



SNØKRABBE PÅ NORSK SOKKEL I BARENTSHAVET

Status og rådgivning for 2025



Tittel (norsk og engelsk):

Snøkrabbe på norsk sokkel i Barentshavet

Undertittel (norsk og engelsk):

Status og rådgivning for 2025

Rapportserie:

Rapport fra havforskningen

ISSN:1893-4536

År - Nr.:

2024-44

Dato:

24.10.2024

Forfatter(e):

Ann Merete Hjelset, Hanna Ellrine Helle Danielsen, Maria Jenssen, Odd-Børre Humborstad, Neil Anders, Jostein Saltskår, Erik Berg og Fabian Zimmermann (HI)

Forskningsgruppeleder(e): Erik Berg (Bentiske ressurser og prosesser)
Godkjent av: Forskningsdirektør(er): Geir Huse Programleder(e): Maria Fossheim

Distribusjon:

Åpen

Program:

Barentshavet og Polhavet

Forskningsgruppe(r):

Bentiske ressurser og prosesser

Antall sider:

32

Sammendrag (norsk):

Basert på en MSY-tilnærming anbefaler Havforskningsinstituttet at totalfangsten av snøkrabbe på norsk sokkel i 2025 ikke bør overstige 12 724 tonn. Kvoterådet gjelder for den høstbare delen av bestanden, som er snøkrabbe over minstemålet på 95 mm skallbredde.

Fiskedødeligheten i bestanden er under F_{MSY} og bestandsbiomassen er over MSY $B_{trigger}$ og B_{lim} . Toktindeksen for 2024 tyder på en nedgang i bestanden etter fiskesesongen 2024, sammenlignet med 2023. Kvoterådet er basert på en MSY-tilnærming som bruker 35. persentilen av den predikerte fangstfordelingen i 2025 under F_{MSY} . Tilnærmingen tar høyde for usikkerhet i kvoterådet og anbefales derfor av ICES for bestander som blir vurdert med en SPiCT-bestandsmodell.

Havforskningsinstituttet anbefaler at fisket stenges i perioden 1. juli til 31. desember for å beskytte snøkrabbene under og etter skallskifte. Dette reduserer risikoen for å påføre snøkrabben skader i forbindelse med håndtering i fiskeriet, og sørger for at fisket foregår i perioden når krabben er av best kvalitet.

Rådet om innføring av rømmingshull med nedbrytbar tråd opprettholdes, og HI anbefaler at det gjøres en evaluering av effekten av dette. HI anbefaler at det gjøres videre undersøkelser av seleksjon, ombordsortering og gjenutsetting, slik at skadeomfang, overlevelse og velferd på snøkrabbe kan evalueres.

Sammendrag (engelsk):

Based on an MSY approach, the Institute of Marine Research recommends that the total catch of snow crab on the Norwegian shelf in 2025 should not exceed 12,724 tonnes. The quota advice applies to the harvestable part of the population, which is snow crab above the minimum legal size of 95 mm carapace width.

Fish mortality in the stock is below F_{MSY} and stock biomass is above MSY $B_{trigger}$ and B_{lim} . The stock index for 2024 indicates a decline in the stock after the 2024 fishing season, compared to 2023. The quota advice is based on an MSY approach that uses the 35th percentile of the predicted catch distribution in 2025 under F_{MSY} . The approach takes into account uncertainty of the advice, and is therefore recommended by ICES for stocks that are assessed with a SPiCT stock model.

The Institute of Marine Research recommends that fishing is closed in the period from July 1st to December 31st to protect the snow crab during and after molting. This reduces the risk of causing damage to the snow crab during handling in the fishery, and ensures that fishing takes place in the period when the crab is of the best quality.

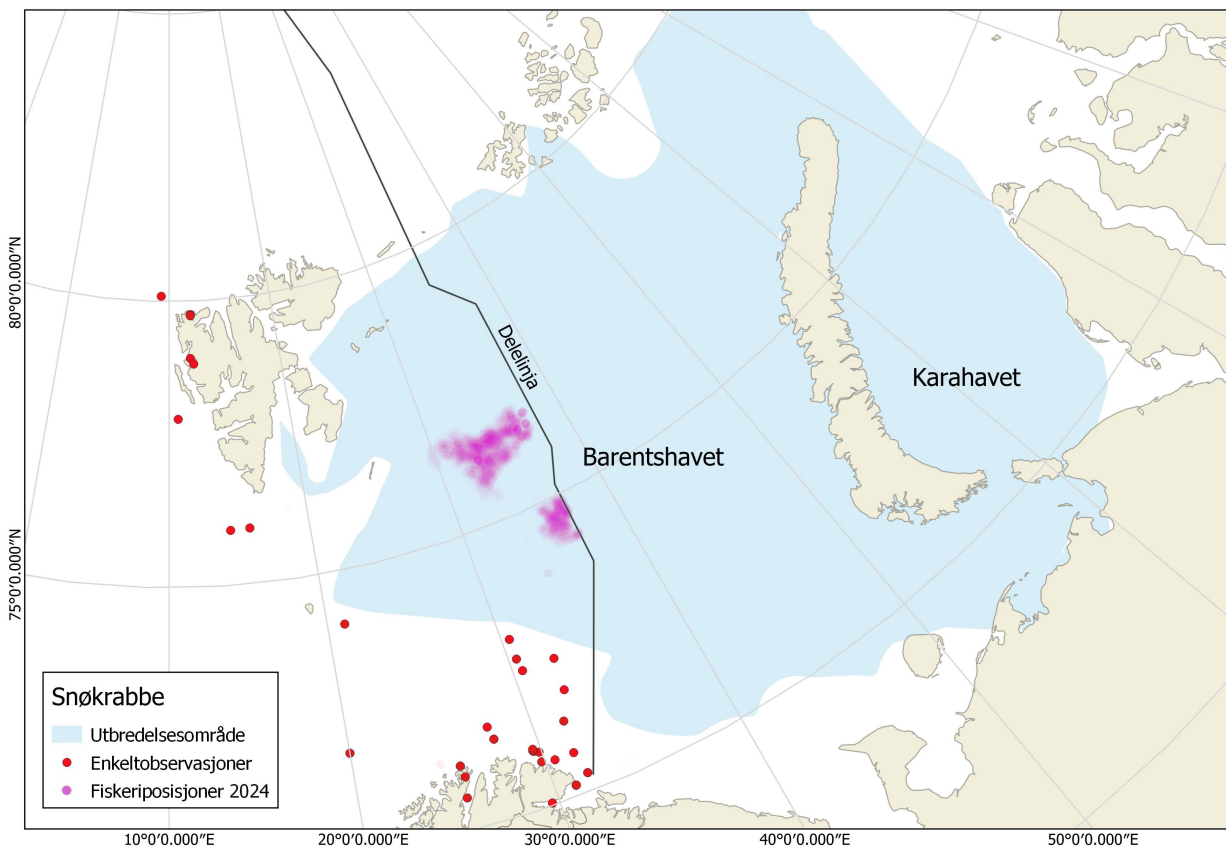
The advice on the introduction of escape holes with degradable cotton tread is maintained, and HI recommends that an evaluation of the effect of this is carried out. HI recommends that further investigations into selection, on-board sorting and re-release is carried out, so that the extent of damage, survival and welfare of snow crabs can be evaluated.

Innhold

1	Bakgrunn	5
1.1	Forvaltningsmål	6
1.2	Referansepunkter	6
1.3	Grunnlag for rådgivningen	6
1.4	Datagrunnlaget	7
1.5	Bestandsindekser	8
1.6	Bestandsmodell og antakelser	9
2	Bestandsvurdering	11
2.1	Bestandsutvikling	11
2.2	Modelldiagnostikk og sensitivitet	14
2.3	Framskrivning og kvoteråd	15
2.4	Fangst og råd over tid	16
3	Kunnskapsstatus og snøkrabbens biologi	17
3.1	Utbredelse og spredning	17
3.2	Påvirkning på økosystemet	17
3.3	Vekst og minstemål, skallskifte og fredningsperiode	18
3.4	Fiskeri	19
3.4.1	<i>Fiskeri på russisk sokkel</i>	20
4	Fiskeriteknologiske vurderinger	21
4.1	Spøkelsesfiske	21
4.2	Seleksjon, overlevelse, skader og velferd	22
5	Kunnskaps- og forskningsbehov	23
5.1	Effekter av redusert toktfrekvens	23
5.2	Fiskeridata	23
5.3	Magedata	23
5.4	Retroanalyse og vekting av bestandsindekser	23
5.5	Bestandsmodell hele Barentshavet	24
5.6	Alternative bestandsvurderingsmetoder	24
5.7	Høstingsregel og forvaltningsstrategi	24
6	Referanser	25
7	Vedlegg	28
7.1	Modelldiagnostikk	28
7.2	Sammendrag av bestandsvurderingen	30

1 - Bakgrunn

Snøkrabben er i dag registrert over store deler av Barentshavet, i området rundt Svalbard og i Karahavet, men fortsatt befinner størstedelen av bestanden seg på russisk sokkel (Figur 1). På norsk sokkel er tettheten av bestanden høyest i områdene rundt Sentralbanken, og det er her det kommersielle fisket foregår (Figur 1). I dag er tettheten av krabbe så lav utenfor de områdene hvor det drives fiske, at de ikke er av kommersiell interesse. Havforskningsinstituttet kartlegger utbredelsen av snøkrabbe på norsk sokkel gjennom årlige tokt. Disse undersøkelsene viser at store deler av det potensielle leveområdet for snøkrabbe er i ferd med å bli kolonisert. Det forventes imidlertid at tettheten av snøkrabbe vil fortsette å øke vest- og nordover, men hastigheten på spredningen og hvilke tettheter som en kan forvente er usikkert.



Figur 1: Utbredelse av snøkrabbe i Barentshavet. Den sammenhengende utbredelsen av snøkrabbe (blått) strekker seg over størstedelen av Russisk økonomisk sone, Karahavet, Svalbardsonen vest til Svalbard og Bjørnøya, samt den nordligste delen av Norsk økonomisk sone. Enkeltobservasjoner av snøkrabbe (røde punkter) er gjort i østlig del av Norsk økonomisk sone nord for Finnmark og vest og nordvest for Svalbard. Fiskeriposisjoner fra 2024 er markert med rosa punkter, og viser at det norske fiskeriet er relativt konsentrert sør og nord for Sentralbanken.

1.1 - Forvaltningsmål

Forvaltningsmålet for snøkrabbe på norsk kontinentalsokkel (ref. Nærings – og fiskeridepartementet) er en bærekraftig høsting som gir grunnlag for verdiskaping for samfunnet, basert på kunnskapen om hvordan artene påvirker hverandre i økosystemet. Dette skal oppnås gjennom å balansere delmålene: 1) maksimering av fangstutbyttet på lang sikt, og 2) minimering av risikoen for uønskede økosystemeffekter.

1.2 - Referansepunkter

Referansepunkter som brukes for snøkrabbe på norsk sokkel er relative og estimeres i bestandsmodellen. Målet er å sikre et høyest mulig langsiktig fangstutbytte med F_{MSY} som skal holde bestanden over $MSY B_{trigger}$. Føre-var-referansepunktet B_{lim} skal sikre at bestandsbiomassen ikke faller under et kritisk lavt nivå.

Referansepunkter som benyttes i beskrivelsen av bestandsstatus og beskatningsgrad:

- MSY = Maksimalt langtidsutbytte/maksimal produksjon.
- B_{MSY} = Bestandsstørrelse (biomasse) som gir MSY .
- $MSY B_{trigger} = 0.5B_{MSY}$. Minste gytebestand hvor en fortsatt kan fiske med $F = F_{MSY}$.
- Bærekapasiteten = den maksimale bestandsstørrelsen som økosystemet kan opprettholde uten et fiskeri.
- $B_{lim} = 0.3B_{MSY}$ (føre var grenseverdi for bestandsstørrelse, vanligvis en grense for stenging eller kraftig reduksjon av fisket).
- F_{MSY} = Fiskeridødelighet (beskatningsgrad) som gir MSY , det vil si den beskatningen som driver bestanden mot B_{MSY} .
- $F_{lim} = 1.7F_{MSY}$ er den fiskeridødelighet som driver bestanden mot B_{lim} ($0.3B_{MSY}$).

1.3 - Grunnlag for rådgivningen

Havforskningsinstituttet legger til grunn følgende betraktninger for å oppnå forvaltningsmålene:

Delmål 1): Et høyest mulig langsiktig fangstutbytte oppnås ved å optimalisere fangstmengde og fangstrater, ved en beskatning hvor fiskeridødeligheten er litt under F_{MSY} . Over tid samsvarer dette med en bestand nær B_{MSY} , som vil sikre en høy produksjon og stabilitet i fisket og fungere som buffer for variabel rekruttering.

Snøkrabbebestanden er relativt godt beskyttet mot nedfisking av gytebestanden så lenge størrelse ved kjønnsmodning hos hunnkrabber er betydelig lavere enn minstemålet på hannkrabben, og ved at eggberende hunnkrabber skal gjennutsettes. Et fiske kun på store hanner vil normalt sikre en tilstrekkelig mengde befruktete egg.

Basert på betraktningene ovenfor, er de kvalitative forvaltningsmålene omformulert til følgende målbare referanser:

- F_{MSY} : Bør maksimalt ha 35% sannsynlighet for å gå over F_{MSY} .
- B_{MSY} : Bestanden bør være på et nivå nær B_{MSY} for å sikre maksimal produksjon og bidra til stabilitet i fiskeriet.
- Minstemål: Den minste fangststørrelsen på snøkrabbe som både sikrer god økonomi i fisket, og bestandens

reproduktive potensial.

- Fredningsperiode: Et tidsrom der det ikke er tillatt å fiske snøkrabbe, for å beskytte bestanden i forbindelse med skallskifte, bløtkrabbefase og oppbygging av kjøttfylde.

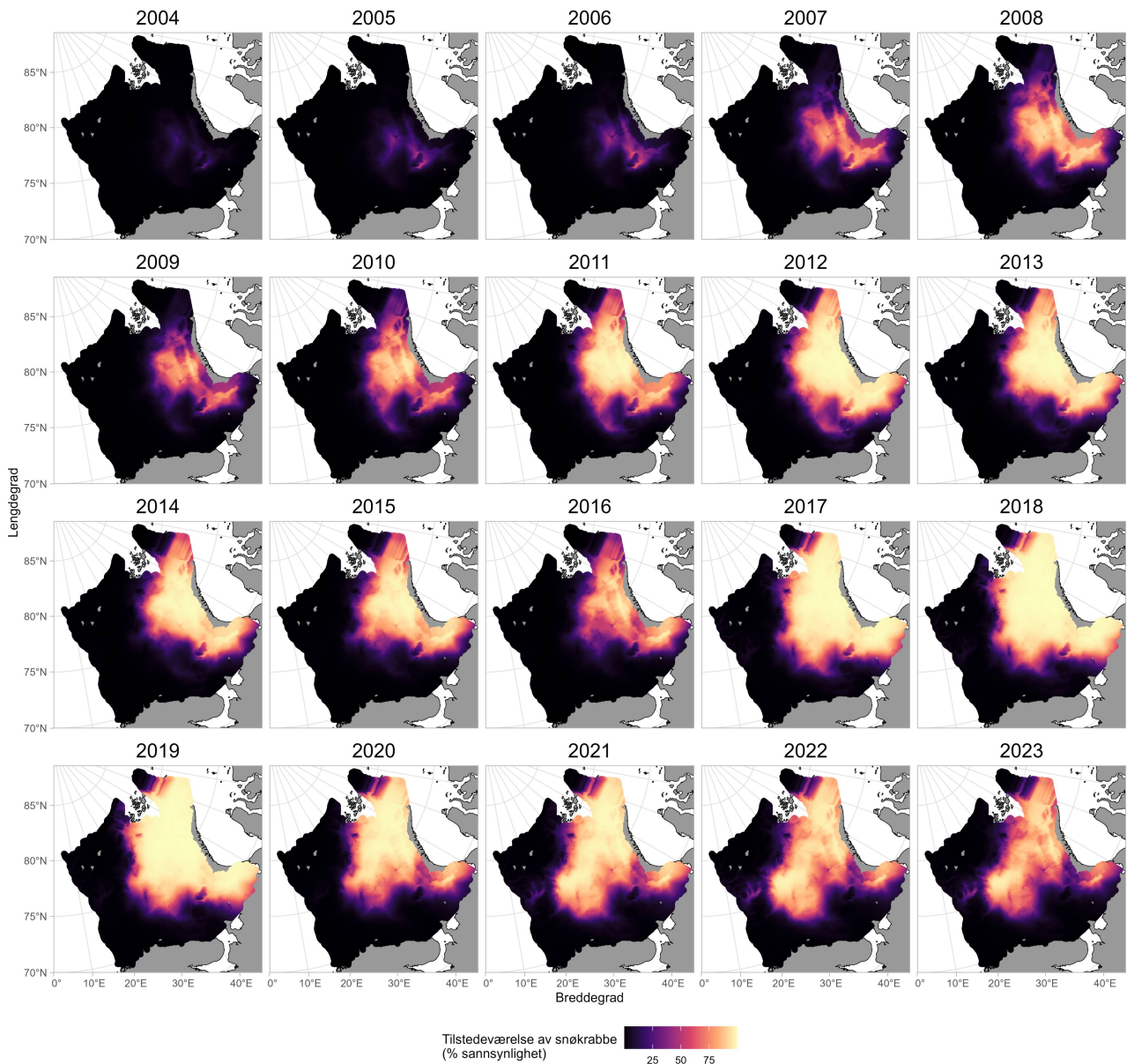
Delmål 2): Vi har generelt lite kunnskap om snøkrabbens effekter på økosystemet i Barentshavet. Modelleringer indikerer liten effekt på andre kommersielle fiskeressurser, og en moderat påvirkning av bunnfaunaen. HI og andre forskningsinstitusjoner jobber med å øke kunnskapsnivået om eventuelle økosystemeffekter.

1.4 - Datagrunnlaget

Rådgivningen er basert på data fra Havforskningsinstituttets årlige snøkrabbetokt, elektroniske fangstdagbøker og landingsdata, det årlige norsk-russiske økosystemtoktet i Barentshavet, samt øvrig forskning på snøkrabbe i Barentshavet og andre havområder.

Havforskningsinstituttet har siden 2019 gjennomført årlige snøkrabbetokt i områdene sentralt i Barentshavet hvor det er størst tetthet av snøkrabbe på norsk sokkel. Metodikken for overvåkning av snøkrabbebestanden er i stadig utvikling og flere typer redskap brukes (video, Agassiz bunntål og teiner). Beregning av tetthet av snøkrabbe baseres på krabbetrål (Agassiz) og videoundersøkelser i det kommersielle området, og denne tidsserien er inkludert i modellen som er brukt i årets bestandsvurdering. Øvrige individdata innsamlet på dette toktet gir ytterligere kunnskap om blant annet demografien i bestanden, som størrelsessammensetning, skallalder, kjønnsfordeling og andelen umodne og modne individer. Årets snøkrabbetokt ble gjennomført med F/F Johan Hjort, i tidsrommet 18. juni til 2. juli 2024.

De årlige norsk-russiske økosystemtoktene gjennomføres i perioden august – oktober. Det tråles med Campelen bunntål og pelagisk trål i et fast stasjonsnett som dekker hele Barentshavet, og i rådgivningen på snøkrabbe brukes en tidsserie med tetthetsestimater basert på bunntålstasjonene fra 2004 til og med fjorårets tokt. Utover tetthetsestimatene gir økosystemtoktet informasjon om spredning av snøkrabben (Figur 2). Toktet i 2023 viser ingen vesentlig endring i utbredelsen av snøkrabbe sammenliknet med tidligere år, men det ble fanget enkelte krabber utenfor det sammenhengende utbredelsesområdet.



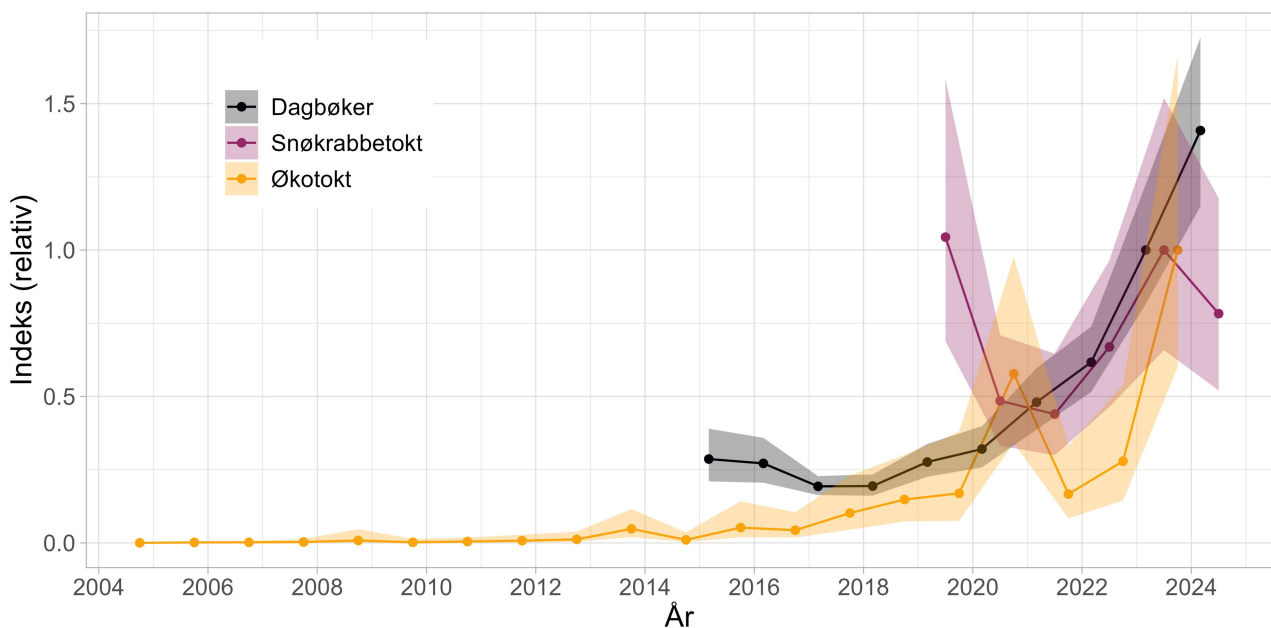
Figur 2: Kartene viser sannsynligheten for å få snøkrabbe i trålen basert på data fra det årlige norsk-russiske økosystemtoktet i Barentshavet i årene 2004 til 2023. Snøkrabben dukket først opp i sør-østlige deler av Barentshavet rundt Gåsbanken, siden har den spredt seg nord- og vestover, og finnes nå i størst tetthet i nordøst og sentrale deler av Barentshavet.

Fartøyene som fangster på snøkrabbe i norsk økonomisk sone og i Svalbardsonen rapporterer fiskeriposisjoner og fangst i form av elektroniske fangstdagbøker. Data fra dagbøkene (2015-2024) brukes til å beregne en bestandsindeks (fangst-per-enhet-innsats (CPUE)) som inngår i bestandsvurderingsmodellen. Totale landinger basert på sluttседler fra og med 2012 inngår også i bestandsmodellen.

1.5 - Bestandsindekser

Årets bestandsvurdering er basert på bestandsindekser fra det årlige snøkrabbetoktet, fangstrater fra fangstdagbøker og de norsk-russiske økosystemtoktene (Figur 3). Landingsdata fra fisket er brukt som mål på uttak.

En GAMM-modell (Generalized Additive Mixed Model) som inkluderer rom-tid-korrelasjon tilpasset fangstområdet, beregner bestandsindeksene for økosystemtoktet, snøkrabbetokt og fangstdagbøkene. Mens økotokt- og fangstdagbok indeksene baserer seg på fangstvekt, ble antall krabber fra video- og krabbetrål-stasjoner brukt til å estimere snøkrabbetoktindeksen. GAMM-tilnærmingen ble implementert i R (R Core Team, 2021) gjennom pakken sdmTMB (Anderson *mfl.*, 2022). Dette muliggjør inkludering av dyp som forklaringsvariabel, og håndterer endringer i fordelingen og datainnsamling i rom og tid, noe som gjør indeksen mer robust for årlige endringer i fisket i rom og tid.



Figur 3: Indekser brukt i bestandsmodellen for snøkrabbe på norsk sokkel. Indeksene baserer seg på data fra Havforskningsinstituttets snøkrabbetokt (2019-2024), økosystemtokt på norsk sokkel (2004 - 2023), og elektroniske fangstdagbøker (2015 - 2024).

Bestandsindeksene som benyttes har noen svakheter. Fangstredskapet brukt på økosystemtoktet (Campelen 1800 reketrål) har dårlig størrelsesselektivitet, og dermed fanges også små individer. Det fanges imidlertid så få individer på toktet at alle tas med når indeksen (biomasse) beregnes. Indeksen gjenspeiler derfor ikke bare den høstbare biomassen av snøkrabbe. Indeksen fra snøkrabbetoktet er basert på antall individer siden den er en kombinasjon av tråldata og videodata, og kan derfor avvike fra høstbar biomasse.

Bestandsindeksen basert på elektroniske dagbøker er sentral i bestandsvurderingen, men det er utfordringer med datakvaliteten. Det gjelder ufullstendig rapportering, særlig manglende eller feilaktig rapportering på ståtid og innsats, som kan gi unøyaktige estimater på fangstraten og medfører økt usikkerhet. Samtidig foregår det en kontinuerlig utvikling av fiskeriet gjennom effektivisering, antall fartøy som deltar, områder som brukes, etc., som også tilfører usikkerhet i indeksberegningen.

1.6 - Bestandsmodell og antakelser

Bestandsmodellen ble implementert i modelleringsrammeverket SPiCT (Stochastic surplus Production model in Continuous Time, Pedersen og Berg (2017)). Den underliggende matematiske modellen er lik den bayesianske

biomassemodellen som ble brukt til og med 2023 (Hjelset *mfl.*, 2023), men bestandsmodellen ble i 2024 overført til SPiCT på grunn av bedre dokumentasjon og kompatibilitet med andre bestandsvurderinger (SPiCT er det foretrukne rammeverket for biomassemodeller i ICES). Bestandsmodellen bygger på samme konfigurasjonen som i fjorårets bestandsvurdering, men ble utvidet med tre nye prior: opprinnelig bestandstilstand $B0/K$ basert på kunnskap om den historiske bestandsutviklingen, bestandsvekst r basert på informasjon fra SeaLifeBase og en prior på produksjonskurven n . Produksjonskurven er nå antatt å ligge rundt $n=2$ (Schaefer-modell med symmetrisk form), men ikke fast som tidligere for å øke fleksibiliteten av modellen. Prior på r og n ble blant annet introdusert for å gjøre modellen mer robust og mindre avhengig av antagelser på maksimal bæreevne (K). K ble inkludert med samme prior som tidligere (Hjelset *mfl.*, 2023).

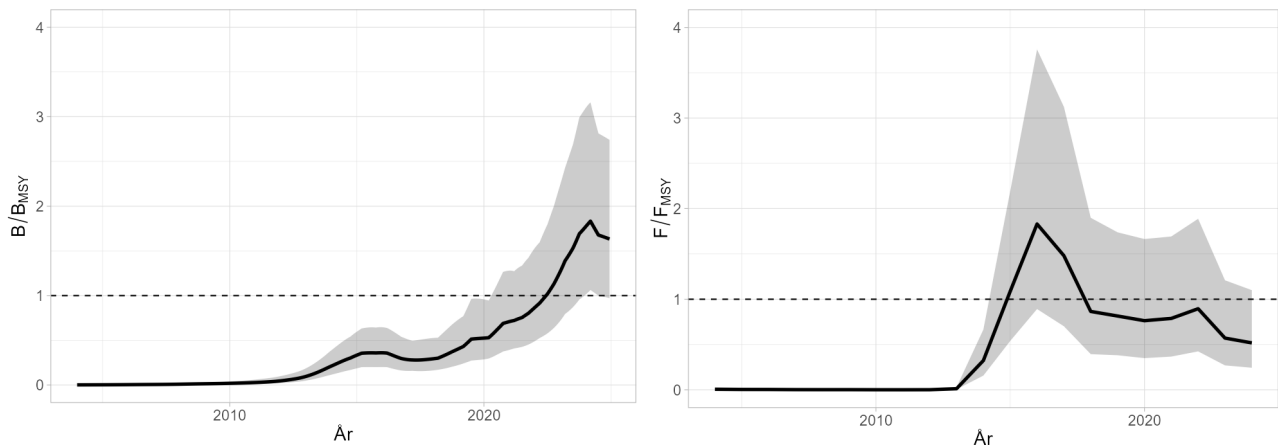
Modellen beregner bestandsstørrelser i relative verdier, i stedet for absolutte verdier. Maksimalt bærekraftig langtidsutbytte (MSY) anvendes som referansepunkt. I det følgende angis både bestandsstørrelse og fiskeridødelighet på en relativ skala hvor verdien 1 tilsvarer henholdsvis den biomassen og fiskeridødelighet som korresponderer til MSY.

2 - Bestandsvurdering

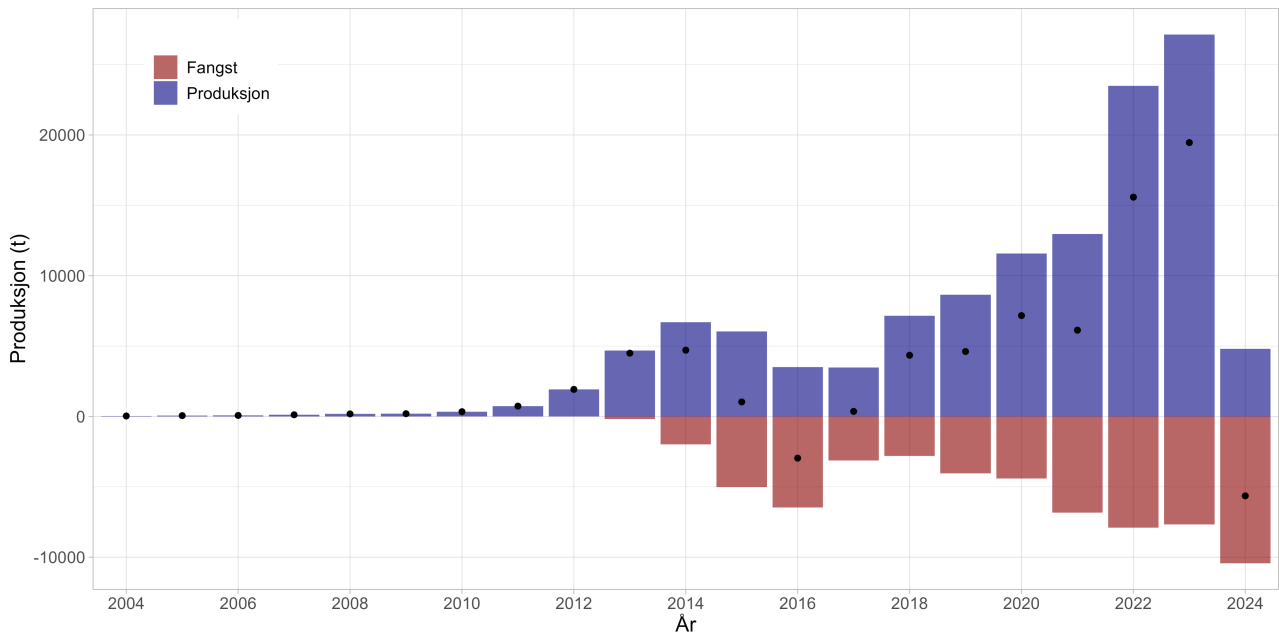
Kvoterådet gjelder kun snøkrabbe på norsk sokkel, men bestandsdynamikken i dette området påvirkes av utviklingen på russisk sokkel. Innvandring av voksen krabbe eller larvespredning kan bidra til høyere produktivitet enn den norske delbestanden ellers ville hatt. I tillegg er det framtidige spredningspotensialet og dermed det totale utbredelsesområdet på norsk sokkel fortsatt uvisst. Estimater av produktivitet og maksimalt bærekraftig utbytte på norsk sokkel kommer derfor med høy usikkerhet, som trolig reduseres framover ettersom bestandsutviklingen stabiliserer seg.

2.1 - Bestandsutvikling

Modellestimatene viser at bestanden stort sett har økt kontinuerlig etter 2010 (Figur 4) og vært over B_{MSY} siden 2023. Etter en tidligere fase i 2015-2017 med forholdsvis høyt beskatningsnivå, er fiskedødeligheten redusert de siste årene. Bestandsøkningen skyldes at den estimerte årlige nettoproduksjonen var positiv i flere år, dvs. at veksten i den høstbare delen av bestanden var høyere enn totalfangsten (Figur 5). Det er overveiende sannsynlig at bestanden i 2025 vil være over B_{MSY} og nær den estimerte bæreevnen for snøkrabbebestanden. Basert på tilgjengelig informasjon er det ikke mulig å bestemme hvor mye av produksjonen i bestanden som er et resultat av (lokal) rekruttering, sammenlignet med mulig innvandring fra den russiske sokkelen.

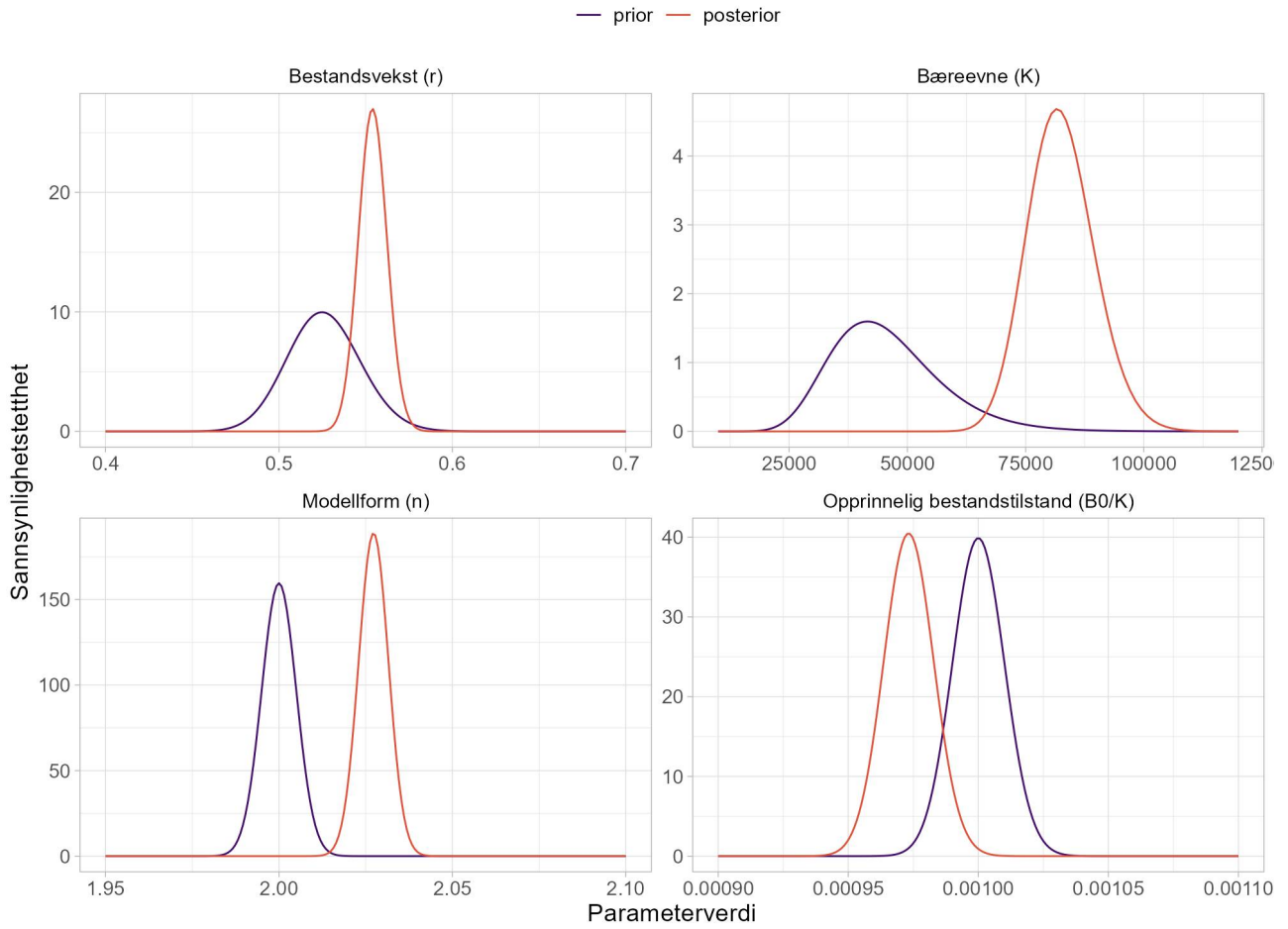


Figur 4: Estimerte bestandstrender for snøkrabbe på norsk sokkel. Høstbar biomasse relativ til B_{MSY} (venstre) og fiskeridødelighet relativ til F_{MSY} (høyre). Heltrukken svart linje viser gjennomsnitt og skravert område viser 95% konfidensintervall.



Figur 5: Estimert produksjon og fangst av snøkrabbe på norsk sokkel. Figuren viser nettoproduksjon (svarte punkter) som differanse mellom estimert gjennomsnittsproduksjon i bestanden (blå) og totalfangst (rød) per år.

Bestandsutviklingen gjenspeiles i estimatene av sentrale bestandsparametere (Figur 6). Bestandens vekstkoeffisient ble estimert til å ligge på den øvre delen av det som kan forventes basert på andre snøkrabbebestander (gjennomsnitt på 0.55), og den maksimale bæreevnen ligger ganske betydelig over det som tidligere ble antatt (gjennomsnitt på 81 657 t). Årsaken er sannsynligvis at bæreevnen ble definert med hensyn til det som ble benyttet som fiskeriområde etter 2017, noe som ikke tar hensyn til at det totale bestandsområdet nå er mye større.



Figur 6: Prior- og posterior-fordelinger av bestandsparametere. Prior ble definert basert på ekspertkunnskap, mens posteriorfordelinger ble estimert av bestandsmodellen.

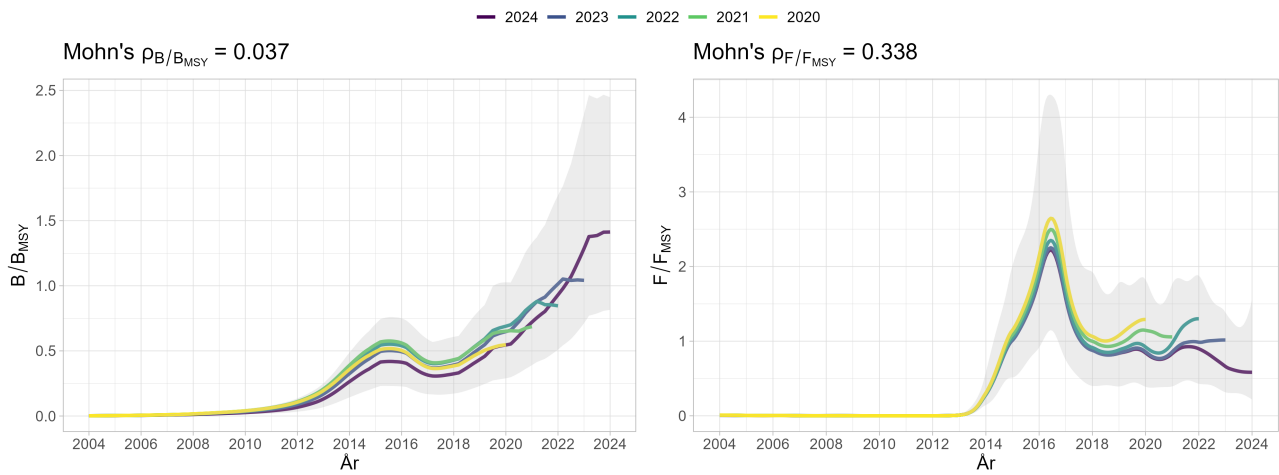
Tabell 1: SPiCT-parameter-estimater fra den endelige bestandsmodellen. I tabellen er alle relevante parametere vist, gjennomsnittsestimat, 95%-konfidensintervaller og log-estimat.

Parameter	Parameternavn	Estimat	95% konfidensintervall	Log-estimat
Bestandens vekstkoeffisient	r	0.55	0.44 - 0.70	-0.59
MSY	m	11200	6700 - 18700	9.3
Bæreevne	K	82000	46000 - 145000	11.3
Økotokt fangstbarhet	$q1$	0.000063	0.000034 - 0.000114	-9.7
Snøkrabbetokt fangstbarhet	$q2$	0.000026	0.0000141 - 0.000048	-10.6
Dagbøker fangstbarhet	$q3$	0.000035	0.0000199 - 0.000062	-10.3
Modellform	n	2.0	1.85 - 2.2	0.71
Biomasse prosessfeil	sdb	0.21	0.142 - 0.31	-1.55
Fiskedødelighet prosessfeil	sdf	0.69	0.57 - 0.83	-0.37
Økotokt observasjonsfeil	$sdi1$	0.76	0.60 - 0.97	-0.27
Snøkrabbetokt observasjonsfeil	$sdi2$	0.29	0.22 - 0.39	-1.23
Dagbøker observasjonsfeil	$sdi3$	0.115	0.077 - 0.173	-2.2
Fangst observasjonsfeil	sdc	0.103	0.069 - 0.154	-2.3

2.2 - Modelldiagnostikk og sensitivitet

Bestandsmodellen i sin endelige konfigurasjon konvergerer og oppfyller i stor grad kriteriene for å aksepteres. Noen mindre utfordringer oppstår hovedsakelig på grunn av den fortsatt korte tidsserien, relativ høy usikkerhet tilbake i tid, og fordi det kun modelleres på den norske delen av bestanden. Bestands- og fiskeridynamikk på russisk sokkel har vi ikke tilgang til og må ignoreres. Dette gjenspeiles i en retrospektiv analyse (Figur 7) som viser at F/F_{MSY} -trenden avviker systematisk til høyere verdier, noe som resulterer i en Mohns-rho-verdi på øvre grense. Retrospektiv mønsteret på B/B_{MSY} er derimot uproblematisk. De retrospektive trendene er forventet for en bestand som er i vekst, ved at både bæreevne og B_{MSY} øker og fiskedødelighet (F) reduseres fra et assessment til neste.

Modelldiagnostikken viser at modellen passer godt til bestandsindeksene, basert på modellresidualer av bestandsindeksene og indeks-hindcasts (se vedlegg). Det finnes derimot noen avvik i hvor godt modellen forklarer fangstdataene, og prosessfeil på fiskedødelighet. Det skyldes primært høye fangster før 2017.



Figur 7: Retrospektiv analyse av bestandsmodellen. Figurene viser estimater av B/B_{MSY} (venstre) og F/F_{MSY} (høyre) etter å fjerne ett eller flere år tilbake i tid. År 2024 tilsvarer den nåværende bestandsvurderingen, inkludert 95%-konfidensintervall (grå skravert). Mohns-rho-verdier vises over figurene.

2.3 - Framskriving og kvoteråd

Grunnlaget for framskrivingen er vist (Tabell 2). Framskrivinger og ulike fangstalternativer for 2025 ble analysert. For å oppfylle de definerte forvaltningskriteriene, altså maks 35% sannsynlighet for at fiskeridødeligheten overskrider F_{MSY} og bestanden er nær B_{MSY} , kan fangstene i 2025 maksimalt være 12 724 tonn (Tabell 3). Ved denne fangstraten reduseres den fangstbare bestanden noe og vil være om lag 9 % lavere ved inngangen av 2026 ($B/B_{MSY}=1,49$) enn ved inngangen av 2025 ($B/B_{MSY}=1,63$).

Tabell 2: Snøkrabbe på norsk sokkel. Grunnlag for fangstscenariene.

Variabel	Verdi	Merknad
Gjennomsnittlig F_{2024}/F_{MSY}	0,61	Basert på estimert fangst i 2024
Gjennomsnittlig B_{2025}/B_{MSY}	1,63	Korttidsprediksjon fra bestandsmodellen, relativ verdi
Fangst 2024	10 464	Totalfangst i tonn

Tabell 3: Snøkrabbe på norsk sokkel. Årlige fangstscenarier. Totalfangst er i tonn.

Basis	Totalfangst	Bestandsbiomasse B_{2026}/B_{MSY}	Fiskedødelighet F_{2025}/F_{MSY}	% risiko for $B_{2026} < B_{lim}$	% risiko for $B_{2026} < MSY B_{trigger}$	% endring i totalfangst
MSY-tilnærming*	12 724	1,49	0,81	0,00%	0,00%	22%
$F_{2025} = F_{MSY}$	15 477	1,42	1,00	0,00%	0,00%	48%
$F_{2025} = F_{2024}$	10 364	1,54	0,64	0,00%	0,00%	-0,96%
$F_{2025} = 0$	11	1,77	0,00	0,00%	0,00%	-100%

*35. persentil av fangstfordeling under $F=F_{MSY}$

2.4 - Fangst og råd over tid

Snøkrabben har blitt fisket på i Barentshavet siden 2012. Fram til og med 2016 foregikk mye av fisket på russisk sokkel i Smutthullet, og fiskeriet var uregulert. Fra og med 2017 ble det innført en totalkvote i det norske fisket (Tabell 4). Det er bestemt en kvotefleksibilitet på 10% som benyttes for å justere mellom år for eventuell overskrivelse av kvote året før. Snøkrabbekvoten for 2024 på 9 758 tonn (justert for kvotefleksibilitet) ble oppfisket rekordtidlig, og det ble stopp i fisket 19. mars.

Tabell 4: Snøkrabbe på norsk sokkel. Kvoteråd, totalkvote og totalfangst på norsk sokkel. I tillegg vises sum av alle landinger av snøkrabbefangster fra norske fiskefartøy i Barentshavet. Alle verdier er i tonn.

År	Råd	Totalkvote	Totalfangst	Norsk flåte
2012	-		2	2
2013	-		189	189
2014	-		2 065	1 881
2015	-		4 983	3 105
2016	-		6 933	5 406
2017	3 600 - 4 500	4 000	3 101	3 101
2018	4 000 - 5 500	4 000	2 812	2 812
2019	3 500 - 5 000	4 000	4 049	4 049
2020	<5 500	4 500	4 387	4 387
2021	<6 500	6 500	6 861	6 861
2022	<6 725	6 725	7 960	7 960
2023	<7 790	7 117	7 643	7 643
2024	<10 300	9 758	10 464	10 464

3 - Kunnskapsstatus og snøkrabbens biologi

3.1 - Utbredelse og spredning

Snøkrabben er naturlig utbredt på østkysten av Canada, langs vestkysten av Grønland, i Beringhavet og sokkelhavene rundt Alaska. I Asia finnes snøkrabben i Okhotskhavet, Japanhavet og Nord- og Sør- Korea. Det største snøkrabbefiskeriet foregår i dag i Canada, med kvoter rundt 57 000 tonn i 2024. Snøkrabbe ble først oppdaget i sør-østlige Barentshavet i 1996. Genetiske undersøkelser tyder på at snøkrabben har innvandret fra øst gjennom de russiske sokkelhavene (Dahle *mfl.*, 2022). Bestanden har siden økt i utbredelse og mengde, og er nå utbredt i store deler av det sentrale, nordlige og østlige Barentshavet, samt i Karahavet. Fortsatt varierer tettheten av snøkrabbe på norsk sokkel mye mellom områder, med de største tetthetene rundt Sentralbanken. Data fra økosystemtøktet viser økt frekvens av snøkrabbe utenfor det området hvor fisket i dag foregår. Enkeltobservasjoner av snøkrabber langs kysten av Finnmark og på vestsiden av Svalbard rapporteres sporadisk, uten at tettheten ser ut til å ha økt i disse områdene. Larvedrift kan være med på å øke utbredelsesområdet, dersom larvene transporteres i egnede vanntemperaturer til områder med egnet bunnhabitat. En studie gjennomført av Huserbråten *mfl.* (2023) viser at dersom bestanden skal spre seg vestover, må også den kjønnsmodne delen av bestanden spre seg ut fra høytetthetsområdet. Endringer i bunntemperaturen kan ha størst effekt på den videre utbredelsen av bestanden, siden de forskjellige livsstadiene har forskjellige temperaturpreferanser. Et stort arbeid på klimasårbarhet (Kjesbu *mfl.*, 2022) viser at snøkrabbe vil være sårbar for klimaendringer i Barentshavet. Tilgang på mat ser ikke ut til å være en begrensende faktor for snøkrabbens utbredelse (Holte *mfl.*, 2022).

Det er fortsatt et ubesvart spørsmål hva som blir snøkrabbens endelige utbredelsesområde i Barentshavet, og hvor det blir fangstbare forekomster av kommersiell interesse.

3.2 - Påvirkning på økosystemet

Med de store mengdene snøkrabbe som nå finnes i Barentshavet forventes det at den har fått en betydelig rolle i økosystemet, både som predator og byttedyr i alle livsstadier. Diettstudier viser at voksne individer av snøkrabbe i hovedsak beiter på små byttedyr som lever i sedimentene. Holte *mfl.*(2022) estimerte den bentiske produksjonen av byttedyr for snøkrabbe i områder sentralt i Barentshavet og på vestsiden av Svalbard. Analysene viser at krabben vil kunne ta ut 4 til 19% av den gjennomsnittlige bentiske produksjonen. Studiet viser at matmangel ikke vil hindre videre utbredelse av snøkrabben i Barentshavet. I dette studiet kunne vi ikke si noe om hvorvidt snøkrabbens beiteadferd påvirker strukturen i det bentiske samfunnet. Resultater fra DNA-baserte analysemetoder gir en bedre oppløsning på snøkrabbens diett på artsnivå, sammenlignet med tradisjonell mageanalyse. Dette kan være med på å gi mer detaljert kunnskap om snøkrabbens plass i økosystemet (Westgaard, 2024). Tidligere studier gjort av Holt *mfl.* (-Holt *mfl.* (2019) og 2021) viste en økning i innslag av snøkrabbe i dietten til Barentshav-torsken i perioden 2003 til 2018, og denne økningen henger sammen med at snøkrabben har økt i utbredelse. En endring i utbredelse av torsk kan potensielt være med å begrense spredning av snøkrabbe dersom leveområdene overlapper mye i tid og rom, f.eks. som en effekt av klimaendringer (Holt *mfl.*, 2021; ICES, 2022).

Fisket etter snøkrabbe foregår med teiner, som trolig har liten direkte påvirkning på økosystemet utover problemene knyttet til tapt bruk og spøkelsesfiske. Det rapporteres om lite bifangst av andre arter i dette fiskeriet.

3.3 - Vekst og minstemål, skallskifte og fredningsperiode

Skallskifte er en viktig fase i livssyklusen, og er en prosess der krabben periodevis skifter utvendig skall. Slik vokser snøkrabben stegvis gjennom flere skallskifter, fra de pelagiske larvestadiene til fullvokste, kjønnsmodne individer. Etter hvert skallskifte vil det nye skallet være ekstremt mjukt og skjørt. Den tiden det tar før skallet herdes er opptil 70 dager, og de første en til to ukene er krabbene immobile. De er derfor spesielt sårbare for predasjon og interaksjon med andre mulige fiskerier i denne perioden.

Snøkrabben slutter å vokse etter at den har gjennomført et terminalt skallskifte og blitt kjønnsmoden, da blir de ikke større. Størrelsen på kjønnsmodne hannkrabber i Barentshavet varierer fra 40 til 160 mm skallbredde, og 38 og 100 mm for hunner ((Danielsen *mfl.*, 2019), og egne toktdata). Nåværende kunnskap anslår at snøkrabben kan være mellom 9 til 13 år når den når fangstbar størrelse (Mullowney *mfl.*, 2023). Etter at de har gjennomført det siste skallskiftet lever de maksimalt 5 til 8 år (Fonseca *mfl.*, 2008).

Minstemålet for fangst av snøkrabbe er knyttet til to forhold: 1) sikre reproduksjonspotensialet og 2) unngå et overfiske. Reproduksjonspotensialet sikres ved at det er tilstrekkelig mange kjønnsmodne hunn- og hannkrabber igjen i bestanden etter fisket. Derfor settes gjerne minstemålet noe større enn det som er den gjennomsnittlige kjønnsmodningsstørrelsen. Dersom beskatningsgraden er liten, kan minstemålet settes lavt. Ved høyere beskatningsgrad bør minstemålet settes tilsvarende høyere for å sikre at det finnes et tilstrekkelig antall kjønnsmodne hannkrabber under minstemålet. I Canada og Alaska er minstemålet for fangst av krabbe henholdsvis 95 og 78 mm skallbredde. I fiskeriet i Alaska er det i praksis et minstemål på 102 mm som benyttes pga. markedet.

Norsk minstemål ble endret fra 100 til 95 mm skallbredde fra og med høsten 2021. Ettersom vi vet at en stor andel av hannkrabbene i Barentshavet blir kjønnsmodne ved mindre størrelser har det trolig liten biologisk betydning, men det bør overvåkes hvorvidt dette påvirker reproduksjonspotensialet i bestanden. Fangsten av hannkrabber som fortsatt ikke har gjennomført et siste skallskifte vil øke når minstemålet går ned. Fiskerne har dessuten liten mulighet til å skille mellom umodne og modne hannkrabber. Svært få hunnkrabber blir 95 mm i skallbredde slik at gytebestanden av hunner i høy grad vil være beskyttet.

Etter skallskiftet har krabben en periode med mykere skall og lavere kjøttfylde (bløtkrabbe), og er dermed sårbare for ytre påkjenninger, som for eksempel håndtering i fisket. De større krabbene skifter normalt skall en gang i året, mens mindre krabber skifter skall opptil to ganger i året. Krabber mindre enn 80 mm skallbredde går sjelden i teinene. Det er observert på Havforskningsinstituttets egne snøkrabbetokt over flere år, at snøkrabber rundt og over minstemålet gjennomfører skallskifte på forsommeren. Dette er sammenfallende med litteraturen fra snøkrabbebestander i Alaska og Canada. Rett etter skallskifte vil krabben være inaktiv, men når skallet begynner å herde vil krabbene igjen kunne gå i teiner før de har god kjøttfylde. Omtrent 9 måneder etter siste skallskifte vil krabbene ha høyest fyllingsgrad og størst økonomisk verdi i fisket. En undersøkelse av Solstad *mfl.* (2021) viste at snøkrabbe over minstemålet hadde høyest kjøttfylde i perioden februar til april. Dette stemmer overens med antakelsen om at de fleste krabbene av fangstbare størrelse skifter skall på forsommeren og kan behøve inntil 9 måneder for å oppnå høy kjøttfyllingsgrad. Den antatte beste tiden for fisket er derfor vinter og tidlig vår (januar til april). Dette samsvarer også med undersøkelser fra det Canadiske fiskeriet (Mullowney *mfl.*, 2021).

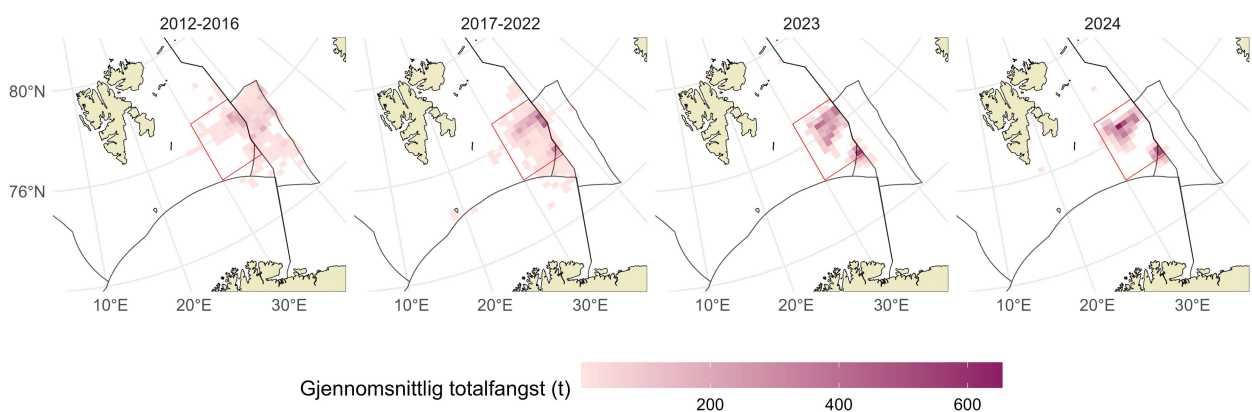
Et virkemiddel for å beskytte sårbare krabbe i og etter skallskifte og oppbygging av fyllingsgrad, er periodevis stenging av fiskeriet. Norsk fiskeri etter snøkrabbe i Barentshavet er stengt fra 1. juli til 31. oktober, noe som tilsvarer en 4 måneder lang fredningsperiode. De siste årene har i tillegg kvoten blitt fisket opp før stengingen, slik at sesongen i praksis har vært kortere (1. januar - 19. mars i 2024). Kunnskap om snøkrabbens biologi og

optimal fangstperiode, erfaring fra snøkrabbefiskeriet i Beringhavet og Canada, samt tilbakemeldinger fra fiskeriet i Barentshavet, tilsier at man vil øke sjansene for å fiske på krabber av beste mulig kvalitet ved å ha en fredningsperiode som varer fra 1. juli og ut året. En slik fredningsperiode vil gi krabbene tid til å bygge opp kjøttfyllingsgraden. Da unngår man å fiske på krabber som er i en fase der kjøttfyllingsgraden skal øke, og man reduserer i tillegg håndteringsskader på krabber som er i herdingsprosessen. Havforskningsinstituttet overvåker andelen skadet krabbe på sine snøkrabbetokt. HI opprettholder sitt forslag om at fredningsperioden bør forlenges for å beskytte krabber i en periode etter skallskifte, og dermed redusere fangst, håndtering, utkast og landing av krabbe av lav fyllingsgrad.

3.4 - Fiskeri

Snøkrabben har blitt fisket kommersielt siden 2012. Fram til og med 2016 foregikk mye av fisket på russisk sokkel i Smutthullet, men fra 1. januar 2017 ble russisk sokkel av Smutthullet stengt for andre fartøyer enn russiske. Etter 2017 har det norske fisket i all hovedsak foregått i et konsentrert område nord og sør for Sentralbanken, i Fiskevernsonen ved Svalbard, samt i norsk økonomisk sone og i norsk del av Smutthullet (Figur 8). Siden 2017 er det også innført begrensninger i det norske fisket i form av en totalkvote (Tabell 4), fredningsperiode, minstemål og begrenset antall teiner per fartøy. Minstemålet var i begynnelsen satt til 100 mm skallbredde, men ble redusert til 95 mm skallbredde fra og med 10. juli 2020. På russisk sokkel er minstemålet fortsatt 100 mm skallbredde. Fredningsperioden ble først innført i 2018, noe som gjenspeiler seg i sesongutviklingen i fisket. Fisket foregår med store båter, som i gjennomsnitt fisker med 200 teiner per lenke. Hvert fartøy er begrenset oppad til å fiske med 9 000 teiner. Antall fartøy som har hatt tillatelse til å fiske snøkrabbe har variert i løpet av perioden, og det er flere fartøy med tillatelse enn de som aktivt har deltatt i fisket. I 2024 var det 21 båter som leverte fangst. Snøkrabbekvoten for 2024 på 9758 tonn (justert for kvotefleksibilitet) ble oppfisket rekordtidlig, og det ble stopp i fisket 19. mars. Rapporterte fiskeriposisjoner i perioden 2012 – 2024, viser at det er områdene rundt Sentralbanken som er de viktigste områdene for fangst av snøkrabbe. Fiskefeltene har ikke endret seg vesentlig siden russisk del av Smutthullet ble stengt i 2017 (Figur 8).

Etter fiskesesongen 2024 var avsluttet ble alle snøkrabbetillatelser tilbakekalt og nye tillatelser kan søkes på. Nærings og fiskeridepartementet bestemte i desember 2023 å begrense deltakelsen i snøkrabbefangsten fra og med 1. januar 2025. Dermed ble alle eksisterende tillatelser tilbakekalt. Per september 2024 er det innsendt 42 søknader om å delta i fremtidens snøkrabbefiske.



Figur 8: Fangstposisjoner fra elektroniske dagbøker fra norske snøkrabbebåter i tidsrommet 2012 til 2024.

3.4.1 - Fiskeri på russisk sokkel

Det russiske fiskeriet har foregått på russisk sokkel øst for Smutthullet siden 2017. Høyere kvoter og større landinger siden 2017, tyder på endringer i størrelse på fangstområdet og økt mengde med fangstbar snøkrabbe på russisk sokkel. I 2022 ble det også innført en liten kvote i Karahavet på under 1 tonn, men det er usikkert om fiskeriet faktisk har startet opp siden kvoten er lav. Fra 2023 er det igjen åpnet for fiskeri i russisk del av smutthullet, for russiske fartøy.

4 - Fiskeriteknologiske vurderinger

Snøkrabben i Barentshavet fiskes med koniske teiner med inngang på toppen. Norske fiskefartøy kan fiske med inntil 9 000 teiner per fartøy, og teinene skal røktes minst en gang hver tredje uke. Teinene blir oftest satt i lenker på 200 eller 400 stykker per lenke, og avstanden mellom enkeltteiner er typisk 25 meter.

4.1 - Spøkelsesfiske

Tapte teiner har potensiale til å fortsette å fiske også etter at agnet er borte, såkalt spøkelsesfiske. Spøkelsesfiske er en kilde til skjult beskatning og er forbundet med dårlig dyrevelferd. Tapte redskap fører også til forsøpling av havbunnen og kan føre til ytterligere tap når nytt bruk blir satt i samme område. Det totale omfanget av tapte redskap er ukjent, men funn av 3 600 snøkrabbeteiner på Fiskeridirektoratets opprydningstokt i 2019 og 2020, indikerer at problemet er omfattende.

Fiskeridirektoratet foretok i 2018 en opprensning av forlatte snøkrabbeteiner som hadde stått i 1,5 år (Langedal, 2018). Data fra disse teinene viste at det var i gjennomsnitt 3 krabber per teine, hvorav 98 % var levende (Humborstad *mfl.*, 2021). Dette indikerer potensialet for spøkelsesfiske etter snøkrabbefisket i Barentshavet, selv etter at teiner har stått lang tid i sjøen. Krabber som ikke klarer å rømme, vil etter en stund dø (Hébert *mfl.*, 2001).

Årsakene til redskapstap kan være flere, for eksempel at overflatevak kuttes av fartøypropeller eller is, at redskapen hefter seg fast i bunn eller som et resultat av redskapskonflikt med trålere eller andre teinefartøy. Den beste løsningen for å hindre spøkelsesfiske er å unngå tap av redskap i utgangspunktet. Havforskningsinstituttet har arbeidet med en prototype undervannsbøye som skal forhindre tap av teinelenker på grunn av drivis som sliter av ilene. Bøyen har blitt funksjonstestet på Havforskningsinstituttets snøkrabbetokt, og resultatene har vært lovende (Humborstad, 2023). For å hindre at redskap som likevel går tapt ikke skal fortsette å fiske, bør det monteres rømmingshull som aktiveres etter en viss tid i sjøen. Krabber og andre dyr som kommer inn i teina vil da kunne komme seg ut igjen. Bruk av nedbrytbar tråd for å lisse sammen åpninger i notlinet i teineveggen eller holde på plass luker er en enkel, billig og effektiv metode, og fra 1. januar 2024 har det vært krav om en slik løsning i snøkrabbeteiner (Høstingsforskriften, paragraf 29, 3. ledd og vedlegg 3f.). Forskriften foreskriver bruk av ubehandlet bomullstråd med maksimal tillatt tråddiameter på 5 mm. Det er også krav om merking av alle snøkrabbeteiner med fartøyets registreringsmerke.

Havforskningsinstituttet har gjort målinger av nedbrytningstid for flettet bomullstråd med ulik diameter i det norske snøkrabbefisket (Humborstad, 2023), og disse forsøkene viser at nedbrytningstiden øker med økende diameter på tråden. Med lengre nedbrytningstid for bomullstråden, vil forventet spøkelsesfisketid øke, med tilhørende økt sannsynlighet for dødelighet og/eller redusert dyrevelferd. Laboratorieforsøk der krabber har vært sultet har vist en kumulativ dødelighet etter 5 måneder på mellom 7 og 21% avhengig av temperatur (Hardy *mfl.*, 2000) og ingen dødelighet etter nesten 4 måneder (111 dager, Lorentzen *mfl.* (2020)). HI's forsøk har vist at tråddykkelse (diameter) av flere årsaker er et utilstrekkelig mål for nedbrytningstid på bomullstråd. For det første er det ofte stort avvik mellom nominell verdi oppgitt fra produsent og diameter målt med en objektiv (optisk) metode. Det anbefales derfor at det utvikles en standard for måling av tråddiameter som alle produsenter kan forholde seg til. For mer eksakt bestemmelse av nedbrytningstid bør en også ta hensyn til (spesifisere) trådens oppbygging og hvor hardt den er slått/flettet (Humborstad, 2023). En viktig tilleggsfaktor her er da å spesifisere en øvre Rtex- (vekt i gram per 1000 løpemeter) verdi, som kombinert med diameter vil være et uttrykk for hvor hardt slått eller flettet tråden er. Dette har igjen betydning for tilgjengelig overflate for cellulosedybrytende bakterier, samt mengde materiale som må brytes ned før trådbrudd. Standardisering vil

sikre at tråden som benyttes har de forventede egenskaper, til fordel for både fiskere og forvaltning. Det anbefales at implementeringen av rømmingshull evalueres gjennom fiskesesongen og at effekt/funksjonalitet undersøkes i etterkant av sesongen i forbindelse med Fiskeridirektoratets årlige oppryddingstokt. Med krav om merking av alle teiner, vil data fra oppryddingstoktet bli mer informative da man med sikkerhet vil kunne få opplysninger om ståtid og bomullstråden som ble benyttet.

4.2 - Seleksjon, overlevelse, skader og velferd

Snøkrabbefisket retter seg mot store hannkrabber, mens undermålskrabber (inkludert hunnkrabber) og bløtkrabber sorteres fra og slippes ut igjen. Det er ikke tillatt å ha mer enn 20% innblanding i enkeltfangster (Forskrift om forbud mot fangst av snøkrabbe, paragraf 4, 1. ledd, 2. setning). Det er ikke gjennomført kvantitative undersøkelser av overlevelse eller skadefrekvens ved ombordsortering og påfølgende gjenutsetting. Det er heller ikke kjent hvor stor del av fangsten som gjenutsettes. Følgelig er det heller ikke kjent hvordan gjeldende praksis påvirker bestand og dyrevelferd. Det kan være nødvendig å utarbeide prosedyrer for skånsom gjenutsetting for å oppnå god velferd og overlevelse. I tillegg til gjenutsettingsproblematikk, er kunnskap om hvilke faktorer som avgjør overlevelse og skader under fangst og utsortering viktig for å legge til rette for levendefangst og transport av krabbe til kysten. Departementet besluttet i 2023 at 10 % av totalkvoten skal avsettes til levende levering, gjeldende fra 2025. Det er ønskelig at utsortering i størst mulig grad skjer på fiskedypet ved bruk av masker eller fluktåpninger tilpasset minstemålet for krabben. Det er i dag ikke krav til teineutforming, fluktåpninger eller minste maskeåpning i snøkrabbeteiner. De mest benyttede maskeåpningene ligger mellom 130-140 mm. En løsning for å redusere fangsten av undermålskrabber er å benytte horisontale spalter med en spaltehøyde som svarer til høyden på minstemålskrabber (Broadhurst *mfl.*, 2018). Forsøk med slike spalter har vært gjennomført i 2020, 2021 og 2022, uten tilfredsstillende resultat. Seleksjon av krabbe med masker avhenger av både maskeåpning og maskens åpningsvinkel (Herrmann *mfl.*, 2021). Dersom det er stor prisforskjell mellom krabbe som akkurat er over minstemål og den største krabben, vil det, for å maksimere verdien på fartøyets kvote, være fordelaktig å øke maskeåpningen i teinene. Dette er foreløpig den enkleste metoden for å selekere krabbe på størrelse.

Snøkrabbefisket har så langt vært regulert ved at det gis en totalkvote som alle fartøy med snøkrabbetillatelse kan fiske på. Når totalkvoten er tatt, stenges fiskeriet. En slik regulering gjør at det er et insentiv for å ta vare på all overmålskrabbe. Den største snøkrabben har imidlertid høyest verdi, og med en lukking av fiskeriet og individuelle fartøykvoter vil dette kunne påvirke fiskemønster og utkastrate av mindre og skadet krabbe. Med en slik regulering vil metodikk for å minimere fangst av krabber med lav markedsverdi og skånsom sortering og gjenutsetting av fangst av slik krabbe få økt aktualitet.

5 - Kunnskaps- og forskningsbehov

5.1 - Effekter av redusert toktfrekvens

Snøkrabbetoktet blir ikke gjennomført i 2025, og toktfrekvensen blir antageligvis redusert til annethvert år. Det er uheldig at toktet ikke gjennomføres i en overlappende periode med at ny teknologi testes ut og vurderes som en mulig erstatning av dagens tokt. Tidligere påvirket bestandsindeksen fra snøkrabbetoktet kvoterådet i liten grad, først og fremst på grunn av den korte tidsserien. Men i år har bestandsindeksen etablert seg som en relevant indikator på bestandstilstanden etter fiskesesongen og er den indikatoren som drar ned bestandsnivået i årets bestandsvurdering. Hvis snøkrabbetoktet ikke gjennomføres i 2025, betyr det at usikkerheten i neste års bestandsvurdering vil øke, og det er behov for å kvantifisere mulige effekter av en redusert toktfrekvens både på kvoterådet og på risikoen for å overfiske bestanden.

5.2 - Fiskeridata

Fiskeriavhengige data er en kostnadseffektiv kilde til informasjon om utviklingen av både fiskeriet og bestanden. For at data fra kommersiell fangst skal reflektere utviklingen i en bestand og gi en representativ indeks som kan benyttes i bestandsvurdering, er det avgjørende at relevante opplysninger blir rapportert mest mulig korrekt, og så omfattende og detaljert som mulig. Særlig gjelder dette opplysninger om data på fangst, innsats og fiskeriteknologi. I tillegg er det viktig at utbredelsen til bestanden kan kartlegges for å kunne vurdere hvor representativ den fiskede delen av bestanden er i forhold til totalbestanden. Bestandsindekser basert på standardisert CPUE fra fiskeriet (estimert ut fra de elektroniske fangstdagbøkene) er en sentral komponent i bestandsvurderingen av snøkrabbe. Per i dag er det utfordringer med rapporteringskvaliteten i de elektroniske dagbøkene. Manglende opplysninger på relevante variabler, som benyttes til å forklare sammenhengen mellom fiskeinnsats og fangsteffektivitet/fangstmengde gjør ofte at dataene ikke kan benyttes fullt ut. I tillegg har det så langt hverken vært systematisk rapportering av størrelsessammensetningen i fangsten eller utkast (i form av undermålskrabbe eller "high grading"), noe som kan gi viktig informasjon om bestandsutviklingen og er en forutsetning for å videreutvikle enkle bestandsmodeller fra en biomassemodell til en lengdebasert tilnærming (f.eks. GMACS eller en framtidig lengdebasert SAM).

5.3 - Magedata

Det er kjent at torsk har snøkrabbe som byttedyr. Tidligere studier har vist en økning i innslag av snøkrabbe i dietten til Barentshavtorsken i perioden 2003 til 2018. En endring i utbredelse av torsk kan potensielt være med å begrense spredning av snøkrabbe, dersom leveområder overlapper mye i tid og rom. Magedata er derfor en relevant datakilde på endringer i utbredelsen (tilstedeværelsen) og muligens også endringer i bestandsstørrelsen og naturlig dødelighet (predasjon). En bestandsindeks basert på magedata ble tidligere brukt i bestandsvurderingen, men ble ikke inkludert fordi det er behov for en revurdering av inputdataene og estimeringsmetodikken. Det anbefales derfor å videreføre forskning på magedata og utvikling av en revidert bestandsindeks som inkluderer magedata fra torsk, potensielt som en integreert bestandsindeks som kombinerer fangst- og magedata fra økosystemtoktet.

5.4 - Retroanalyse og vekting av bestandsindekser

En retrospektiv analyse av bestandsmodellen viste et retrospektivt mønster på F/F_{MSY} , som er på grensen av det som kan betraktes som uproblematisk. Med tanke på den korte tidsserien, en enveis-bestandsutvikling og den store usikkerheten i bestandsmodellen er dette ikke uventet, og ettersom det ikke er retrospektiv trend i

B/B_{MSY} , ble mønsteret vurdert til å være akseptabelt. Forventningen er at det kommer til å forbedre seg over tid, når flere år og mer kontrast gir mer informative inputdata. Likevel anbefales det å følge nøye med på hvordan den retrospektive analysen utvikler seg neste år og framover, og utforske hvordan de forskjellige bestandsindeksene og deres estimerte vektning i modellen påvirker et mulig retrospektivt mønster.

5.5 - Bestandsmodell hele Barentshavet

Snøkrabbebestanden i hele Barentshavet må biologisk anses som en enkelt bestand. Per i dag modelleres kun en delbestand på et begrenset område (norsk sokkel), som ikke har en uavhengig bestandsdynamikk, men derimot må antas å bli påvirket av resten av bestanden. Dette er et brudd på modellforutsetninger, noe som øker usikkerheten rundt beregningene ytterligere.

5.6 - Alternative bestandsvurderingsmetoder

Bestandsvurderingen av snøkrabbe på norsk sokkel er basert på en biomassemodell. Modellvalget er et resultat av datagrunnlaget og utfordringer i biologien hos snøkrabbe som gjør det vanskelig å bruke alternative modeller, særlig aldersbaserte modeller som brukes på mange fiskebestander. Biomassemodeller er i utgangspunktet en forholdsvis robust og effektiv metodikk for å lage kvoteråd på bestander med databegrensninger. Likevel kommer modellen med noen begrensninger, blant annet at det modelleres kun på den høstbare delen av bestandsbiomassen og det representerer derfor hverken rekruttering eller kohorddynamikk eksplisitt. Snøkrabbe er en art som er relativ sårbar for endringer i miljø og økosystem, noe som har resultert i bestandskollaps i andre områder (Szuwalski *ml.*, 2023). Det anbefales derfor å utforske bestandsvurderingsmetoder som inkluderer mer eksplisitt endringer i bestandssammensetning. Det inkluderer komplementære indikatorer (for eksempel lengdebaserte indekser), men også alternative bestandsmodeller med lengdebasert bestandsdynamikk (for eksempel SS3 eller GMACS).

5.7 - Høstingsregel og forvaltningsstrategi

Kvoterådet baserer seg per nå på en standardtilnærming som følger anbefalingen av ICES (ICES, 2024). Den underliggende høstingsregelen legger mye vekt på føre-var prinsippet, noe som er viktig når bestandsestimatene er forholdsvis usikre. På sikt anbefales det likevel å gjennomføre en forvaltningssimulering som evaluerer den nåværende og alternative høstingsregler mot forskjellige forvaltningsmål og under alternative scenarier for framtidig bestandsutvikling. En slik undersøkelse kan inkludere økonomiske betraktninger og en mer eksplisitt modell av flåtedynamikk og -struktur. Å inkludere økonomiske referansepunkter kan bidra til en bedre forståelse av flåtedynamikken og lage et bedre beslutningsgrunnlag på mulige reguleringstiltak og fordeling av totalkvoten.

6 - Referanser

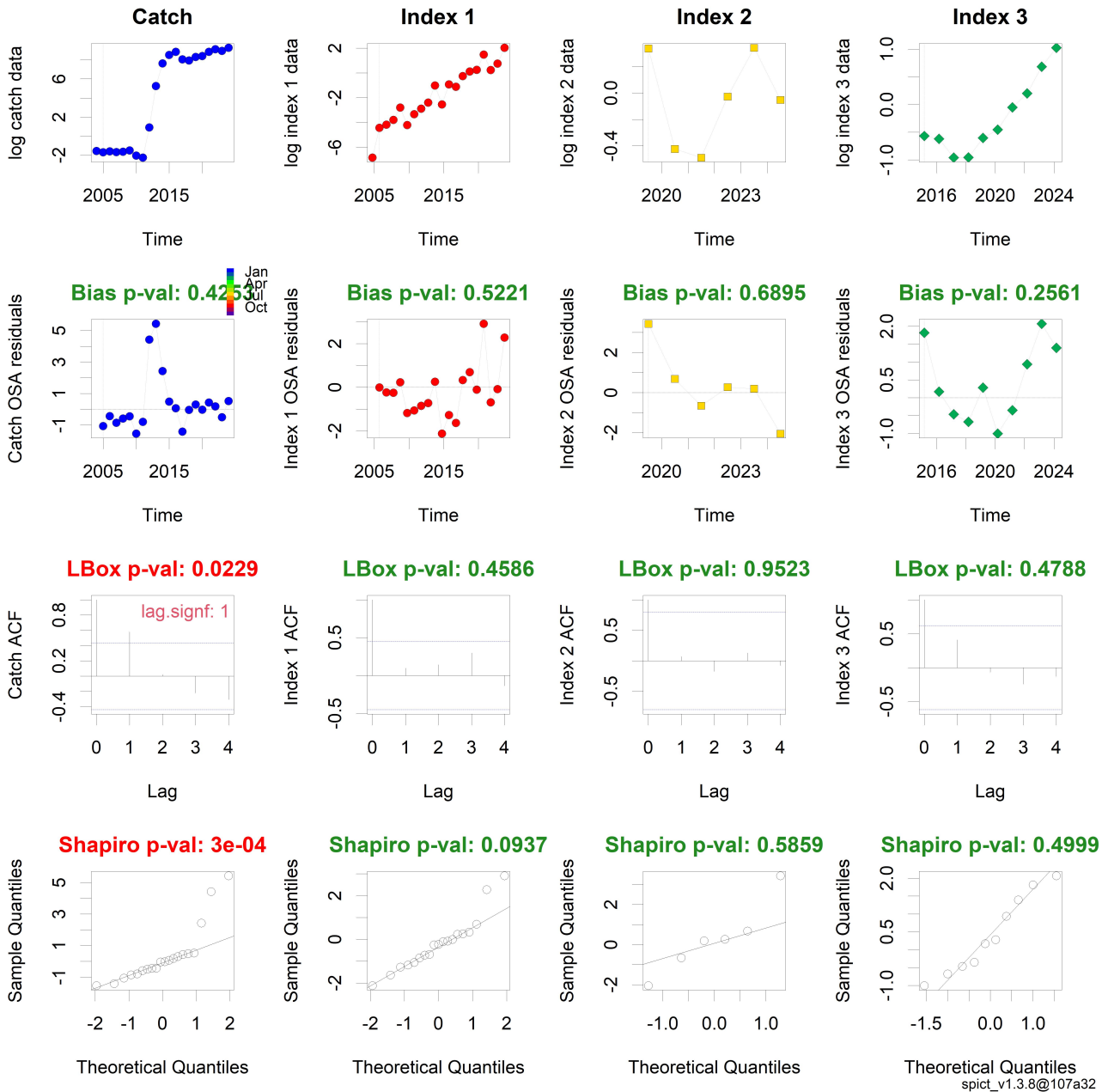
- Anderson, S. C., Ward, E. J., English, P. A., og Barnett, L. A. K. 2022. sdmTMB: an R package for fast, flexible, and user-friendly generalized linear mixed effects models with spatial and spatiotemporal random fields. bioRxiv: 2022.03.24.485545.
<https://www.biorxiv.org/content/biorxiv/early/2022/05/02/2022.03.24.485545.full.pdf>.
- Broadhurst, M. K., Millar, R. B., og Hughes, B. 2018. Utility of multiple escape gaps in Australian traps. Fisheries Research, 204: 88–94. [Go to ISI://WOS:000432768000010](https://doi.org/10.1016/j.fishres.2018.08.010).
- Dahle, G., Sainte-Marie, B., Mincks, S. L., Farestveit, E., Jorstad, K. E., Hjelset, A. M., og Agnalt, A. L. 2022. Genetic analysis of the exploited snow crab (*Chionoecetes opilio*) in the Barents Sea-possibilities of origin. Ices Journal of Marine Science, 79: 2389–2398. [Go to ISI://WOS:000865109600001](https://doi.org/10.1016/j.jms.2022.03.001).
- Danielsen, H. E. H., Hjelset, A. M., Bluhm, B. A., Hvingel, C., og Agnalt, A.-L. 2019. A first fecundity study of the female snow crab *Chionoecetes opilio* Fabricius, 1788 (Decapoda: Brachyura: Oregoniidae) of the newly established population in the Barents Sea. Journal of Crustacean Biology. <https://doi.org/10.1093/jcobiol/ruz039>.
- Fonseca, D. B., Sainte-Marie, B., og Hazel, F. 2008. Longevity and change in shell condition of adult male snow crab *Chionoecetes opilio* inferred from dactyl wear and mark-recapture data. Transactions of the American Fisheries Society, 137: 1029–1043. [Go to ISI://WOS:000258163500008](https://doi.org/10.1111/j.1365-3113.2008.04008.x).
- Hardy, D., Dutil, J. D., Godbout, G., og Munro, J. 2000. Survival and condition of hard shell male adult snow crabs (*Chionoecetes opilio*) during fasting at different temperatures. Aquaculture, 189: 259–275. [Go to ISI://WOS:000088769800005](https://doi.org/10.1016/S000087698000005).
- Hébert, M., Miron, G., Moriyasu, M., Vienneau, R., og DeGrâce, P. 2001. Efficiency and ghost fishing of snow crab (*Chionoecetes opilio*) traps in the Gulf of St. Lawrence. Fisheries Research, 52: 143–153. [Go to ISI://WOS:000169670500001](https://doi.org/10.1016/S016460760000001).
- Herrmann, B., Grimaldo, E., Brčić, J., og Cerbule, K. 2021. Modelling the effect of mesh size and opening angle on size selection and capture pattern in a snow crab (*Chionoecetes opilio*) pot fishery. Ocean & Coastal Management, 201: 105495. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0964569120304026>.
- Hjelset, A. M., Hvingel, C., Danielsen, H. E. H., Jenssen, M., Zimmermann, F., Humborstad, O.-B., Jørgensen, T., mfl. 2023. Snøkrabbe på norsk sokkel i Barentshavet - Status og rådgivning for 2024. Report, 61. Havforskningsinstituttet. <https://www.hi.no/hi/nettrappporter/rappport-fra-havforskningen-2023-61>.
- Holt, R. E., Bogstad, B., Durant, J. M., Dolgov, A. V., Ottersen, G., og Ojaveer, H. 2019. Barents Sea cod (*Gadus morhua*) diet composition: long-term interannual, seasonal, and ontogenetic patterns. ICES Journal of Marine Science, 76: 1641–1652. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz082>.
- Holt, R. E., Hvingel, C., Agnalt, A. L., Dolgov, A. V., Hjelset, A. M., og Bogstad, B. 2021. Snow crab (*Chionoecetes opilio*), a new food item for North-east Arctic cod (*Gadus morhua*) in the Barents Sea. Ices Journal of Marine Science, 78: 491–501. [Go to ISI://WOS:000670930600002](https://doi.org/10.1016/j.jms.2021.03.002).
- Holte, B., Fuhrmann, M. M., Tandberg, A. H. S., Hvingel, C., og Hjelset, A. M. 2022. Infaunal and epifaunal secondary production in the Barents Sea, with focus on snow crab (*Chionoecetes opilio*) prey resources and consumption. Ices Journal of Marine Science, 79: 2524–2539. [Go to ISI://WOS:000878285300001](https://doi.org/10.1016/j.jms.2022.03.001).

- Humborstad, A., O. B. 2023. Utvikling av et miljø-og ressursvennlig teinefiske etter snøkrabbe-Økt fangsteffektivitet, selektivitet og velferd. Report, 51. Havforskningsinstituttet.
<https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rappport-fra-havforskningen-2023-51>.
- Humborstad, O. B., Kroger Eliassen, L., Siikavuopio, S. I., Lokkeborg, S., Ingolfsson, O. A., og Hjelset, A. M. 2021. Catches in abandoned snow crab (*Chionoecetes opilio*) pots in the Barents Sea. Mar Pollut Bull, 173: 113001. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/34627032>.
- Huserbråten, M., Hjelset, A. M., Danielsen, H. E. H., Hvingel, C., og Agnalt, A. L. 2023. Modelled dispersal of snow crab (*Chionoecetes opilio*) larvae and potential settlement areas in the western Barents Sea. ICES Journal of Marine Science, 80: 1342–1350. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsad062>.
- ICES. 2022. [Working Group on the Integrated Assessments of the Barents Sea \(WGIBAR\)](#). ICES Scientific Reports.
- ICES. 2024. Benchmark workshop 3 on the development of MSY advice using SPiCT (WKBMSYSPICT3). Report. ICES Scientific Reports. https://ices-library.figshare.com/articles/report/Benchmark_workshop_3_on_the_development_of_MS_Y_advice_using_SPiC
- Kjesbu, O. S., Sundby, S., Sando, A. B., Alix, M., Hjollo, S. S., Tiedemann, M., Skern-Mauritzen, M., *mfl*. 2022. Highly mixed impacts of near-future climate change on stock productivity proxies in the North East Atlantic. Fish and Fisheries, 23: 601–615. [Go to ISI>://WOS:000729817300001](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1111/faf.12635?download=true)
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdfdirect/10.1111/faf.12635?download=true>.
- Langedal, K., G. 2018. Oppreinsking gjenstående snøkrabbeteiner. Rapport fra Fiskeridirektoratet.
- Lorentzen, G., Lian, F., og Siikavuopio, S. I. 2020. Live holding of snow crab (*Chionoecetes opilio*) at 1 and 5 °C without feeding — Quality of processed clusters. Food Control, 114. [Go to ISI>://WOS:000528281100011](https://doi.org/10.1016/j.foodcon.2020.107501).
- Mullowney, D., O'Connell, N., Kilada, R., og Rochette, R. 2023. Refining age at legal-size estimation in the Newfoundland & Labrador populations of the snow crab *Chionoecetes opilio* (Fabricius, 1788) (Decapoda: Brachyura: Oregoniidae). Journal of Crustacean Biology, 43. <https://doi.org/10.1093/jcabi/ruad067>.
- Mullowney, D. R. J., Baker, K. D., og Pantin, J. R. 2021. Hard to Manage? Dynamics of Soft-Shell Crab in the Newfoundland and Labrador Snow Crab Fishery. Frontiers in Marine Science, 8. <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fmars.2021.591496>.
- Pedersen, M. W., og Berg, C. W. 2017. A stochastic surplus production model in continuous time. Fish and Fisheries, 18: 226–243. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/faf.12174>.
- R Core Team. 2021. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Solstad, R. G., Descomps, A., Siikavuopio, S. I., Karstad, R., Vang, B., og Dragøy Whitaker, R. 2021. [First observation of seasonal variations in the meat and co-products of the snow crab \(*Chionoecetes opilio*\) in the Barents Sea](#). Sci Rep, 11: 6758.
- Szuwalski, C. S., Aydin, K., Fedewa, E. J., Garber-Yonts, B., og Litzow, M. A. 2023. The collapse of eastern Bering Sea snow crab. Science, 382: 306–310. <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.adf6035>.
- Westgaard, J. I. 2024. Metabarcoding provides new insight to the diet of snow crab (*Chionoecetes opilio*) in the

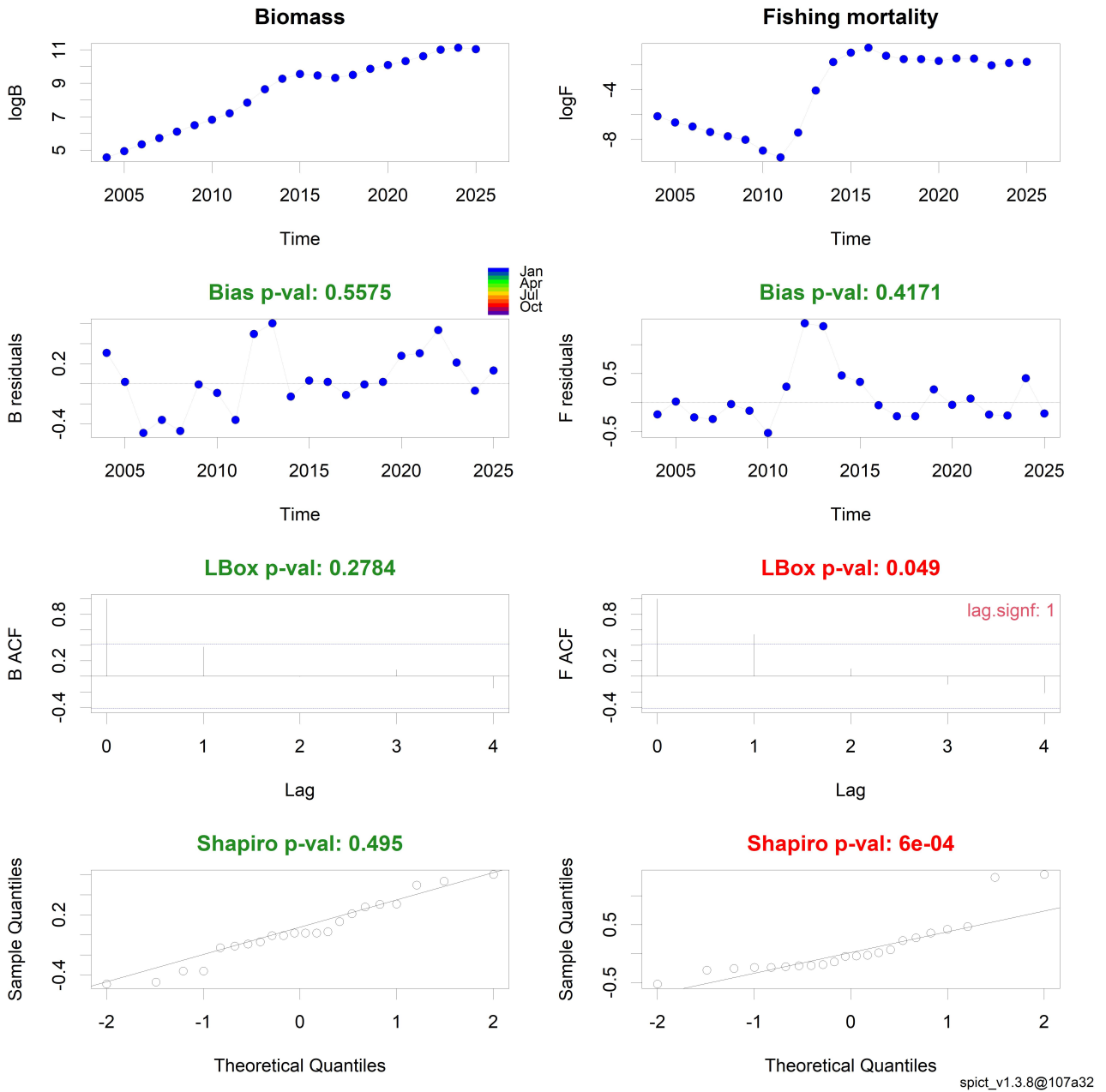
Barents Sea. [Unpublished manuscript].

7 - Vedlegg

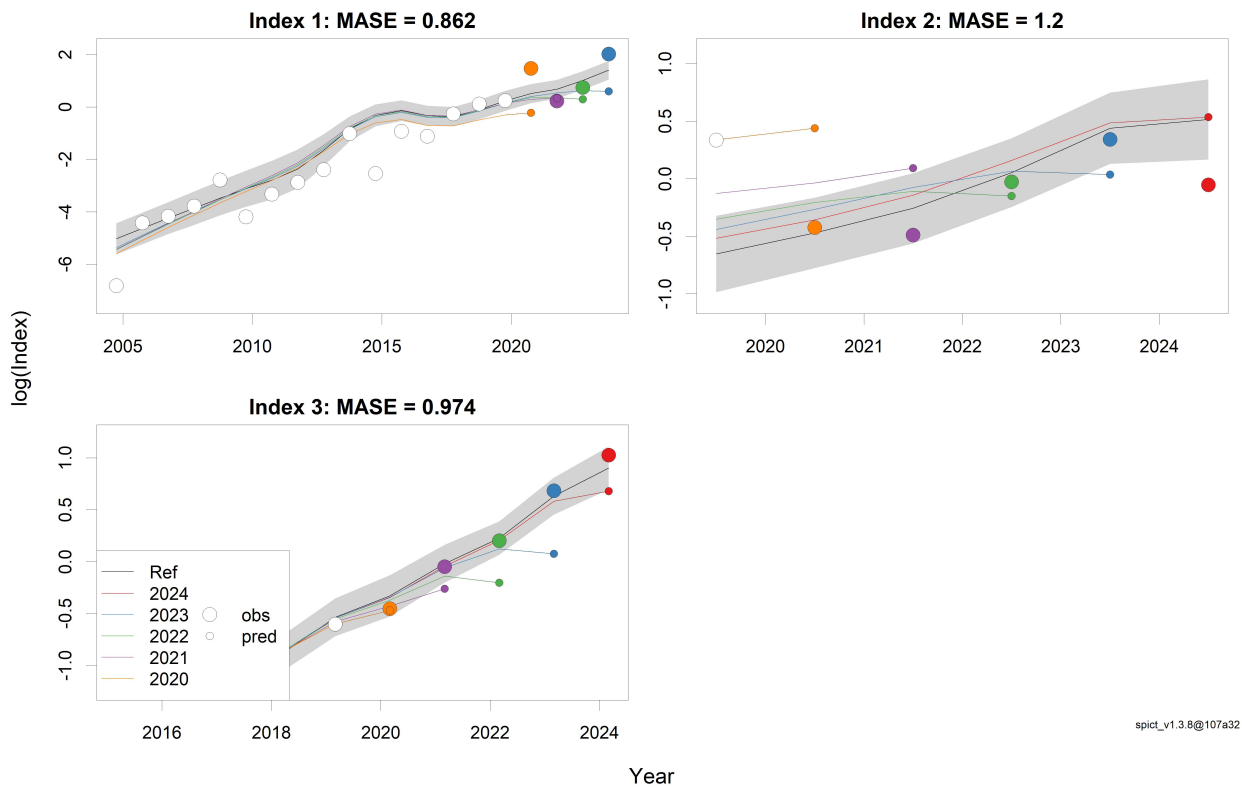
7.1 - Modelldiagnostikk



Figur 9: Et-steg-ramover residualer fra den endelige SPIC-T-modellen for fangsttidsserien og bestandsindekser (indeks 1 = økosystemtokt, indeks 2 = snøkrabbetokt, indeks 3 = elektroniske dagbøker).



Figur 10: Prosessfeil av biomasse og fiskedødelighet i den endelige SPiCT-modellen.



Figur 11: Hindcast av de to bestandsindeksene (indeks 1 = økosystemtokt, indeks 2 = snøkrabbetokt, indeks 3 = elektroniske dagbøker) fra den endelige SPiCT-modellen.

7.2 - Sammendrag av bestandsvurderingen

Tabell 5: Snøkrabbe på norsk sokkel. Estimert bestandsbiomasse, fangst og fiskedødelighet over tid. Bestandsbiomasse og fiskedødelighet er relativ til B_{MSY} og F_{MSY} , med 95%-konfidensintervaller (lave og høye verdier). Predikerte fangster er gjennomsnittsestimater av fangsten fra bestandsmodellen.

År	Relativ høstbar biomasse			Fangst	Predikert fangst	Relativ fiskedødelighet		
	B/B_{MSY} (lav)	B/B_{MSY}	B/B_{MSY} (høy)			F/F_{MSY} (lav)	F/F_{MSY}	F/F_{MSY} (høy)
2004	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	0.01	0.01
2005	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.01
2006	0.00	0.00	0.01	0	0	0.00	0.00	0.01
2007	0.00	0.01	0.01	0	0	0.00	0.00	0.00
2008	0.00	0.01	0.02	0	0	0.00	0.00	0.00
2009	0.01	0.01	0.03	0	0	0.00	0.00	0.00
2010	0.01	0.02	0.04	0	0	0.00	0.00	0.00
2011	0.01	0.03	0.06	0	0	0.00	0.00	0.00
2012	0.02	0.05	0.10	2	3	0.00	0.00	0.01
2013	0.05	0.10	0.19	189	180	0.05	0.10	0.21
2014	0.12	0.21	0.39	2065	1984	0.35	0.69	1.37

År	Relativ høstbar biomasse					Relativ fiskedødelighet						
	B/B	(lav)	B/B	B/B	(høy)	Fangst	Predikert fangst	F/F	(lav)	F/F	F/F	(høy)
2015	0.19		0.33		0.60	4983	5013	0.70		1.38		2.73
2016	0.20		0.36		0.65	6933	6471	0.92		1.95		4.11
2017	0.16		0.28		0.51	3101	3123	0.53		1.09		2.24
2018	0.16		0.29		0.53	2812	2812	0.40		0.82		1.70
2019	0.22		0.41		0.73	4049	4034	0.40		0.82		1.70
2020	0.29		0.52		0.96	4387	4404	0.34		0.71		1.47
2021	0.39		0.71		1.28	6861	6828	0.43		0.88		1.80
2022	0.49		0.87		1.53	7960	7902	0.38		0.77		1.57
2023	0.72		1.27		2.24	7643	7672	0.25		0.50		1.01
2024	1.01		1.77		3.10	10464	10439	0.29		0.60		1.26
2025	0.97		1.63		2.73		12724	0.31		0.81		2.09



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Postboks 1870 Nordnes

5817 Bergen

Tlf: 55 23 85 00

E-post: post@hi.no

www.hi.no