



# **RÅD FOR TOBISFISKERIET I NORSK SONE FOR 2018.**

**ESPEN JOHNSEN**

**Havforskningsinstituttet  
2018**



## Tobistokt i Nordsjøen

24. april-14. mai 2018



Espen Johnsen

M/S" Eros" 14. mai 2018

Havforskningsinstituttet



## Oppsummering og endelig råd for 2018

Årets tokt har bekreftet at 2016-årsklassen av havsil (tobis) fortsatt er svært tallrik, og at rekrutteringen av 2017-årsklassen er svak. På tross av et høyt antall tobis er den total biomasse kraftig redusert siden i fjor fordi den individuelle veksten har vært svært liten. Veksten ligner på hva som ble observert i 2013, men er ellers betydelig lavere enn observert vekst for alle andre år siden toktserien startet i 2009. 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 dominerer i antall, er hele 47% lavere enn gjennomsnittet av denne aldersgruppen i perioden 2009-2017. Dette er en dramatisk nedgang, og påvirker hvor mange tonn som maksimalt bør fiskes. Når individvekten er så lav betyr dette at mange flere individer fiskes per tonn, og at fiskedødeligheten øker per tonn fanget.

For å følge tilveksten videre i 2018 oppfordres tobistrålerene sterkt til å samle inn fryseprøver av tobis i henhold til prosedyre utsendt av Havforskningsinstituttet.

**Med grunnlag i den lave biomassen av tobis tilrår Havforskningsinstituttet at årets tobiskvote forblir 70 000 tonn. Havforskningsinstituttet tilrår også at område 5 forblir stengt grunnet lavt biomasseestimat på Vikingbanken.**

### Målet med toktet

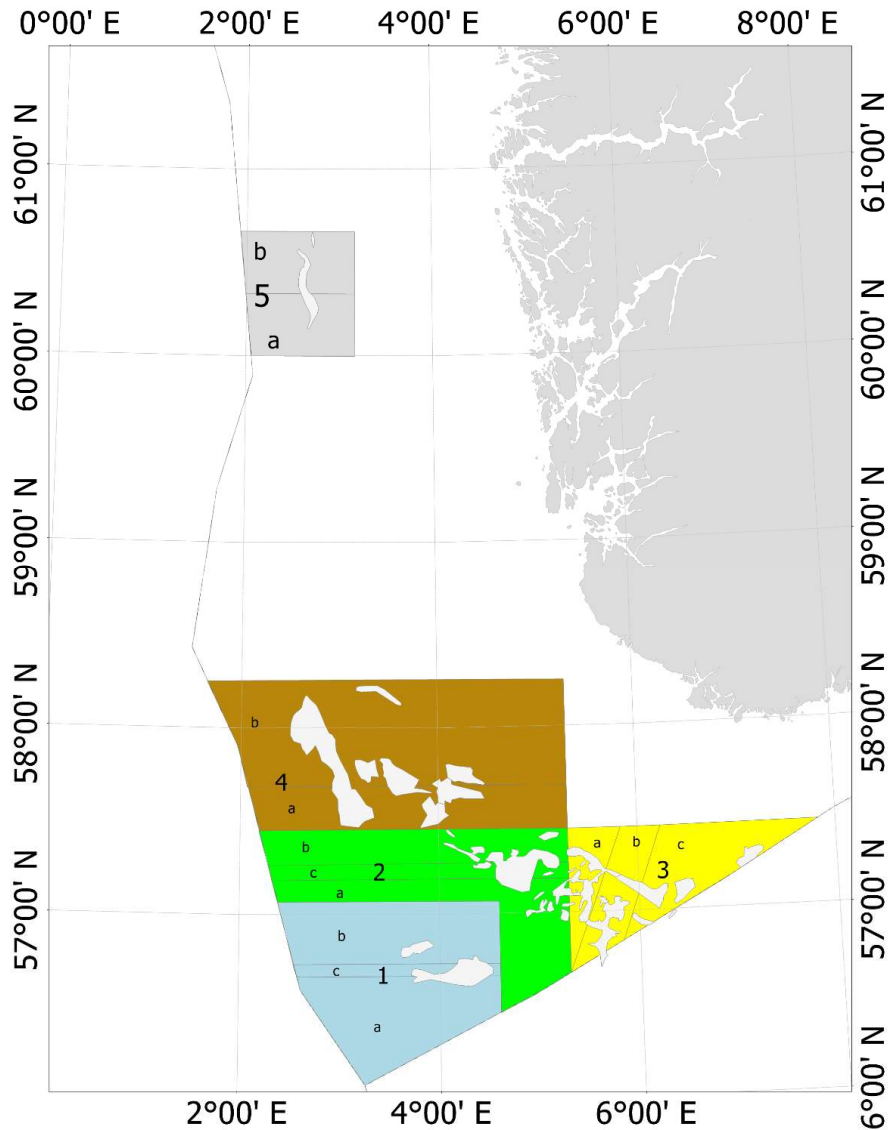
I perioden 24. april - 14. mai 2018 har Havforskningsinstituttet gjennomført et akustisk tokt med M/S "Eros" på tobisfeltene i den norske delen av Nordsjøen. Toktet gir oppdatert kunnskap om bestandsstørrelse, aldersfordeling og geografisk utbredelse av tobisbestanden. Spesielt viktig er det å få et godt mål på rekrutteringen (ettåringene) for å kunne beregne den totale bestandsstørrelsen siden ettåringer ofte utgjør hoveddelen av bestanden. Resultatene fra årets tokt sammenlignes med tidligere tokt samt mengde- og alderssammensetningen i kommersielle fangster, og danner grunnlaget for et endelig tobisråd for 2018 i norsk økonomisk sone (NØS).



## Forvaltningsmodell for tobis

Etter en prøvefase i 2010 innførte Norge i 2011 en områdebasert forvaltning av tobis i NØS i Nordsjøen. Hovedmålet med planen er å bygge opp gytebiomassen 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 øke mattilgangen for arter i Nordsjøen som beiter på tobislarver og eldre tobis.

Forvaltningsmodellen ble evaluert av Fiskeridirektoratet, HI og fiskerinæringen våren 2014, og igjen i desember 2016. Evalueringen konkluderte med at modellen fungerer etter hensikten, men det er et ønske fra fiskerinæringen om å legge forholdene bedre til rette for et hensiktsmessig fiskeri. Ettersom datagrunnlaget for bestandsovervåking og fastsettelse av kvoteråd blir av stadig bedre kvalitet, er det mulig å imøtekomme ønsket om et mer fleksibelt fiskeri. Områdeinndelingene gjeldende fra 2017 er vist i Figur 1.



Figur 1. Tobisområdene i norsk sone og de nye forvaltningsområdene.

### Prognose og foreløpig råd for 2018

Det foreløpige rådet for 2018 (Tabell 1) tok utgangspunkt i den antatte bestandssituasjonen for 2018 (Johnsen 2018) der akustikktoktet er det viktigste grunnlaget for bestandsvurderingen. Toktet i 2017 estimerte den totale biomassen av tobis til å være blant de høyeste siden 2009. Tettheten av tobis i 2017 var høy i mange områder grunnet en svært gode rekrutteringen av 2016-årsklassen. Gytebestanden ble også vurdert til å være god siden det finnes relativt mange fire år gamle tobis og det er forventet at en del av den sterke 2016-



årsklassen var kjønnsmoden i vinter. Tobisbestanden nord på AlbjørnLing, Nordgyden og Vikingbanken (Figur 2) var vurdert til fortsatt å være kritisk lav.

**Tabell 1. Kvoteråd 2010-2018 i norsk økonomisk sone. Nye områder fra 2018.**

År	Foreløpig råd		Endelig råd i mai	
	Kvoteråd (tonn)	Åpne underområder	Kvoteråd (tonn)	Åpne underområder
2010	20 000	1b, 2b, 3b	<b>50 000</b>	<b>1b, 2b, 3b</b>
2011	60 000	1a, 2a, 3a	<b>90 000</b>	<b>1a, 2a, 3a</b>
2012	40 000	1b, 2b, 3b	<b>40 000</b>	<b>1b, 2b, 3b</b>
2013	20 000	3a	<b>20 000</b>	<b>3a</b>
2014	15 000	3b, 3c	<b>90 000</b>	<b>2a, 3b, 3c, 4b</b>
2015	100 000	2b, 3b, 3a	<b>100 000</b>	1b, 2b, 3a, 3b, 4a
2016	40 000	1b, 2a, 3a, 3b	<b>40 000</b>	1b, 2a, 3a, 3b, 4a
2017	50 000	1b, 1c, 2b, 2c, 3c, 3b, 4a	<b>120 000</b>	1b, 1c, 2b, 2c, 3c, 3b, 4a
2018	70 000	1b, 1c, 2a, 2c, 3a, 3b, 4b	<b>70 000</b>	1b, 1c, 2a, 2c, 3a, 3b, 4b

**For endelig råd i 2018, er følgende spørsmål vurdert:**

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

### Toktmetodikk - akustikk

Havforskningsinstituttet har de senere årene utviklet akustisk metodikk for å måle utbredelse og mengde av tobis, og i nært samarbeid med tobisfiskerne er de sentrale og historisk viktige tobisområdene i norsk sone definert. For hvert toktområde (strata) blir det brukt et survey design som enten baserer seg på parallelle eller sikksakk kurser med tilfeldig startpunkt (Figur 3). Dette tillater beregning av samplingsikkerheten (vedlegg 2).



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

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

$$N_l = \frac{f_l \cdot \hat{S}_i \cdot A_i}{\langle \sigma \rangle}$$

der

$$f_l = \frac{n_l L_l^2}{\sum_{l=1}^m n_l L_l}$$

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

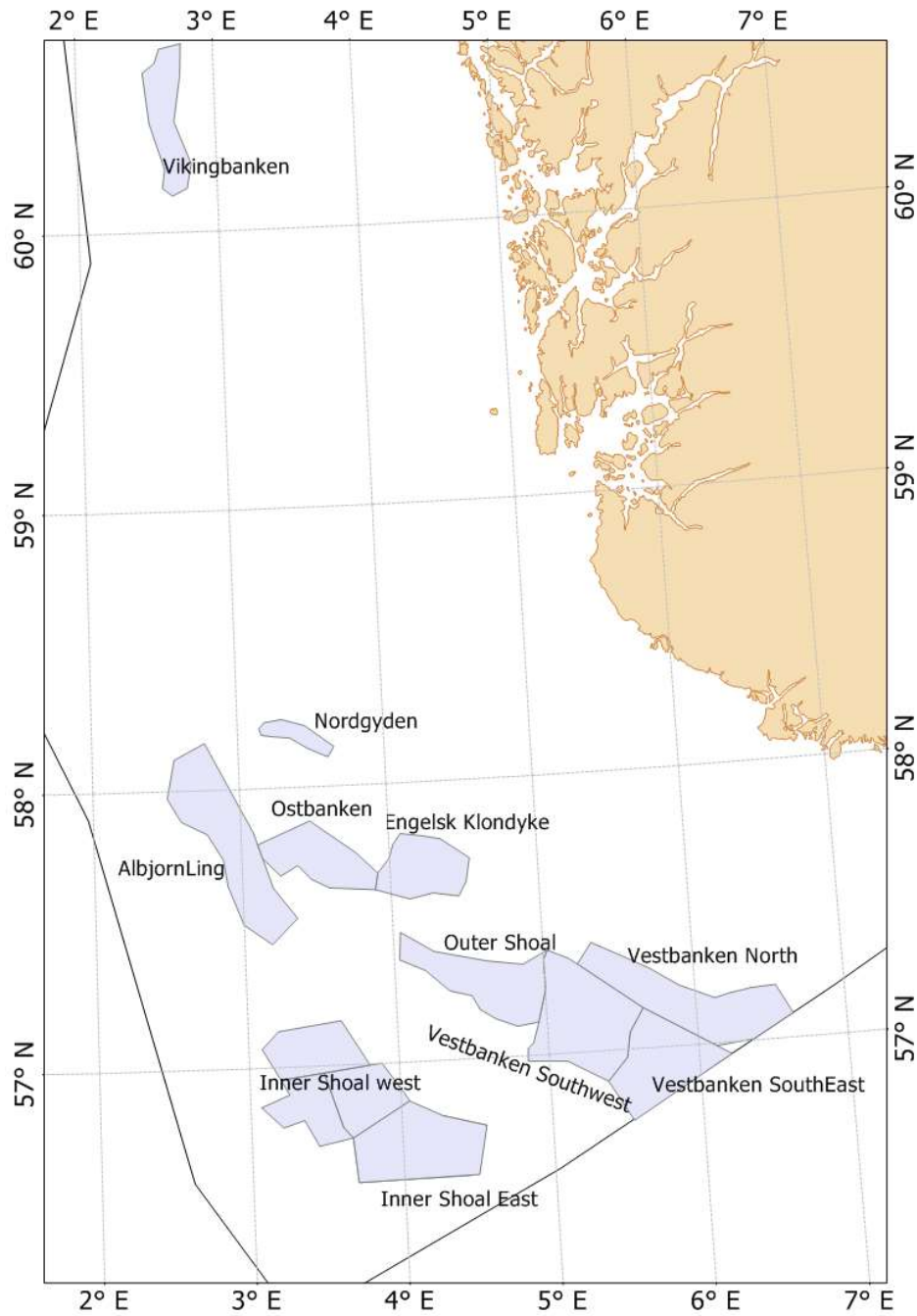
Undersøkelser av lengdefordeling og aldersavlesing av otolitter (ørestein) av individer fanget i trål og skrape gir grunnlag for å beregne aldersstrukturen i bestanden. Konverteringen av antall fisk per lengdegruppe ( $l$ ) til antall per aldersgruppe beregnes ved å bruke aldersfordelingen fra alle aldersleste individer innen lengdegruppen ( $l$ ). Tilsvarende beregnes biomassen ved å bruke individuell gjennomsnittsvikt per alders- og lengdegruppe. Ved å kombinere de biologiske og akustiske dataene kan man følge utviklingen av årsklassene mellom år. Man kan også beregne årsklassestyrken til rekruttene (ettåringer).

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

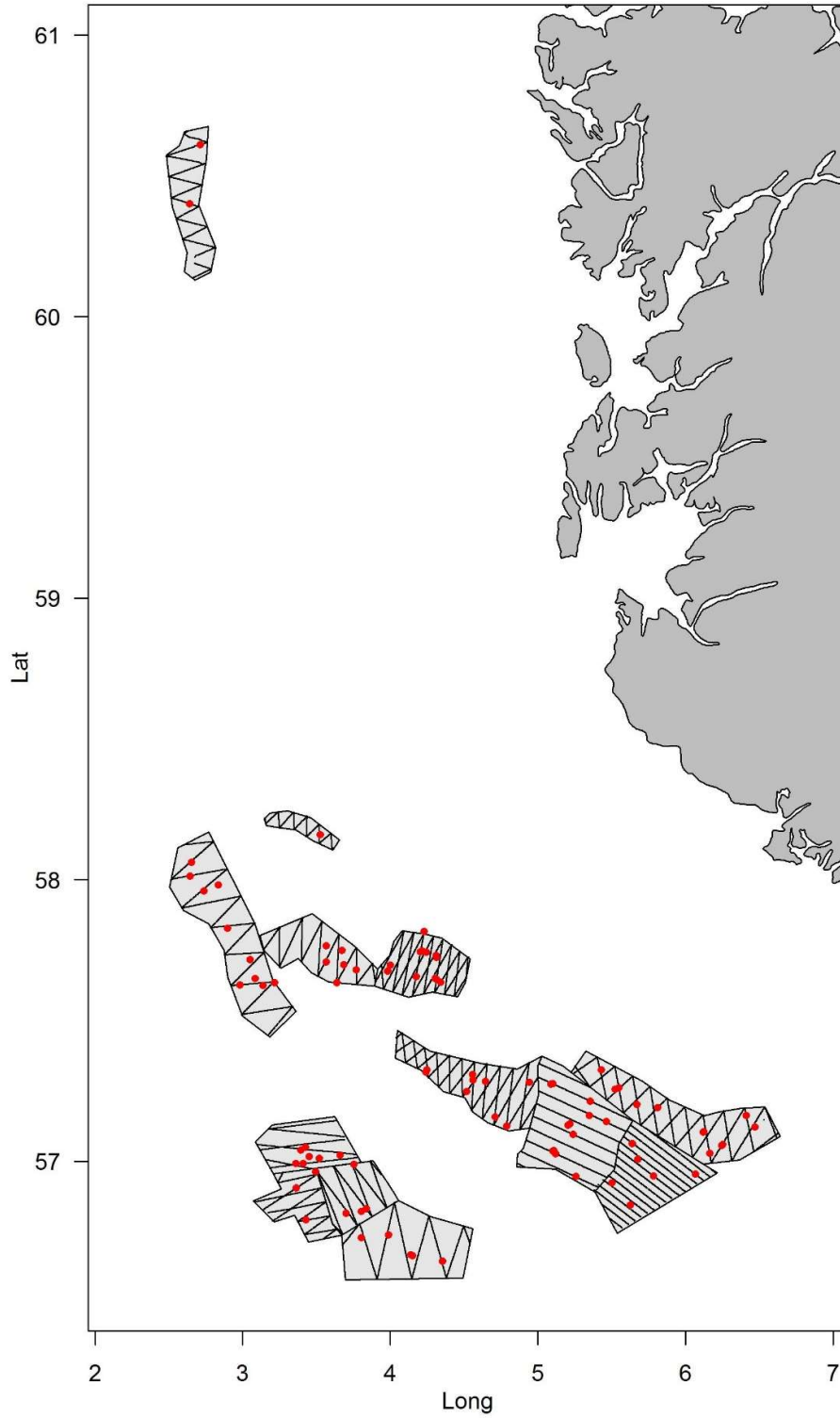


mengde tobis i sanden ved hjelp av en skrape. På tross av disse utfordringene har evalueringer vist at kvaliteten på toktestimatene er god, og at toktresultatene avdekker reelle endringer i mengde og geografisk fordeling av tobis. For kvaliteten er det en fordel at tobisbestanden har en begrenset geografisk 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. Bestandskartlegging og analyser blir gjort per toktområde (Figur 2). For å redusere usikkerheten i toktestimatet blir områder med høy varians og stor tetthet dekket to ganger med noen dagers mellomrom.





**Figur 2. Toktområder i NØS. Et toktområde kan dekke flere tobisfelt. I 2018 ble Inner Shoal west utvidet med to nye strata siden mye fisk ble observert nord og vest for de kjente tobisfeltene på Inner Shoal.**



Figur 3.

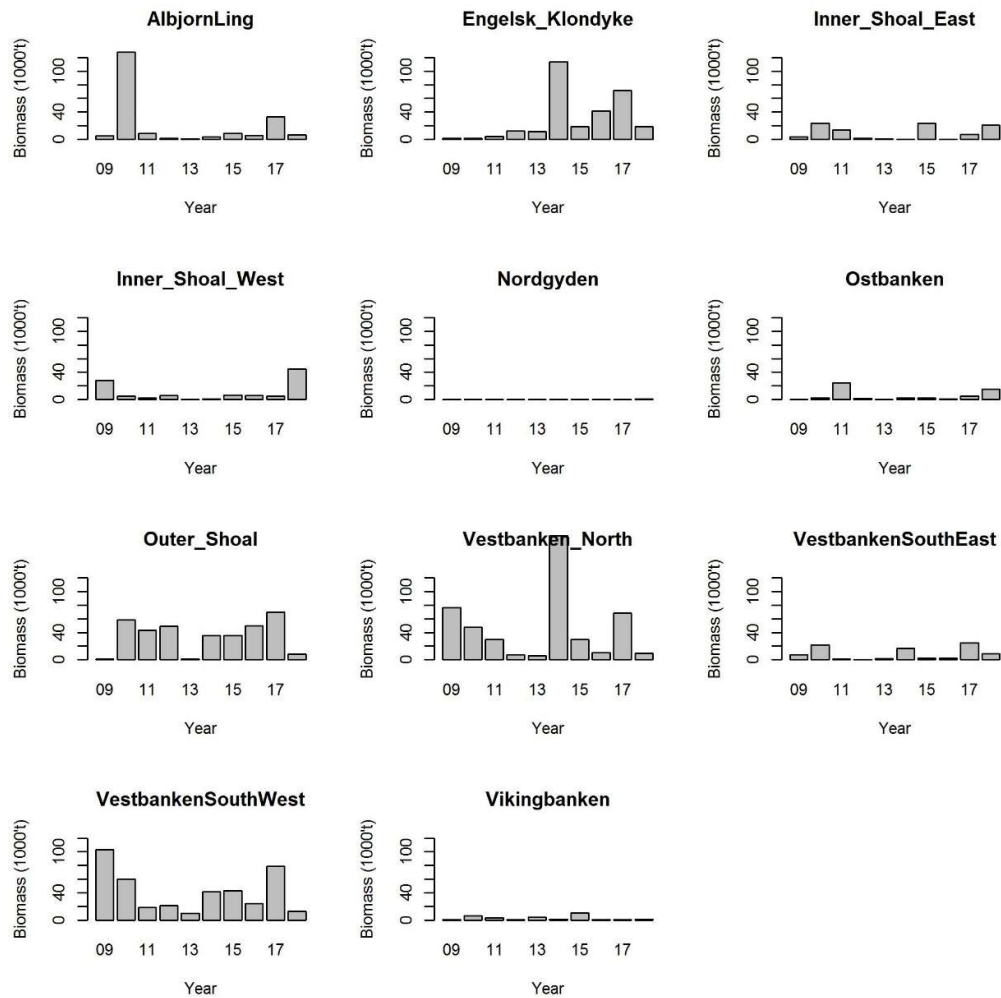
Toktinnset 2018. Akustiske transekt er vist som sorte streker, og biologiske stasjoner er vist som røde



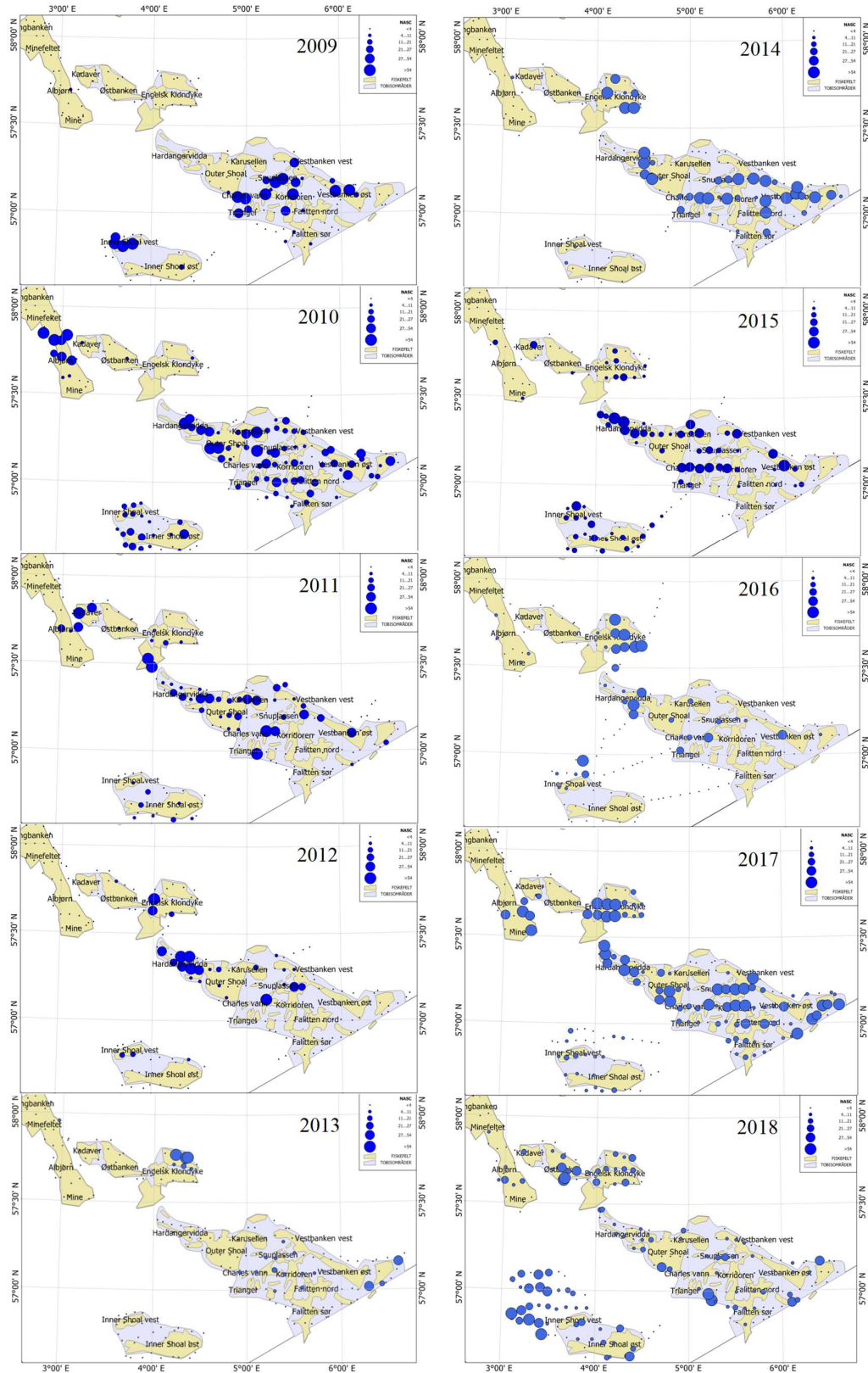
punkter. Strata er indikert som grå polygon.

## Resultater

Biomassen av tobis var langt lavere enn forventet i forvaltningsområdene 2 og 3 (Outer Shoal, Vestbanken Nord og Vestbanken Sørvest og Vestbanken Sørøst), og sterkt redusert i forhold til i 2017 (Figur 4). I forvaltningsområde 1 (Inner Shoal vest og Inner Shoal øst) var det mye tobis (Figur 4). Her var utbredelsen av tobis større enn det som har blitt avdekket under tidligere tokt (Figur 5). Derfor ble Inner Shoal vest utvidet med et nytt stratum i nord og et nytt i vest (Figur 2 og 3). Dette er felter som i henhold til tilgjengelige trålstreker og satellitt-sporingsdata ikke har blitt fisket på av tobisflåten tidligere. Også i forvaltningsområde 4 (på Engelsk Klondyke, Østbanken og sydlige deler av AlbjørnLing) ble det funnet relativt mye tobis (Figur 4). Geografisk utbredelse reflekterer mengden tobis i de forskjellige strataene (Figur 5).

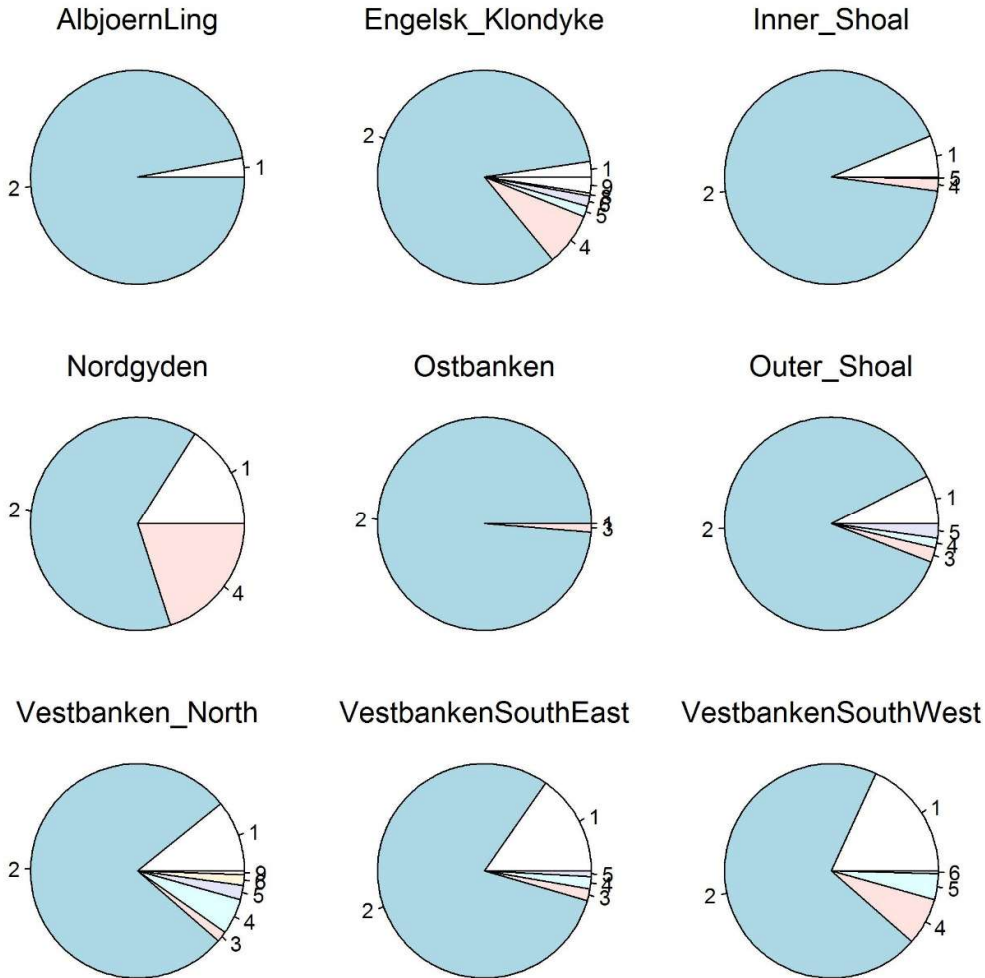


**Figur 4. Biomasseestimat per stratum i perioden 2009 til 2018. Merk at Inner\_Shoal\_West i 2018 inkluderer de to nye strataene på Inner Shoal.**





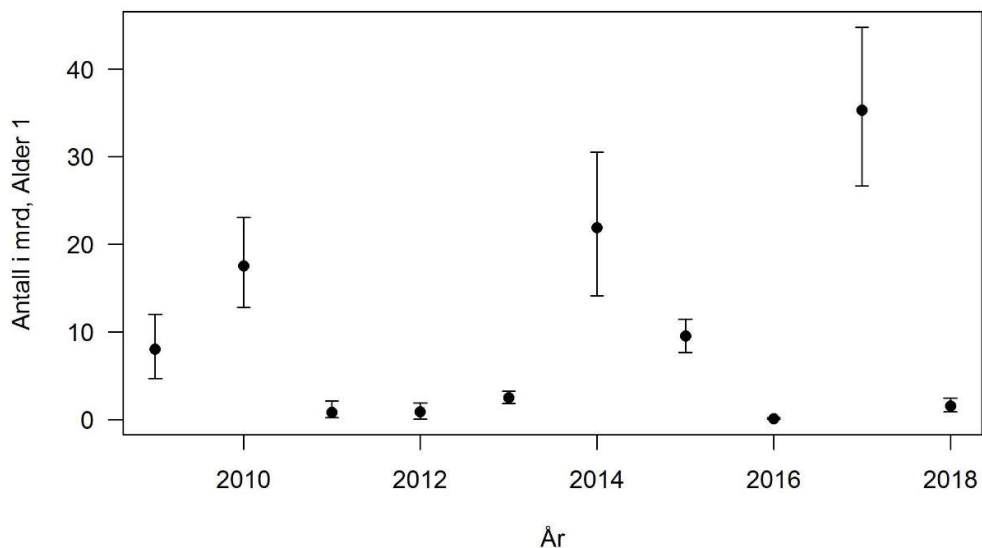
Figur 5. Geografisk utbredelse av tobis (akustisk tetthet) 2009-2018.



Figur 6.

Relativ aldersfordeling (i antall) per stratum. Ingen tobisindivider ble fanget på Vikingbanken. Inner Shoal viser aldersfordelingen for alle fire Inner Shoal strataene kombinert (se Fig. 2).

Alders- og lundefordelingen av tobisen var i alle strataene i forvaltningsområdene 1-4 dominert av den sterke 2016-årsklassen (Figur 6). Rekrutteringen (antall ettåringer) er lav i alle forvaltningsområdene (Figur 6 og 7), og antall ettåringer i 2017 var over 20 ganger høyere enn antall ettåringer i 2018 (Figur 7).



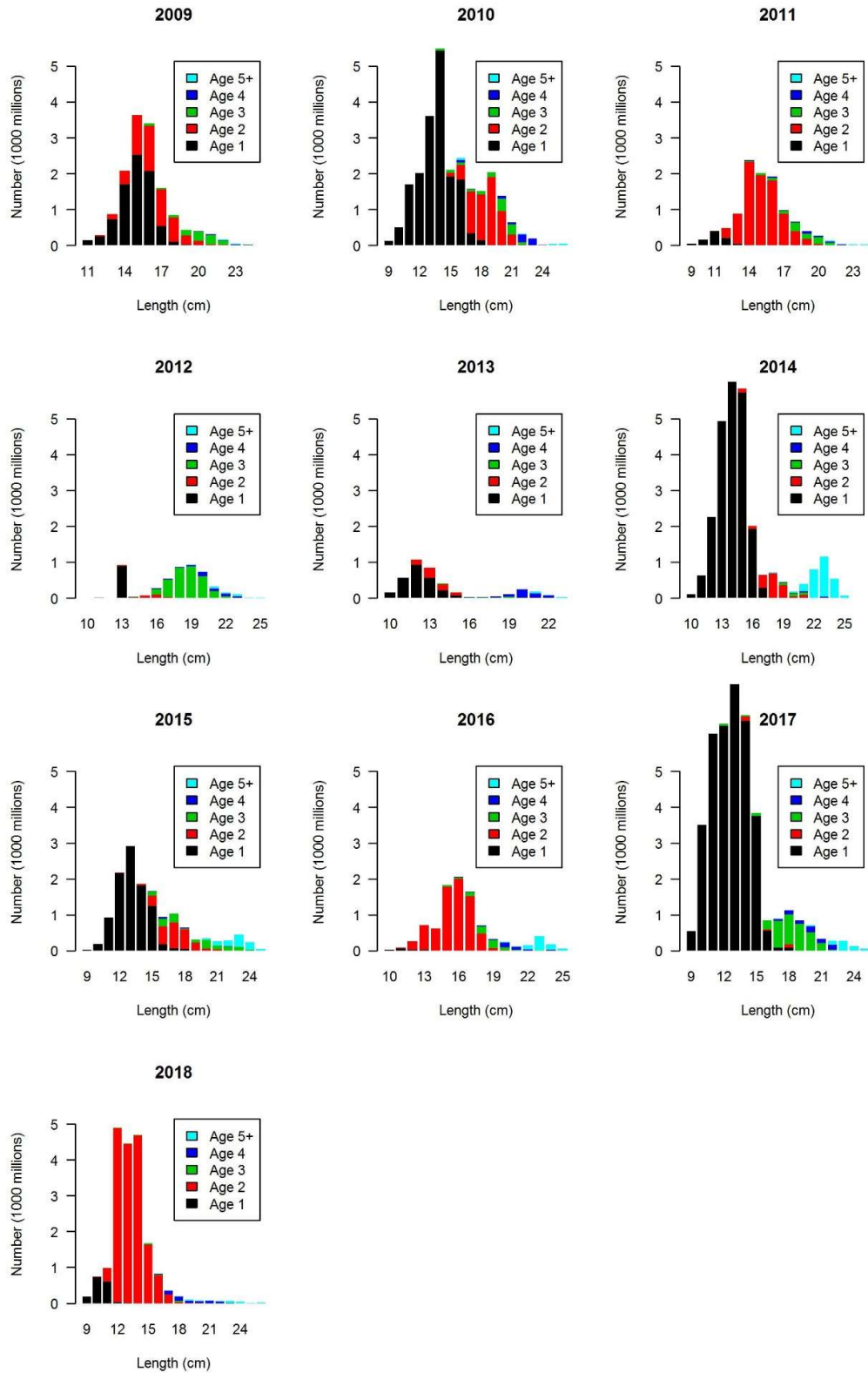
Figur 7

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

På tross av et historisk høyt antall toåringer (Figur 8) faller det totale biomassestimatet (for forvaltningsområdene 1-4 sett under ett) dramatisk fra 2017 til 2018 (Figur 9).

Biomassestimatet er 145 000 tonn (90% konfidensintervall er 120 000 – 169 000 tonn). Årets estimat er det mest presise i tidsserien, med en relative standard feil på kun 10%. Tidligere år har denne variert mellom 12% og 28%.

Den sterke nedgangen i biomasse var ikke forventet basert på prognosen, men nedgangen henger sammen med at kondisjonen på individene er lav i 2018. I tillegg er den individuelle lengdeveksten fra i fjor er meget dårlig, og vekten av toåringene i 2018 er blant de laveste i tidsserien. (Figur 10). Liten lengdevekst i kombinasjon med lav kondisjon medfører at gjennomsnittlig individvekt av toåringer i 2018 (7,9 g) er bare 8,6% høyere enn hva den gjennomsnittlig individvekt av ettåringene var i 2017 (7,24 g).

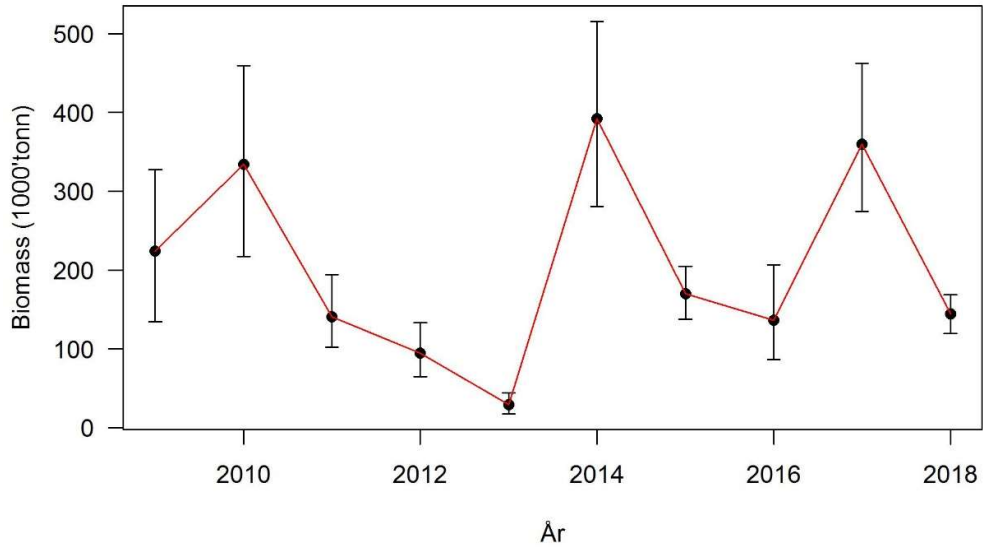


Figur



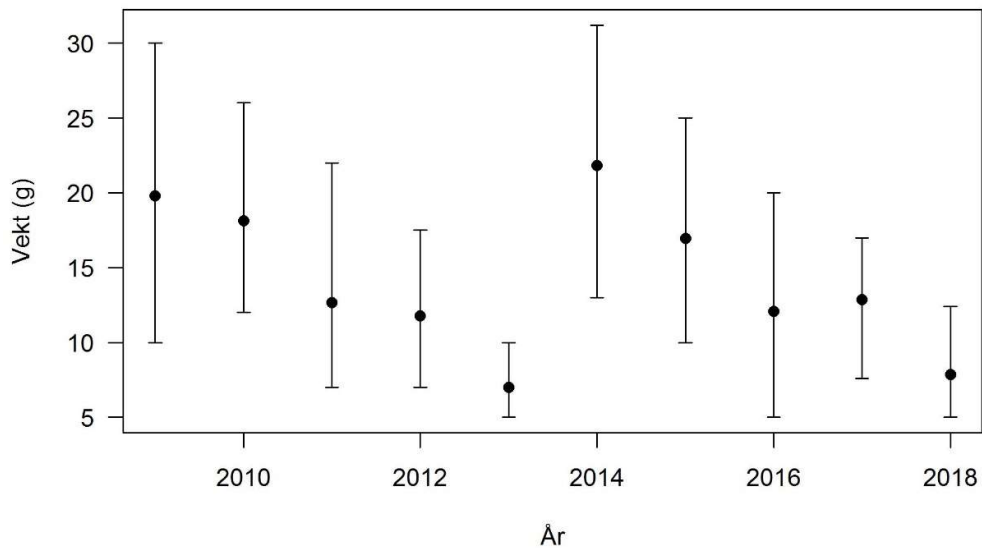


8. Estimert antall individer per lengdegruppe, alder og år.



Figur 9.

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



Figur

#### 10. Gjennomsnittlig individvekt for 2-åringer med konfidensintervall (5-95%) per år.

Vikingbanken har også blitt kartlagt akustisk, men det har aldri blitt målt store konsentrasjoner av tobis der. Det har også vært vanskelig å få tobis i trålprøvene fra dette området. I perioden 2009-2018 har biomasseestimatene for Vikingbanken variert fra under 500 t til 12 800 tonn (2015) (Figur 4). I år var estimatet 950 tonn, og selv med usikre bestandsestimater fra Vikingbanken er det ikke noen tvil om at mengden tobis i området fortsatt er svært liten.

### Diskusjon

Den sterke 2016-årsklassen som dominerer i alle områder med unntak av på Vikingbanken. Denne alderssammensetningen stemmer godt med forventningen der fjorårets akustiske tokt viste en historisk god rekruttering av ettåringer, og skrapetoktet i desember 2017 antydte en dårlig rekruttering av 2017-årsklassen. I samsvar med forventningene er det totale antall individer av den sterke 2016-årsklassen meget høyt, mens biomassen er langt lavere enn predikert som grunnlag for det foreløpige rådet. Årsaken til det lave biomasseestimatet er en svært dårlig kondisjon på enkeltindividene i kombinasjon med en dårlig individuell lengdevekst siden i fjor. Gjennomsnittlig individvekten på toåringer i 2018 var bare 8,6%



høyere enn individvekten på ettåringene i 2017, mens for eksempel individuell vektøkning fra ettåringene i 2010 til toåringene i 2011 var hele 56%. I biomassprognosen brukt for det foreløpige rådet var antakelsen at ettåringene skulle ha hatt en cirka 50% vektøkning. Toktresultatet viste at denne prognosen var altfor optimistisk og mye høyere enn den reelle vektøkningen. Den dårlige lengdeveksten og kondisjonen er meget lav sammenlignet med tidligere års målinger. Tobis lever av dyreplankton, og det er ingen tvil om at mattilgangen for tobis har vært dårlig siden toktet i fjor. Under årets tokt var det generelt lite mat i magene, og kun i noen få individer var magene fulle av dyreplankton. Det er vanskelig å peke på en bestemt årsak til den dårlige mattilgangen, men våren i år har kommet sent i Nordsjøen der sjøtemperaturen ( $> 4.3^{\circ}\text{C}$  på 50 meters dyp) var svært lav. Sammenlignet med for eksempel i fjor har temperaturen vært opptil 3 grader kaldere i 2018 enn i samme område og samme dato i 2017. Den er også mulig at lite dyreplankton i kombinasjon med mange individer har økt matkonkurransen mellom individene. I tillegg påvirker temperaturen stoffskiftet og veksten hos fisk.

Antall individer eldre enn to år er høyere enn hva prognosen tilsier (ca. 29%), men dersom de to nye strataene på Inner Shoal ekskluderes fra estimatet er det et veldig godt samsvar mellom prognose og estimat (forholdstall 1:0.95). Dette kan bety at noe tobis stod utenfor toktområdet på Inner Shoal i fjor. Tobis var i 2018 utbredt over hele Inner Shoal, og mye tobis ble funnet i vest og nord av de tidligere strataene. I all hovedsak var dette 2 år gammel tobis. Denne utbredelsen betyr at toktdekningen på Inner Shoal må utvides på toktet neste år.

Mye tobis ble også observert over store områder i forvaltningsområde 4, og for første gang i toktserien dekker utbredelsen av tobis så store deler av området. Også her er det hodesaklig toåringene som bidrar til biomassen. I forvaltningsområde 2 og 3 var det derimot liten biomasse av tobis, noe som i stor grad kan forklares med at individuell tilvekst er meget lav.

Den dårlig veksten i kombinasjon med dårlig rekruttering (ettåringen) medfører at det ikke er forsvarlig å øke kvoten utover 70 000 tonn i 2018. Neste års startkvote vil avhenge av rekrutteringsindeksen fra skrapetoktet og hvor mye tobisen vokser i tiden fremover. Det vil derfor være meget viktig å analysere biologiske prøver fra fiskeriet for å få en oversikt over mattilgang og tilvekst i mai og juni.



Årets tokt har blitt gjennomført uten forsinkelser, og toktinnsatsen har vært høy. Dette har resultert i et presist biomasseestimat. Været under årets tokt har vært veldig bra med unntak av et par dager med sterk kuling.

## Takk

Vi takker mannskapet på Eros for deres hjelpsomhet under toktet. Alltid en glede å jobbe sammen med så hyggelige og profesjonelle folk.

## Referanse

Johnsen, E. 2018. Foreløpige råd for tobisfiskeriet i norsk økonomisk sone 2018. Link: [https://www.hi.no/radgivning/kvoterad/kvoterad\\_for\\_2018/ices-rad\\_for\\_bestandane\\_i\\_nordsjoen/forelopige\\_rad\\_for\\_tobisfiskeriet\\_i\\_norsk\\_ekonomisk\\_sone\\_2018/hele\\_radet\\_med\\_figurer\\_og\\_tabeller/forelopige\\_rad\\_for\\_tobisfiskeriet\\_i\\_norsk\\_okonomisk\\_sone\\_2018\\_final\\_20180702.pdf/nb-no](https://www.hi.no/radgivning/kvoterad/kvoterad_for_2018/ices-rad_for_bestandane_i_nordsjoen/forelopige_rad_for_tobisfiskeriet_i_norsk_ekonomisk_sone_2018/hele_radet_med_figurer_og_tabeller/forelopige_rad_for_tobisfiskeriet_i_norsk_okonomisk_sone_2018_final_20180702.pdf/nb-no)



## Vedlegg 1

### 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 3b. 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 3c; 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, Østbanken sør og Engelsk Klondyke Sør.***

Området mellom N57°27' og N57°41', og norsk sektorlinje i vest og Ø005°18' i øst.

##### ***Underområde 4b. Lingbanken, Kadaveret, Minefeltet, Østbanken nord, Engelsk Klondyke Nord.***

Området mellom N57°41' og N58°15', og den norsk sektorlinje i vest og Ø005°18'' i øst.

#### 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°20' og N60°40', og mellom norsk sektorlinje i vest og Ø003°10'.



## Vedlegg 2. Survey design and estimation procedures

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

The acoustic density values were stored by species category in nautical area scattering coefficient (NASC) [ $\text{m}^2 \text{n.mi.}^{-2}$ ] units (MacLennan et al. 2002) in a database with a horizontal resolution of 0.1 n mile and a vertical resolution of 10 m, referenced to the surface. To estimate the mean and variance of the NASC values, we use the methods established by Jolly and Hampton (1990) and implemented in the software StoX (<http://www.imr.no/forskning/prosjekter/stox/nb-no>). The primary sampling unit is the sum of all elementary NASC samples of sandeel along the transect multiplied with the resolution distance. The transect ( $t$ ) has NASC value ( $s$ ) and distance length  $L$ . The average NASC ( $S$ ) in a stratum ( $i$ ) is then:

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

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

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

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

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

Variance by stratum is estimated as:

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

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

The global variance is estimated as





$$\hat{V}(\hat{S}) = \frac{\sum_i A_i^2 \hat{V}(\hat{S}_i)}{\left(\sum_i A_i\right)^2} \quad (5)$$

The global relative standard error of NASC

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

where N is number of strata.

Assignment of biological stations to transect was done by including all biological stations within the respective strata, however, for “Østbanken” and “AlbjørnLing” we were not able to catch a high number of sanddel. Therefore, we included stations from “Engelsk Klondyke” to derive a common length distribution for all transect within these strata.

Relative standard error by number of individuals by age group was estimated by carrying out by combining a bootstrap of the transects with a bootstrapping techniques of the assigned trawl stations.

## References

Foote K.G. Fish target strengths for use in echo integrator surveys. *Journal of the Acoustical Society of America* 82(1987): 981-987.

Jolly, G. M., and Hampton I.. A stratified random transect design for acoustic surveys of fish stocks. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 47.7 (1990): 1282-1291.

MacLennan, D. N., Fernandes P. G., and Dalen J. 2002. A consistent approach to definitions and symbols in fisheries acoustics. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil* 59: 365-369.

Simmonds, J, and David N. MacLennan. *Fisheries acoustics: theory and practice*. John Wiley & Sons, 2008.

