



Foreløpig råd for tobisfiskeriet i norsk økonomisk sone i 2022



Espen Johnsen

**Havforskningsinstituttet
2022**

Foreløpige råd for tobisfiskeriet i norsk økonomisk sone i 2022

Råd

I henhold til målsetningen i den norske forvaltningsmodellen for tobis tilrår Havforskningsinstituttet (HI) en foreløpig kvote i NØS på inntil 60 000 tonn i 2022, der underområdene 1a,1c, 2b, 2c, 3b, 3c og 4a åpnes for tobisfiske i perioden 15. april – 23. juni.

Resultatene fra HI sitt akustiske tokt i 2022 vil bli brukt til å lage et oppdatert råd på tobis som vil foreligge senest 16. mai 2022.

Tabell 1. Kvoteråd 2010-2022 i norsk økonomisk sone.

År	Foreløpig råd		Endelig råd i mai	
	Kvoteråd (tonn)	Åpne underområder	Kvoteråd (tonn)	Åpne underområder
2010	20 000	1b, 2b, 3b	50 000	1b, 2b, 3b
2011	60 000	1a, 2a, 3a	90 000	1a, 2a, 3a
2012	40 000	1b, 2b, 3b	40 000	1b, 2b, 3b
2013	20 000	3a	20 000	3a
2014	15 000	3b, 3c	90 000	2a, 3b, 3c, 4b
2015	100 000	2b, 3b, 3a	100 000	1b, 2b, 3a, 3b, 4a
2016	40 000	1b, 2a, 3a, 3b	40 000	1b, 2a, 3a, 3b, 4a
2017	50 000	1b, 1c, 2b, 2c, 3c, 3b, 4a	120 000	1b, 1c, 2b, 2c, 3c, 3b, 4a
2018	70 000	1b, 1c, 2a, 2c, 3a, 3b, 4b	70 000	1b, 1c, 2a, 2c, 3a, 3b, 4b
2019	55 000	1b, 1c, 2b, 2c, 3b, 3c, 4a	125 000	1b, 1c, 2b, 2c, 3b, 3c, 4a
2020	70 000	1a, 1c, 2b, 2c,3b,3c, 4a	250 000	1a, 1c, 2b, 2c,3b,3c, 4a
2021	110 000	1b,1c, 2a, 2c, 3a, 3c, 4b	145 000	1b,1c, 2a, 2c, 3a, 3c, 4b
2022	60 000	1a,1c, 2b, 2c, 3b, 3c, 4a		

Oppsummering bestandssituasjon

Gytebiomassen av havsil (tobis) i forvaltningsområdene 1-4 er stor i 2022, men den har sunket betraktelig siden 2020 som var rekordstor. Gytebiomassen er kritisk lav i forvaltningsområde 5 (Vikingbanken). På Nordgyden (nord i område 4) er bestanden fortsatt liten.

Mengdeindeksen fra skrapetoktet gjennomført i desember 2021 indikerer at 2021-årsklassen er liten, men det er heftet stor usikkerhet til denne indeksen. Et langt mer sikkert estimat på årsklassestyrken og dermed totalbestanden vil være tilgjengelig når man har gjennomført det akustiske toktet i april-mai 2022.

Voksen havsil lever av dyreplankton. I 2021 har mattilgangen for havsil vært middels god, og den individuelle vekten middels høy.

Metode for prediksjon av total biomasse i 2022

For å predikere mengde og antall tobis i april 2022 er følgende beregninger og modellantagelser brukt:

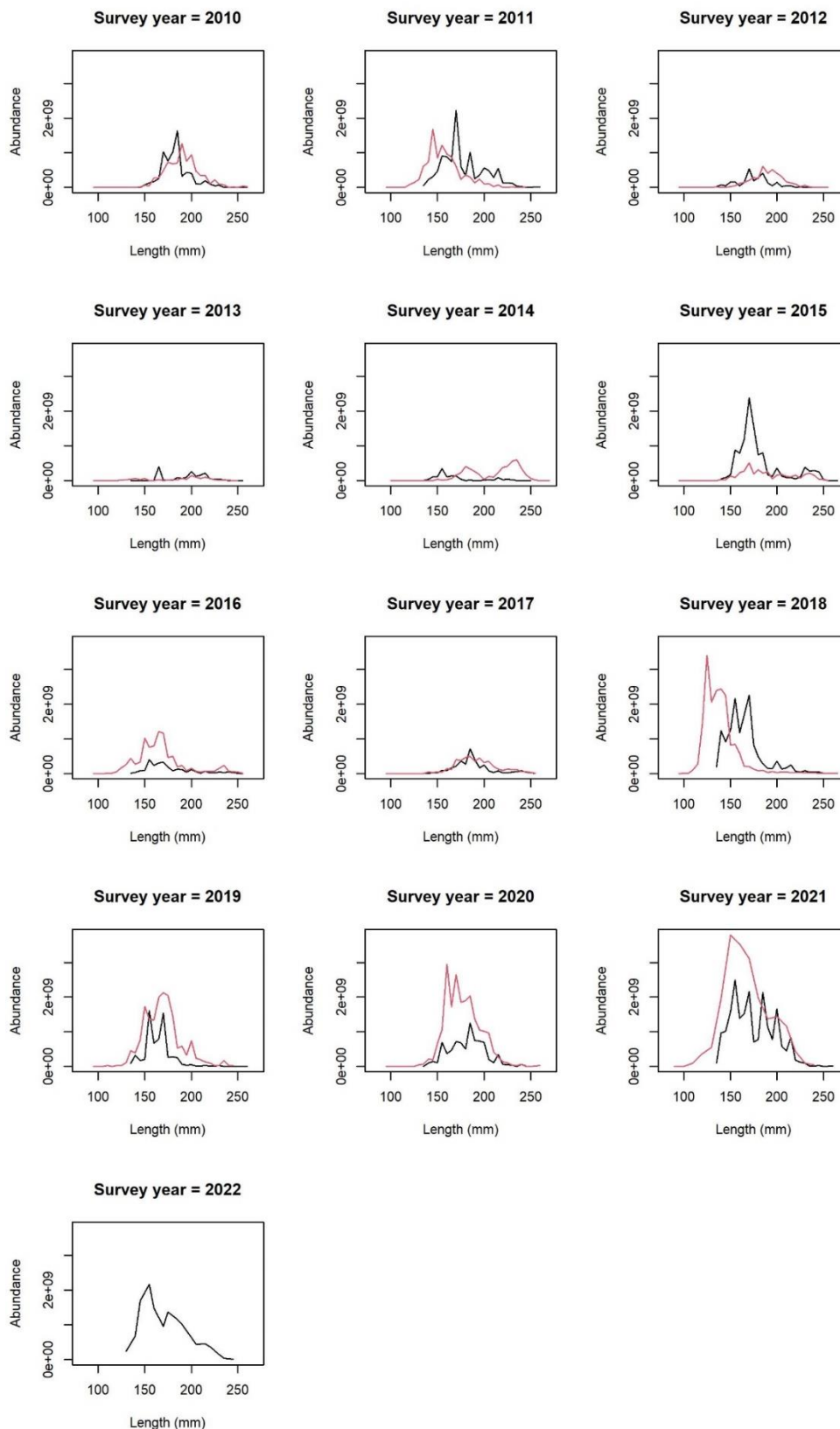
- a) Antall individer som har overlevd fiskeriet i 2021:
 - *Estimert antall per lengdegruppe fra akustikktoktet 2021 minus estimert antall individer fanget av flåten per lengdegruppe.*
- b) Antall individer som dør naturlig i perioden mellom to akustiske tokt (i løpet av ett år).
 - *Våre beregninger antyder at i gjennomsnitt dør 50 % av hver årsklasse naturlig per år. I våre prediksjoner brukes derfor en naturlig dødelighet på 0,7 (ca. 50%) for alle aldersgrupper.*
- c) Lengdeveksten hos individene mellom to tokt (dvs. ett år) blir predikert i henhold til følgende modell:
 - *$dL = k \cdot (L_{\max} - L_s)$ der lengdeøkningen (dL) er omvendt proporsjonal med lengden (L_s). dL minker dermed mot maksimum lengde L_{\max} . k øker med gode vekstvilkår. I den nåværende framskrivningen antas k konstant. I vår modell har vi brukt parameterverdiene $k=0.25$ og $L_{\max}=26$ cm (Hamre et al. 2014).*
- d) Beregnet individvekt (w) per lengdegruppe (L_s) i 2022:
 - *$w = a \cdot L^b$ der a og b er estimert fra 2021 toktdata. Antagelsen er at vekstforholdene i 2022 vil ligne på de i 2021. Analyser viser at prediksjonsfeilen er mindre når man bruker denne antagelsen enn å bruke gjennomsnittlig lengde-vekt relasjon for tidsserien. Man bruker 0.5cm lengdegrupper.*
- e) Et forsiktig anslag på rekrutteringen av ettåringer i 2022 predikeres ved hjelp av skrapetoktet som ble gjennomført i desember 2021. Tidligere tokt viser at antall ettåringer estimert under akustikktoktet om våren og mengdeindeksen av 0-åringer fra skrapetoktet i desember er korrelert, slik at det kan tilpasses en lineær modell som gir antall ettåringer i akustikktoktet som funksjon av skrapetoktindeksen for nullåringer året før (kalt regresjonslinjen). Siden både skrapetoktindeksen og antall ettåringer i akustikktoktet er usikre har parameterne i regresjonslinjen stor usikkerhet. Derfor er predikert rekruttering

beregnet som det antall ettåringer som framkommer fra skjæringspunktet mellom regresjonslinjen og 5-persentilen til skrapetoktindeksen av 0-åringene.

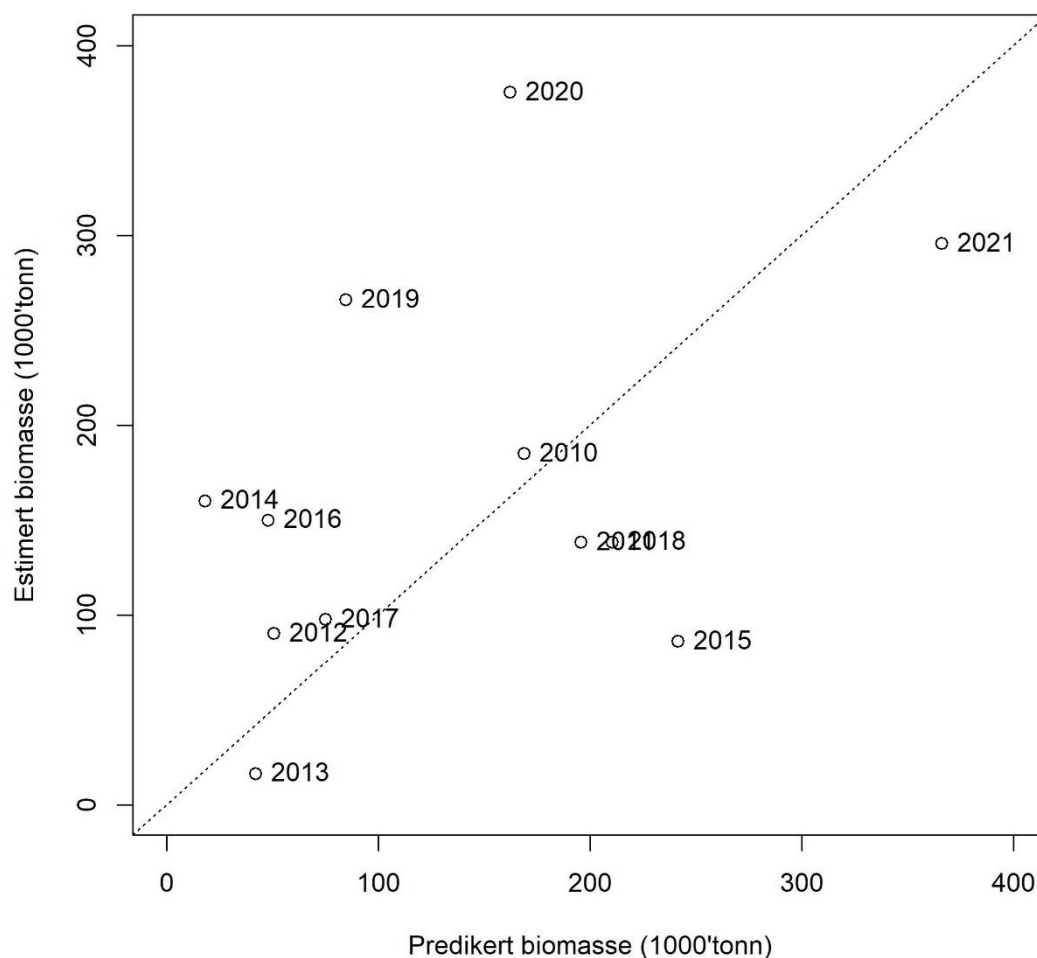
- *Lengdefordelingen av ettåringene i 2022 antas å være lik lengdefordelingen av ettåringer i toktåret der estimert antall ettåringer er nærmest det antall som er predikert for 2022 (siden det antas at individveksten er tetthetsavhengig). For 2022 brukes den samme lengdefordelingen for ettåringer som observert i 2013.*

Prediksjon og treffsikkerhet

Tilsvarende prediksjon som beskrevet over (med unntak av punkt e) er beregnet for alle toktår etter 2009. Predikert individvekt er beregnet med å bruke a og b parameterne estimert fra toktdata året før prediksjonsåret. Figur 1 viser predikert og estimert (surveyresultat) antall per lengdegruppe for 2 år og eldre individer per toktår. Det er en del avvik mellom predikert og estimert antall individer, og for de fleste årene har det blitt målt flere individer under toktene enn predikert. For 2018-2020 ble det målt vesentlig flere individer enn predikert, mens toktestimatet i 2021 kun var 4% lavere enn predikert. Også biomasseestimatene for 2019 og 2020 var vesentlig høyere enn predikert biomasse (Figur 2). I 2018 medførte en oppsiktsvekkende svak individvekt i 2018 (se Johnsen 2018) til at prediksjonen av biomasse var hele 51% høyere enn survey estimatet, på tross av et høyt antallsestimat (Figur 2 og Tabell 2). Dette illustrerer at det er vanskelig å predikere fremtidig surveyestimat ettersom både dødelighet og individvekst varierer mellom år. Det er i tillegg en del usikkerhet i selve surveyestimatet.



Figur 1. Sort linje viser prediksjon (ett år frem i tid) av antall per lengdegruppe for 2 år og eldre individer. Rød linje viser estimat av antall per lengdegruppe av fisk 2 år og eldre fra det akustiske toktet. For 2022 foreligger det ikke noe toktestimater før i mai.



Figur 2. Predikert biomasse versus estimert biomasse av 2 år og eldre tobis i det akustiske toktet i mai per år. Den stiplede linjen indikerer kurven der predikert og estimert biomasse er lik. Årstallene viser til toktår (da biomassen ble estimert).

Prediksjonsfeil av biomasse av to år og eldre tobis

Ettersom prediksjonen (Figur 2, Tabell 2) innehar en del usikkerhet er det nødvendig å legge på en sikkerhetsbuffer i det foreløpige rådet i tilfelle prediksjonen av biomassen i 2022 er for optimistisk.

Prediksjonsfeilen per år (y) er beregnet som:

$$pred.feil_y = \frac{(B_{pred,y,Age2+} - B_{est,y,Age2+})}{B_{est,y,Age2+}}$$

der $B_{pred, Age2+}$ er biomasse predikert for alder 2 år og eldre tobis, og $B_{est, Age2+}$ er estimert biomasse fra de akustiske surveyene for alder 2 år og eldre tobis. Prediksjonsfeilen viser hvor mye man har over- eller undervurdert bestanden i prediksjonen i forhold til estimatet. De historiske prediksjonsfeilene gir viktig informasjon om hvor forsiktig eller føre-var man bør være når anbefalt kvote baseres på prediksjonen av biomasse. For fastsettelsen av det foreløpige kvoterådet er det fokus på de årene der prediksjonen

er høyere enn de surveyestimatene siden det vil være uforsvarlig å gi en høyere foreløpig kvote enn det surveyestimatet for biomasse skulle tilsi. I henhold til forvaltningsmodellen er det mulig å øke rådet i etterkant av toktet – men det er ikke mulig å redusere kvoterådet. Med dette som utgangspunkt beregnes den gjeldende prediksjonsfeilen som snittet av prediksjonsfeilene i 2011, 2013, 2018 og 2021 (0,67). For disse årene er survey estimatet lavere enn predikert biomasse (Tabell 2). På grunn av vanskelige måleforhold og underestimat i 2015 (Johnsen 2016) er 2015-toktet ekskludert fra utregningen av prediksjonsfeilen brukt i kvoterådet.

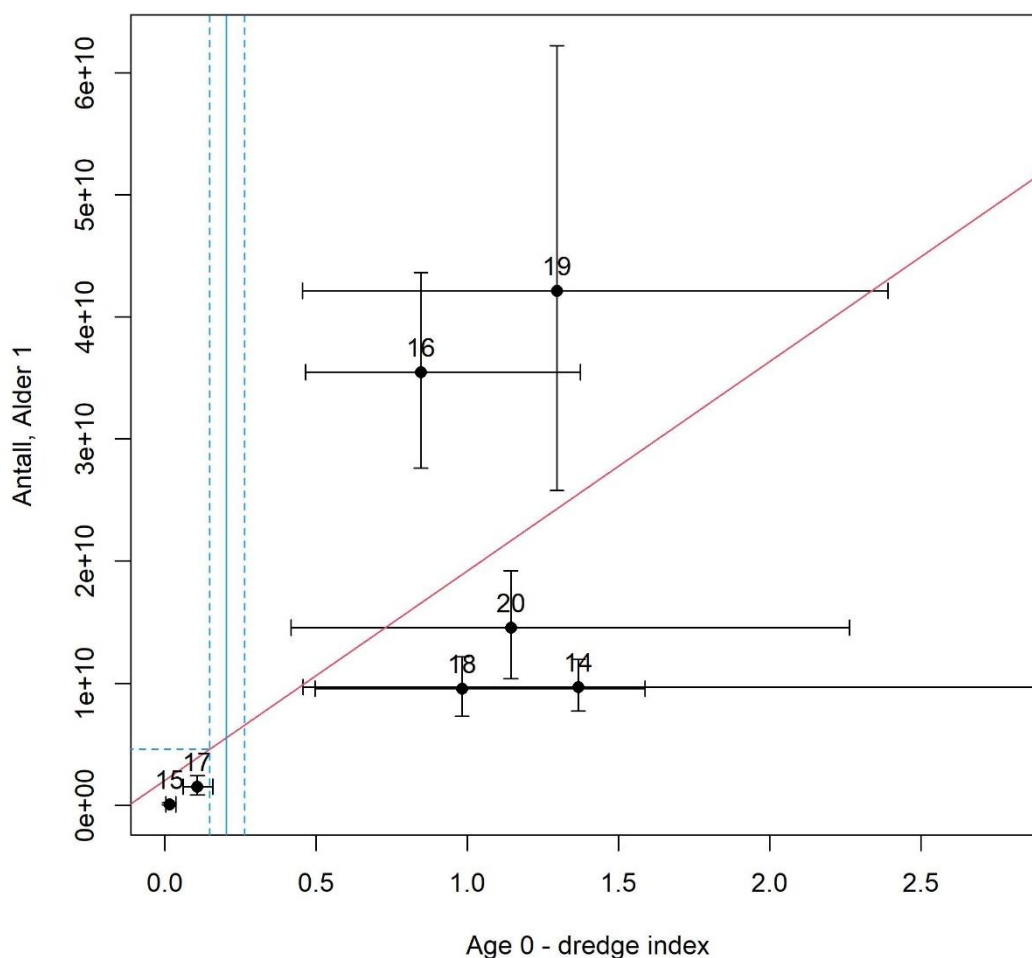
Tabell 2. Predikert og estimert (fra tokt) biomasse av 2 år og eldre tobis. Positiv prediksjonsfeil betyr at prediksjonsmodellen gir et høyere biomasse-anslag enn tokttestimatet.

År	tonn.est2pluss	tonn.pred2pluss	pred.error %
2010	185 038	168 587	-9
2011	138 473	195 565	41
2012	90 340	50 456	-44
2013	16 655	41 799	151
2014	160 287	17 891	-89
2015	86 221	241 469	180
2016	150 103	47 698	-68
2017	97 907	74 727	-24
2018	138 587	210 313	52
2019	266 061	84 434	-68
2020	375 370	161 956	-57
2021	295 786	366 012	24
2022	-	203 511	-

Prediksjon av rekruttering

I 2014 startet man med årlige tobisskrapetokt i november-desember i sørlige del av norsk sone av Nordsjøen. Hensikten var å få et tidlig varsel på rekrutteringen av ettåringer om våren. Detaljer om skrapetoktet er beskrevet senere i rapporten.

Mengdeindeksen av 0-åringer fra skrapetoktet er kun svakt korrelert med survey estimatet av ettåringene våren året etter (Figur 3), men skrapetoktet synes å gi en god indikasjon på om rekrutteringen er dårlig. Dette er tydelig for både 2015- og 2017-årsklassene som begge ble estimert til å være svært svake i både skrapetoktene og de akustiske toktene. Skrapetoktet klarer imidlertid ikke å estimere med en høy presisjon om en årsklasse er middels eller sterk. På tross av dette så er det tydelig at skrapetoktet viser om en årsklasse er sterk eller i det minste middels sterk, og derfor brukes mengdeindeksen av 0-åringene til å predikere antall ettåringer om våren. For å ta høyde for usikkerheten i prediksjonen predikeres rekrutteringen som det antall ettåringer som framkommer fra skjæringspunktet mellom regresjonslinjen og 5-persentilen til skrapetoktindeksen av 0-åringene (Figur 3). For å beregne predikert biomasse av ettåringer så antas det at den relative lengdefordelingen til ettåringene er lik den relative lengdefordelingen observert i det året som hadde et tilnærmet likt antall ettåringer som predikert for 2022. Utgangspunktet for å bruke en slik lengdefordelingen er at lengdevæksten antas å være tetthetsavhengig. For 2022 brukes den samme lengdefordelingen for ettåringer som observert i 2013. Individvekten per lengdegruppe beregnes ved å bruke $w = a \cdot L^b$ der a og b er parameterne estimert fra toktdata fra 2021. Biomassen blir da summen av produktet av individvekt og antall per lengdegruppe.



Figur 3. Mengdeindeks av nullåringer fra skrapetokt («Age 0 – dredge index») versus akustisk mengdeestimat av ettåringer året etter (Antall, Alder 1) med 5-95% konfidensintervall (feillinjer rundt punktene) for årsklassene 2014-2020 (14-20 i figuren). Blå linje viser median rekrutteringsindeks fra skrapetoktet høsten 2021, og prikkete blå linjer viser de tilhørende 5- og 95- persentilene. Den røde linjen er en lineær regresjon basert på punktestimatene, altså en modell for å forutsi antall ettåringer i det akustiske toktet (mai) basert på skrapetoktet i november-desember året før.

Høstingsregel

I 2018 ble det introdusert en regel for kvotefastsettelse for tobis i den norske forvaltningsmodellen. Regelen baserer seg på prediksjonene vist i Figur 1 og Figur 2 i kombinasjon med rekrutteringsindeksen estimert fra skrapetoktet. Dette gjør kvoterådet for tobis mer forutsigbart og objektivt. I 2019 ble det også utarbeidet en regel for hvordan skrapetoktindeksen kan brukes mer direkte til å utarbeide det foreløpige rådet.

Utgangspunktet for regelen er at gjennomsnittlig årlig høstingsgrad (definert som fangst i tonn dividert på estimert biomasse fra det akustiske toktet) har vært ca. 40 % for perioden 2010 til 2020 (Tabell 3). En slik høstingsrate synes å gi en langsiktig god balanse mellom overlevelse av tobis og et stabilt godt fiskeri.

Tabell 3. Estimert biomasse fra det akustiske toktet med relativ standard feil (RSE). Fangst i tonn og høstingsgrad per år.

År	Biomass est. (tonn)	RSE	*Fangst (tonn)	% Høstingsgrad
2009	223 113	0.22	-	-
2010	337 852	0.22	50 471	15
2011	143 569	0.22	88 424	62
2012	95 132	0.19	40 889	43
2013	28 892	0.24	9 052	31
2014	402 492	0.16	82 499	20
2015	168 577	0.11	100 858	60
2016	150 575	0.25	40 836	27
2017	359 359	0.12	119 975	33
2018	143 786	0.10	69 531	48
2019	329 169	0.14	123 958	38
2020	656 034	0.18	234 754	36
2021	370 960	0.14	146 442	39

* Disse fangstene avviker litt fra offisielle landingsdata da de er beregnet fra fangst dagbøkene for å få en høyere romlig oppløsning.

Høstingsregelen for å sette en foreløpig kvote:

$$kvote_{2022} = \left(\left(\frac{B_{pred, Age2+}}{1 + pred. feil} \right) + B_{pred, Age1} \right) \cdot hr$$

der $B_{pred, Age2+}$ er biomasse predikert for alder 2 år og eldre tobis, og $B_{pred, Age1}$ er biomasse predikert for alder 1 fra rekrutteringsindeksen fra skrapetoktet (se punkt e på side 2 og Figur 3) og hr er høstingsgraden (0,4). Forsiktighetsbufferen er satt til (1+pred.feil) dvs. (1+0,67).

Prediksjonsusikkerheten er større for alder 1, men denne usikkerheten er tatt hensyn til ved å bruke 5-persentilen av skrapetoktindeksen (Figur 3).

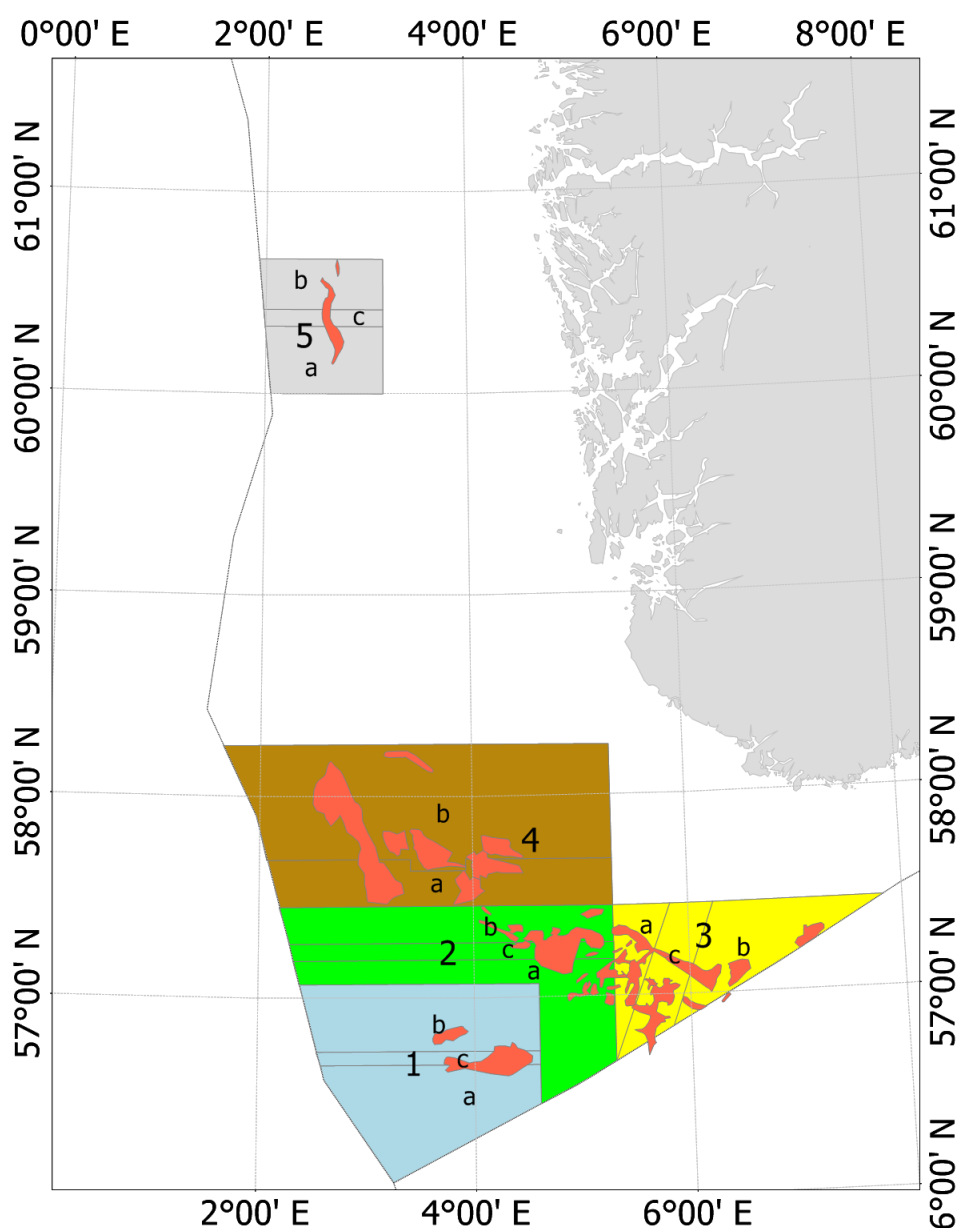
Den predikerte biomassen av 2 år og eldre tobis i 2022 er 203 511 tonn, og den predikerte biomassen (basert på 5-persentilen fra skrapetoktet, Figur 3) av ettåringer i 2022 er 27 058 tonn. Dette gir et foreløpig kvoteråd på 60 000 tonn (i henhold til ligningen over avrundet til nærmeste 5000 tonn).

Forvaltningsmodell av tobis

Etter en prøvefase i 2010 innførte Norge fra 2011 en områdebasert forvaltning av tobis i norsk økonomisk sone av Nordsjøen (NØSNS). Hovedmålsettingen med planen er å bygge opp tilstrekkelig gytebiomasse av tobis på alle historisk viktige tobisfelt i NØSNS for å sikre et langsiktig bærekraftig tobisfiske. En slik forvaltning vil øke rekrutteringspotensialet for denne nøkkelarten i økosystemet, og dermed gi økt mattilgangen for arter i Nordsjøen som beiter på tobislarver og eldre tobis samt danne et grunnlag for et bærekraftig fiske. Forvaltningsmodellen ble evaluert av

Fiskeridirektoratet, HI og fiskerinæringen i 2014, 2016, og 2020. Kart over gjeldende forvaltningsområder og underområder er vist i Figur 4. Posisjonene til de gjeldende områdegrensene er gitt i Vedlegg 1. Tidligere inndelinger av forvaltningsområdene og detaljer i forvaltningsmodellen er vist i Vedlegg 2.

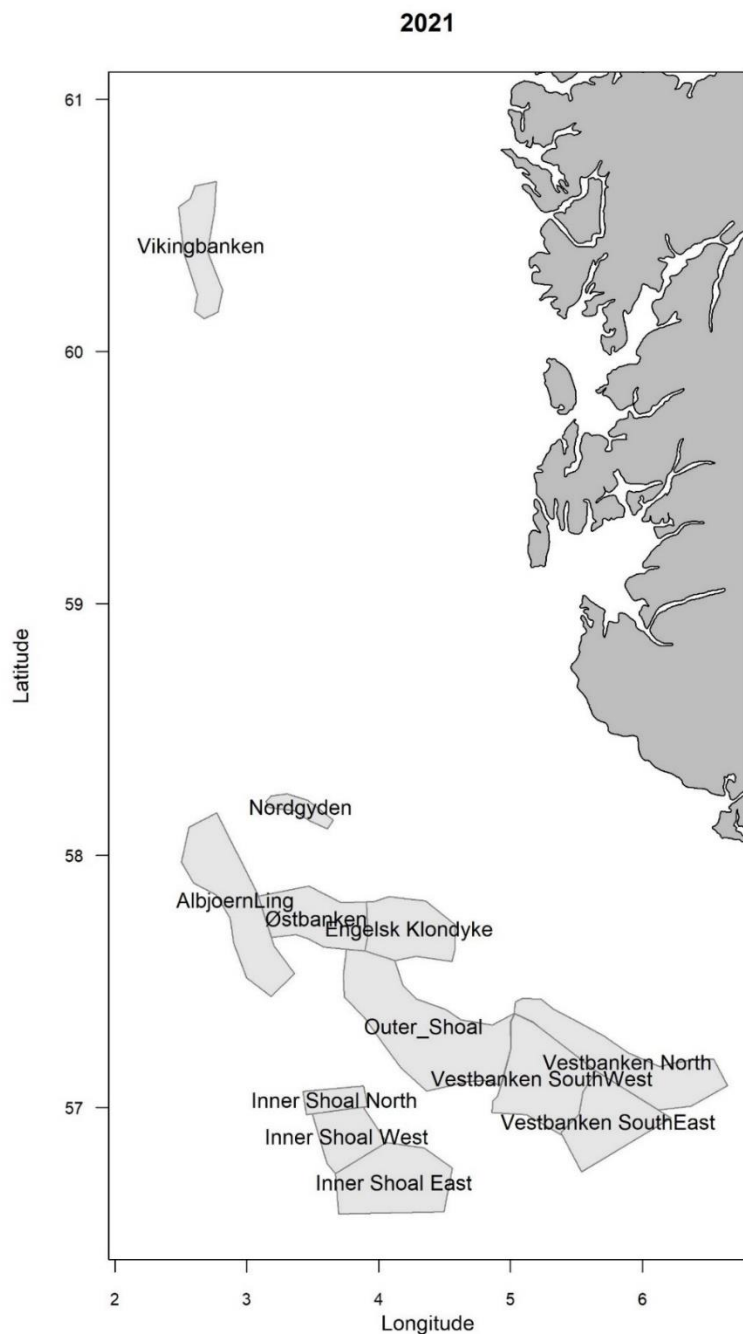
Når beregningene tilsier at gytebiomassen er for lav til å sikre en full reproduksjonskapasitet for den lokale tobisbestanden vil området være stengt for tobisfiskeri. Dette har vært situasjonen i Forvaltningsområde 5 (Vikingbanken) siden 2010. I henhold til forvaltningsmodellen skal HI forut for fiskerisesongen gi råd om totalkvote og hvilke områder som kan åpnes. I løpet av april-mai 2022 skal HI gjennomføre et akustisk tokt for å validere tidligere bestandsprognoser med et særlig fokus på rekrutteringen (1-åringer). Basert på disse undersøkelsene skal HI gi et oppdatert råd om en eventuell åpning av nye områder, og en eventuell økt kvote.



Figur 4. Tobisområdene i NØSNS og inndeling av de norske forvaltningsområdene. Gyldig f.o.m 2020.

Akustikktokt

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 5) blir det brukt et survey-design som enten baserer seg på parallelle eller sikksakk-kurser med tilfeldig startpunkt. Dette tillater beregning av sampling-usikkerheten. Med ny kunnskap om geografisk fordeling av tobis har noen av toktområdene blitt noe endret mellom tokt. Se Johnsen (2021a) for detaljer.



Figur 5 Strata (grå polygoner) dekket under tobistoktet 2021. Et stratum kan dekke flere mindre tobisfelt.

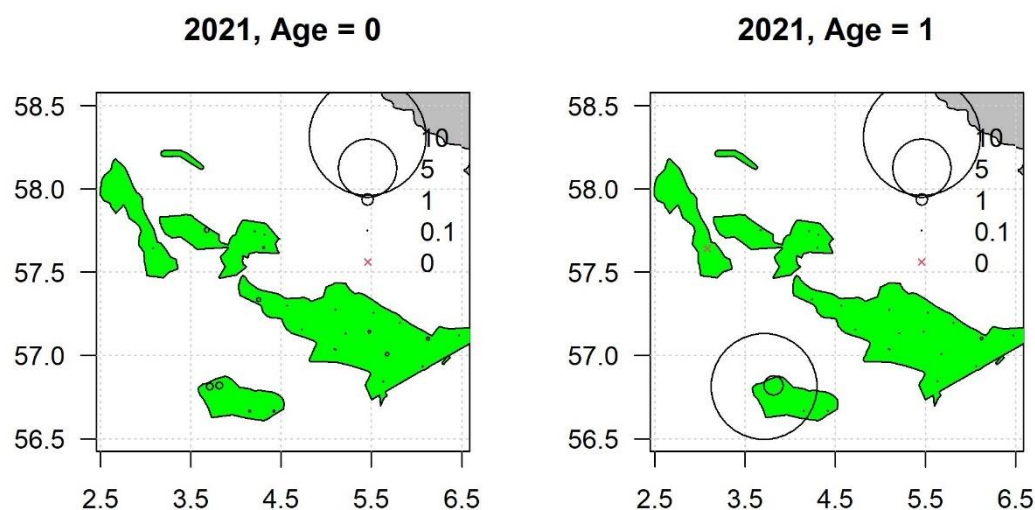
Skrapetokt

Danmarks Tekniske Universitet, Institutt for Akvatiske Ressurser (DTU-Aqua) har gjennomført et utvidet skrapetokt i november-desember i 2014-2021 i områdene 1-4 i norsk sone. Målsettingen med dette toktet er å måle mengden 0-åringer i november-desember for å ha et mål på rekrutteringen før fiskeriet starter i april året etter.

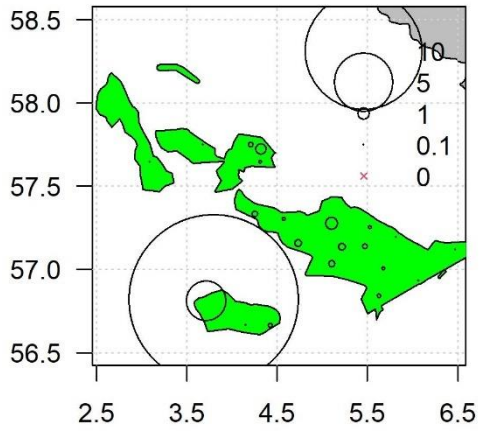
Fra 2014 ble skrapetoktet utvidet med flere stasjoner i norsk sone med økonomisk støtte fra norsk fiskerinæring. Fra 2018 har Havforskningsinstituttet finansiert dette toktet. Det knyttes en del usikkerhet til hvor godt fangstratene i skrapetoktet kan forutsi mengden 1-åringer om våren, men resultatene fra 2014-2020 indikerer at man i alle fall kan bruke skrapetoktdataene til å forutsi om en årsklasse er svak eller sterk.

Figur 6 gir en oversikt over den geografiske fordelingen av skrapestasjoner og fangstratene for 0- og 1-åringer per år i NØSNS. Rekrutteringsindeksen er beregnet ved å bruke arealvektet delta-lognormal fordeling grunnet mange nullstasjoner og skjev fordeling av fangstratene (Pennington, 1983). Konfidensintervallene ble estimert ved hjelp av bootstrap (1000 kjøring).

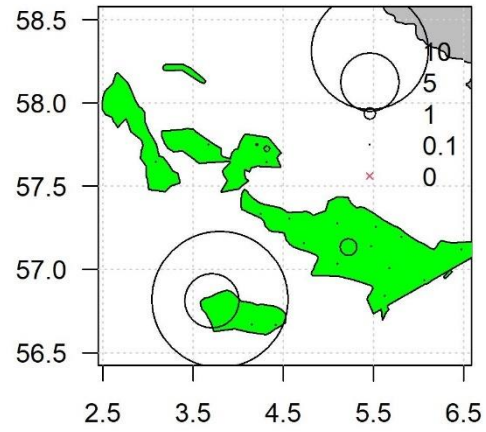
Rekrutteringsindeksen for 2021-årsklassen indikerer denne årsklassen er mye svakere enn de tre foregående årsklassene, men at den er sterkere enn de svært svake 2015- og 2017-årsklassene (Figur 7 og Tabell 4). Årsklassene 2014 og 2016 var estimert til å være jevnsterke med 2018-2020 (Figur 7), og på tross av stor usikkerhet i rekrutteringsindeksen (Figur 7) så viser Figur 3 at skrapetoktet er i stand til å predikere om en årsklasse er sterk eller svak. Indeksen klarer imidlertid ikke å estimere dynamikken mellom sterke og middels sterke årsklasser (Figur 3 og Figur 7).



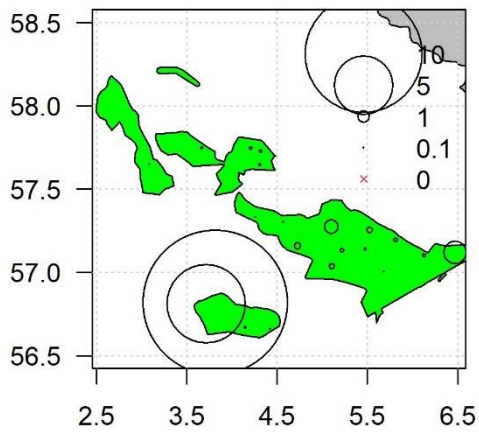
2020, Age = 0



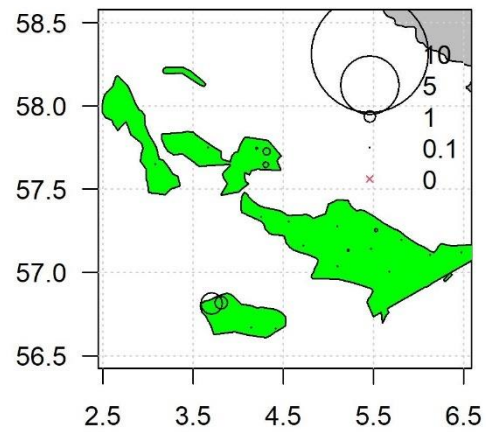
2020, Age = 1



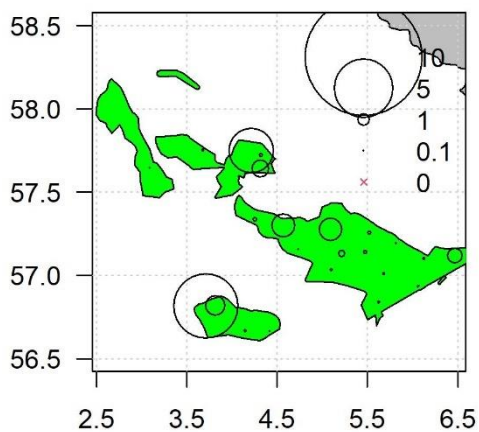
2019, Age = 0



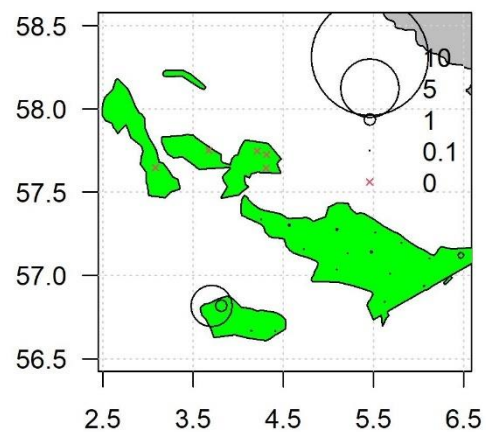
2019, Age = 1



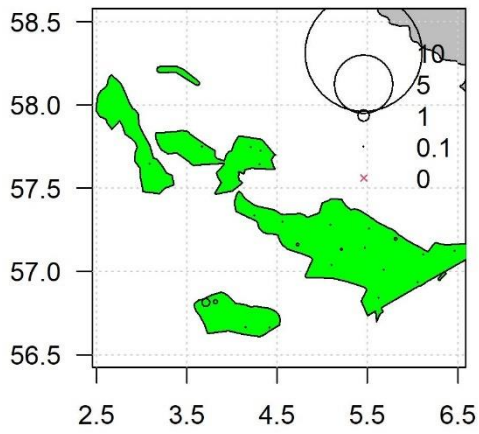
2018, Age = 0



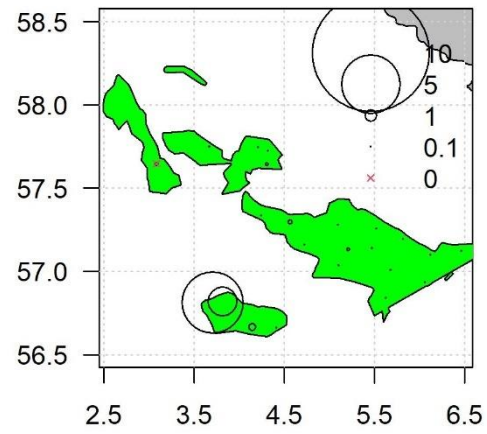
2018, Age = 1



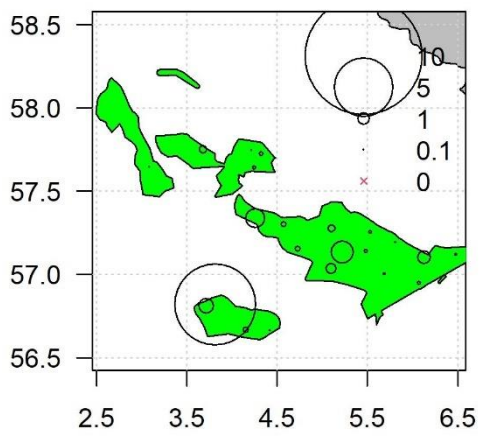
2017, Age = 0



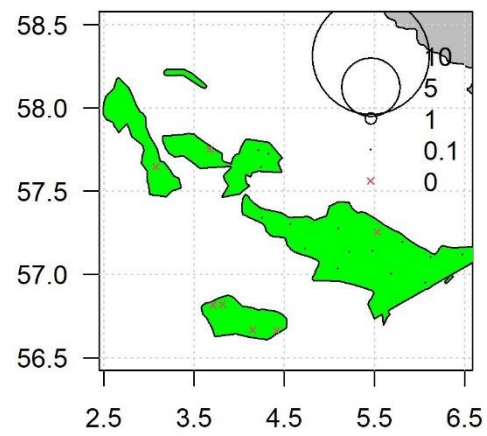
2017, Age = 1



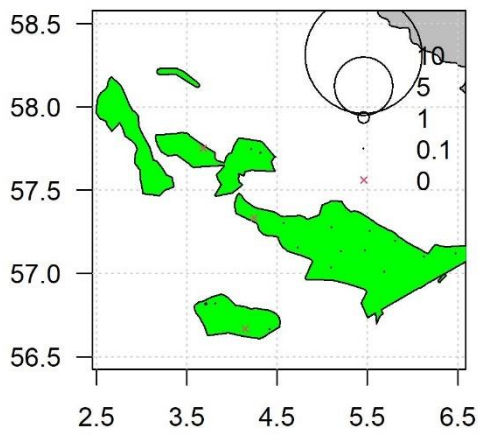
2016, Age = 0



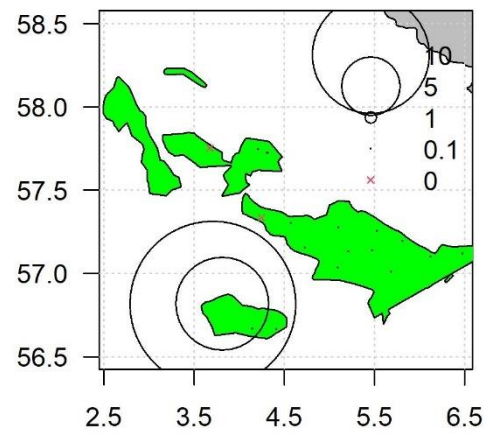
2016, Age = 1

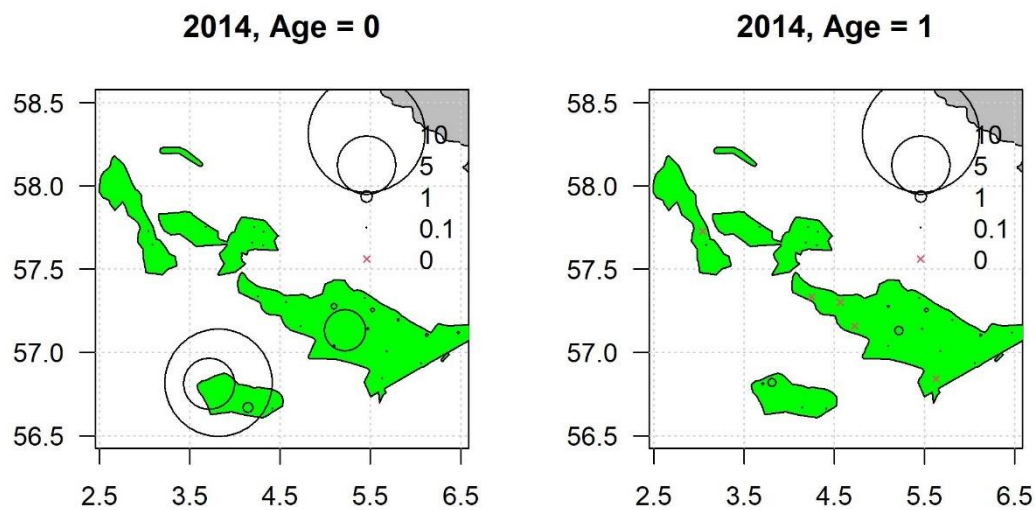


2015, Age = 0

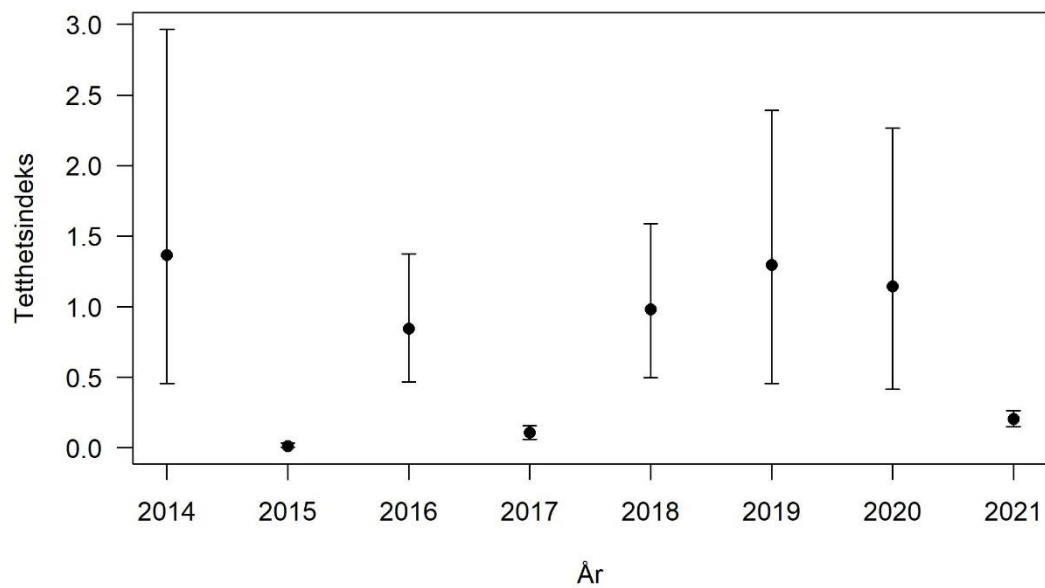


2015, Age = 1





Figur 6. Skrapeposisjoner i norsk økonomisk sone (NØSNS) 2014-2021. Størrelse på sirklene indikerer fangstrate (antall per tauemeter). Nullfangstene er indikert med røde kryss.



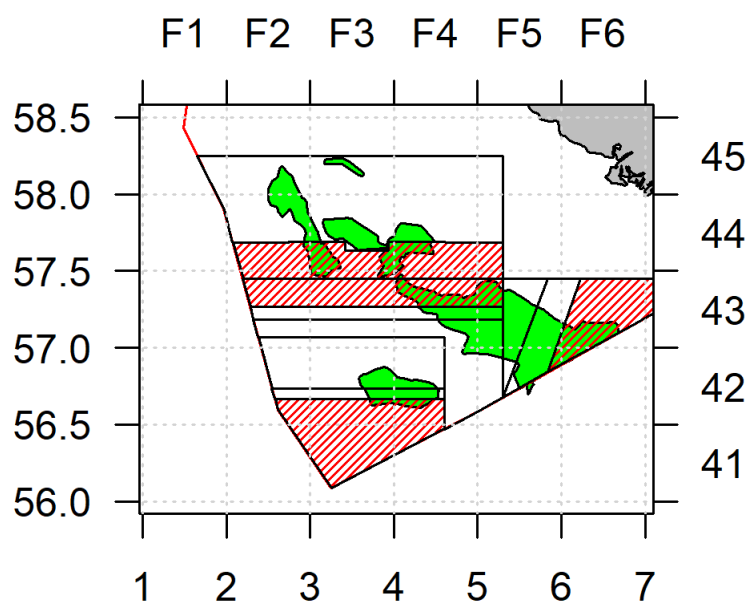
Figur 7. Rekrutteringsindeksen (Alder 0) fra skrapetoktet. Indeksen er vist med median og konfidensintervall (5-95%).

Tabell 4. Rekrutteringsindeks (Alder 0) fra skrapetoktet.

Year	5 %	Mean	95 %
2014	0.46	1.37	2.97
2015	0.00	0.01	0.03
2016	0.47	0.85	1.37
2017	0.06	0.11	0.16
2018	0.50	0.98	1.59
2019	0.45	1.30	2.39
2020	0.42	1.14	2.26
2021	0.15	0.20	0.26

Fiskeridata

Tobis holder seg på avgrensede områder med bunnforhold der den kan grave seg ned i sanden. Det er i disse avgrensede tobisområdene flåten tråler (Johnsen et al. 2021). Figur 8 viser hvilke underområder som var åpne for fiskeri i 2021. Totalt ble det fra norsk sone landet over 144 000 tonn og omtrent 700 tonn av henholdsvis norske og svenske fartøy.

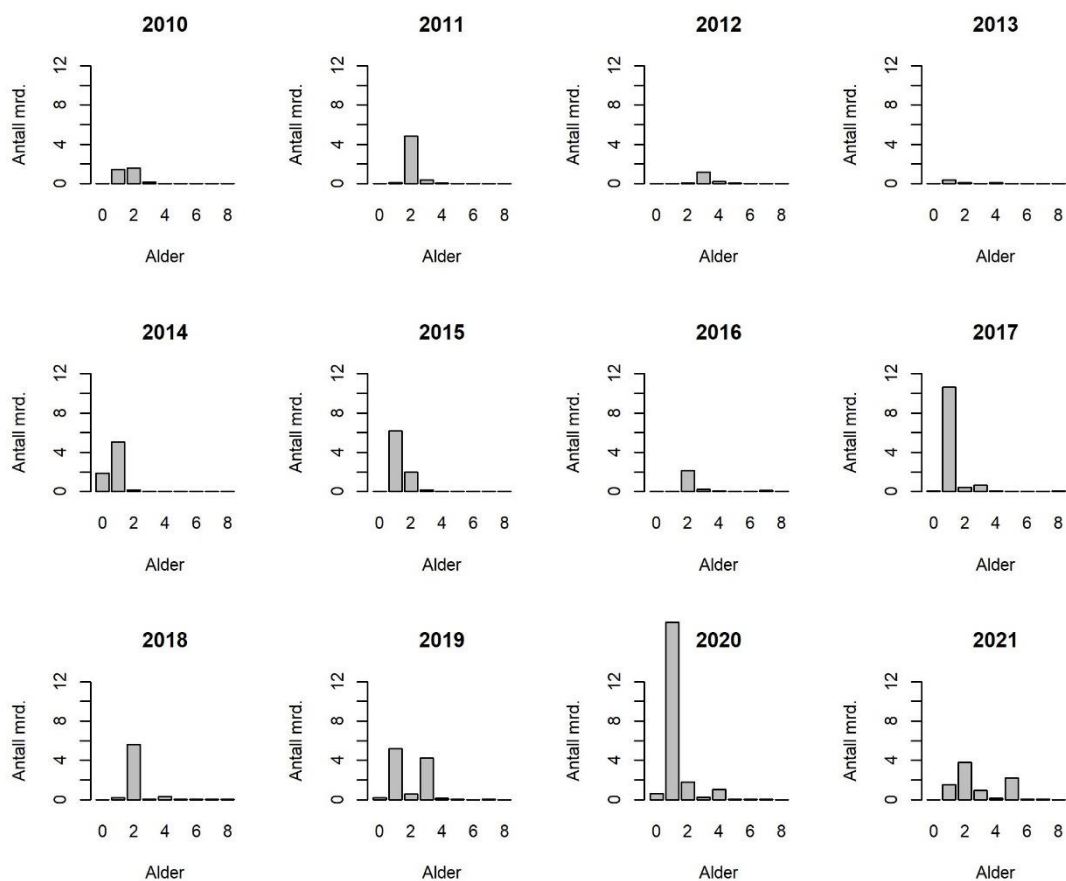


Figur 8. Stengte (røde) og åpne (gjennomsiktige) områder for tobisfiskeriet i NØSNS 2021. Grønt indikerer tobisområdene. Stiplede linjer viser ICES-ruter, og rutenavn er gitt på topp- og høyreakse.

Tabell 5 viser fordelingen av tobisfangstene per forvaltningsområde og måned. Det ble fanget mest tobis i område 4 og 2, og nesten ikke noe i område 1 (Tabell 5). Det ble fanget like mye i april og mai.

Tabell 5. Norske landinger av tobis (tonn) per forvaltningsområde og måned i 2021.

Months	Forvaltningsområde				Totalt
	1	2	3	4	
april	270	10 315	4 251	57 905	72 742
mai	-	42 423	7 647	21 390	71 461
Totalt	270	52 738	11 899	79 295	144 203



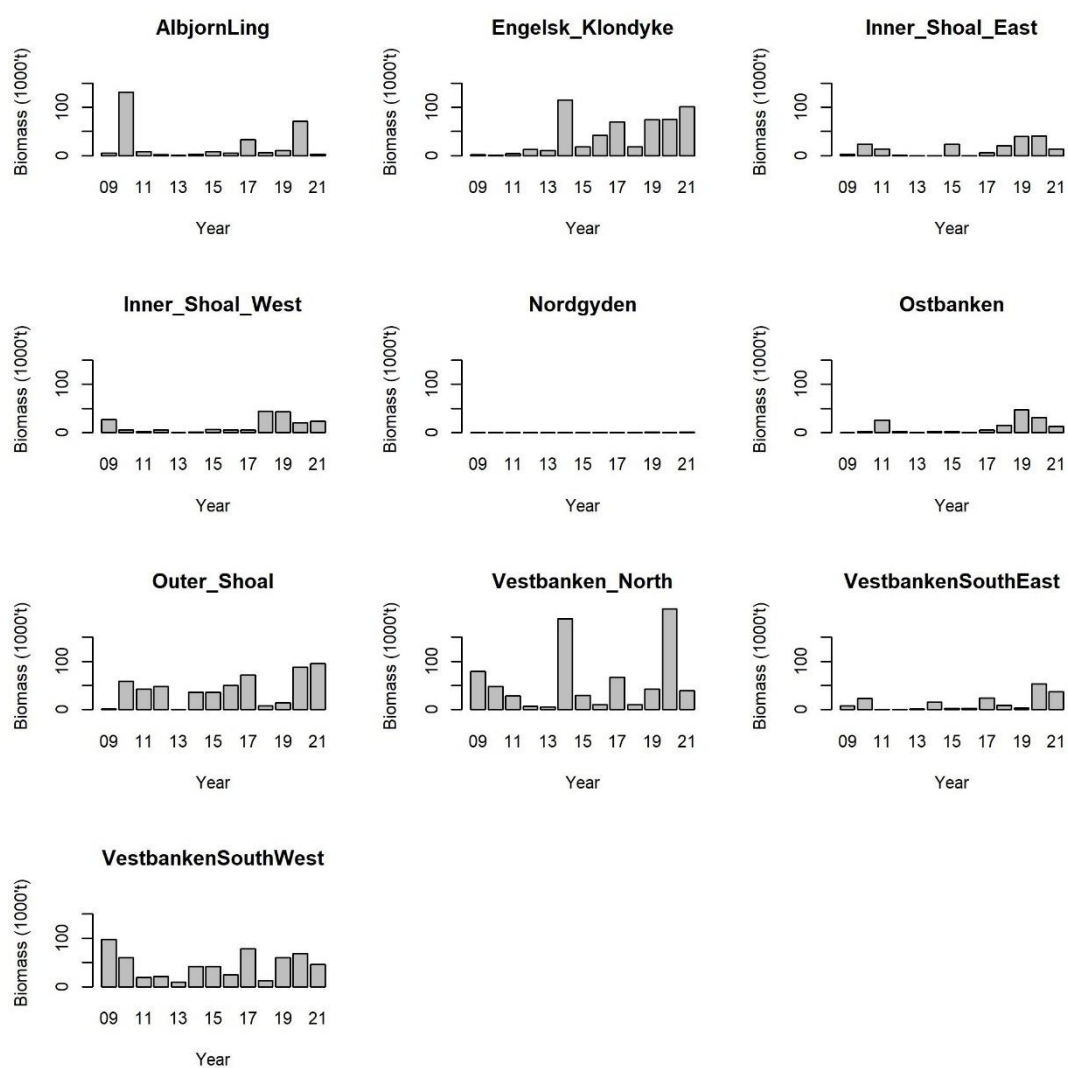
Figur 9. Aldersfordeling i de kommersielle fangstene av tobis fra NØSNS for perioden 2010-2021.

Analyser viser at lengdefordelingene fra toktene og de norske fangstene er like, noe som gir en sterk indikasjon på at både toktdata og fangstdata reflekterer den reelle lengdestrukturen i bestanden. Ved høy rekruttering, som i 2020, dominerer 1-åringer i fangstene (Figur 9). I 2021 ble det fanget mest 2-åringer og mye 5-åringer.

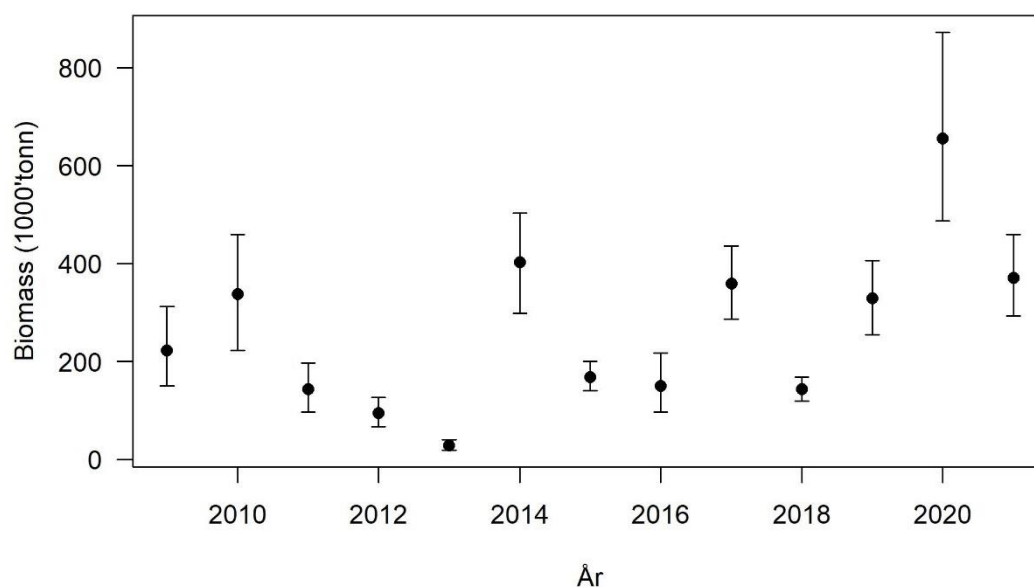
Resultat fra akustikktokt og bestandsutvikling

Forvaltningsområdene 1-4

Figur 10 viser estimert biomasse per år og toktområde for perioden 2009-2021 (toktområdene er vist i Figur 5). Selv om det er knyttet noe usikkerhet til estimatene (Figur 11) viser Figur 12-14 at man følger årsklassene godt gjennom flere år. Antall tobis per lengde- og aldersgruppe i forvaltningsområdene 1-4 (Figur 12-13) viser hvor stor variasjon det er i årsklassestyrke for tobis. Denne variasjonen er også vist i Figur 14, og det er klart at 2017-årsklassen var svært svak, 2018-årsklassen middels sterk, 2019-årsklassen særdeles sterk og 2020-årsklassen sterk. Også i 2016 var rekrutteringen meget god.



Figur 10. Biomasseestimat per stratum i perioden 2009-2021.



Figur 11. Total biomasse med konfidensintervall (5-95%) for alle toktområder i forvaltningsområdene 1-4 (ekskl. Nordgyden) per år estimert fra de akustiske tobistoktene i Nordsjøen.

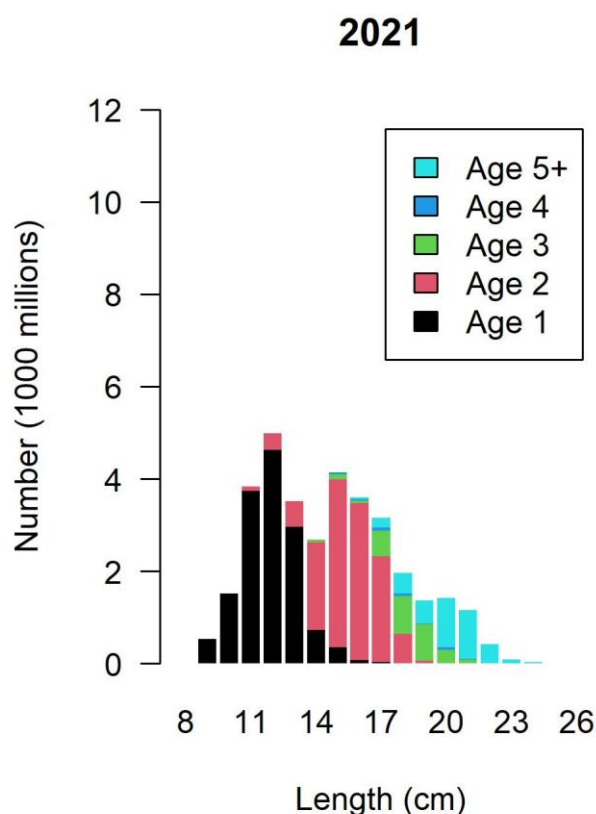
Fra toktoppstart har bestanden variert mye der rekrutteringen av 2009-årsklassen bidro sterkt til en høy total biomasse i 2010, men de påfølgende to årsklassene var meget svake (Figur 14). I tillegg var 2012-årsklassen kun middels sterk slik at gytebestanden var lav ved gyting i årsskiftet 2013/2014 (Figur 11). Denne bestandsnedgangen fikk også store konsekvenser for den geografiske spredningen av bestanden (Figur 16). En sterk rekruttering av 2013-årsklassen medførte et kraftig løft i den totale tobisbestanden i område 2 og 3 i 2014, men det akustiske toktet, skrapetoktet og de kommersielle fangstene viste at rekrutteringen av 2013-årsklassen varierte mye mellom områdene (Figur 16). Store mengder toåringer var forventet i område 2 og 3 under akustikktoktet i 2015, men dette slo ikke til. Det er derfor knyttet noe usikkerhet til hvor sterk 2013-årsklassen faktisk var. På tross av et stort fiskeri i norsk sone i 2015 (cirka 100 000 tonn) viste akustikktoktet i 2016 kun en moderat nedgang i både 2013- og 2014 årsklassen på tross av det ble fisket mye av disse to årsklassene i 2015. Dette tyder på at toktet i 2015 ga et bestandsanslag som var for lavt, altså et underestimat. En mulig årsak til dette er at toktet i 2015 var preget av dårlig vær noe som igjen kan ha forårsaket en ugunstig tobisadferd for akustisk måling. Den moderate nedgangen av 2013- og 2014-årsklassen fra 2015 til 2016 tyder på at fisketrykket på tobis i 2015, på tross av et moderat biomasseestimat, ikke var for høyt. Været under toktet i 2016 var meget bra, noe som trolig gjorde at det var enklere å måle tobismengden i vannsøylen. Selv med disse gode forholdene ble 2015-årsklassen estimert til å være den historisk svakeste, og skrapetoktene i 2015 og 2016 estimerer også 2015-årsklassen til å være meget svak.

Været var også bra under 2017-toktet, og som forventet fra observasjoner av 0-åringer fra både akustikktoktet og skrapetoktet i 2016 ble det målt store forekomster av 1-åringer i 2017 (Figur 13 og 14). I tillegg var denne årsklassen godt spredd i område 1-4 (Figur 16). Skrapetoktet antydte at 2017-årsklassen var svak (Figur 6 og 7; Tabell 4). Dette ble bekreftet i løpet av akustikktoktet i 2018, da den sterke 2016-årsklassen

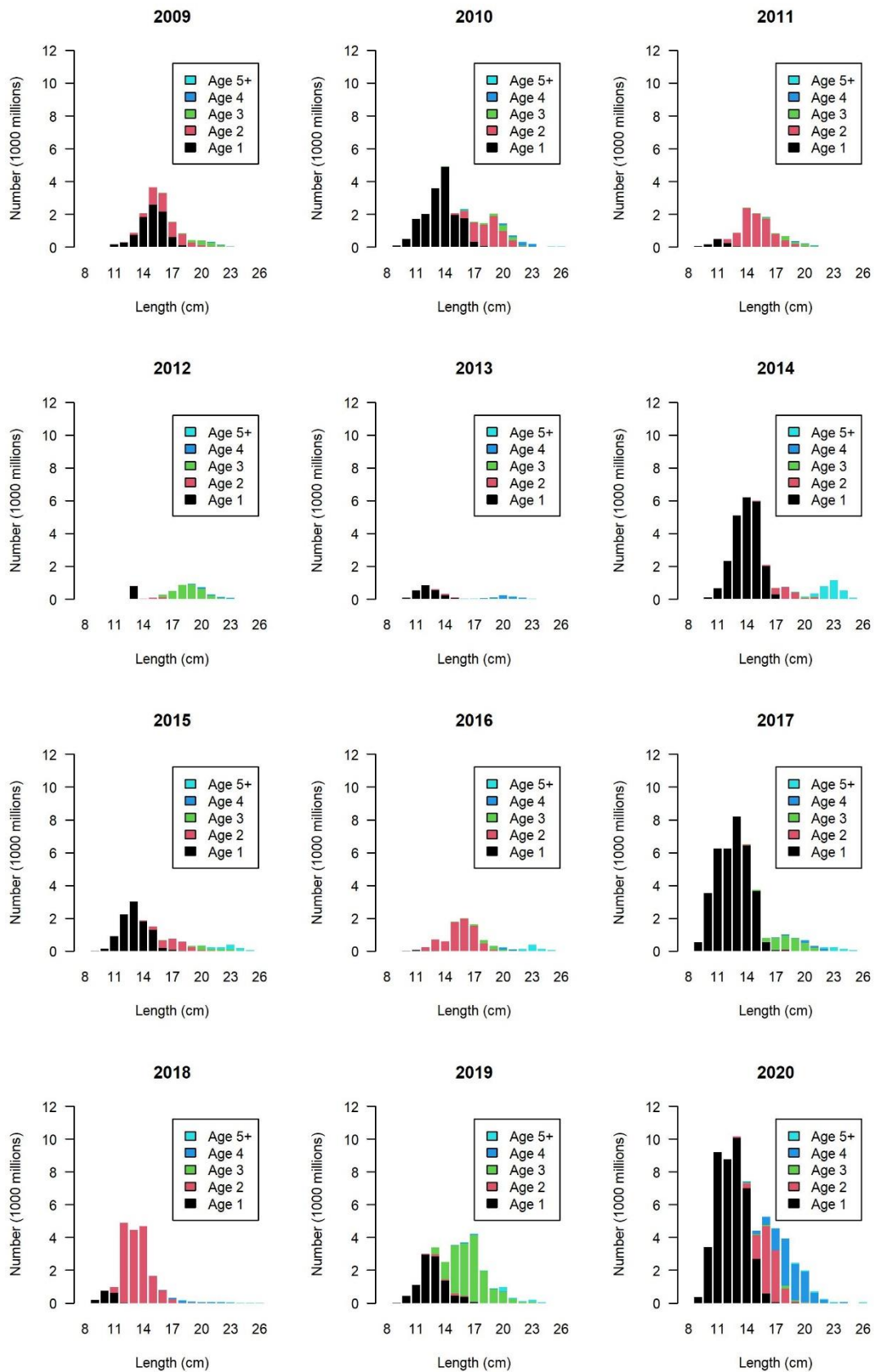
dominerte både i toktresultatene og i fiskeriet. På tross av et høyt antall tobis var den totale biomassen mye lavere enn forventet (predikert) siden den individuelle veksten hadde vært svært liten. Lav sjøtemperatur og liten tilgang på dyreplankton er sannsynlige forklaringer til den dårlige veksten. Individvekten av 2-åringene, som var aldersgruppen som i 2018 klart dominerte i antall, var ca. 50% lavere enn gjennomsnittet av denne aldersgruppen i perioden 2009-2017. Biologiske prøver fra fiskeriet viste at individvekten økte raskt, og rundt 15. mai hadde individvekten (for 2-åringene) økt til et stabilt nivå og var i snitt ca. 90 % høyere enn vekten målt i midten av april.

En stor 2018-årsklasse, og historiske sterke 2016- og 2019-årsklasser medførte at biomassen ble meget høy i 2020. Også 2020-årsklassen er sterk, og tobisen har hatt en god geografisk spredning i perioden 2019-2021 (Figur 15 og 16). Den økt geografiske spredningen har medført at fiskeriet har flyttet seg inn i områder der tobis ikke har blitt fisket tidligere. Denne endringen i utbredelse har medført at toktområdene har blitt noe større i løpet av de siste årene. Nytt i 2021 var at flåten fisket lengre nord enn før på Engelsk Klondyke, og det er planlagt å utvide toktundersøkelsene i 2022 inn i dette området.

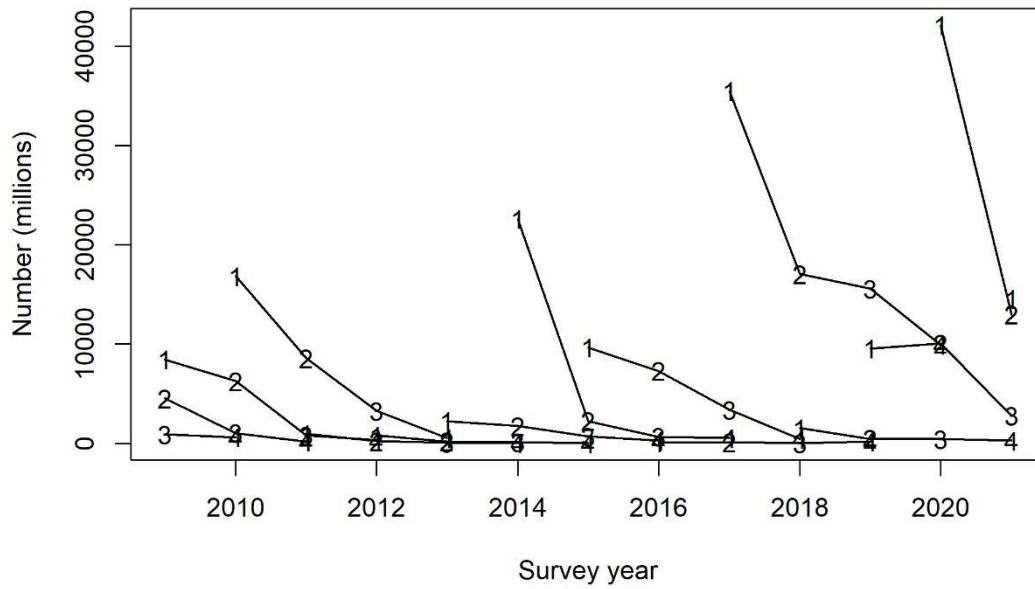
Skrapetoktet i 2021 indikerer at 2021-årsklassen er svak, men noe høyere enn de svært svake 2015- og 2017-årsklassene. Likevel, gytebiomassen (alder 2 år og eldre) er relativt høy og tobisen er godt spredt på de fleste tobisfeltene i område 1-4.



Figur 12. Totalantall per lengde- og aldersgruppe for 2021 (ekskl. Nordgyden og Vikingbanken) estimert fra det akustiske toktet.

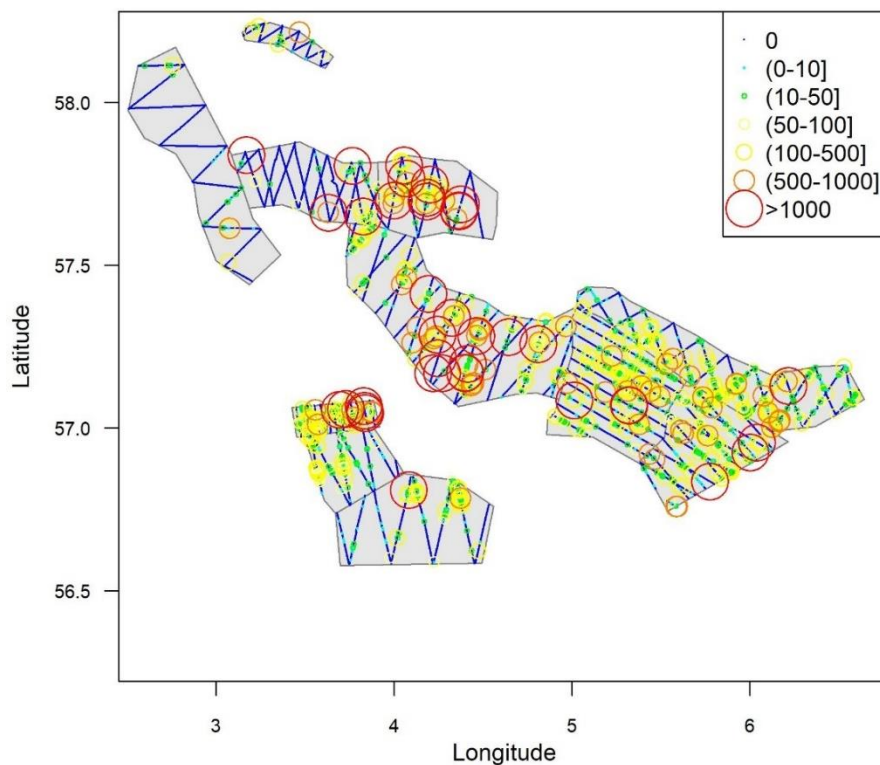


Figur 13 Totalantall per lengde- og aldersgruppe for perioden 2009-2020 (ekskl. Nordgyden og Vikingbanken) estimert fra det akustiske toktet.



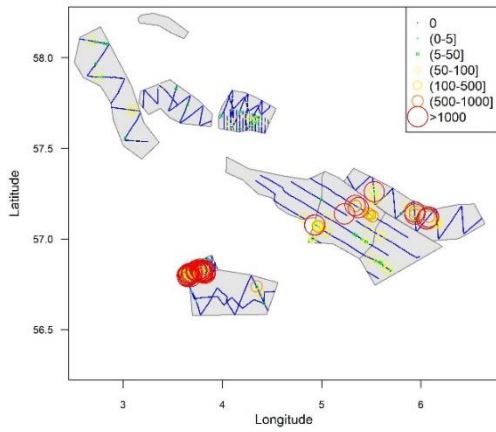
Figur 14. Antall individer per årsklasse estimert ved alder 1 til 4. Tallene i linjene viser alder på fisken.

2021

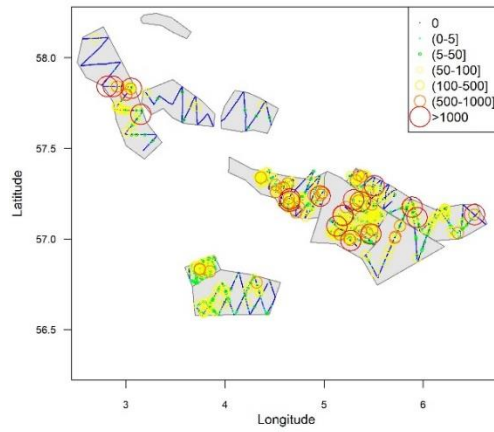


Figur 15 Geografisk utbredelse av ekkotetthet av tobis per 0,1 n.mi. i 2021. Størrelsen og fargen på sirklene indikerer ekkotettheten (NASC). Nullverdier er angitt som blå prikker.

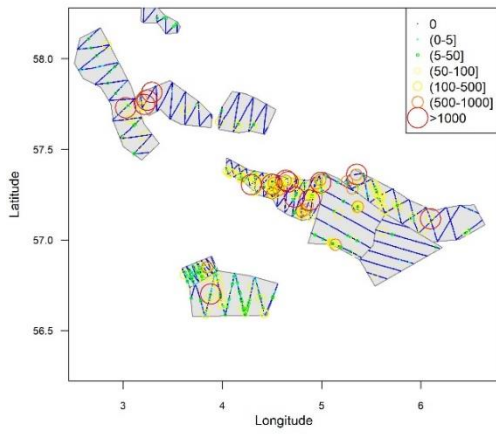
2009



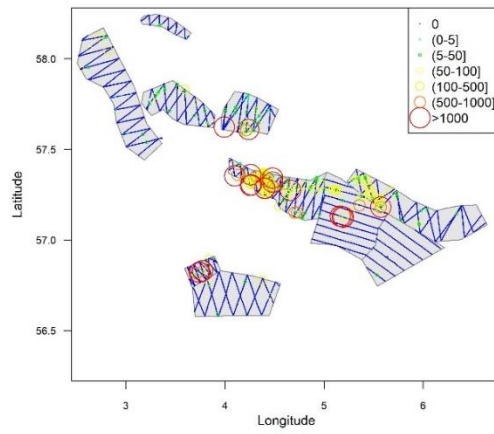
2010



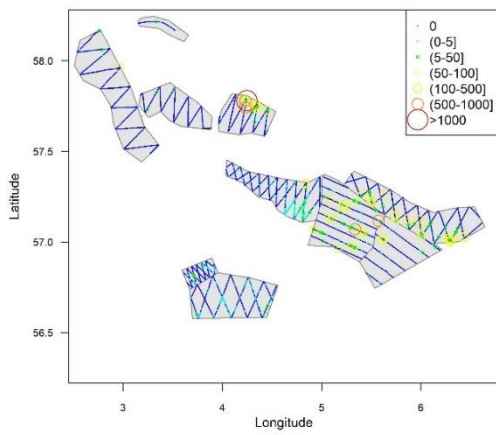
2011



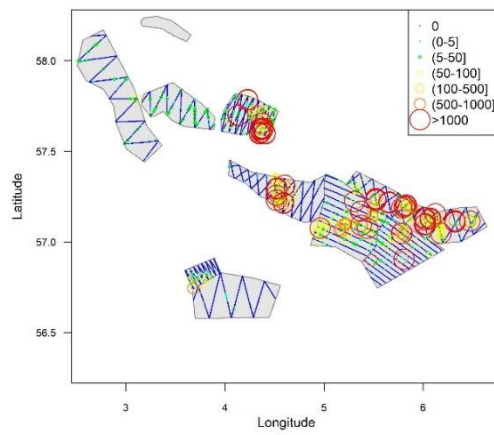
2012

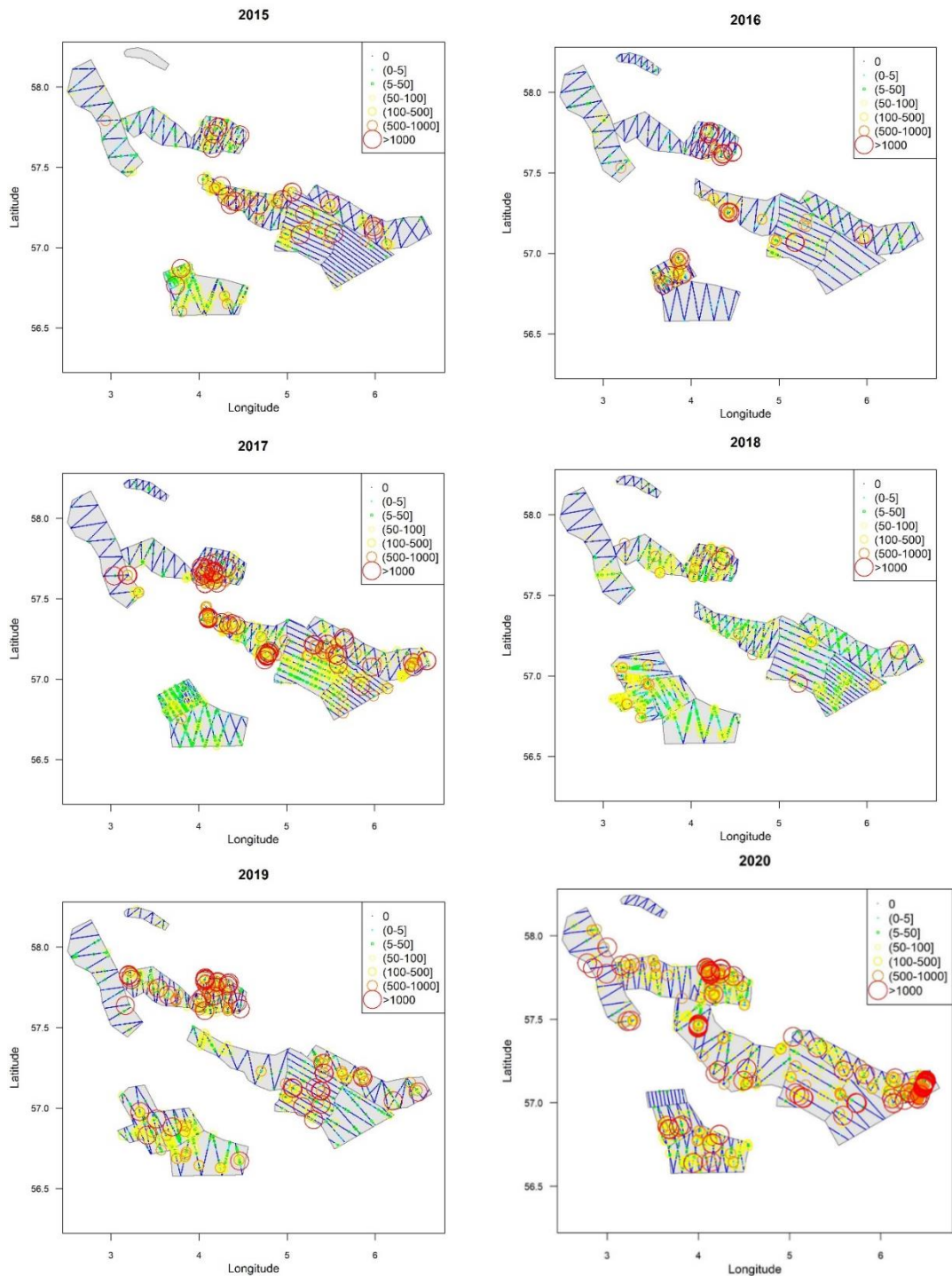


2013



2014



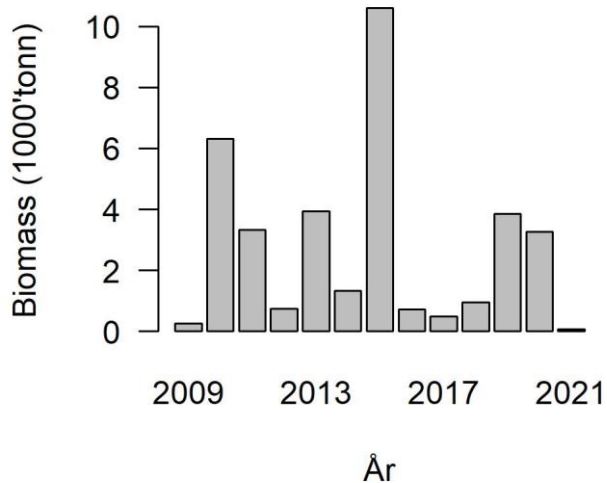


Figur 16. Geografisk utbredelse av ekkotetthet av tobis per 0,1 n.mi. for perioden 2009-2020. Størrelsen og fargen på sirkelne indikerer ekkotettheten (NASC). Nullverdier er angitt som blå prikker.

Forvaltningsområde 5

Vikingbanken har blitt undersøkt akustisk i perioden 2009-2021. Mengden tobis i område 5 er kritisk lav og biomassen ble estimert til kun 77 tonn (5%-95% konfidensintervall er 0 – 198 tonn) i 2021. Dette er det laveste biomasseestimatet på Vikingbanken siden starten av tidsserien i 2009 (Figur 17). Ikke en eneste havsil ble fanget på Vikingbanken i de tre bunntålstasjonene

og den ene tobisskrapestasjonen som ble tatt i 2021. Det ble imidlertid fanget ett individ av glattsil.



Figur 17 Biomasse (tonn) for Vikingbanken estimert fra de akustiske tobistoktene i Nordsjøen.

Referanser

- Hamre, J., Johnsen, E., & Hamre, K. (2014). A new model for simulating growth in fish. *PeerJ*, 2, e244.
- Pennington, M. 1983. Efficient estimators of abundance, for fish and plankton surveys. *Biometrics*, 281-286.
- Johnsen, E. 2016. Råd for tobisfiske i norsk sone i 2016 og rapport for tobistokt i Nordsjøen 25. april – 15. mai. Toktrapport/Havforskningsinstituttet/ISSN 1503 6294/Nr.17–2016.
- Johnsen, E. 2020. Råd for tobisfiskeriet i norsk sone for 2020 og rapport for tobistokt i Nordsjøen 23. april – 13. mai. Toktrapport/Havforskningsinstituttet/ISSN 1503 6294/Nr.9–2020.
- Johnsen, E. 2021. Råd for tobisfiskeriet i norsk sone for 2021 og rapport for tobistokt i Nordsjøen 23. april – 16. mai. Toktrapport/Havforskningsinstituttet/ISSN 15036294/Nr.6–2021.
- Johnsen, E., Sørhus, E., de Jong, K, Lie K.K. og Grøsvik, B.E. 2021 Kunnskapsstatus for havsil i norsk sone av Nordsjøen. Rapport fra havforskningen 2021-33 ISSN 1893-4536

Vedlegg 1

Forvaltningsområdene som gjelder fra 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 Ø005°18' i øst og mellom N57°27' og N57°41' eksklusiv området mellom N57°38' og N57°41', og Ø003°25' og Ø003°56'.

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

Området mellom N57°41' og N58°15', og den norske sektorlinje i vest og Ø005°18' i øst inklusiv området mellom N57°38' og N57°41', og Ø003°25' og Ø003°56'.

Forvaltningsområde 5

Underområde 5a. Vikingbanken sør.

Området mellom N60°00 og N60°20', og mellom norsk sektorlinje i vest og Ø003°10'.

Underområde 5b. Vikingbanken nord.

Området mellom N60°25' og N60°40', og mellom norsk sektorlinje i vest og Ø003°10'.

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

Området mellom N60°20' og N60°25', og mellom norsk sektorlinje i vest og Ø003°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 (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.

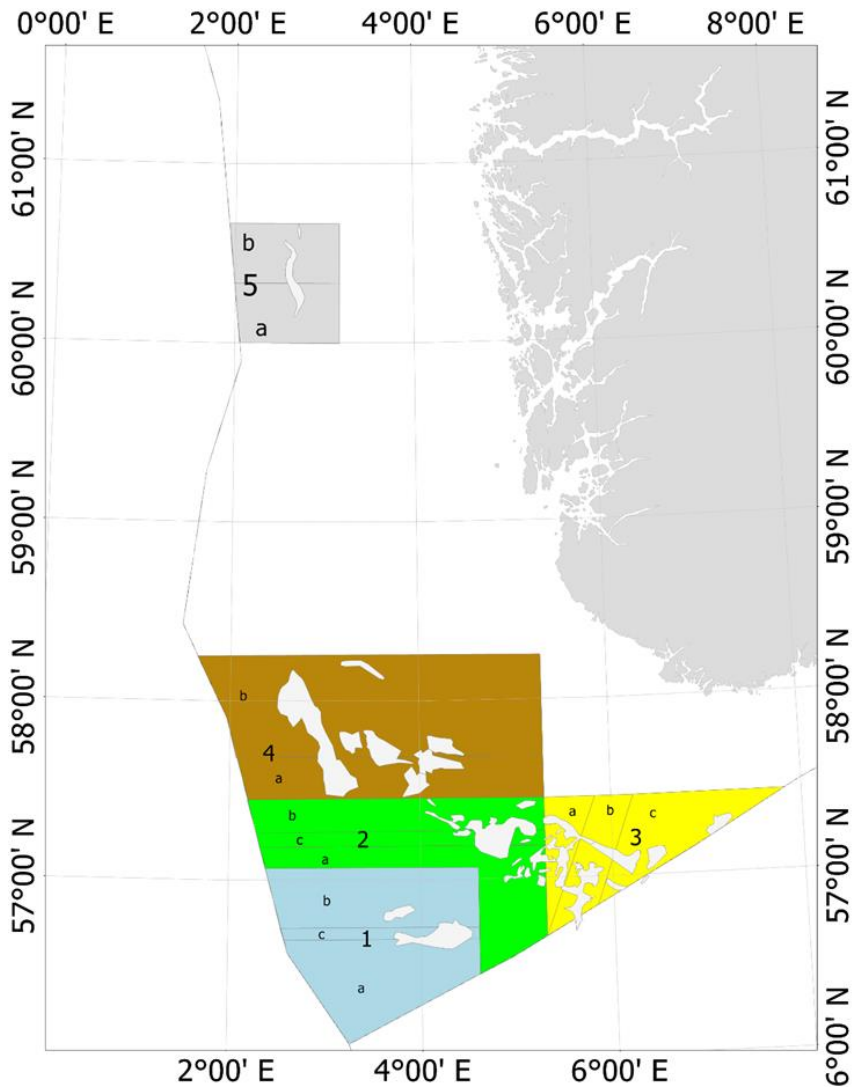


Figure A2.1. Map of the five Norwegian management areas in the North Sea for the period 2017-2019. Historically important fishing grounds are depicted in light grey.

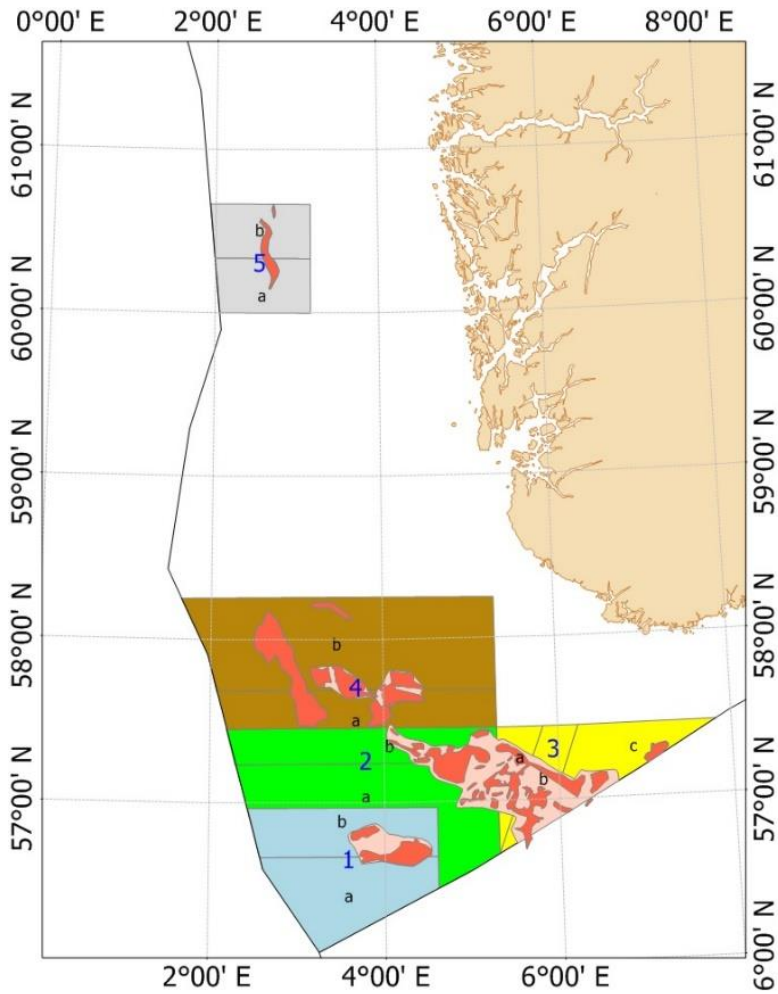


Figure A2.2 Map of the five Norwegian management areas in the North Sea for the period 2014-2016. Historically important fishing grounds are depicted in pink, and sandeel grounds in light pink.

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

