

Råd for tobisfiskeriet i norsk sone for 2021

Tobistokt i Nordsjøen

23. april-16. mai 2021



Foto: Åse Husebø

Espen Johnsen

Havforskningsinstituttet

Oppsummering av bestandssituasjonen

Årets tobistokt viser at rekrutteringen av havsil (tobis) i sørlige del av norsk sone av Nordsjøen er noe under middels. Individvekten er også under middels for alle aldersgrupper. Bestanden har en ganske god geografisk spredning, men det ble observert svært lite tobis i nordvestre områdene. Under toktet har mattilgangen for tobis vært god, og magene har stort sett vært fulle med hoppekreps og andre dyreplankton. Det er fremdeles store forekomster av to- og fem år gammel tobis, spesielt på Engelsk Klondyke der mesteparten av årets tobisfiske har foregått. Biomassen av tobis i sørlige del av norsk sone av Nordsjøen er beregnet til å være 371 000 (5%-95% konfidensintervallet er 293 000 - 459 000 tonn).

Mengden tobis på Vikingbanken er meget liten, og beregnet til å være under 100 tonn som er det laveste målt i tidsserien.

De store tobisforekomstene trekker til seg fugl, sjøpattedyr og fisk, og ved godt vær med stille sjø det ble observert et par sel, flere vågehval og mange springere på flere tobisbanker. I år ble det også observert store mengder hyse og hvitting på tobisfeltene.

Været har vært veldig fint under mesteparten av toktet og kvaliteten på årets tokt vurderes som god.

Prognose og foreløpig råd for 2021

Det foreløpige rådet for 2021 var på 110 000 tonn (Tabell 1). Rådet var basert på en prognose av biomassen av rekruttering av ettåringer, og av to år og eldre individer, der det er inkludert en usikkerhetsbuffer for å unngå for optimistiske bestandsanslag og for høyt kvoteråd (se Johnsen 2021 for detaljer).

Endelig råd for 2021

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 145 000 tonn. Det anbefales ingen endring i hvilke underområder som er åpne for fiske.

Anbefalingen er at underområdene 1b, 1c, 2a, 2c, 3a, 3c, 4b forblir åpne for tobisfiske i perioden 15. april – 23. juni.

Havforskningsinstituttet tilrår også at område 5 forblir stengt grunnet en kritisk lav biomasse tobis på Vikingbanken.

Formålet med toktet

I perioden 23. april - 16. mai 2021 har Havforskningsinstituttet gjennomført et akustisk tokt med M/S "Kings Bay" 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 2021 i norsk økonomisk sone (NØS).

I tillegg er det blitt avsatt tid til å samle inn bredbåndsekkolodd data på tobis og annen fisk, og undersøke vertikalfordelingen av tobis tett opp mot havoverflaten ved hjelp av en stillegående kajakkdrone. Dette arbeidet ble ledet av CRIMAC, «Senter for forskningsbasert innovasjon i akustisk mengdemålings-metodikk og klassifisering» (<https://www.hi.no/hi/forskning/prosjekter/sfi-crimac>), og det vil bli publisert en egen rapport for denne delen av arbeidet.

For endelig råd i 2021, er følgende spørsmål vurdert:

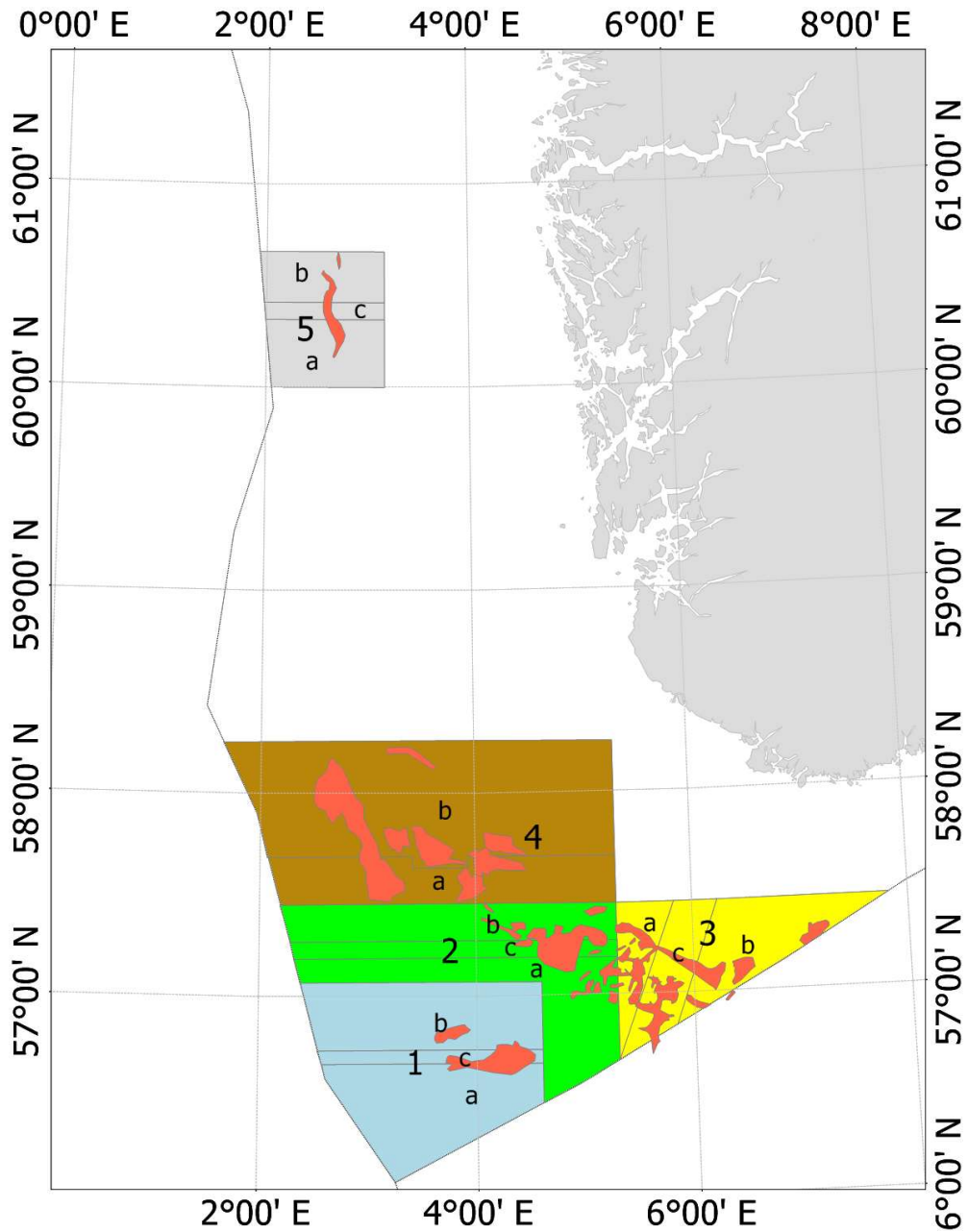
- Er det grunnlag for å øke totalkvoten av tobis utover den foreløpige kvoten på 110 000 tonn i norsk økonomisk sone?

- 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 per område er presentert i Vedlegg 1. Tidligere områdeinndelinger og detaljer knyttet til forvaltningsmodellen er vist i Vedlegg 2.



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

Høstingsregel

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 2020. En slik høstingsrate synes å gi en langsiktig balanse mellom overlevelse av tobis og et stabilt godt fiskeri.

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

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 man høyde for usikkerheten i biomasseestimatet (lavere usikkerhet gir høyere kvote og omvendt).

Tabell 1. Kvoteråd og landinger for 2010-2021 i norsk økonomisk sone. Se vedlegg 3 for å se områdekart for periode 2011-2019, og Figur 1 for områdekart for 2021.

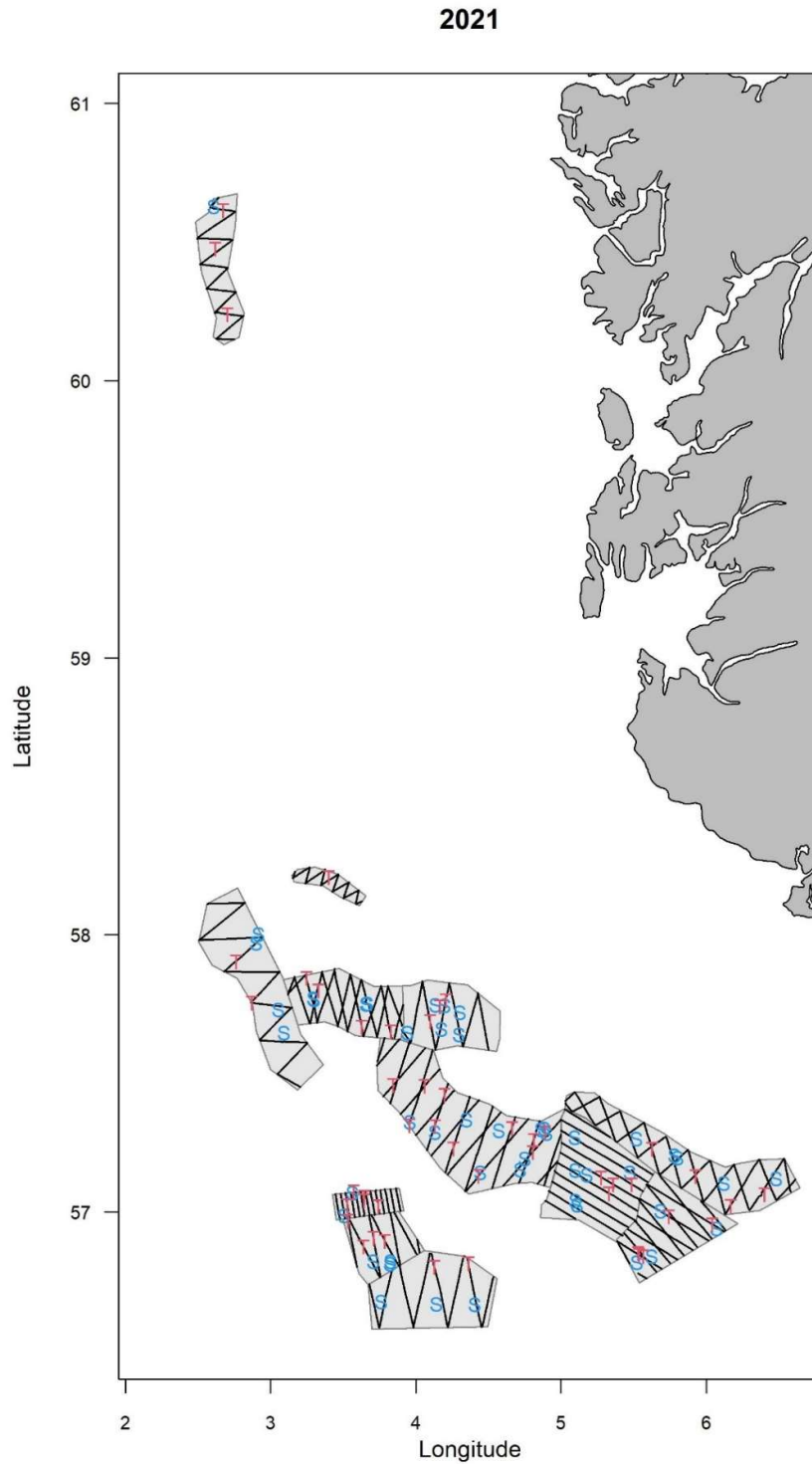
År	Foreløpig råd		Endelig råd i mai		Landinger (tonn)
	Kvoteråd	Åpne	Kvoteråd	Åpne	
2010	20 000	1b, 2b, 3b	50 000	1b, 2b, 3b	50 471
2011	60 000	1a, 2a, 3a	90 000	1a, 2a, 3a	90 170
2012	40 000	1b, 2b, 3b	40 000	1b, 2b, 3b	41 231
2013	20 000	3a	20 000	3a	9 827
2014	15 000	3b, 3c	90 000	2a, 3b, 3c, 4b	83 262
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	244 379
2021	110 000	1b, 1c, 2a, 2c, 3a, 3c, 4b	145 000	1b, 1c, 2a, 2c, 3a, 3c, 4b	

Toktmetodikk

I nært samarbeid med tobisfiskerne er de sentrale og historisk viktige tobisområdene i norsk sone definert. Disse områdene består i stor grad av sandbunn, med dyp fra 85 m til 120 m på Vikingbanken, og dyp fra 40 m til 95 m i de sørlige områdene. Med ny kunnskap om geografisk fordeling av tobis har noen av toktområdene blitt litt endret mellom tokt. Toktområdene som ble dekket i 2021 er tilnærmet like de som ble dekket i 2020, men arealet av Inner Shoal Vest og Inner Shoal North ble økt litt i 2021 ettersom det ble observert en del tobisstimer i ytterkanten av disse to områdene under toktet. For hvert toktområde (strata) (Figur 2) blir det brukt et survey-design som enten baserer seg på parallelle eller siksakk-kurser med tilfeldig startpunkt (Figur 3). Dette tillater beregning av samplingsusikkerheten.

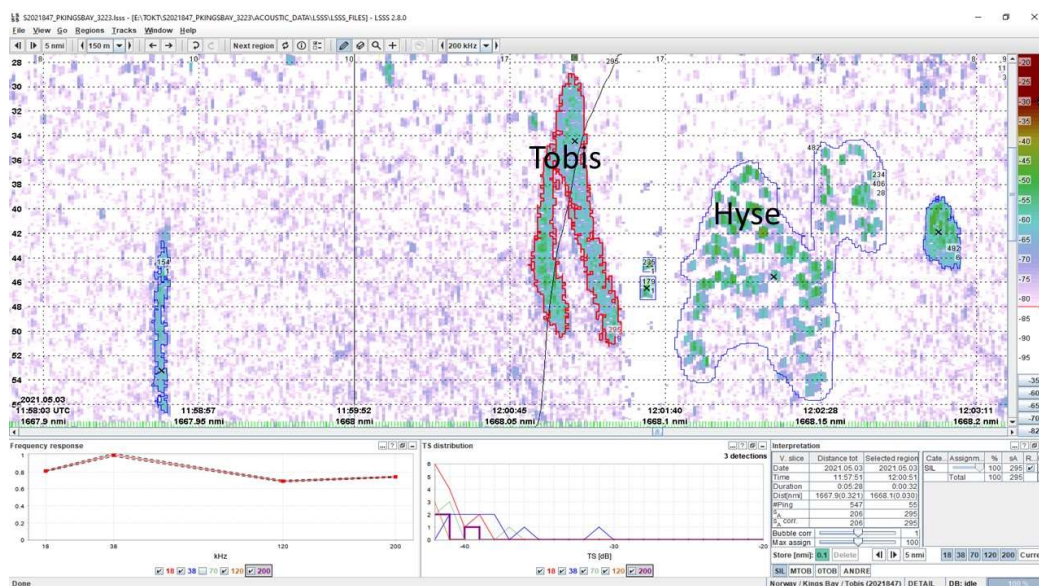


Figur 2. Strata (grå polygoner) dekket under tobistoktet 2021. Et toktområde kan dekke flere mindre tobisfelt.



Figur 3 Strata (grå polygoner), akustiske transekt (svarte linjer) og biologiske stasjoner (T= trålstasjoner, S=skrapestasjoner) utført på tobistoktet 2021.

Ekkolodd av type SIMRAD EK80 med frekvensene 18, 38, 70, 120, og 200 kHz er 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 per akustiske kategori.



Figur 4 Ekkogram av tobis- og hysestim på tobisfeltet Inner Shoal North

Den gjennomsnittlige ekkotetthet (tilbakespredningskoeffisient) (NASC) [m^2/nm^2] blir beregnet for hvert toktområde i henhold til standard prosedyre. Antall tobis (N) i hver lengdegruppe (I) 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 gjennomsnittsekkotet (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 gjennomsnittsvikt 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 toktresultatene 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). Bestandskartlegging 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 med nye kurslinjer.

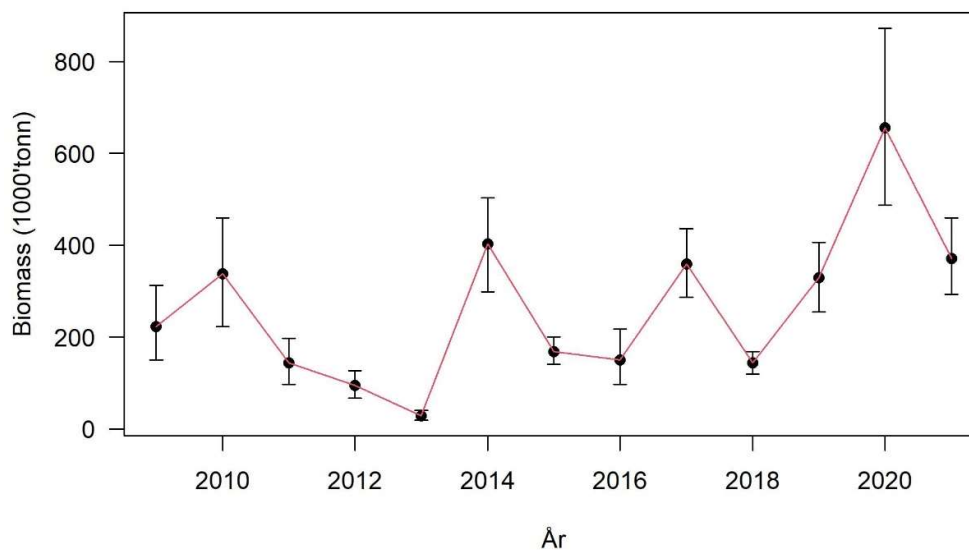
Resultat

Forvaltningsområde 1-4

Biomasse

Den totale biomassen av tobis i 2021 er estimert til 371 000 tonn (5%-95% konfidensintervall er 293 000 – 459 000 tonn). Dette er på nivå med estimatene i 2010, 2014, 2017 og 2019, men biomassen er sterkt redusert fra toppåret 2020 (Figur 5, Tabell 2). Presisjonen av biomasseestimatet er god med en relativ standardfeil på 14% (Tabell 2). Tidligere år har denne variert mellom 10% og 25%.

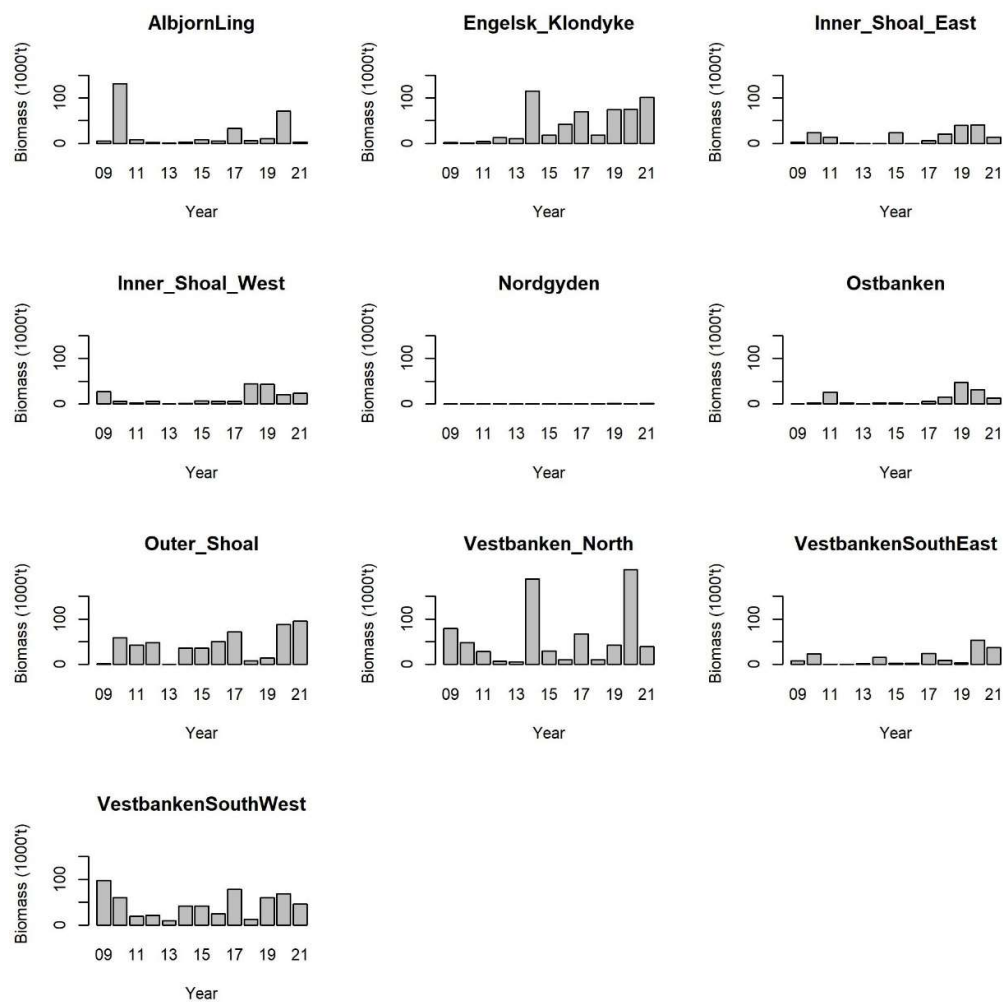
Størst nedgang i biomasse fra 2020 var det på AlbjørnLing, Østbanken, Vestbanken nord og Inner Shoal øst (Figur 6). På Engelsk Klondyke og Outer Shoal var biomassen noe høyere i 2021 enn i 2020 (Figur 6).



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

Tabell 2. Biomasseestimat (Tonn) av tobis og relativ standardfeil (RSE) per år. Fordelingen i estimatet er vist som gjennomsnitt, og 5-, 40-og 95-persentiler. (Kombinert for strata i forvaltnings-områdene 1-4 i NØS unntatt Nordgyden).

År	Ton.5%	Ton.40%	Ton.mean	Ton.95%	RSE (%)
2009	150 162	209 492	223 113	311 845	22
2010	222 770	315 009	337 852	459 796	22
2011	97 235	132 523	143 569	197 421	22
2012	66 957	89 679	95 132	126 334	19
2013	18 499	26 871	28 892	40 766	24
2014	298 435	387 705	402 492	503 276	16
2015	140 046	163 234	168 577	199 950	11
2016	96 986	137 549	150 575	217 386	25
2017	286 389	346 653	359 359	436 194	12
2018	119 587	140 533	143 786	168 278	10
2019	254 403	315 252	329 169	406 621	14
2020	486 805	622 169	656 034	872 605	18
2021	292 914	359 737	370 960	459 260	14

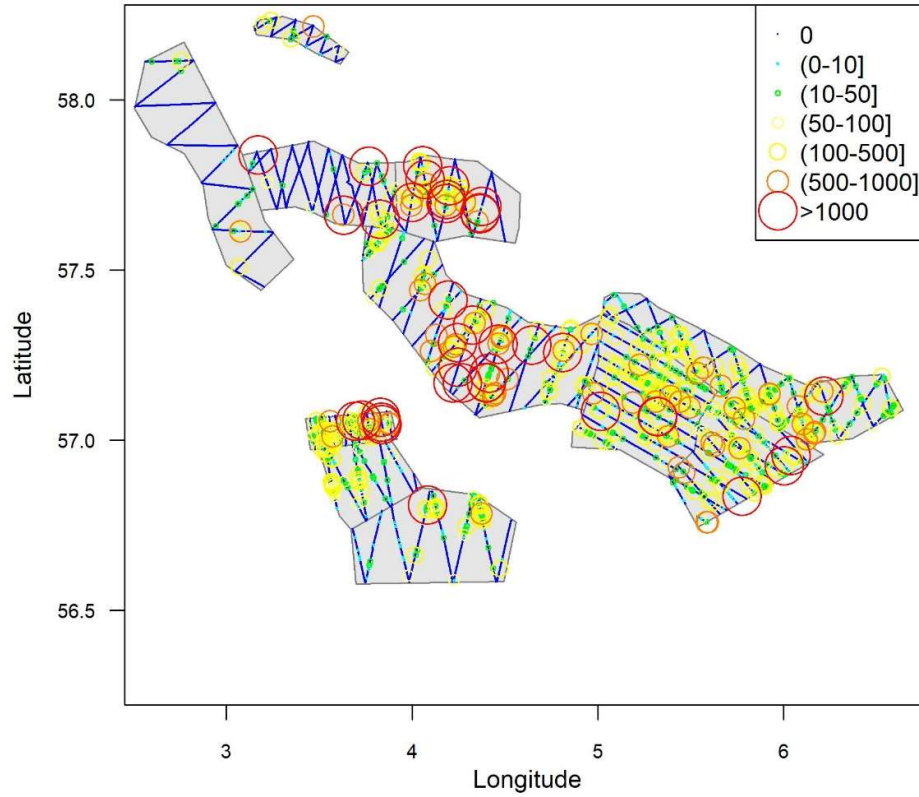


Figur 6. Biomasseestimat per stratum i perioden 2009-2021.

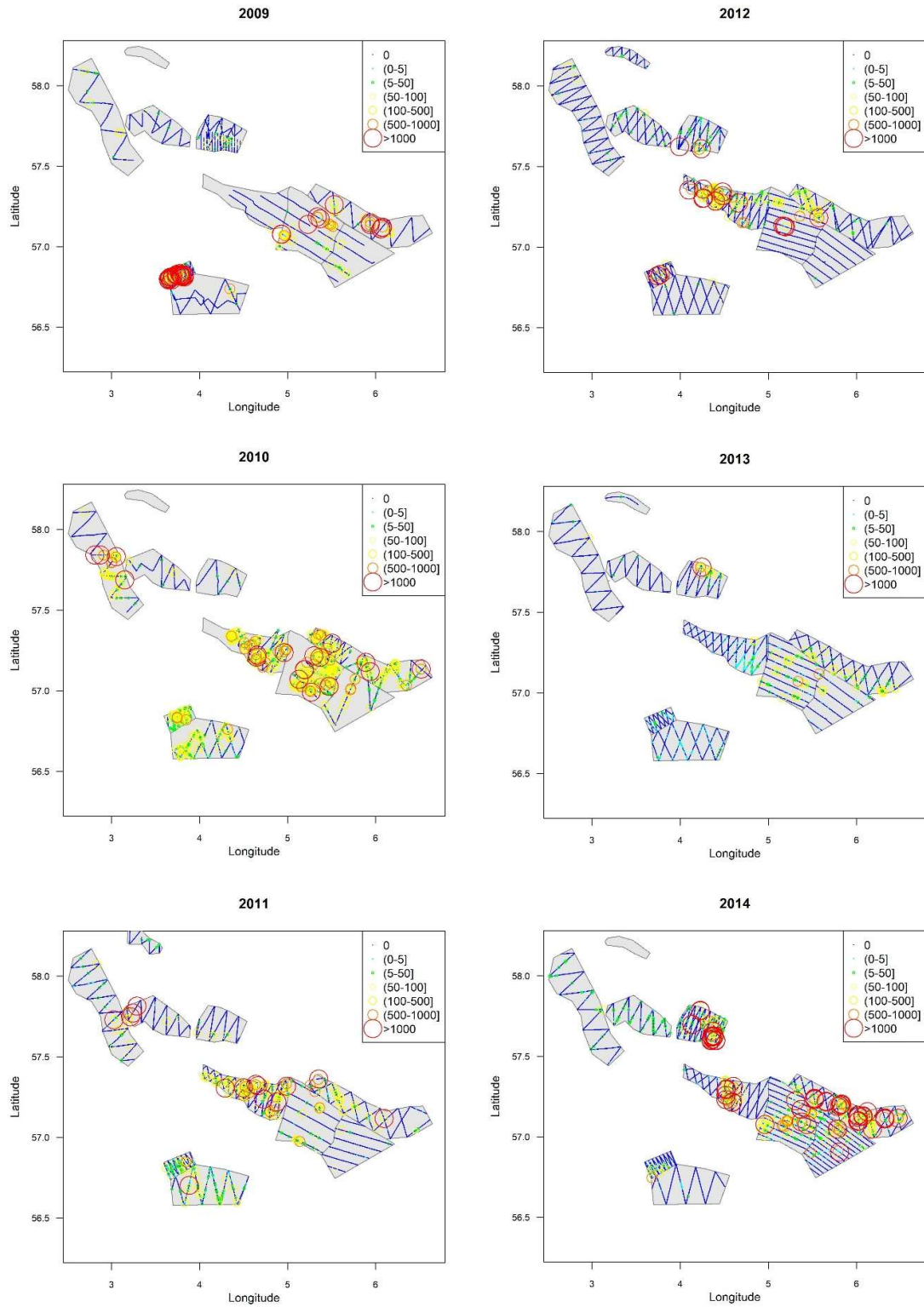
Geografisk fordeling

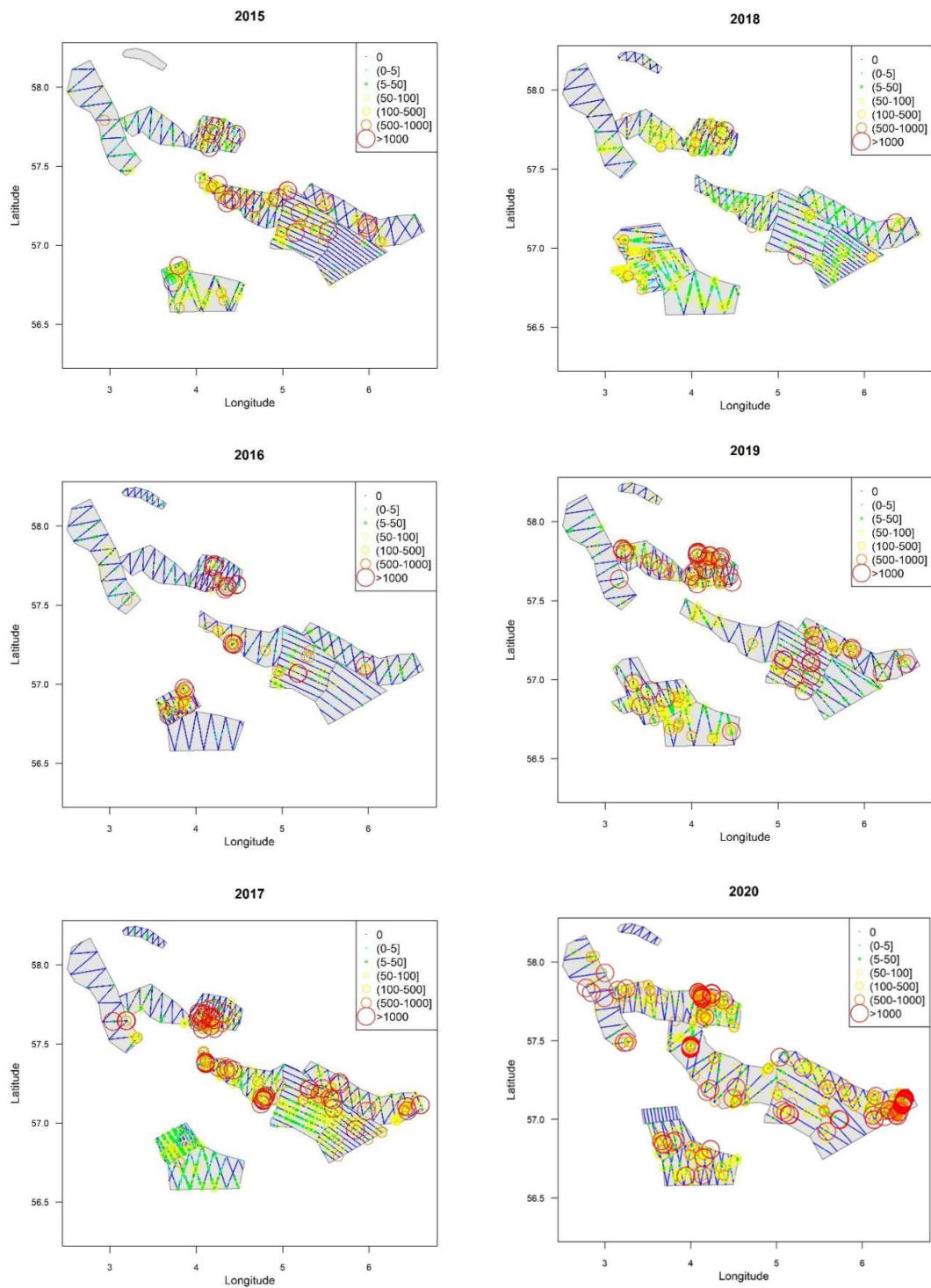
I 2021 er tobisbestanden relativt godt spredt med middels høye tettheter i mange områder i sør (Figur 7), men spredningen og tetthetene er lavere enn i rekordåret 2020 (Figur 8). På AlbjørnLing var det svært lite tobis, og det var stort sett kun på østlige deler av Østbanken at det var større konsentrasjoner av tobis (Figur 7).

2021



Figur 7 Geografisk utbredelse av ekkotetthet av tobis per 0,1 n.mi. for tobistoktet 2021. Størrelsen og fargen på sirklene indikerer ekkotettheten (NASC). Nullverdien er angitt som blå prikker





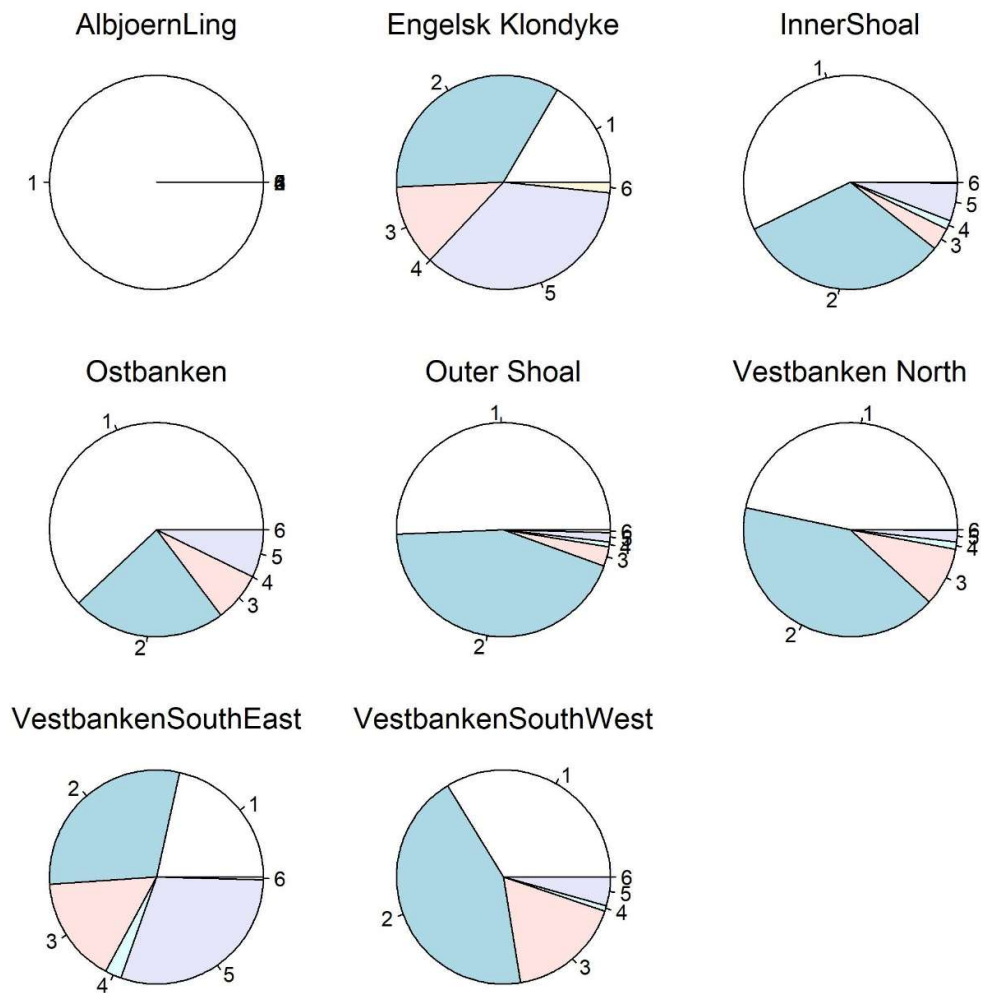
Figur 8 Geografisk utbredelse av ekkotetthet av tobis per 0,1 n.mi. for perioden 2009-2020. Størrelsen og fargen på sirklene indikerer ekkotettheten (NASC). Nullverdien er angitt som blå prikker.

Alders- og lengdefordeling

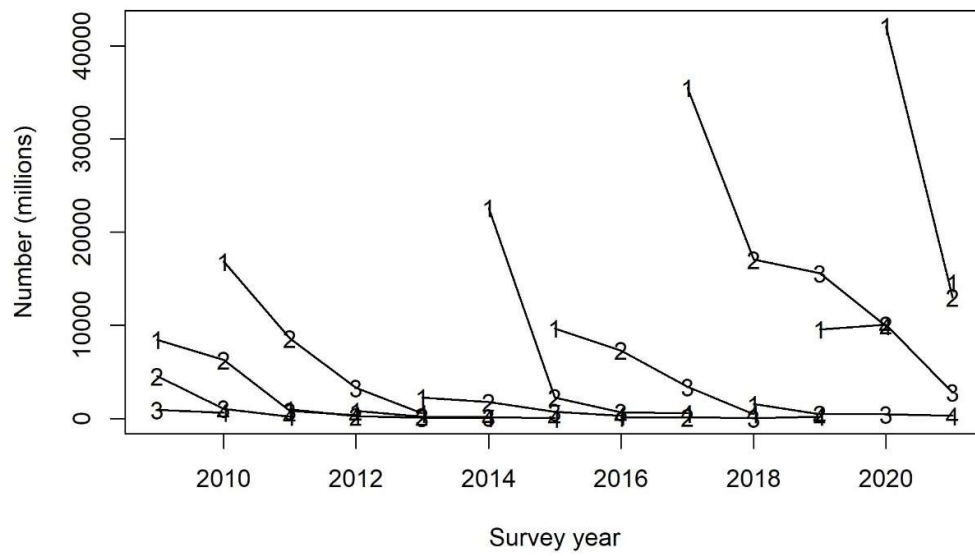
Ett-, to- og femåringer dominerte i antall med henholdsvis 42%, 38% og 11% av antall individer (Tabell 3). I biomasse var denne aldersfordelingen henholdsvis 20%, 40% og 24%. Denne fordelingen var ganske jevn på de fleste toktområdene, men på Engelsk Klondyke, og Vestbanken sørvest og sørøst var det mer eldre fisk enn på de andre områdene (Figur 9). Det er bemerkelsesverdig at det finnes så store forekomster av eldre individer noe som tyder på at fisketrykket har vært moderat de siste årene. Figur 10 viser reduksjonen i antall individer av en årsklasse fra ett år til et annet. Nedgangen i antall individer har vært stor siden 2020 for årsklassen (Tabell 3). Antall individer fordelt per lengde og alder for 2021 er vist i Figur 11, mens Figur 12 viser fordelingene for perioden 2009-2020. Lengde per aldersgruppe kan ha en stor spredning, og i 2021 er det ett år gammel fisk fra 9 cm til 17 cm (Figur 11).

Tabell 3. Antall individer (i millioner) per alder per år. (Kombinert for strata i forvaltningsområdene 1-4 i NØS unntatt Nordgyden). Alder 6+ er summen for alle aldersgrupper seks år og eldre.

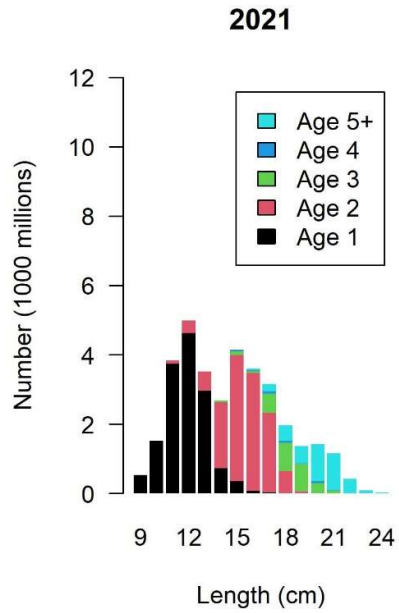
År/Alder	1	2	3	4	5	6+
2009	8452	4535	913	64	10	29
2010	16855	6277	1033	636	70	84
2011	977	8588	816	212	20	28
2012	801	217	3268	336	63	38
2013	2241	211	61	539	61	13
2014	22600	1754	124	50	2393	393
2015	9670	2241	692	7	66	673
2016	98	7310	684	269	15	689
2017	35476	124	3390	544	24	463
2018	1545	17050	30	454	98	71
2019	9565	464	15574	215	493	180
2020	42125	10052	452	9933	86	332
2021	14564	12971	2770	285	3710	177



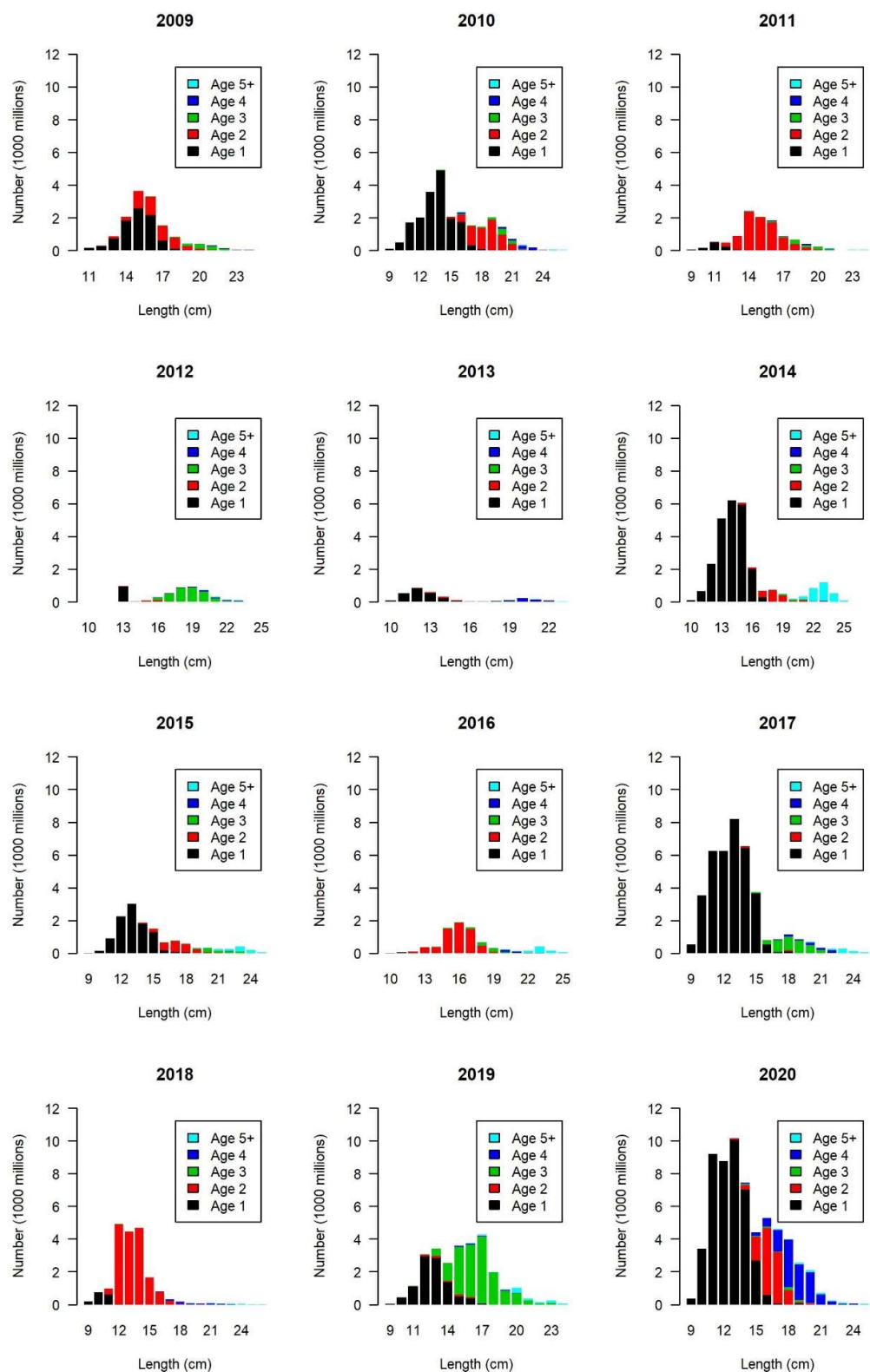
Figur 9 Relativ aldersfordeling (i antall) per stratum. Alder er vist som tall. Inner Shoal viser aldersfordelingen for alle tre Inner Shoal strataene kombinert (se Fig. 3). Alder 6 er summen av alle aldersgrupper seks år og eldre. Merk at på AlbjørnLing så ble det kun fanget fire tobisindivider; alle alder1.



Figur 10 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).



Figur 11 Estimert antall individer per lengdegruppe og alder. Alder 5+ er summen av alle aldersgrupper fem år og eldre.



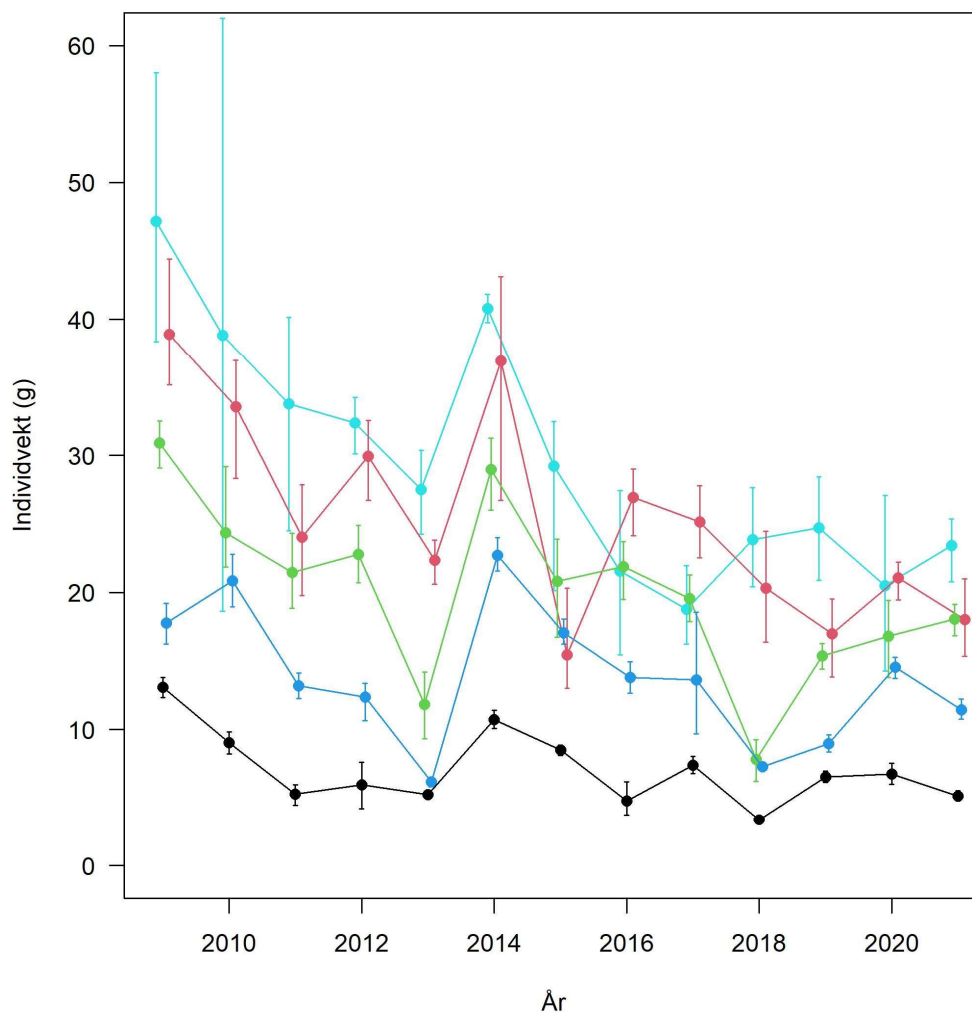
Figur 12 Estimert antall individer per lengdegruppe, alder og år. (Kombinert for strata i forvaltningsområdene 1-4 i NØS unntatt Nordgyden).

Vekst

Generelt vokser tobis godt de første årene der individvekten øker i snitt med cirka 97% fra ett til to år, 46% fra to til tre år, 26% fra tre til fire år og 16% fra fire til fem år (Tabell 4, Figur 13). Vekt ved alder varierer signifikant mellom år for tobis (Figur 13). I 2021 er vekt ved alder under langtidsgjennomsnittet for alle aldre, og vesentlig lavere enn individvektene observert i 2020 for de to yngste alderne (Tabell 4).

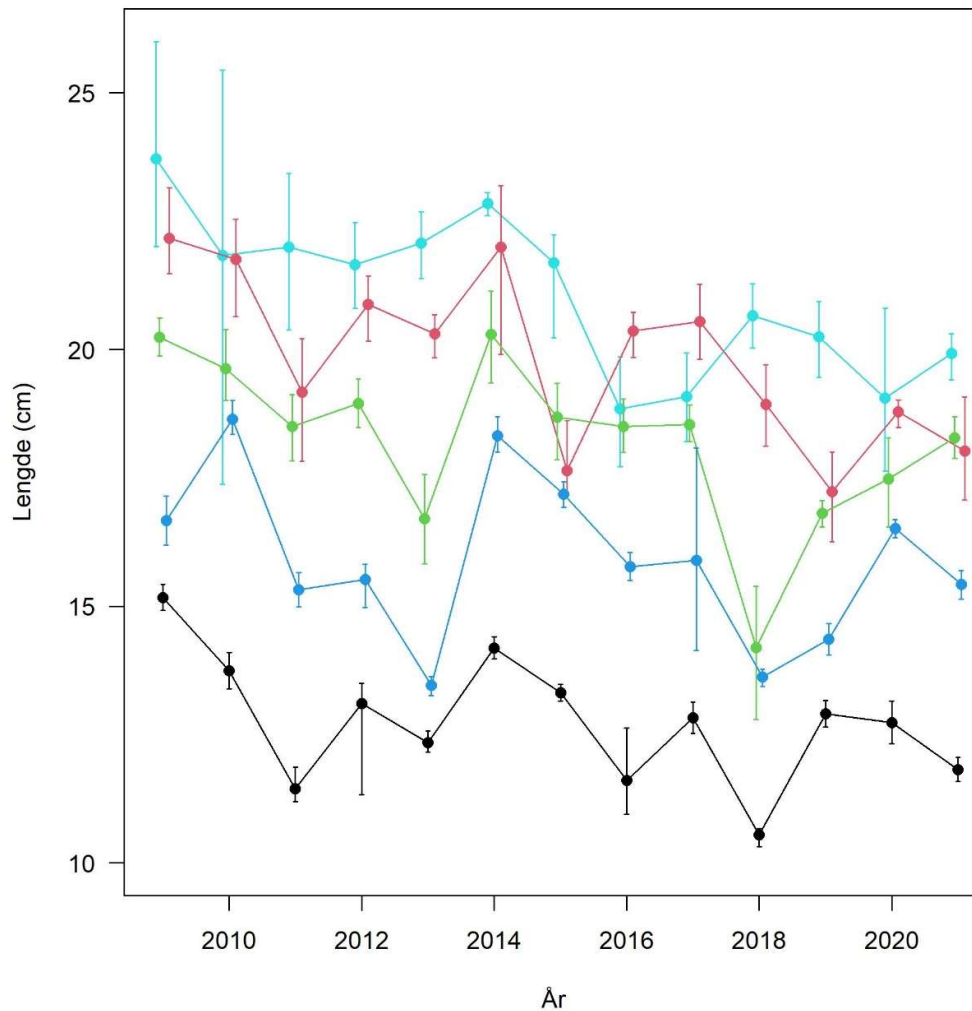
Tabell 4. Individvekt (gram) per alder per år (Kombinert for strata i forvaltnings-områdene 1-4 i NØS unntatt Nordgyden). Snitt individvekt er vektet med mengde individer per aldersgruppe per strata. Alder 6+ er snittet for alle aldersgrupper seks år og eldre.

År/Alder	1	2	3	4	5	6+
2009	13.1	17.8	30.9	38.9	47.2	42.4
2010	9.0	20.8	24.3	33.6	38.8	34.6
2011	5.3	13.2	21.5	24.0	33.8	32.0
2012	6.0	12.4	22.8	29.9	32.4	36.0
2013	5.2	6.2	11.8	22.3	27.5	27.0
2014	10.7	22.7	29.0	36.9	40.8	44.0
2015	8.5	17.1	20.8	15.4	29.2	35.0
2016	4.8	13.8	21.9	26.9	21.6	37.7
2017	7.4	13.6	19.5	25.2	18.8	28.7
2018	3.4	7.3	7.8	20.3	23.9	36.3
2019	6.5	9.0	15.4	17.0	24.7	27.5
2020	6.7	14.6	16.8	21.1	20.5	28.7
2021	5.1	11.4	18.1	18.0	23.4	22.9



Figur 13 Individvekt per alder (1=svart, 2=blå, 3=grønn, 4=rød, 5=turkis) per år med konfidensintervall (5-95%) målt under tobistoktene. (Kombinert for strata i forvaltningsområdene 1-4 i NØS unntatt Nordgyden).

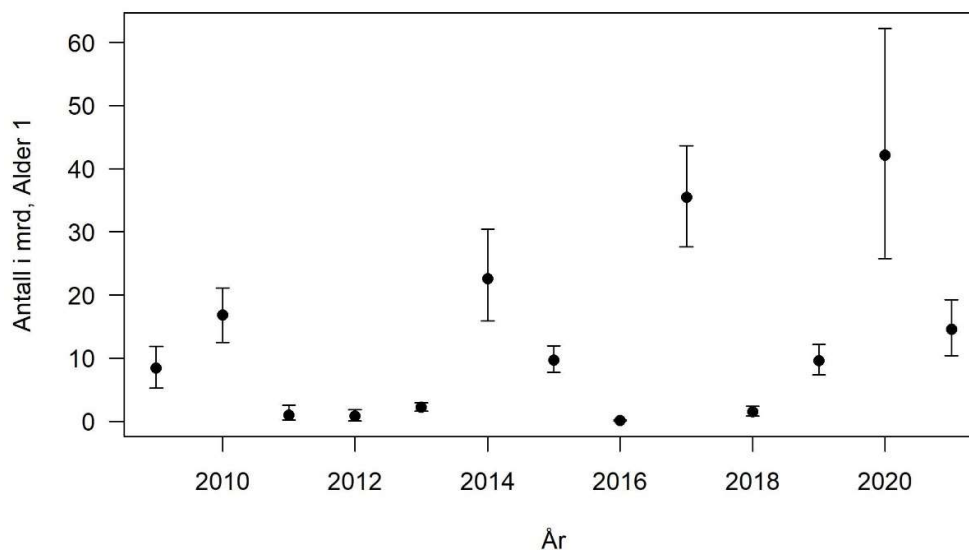
På tross av lav individvekt så tyder magefyllingsgraden til tobisen at de har hatt god mattilgang i april-mai 2021. Kondisjonen er også bra, men lengdeveksten (Figur 14) fra i fjor har vært relativt dårlig og derfor er vekt per aldersgruppe lav.



Figur 14 Individlengde per alder (1=svart, 2=blå, 3=grønn, 4=rød, 5=turkis) per år med konfidensintervall (5-95%) målt under tobistoktene. (Kombinert for strata i forvaltningsområdene 1-4 i NØS unntatt Nordgyden).

Rekrutteringen

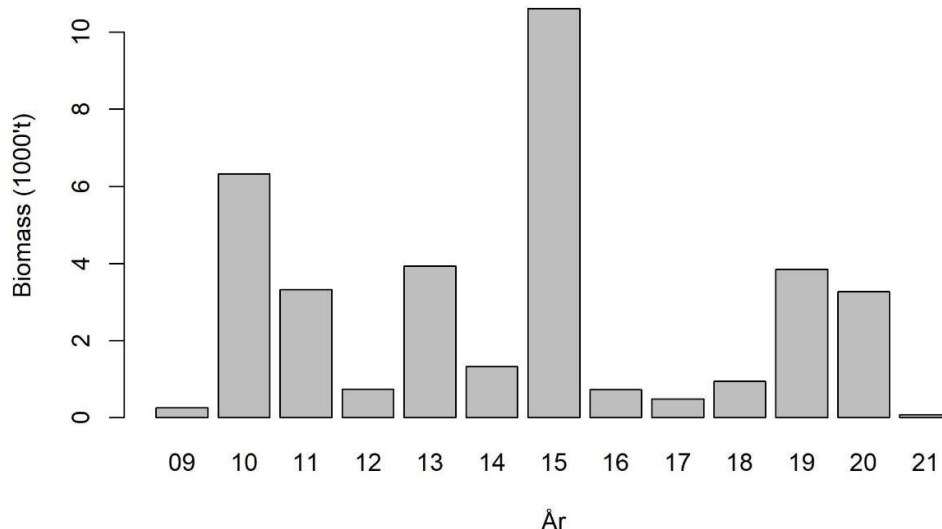
Rekrutteringen av 2020 årsklassen var i antall det femte høyeste estimatet i tidsserien og ca. 15% høyere enn gjennomsnittet i tidsserien, men grunnet relativt lav individvekt er biomassen av denne årsklassen ca. 25% lavere enn gjennomsnittet.



Figur 14. Estimert antall ettåringer med konfidensintervall (5-95%) per år for alle strata kombinert i forvaltningsområdene 1-4 i NØS (unntatt Nordgyden).

Forvaltningsområde 5 - Vikingbanken

Mengden tobis i område 5 er kritisk lav og biomassen ble estimert til kun 77 tonn (5%-95% konfidensintervall er 0 – 198 tonn). Dette er det laveste biomasseestimatet på Vikingbanken siden starten av tidsserien i 2009 (Figur 15). Ikke en eneste havsil ble fanget på Vikingbanken i løpet av tre bunnrålstasjoner og én tobisskrapestasjon. Det ble fanget ett individ av glattsil.



Figur 15 Biomasseestimat på Vikingbanken i perioden 2009-2021.

Diskusjon

I antall er rekrutteringen av 2020-årsklassen litt over middels sterk, men biomassen er 25% under gjennomsnittet i tidsserien grunnet en lav gjennomsnittlig individvekt. I kombinasjon med høy nedgang og lav individvekt for toåringene er den totale biomassen på tobis i norsk sone redusert kraftig fra toppåret 2020. Likevel, bestanden er vurdert til å være i en god tilstand med tobis på de fleste områdene med unntak av AlbjørnLing, Nordgyden og Vikingbanken. Mageundersøkelser av tobis viser at de fleste individene har spist mye dyreplankton i løpet av toktperioden da magene inneholder mye dyreplankton. Stor tilgang på dyreplankton medfører at individene øker raskt i vekt, men lengdeveksten tidligere i vår og foregående år har vært ganske dårlig. Årsaken til varierende vekst er usikker, men det er mulig at veksten både er påvirket av den totale bestandsstørrelsen og generell tilgang på dyreplankton.

I år var det veldig store forekomster av små hyse og hvitting på tobisfeltene. En stor andel av disse hadde tobis i magen, og predasjonstrykket på tobis virker derfor høyt sammenlignet med tidligere år. Økt predasjon vil påvirke hvor stor andel av tobis som overlever, og effekten av dette bør vurderes i fremtidige kvoteråd på tobis.

Takk

Havforskningsinstituttet brukte i år fiskebåten Kings Bay under tobistoktet, og vi takker for et godt samarbeid. 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.

Referanser

- 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. 2021. Foreløpige råd for tobisfiskeriet i norsk økonomisk sone 2021. Link https://www.hi.no/resources/2021-TOBIS-Forelopige-rad-for-tobisfiskeriet-i-norsk-okonomisk-sone-2021_verFinal.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 åpnet 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 $0005^{\circ}18'$ i øst og mellom $N57^{\circ}27'$ og $N57^{\circ}41'$ eksklusiv området mellom $N57^{\circ}38'$ og $N57^{\circ}41'$, og $0003^{\circ}25'$ og $0003^{\circ}56'$.

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

Området mellom $N57^{\circ}41'$ og $N58^{\circ}15'$, og den norske sektorlinje i vest og $0005^{\circ}18'$ i øst inklusiv området mellom $N57^{\circ}38'$ og $N57^{\circ}41'$, og $0003^{\circ}25'$ og $0003^{\circ}56'$.

Forvaltningsområde 5

Underområde 5a. Vikingbanken sør.

Området mellom $N60^{\circ}00'$ og $N60^{\circ}20'$, og mellom norsk sektorlinje i vest og $0003^{\circ}10'$.

Underområde 5b. Vikingbanken nord.

Området mellom $N60^{\circ}25'$ og $N60^{\circ}40'$, og mellom norsk sektorlinje i vest og $0003^{\circ}10'$.

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

Området mellom $N60^{\circ}20'$ og $N60^{\circ}25'$, og mellom norsk sektorlinje i vest og $0003^{\circ}10'$.

Vedlegg 2. 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 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.

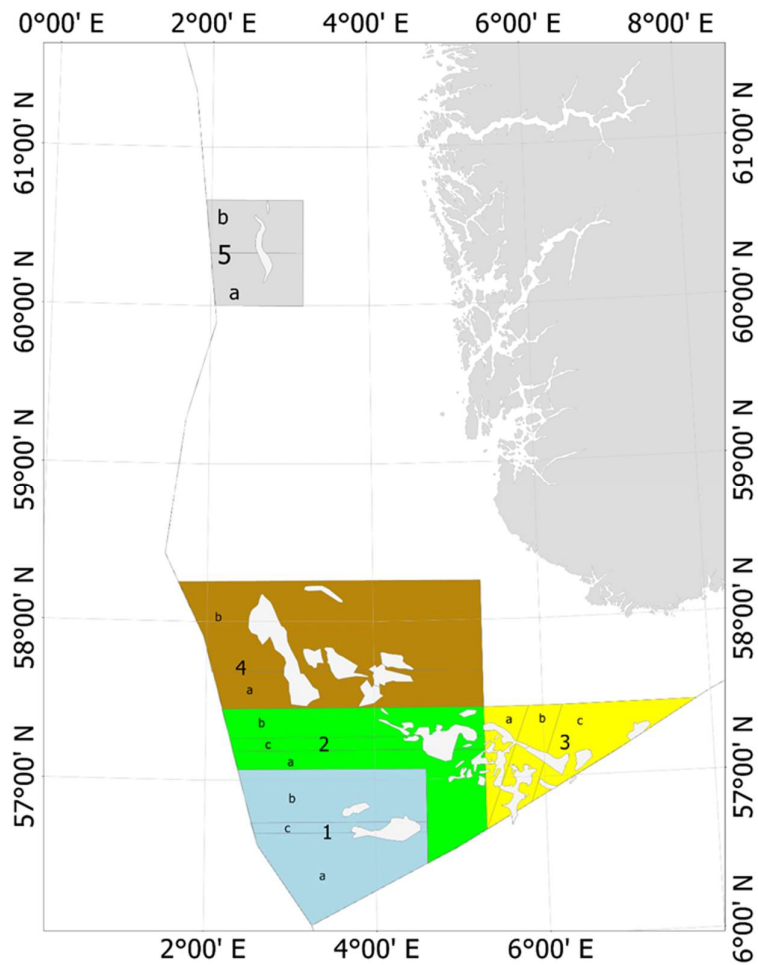


Figure A2.1. Map of the five Norwegian management areas in the North Sea for the period 2017-2019. Historical important fishing grounds are depicted in light grey.

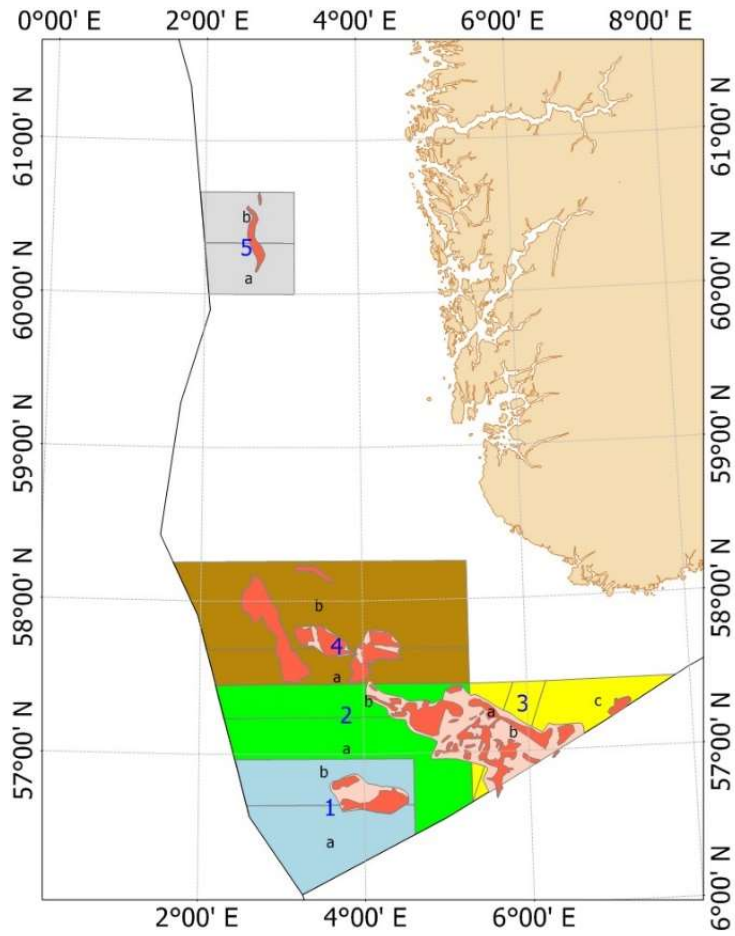


Figure A2.2 Map of the five Norwegian management areas in the North Sea for the period 2014-2016. Historical important fishing grounds are depicted in pink, and sandeel grounds in light pink.

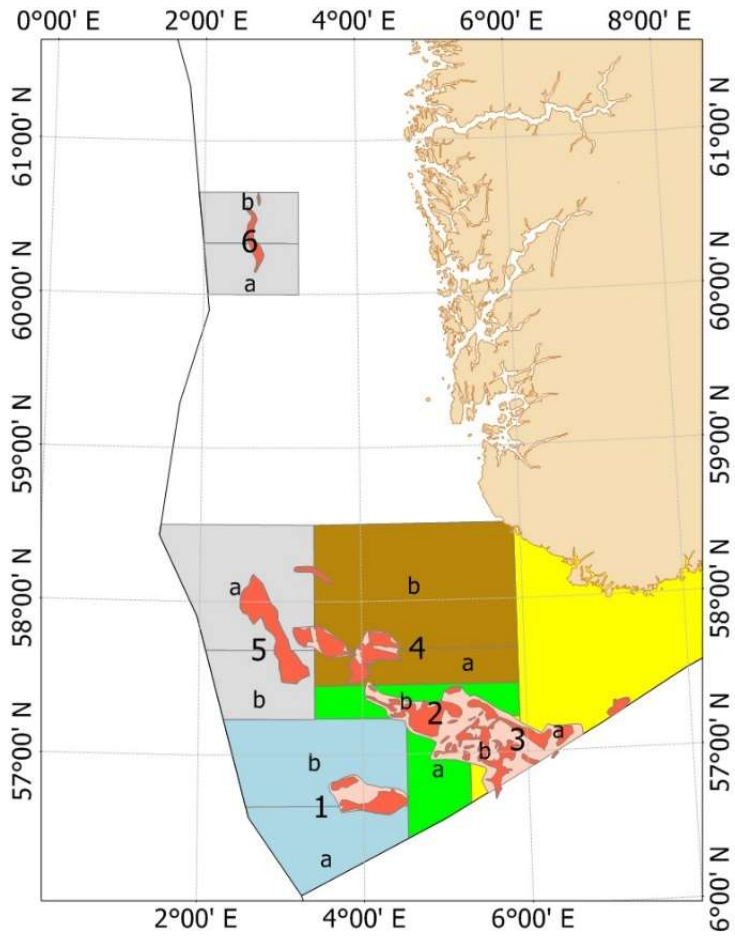


Figure A2.3 Map of the six Norwegian management areas in the North Sea for the period 2011-2013. Historical important fishing grounds are depicted in pink, and sandeel grounds in light pink.