

Usikkerhet i sildeberegningene – slik vet vi hva vi ikke vet

Kvaliteten på bestandsanslaget som legges til grunn for kvoterådet for sild avhenger av hvor gode tokt- og fiskeridata vi har til modellberegningene av bestanden. For å kunne vurdere risiko opp mot vedvarende høy avkastning, må vi forstå kildene til usikkerhet, kunne beregne hvor stor usikkerheten er og finne ut hvordan og til hvilken kostnad usikkerheten kan reduseres.

SONDRE AANES | sondre.aanes@nr.no (gjesteforsker på Havforskningsinstituttet),
JON HELGE VØLSTAD og ERLING KÅRE STENEVIK

En viktig oppgave for Havforskningsinstituttet er å kvantifisere effekten av fiskeriet på bestandsutviklingen over tid, og å gi kvoteråd som både bidrar til å sikre et høyt langtidsutbytte og minimerer risikoen for overfiske. For å kunne gi gode råd trenger vi pålitelige fangstdata og anslag på utviklingen i bestanden over tid. En realistisk vurdering av risiko avhenger av god kunnskap om usikkerheten i alle ledd.

Sammenheng mellom fiske og utviklingen i bestanden

I kohortstudier (*kohort*; individer i samme aldersgruppe) følges utviklingen til årsklasser av fisk over en lengre tidsperiode, og de er derfor godt egnet til å studere sammenhengen mellom fisket og utviklingen til en fiskebestand som nvg-sild – som lever lenge. Gjennom standardisert overvåking av fiskeriet og bestanden basert på gode statistiske metoder kan vi beregne hvor mange fisk av en årsklasse som fiskes hvert år, og også hvor stor bestanden må ha vært i begynnelsen av en tidsserie for å kunne gi grunnlag for det årlige uttaket. Ett av kriteriene for pålitelige anslag for bestandsutviklingen er at det årlige fangstuttaket, beregnet i antall fisk fanget per aldersgruppe (kohort), er godt kjent. Offisielle landinger fra de kommersielle fiskeriene er rapportert i vekt (tonn), og ikke i antall fisk i hver aldersgruppe som kreves for bestandsvurderinger.

Fangststatistikk og utvalgsundersøkelser

For å kunne beregne sammensetningen av fangstene i antall fisk per alders- og lengdegruppe overvåker Havforskningsinstituttet

fiskeriene basert på fangststatistikk og utvalgsundersøkelser med rutinemessig biologisk prøvetaking av fangstene. Så brukes avanserte statistiske metoder for å beregne årlige fangster i antall fisk per aldersgruppe. Dersom det er avvik mellom rapportert og faktisk fangst vil det bidra til økt usikkerhet.

Havforskningsinstituttet overvåker også fiskebestandene gjennom vitenskapelige tokt med egne eller innleide fartøy. For nvg-sild gir en kombinasjon av akustiske undersøkelser og prøvetaking med trål over tid grunnlag for å beregne trender i bestandsutviklingen; det vil si hvorvidt bestanden er på vei opp eller ned, tilstanden på nåværende bestandsstørrelse og utbredelsen.

Overvåking basert på utvalgsundersøkelser er svært kostnadseffektiv, og kan gi pålitelige data når undersøkelsene utføres i tråd med anerkjente statistiske regler og prinsipper. Kvaliteten på overvåkingsdata avhenger naturlig nok også av hvor godt utvalgsundersøkelsene dekker bestandens utbredelse og av innsatsen man legger i den.

Det er viktig at fangstprøvene er spredd ut gjennom sesongen på tvers av fartøy, fiskeoperasjoner og område. I tillegg er direkte informasjon om alder og størrelse avgjørende for et godt estimat av alderssammensetningen. I 2013 ble det for eksempel hentet inn informasjon om alder fra nesten 1800 sild fordelt på 50 fangster og 24 båter, og om størrelses-sammensetningen fra et betydelig større antall individer, fangster og båter. Det hadde vært mindre kostnadskrevende om det holdt med mange prøver fra noen få fangster, men slik er det ikke. Mest

utslagsgivende for kvaliteten på beregningene er tallet på fangster og båter det tas prøver fra – og i mindre grad antall sild som blir aldersbestemt og lengdemålt.

Prøvetakingsinnsats og bestandens utbredelsesområde

På de akustiske toktene er det viktig at ekkoloddmålingene og prøvetakingen med trål utføres representativt utover hele bestandens utbredelsesområde, og at det så langt som råd unngås målefeil som følge av at sild beveger seg vekk fra skipet eller er for nær havoverflaten til å kunne måles. Innsats kan måles i omfang av prøvetaking, i antall døgn man må kjøre et tokt osv. Dermed er det enkelt å se at prøvetakingsinnsatsen og størrelsen på bestandens utbredelsesområde er direkte koblet til kostnader for overvåkingen. De akustiske toktene må dekke store områder, men siden sild beveger seg, ønsker vi å gjøre det over en kort tidsperiode for å gi et årlig øyeblikksbilde av bestanden. Det er derfor viktig at toktet skjer i perioder der vi får god dekning av bestandens utbredelse, og til faste tidspunkt slik at vi får sammenlignbare mål på bestanden over tid. Figur 1 viser hvordan bestanden ble dekket på maitoktet i 2009.

Statistiske modeller gir forståelse av bestandsutvikling og risiko

En statistisk beregningsmodell brukes for å koble kohort-data fra fiskeriovervåkingen og tokt. For at beregningene skal være pålitelige, er det viktig å ta høyde for usikkerheten i dataene. Et eksempel er at vi på tokt har beregnet tettheten av sild for 2013 til å være 88 000 individer per nm^2 , mens beregnet usikkerhet tilsier at

tettheten mest sannsynlig ligger innenfor et intervall på pluss/minus 30 % av dette punktanslaget. Vi legger mindre vekt på inngangsdata (kohorter i bestanden og fangstene) der det er beregnet at usikkerheten er høy. I tillegg gjør beregninger basert på avanserte statistiske metoder det mulig å vurdere hvordan usikkerhet i inngangsdata forplanter seg og reflekteres i bestandsanslagene. Dermed kan vi både vurdere risiko og evaluere og optimalisere overvåkingsprogrammene.

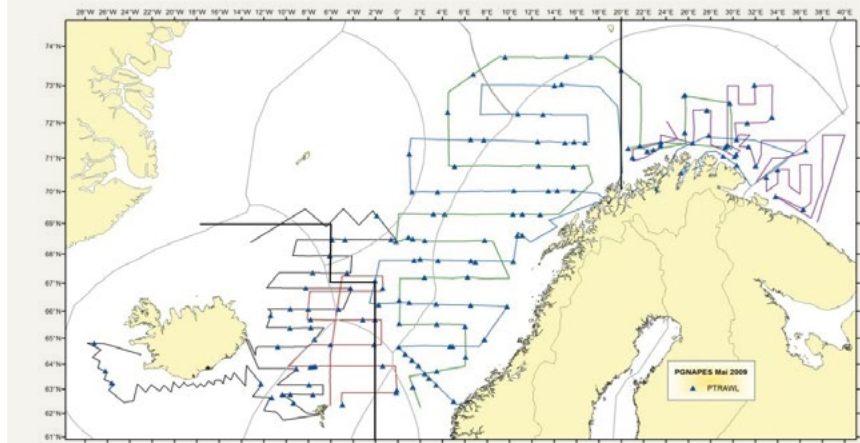
Kan sjekke om en værvarsling stemmer

Første kriterium for å kunne vurdere kvaliteten på beregningene er at vi kjenner usikkerheten på inngangsdataene, uansett om denne er høy eller lav. I tillegg til et pålitelig og uavhengig mål på bestandsstørrelsen, er en riktig kvotefastsettelse avhengig av god kunnskap om totaluttaket i fiskeriet både i kvantum og alderssammensetning. Dette er spesielt viktig siden vi innen havforskning aldri vil vite den sanne fangstsammensetningen og størrelsen på en bestand for å kunne kalibrere modellene, slik man for eksempel kan i modellering som ligger til grunn for værmeldinger. Værmeldinger er basert på modellering av data fra et stort antall stasjoner der et sett av værelementer måles hver time og sendes inn til Meteorologisk institutt. Disse automatiske instrumentmålingene blir supplert med visuelle observasjoner. Modellering som ligger til grunn for værmeldinger med mål på usikkerhet (figur 2) kan i tillegg forbedres over tid siden en faktisk kan sjekke resultatene basert på sanne værobservasjoner. Allikevel er det fortsatt ganske stor usikkerhet knyttet til værmeldingene for Bergen og andre byer.

Siden overvåkningen av fiskeri og fiskebestander har høye kostnader, er prøvegrunnlaget begrenset. I tillegg kan vi ikke kalibrere modellene basert på sanne observasjoner på bestandstørrelse. Dermed vil det alltid være en del usikkerhet knyttet til våre bestandsanslag (figur 3). Det er derfor ekstra viktig å kartlegge hvilke forutsetninger som ligger til grunn, og hvor sikkert man kan beregne bestandstørrelsen gitt disse forutsetningene. Dette vil ha betydning for langtidsutbytte og risikovurderinger,

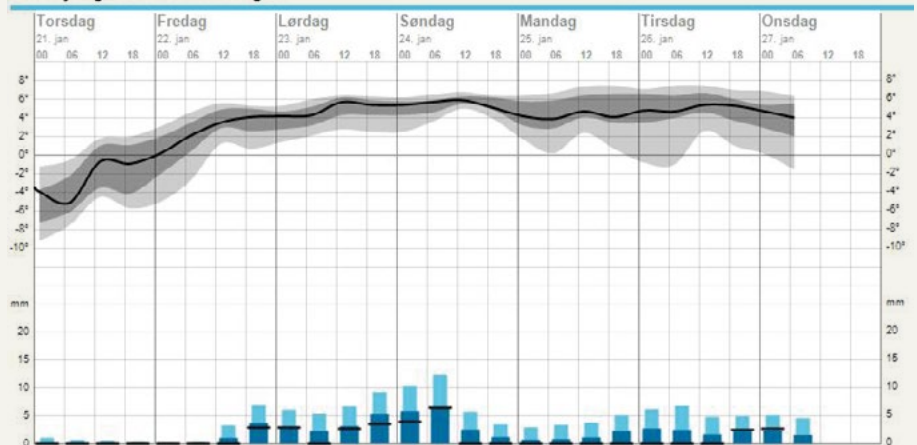
How to understand the sources of uncertainty

The accuracy of population estimates that form the basis for quota advice for herring depends on the reliability of input data to stock assessments. To assess risk against sustained high returns, we must understand the sources of uncertainty in scientific survey and fisheries data. This is required if we



Figur 1. Det internasjonale økosystemtoktet i Norskehavet i mai 2009. ICES koordinerer et årlig internasjonalt økosystemtokt i Norskehavet (IESNS, maitoktet) gjennomført av EU, Island, Færøylene, Norge og Russland (Barentshavet) med hovedfokus på nvg-sild. The International Ecosystem Survey in the Nordic Seas in 2009. ICES coordinates an annual international ecosystem survey in the Nordic Seas (IESNS) conducted by EU, Iceland, Faroe Islands, Norway and Russia (Barents Sea) where herring is the main target species.

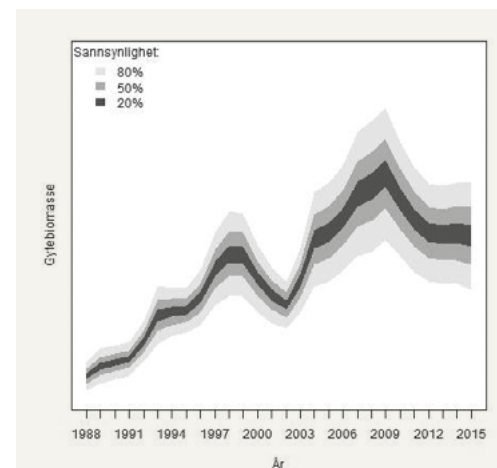
Sannsynlighetsvarsel for Bergen



Figur 2. Værmelding fra Yr levert av Meteorologisk institutt og NRK. Weather forecast from Yr, delivered by the Norwegian Meteorological Institute and NRK. <http://www.yr.no/sted/Norge/Hordaland/Bergen/Bergen/langtidsvarsel.html>

og bør tas hensyn til i kvoteråd. Vi er i gang med å finne et godt mål på usikkerhet i bestandsberegninger for nvg-sild og hvordan denne avhenger av usikkerhet i inngangsdata. Slik kan vi finne ut hvor det er nødvendig å justere innsatsen i overvåkningen eller endre på metodikken for å holde den totale usikkerheten så lav som mulig. Dette er et tema for REDUS, et stort nytt forskningsprosjekt Havforskningsinstituttet har startet i 2016 for å forbedre våre kvoteråd.

are to find out how and at what cost uncertainty can be reduced. Advanced statistical methods are used to assess how uncertainty in input data propagates to population estimates. Since the monitoring of fisheries and fish stocks is costly, sample sizes are limited, and hence, there will always be uncertainties in our population estimates.



Figur 3. Estimert størrelse på gytebiomasse av nvg-sild fra 1988 til 2015 med mål på usikkerhet. Estimated abundance of herring spawning stock biomass from 1988 through 2015 with measures of confidence.