

# Kongekrabbe i norsk sone

## Bestandstaksering og rådgivning 2017

Jan H. Sundet  
Carsten Hvingel  
Ann Merete Hjelset



Oktober 2017



## Rådgivning

### Råd for 2018

*Høstning og bestand:* For å sikre lavest mulig spredning utenfor kvoteregulert område bør bestanden beskattes relativt hardt. For samtidig å opprettholde ressursens reproduktive evne og grunnlaget for et langsiktig fiskeri, bør beskatningen ha en lav sannsynlighet (maksimalt ca. 35%) for å overskride  $F_{lim}$ . I tillegg bør risikoen for at bestanden kommer under  $B_{lim}$  være lav (maksimalt 5-10%).

Havforskningsinstituttet anbefaler at den totale fangsten for 2018 ikke overstiger 1250 tonn. Dette korresponderer med en 35% risiko for at fiskeridødeligheten overskrider  $F_{lim}$  og sikrer en lav risiko for at bestanden faller under  $B_{lim}$  ved utgangen av 2018. Alternative fangststasjoner med tilhørende fremskrivninger og risikoberegninger er:

Fangststasjon 2018 (tonn)	1000	1250	1500	1750	2000	2250
Risk bestand < $B_{lim}$	4 %	6 %	7 %	8 %	13 %	18 %
Risk fiskeridødelighet > $F_{lim}$	11 %	35 %	58 %	79 %	92 %	97 %
Risk bestand2018 < bestand2017	50 %	65 %	70 %	77 %	86 %	91 %
Bestandsstørrelse ( $B/B_{msy}$ ), median	0.78	0.68	0.64	0.59	0.54	0.48
Produktivitet (% av MSY)	95 %	90 %	89 %	83 %	79 %	73 %

Utenfor kvoteregulert område anbefaler en at det frie fisket opprettholdes for å redusere videre spredning.

*Perspektiv:* MSY (maksimalt bærekraftig utbytte) for bestanden i kvoteregulert område er beregnet til å ligge mellom 1000 og 1500 tonn (25- og 75 percentilen). Et uttak på dette nivå er bærekraftig bare hvis bestandstørrelsen holdes omkring  $B_{msy}$ . Med forvaltningsmålet om en bestand nærmere  $B_{lim}$  ( $0,3B_{msy}$ ) enn  $B_{msy}$ , vil forventet langsiktig utbytte være i størrelsesorden 700-1000 tonn/år. Det er derfor sannsynlig at fangstene må reduseres ytterligere i årene fremover

### Forvaltningsmål

Nærings- og fiskeridepartementet (NFD) har definert forvaltningmål for kongekrabbeforvaltningen i og utenfor det kvoteregulerte området. *Innenfor:* å opprettholde et langsiktig kommersielt fiskeri samtidig med at spredningen vestover begrenses til et minimum. *Utenfor:* holde en lavest mulig krabbebestand gjennom et fritt fiskeri.

### Grunnlaget for rådgivningen

Spredningen ut fra kvoteregulert område er primært avhengig av tettheten av krabbe og vil øke med økende bestand. Lav spredning forutsetter derfor en lav bestand og fiskeritrykket bør derfor være høyere enn det som typisk anvendes i fiskeriforvaltningen for å maksimere fangstene over tid. Når bestanden reduseres gjennom et relativ høyt fiskeritrykk for å redusere spredningen, øker samtidig variasjonen i rekruttering og i potensiell utbytte i fisket og dermed grunnlaget for et langsiktig fiskeri. Det er derfor en «trade-off» mellom «lav spredning» og et stabilt og produktivt fiske. NFD har ikke definert hvordan balansen mellom spredningsrisiko og stabilitet i fisket skal vektas. Havforskningsinstituttet tolker det samlede forvaltningsmålet for bestandstørrelse som: den minste bestand som over tid er i stand til å opprettholde et relativt stabilt uttak. Dette fører til følgende prioriterte målbare referanser som basis for rådgivningen (prioritet 1 må alltid være oppfylt):



1. Nedre grense for bestandsstørrelse,  $B_{lim}$ : Simuleringer har vist at ved bestandsstørrelser under  $0,3B_{msy}$  er det økt risiko for rekrutteringssvikt og fangstmulighetene vil variere mye fra et år til det neste. En slik lav bestand vil ikke kunne sikre forvaltningsmålet om «et langsiktig kommersielt fiskeri».  $B_{lim}$  settes til  $0,3B_{msy}$  og det bør være en lav (i størrelsesorden 5-10%) risiko for at denne grensen overskrides.
2. Øvre grense for fiskeridødelighet,  $F_{lim}$ : Den fiskeridødelighet (beskatningsgrad) som driver bestanden mot  $B_{lim}$  ( $0,3B_{msy}$ ) defineres som  $F_{lim}$  og er lik  $1,7F_{msy}$ . Stabiliteten i fisket reduseres kraftig (år til års variasjonen i fangstutbyttet stiger) når fiskeridødeligheter ligger over  $F_{lim}$  over lengre tid.  $F_{lim}$  ses derfor som en øvre grense hvor risikoen for overskridelse bør være lav (i størrelsesordene 25-35%).

### Forutsetninger:

Beregningene som danner basis for rådgivningen forutsetter blant annet:

- At skadet krabbe er inkludert i kvoten
- At minstemålet på 130 mm ryggskjoldlengde (CL) opprettholdes for hannkrabber.
- At bærekapasiteten per arealenhet for kongekrabbe i det kvoteregulerte område ikke har endret seg vesentlig over tid.
- At bestanden ikke sprer seg i vesentlig grad ut over kvoteregulerte område.
- At det ukjente uttaket fra bestanden (bifangst, fritidsfiske, ulovlig fiske etc.) er tilnærmet konstant fra år til år, og av ubetydelig størrelse i forhold til totalkvoten.

## Status - bestand og beskatning 2017, sammendrag

### Bestandsstørrelse

Biomassen av krabber ( $\geq 130$  mm) er redusert siden 2015. Det er beregnet 4% risiko for at bestanden er under  $B_{lim}$ .

### Fiskeridødelighet

I 2016 og 2017 har fiskeridødeligheten vært høy. Det er i 2017 65% risiko for at  $F$  er større enn  $F_{lim}$ .

### Produksjon/uttak

Bestandens nettoproduksjon i 2017 (ny biomasse som er tilgjengelig for fisket) er estimert til cirka 1204 tonn. Kvoten på hannkrabber inkludert skadet krabbe i 2017 er 1782 tonn.

### Stabilitet

Høy fiskeridødelighet begrenser spredningspotensialet vestover, men fører samtidig til en redusert bestand. Dette vil øke variasjonen i forventet fremtidig fiskerit utbytte. Årsvariasjonen i forventet fangst øker eksponentielt når fiskeridødeligheten blir større enn  $F_{lim}$ . En slik høy beskatning markerer en teoretisk øvre grense for at et relativt stabilt langtidsutbytte kan opprettholdes. I 2017 er det 65% risiko for at  $F$  ligger over  $F_{lim}$ .



### **Beskatningsmønster og gytebestanden**

HI er bekymret for utviklingen i gytebestanden og rekruttering til kongekrabbebestanden i dagens situasjon. Gjennomsnittstørrelsen og mengden av kjønnsmodne hunnkrabber er redusert etter oppstarten av det kommersielle fisket og etter at det ble innført kvote på hunnkrabber (2008). Endringen i minstemålet på hunnkrabber fra 130 til 120 mm ryggskjoldlengde og en økning i kvoten (fra 50 til 150 tonn) fra og med 2017 vil ytterligere bidra til å redusere gytebestanden av hunnkrabber. Dette kan få negative konsekvenser for framtidig rekruttering.

### **Spredning og økosystemeffekter**

Spredningen av kongekrabbe vest for det kvoteregulerte området ser ikke ut til å ha endret seg vesentlig de senere åra hverken når det gjelder spredning til nye områder eller i mengde krabber i områder den har vært i over tid. Det frie fisket og desimeringsfisket vest for Nordkapp ser dermed ut til å ha effekt. Forskning indikerer at kongekrabben kan forandre bunnfaunaen ved at artssammensetningen endres og store individer av arter som muslinger og sjøstjerner forsvinner. I tillegg reduseres biomassen av bunnfauna (Oug et al 2011, Fuhrmann et al 2015). Det kan også skje strukturelle endringer i bunnsedimentet som forringer leveforholdene for enkelte viktige arter i stoffomsetningen på bunnen (Oug et al 2017).



## Bakgrunn og bestandstaksering

### Historiske kvoter og anbefalinger

I tabell 1 vises en oversikt over kvoteanbefalingene fra HI, endelig totalkvote og kvantum landet hver år i tidsrommet 2008 – 2017. I løpet av denne perioden skjedde det en del endringer både i måten vi gjennomførte assessmentet på; ved at vi gikk fra å benytte en enkel swept area tilnærming, til å benytte en survey- og en populasjonsmodell i utviklingen av rådene. Tidligere ble råd og kvoter fastatt i antall krabber og overgangen til å benytte tonn skjedde i løpet av 2008/2009. I 2011 ble også minstemålet på hannkrabber for fangst endret fra 137 til 130 mm ryggskjoldlengde.

**Tabell 1.** Anbefalte kvoter, endelige totalkvoter og landinger hvert år av hannkongekrabbe fra det kvoteregulerte området i tidsrommet 2008 – 2017.

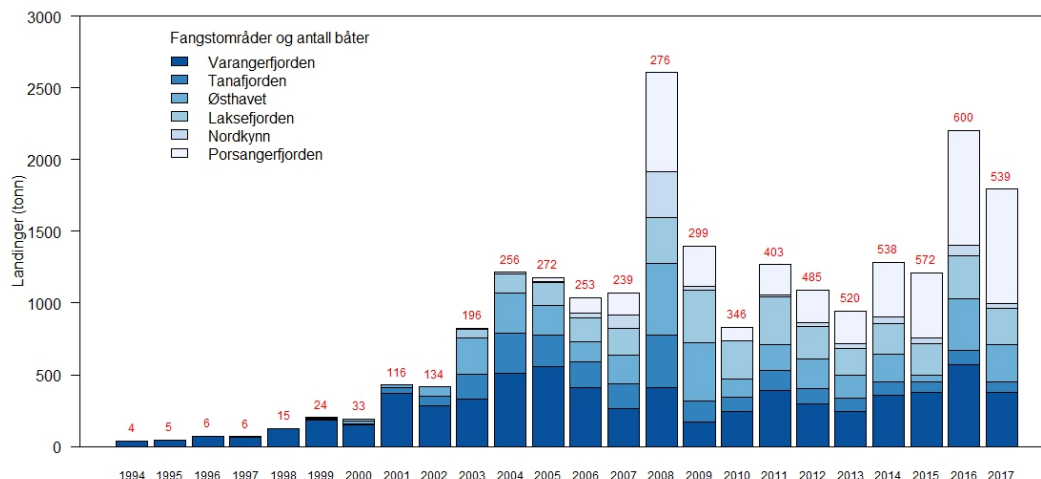
År	Kommentarer	Kvote Anbefalt	Fastsatt Kvote	Landet Tonn
<b>2008</b>	Ingen kvoteanbefaling, kun angitt estimert fangstbar bestand i antall krabber	-	569 stk	1956
<b>2009</b>	Anbefalt beskatningsgrad – 50% av fangstbar bestand	600 t	1185 t	1084
<b>2010</b>	Tatt i bruk nye modeller i assessmentet – kvoteopsjoner gitt: 0 – 2600 t	0 <sup>1)</sup>	900 t	895
<b>2011</b>	Kvoteopsjoner ved forskjellige minstemål 120 – 137 mm	900 – 1800 t	1100 t	1335
<b>2012</b>		500 t	900 t	1092
<b>2013</b>		900 t	1000 t	959
<b>2014</b>		1000 t	1000 t	1284
<b>2015</b>		1250 t	1040 t	1211
<b>2016</b>		2000 t	2000 t	2202
<b>2017</b>	Anbefalingen i 2015 var en foreløpig kvote på 2000 t, men ved justeringen etter toktet i 2016 ble anbefalingen 1500 t	1500 t	2000 t	1451*

<sup>1)</sup> I 2009 ble toktet i fjordene i kvoteregulert område i stor grad hindret av at det sto mye krabbebruk som hindret at en fikk tatt alle de faste stasjonene. Dette kan ha bidratt til at estimatene våre av bestanden ble langt lavere enn det som var reelt. Noe som i sin tur førte til en anbefaling om ingen fiske.

\*) Totale landinger inntil 03.11.2017.

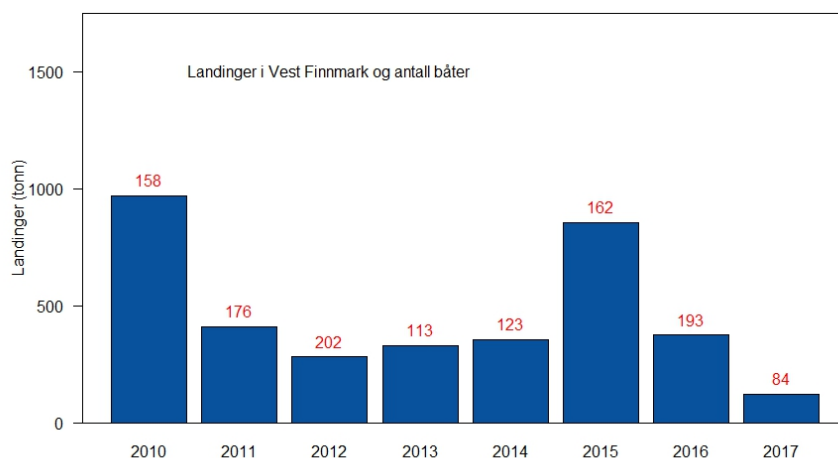
### Fiskeri

Det norske kongekrabbefiskeriet er todelt; det kvoteregulerte fisket øst for 26° Ø og det frie fisket vest for 26° Ø. Antall deltagende fartøyer i dette fiskeriet mer enn fordoblet seg i løpet av tiårsperioden fra 2007 til 2017 og utgjør nå nærmere 600 fartøyer. I samme periode har totalkvoten og landingene i det kvoteregulerte fisket økt fra 1000 til 2000 tonn, med unntak av i 2008 (figur 1). Underveis i det nevnte tiåret er det gjort endringer både i minstemål og fangstperiode, i tillegg til at det er innført kvoter på hunnkrabbe. Varangerfjorden har over det meste av fiskets historie vært det viktigste fangstfeltet, men er nå er forbigått av Porsangerfjorden (Figur 1).



**Figur 1.** Registrerte landinger av kongekrabbe fra det kvoteregulerte området i tidsrommet 1994 – 2017 fordelt på områder (Kilde: Norges Råfisklag). Antall deltagende fartøy er gitt i røde tall og landingene i 2017 er estimert basert på totalkvote og landingene fram til og med 27. oktober 2017.

En stadig større andel av landet krabbe blir omsatt levende. Dette har ført til økte priser til fisker, og verdien av dette fiskeriet har gjort det til et viktig fiskeri for enkelte lokalsamfunn og hele regionen Øst-Finnmark. Det frie fisket vest for 26° Ø kom i gang i 2007 og har variert mye når det gjelder landinger og deltakelse siden vi starter våre undersøkelser i 2010 (figur 2).



**Figur 2.** Landinger av kongekrabbe i det frie fisket vest for 26° Ø. Antall deltagende fartøy hvert år er vist med rød skrift.

### Datagrunnlaget

Bestandstakseringen er basert på fangstdata fra fisket (figur 1) samt to forskningstokt:

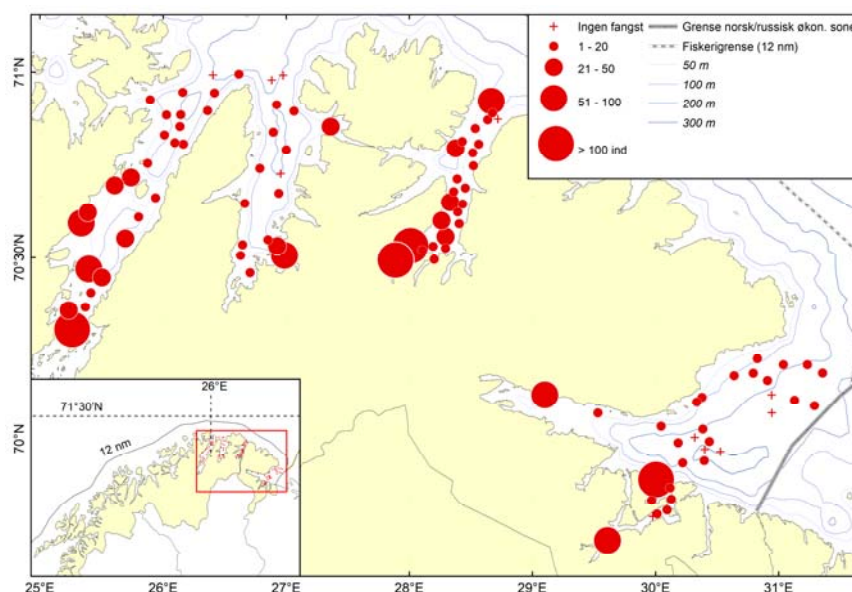
- bestandskartlegging av kongekrabbe i Varangerfjorden, Tanafjorden, Laksefjorden og Porsangerfjorden med trål og teiner, i august/september 2000-2017.
- bestandskartlegging i åpne havområder 2000-2017.



Målinger av mengde, størrelses- og kjønns sammensetning foretas på disse toktene. Indeks for bestandsstørrelse beregnes basert på fangst av kongekrabbe fra disse undersøkelsene (metodikken er beskrevet i Hvingel et al 2012). Beregnede bestandsindekser fra tokt benyttes som viktigste datagrunnlag i en populasjonsdynamisk modell for å estimere bestandsutvikling, bestandsstatus, prognoser og risikoanalyser.

#### *Trål og teinetokt Varangerfjorden – Porsangerfjorden 2017*

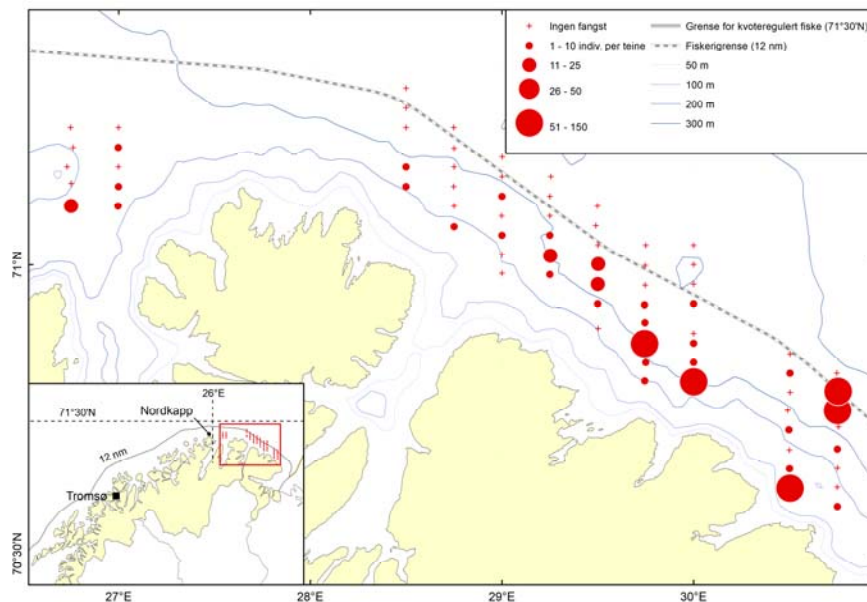
Fjordene i Øst-Finnmark ble i 2017 undersøkt ved et tokt i tidsrommet 22. august til 1. september. Det ble til sammen tatt 101 tråltrekk (figur 3). På det samme toktet ble det fisket med teiner på 12 stasjoner. Det var ikke tillatt med kommersielt fiske etter kongekrabbe i det tidsrommet Havforskningsinstituttet gjennomførte sin kartlegging i fjordene i 2017. Dette ga oss god dekning i alle områder av interesse.



**Figur 3.** Krabbetrålstasjoner og fangstmengde av kongekrabbe i fjordene i det kvoteregulerte området høsten 2017.

#### *Teinetokt på strekningen Delelinjen – 26° Ø*

Toktet kartlegger kongekrabbe i de åpne havområdene i det kvoteregulerte området, i hovedsak innenfor en avstand fra land på 15 – 20 nm og ble gjennomført i tidsrommet 11. – 22. september 2017. Toktet konsentrerer seg om områdene øst for Nordkynn der de største forekomstene av kongekrabbe finnes (Figur 4). På grunn av dårlig vær kunne deler av toktet ikke gjennomføres.



**Figur 4.** Krabbeteinestasjoner og fangstmengde av kongekrabbe i de åpne havområdene av det kvoteregulerte området i 2017.

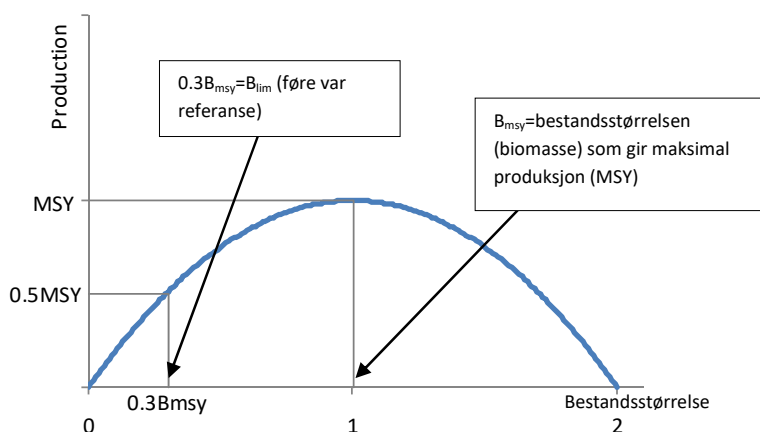
### Beregningsmetodikk

Data fra tokt og fiskeri kalibreres i en matematisk modell som brukes til å beskrive bestandsutvikling, lage prognoser og risikoanalyser (modellen er beskrevet i Hvingel and Kingsley 2006). Modellen beregner bestandsstørrelser i *relative*- i stedet for *absolutte* verdier. MSY (maksimalt langtidsutbytte) anvendes som referansepunkt. I det følgende angis både bestandsstørrelse og fiskeridødelighet på en relativ skala hvor verdien 1 svarer til henholdsvis den biomassen og fiskeridødelighet som korresponderer til MSY (se rådgivningsnotat fra 2012).

Referansepunkter som benyttes i beskrivelsen av bestandsstatus og beskatningsgrad (se også figur 5):

- $MSY$  = Maksimalt langtidsutbytte/ maksimal produksjon.
- $B_{msy}$  = Bestandsstørrelse (biomasse) som gir MSY. I modellen er denne en relativ verdi lik 1.
- Bærekapasiteten = den maksimale bestandsstørrelsen som økosystemet kan opprettholde uten et fiskeri. I modellen er denne en relativ verdi lik 2.
- $B_{lim} = 0,3B_{msy}$  (fjøre var grenseverdi for bestandsstørrelse, vanligvis en grense for stenging eller kraftig reduksjon av fisket). Denne grenseverdien anvendes også på andre bestander f.eks. reke. Simulering av bestandsdynamikk for kongekrabben har vist at denne også kan anvendes for denne arten (se avsnitt om stabilitet i fisket side 10).
- $F_{msy}$  = Fiskeridødelighet (beskatningsgrad) som gir MSY, det vil si den beskatning som driver bestanden mot  $B_{msy}$ .
- $F_{lim} = 1.7F_{msy}$  er den fiskeridødelighet som driver bestanden mot  $B_{lim}$  ( $0.3B_{msy}$ ).



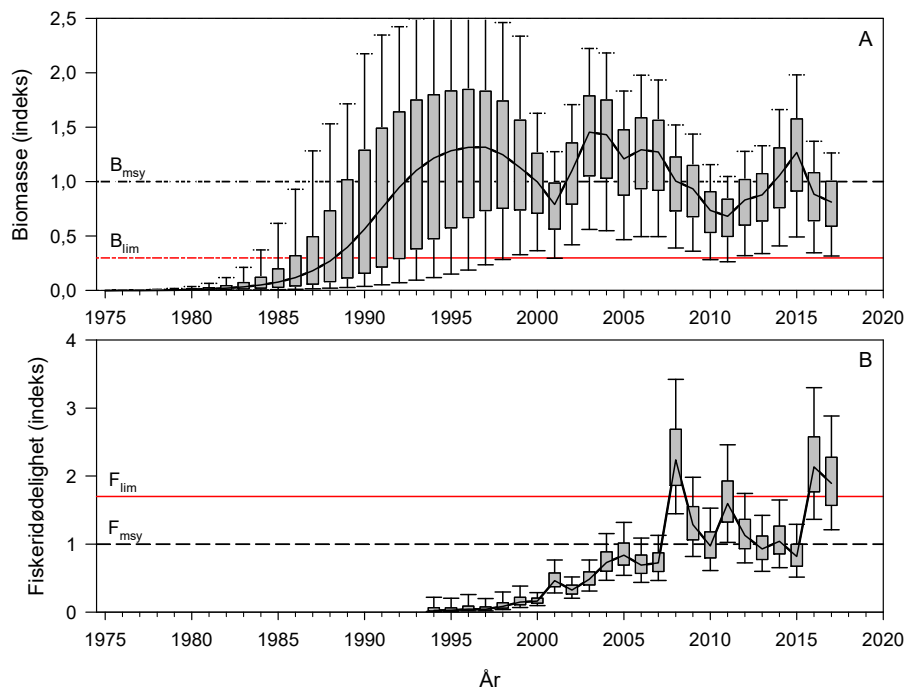


**Figur 5.** Bestands nettoproduksjon (y-aksen) i relasjon til bestandsstørrelsen (x-aksen).

### Bestandsutvikling, fiskeridødelighet og framskrivinger

Etter perioden med etableringen av kongekrabbe i Barentshavet (1960 og 70-tallet) økte bestanden raskt (figur 6A). I takt med den økende fiskeridødeligheten utover 2000-tallet (figur 6B) falt bestanden midlertidig under  $B_{msy}$  i 2011, men viste deretter en økende trend fram til 2015. Høy kvote og høy fiskeridødelighet i 2016 og 2017 har igjen bragt bestanden ned under  $B_{msy}$ . Der er i 2017 en liten risiko (4%) for at bestanden er under  $B_{lim}$  (Tabell 2). Fiskeridødeligheten har økt siden oppstarten av fisket i 1994 (Figur 6B). I perioden 2009 til 2015 har  $F$  variert mellom  $F_{msy}$  og  $F_{lim}$ . En relativt høy økning av fangstnivået i 2016 og 2017 har i midlertid ført til at fiskeridødeligheten for de seneste to årene ligger over  $F_{lim}$ . Det er i 2016 og 2017 henholdsvis 79% og 65% risiko for at fiskeridødeligheten overskrider  $F_{lim}$  (Tabell 2).

Selv om det fortsatt er en lav risiko for at bestanden er under  $B_{lim}$  vil fiskeretrykket sett i 2016 og 2017, om den opprettholdes, fort føre til en så lav betand at forvaltningsmålene om et stabilt fiske ikke oppnås.



**Figur 6.** Utvikling i relativ bestandsstørrelse av hannkongekrabbe (ryggskjollengde  $\geq 130$  mm) i norsk sone 1975 – 2017 (A), og fiskeridødeligheten i samme periode (B). Stiplede svarte horisontale linjer angir henholdsvis biomassen ( $B_{msy}$ ) og fiskeridødeligheten ( $F_{msy}$ ) som gir maksimalt langtidsutbytte. Heltrukket røde linjer angir grenseverdiene for bestandsstørrelse ( $B_{lim}$ ) og fiskeridødeligheten ( $F_{lim}$ ). Vertikale linjer viser 95 % konfidensintervall, mens vertikale søyler viser interkvartiler (25 – 75 persentilen).

**Tabell 2.** Bestandsstatus for kongekrabbe i norsk sone 2016-2017 (for beskrivelse av referansepunkter, se teksten). Risiko er gitt som beregnede sannsynligheter i %.

Status	2016	2017
Risk bestand $< B_{lim}$ ( $0,3B_{msy}$ )	3 %	4 %
Risk bestand $< B_{msy}$	65 %	75 %
Risk fiskeridødelighet $> F_{msy}$	100 %	99 %
Risk fiskeridødelighet $> F_{lim}$	79 %	65 %
Bestandsstørrelse ( $B/B_{msy}$ ), median	0.89	0.81
Fiskeridødelighet ( $F/F_{msy}$ ), median	2.14	1.89
Produktivitet (% av MSY)	99 %	97 %

Den gjennomsnittlige maksimale årlige produksjon av biomasse tilgjengelig for fisket (MSY) ble estimert til cirka 1247 tonn (tabell 3) og indikerer at nåværende fangstnivå nært opptil 2000 tonn/år ikke kan opprettholdes over tid. Bestandsstørrelsen i norsk sone er i dag estimert til å være litt under det nivået som gir MSY. Produksjonen reduseres proporsjonalt med reduksjonen i bestandsstørrelsen, og ved et nivå på ned mot  $B_{lim}$  vil den være omtrent 70% av MSY. Fangstene må derfor justeres slik at de tilsvarer produksjonspotensialet i bestanden, dersom bestanden ikke skal reduseres ytterligere. Med en bestand nærmere  $B_{lim}$  ( $0,3B_{msy}$ ) enn  $B_{msy}$  vil forventet langsiktig utbytte være i størrelsesordenen 700-1000 tonn/år.



**Tabell 3.** Gjennomsnittlig årlig produksjon (utbytte) i tonn ved tre bestandsstørrelser  $B_{lim}$  (se tekst)  $B_{2017}$  (estimert median biomasse 2017) og  $B_{msy}$  (se tekst) som % av maksimum (MSY).  
Variasjonskoeffisienten på estimert produksjon er 42%.

	Bestandsstørrelse		Produksjon	
	Referanse	Verdi	% av maks	Tonn
$B_{lim}$		0.3	51.0 %	636
$B_{2017}$		0.81	97 %	1204
$B_{msy}$		1	100 %	1247

### Fremskriving

Fremskrivninger og fangststoppjoner for 2017 ble analysert (tabell 4). Ved økende fangststoppjoner er det en økende risiko for at bestanden reduseres til under  $B_{lim}$  ved utgangen av 2018. Ved fangststoppjoner inntil 1750 tonn vil risikoen være lavere enn 10% for at bestanden kommer under  $B_{lim}$ . Et så høyt fangstnivå vil derimot føre til at risikoen for at fiskeridødelighete overskrider  $F_{lim}$  blir større enn 35%. Fangster på mindre eller lik 1250 tonn innebærer maksimum 35% risiko for at  $F_{lim}$  overskrides. Samtidig vil risikoen for at biomassen reduseres til under  $B_{lim}$  være cirka 6%. I et ettårig perspektiv vil fangster opp til 1250 tonn være i overensstemmelse med forvaltningsmålene. Det er i midlertid ikke sannsynlig at et slikt fangstnivå vil kunne opprettholdes over tid (se forrige avsnitt) og fangstene må trolig reduseres ytterligere i årene fremover.

**Tabell 4.** Kongekrabbe i kvoteregulert område: Fangststoppjoner for 2018 med tilhørende konsekvenser gitt som status i forhold til gitte referansepunkter (se avsnitt for beskrivelse av disse). Risiko er angitt som sannsynlighet i %.

Fangststoppjon 2018 (tonn)	1000	1250	1500	1750	2000	2250
Risk bestand < $B_{lim}$	4 %	6 %	7 %	8 %	13 %	18 %
Risk bestand < $B_{msy}$	72 %	82 %	85 %	90 %	95 %	97 %
Risk fiskeridødelighet > $F_{msy}$	55 %	84 %	93 %	98 %	100 %	100 %
Risk fiskeridødelighet > $F_{lim}$	11 %	35 %	58 %	79 %	92 %	97 %
Risk bestand2018 < bestand2017	50 %	65 %	70 %	77 %	86 %	91 %
Bestandsstørrelse ( $B/B_{msy}$ ), median	0.78	0.68	0.64	0.59	0.54	0.48
Fiskeridødelighet ( $F/F_{msy}$ ), median	1.06	1.50	1.84	2.37	3.00	3.80
Produktivitet (% av MSY)	95 %	90 %	89 %	83 %	79 %	73 %

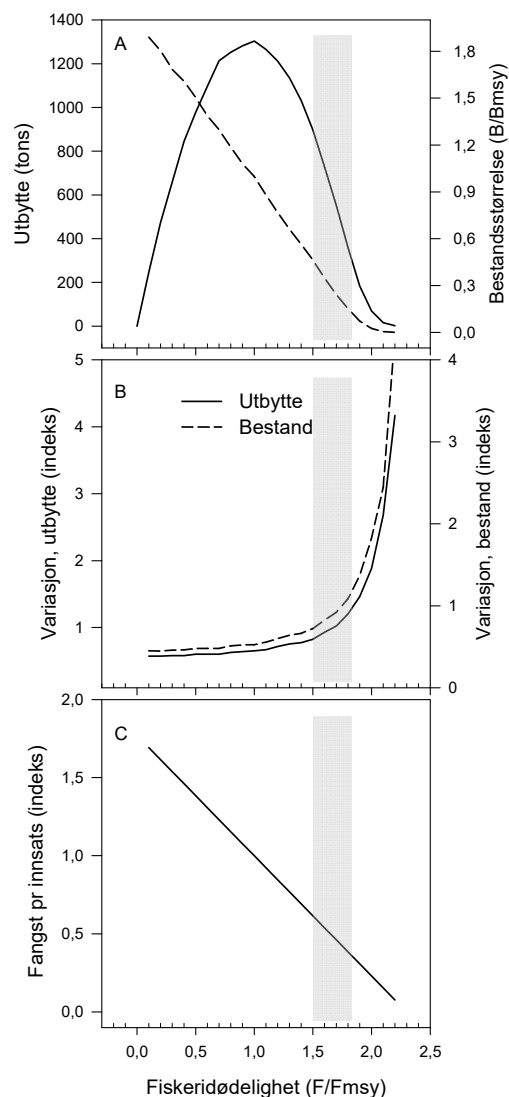
### Forvaltningsbetraktninger

#### Stabilitet i fisket

For å finne «*det laveste bestandsnivået som over tid er i stand til å opprettholde et relativt stabilt uttak*» (forvaltningsmål) og størrelsen på den fiskeridødeligheten som driver bestanden mot dette punktet, simulerte vi likevektstilstanden i bestanden ved ulike fiskeridødeligheter (figur 7). Utbytte (fangspotensial), bestandsstørrelse, variasjonen i de årlige fangstene og fangstrater påvirkes av intensiteten i beskatningen over tid. Ved økende fiskeridødelighet vil utbyttet først øke til et maksimum (MSY) for så å minke igjen hvis  $F$ 'en økes ytterligere (figur 7A). Samtidig vil den stående bestanden reduseres kontinuerlig. I takt med at fiskeridødeligheten øker og bestandsstørrelsen reduseres, øker variasjonen i forventet utbytte fra år til år (figur 7B). Den største endringen skjer ved



fiskeridødeligheter mellom  $1,5$  og  $1,7F_{msy}$ , og variasjonen i utbytte øker kraftig ved  $F > 1,7F_{msy}$ . Fangstratene (figur 7C) faller proporsjonalt med økningen i fiskeridødeligheten. Simuleringene illustrerer at beskatningsgraden regulerer en "balanse" mellom størrelse og stabilitet på forventet utbytte, og størrelsen på stående bestand. En biomasse på  $0,3B_{msy}$  som korresponderer til en fiskeridødelighet på  $1,7F_{msy}$  kan derfor fungere som målbare referansepunkter (grenseverdier) henholdsvis  $B_{lim}$  og  $F_{lim}$ .



**Figur 7.** Sammenheng mellom fiskeridødelighet og forventet utbytte (fangst) og bestandsstørrelse (A), år til årsvariasjon i forventet utbytte og bestandsstørrelse (B), og fangstrater i fisket (C). Grå boks markerer en sone hvor årsvariasjonen i fangstpotensialet øker kraftig dvs. stabiliteten i fisket minker.

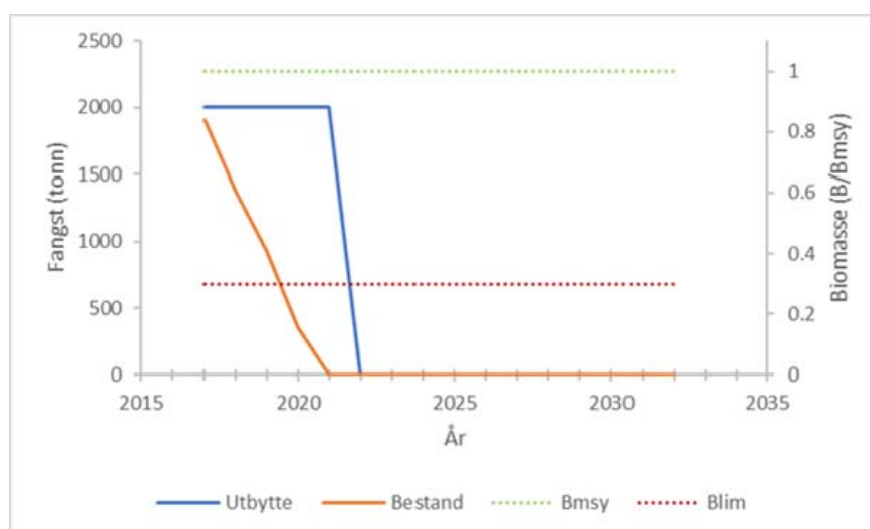
#### Simulering av framtidig utbytte

Den høye fiskeridødeligheten de seneste to årene har ført til en nedgang i bestandsstørrelsen i 2017. Dersom ikke fiskeridødeligheten reduseres, vil bestanden i løpet av få år minke til under  $B_{lim}$ , en situasjon hvor forutsigbarheten når det gjelder rekruttering og fangstutbytte vil bli svært utfordrende. Dessuten må en i en slik situasjon være forberedt på at nivået på det årlige utbyttet vil



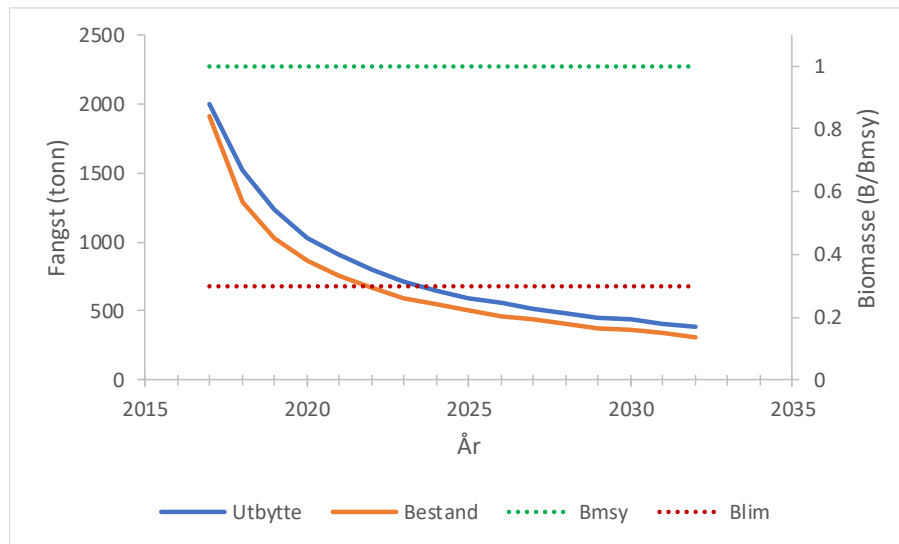
være omlag halvparten av MSY (625 tonn). I tillegg til redusert produksjon på grunn av lav bestand kommer også usikkerheten knyttet til rekrutteringen på grunn av lavt minstemål på hunnkrabber (se punktet om endringer i gytebestanden side 11).

En simulering av utviklingen i fangstpotensialet og størrelsen på bestanden av hannkrabber under forutsetning av at den årlige fangstknoten holdes på 2000 tonn, viser en rask nedgang i begge deler og bestanden vil sannsynligvis kollapse innen relativt kort tid (figur 8). I følge figuren vil den teoretiske fangsten kunne opprettholdes på 2000 tonn fram til 2022. Etter det faller den til null. I praksis vil det bli svært utfordrende å nå dette nivået på fangsten etter 2019 i og med at bestandsstørrelsen reduseres betraktelig slik at innsatsen i fisket må mer enn fordobles for å nå en teoretisk fangst på 2000 tonn (figur 8).



**Figur 8.** Simulert teoretisk framtidig utvikling i fangst og relativ biomasse av hannkongekrabbe i kvoteregulert område dersom fangsten holdes konstant på 2000 tonn årlig.

I en annen simulering hvor det fiskes med en konstant  $F$  nær det nåværende nivå ( $F_{lim}$ ) viser likeledes en hurtig desimering av bestanden og tilsvarende nedgang i fangstene (figur 9). Dette betyr at nåværende fangstnivå ikke kan opprettholdes selv om fiskeridødeligheten holdes konstant nær  $F_{lim}$ . I tillegg vil en redusert bestand medføre liten «bufferkapasitet» når det gjelder variasjoner i rekruttering. Noe som kan bidra til økte variasjoner i høstingspotensialet fra år til år.

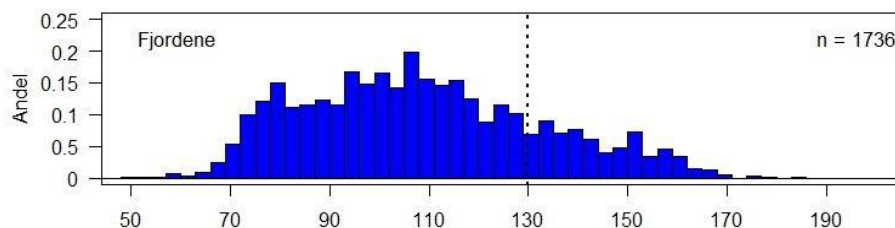


**Figur 9.** Simulering av utviklingen i kongekrabbebestand og utbytte dersom fiskeridødelighetet i krabbe fisket holdes på dagens nivå (nært  $F_{lim}$ ).

## Andre vurderinger

### Størrelsessammensetning og rekruttering

Mengden av krabber større enn 70 mm ryggskjoldlengde fanges representativt på våre tokt i fjordene, men ikke i de åpne havområder. Dette gjør at eventuelle sterke årsklasser kan registreres i størrelsesfordelingen av krabber mellom 70- og 130 mm 2- 3 år før de rekrutterer inn i den fangstbare bestanden (større enn 130 mm) i fjordene, mens det blir problematisk å registrere det i de åpne havområdene. Det er ingen klare toppe i størrelsesfordelingene fra fjordene som indikerer at ingen store årsklasse er på vei inn (figur 10).



**Figur 10.** Størrelsesfordeling hos hannkongekrabber fra toktet i fjordene høsten 2017. Stiplet vertikal linje angir minstemålet for fiske på 130 mm ryggskjoldlengde.

### Endringer i gytebestanden

Gjennomsnittlig størrelse hos kjønnsmodne hann- og hunnkrabber i kvoteregulert område, kan påvirkes av to faktorer; beskatningsgrad og minstemål for fangst. I tillegg er det mye som tyder på at en reduksjon i mengden store hannkrabber også bidrar til at færre store hunnkrabber overlever. Innføringen av det kommersielle fisket i 2002 bidro til en økt beskatningsgrad på de store



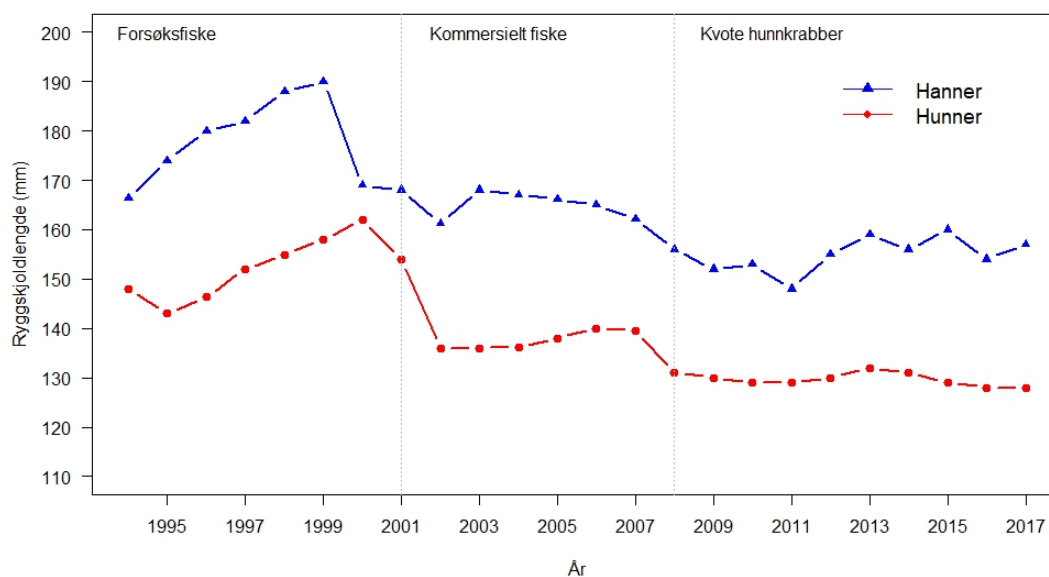
hannkrabbene. Noe som sannsynligvis har bidratt til at størrelsen på hannkrabber har gått ned. Det samme skjedde med hunnkrabbe-bestanden, og spesielt ser innføringen av kvoter på hunnkrabber ut til å ha redusert størrelsen. Et økt fiskepress på hunnkrabber ved å redusere minstemålet fra 130 til 120 mm i 2017, forventes å redusere gjennomsnittsstørrelsen på hunner ytterligere.

I figur 11 har vi valgt å presentere utviklingen i andelen kjønnsmodne krabber i bestanden målt ved 90 % - kvartilen av median størrelse. Denne parameteren er et mål på variasjonen rundt median størrelse og omfatter 90 % av alle målte størrelser på krabbe større en median-størrelsen hvert år. Alle dataene er fra våre tokt i kvoteregulert område.

Figur 11 viser at det var en jevn nedgang i størrelsen på store hann- og hunnkrabber de første årene etter at det kommersielle fisket ble igangsatt (2002). I tillegg ser det ut til å ha blitt færre store individer av begge kjønn etter at den nye forvaltningsplanen for kongekrabbe kom i 2008. For kjønnsmodne hanner har nedgangen flatet ut de senere årene, mens gjennomsnittsstørrelsen på eggbærende hunnkrabbene ser ut til å stadig bli mindre.

En reduksjon i minstemålet på hunnkrabber fra 130 til 120 mm skjoldlengde i 2017 skaper usikkerhet knyttet til utviklingen av gytebestanden og dermed rekrutteringen. Grovt sett kan en si at en slik reduksjon i minstemålet har bidratt til at en gjennomsnittlig hunnkrabbe nå (120 mm) i snitt kun vil gyte 1,5 ganger i løpet av sitt liv, mens den tidligere ville kunne gyte 3 – 4 ganger (130 mm).

Konsekvensene av en slik reduksjon er også at gytebestanden nå i hovedsak består av førstegangsgytere som klekker eggene tidlig i sesongen, mens flergangsgyterne klekker senere. Gytesesongen for kongekrabbe i våre farvann blir dermed forkortet med opptil flere måneder, og sjansen for overlevelse av larvene ved de årlige klekkingene reduseres.



**Figur 11.** Endringer i 90 % -persentilen i fordelingen i ryggskjoldlengde hos hann- (blå) og hunn- (rød) kongekrabbe fra det kvoteregulerte området i perioden 1994 – 2017. Vertikale stiplede linjer angir tidspunkt for oppstart av kommersielt fiske og for kvoter på hunnkrabbe.



## Spredning og økosystemeffekter

### Spredning

I likhet med foregående år ble det i juni 2017 gjennomført et teinetokt for kartlegging av utbredelse og spredning av kongekrabbe vest for 26° E. I alt 51 stasjoner ble undersøkt hvor lenker á to teiner ble vatnet i ca 24 timer. Dette er i hovedsak de samme stasjonene som er undersøkt tidligere, og med samme type teiner. Figur 12 viser oversikten over stasjonene og det ble tilsammen fanget 95 krabber på hele toktet; en god del færre enn i 2016. Det ble fanget noe krabbe i fjordene på begge sider av Sørøya, i likhet med i 2016, men betydelig færre enn i 2016.

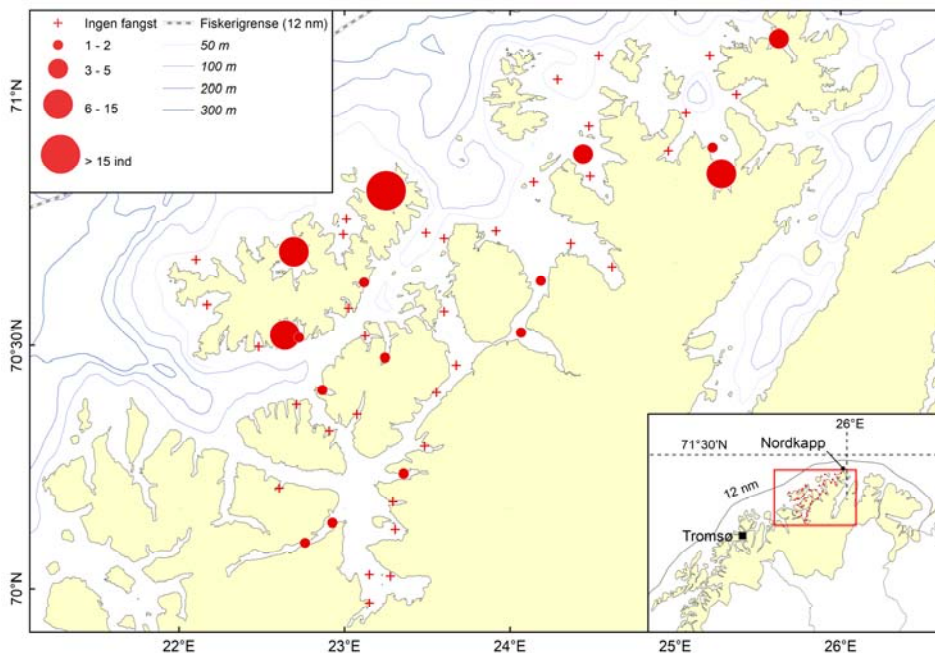
Resultatene fra toktet viser en nedgang i mengde krabbe vest for Nordkapp sammenlignet med 2016 (figur 13, tabell 5). I 2016 ble det registrert en viss økning i mengde krabbe i dette området sammenlignet med året før, og årets resultater indikerer at det frie fisket har vært så pass stort at det har tatt ned bestanden igjen. Denne typen opp- og nedgang i kongekrabbebestanden vest for Nordkapp vil vi etter all sannsynlighet også se i framtiden. Tettheten av krabbe vest for det kvoteregulerte området er uansett svært lav sammenlignet med situasjonen i det kvoteregulerte området, og det er fortsatt bare i de ytre delene at det er observert krabbe i dette området (figur 11, Tabell 5). De relativt høye standardavvikene knyttet til gjennomsnittsverdiene i tabell 5 indikerer at det er store forskjeller i antall krabber som fanges i enkeltteinene både i og utenfor det kvoteregulerte området. Det frie fisket etter kongekrabbe vest for Nordkapp ser ikke ut til å endre størrelsessammensetningen i bestanden i særlig grad (figur 14).

Enkeltkrabber vil fortsatt kunne "unnslippe" fisket i det frie området vest for 26° Ø og gi opphav til nye lokale populasjoner lenger vest, uansett hvor stor innsatsen i utrydningsfisket er. Det rapporteres også jevnlig om fangst av enkeltkrabber lenger vest både i Finnmark og Troms.

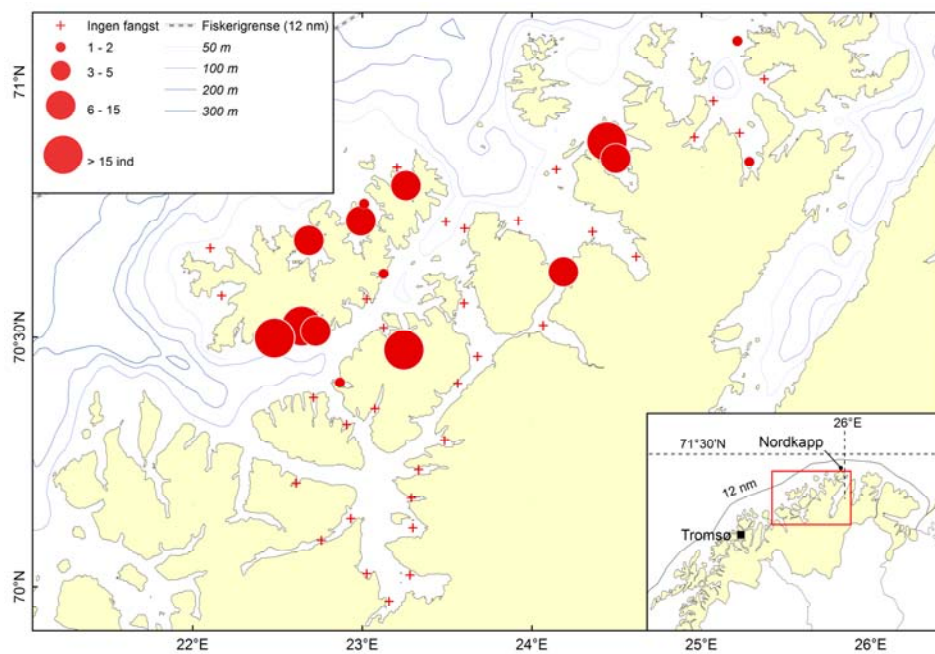
**Tabell 5.** Gjennomsnittlig fangst av kongekrabbe pr teinedøgn vest for 26° E og i det kvoteregulerte området.

W av 26° E:	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Gjennomsnitt	0,1	0,8	1,9	0,9	1,4	5,1	0,93
Standardavvik	0,6	4,0	12,6	2,6	3,5	12,9	3,24
Antall teinedøgn	159	96	82	61	87	94	102
Kvotekområde:	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Gjennomsnitt	73	39	59	49	51	83,1	79,3
Standardavvik	112	35	87	47	28	65,5	28,8
Antall teinedøgn	33	42	66	58	40	32	20





**Figur 12.** Stasjoner med fangster av kongekrabbe under teinetoktet gjennomført i juni 2017.



**Figur 13.** Stasjoner med fangster av kongekrabbe under teinetoktet gjennomført i juni 2016.

Det ser ut til at spredningen av kongekrabben vestover ved at fartøyer tar den med og slipper den levende ut, er minimal i dag sammenlignet med situasjonen for 10 – 15 år siden. Denne spredningsvektoren kan ikke utelukkes, men samtaler i møte med fiskere indikerer at de fleste har forstått at slike handlinger er uønsket og ulovlig.

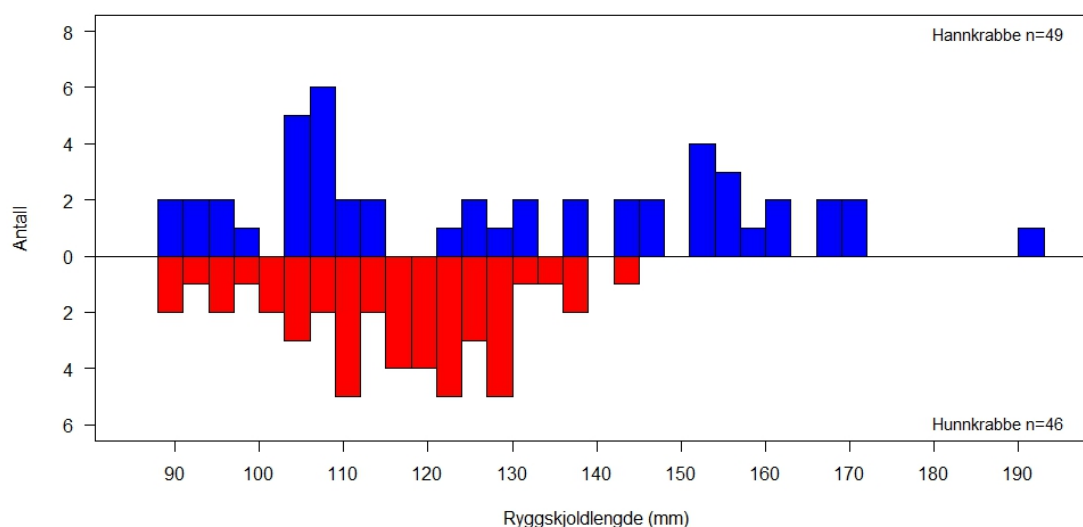


Modeller har vist at transport av larver vestover fra klekkinger i det kvoteregulerte området er sannsynlig, men det gjenstår å verifisere denne hypotesen. Tidligere observasjoner av ansamlinger av småkrabbe på yttersida av Sørøya faller imidlertid godt sammen med prediksjonene fra disse larve – spredningsmodellene (Pedersen et al 2006) (figur 12 og 13).

På verdensbasis er ballastvann den viktigste spredningsvektoren av fremmede arter. Det er derfor også en potensiell mulighet for at larver fra Øst-Finnmark kan spres til andre deler av kysten via ballastvann. En kjenner imidlertid ikke til bruken av ballastvann i kysttrafikken i Nord-Norge.

Vår vurdering er derfor at det er utvandring av stor krabbe som utgjør den største spredningsrisikoen vestover og en slik utvandring ser ut til å være relatert til nivået på krabbetettheten i de områdene det vandres utfra.

Spredningen av kongekrabbe nordover blir ikke overvåket med egne tokt. Siden alle indikasjoner så langt viser at det er lite kongekrabbe i de åpne havområdene i norsk sone utenfor 15 – 20 nm, har vi ikke prioritert å gjennomføre egne tokt i dette området, men benytter bifangstdata av krabbe i bunntål fra det årlige økosystemtoktet fra disse områdene. Det er ikke rapportert om bifangster av kongekrabbe fra økosystemtoktet i norsk sone i 2017.



**Figur 14.** Størrelsesfordeling av kongekrabbe fanget på toktet vest for 26° E i juni 2017.

#### Effekter av kongekrabben på økosystemet

På toktet i 2017 ble det tatt prøver med bomtrål fra de faste stasjonene av dyr som lever på bunnen, i Varanger og Porsanger. Disse stasjonene blir forsøkt tatt årlig for å undersøke om effekten av kongekrabben på bunndyrsamfunnene endrer seg over tid dersom tettheten av kongekrabbe i et område endrer seg. Denne tidsserien er foreløpig bare på fem år og det er lite sannsynlig at eventuelle endringer vil kunne sees i løpet av så kort tid og prøvene fra 2017 indikerer ingen vesentlige endringer i sammensetningen av bunnfaunaen i de undersøkte fjordene.

Forskning på bunnfaunaen i Porsangerfjorden (Fuhrmann et al 2015), indikerer samme type effekter av kongekrabben på bunnfaunaen i Porsangerfjorden som det en tidligere har vist for Varangerfjorden (Oug et al 2011). Effekten av kongekrabben er i hovedsak at store individer av



muslinger, sjøstjerner og slangestjerner blir borte i områder med høye tettheter av krabbe over tid. I tillegg har en observert en reduksjon i både antallet arter og i den totale biomassen av bunndyr i slike områder. Foreløpig er det kun utvalgte steder i Varangerfjorden og Porsangerfjorden som er undersøkt, men mye kan tyde på at denne typen effekter kan gjelde for store deler av kongekrabbens utbredelse i det kvoteregulerte området. Ny forskning fra 2017 indikerer også at det skjer strukturelle endringer i bunnsedimentene i bløtbunnsområder hvor krabben har oppholdt seg over lang tid (Oug et al 2017). Kongekrabben fjerner dyr (børstemark og muslinger) som bidrar til å føre oksygen ned i sedimentene slik at kun de øverste par centimetrene blir oksygenert. Dette påvirker levemulighetene for enkelte dyregrupper og kan føre til at stoffomsetningen på bunnen reduseres.

### Referanser

- Fuhrmann, M.M., Pedersen, T., Ramasco, V. and Nilssen E.M. 2015. Macrobenthic biomass and production in a heterogenic subarctic fjord after invasion by the red king crab. *J. Sea Res.* 2015. Vol 106; 1-13.
- Hvingel, C. and M.C.S. Kingsley. 2006. A framework to model shrimp (*Pandalus borealis*) stock dynamics and quantify risk associated with alternative management options, using Bayesian methods. *ICES J. Mar. Sci.* **63**:68–82.
- Hvingel, C., Kingsley, M.C.; Sundet, J.H. 2012. Survey estimates of king crab (*Paralithodes camtschaticus*) abundance off Northern Norway using GLMs within a mixed generalized gamma-binomial model and Bayesian inference. *ICES Journal of Marine Science* 2012 Vol **69**.(8): 1416-1426.
- Oug, E., Cochrane, S., Sundet, J.H., Norling, K. & Nilsson, H.C. 2011. Effects of the invasive red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) on soft bottom fauna in the Varangerfjorden, northern Norway. *Mar Biodiv.* 41: 467-479. DOI 10.1007/s12526-010-0068-6
- Oug, E., J.H. Sundet, S.K.J. Cochrane. 2017. Structural and functional changes of soft-bottom ecosystems in northern fjords invaded by the red king crab (*Paralithodes camtschaticus*). *Journal of Marine Systems*, 2017. Doi: 10.1016/j.jmarsys.2017.07.005
- Pedersen, O. P., E. M. Nilssen, L.L. Jørgensen, and D. Slagstad. 2006. Advection of the red king crab larvae on the coast of North Norway – a Lagrangian model study. *Fisheries Research* 79: 325-336.