

Faglig grunnlag for foreløpig råd for tobisfiskeriet i norsk økonomisk sone i 2021



Espen Johnsen

**Havforskningsinstituttet
2021**

Foreløpige råd for tobisfiskeriet i norsk økonomisk sone i 2021

Råd

I henhold til målsetningen i den norske forvaltningsmodellen for tobis tilråd Havforskningsinstituttet (HI) en foreløpig kvote i NØS på inntil 110 000 tonn i 2021, der underområdene 1b, 1c, 2a, 2c, 3a, 3c og 4b åpnes for tobisfiske i perioden 15. april – 23. juni.

Resultatene fra HI sitt akustiske tokt i 2021 vil bli brukt til å lage et oppdatert råd på tobis som vil foreligge 15. mai 2021.

Tabell 1. Kvoteråd 2010-2021 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		

Oppsummering bestandssituasjon

Gytebiomassen av havsil i forvaltningsområdene 1-4 er på sitt høyeste nivå siden innføringen av den nasjonale forvaltningsmodellen av tobis i norsk økonomisk sone, men gytebiomassen er kritisk lav i forvaltningsområde 5 (Vikingbanken). På Nordgyden i område 4 er bestanden fortsatt kritisk lav.

Grunnet noe mangelfullt datamateriale er det vanskelig å sammenligne nåværende biomasse med bestandsmengden langt tilbake i tid, men sannsynligvis har ikke gytebestanden i sørlige del av norsk sone vært så høy siden 1990-tallet. Flere år med god rekruttering, og en forholdsvis moderat høstingsrate har ført til den store gytebiomassen.

Tobis lever av dyreplankton, og i 2020 har mattilgangen for tobisen vært god, og den individuelle vekten var middels høy i 2020.

En høy mengdeindeks fra skrapetoktet gjennomført i desember 2020 indikerer at rekrutteringen av 2020-årsklassen er god, men det er heftet stor usikkerhet med skrapetoktindeksen. Et langt mer sikkert estimat på årsklassestyrken vil være tilgjengelig når man har gjennomført det akustiske toktet i april-mai 2021.

Metode for prediksjon av total biomasse i 2021

For å predikere mengde og antall tobis i april 2021 er følgende beregninger og modellantagelser brukt:

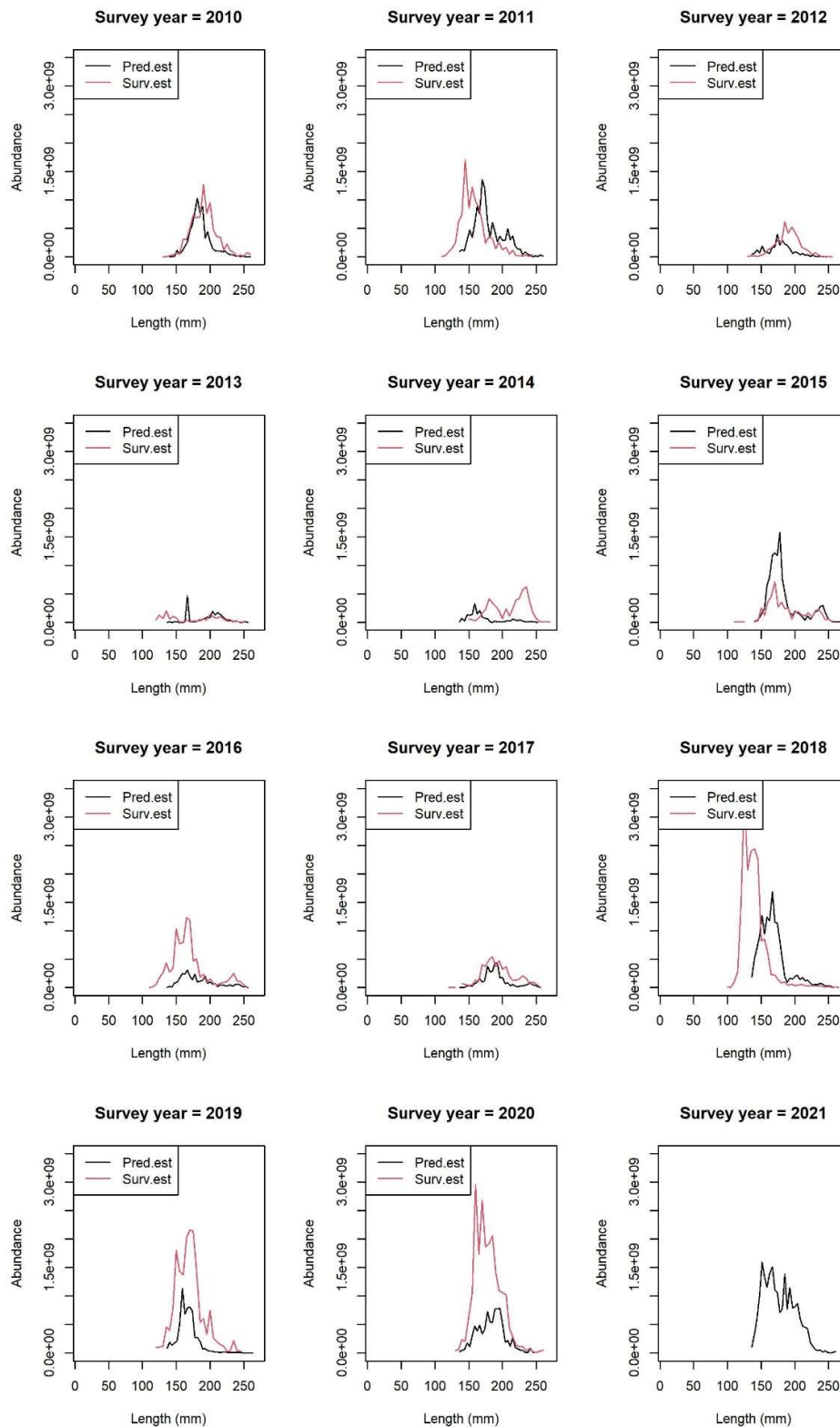
- a) Antall individer som har overlevet fiskeriet 2020:
 - *Estimert antall per lengdegruppe fra akustikktoktet 2020 minus estimert antall individer fanget av flåten per lengdegruppe.*
- b) Antall individer som dør naturlig i perioden mellom to akustiske tokt (altså i løpet av ett år).
 - *Våre beregninger 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 invers proporsjonal til lengden (L_s) og at dL minker mot maksimum lengde $L_{\max}$. K øker med gode vekstvilkår, men i den nåværende fremskrivningen antas k konstant. I vår modell har vi brukt parameterverdiene $k = 0.25$ og $L_{\max} = 26 \text{ cm}$. (Hamre et al. 2014)
- d) Beregnet individvekt (w) per lengde (L_s) i 2021:
 - *Bruker $w = a \cdot L^b$ der a og b parameterne er estimert basert på toktdata fra 2020. Antagelsen er at vekstforholdene i 2021 vil ligne på de i 2020. Analyser viser at prediksjonsfeilen er mindre når man bruker denne antagelsen enn å bruke gjennomsnittlig lengde-vekt relasjon for tidsserien.*
- e) Et forsiktig anslag på rekrutteringen av ettåringen i 2021 predikeres ved hjelp av skrapetoktet som ble gjennomført i desember 2020. Tidligere tokt viser at antall ettåringer estimert under akustikktoktet om våren og mengdeindeksen av

0-åringer fra skrapetoktet i desember er korrelert, men både skrapetoktindeksen og korrelasjonen har stor usikkerhet. Derfor er predikert rekruttering beregnet som det antall ettåringer som fremkommer fra skjæringspunktet mellom regresjonslinjen og 5-persentilen til skrapetoktindeksen av 0-åringene.

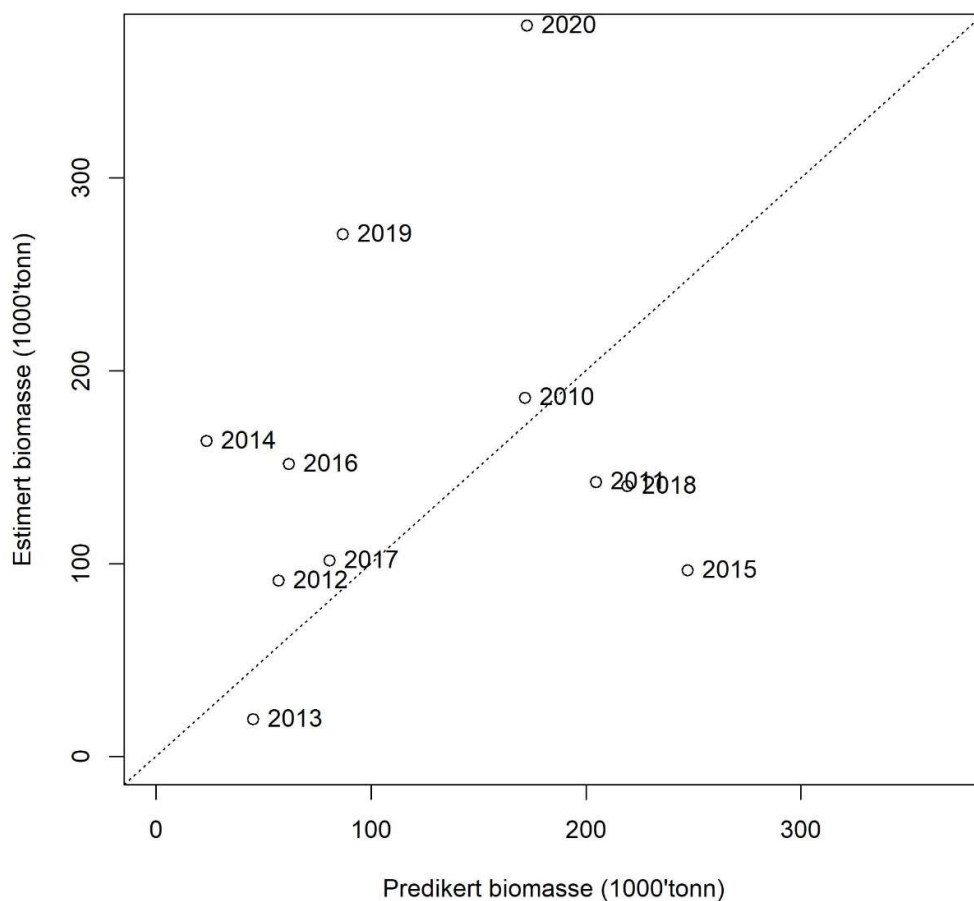
- *Lengdefordelingen av disse ettåringene antas å være lik lengdefordelingen av ettåringer i det toktåret der estimert antall ettåringer er likest det antall som er predikert for 2021 (siden det antas at individveksten er tetthetsavhengig). For 2021 brukes den samme lengdefordelingen for ettåringer som observert i toktår 2019.*

Prediksjon

Tilsvarende prediksjon som beskrevet over (med unntak av punkt e) er gjort for alle toktår siden 2009. Predikert individvekt er beregnet med å bruke a og b parameterne fremkommet fra toktdata året før prediksjonsåret. Figur 1 viser predikert og survey estimert antall per lengdegruppe for alder 2 år og eldre individer per toktår. Figur 2 viser predikert biomasse versus biomassen som ble målt under det akustiske toktet for alder 2 år og eldre individer.



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 2021 foreligger det ikke noe toktestimat før etter toktslutt i mai.



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

Det er en del avvik mellom prediksjon og survey estimert antall individer, og for de to siste årene (2019-2020) har det blitt målt vesentlig flere individer enn predikert (Figur 1). Også survey biomasseestimatene for disse årene var vesentlig høyere enn predikert biomasse (Figur 2). Situasjonen var motsatt i 2018 der predikert biomasse estimat var betraktelig høyere enn survey estimatet (Figur 2). For 2018 skyldes dette avviket at individvekten var mye lavere enn i tidligere år. Det store avviket i 2015 skyldes sannsynligvis at dårlig vær gjorde det vanskelig å observere tobis med ekkolodd som rapportert i tidligere toktrapporter (Johnsen 2015; 2016).

Prediksjonsfeil av biomasse av to år og eldre tobis

Ettersom prediksjonen av (Figur 2, Tabell 2) innehar en del usikkerhet er det nødvendig å legge på en sikkerhetsbuffer i tilfelle prediksjonen av biomassen i 2021 er for optimistisk.

Prediksjonsfeilen er beregnet som: $pred.feil = (B_{pred, Age2+} - B_{est, Age2+}) / B_{est, Age2+}$

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 et gitt år har over- eller undervurdert bestanden i prediksjonen i forhold til faktisk målt. 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 et fokus på de årene der prediksjonen er større enn de faktiske survey estimatene siden det vil være svært uheldig å gi en høyere foreløpig kvote enn som er forsvarlig basert på målt biomasse under toktet. 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 gjeldene prediksjonsfeilen ut som snittet av prediksjonsfeilene (0,78) i 2011, 2013 og 2018 som er de tre årene med høyest relativt avvik mellom biomasse predikert og estimert under surveyene (Tabell 2). Grunnet vanskelige måleforhold og påvist et underestimat i 2015 (Johnsen 2016) er 2015-toktet ekskludert for utregningen av prediksjonsfeilen brukt i kvoterådet.

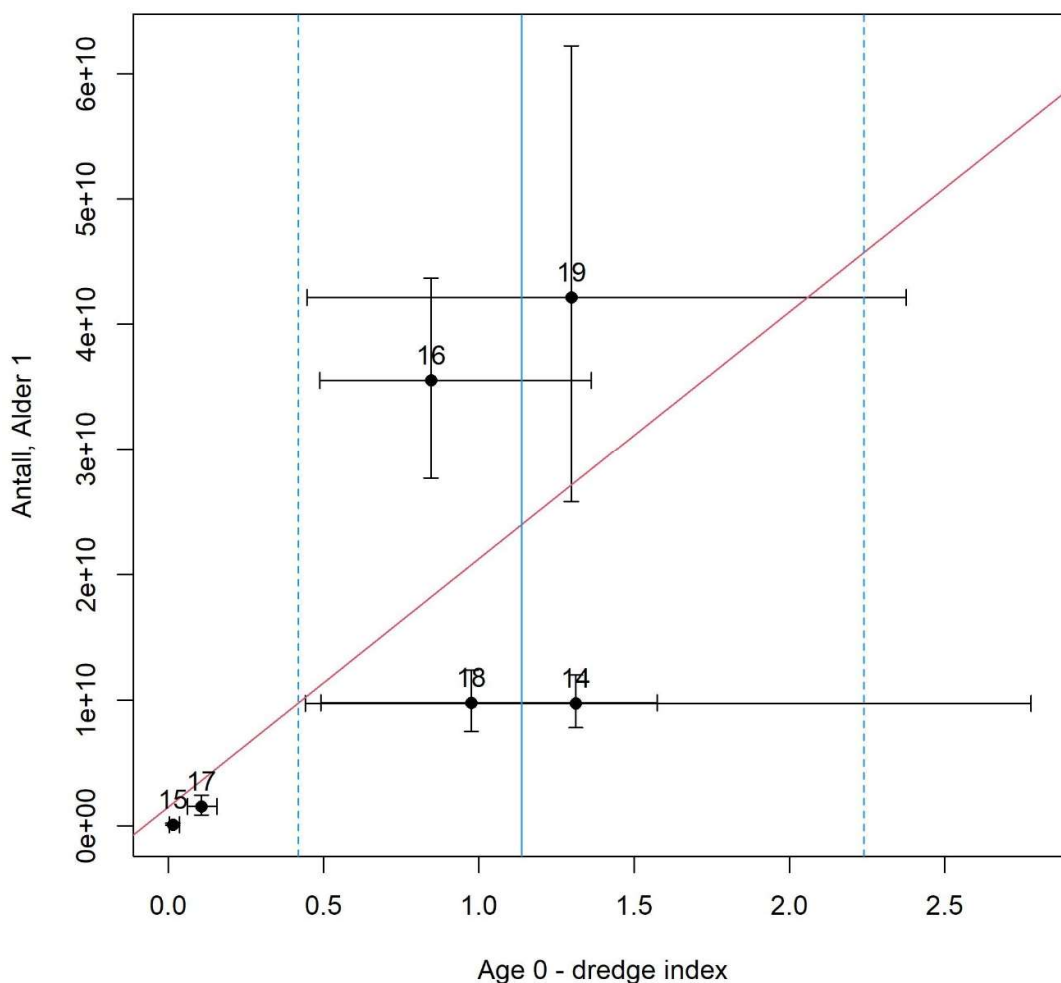
Tabell 2. Predikert og estimert (fra tokt) biomasse av 2 år og eldre tobis. Positive verdier på prediksjonsfeilen betyr at prediksjonsmodellen gir en høyere biomasseanslag enn toktestimatet.

År	tonn.est2pluss	tonn.pred2pluss	pred.feil %
2010	186 092	171 477	-8
2011	142 406	204 540	44
2012	91 218	56 822	-38
2013	19 329	44 979	133
2014	163 541	23 435	-86
2015	96 550	247 175	156
2016	151 629	61 606	-59
2017	101 603	80 491	-21
2018	140 256	219 140	56
2019	270 928	86 647	-68
2020	379 029	172 356	-55
2021	-	374 531	-

Prediksjon av rekruttering

I 2014 startet man med årlige tobisskrapetokt i november-desember i sørlige del av norsk sone av Nordsjøen med den hensikt 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 svakt korrelert med survey estimatet av ettåringene om våren (Figur 3). Det er likevel klart at skrapetoktet gir en god indikasjon på om rekrutteringen er dårlig noe som er tydelig for 2015- og 2017 årsklassene som ble estimert til å være svært svake i både skrapetokt og akustiske tokt (Figur 3). Skrapetoktet klarer ikke å estimere om en årsklasse er middels eller sterk (Figur 3), men totalt sett er det en svak korrelasjon mellom mengdeindeksen av 0-åringer fra skrapetoktet i desember og antall ettåringer estimert under akustikktoktet om våren (Figur 3). Derfor brukes mengdeindeksen av 0-åringene til å predikere antall ettåringer om våren. Siden prediksjonen er svært usikker beregnes rekrutteringen som det antall ettåringer som fremkommer fra skjæringspunktet mellom regresjonslinjen og 5-persentilen til skrapetoktindeksen av 0-åringene (Figur 3). For å beregne biomass av predikert ettåringer så antas det først at lengdefordelingen til ettåringene vil være lik

den lengdefordelingen som ble observert i det året som hadde et tilnærmet likt antall ettåringer som predikert for 2021. Utgangspunktet for å bruke en slik lengdefordelingen er at det antas en tetthetsavhengig lengdevekst. Individvekten per lengdegruppe beregnes ved å bruke $w = a \cdot L^b$ der a og b parameterne er estimert basert på toktdata fra 2020. 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 2014-2019 (14-19 i figuren). Blå linje viser median rekrutteringsindeks fra skrapetoktet høsten 2020, 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 basert på skrapetoktet året før.

Høstingsregel

I 2018 ble det for første gang introdusert en regel for kvotefastsettelse for tobis i den norske forvaltningsmodellen basert på de relativt gode prediksjonene vist i Figur 1 og 2 i kombinasjon med rekrutteringsindeksen estimert fra skrapetoktet. Dette gjør

kvoterådet for tobis mer forutsigbart og objektivt. I 2019 er 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 landing i tonn dividert på estimert biomasse fra det akustiske toktet) har vært ca. 40 % for perioden 2010 til 2019 (Tabell 3). En slik høstingsrate synes å gi en langsiktig balanse mellom overlevelse av tobis og et stabilt godt fiskeri.

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

År	Biomass est. (tonn)	RSE	Landing*(tonn)	% Høstingsgrad
2009	223 113	0.22	-	0
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	140 446	0.26	40 836	29
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	659 039	0.18	234 754	36

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

Høstingsregelen brukt for å sette en foreløpig kvote i 2021 er:

$$kvote_{2021} = \left(\left(B_{pred, Age} / (1 + pred. feil) \right) + B_{pred, Age} \right) \cdot hr$$

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), og forsiktighetsbufferen er satt som (1+pred.feil) dvs. (1+0,78).

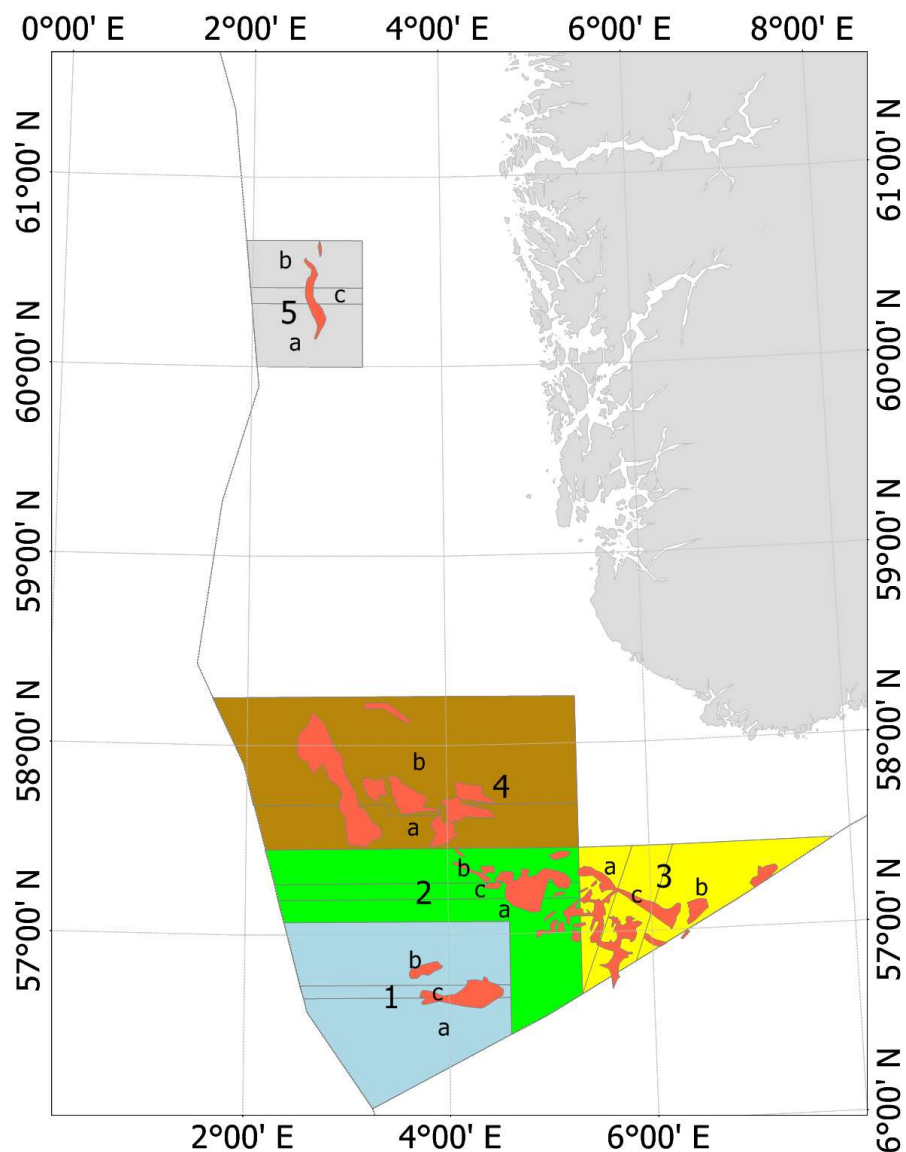
Prediksjonsusikkerheten er større for alder 1, men denne usikkerheten er det tatt hensyn til ved å bruke 5-persentilen av skrapetoktindeksen (Figur 3).

Den predikerte biomassen av 2 år og eldre tobis i 2021 er 374 531 tonn, og den predikerte biomassen (basert på 5-persentilen fra skrapetoktet, Figur 3) av ettåringer i 2021 er 68 788 tonn. Dette gir et foreløpig kvoteråd (i henhold til ligningen over avrundet til nærmeste 5000 tonn) på 110 000 tonn.

Forvaltningsmodell

Etter en prøvefase i 2010 innførte Norge fra 2011 en områdebasert forvaltning av tobis i norsk økonomisk sone (NØS) av Nordsjøen. Hovedmålsettingen med planen er å bygge opp gytebiomasse av tobis på alle historisk viktige tobisfelt i NØS for å sikre et langsiktig bærekraftig tobisfiske. En slik forvaltning vil øke rekrutteringspotensialet for denne nøkkelarten i økosystemet, og således gi økt mattilgangen for arter i Nordsjøen som beiter på tobislarver og eldre tobis. Forvaltningsmodellen ble evaluert av Fiskeridirektoratet, HI og fiskerinæringen våren 2014, i desember 2016, og på nytt i 2020. Kart over gjeldende forvaltningsområder og underområder er vist i Figur 4. Posisjonene til gjeldene områdegrensene er gitt i Vedlegg 1. Tidligere inndelinger av forvaltningsområdene og detaljer knyttet til forvaltningsmodellen er vist i Vedlegg 2.

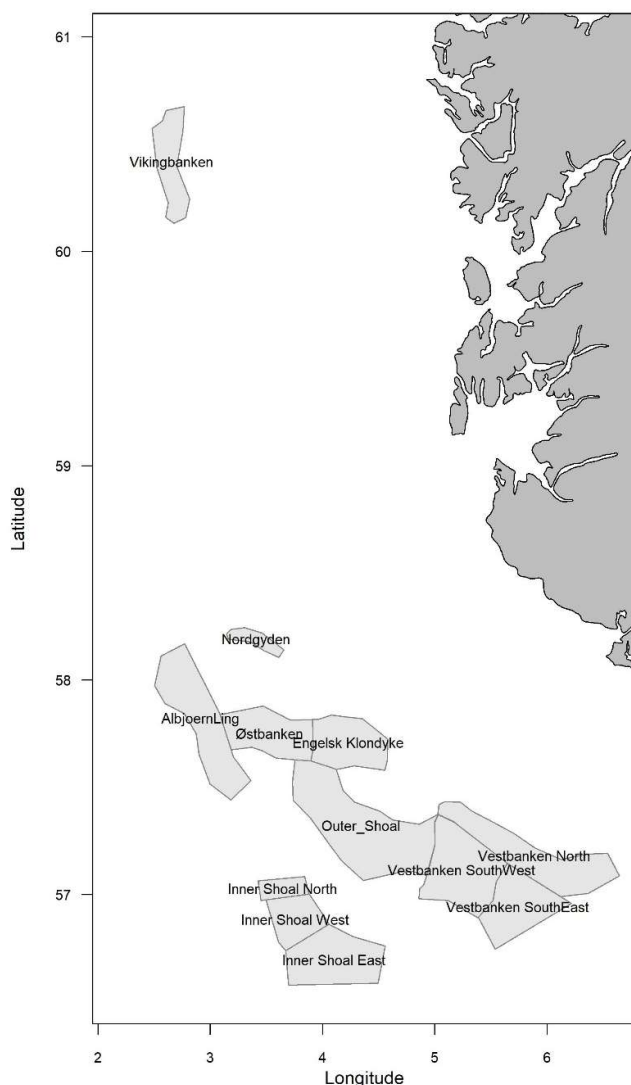
Hvis beregningene tilsier at gytebiomassen er for lav til å sikre en full reproduksjonskapasitet for den lokale tobisbestanden vil området være stengt for tobisfiskeri. (Dette har vært situasjonen i Forvaltningsområde 5 (Vikingbanken) siden 2010). I henhold til forvaltningsmodellen skal HI forut for fiskerisesongen gi råd om totalkvote og hvilke områder som kan åpnes. I løpet av april-mai 2021 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 oppdatert råd om en eventuell åpning av nye områder, og en eventuell økt kvote.



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

Toktmetodikk, akustikk

Havforskningsinstituttet har de senere årene utviklet akustisk metodikk for å måle utbredelse og mengde av tobi, og i nært samarbeid med tobi-fiskerne er de sentrale og historisk viktige tobi-områdene i norsk sone definert. For hvert toktområde (strata) (Figur 5) blir det brukt et survey-design som enten baserer seg på parallelle eller sikk-sakk-kurser med tilfeldig startpunkt. Dette tillater beregning av samplingsusikkerheten. Med ny kunnskap om geografisk fordeling av tobi 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 toktdekning i 2020. Se Johnsen 2020 for detaljer om metode.



Figur 5. Strata (grå polygoner) dekket under tobistoktet 2020. Et toktområde kan dekke flere mindre tobisfelt.

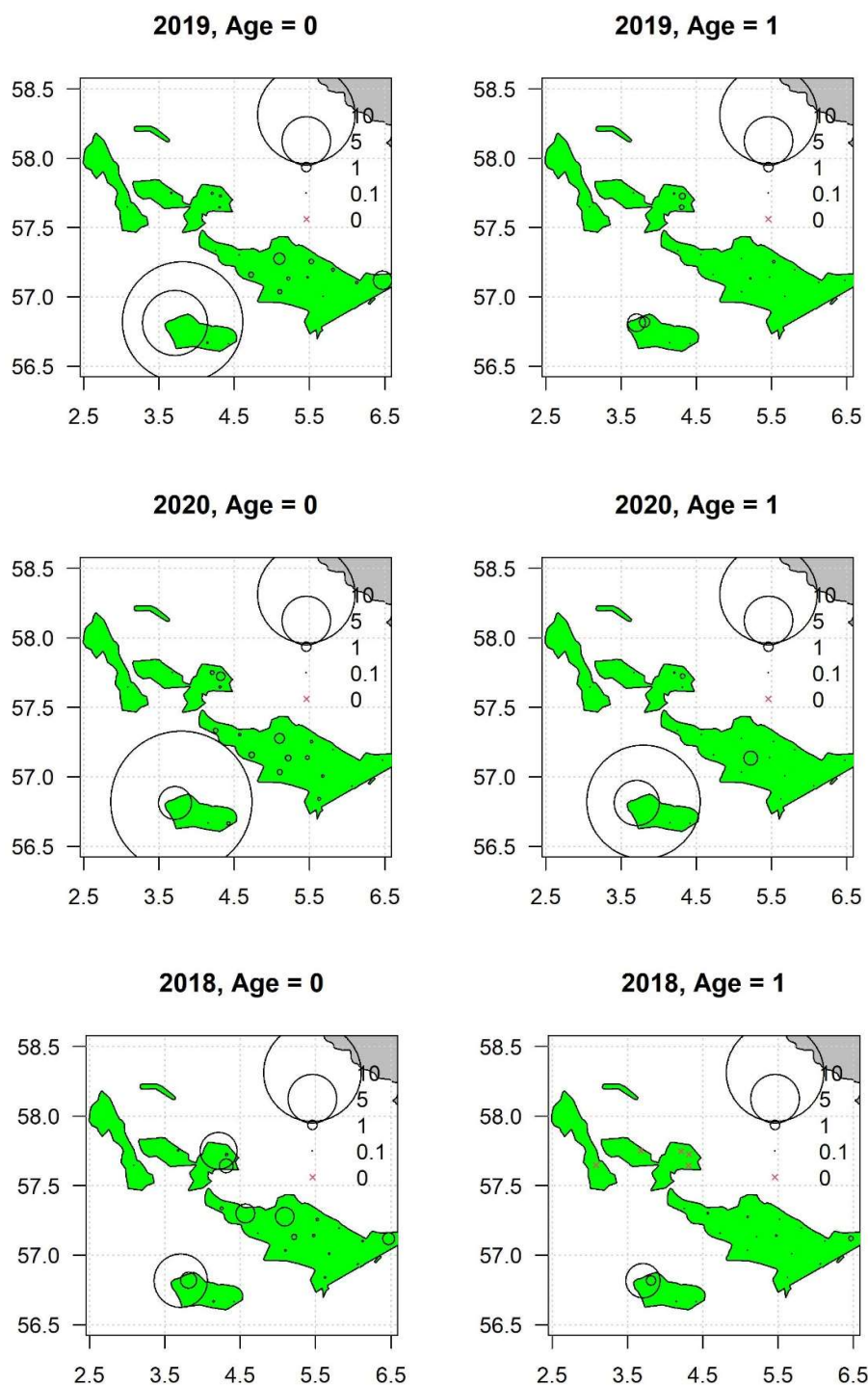
Skrapetokt

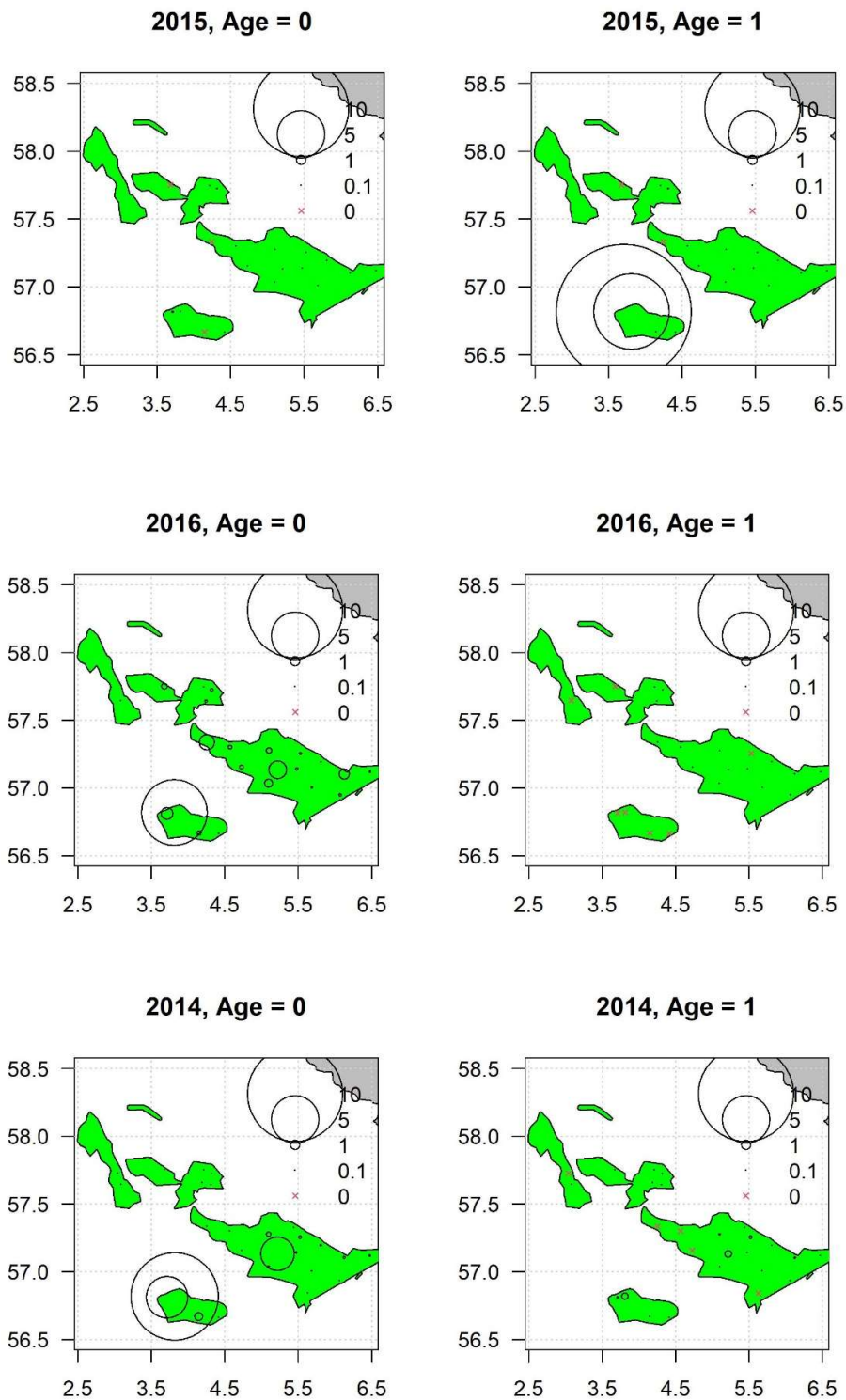
Danmarks Tekniske Universitet, Institutt for Akvatiske Ressurser (DTU Aqua) har gjennomført utvidet skrapetokt i november-desember i 2014-2020 i områdene 1-4 i norsk sone. Målsettingen med dette toktet er å måle mengden 0-åringer i november-desember for å ha et mål på rekrutteringen før fiskeriet starter 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 2014-2019 indikerer at man i alle fall kan bruke skrapetoktdataene til å forutsi om en årsklasse er svak eller sterk.

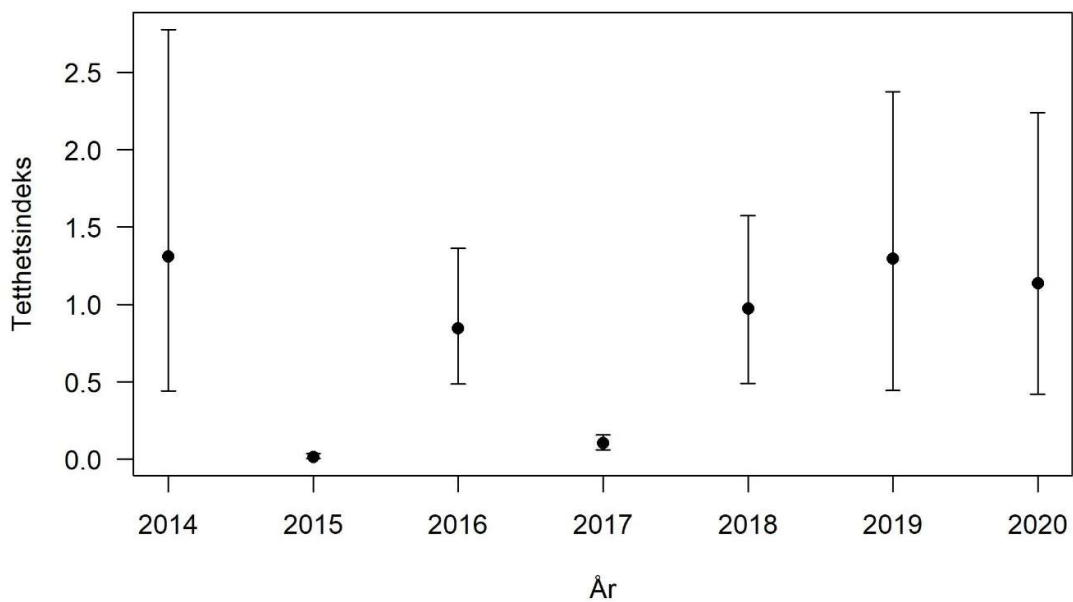
Figur 6 gir en oversikt over geografisk fordelingen av skrapestasjoner og fangstratene for 0- og 1-åringer per år i NØS. Rekrutteringsindeksen er beregnet ved å bruke areal vektet delta-lognormal fordeling grunnet mange nullstasjoner og skjev fordeling av fangstratene (Pennington, 1983). Konfidensintervallene ble estimert ved hjelp av

bootstrap (1000 kjøringer), og rekrutteringsindeksen indikerer at alle de tre siste årene har vært vesentlig sterkere enn rekrutteringen av 2015 og 2017 årsklassene (Figur 7). Årsklassene 2014 og 2016 er jevnsterke med de siste tre årene (Figur 7). 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. På den andre side klarer ikke indeksen å måle dynamikken mellom sterke og middels sterke årsklasser (Figur 3 og Figur 7).





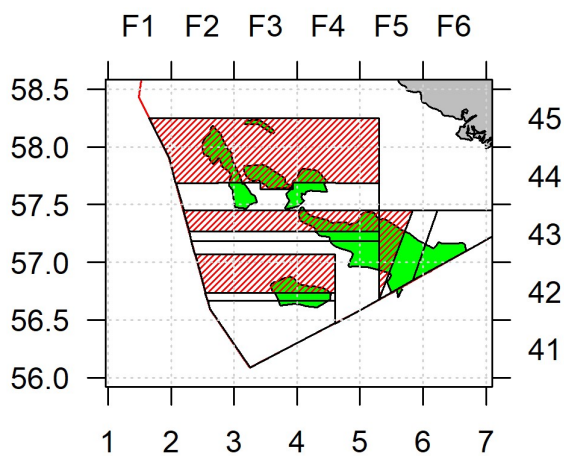
Figur 6. Skrapeposisjoner i norsk økonomisk sone (NØS) 2014-2020. Størrelse på sirklene indikerer fangstrate (antall per tauemeter). Nullfangstene er indikert med røde kryss.



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

Fiskeridata

Tobis holder seg på avgrensede områder med bunnforhold der tobis kan grave seg ned i sanden. Det er i disse avgrensede tobisområdene flåten tråler. Figur 8 viser hvilke underområder som var åpne for fiskeri i 2020. Totalt ble det landet over 244 000 tonn av norske fartøy og ca. 700 tonn av svenske trålere i norsk sone.

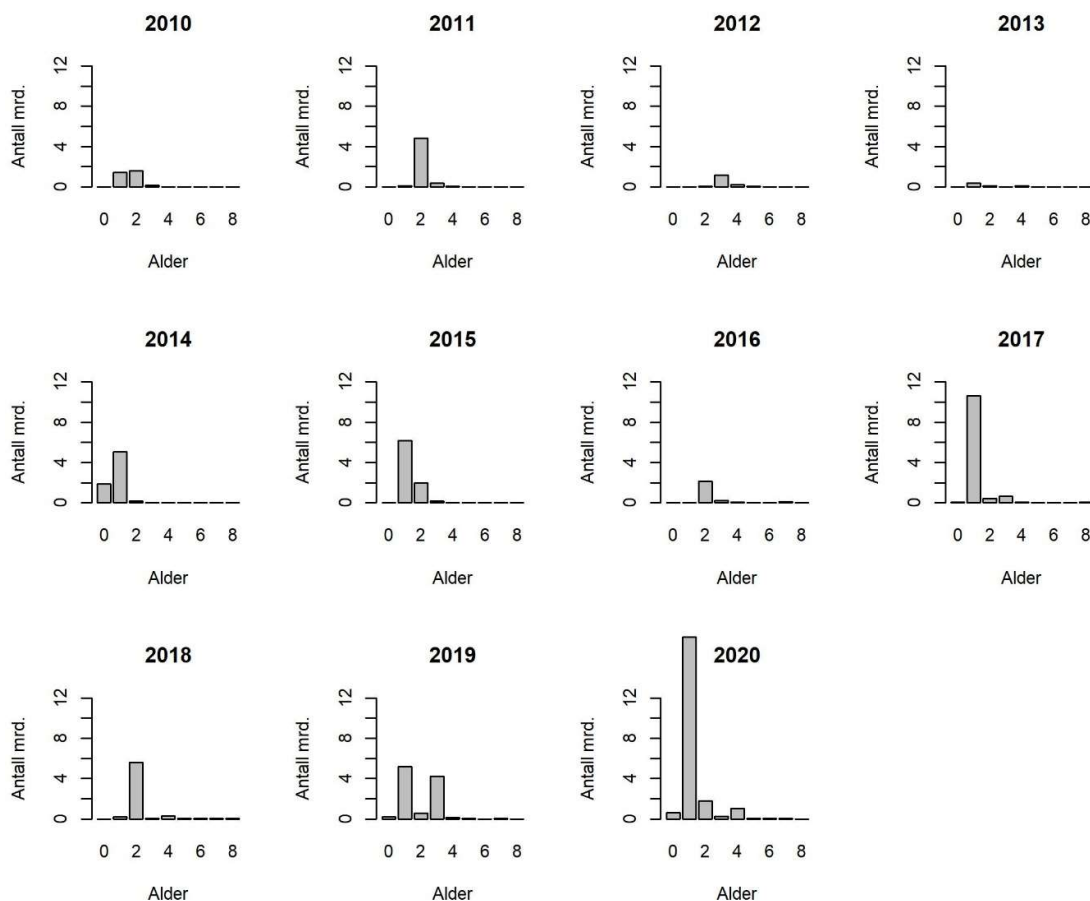


Figur 8 Stengte (røde) og åpne (gjennomsiktige) områder for tobisfiskeriet i NØS 2020. Grønt indikerer tobisområdene. Stiplede linjer viser ICES-ruter, og rutenavn er gitt på topp- og høyreakse.

Tabell 4 viser fordelingen av tobisfangstene per forvaltningsområde og måned. Fordelingen av landinger var ganske lik mellom områdene, men mest fisk ble landet i område 2 og 3.

Tabell 4. Norske landinger av tobis (tonn) per forvaltningsområde og måned i 2020.

	Forvaltningsområde				
Months	1	2	3	4	Totalt
april	25 705	190	14 207	6 932	47 034
mai	22 501	24 705	33 473	33 513	114 193
juni	7 576	45 633	28 323	1 362	82 894
Totalt	55 782	70 528	76 004	41 807	244 121



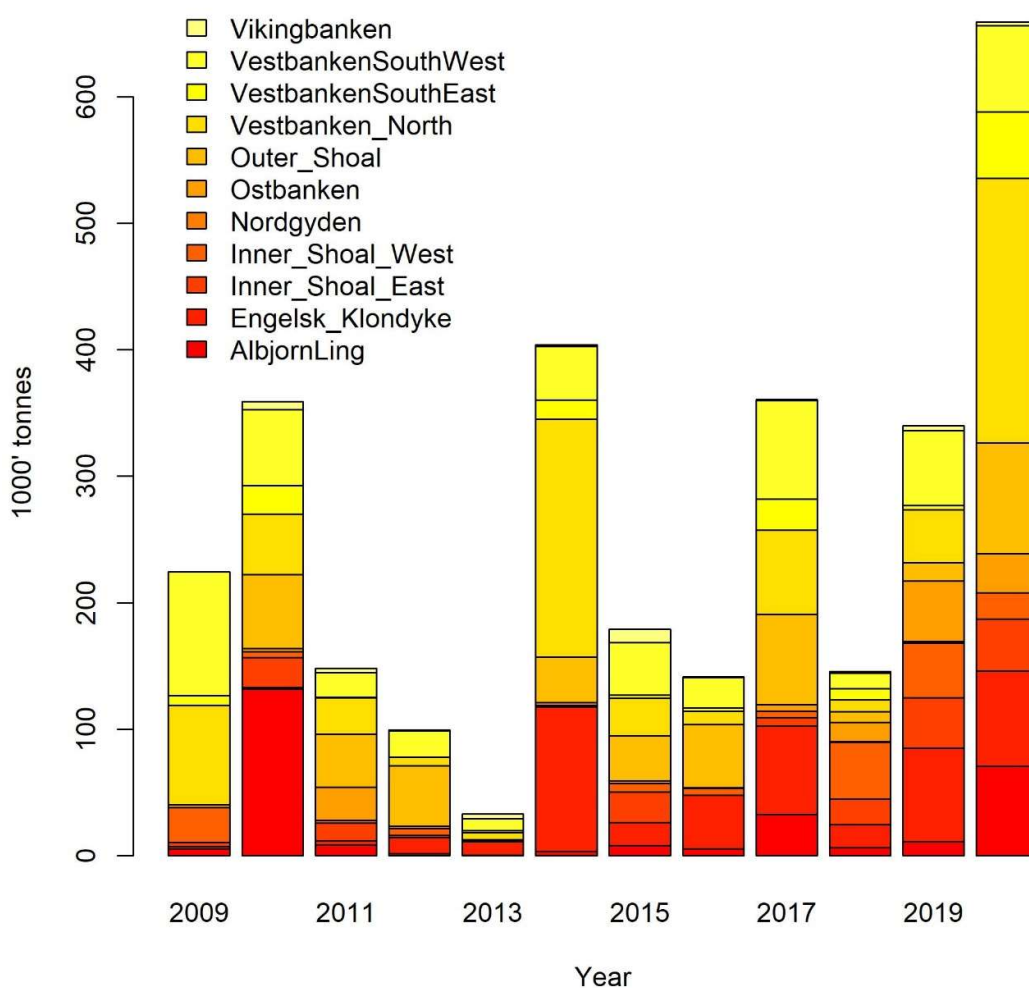
Figur 9. Aldersfordeling i de kommersielle fangstene av tobis fra NØS for perioden 2010-2020.

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 dominere fangstene (Figur 9), men det også ble fanget en del individer av både 2 og 4 åringer i 2020.

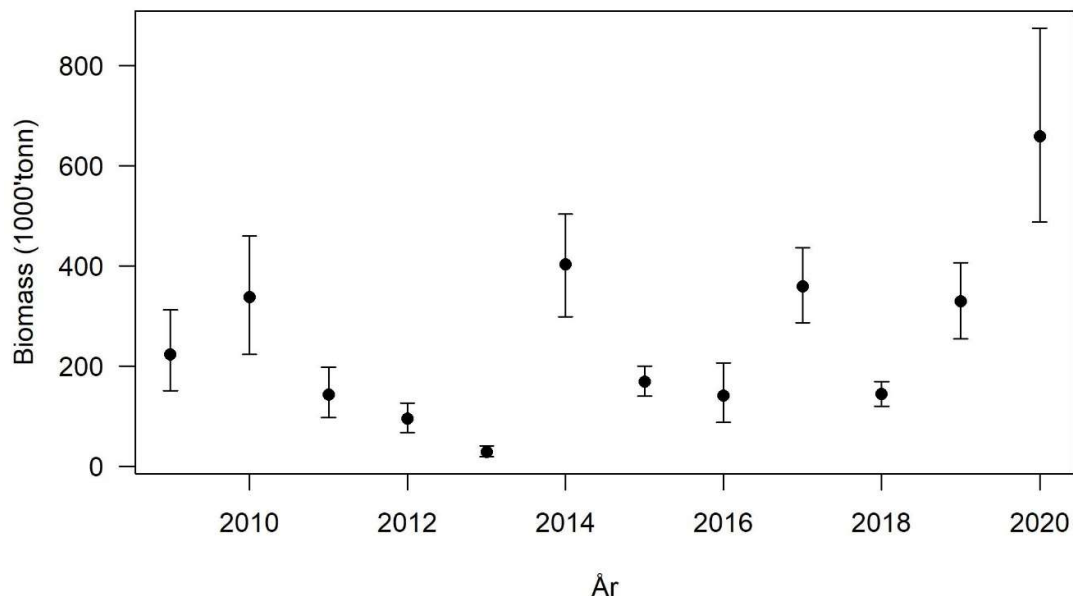
Resultat fra akustikktokt og bestandsutvikling

Forvaltningsområdene 1-4

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



Figur 10. Biomasse (1000 tonn) per toktområde (ekskl. Nordgyden og Vikingbanken) og år estimert fra de akustiske tobistoktene i Nordsjøen.



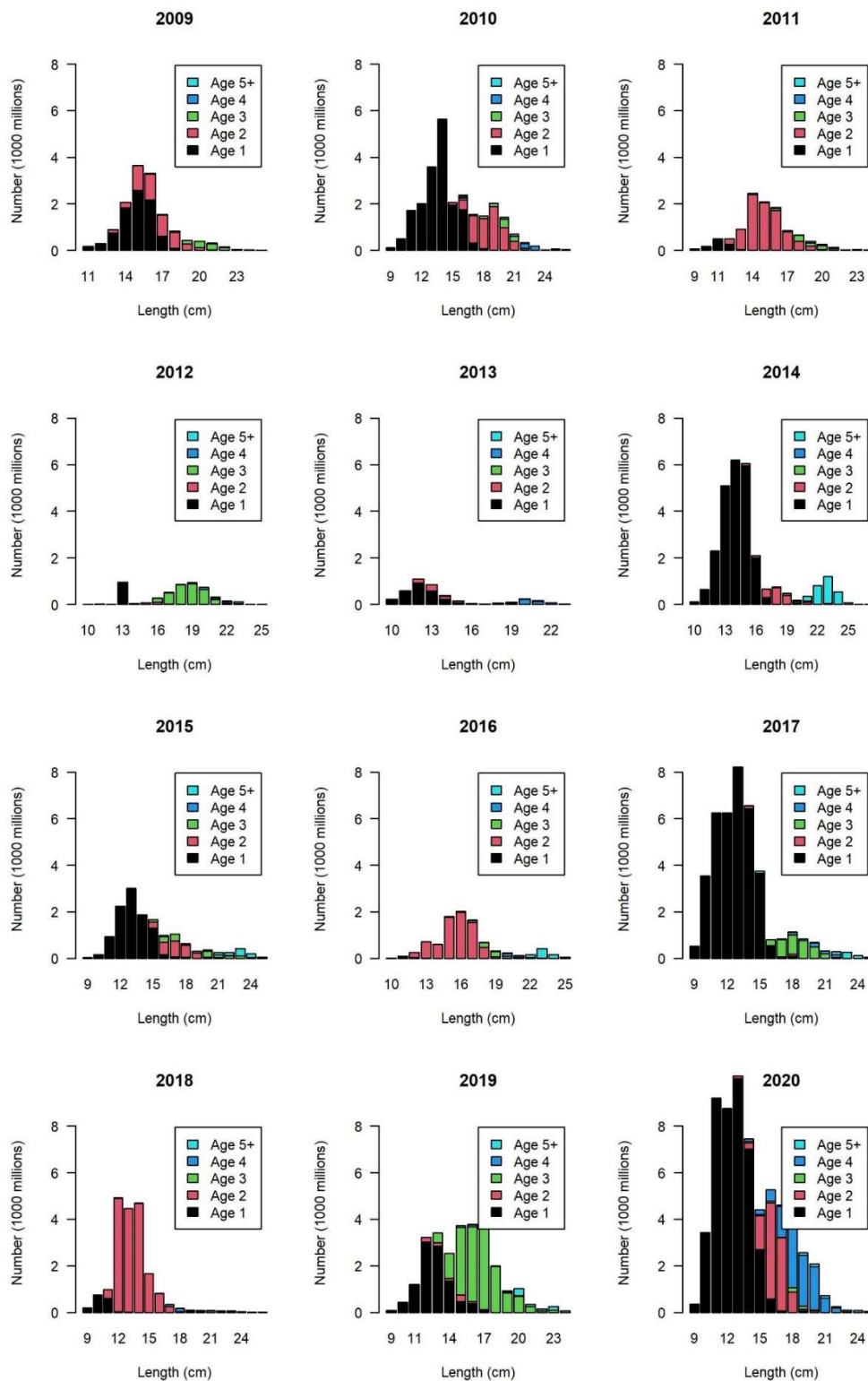
Figur 11. Biomasse med konfidensintervall (5-95%) totalt for alle toktområder i forvaltningsområdene 1-4 (ekskl. Nordgyden) per år estimert fra de akustiske tobistoktene i Nordsjøen.

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 13). I tillegg var 2012-årsklassen kun middels sterk slik at gytebestanden var lav ved gyting i årsskiftet 2013/2014 (Figur 10 og 11). Denne bestandsnedgangen fikk også store konsekvenser for den geografiske spredningen av bestanden (Figur 14b). 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 svært mye mellom områdene (Figur 14b). Rekrutteringen av 2013-årsklassen var svak i område 1, 4 og 5. 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 da. 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.

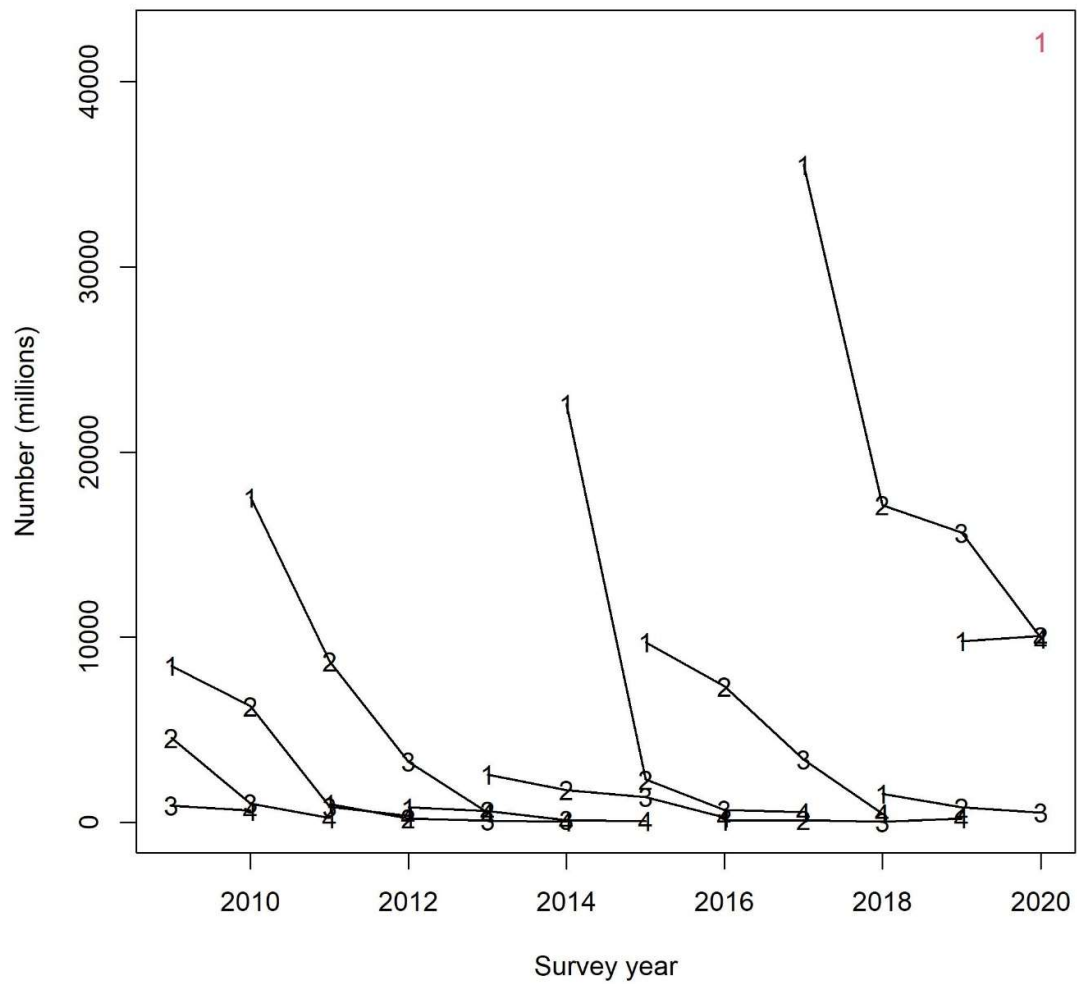
Været var også bra under 2017-toktet, og som forventet fra observasjoner av 0-åringer fra både akustikktoktet og skrapetoktet i 2016 ble det målt store forekomster av 1-

åringer i 2017 (Figur 13). I tillegg var denne årsklassen godt spredd i område 1-4. Skrapetoktet antydte at 2017-årsklassen er svak (Figur 3, 6 og 7). 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 er aldersgruppen som i 2018 klart dominerte i antall, var hele 47 % 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.

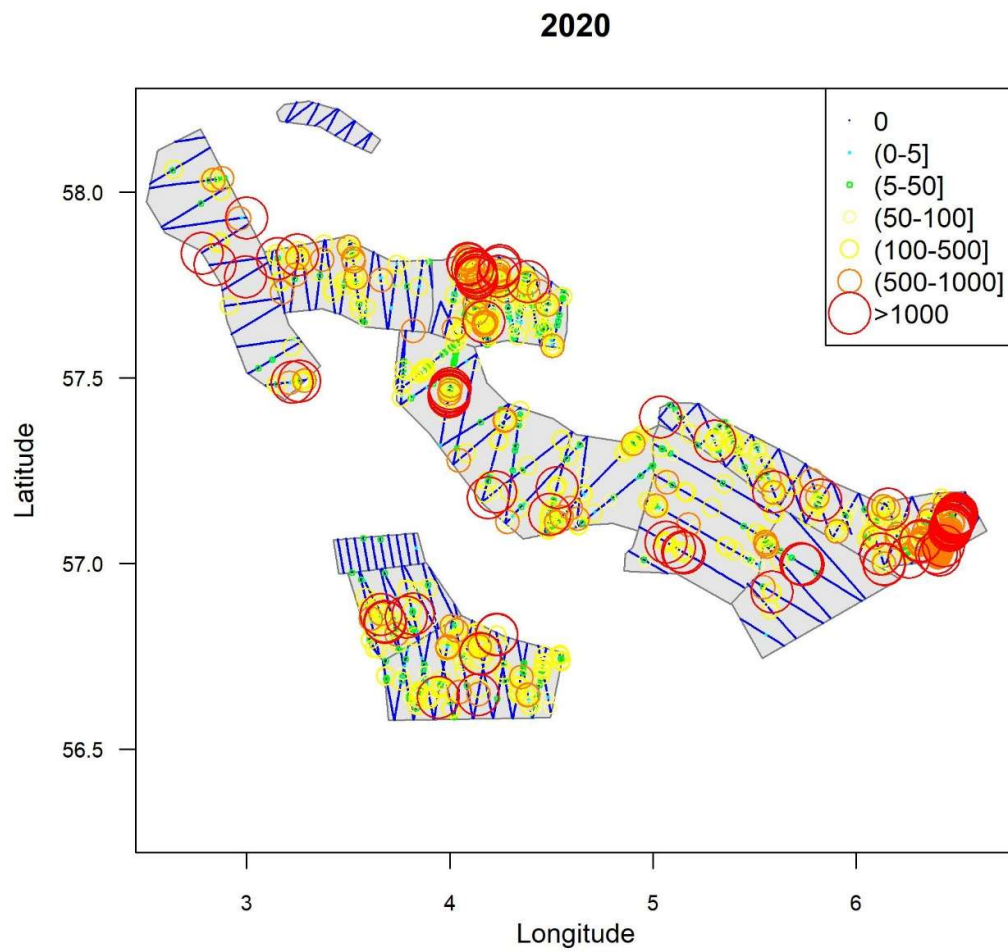
Det var knyttet en stor spenning til rekrutteringen av 2018-årsklassen (ettåringer) i forkant av det akustiske toktet i 2019, men rekrutteringen ble svakere enn forventet basert på skrapetoktet og ble målt til å være på nivå med den nedre del av konfidensintervallet til rekrutteringsindeksen (Figur 3). Selv om estimatet av antall ettåringer bare ble middels høyt, så var det positivt at ettåringer ble fanget i alle områdene. I 2020 fortsatte den positive utviklingen, og rekrutteringen av 2019-årsklassen er meget sterk (Figur 12 og 13), og sammen med fremdeles mye toåringer og mye fireåringer er biomasseestimatet for 2020 det høyeste i toktserien som startet i 2009. Bestanden var også mer spredt i 2020 (Figur 14). Dette store mengden tobis bidro til et høyt kvoteråd i 2020. Det er også forventet en rekordsterk gytebiomasse i 2021, og ved inngangen til årets tobissesong er den totale biomassen estimert til å være omtrent 440 tusen tonn (med et forsiktig anslag på rekrutteringen).



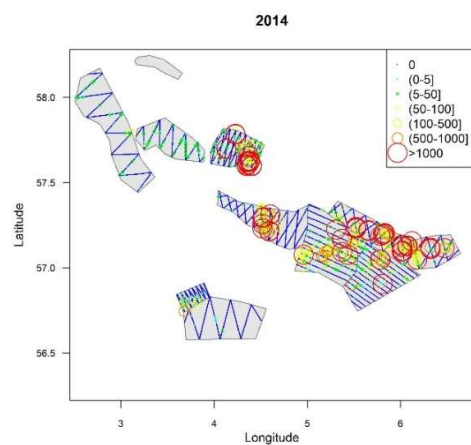
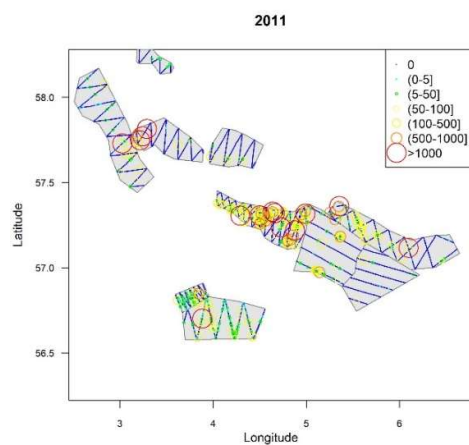
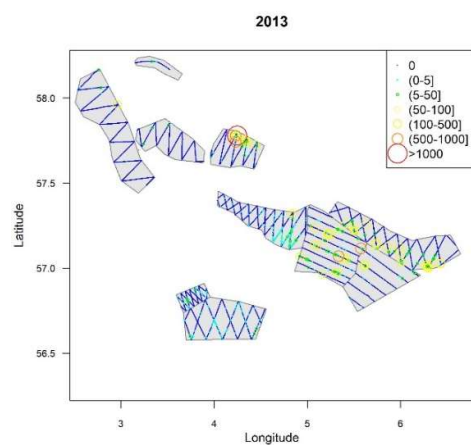
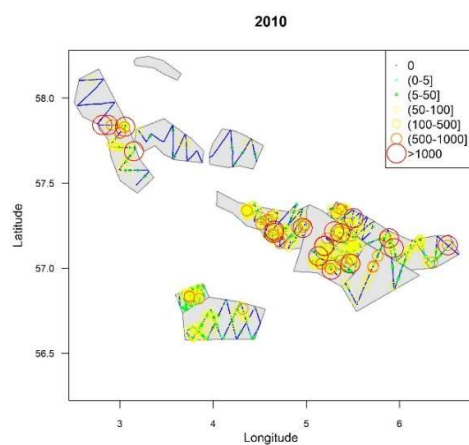
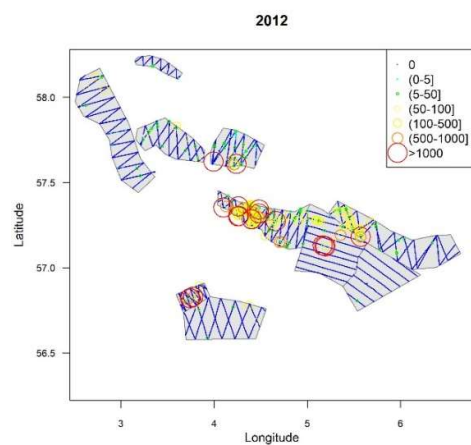
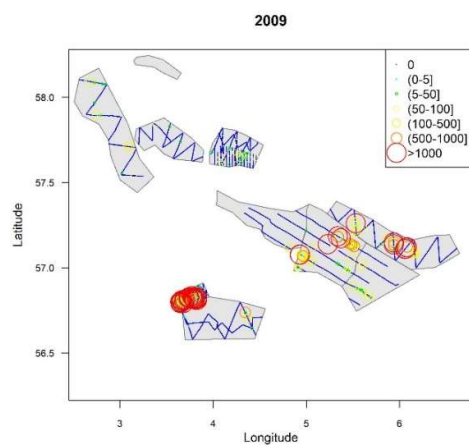
Figur 12. Estimert antall individer per lengde- og aldersgrupper hvert år (ekskl. Nordgyden og Vikingbanken).

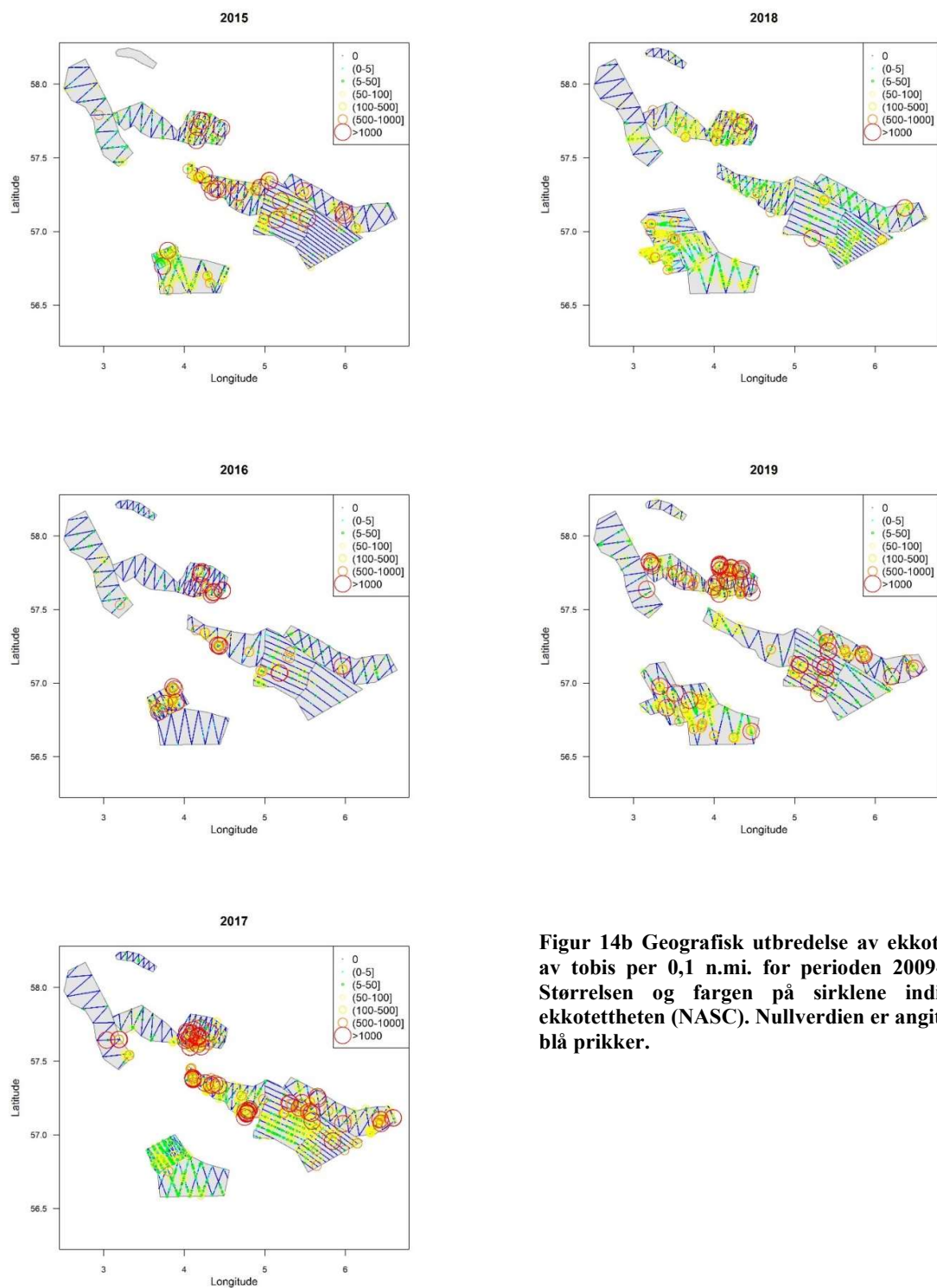


Figur 13. Estimert antall individer per årsklasse ved alder 1 til alder 4. Tallene i linjene viser alder på fisken. Rødt nummer ('1') viser 2019-årsklassen.



Figur 14a. Geografisk utbredelse av tobis (akustisk tetthet) 2020.



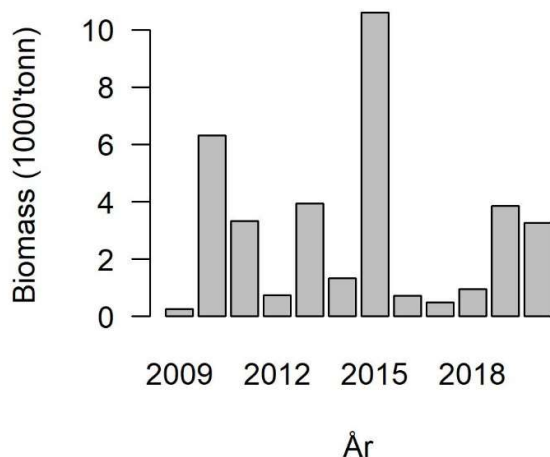


Figur 14b Geografisk utbredelse av ekkotetthet av tobis per 0,1 n.mi. for perioden 2009-2019. Størrelsen og fargen på sirklene indikerer ekkotettheten (NASC). Nullverdien er angitt som blå prikker.



Forvaltningsområde 5

Vikingbanken har også blitt kartlagt akustisk, men det har aldri blitt målt store konsentrasjoner av tobis. Det har også vært vanskelig å få tobis i trålprøvene fra dette området. I perioden 2009-2020 har biomasseestimatene for Vikingbanken variert fra under 500 t (2009) til 12 800 tonn (i 2015) (Figur 15). Selv med usikre bestandsestimat fra Vikingbanken er det ikke noen tvil om at mengden tobis i området fortsatt er svært liten.



Figur 15. 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. 2015. Råd for tobisfiske i norsk sone i 2015 og rapport for tobistokt i Nordsjøen 25. april – 15. mai. *Toktrapport/Havforskningsinstituttet/ISSN 1503 6294/Nr.6–2015*.
- 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*.



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 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 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.

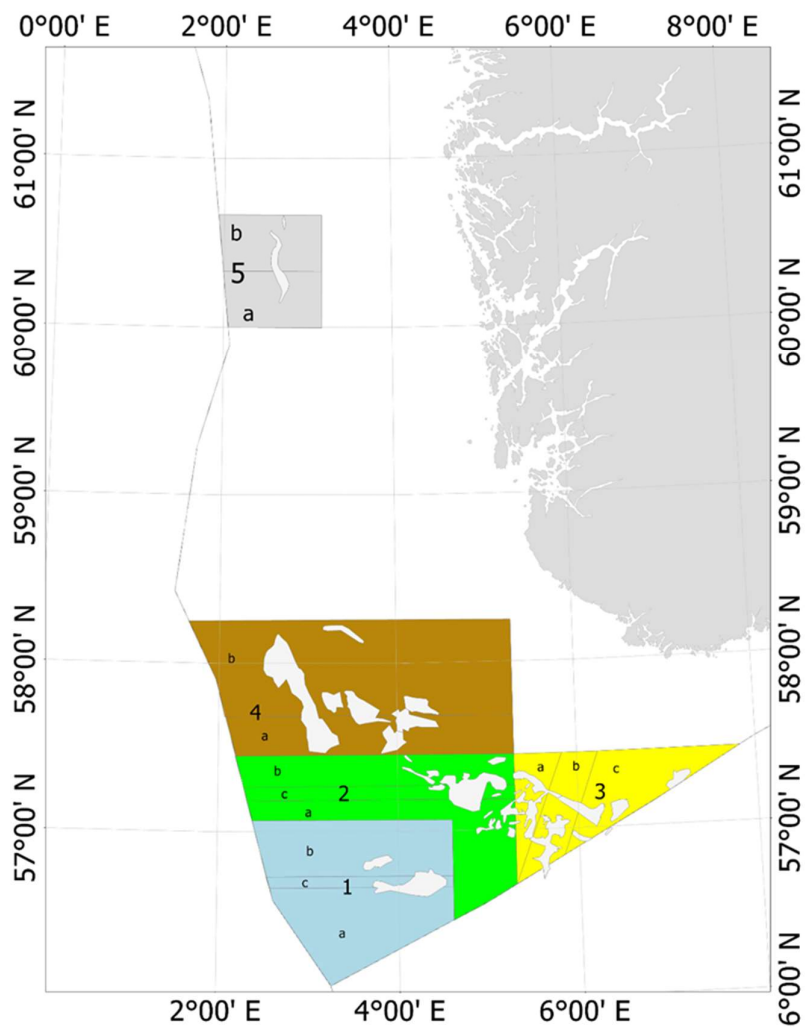


Figure A2.1. Map of the five Norwegian management areas in the North Sea for the period 2017-2019. Historical important fishing grounds are depicted in light grey.

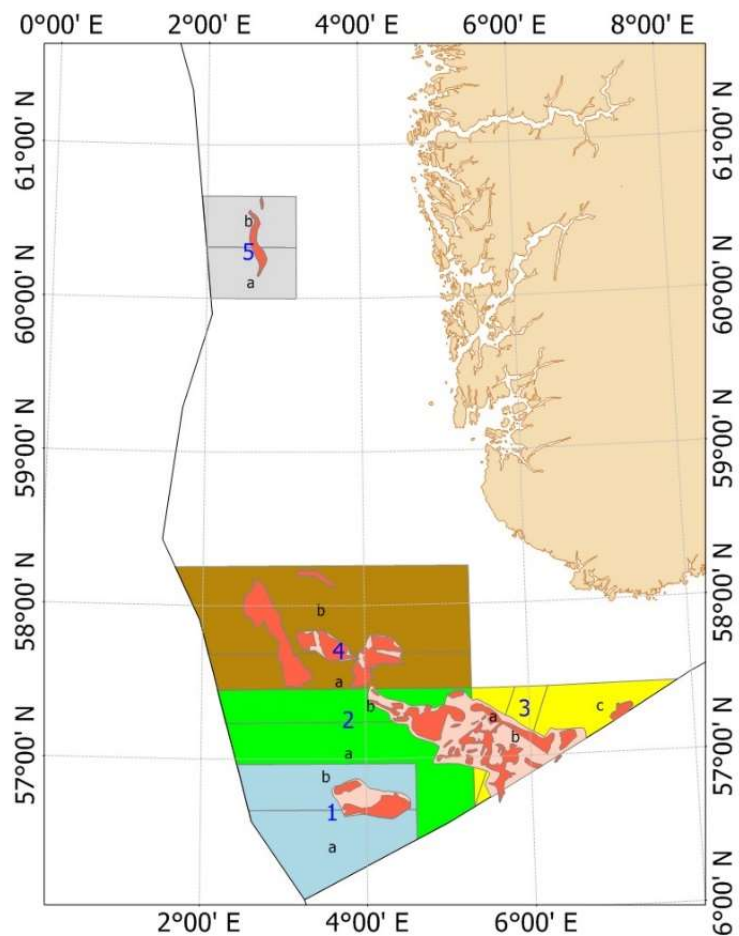


Figure A2.2 Map of the five Norwegian management areas in the North Sea for the period 2014-2016. Historical important fishing grounds are depicted in pink, and sandeel grounds in light pink.

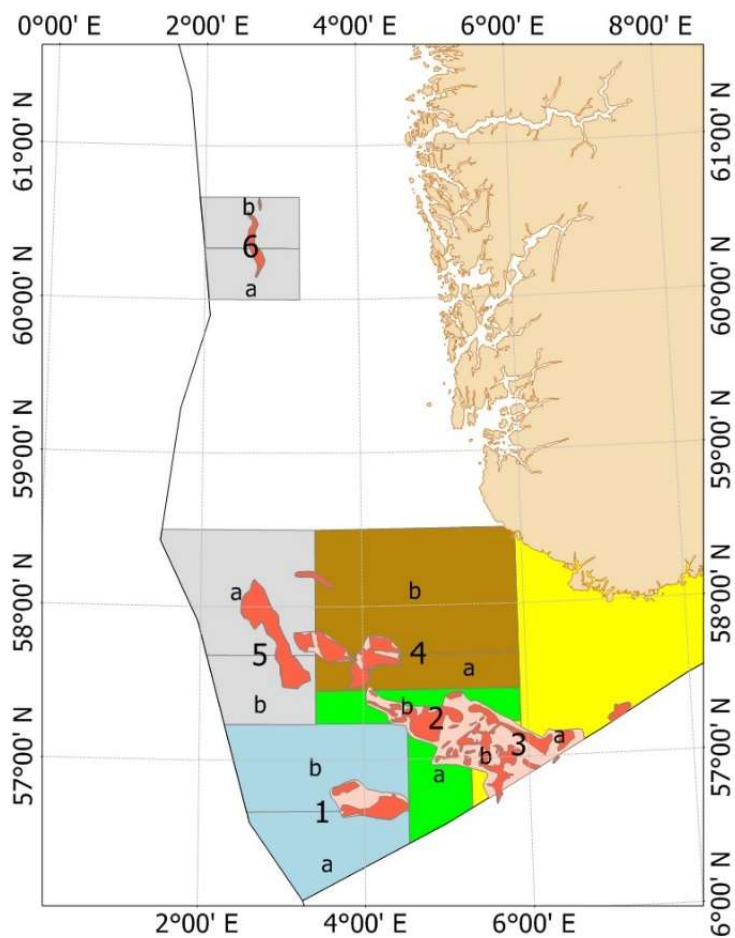


Figure A2.3 Map of the six Norwegian management areas in the North Sea for the period 2011-2013. Historical important fishing grounds are depicted in pink, and sandeel grounds in light pink.