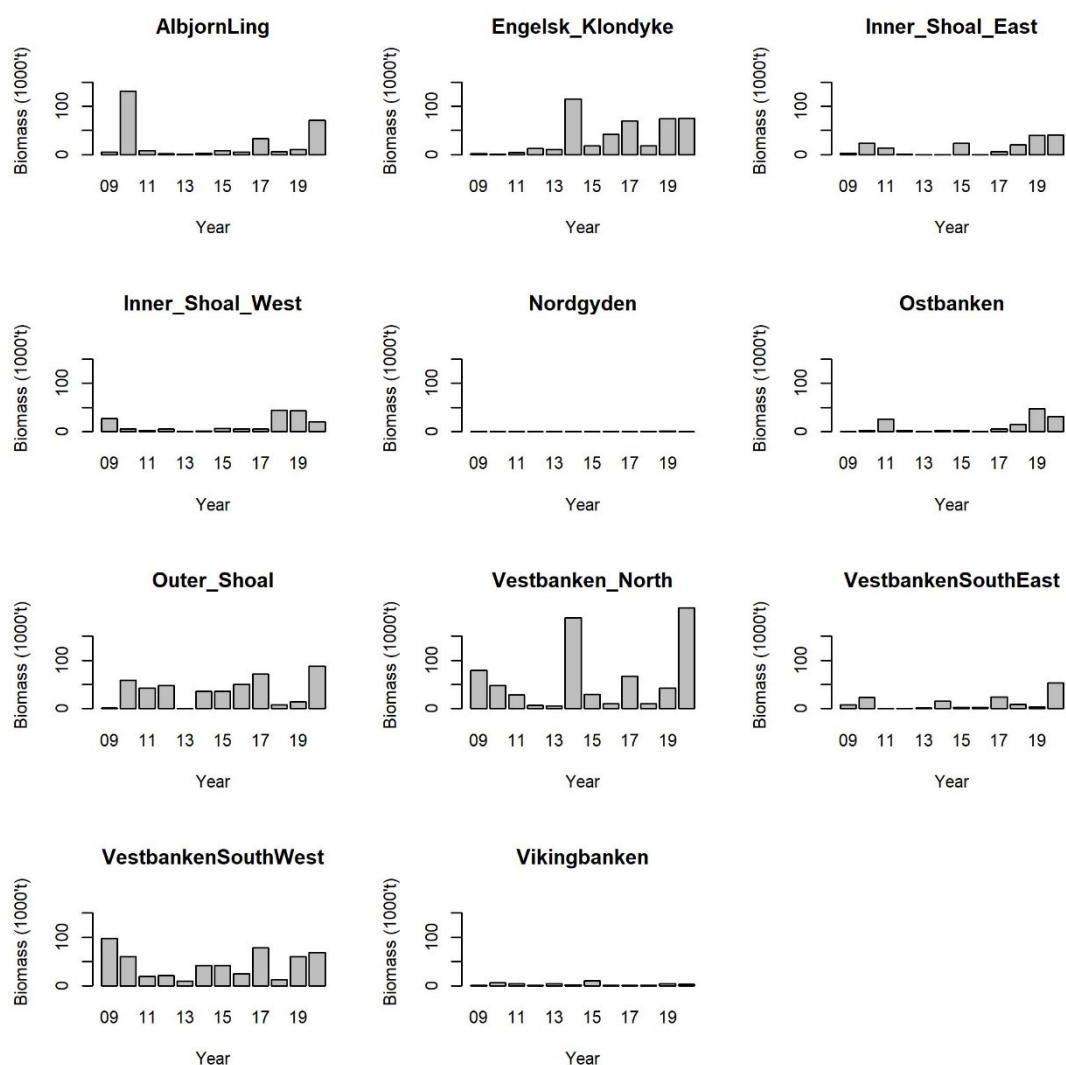
På tilsvarende måte som ved andre tokt vil det knytte seg noe usikkerhet til beregningene, og en av utfordringene når det gjelder akustisk mengdemåling av tobis er at andelen tobisindivider som står i sanden kan variere. For å undersøke denne andelen måles mengde tobis i sanden ved hjelp av en skrape. På tross av disse utfordringene har evalueringer vist at kvaliteten på toktestimatene er god, og at tokresultatene avdekker reelle endringer i mengde og geografisk fordeling av tobis. For kvaliteten er det en fordel at tobisbestanden har en begrenset geografisk fordeling slik at toktinnsatsen kan konsentreres. Det er også en fordel at man har fått utviklet akustisk metodikk som identifiserer og skiller tobisstimer fra andre fiskestimer (Johnsen et al. 2009). Bestandkartlegging og analyser blir gjort per toktområde (Figur 3). For å redusere usikkerheten i toktestimatet blir områder med høy varians og stor tetthet dekket to ganger med noen dagers mellomrom.

På Østbanken (8. mai 2020; ca. 15:00-16:00 UTC) observerte vi enkelte tobisstimer som stod helte oppe under sjøoverflaten der de enkelte ganger kokte på den blanke sjøen. Dette fenomenet har ikke tidligere blitt observert under toktet, og det er grunn til å tro at antallsestimatet på Østbanken er et underestimat siden en del tobis stod for

nære overflaten til å bli registret med ekkolodd som er plassert på 8 meters dyp på senkekjølen til M/S «Eros». Dette betyr at man ikke kan måle fisk nærmere overflaten enn ca. 10 meter da man også har et nærfelt på ca. 2 meter fra ekkoloddet der man ikke måle fisk.

Resultat

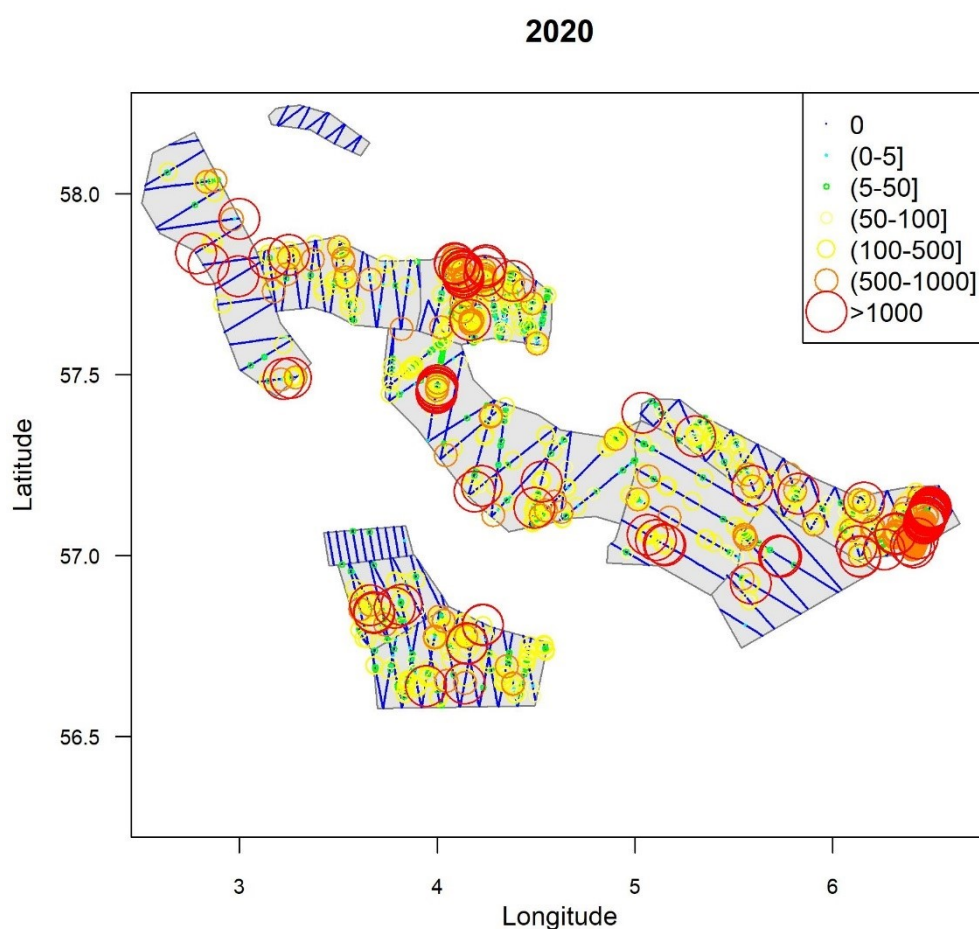
Den totale biomassen av tobis var meget høy i forvaltningsområdene 1-4, og alle toktområder hadde gode forekomster av tobis. Sammenlignet med tidligere tokt var det relativt mye tobis på Østbanken, Vestbanken nord, Inner Shoal øst og Vestbanken sørvest (Figur 5).



Figur 5. Biomasseestimat per stratum i perioden 2009-2020.

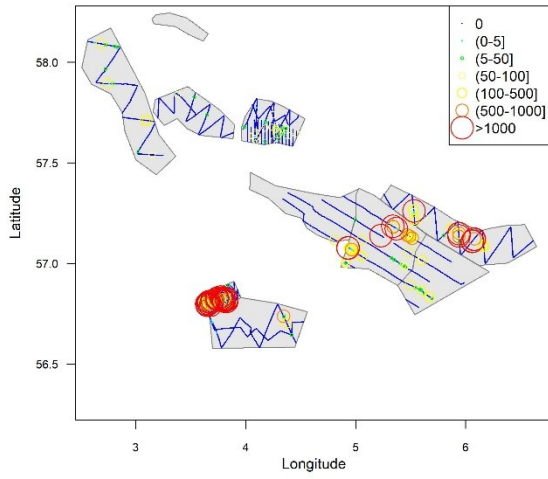
Toktområdene som er dekket under tobistoktet har ikke vært helt konstante. Oppdatert informasjon fra fiskeriet og bruk av sonar og ekkolodd under toktet har gitt oss bedre kunnskap om geografisk utbredelse av tobis. De siste årene ser det ut til at tobisen er spredt over et noe større område med det har toktdekningen også økt. Se kartene i Figur 6 og 7 for endringene som har skjedd i toktområder og dekning.

I 2020 er tobisbestanden godt spredt med høye tettheter i mange områder i sør (Figur 6). Spredningen og tetthetene er høyere enn i tidligere år (Figur 7), og det har vært en økning i spredningen fra 2017.

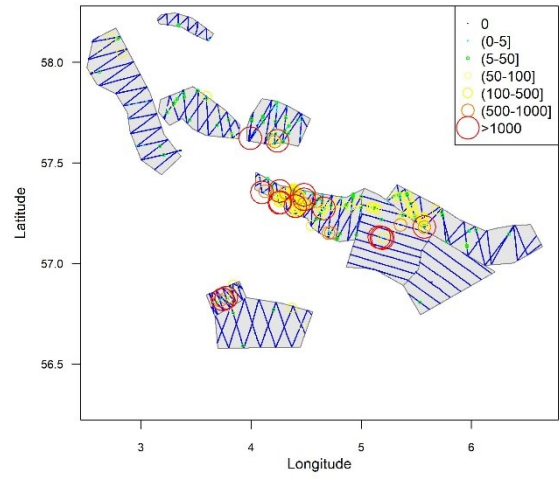


Figur 6. Geografisk utbredelse av ekkotetthet av tobis per 0,1 n.mi. for tobistoktet 2020. Størrelsen og fargen på sirklene indikerer ekkotettheten (NASC). Nullverdien er angitt som blå prikker.

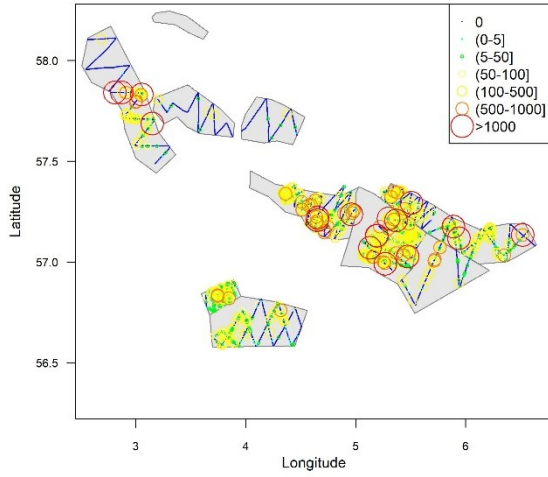
2009



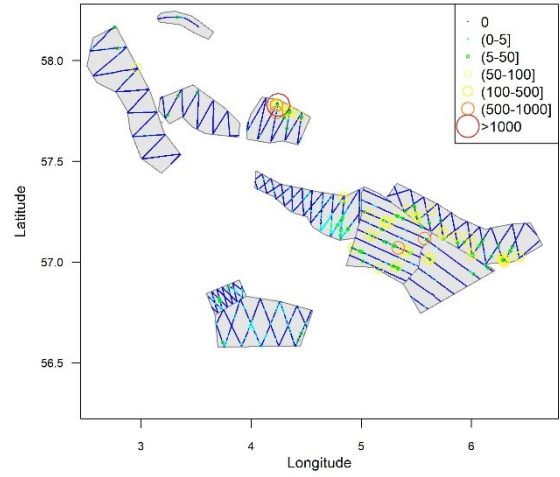
2012



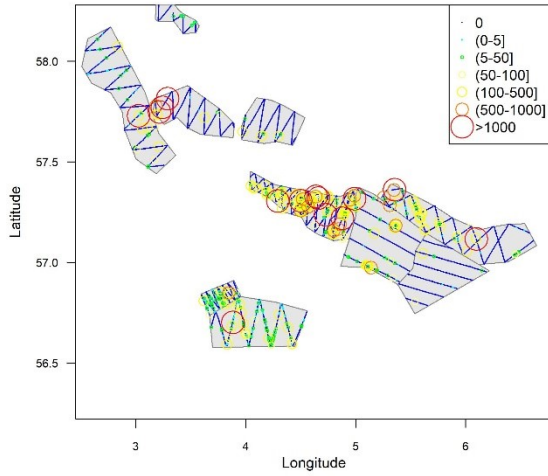
2010



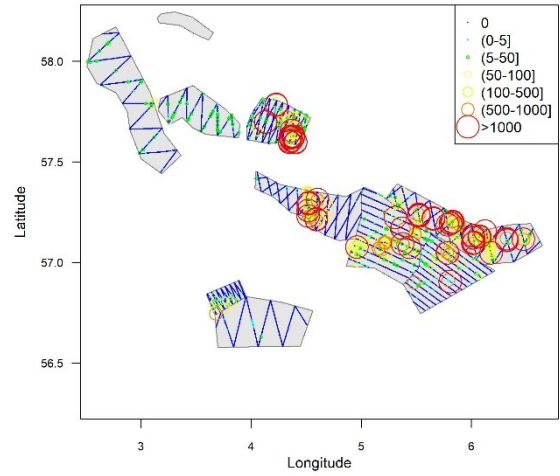
2013

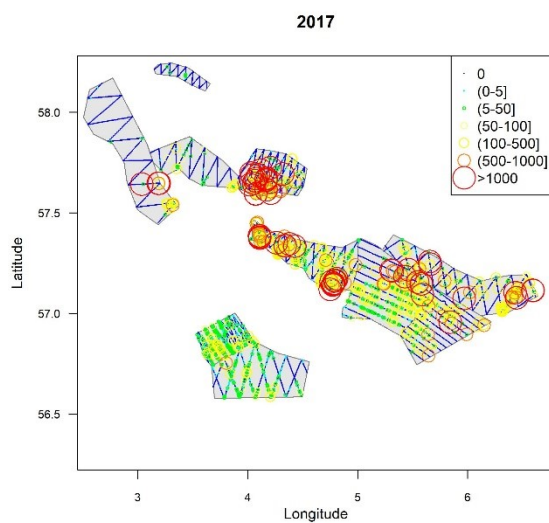
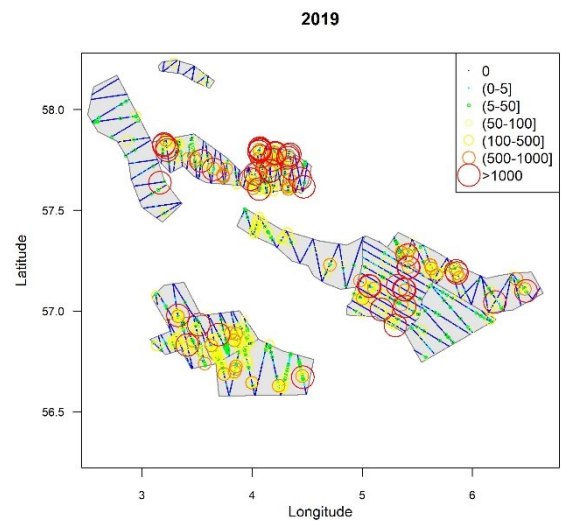
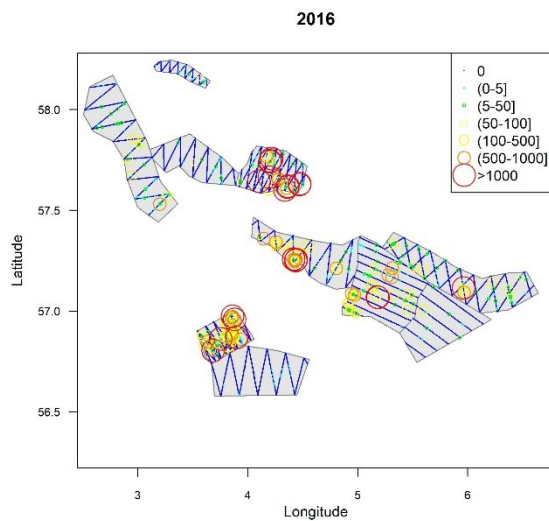
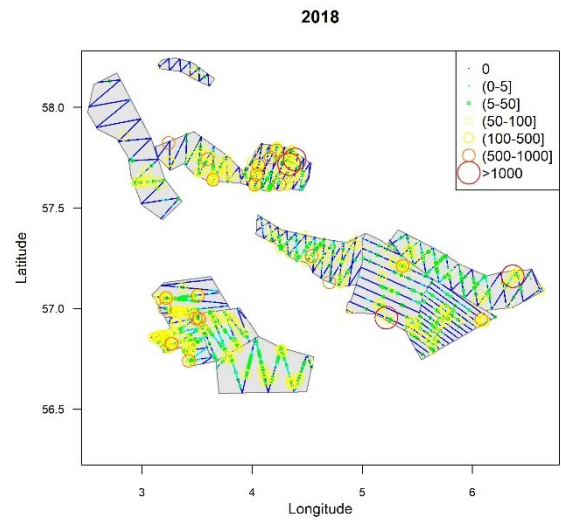
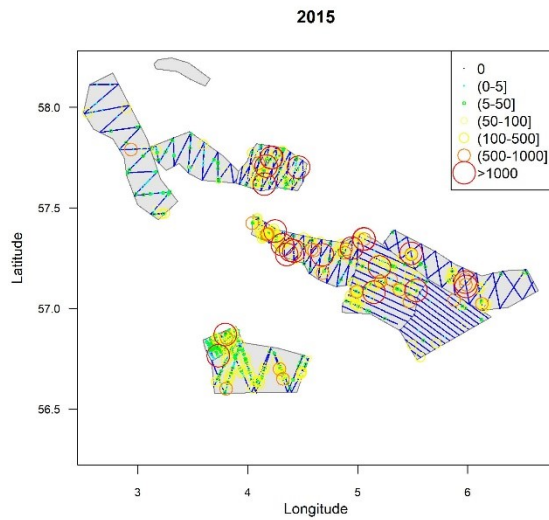


2011



2014

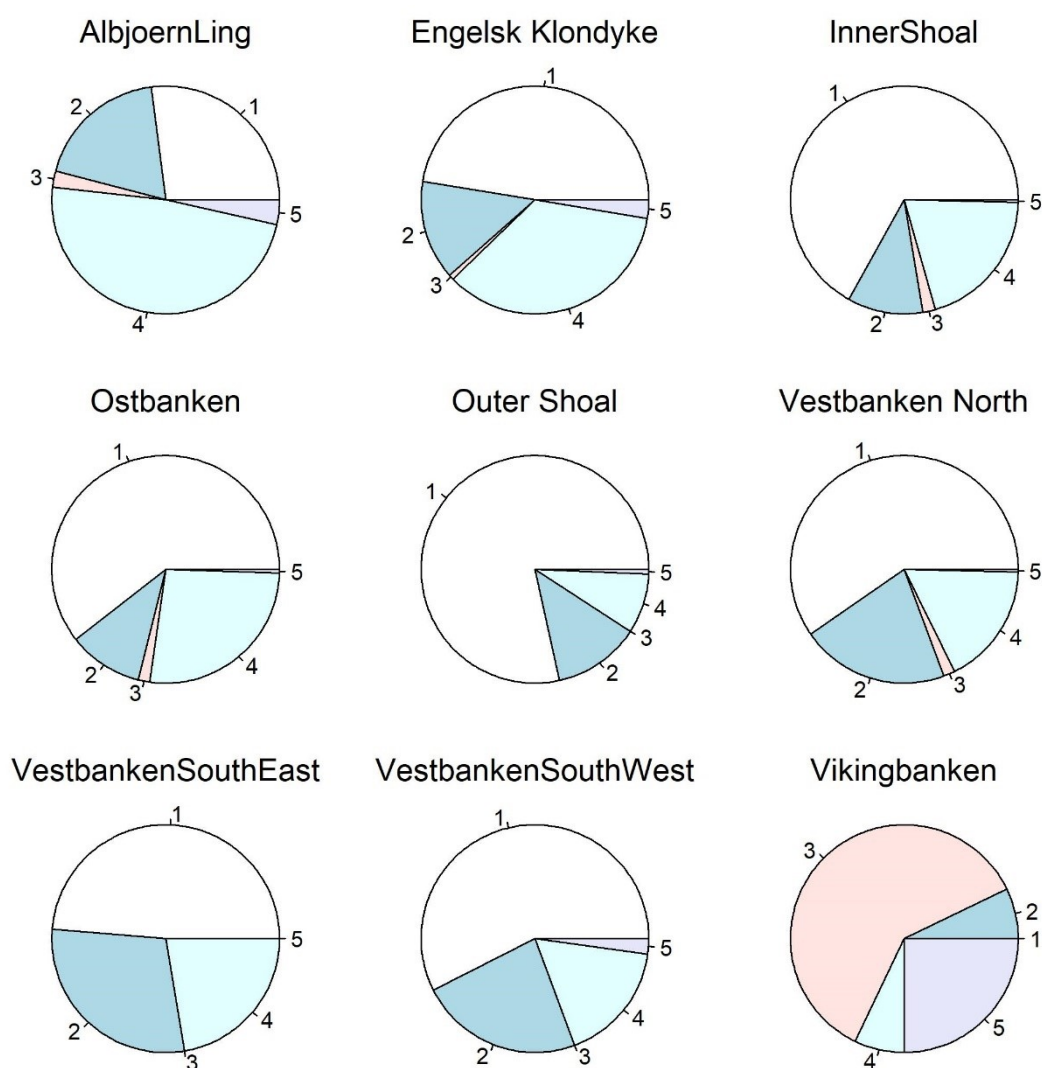




Figur 7. Geografisk utbredelse av ekkotetthet av tobis per 0,1 n.mi. for perioden 2009-2019. Størrelsen og fargen på sirkene indikerer ekkotettheten (NASC). Nullverdien er angitt som blå prikker.

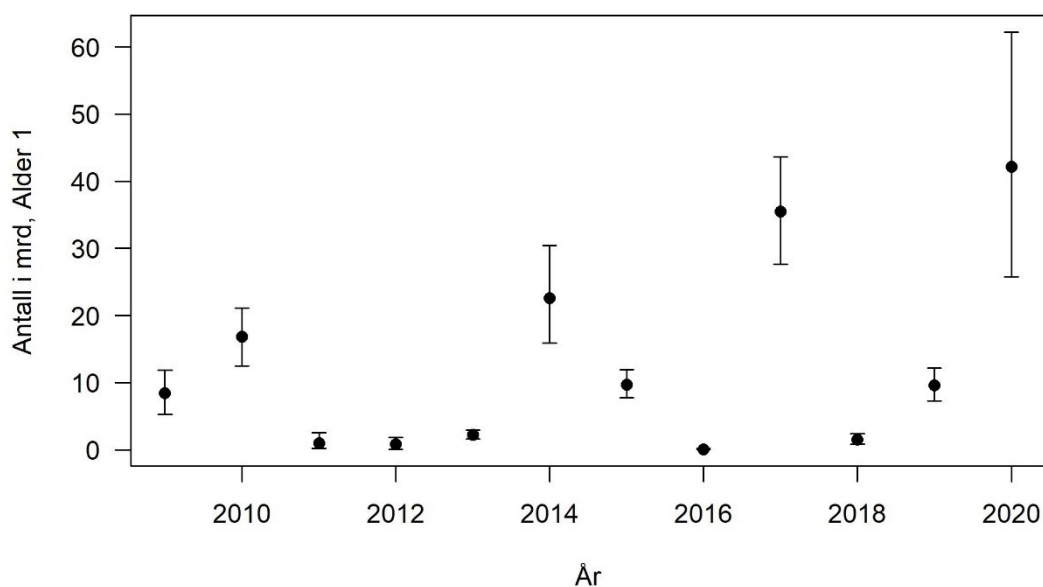
I alle områder med unntak av Engelsk Klondyke dominerte ettåringene i antall i fangstene (Figur 2). Andelen to- og fireåringer var også høy, mens det var nesten ingen treåringer. Fem år og eldre fisk forekommer sjeldent i fangstene.

Alderssammensetningen på Vikingbanken var avvikende fra de andre områdene (Figur 8), og i tillegg bestod fangstene av tobis av en annen karakter enn de i den sørlige delen av NØS. Individene var brune i farge, mye slankere enn vanlig, og øresteinene på disse individene var veldig porøse og hadde mange utvekster. Prøver er tatt med til eksperter på Havforskningsinstituttet i Bergen for grundig artsidentifisering og eventuelt andre undersøkelser.



Figur 8. Relativ aldersfordeling (i antall) per stratum. Inner Shoal viser aldersfordelingen for alle tre Inner Shoal strataene kombinert (se Fig. 3). Alder 5 er summen av alle aldersgrupper fem år og eldre.

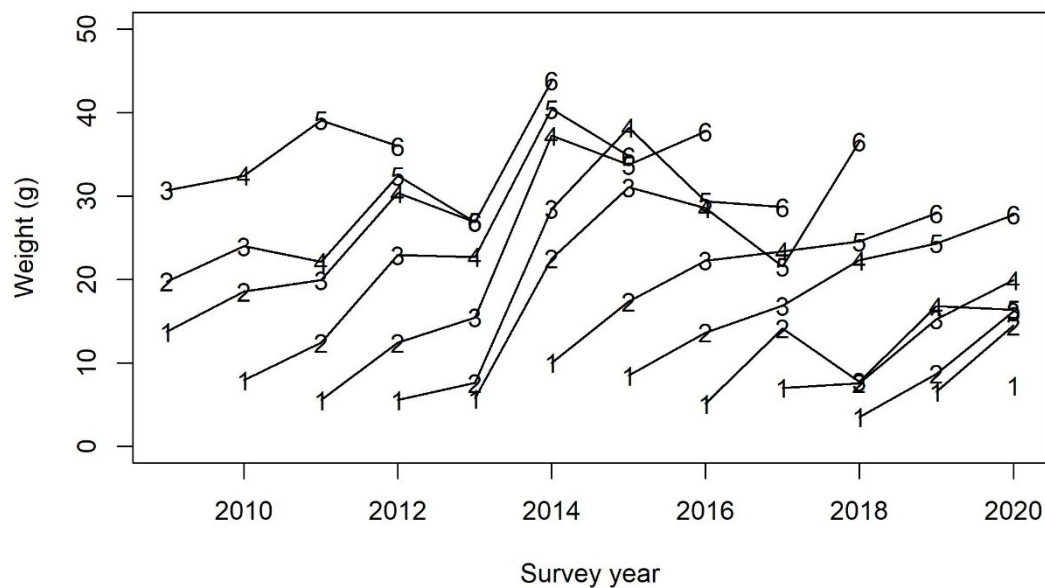
Tidligere sammenligninger viser at mengdeindeksen for nullåringer fra skrapetoktet ikke gir en veldig presis prognose av mengden ettåringer (Johnsen 2020). Derfor var det knyttet stor spenning til rekrutteringen av 2019-årsklassen (ettåringer under akustikktoktet) siden skrapetoktet i november-desember 2019 indikerte en svært sterk årsklasse. Mengdeestimatet av ett år gammel tobis er blant de høyeste observerte i toktserien (Figur 9), og i overensstemmelse med mengdeindeksen av 2019-årsklassen fra skrapetoktet.



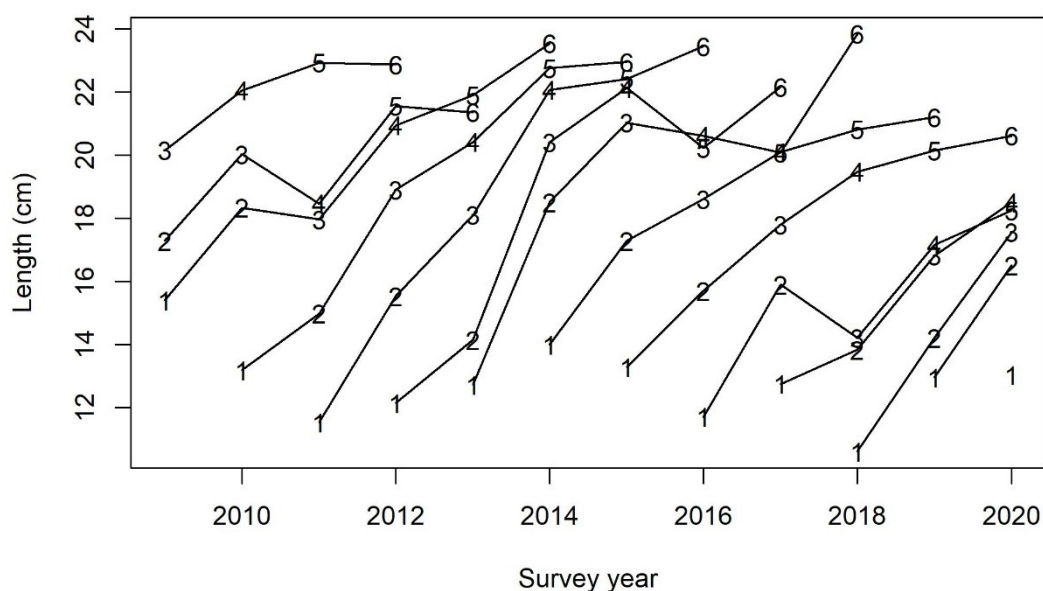
Figur 9 Estimert antall ettåringer med konfidensintervall (5-95%) per år for alle strata kombinert i forvaltningsområdene 1-4 i NØS (unntatt Nordgyden).

Generelt vokser tobis godt de første fire leveårene der individvekten øker i snitt med cirka 95% fra ett til to år, 50% fra to til tre år og 27% fra tre til fire år (Tabell 2). Både lengde og vekt ved alder varierer veldig mellom år for tobis (Figur 10 og 11). I 2020 er vekt ved alder omtrent på langtidsgjennomsnittet for ettåringene og toåringene, men eldre årsklasser har en vesentlig lavere individvekt enn langtidsgjennomsnittet for sine respektive aldersgrupper. Tilsvarende mønster er synlig for individlengde per alder. Ett- og toåringene har i år en individlengde omtrent lik langtidsgjennomsnittet mens de eldre årsklassene er kortere enn langtidsgjennomsnittet. Det ser ut til at den svake veksten tobisen opplevde i 2018 fremdeles har innvirkning på vekt og lengde ved alder. På tross av at kondisjonen

bedret seg betydelig i løpet av mai og juni 2018 har altså den dårlige veksten våren 2018 satt spor.



Figur 10. Gjennomsnittlig vekt per alder per år målt under tobistoktene. (Kombinert for strata i forvaltningsområdene 1-4 i NØS unntatt Nordgyden).



Figur 11. Gjennomsnittlig lengde per alder per år målt under tobistoktene. (Kombinert for strata i forvaltningsområdene 1-4 i NØS unntatt Nordgyden).

Tabell 2. Individvekt (gram) per alder per år. (Kombinert for strata i forvaltningsområdene 1-4 i NØS unntatt Nordgyden).*

År/alder	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2009	13.2	20.0	31.5	38.2	49.0	43.3	45.0	-	-	-
2010	8.3	18.0	23.1	31.2	39.0	34.0	52.0	44.0	-	-
2011	4.8	12.6	21.4	24.4	30.7	28.8	29.1	-	28.0	-
2012	4.9	11.8	23.2	31.0	32.9	36.4	36.5	-	-	-
2013	5.6	7.1	14.2	22.1	26.8	27.0	-	-	-	-
2014	10.1	22.3	27.4	35.5	40.6	43.4	43.5	46.7	-	-
2015	8.4	17.0	24.9	19.0	32.2	34.3	35.4	-	-	-
2016	4.9	12.1	21.2	23.4	17.1	38.5	37.9	36.8	33.0	35.0
2017	7.2	12.2	17.4	24.9	16.5	23.0	22.0	35.0	35.0	-
2018	3.4	7.9	8.0	21.4	23.2	36.7	-	-	38.3	-
2019	6.6	8.8	15.2	16.8	24.3	27.7	-	-	40.0	37.0
2020	7.3	14.2	17.3	20.1	19.4	28.5	18.0	22.8	-	25.0
Mean	7.024	13.61	20.14	25.61	29.4	33.47	37.68	39.49	34.87	32.33

*«->» betyr at det ikke var målt noen individer i denne aldersgruppen.

I år ble det målt store mengder ett-, to- og fireåringer (Tabell 3 og Figur 12). I kombinasjon med en relativ god individuell vekst er derfor biomasseestimatet det høyeste målt i toktserien (Tabell 4 og Figur 13).

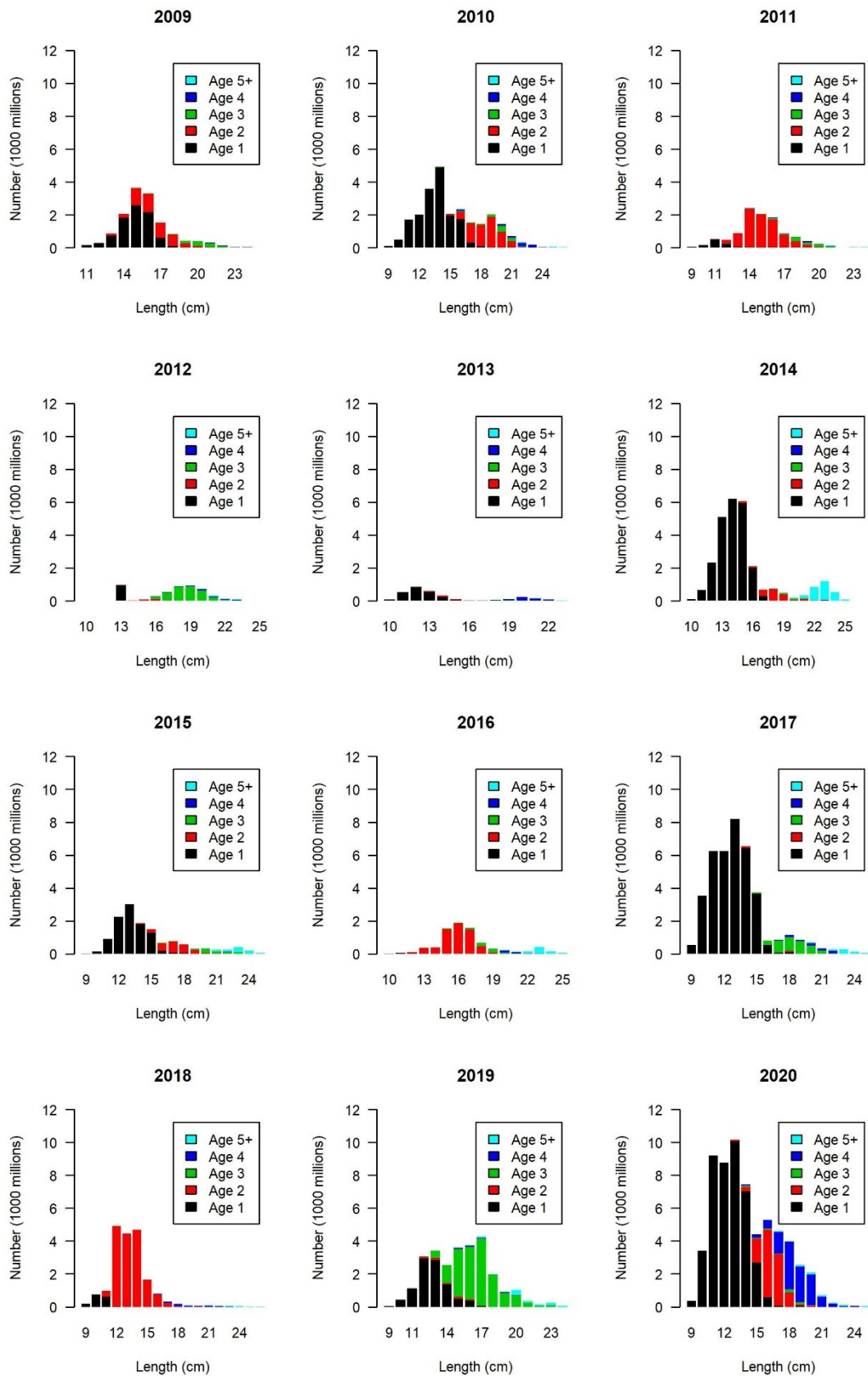
Tabell 3. A. Antall individer (i millioner) per alder per år. Alder 5+ er summen av alle aldersgrupper fra fem år og eldre. B. Relativ standardfeil av antall per alder fra alder 1 til 4. (Kombinert for strata i forvaltnings-områdene 1-4 i NØS unntatt Nordgyden).

A.

År/alder	1	2	3	4	5+
2009	8452	4535	913	64	47
2010	16855	6277	1033	636	213
2011	977	8588	816	212	75
2012	807	217	3268	336	104
2013	2241	211	61	539	75
2014	22600	1754	125	50	2849
2015	9670	2241	692	12	748
2016	72	6222	673	264	728
2017	35476	128	3390	544	596
2018	1545	17050	30	454	177
2019	9565	464	15574	215	689
2020	42142	10064	535	9944	512

B.

År/alder	1	2	3	4	5+
2009	0.25	0.30	0.27	0.46	-
2010	0.16	0.22	0.45	0.40	-
2011	0.77	0.19	0.43	0.68	-
2012	0.80	0.68	0.20	0.25	-
2013	0.19	0.50	0.41	0.41	-
2014	0.20	0.35	0.53	0.99	-
2015	0.14	0.22	0.32	0.72	-
2016	0.84	0.30	0.30	0.38	-
2017	0.14	0.61	0.22	0.31	-
2018	0.31	0.10	0.49	0.30	-
2019	0.16	0.25	0.12	0.33	-
2020	0.27	0.27	0.42	0.20	-



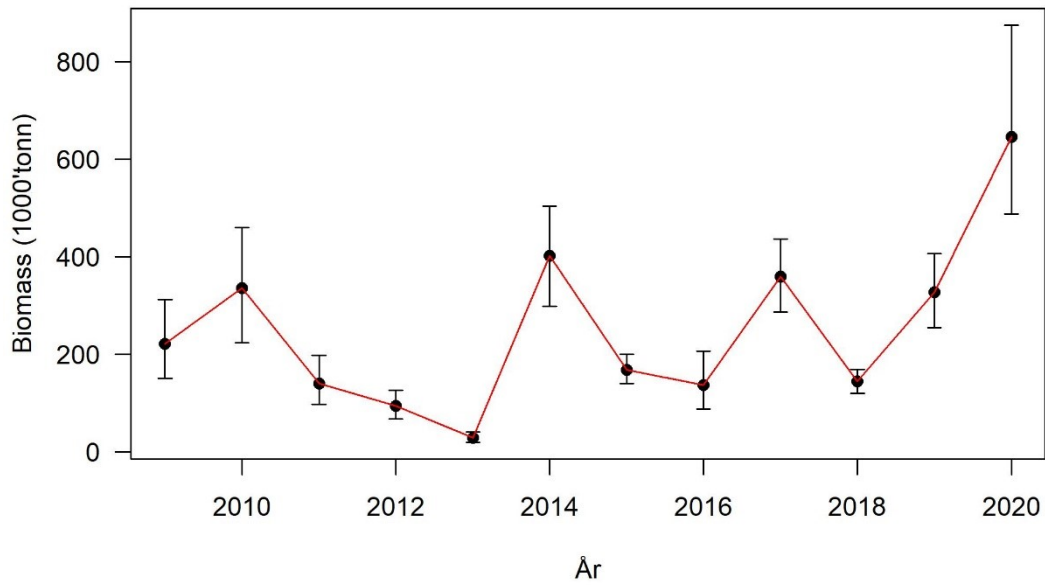
Figur 12. Estimert antall individer per lengdegruppe, alder og år. (Kombinert for strata i forvaltnings-områdene 1-4 i NØS unntatt Nordgyden).

Tabell 4. Biomasseestimat (Tonn) av tobis og relativ standardfeil (RSE) per år. Fordelingen i estimatet er vist som gjennomsnitt, og 5-, 40-, 50- og 90-persentiler. (Kombinert for strata i forvaltnings-områdene 1-4 i NØS unntatt Nordgyden).

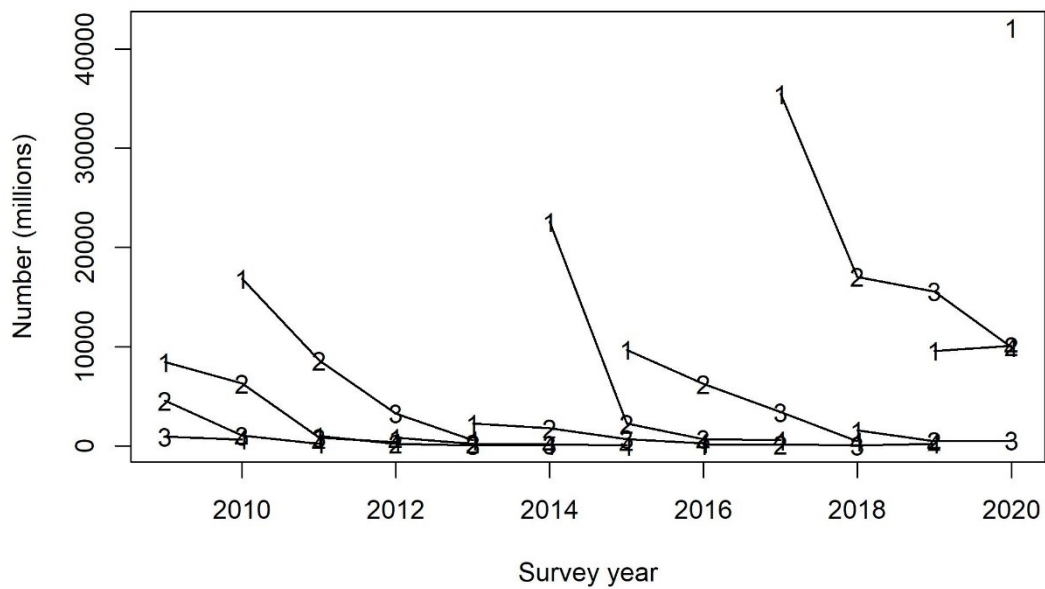
År	Ton.5%	Ton.40%	Ton.50%	Ton.95%	Snitt	RSE
2009	150 162	209 492	221 535	311 845	223 113	0.22
2010	222 770	315 009	335 529	459 796	337 852	0.22
2011	97 235	132 523	139 409	197 421	143 569	0.22
2012	66 957	89 679	94 277	126 334	95 132	0.19
2013	18 499	26 871	28 321	40 766	28 892	0.24
2014	298 435	387 705	401 973	503 276	402 492	0.16
2015	140 046	163 234	168 118	199 950	168 577	0.11
2016	86 944	127 349	137 100	206 374	140 446	0.26
2017	286 389	346 653	359 591	436 194	359 359	0.12
2018	119 587	140 533	144 493	168 278	143 786	0.10
2019	254 403	315 252	327 502	406 621	329 169	0.14
2020	487 212	625 428	645 833	875 098	659 039	0.18

God kondisjon, svært god rekruttering, mye toåringer, og historisk mye fireåringer medfører at biomassen er den høyeste observerte i toktserien (Figur 13).

Biomasseestimatet (median) på 645 833tonn (90% konfidensintervall er 487 200 – 876 400 tonn) det høyeste i tidsserien (Figur 13 og Tabell 4). Presisjonen av biomasseestimatet er gjennomsnittlig for tidsserien, men noe lavere enn de siste årene med en relativ standardfeil på 18% (Tabell 4). Tidligere år har denne variert mellom 10% og 28%.



Figur 13. Estimert biomasse (1000 tonn) med konfidensintervall (5-95%) per år for alle strata i forvaltningsområdene 1-4 i NØS (unntatt Nordgyden) per år.



Figur 14. Estimert antall individer (millioner) per årsklasse (linjer) fra alder 1 til alder 4. Tallene i linjene viser alder på fisken. Tallene gjelder for forvaltningsområdene 1-4 i NØS (unntatt Nordgyden).

Vikingbanken har også blitt kartlagt akustisk, men det har aldri blitt målt store konsentrasjoner av tobis der. I år ble det observert en del små tobisstimer nær bunnen, men disse er vanskelig å identifisere akustisk. For første gang ble det fanget en del individer med bunnrålen og skrapen, men de fleste av individene som lot seg alderslese var 3 år og eldre individer. Det mest påfallende med tobisen på Vikingbanken i år var at mange individer hadde en brunfarge som ikke er vanlig. Disse hadde en uvanlig tynn kropp og ørestein som var svært porøse og klumpete. Det var ikke mulig å lese alderen på disse.

I perioden 2009-2019 har biomasseestimatene for Vikingbanken variert fra under 500 tonn til 12 800 tonn (Figur 5). I år var estimatet kun 3 300 tonn, det vil si at mengden tobis i området fortsatt er svært lav.

Diskusjon

Rekrutteringen av 2019-årsklassen er sterk, og i kombinasjon med middels mye toåringer og mye fireåringer er biomasseestimatet for 2020 det høyeste i toktserien som startet i 2009. Det er vanskelig å sammenligne årets estimat med årene før 2009 grunnet dårlig datagrunnlag, men det er meget sannsynlig at biomassen i sørlige del av norsk sone av Nordsjøen ikke har vært høyere siden 2000. Bestanden er i tillegg godt spredt på de ulike tobisområdene i sør.

Årets alderssammensetning stemmer godt med forventningene basert på tidligere akustiske tokt og det kommersielle fiskeriuttaket, men antall ettåringer er en del høyere enn forventet basert på skrapetoktet. Det er også en del høyere antall eldre individer enn hva prognosen fra februar 2020 skulle tilsi.

Tobis lever av dyreplankton, og i år har mattilgangen for tobisen vært god noe som vises i hvor mye mat de har i magen, individuell vekst og kondisjon og mengden dyreplankton i planktonhåvene.

En målsetning i den norske tobisforvaltningen er at man skal bygge opp gytebestanden av tobis i tidligere historiske viktige tobisområder i norsk sone. Per i dag har man oppnådd dette for de aller fleste områdene, men det er fremdeles lite tobis på Nordgyden og Vikingbanken.

Årets tokt ble gjennomført i svært godt vær, men vi hadde kuling på siste dag på AlbjørnLing, og på Nordgyden og Vikingbanken. Det er grunn til å tro at det gode været med god dekning og fremdrift har resultert i et pålitelig biomasseestimat.

Takk

Havforskningsinstituttet har brukt fiskebåten Eros på alle tobistokt i perioden 2013-2020, og vi takker for et godt samarbeid i alle disse årene. Mannskapet på Eros er hjelpsomme og positive når toktoppgaver skal utføres, og det er alltid en glede å jobbe sammen med så hyggelige og profesjonelle folk. Tusen takk til Ronald Pedersen – han har vært en fabelaktig god tolker av akustiske registreringer på alle våre tobistokt. Tusen takk også til våre dyktige prøvetakere.

Referanse

- Johnsen, E., Pedersen, R., & Ona, E. (2009). Size-dependent frequency response of sandeel schools. *ICES Journal of Marine Science*, 66(6), 1100-1105.
- Johnsen, E., Totland, A., Skålevik, Å., Holmin, A. J., Dingsør, G. E., Fuglebakk, E., and Handegard, N. O. 2019. StoX: An open source software for marine survey analyses. *Methods in Ecology and Evolution*, 10(9), 1523-1528.
- Johnsen, E. 2020. Foreløpige råd for tobisfiskeriet i norsk økonomisk sone 2020. Link <https://www.hi.no/resources/Forelopige-rad-for-tobisfiskeriet-i-norsk-okonomisk-sone-2020.pdf>
- Korneliussen, R. J., Heggelund, Y., Macaulay, G. J., Patel, D., Johnsen, E., & Eliassen, I. K. (2016). Acoustic identification of marine species using a feature library. *Methods in Oceanography*, 17, 187-205.

Vedlegg 1

Forvaltningsområder versjon 2020

Forvaltningsområde 1

Underområde 1a. Inner Shoal sør.

Området sør for N56°40', vest for Ø004°36' og ellers avgrenset av norsk sektorlinje i sør og vest.

Underområde 1c. Inner Shoal midt. Vil alltid være åpnet dersom det tillates fiskeri i område 1.

Området nord for N56°40' og sør for N56°44', vest for Ø004°36' og ellers avgrenset av norsk sektorlinje i sør og vest.

Underområde 1b. Inner Shoal nord.

Området mellom N56°40' og N57°04', vest for Ø004°36' til norsk sektorlinje i vest.

Forvaltningsområde 2

Underområde 2a. Outer Shoal sør, Snurreplassen, Triangel.

Nordlige grense er N57°11'. Vest for Ø004°36' er sydlige grense N57°04', og øst for Ø004°36' er sydlige grense den norske sektorlinjen. Den østlige grensen er Ø005°18', og den norske sektorlinje er den vestlige grensen mellom N57°04' og N57°11'. Sør for N57°04' er den vestlige grensen Ø004°36'.

Underområde 2c. Outer Shoal midt, Snuplassen. Vil alltid være åpent dersom det tillates fiskeri i område 2.

Området nord for N57°11' og sør for N57°16', og mellom Ø005°18' og norsk sektorlinje i vest.

Underområde 2b. Outer Shoal nord, Karusellen, Hardangerviden

Området nord for N57°16' og sør for N57°27', og mellom Ø005°18' og norsk sektorlinje i vest.

Forvaltningsområde 3

Underområde 3a. Vestbanken vest, Korridoren, Diana.

Området mellom følgende koordinater;

1. N56°40' (Ved sektorlinja); Ø005°18'
2. N57°27' ; Ø005°18'
3. N57°27'; Ø005°50'

Underområde 3c. Vestbanken sentral, Falittene. Vil alltid være åpnet dersom det tillates fiskeri i område 3.

Området mellom følgende koordinater;

1. N56°40' (Ved sektorlinja); Ø005°18'
2. N57°27' ; Ø005°50'
3. N57°27' ; Ø006°14'
4. N56°50,5' (Mot sektorlinje) ; Ø005°50'

Underområde 3b; Vestbanken øst.

Området mellom følgende koordinater;

1. N56°50,5' (Mot sektorlinje); Ø005°50'
2. N57°27'; Ø006°14'
3. N57°27'; Ø007°49,5' (Ved sektorlinja)

Forvaltningsområde 4

Underområde 4a. Albjørn og Engelsk Klondyke Sør.

Området mellom norsk sektorlinje i vest og $\text{Ø}005^{\circ}18'$ i øst og mellom $\text{N}57^{\circ}27'$ og $\text{N}57^{\circ}41'$ eksklusiv området mellom $\text{N}57^{\circ}38'$ og $\text{N}57^{\circ}41'$, og $\text{Ø}003^{\circ}25'$ og $\text{Ø}003^{\circ}56'$.

Underområde 4b. Lingbanken, Kadaveret, Minefeltet, Østbanken og Engelsk Klondyke Nord.

Området mellom $\text{N}57^{\circ}41'$ og $\text{N}58^{\circ}15'$, og den norske sektorlinje i vest og $\text{Ø}005^{\circ}18'$ i øst inklusiv området mellom $\text{N}57^{\circ}38'$ og $\text{N}57^{\circ}41'$, og $\text{Ø}003^{\circ}25'$ og $\text{Ø}003^{\circ}56'$.

Forvaltningsområde 5

Underområde 5a. Vikingbanken sør.

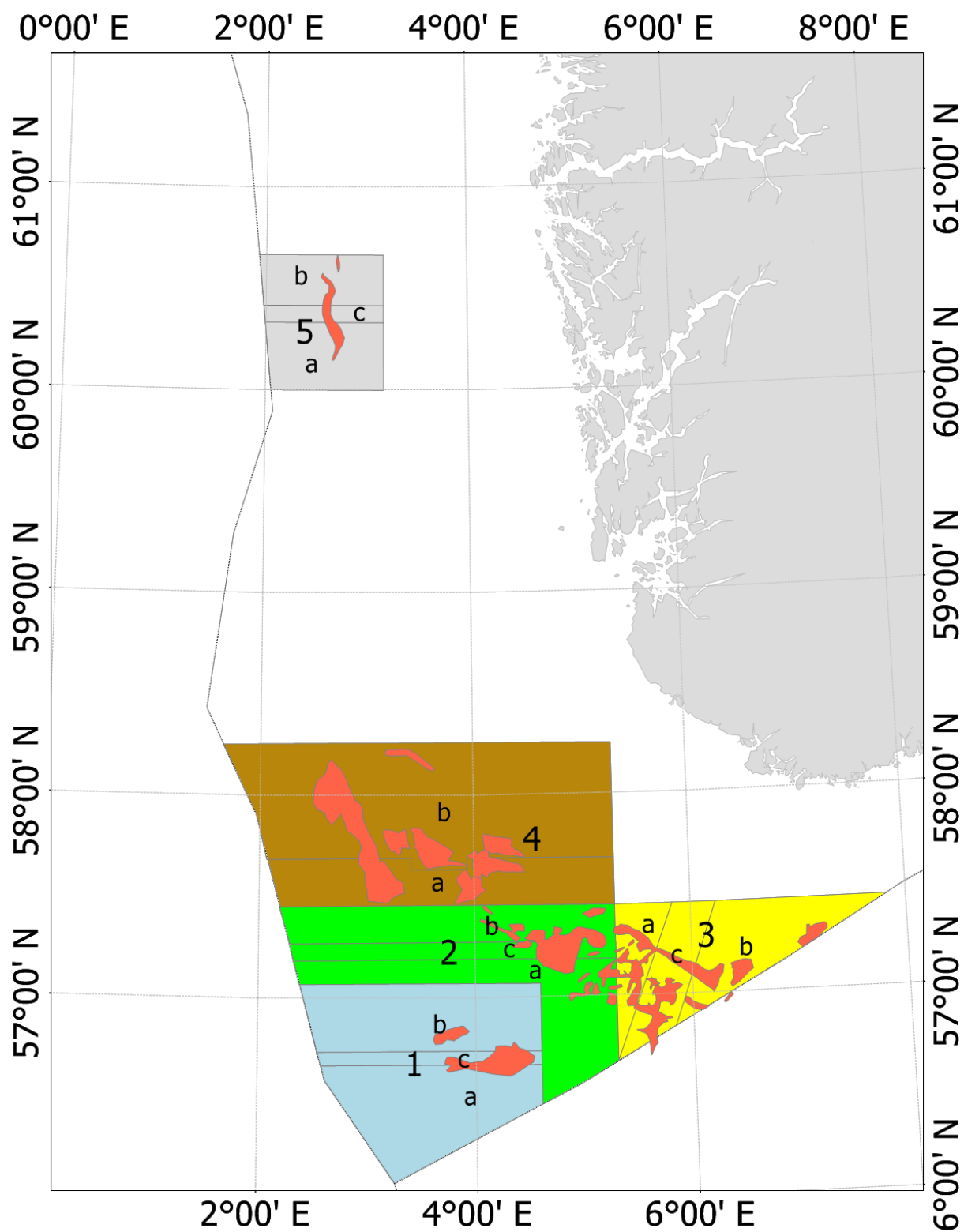
Området mellom $\text{N}60^{\circ}00'$ og $\text{N}60^{\circ}20'$, og mellom norsk sektorlinje i vest og $\text{Ø}003^{\circ}10'$.

Underområde 5b. Vikingbanken nord.

Området mellom $\text{N}60^{\circ}25'$ og $\text{N}60^{\circ}40'$, og mellom norsk sektorlinje i vest og $\text{Ø}003^{\circ}10'$.

Underområde 5c. Vikingbanken sentralt. Vil alltid være åpnet dersom det tillates fiskeri i område 5.

Området mellom $\text{N}60^{\circ}20'$ og $\text{N}60^{\circ}25'$, og mellom norsk sektorlinje i vest og $\text{Ø}003^{\circ}10'$.



Tobisområdene i NØS (røde felt) og inndeling av de norske forvaltningsområdene. Gyldig f.o.m 2020.

Vedlegg 2. Survey design and estimation procedures

The survey design followed a standard stratified design (Jolly and Hampton 1990). Within each stratum, the transects had a random starting position (Harbitz 2019) and the transects were used as the primary sampling unit (Simmonds and MacLennan 2008). More effort was allocated to areas with expected high densities and variance.

The acoustic density values were stored by species category in nautical area scattering coefficient (NASC) [$\text{m}^2 \text{ n.mi.}^{-2}$] units (MacLennan et al. 2002) in a database with a horizontal resolution of 0.1 n mile and a vertical resolution of 10 m, referenced to the surface. To estimate the mean and variance of the NASC values, we use the methods established by Jolly and Hampton (1990) and implemented in the software StoX (Johnsen et al. 2019) The primary sampling unit is the sum of all elementary NASC samples of sandeel along the transect multiplied with the resolution distance. The transect (t) has NASC value (s) and distance length L . The average NASC (S) in a stratum (i) is then:

$$\hat{S}_i = \frac{1}{n_i} \cdot \sum_{t=1}^{n_i} w_{it} s_{it} \quad (1)$$

Where $w_{it} = L_{it} / \bar{L}_i$ ($t= 1,2,.. n_i$) ($t= 1,2,.. n_i$) ($t= 1,2,.. n_i$) are the lengths of the n_i sample transects, and

$$\bar{L}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{t=1}^{n_i} L_{it} \quad (2)$$

The final mean NASC is given by weighting by stratum area, A ;

$$\hat{S} = \frac{\sum_i A_i \hat{S}_i}{\sum_i A_i} \quad (3)$$

Variance by stratum is estimated as:

$$\hat{V}(\hat{S}_i) = \frac{\sum_{t=1}^{n_i} w_{it}^2 (s_{it} - \bar{s})^2}{n_i(n_i-1)} \quad \text{with} \quad \bar{s}_i = \frac{1}{n_i} \cdot \sum_{t=1}^{n_i} s_{it} \quad (4)$$

Where $w_{it} = L_{it} / \bar{L}_i$ ($t= 1,2,.. n_i$) are the lengths of the n_i sample transects.

The global variance is estimated as

$$\hat{V}(\hat{S}) = \frac{\sum_i A_{i=1}^2 \hat{V}(\hat{S})}{\left(\sum_i A\right)^2} \quad (5)$$

The global relative standard error of NASC

$$RSE = 100 \sqrt{\frac{\hat{V}(\hat{S})}{N}} / \hat{S} \quad (6)$$

where N is number of strata.

Assignment of biological stations to transect was done by including all biological stations within the respective strata. Relative standard error by number of individuals by age group was estimated by carrying out by combining a bootstrap of the transects with a bootstrapping techniques of the assigned trawl stations.

References

- Foote K.G. 1987. Fish target strengths for use in echo integrator surveys. *Journal of the Acoustical Society of America* 82: 981-987.
- Harbitz, Alf. 2019. A zigzag survey design for continuous transect sampling with guaranteed equal coverage probability. *Fisheries Research* 213: 151-159.
- Johnsen, E., Totland, A., Skålevik, Å., Holmin, A. J., Dingsør, G. E., Fuglebakk, E., and Handegard, N. O. 2019. StoX: An open source software for marine survey analyses. *Methods in Ecology and Evolution*, 10(9), 1523-1528.
- Jolly, G. M., and Hampton I. 1990. A stratified random transect design for acoustic surveys of fish stocks. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 47.7: 1282-1291.
- MacLennan, D. N., Fernandes P. G., and Dalen J. 2002. A consistent approach to definitions and symbols in fisheries acoustics. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 59: 365-369.
- Simmonds, J, and David N. MacLennan. 2008. *Fisheries acoustics: theory and practice*. John Wiley & Sons.

Vedlegg 3. Norwegian spatial management plan

The spatial management plan was tested in 2010 and fully implemented from 2011 (ICES 2010). The plan was modified in 2014 (ICES 2017) and in 2017 after national reviews, however, the main principles of the management plan have been constant since the beginning.

Current management plan and advice process

- The areas with known sandeel fishing grounds are divided into 5 areas (Figure 1) based on the differences in population developments, differences in recruitment and size at age.
- An area is closed for fishery unless the abundance of sandeel is relatively high in the area (biomass estimated from the acoustic survey). There is no agreed definition of “high abundance”, but no area has been open with bio-mass estimate has been less than 20000 tonnes.
- All areas are divided into sub-areas.
- If an area is open for fishery, one of the associated subareas is closed to prevent a total depletion of sandeel in the area. Typically, the closed subarea will be open the next year if fishing is allowed in the area.
- A preliminary stock assessment is carried out in January in the TAC year. IMR provides a conservative preliminary TAC advice, and a recommendation of which subareas that should be open. One TAC advice is given for all areas combined. The assessment, prediction and harvest rules are presented below.
- An in-season acoustic-trawl/dredge survey is carried out around 25 April – 15 May, which is used to estimate the abundance of age 1 and older sandeel. An updated assessment is carried out, and a final advice is presented no later than 15 May in the TAC year. The final TAC advice cannot be lower than the preliminary advice, and no open subareas can be closed. In other word, the TAC can only be adjusted upwards or stay the same, and closed subareas may be opened (see Table 2).
- To prevent fishing of lean individuals that have not started the growth the fishing season starts 15 April. The individual weight may increase up to 100% in a few weeks.
- To avoid too high percentage of juveniles (age 0) the fishery ends 23 June. Typically, the 5-9 cm small juveniles aggregates on the sandeel grounds in late June for settlement.
- If the number of sandeel < 10 cm comprise of more than 10% in a catch, the fishing ground is closed for seven days to prevent a fishery on 0-age fish. The fishing ground is re-open automatically after one week.

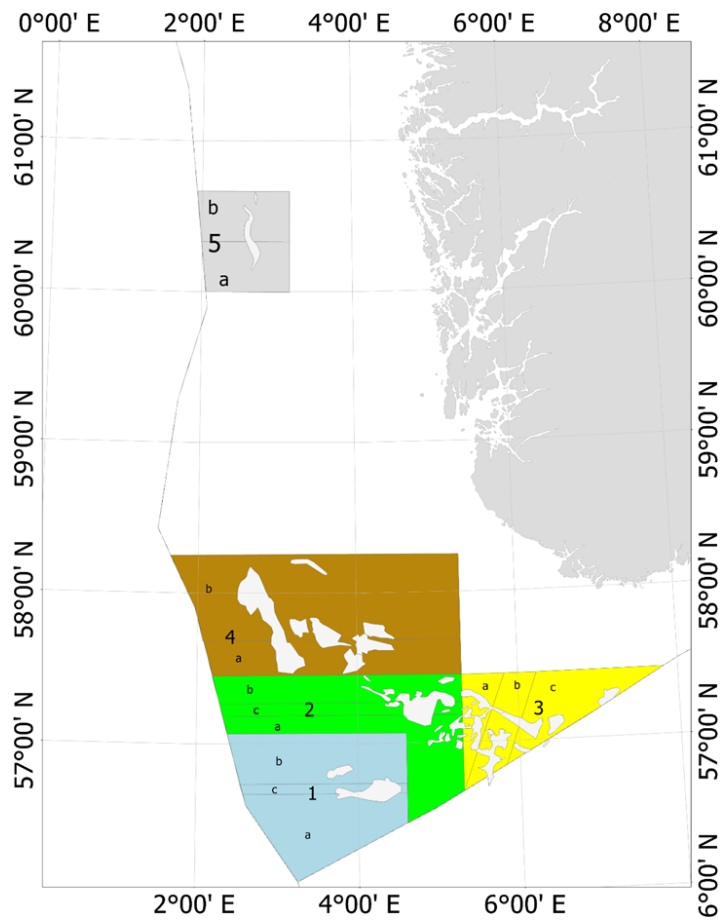


Figure A3.1. Map of the five Norwegian management areas in the North Sea for the period 2017-2019. Historical important fishing grounds are depicted in light grey.

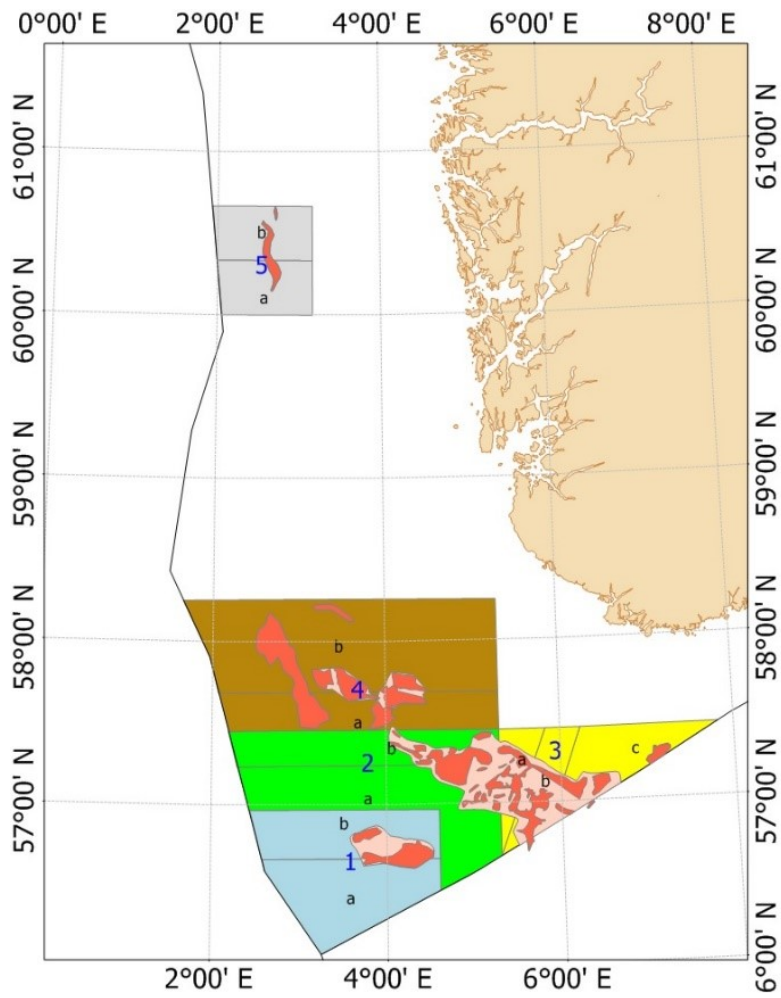


Figure A3.3 Map of the five Norwegian management areas in the North Sea for the period 2014-2016. Historical important fishing grounds are depicted in pink, and sandeel grounds in light pink.

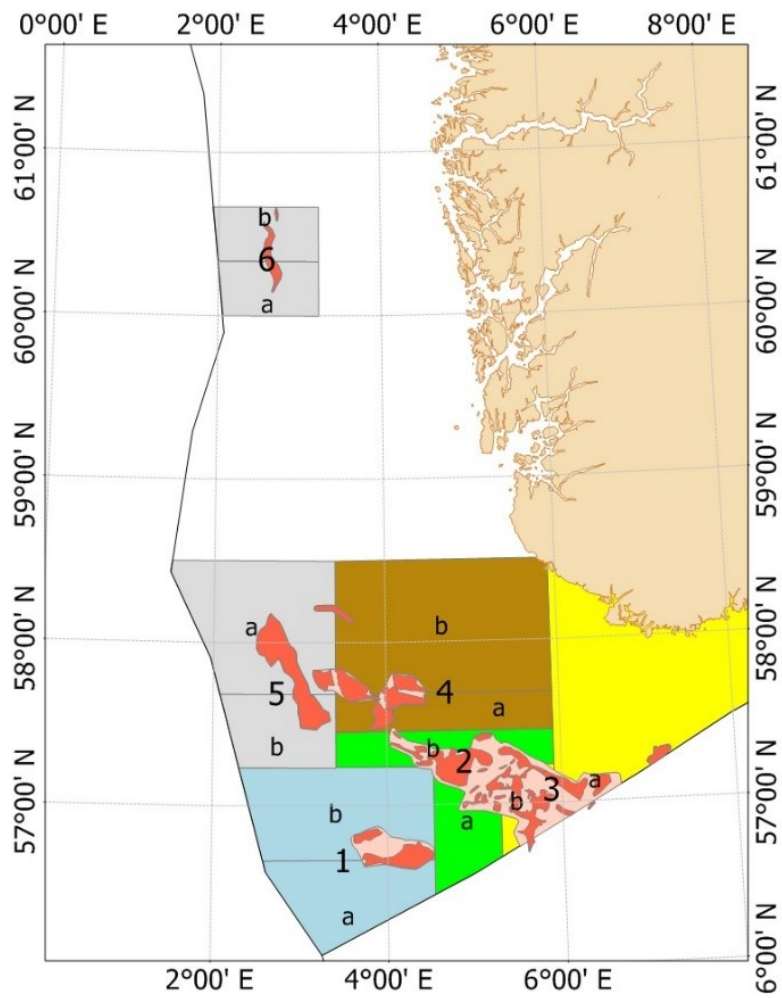


Figure A3.3 Map of the six Norwegian management areas in the North Sea for the period 2011-2013. Historical important fishing grounds are depicted in pink, and sandeel grounds in light pink.