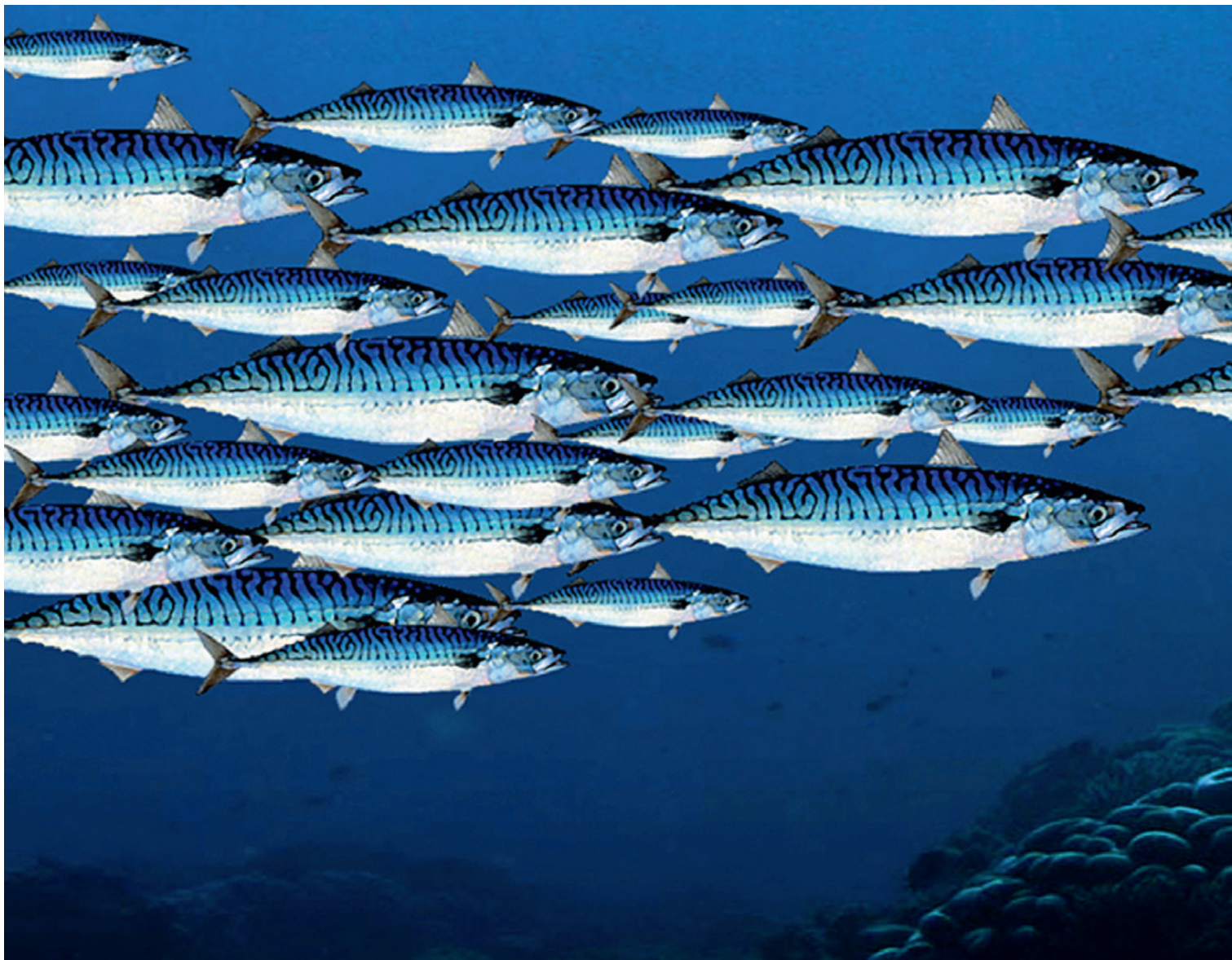


Bestandsberegning av



Flykter fisken når havforskningsfartøyene kommer? Hva er utfordringen med merkeforsøk, hvordan er sammenhengen mellom pengebruk og resultater og hva er problemet med bruk av sonar for å mengdeberegne sild og makrell? Svømmer det mer fisk i havet enn havforskerne tror, og i hvilken grad farges forskerne av egne lands interesser?

Dette er bare noen av de temaene vi har diskutert med Aril Slotte, som de siste ti årene har ledet Havforskningsinstituttets gruppe for pelagisk fisk. Og la det være sagt med en gang; Slotte har gjort en solid jobb for at resultatet skal bli så informativt og lærerikt som mulig. Dette er med andre ord artikkelen for deg som er opp-tatt av havforskning på nvg-sild og makrell. Den er lang, men vel verdt å bruke litt tid på.

NVG-SILD OG MAKRELL



Aller først noen ord om han vi har intervjuet. Aril Slotte er utdannet fiskeribiolog fra Universitetet i Bergen. Han tok en doktorgrad i 1998 om gytevandringene til nvg-sild, og har vært tilknyttet Havforskningsinstituttet (HI) og gruppen «Pelagisk Fisk» siden han begynte på hovedfag i 1992. Han har vært sjef for bestandsberegningene av nvg-sild og makrell siden 2007, og de siste årene en hyppig gjenganger både i fiskeripressens spalter og som foredragsholder på møter i næringen. Innledningsvis ba vi Slotte om å utdype sine arbeidsoppgaver ved HI:

— Som forskningsleder for «Pelagisk Fisk» har jeg hovedansvaret for gruppens kompetanse og faglige utvikling innen pelagiske fiskebestander som

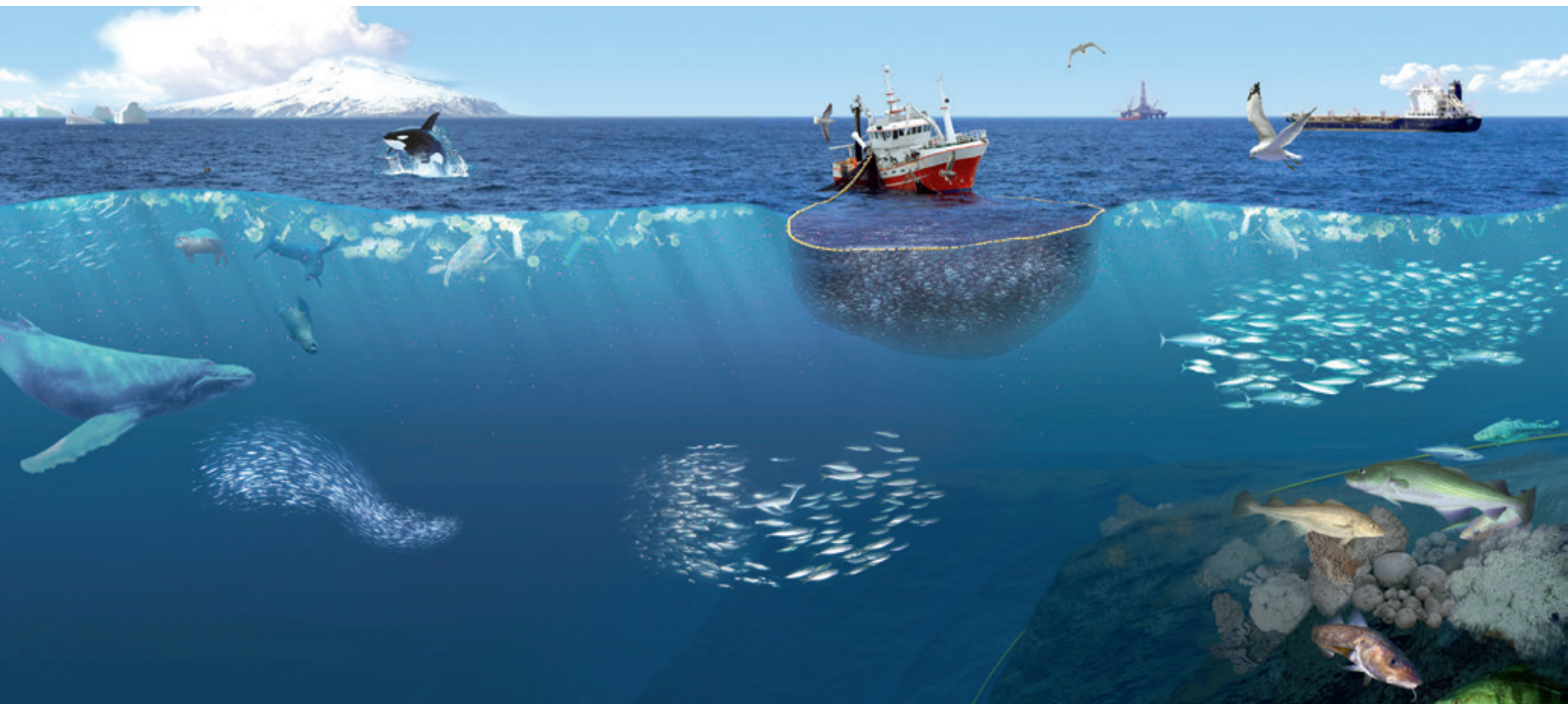
lodde, nvg-sild og nordsjøsild, brisling, makrell, taggmakrell og kolmule. I tillegg har jeg personalansvar for de rundt 30 personene som er ansatt i gruppen. Antallet varierer litt etter hvor mange midlertidige ansatte vi har i PhD- og «Post-doc»-stillinger. Som forsker har jeg hovedansvaret for merking av nvg-sild og makrell, samt for gytetoktet på nvg-sild. I tillegg bidrar jeg med forskning og publisering av resultater.

60 millioner pluss

I 2017 hadde HI en totalt pengebruk på 1.028 milliarder kroner. Dersom vi summerer det direkte forbruket til innsamling av data og rådgivning for bærekraftig

høsting i havet og på kysten, var det 358 millioner kroner i 2017. Beløpet gjelder for alle arter av villlevende ressurser som Norge beskatter. I tillegg drives det mye generell forskning på disse ressursene, i fjor totalt 104 millioner. Makrell og nvg-sild er blant de viktigste artene Norge høster på, og stikker også av med mye av ressursene. Aril Slotte kan ikke si eksakt hvor mye.

— Årsaken er at HI har samlet all overvåking og arbeid rettet mot rådgivning om nvg-sild, makrell og kolmule i det store prosjektet «Pelagisk fisk i Norskehavet». I år er totalbudsjettet 60 millioner kroner. Både forskere og teknikere jobber på tvers av arter, så det budsjetteres ikke etter art. Men det brukes betraktelig mer på nvg-sild og makrell enn på kolmule.



I 2017 brukte Havforskningsinstituttet litt over 1 milliard kroner. Knappt 360 millioner ble brukt på innsamling av data og rådgivning om bærekraftig høsting av villlevende ressurser. I og med at man ikke budsjetterer etter art, er det vanskelig å si hvor mye som ble brukt på nvg-sild og makrell, men i og med at dette er to av de viktigste artene i norske farvann, stakk de av med en god del av pengene også. (Ill: HI)

I tillegg jobbes det mye med ulike arter i andre og mer rene forskningsprosjekter. Totalt sett er altså innsatsen enda høyere.

— **Hvor mye brukes totalt per år i ICES-sammenheng på å estimere disse to bestandene?**

— Det vet jeg ikke. Men det er ingen tvil om at Norge og Havforskningsinstituttet i Bergen er den største bidragsyteren.

— **Er det bred faglig enighet om størrelsen på disse bestandene mellom havforskerne i de ulike landene?**

— Ja det vil jeg si, i alle fall på generell basis. Her er det imidlertid viktig å presisere at enigheten gjelder hvordan vi håndterer alle tilgjengelige data og prosesser frem til selve kvoterådet. Li-

keledes er det nødvendig å understreke at det ofte er stor usikkerhet om vurderingene. Toktindeksene som benyttes i bestandsvurderings-modellene kan nemlig gi ulike signaler i beskrivelsen av bestanden. I slike tilfeller er det ofte vanskelig å vite hvilken indeks som best forteller om trenden i utviklingen. Normalt velger man da å bruke alle toktindekser, og overlater til modellen å håndtere vektingen av dem.

I de tilfellene det oppstår faglig strid, er den gjerne knyttet til uenighet om hvilken toktindeks som gir den beste beskrivelsen av trendene i bestanden og om den bør benyttes, eller om enkeltår i indeksen er for usikre og eventuelt bør holdes utenom.

Vurderinger av hele indekser skjer

gjærne med flere års mellomrom og i internasjonale metode-revisjoner med eksterne spesialister utenfor ICES til stede. Vurderinger av om enkelte år i en indeks-serie bør ekskluderes, er noe som kan avgjøres av den årlige arbeidsgruppen til ICES, der bestandsvurderingen gjennomføres og kvoterådet gis.

— **Har du noen ganger inntrykk av at nasjonale interesser farger forskningen?**

— Selvsagt farger nasjonale ønsker den innsatsen som legges ned på forskning og overvåkning av havets ressurser. Det er innlysende at de ulike nasjonene prioriterer å forske på egne bestander og økosystemer, slik at man får et best mulig grunnlag for rådgivning og forvaltning. Det er også klart, at enkelte land velger å bruke sine ressurser på de bestandene de selv høster mest av, og som det er mye av i egen økonomisk sone. Eksempelvis legger Norge mest ressurser av alle land inn på nvg-



Gjennom Det internasjonale råd for havforskning i København (ICES) samarbeider landene rundt nordøst-Atlanteren om å forvalte fisken i havet på en bærekraftig måte. Selv om alle land har særinteresser å forsvare, er Aril Slotte veldig klar på at ingen manipulerer med data for egen vinnings skyld. Her fra et internasjonalt makrelltokt med fartøy fra Norge, Island og Færøyene. (Foto: HI)

silda, som store deler av livet befinner seg i våre farvann. Her har vi også den høyeste kvoteandelen. Men jeg opplever ikke at nasjonale interesser er med på å farge de faglige diskusjonene i ICES, og det var vel sannsynligvis utgangspunktet for ditt spørsmål. Ingen i ICES manipulerer data og prosesser for egen vinnings skyld.

Stor innsats i REDUS

For et par år siden spurte vi en havforsker om hvor mye bedre et bestandsråd vil bli om man doblet forskningsinnsatsen. Vedkommende svarte, sikkert litt humoristisk, at da ville resultatet blir dobbelt så godt. Her valgte vi derfor å spørre slik: Er det sammenheng mellom ressursbruken og kvaliteten på de bestandsestimatene som kommer?

— Selvsagt, og her er det flere faktorer som har betydning, innleder Slotte. — Det er særlig to forhold som er viktige for kvaliteten på bestandsvurderingene. Det første er kvaliteten på de dataene vi putter inn i bestandsvurderings-modellen — både toktindekser og fangstdata. Det

Havforskningsinstituttet i Bergen har vært med på å utarbeide kvoteråd for nvg-sild og makrell i mange tiår. Fiskerne har ikke alltid vært like enige i resultatene. De har sjelden vært mer uenige enn i dag. (Foto: Thv jr.)

andre er kvaliteten på selve modellen; hvordan den håndterer inngangsdataene og gir estimater med usikkerhet. Målsettingen på sikt er at bestandsvurderingsmodellene skal ta høyde for usikkerheten i inngangsdataene, og sørge for at det er tatt hensyn til denne også i de endelige bestandsvurderingene og helt frem til selve kvoterådet. Vi ønsker å gi kvoteråd med et mål for usikkerheten. Da kan vi også måle effekten av å redusere usik-

kerheten til inngangsdataene, forklarer Slotte, og fortsetter:

— Dersom forvalterne kan sette et ønsket mål for usikkerheten til kvoterådene, kan vi tilpasse oss dette ved å justere ressursbruken på inngangsdataene. La meg ta toktindeksene som eksempel. Dekningsgraden til et tokt forteller noe om hvor lang tid vi har brukt på å overvåke et område. Økt dekningsgrad innebærer redusert avstand mellom kurslinjene (transekter) og vil normalt redusere usikkerheten. Flere av de pelagiske fiskebestandene har store utbredelsesområder, og dekningsgraden betyr mye for usikkerheten i indeksene som estimeres. Det samme gjelder prøvetaking av fiskeriene. For å estimere hvor mye som høstes per årsklasse, kreves mange biologiske prøver med avlesing av alder. Normalt reduseres derfor usikkerheten til beregnet fangst per årsklasse med antall prøver av fangstene i de ulike områdene og sesongene. HI legger nå ned stor innsats i prosjektet REDUS for å måle og redusere usikkerheten. REDUS står helt enkelt for «REDusert USikkerhet». Målsettingen er som alt nevnt at usikkerhet i inngangsdatene skal gjenspeiles helt frem til rådgivningen, sier Slotte.

Gjennom REDUS jobber HI også aktivt med det forskerne kaller målefeil (bias) i sine indekser. Mange forhold kan gjøre at de bommer med indeksene ett eller flere år, og dermed underestimerer eller overestimerer en bestand.

— Slike forhold kan f.eks. være at bestanden sto utenfor dekningsområdet, eller at den innenfor dekningsområdet ikke var tilgjengelig for våre måleinstrumenter og fangstredskaper på en representativ måte. Dette kan føre til det vi kaller «årseffekter», altså at størrelsen på en årsklasse plutselig faller ett år for så å hoppe kraftig opp igjen det neste, til tross for at årsklassen er påført både naturlig dødelighet og dødelighet gjennom fiske.



Aril Slotte har jobbet ved HI i snart 25 år. Siden 2007 har han ledet gruppen «Pelagisk Fisk», med ansvar for bestandsberegningene av alle de store pelagiske bestandene — sild, makrell, lodde og kolmule. (Foto: Thv jr.)



Gode indekser skal vise jevn nedgang av årsklasser som er under beskatning — ikke hoppe opp og ned. Derfor er det viktig for kvaliteten på kvoterådene at vi bruker ressurser på å redusere denne typen målefeil, at vi klarer å overvåke årsakene til at det skjer og eventuelt justere for dem.

Mer penger = bedre kvoteråd

Det er rimelig grunn til å anta at økt ressursbruk vil gi bedre bestandsestimater og bedre kvoteråd. Vi spurte Aril Slotte hva han ville ha brukt pengene til dersom HI fikk 50 prosent mer ressurser til bestandsberegningene av nvg-sild og makrell.

— Jeg skulle gjerne skrudd klokka noen få år tilbake, og stilt akkurat det spørsmålet. Det har virkelig skjedd store endringer i ressursbruken på de pelagiske bestandene i min periode som leder for «Pelagisk fisk». Det gjelder særlig for makrell og nvg-sild. På makrellen er innsatsen økt betraktelig gjennom nytt fokus på det internasjonale tråltoktet i Norskehavet om sommeren, samt på merking og gjennfangst av makrell med RFID-teknologi. Her har vi et godt eksempel på at økte ressurser gir nye indekser til bruk i bestandsvurderingen. Det er HI som har initiert og jobbet for innføringen av disse nye indeksene, og vi mener i dag å ha et bra nivå på overvåkingen av makrellbestanden. Dersom vi skulle øke innsatsen ytterligere, ville jeg utvidet tråltoktet sør for Færøyene, langs De britiske øyer og i Nordsjøen. Denne indeksen er usikker på hva som befinner seg av makrell sør for dekningsområdet, og om det skjer forflytning av makrell nordover. Vi vet



Når havforskerne har problemer med å telle hval, som kan veie flere tonn og må opp for å puste med jevne mellomrom, sier det seg nesten selv hvor vanskelig det må være å telle fisk. Aril Slotte legger i alle fall ikke skjul på at det er krevende.

med andre ord ikke om indeksen øker på grunn av at bestanden øker eller på grunn av at makrellen svømmer nordover — eventuelt begge deler. På samme vis ville det vært interessant med merkeforsøk i andre områder enn i det tradisjonelle gyteområdet ved Irland. Slike forsøk kunne fortelle hvordan makrellen blander seg i det enorme utbredelsesområdet den har i dag.

For nvg-silda, tok vi i 2015 opp igjen det gytetoktet som ble kjørt frem til 2008. Alle var enige om at det var behov for økt innsats på denne bestanden, og gytetoktet fikk prioritet. Dette toktet er nå inne i bestandsvurderingen sammen med det internasjonale toktet i Norskehavet i mai. I tillegg er det satt i gang en ny serie med RFID-merking av sild, og vi har utvidet antallet fabrikker som kan fange opp merket fisk og sende data til vår database. Håpet er at merkedataene om noen år kan bli en del av bestandsvurderingen.

I dag er vi med andre ord veldig godt fornøyd med nivået på overvåkingen av nvg-sild. Her har HI også tatt initiativ til å utvikle en ny bestandsberegningsmodell (XSAM) som inkluderer usikkerheten i inngangsdataene og gir bestandsvurderinger med usikkerhet. Både for nvg-sild og andre bestander er det viktig å prioritere arbeidet med å forbedre selve modellene, samtidig som vi jobber med å redusere målefeil og usikkerheten til inngangsdataene. Så om vi fikk 50 prosent mer penger å rutte med til de pelagiske artene vi gir råd om, ville jeg nok også brukt mye på å styrke det faglige arbeidet for å forbedre vår rådgivning på generell basis.

— Hvor mye bedre ville estimatene bli?

— Det er et umulig spørsmål å svare på. Vi etterstreber mer stabilitet i bestandsberegninger og kvoteråd i årene som kommer, slik at det blir mindre behov for store endringer og revideringer av trender. Sagt på en annen måte, ønsker vi å bli sikrere på at de bestandsnivåene vi beregner i 2018 og bygger dagens kvoteråd på, tilsvarer det vi beregner for 2018 også i årene som kommer. «Norsk Fiskerinæring» har f.eks. flere ganger påpekt at vi beregnet 2009-bestanden av nvg-sild mye høyere i 2009 og 2010 enn i dag. Denne typen usikkerhet er både basert på måleusikkerheten i våre data, f.eks. som følge av dekningsgraden til de enkelte tokten, og på variable målefeil som gir underestimering eller overestimering.

Det er enorme verdier som står på spill. I fjor eksporterte Norge nvg-sild og makrell for tett på syv milliarder kroner. Selv små prosentvise endringer i kvoterådene får altså store økonomiske konsekvenser.



De to hovedtoktene for nvg-sild er gytetoktet i mars og et internasjonalt tokt i Norskehavet i mai. Her er vi ombord i «Kings Bay» for et par år siden under toktet i Norskehavet. (Foto: HI)

Mange feilkilder

Å beregne fiskebestander er ikke enkelt. Vi har ofte skrevet at når havforskerne sliter med å beregne hvor mange hval som svømmer i havet, skapninger som veier flere tonn og jevnlig må opp til overflaten for å puste, så sier det seg nesten selv hvor vanskelig det må være å beregne antall fisk. Feilkildene er mange. Det gjelder ikke minst når man skal mengdeberegne nvg-sild og makrell.

— For makrellen er det ingen tvil om at våre indekser lider av bestandens enorme utbredelse, innleder Slotte. — Dette blir ikke bedre av at det har skjedd store endringer i løpet av kort tid. For tråltoktet om sommeren innebærer f.eks. dette at en økning av indeksen muligens kan skyldes økt tilsig fra sør. Tråltoktet er også følsomt overfor endringer i makrellens adferd fra å stå spredt til å gå i større stimer. En mulig og stor feilkilde i det internasjonale eggtoktet, er at den nordlige forskyvningen av bestanden kan



ha resultert i underestimering på grunn av manglende dekning i nord. Eggtoktet lider også av at det bare gjennomføres hvert tredje år. Derfor er det vanskelig å tolke om den store nedgangen som ble observert i 2016 bare var en årseffekt eller om det var en reell nedgang i antall egg og følgelig også i gytebestanden. Når det gjelder RFID-merkingen, kan

resultatene også bli påvirket av den store endringen i vandring og utbredelse. En viktig forutsetning for bruk av merker i bestandsvurderinger er jo at det skal være like stor sannsynlighet for at merket makrell av samme årsklasse skal fanges i alle fangstområder og sesonger, altså at den skal blande seg representativt i bestanden. Vi har nå en mistanke om at



Det har vært en «blodig» nedgang i bestanden av nvg-sild de senere årene. Mange fiskere mener HI har nedjustert bestanden alt for mye. Aril Slotte utelukker ikke at bestandsestimater kan være feil, men føler seg veldig trygg på at trenden i utviklingen er riktig. Det har gått kraftig nedover. (Foto: HI)

denne forutsetningen ikke holder mål gitt dagens utbredelse og vandringsmønster, men trenger ytterligere analyser for å trekke en endelig konklusjon, sier Slotte, og går over til silda:

— For nvg-sild har maitoktet åpenbare feilkilder relatert til å skille sild og kolmule akustisk. Vi er usikre på hvor mye av de akustiske verdiene som viser sild og hvor mye som viser kolmule når begge bestander står som stimer på samme dyp. Her kan det også i perioder være feilkilder relatert til at silda går i stimer nær overflaten i ekoloddets blindsoner, eller at den flykter unna når vi kommer med våre fatøyer. Begge deler har nå fokus i REDUS-prosjektet. Vi bruker blant annet sonar for å vurdere om silda står i blindsonen eller unnviker, og kamerateknologi (Deep Vision) for å identifisere når de ulike artene kommer inn i trålen. Da blir det lettere å skille artene i de akustiske målingene. Skjønt det å tråle represen-

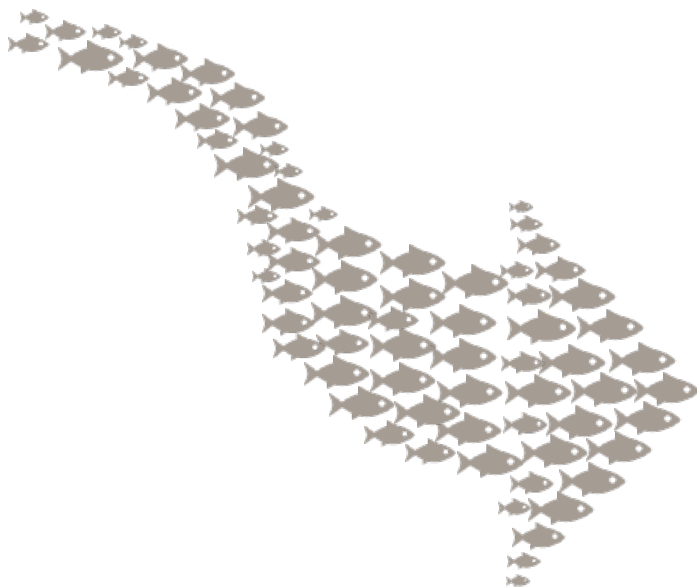
tativt de årsklassene vi måler akustisk er ikke alltid helt enkelt når silda stimer i dypet. Her har vi altså en tredje mulig feilkilde i maitoktet.

På gytetoktene har vi heldigvis ikke problemer med blandingen av arter akustisk. Her tror vi heller ikke at det er store feilkilder knyttet til unnvikelse og sild i blindsoner. Det er også svært enkelt å tråle re-



*Å jobbe som havforsker er både spennende og interessant. Men det er mye rutinearbeid for teknikerne, særlig på toktene. Mye fisk skal måles, veies og undersøkes.
(Foto: Jan de Lange)*

We have arrived...



New partners to fight sea lice.



Sales: Helm Skandinavien AS
+47 904 18 292, j.johnsen@helmas.dk
helmvet@helmas.dk
www.helmskandinavien.com



Evonik Resource Efficiency GmbH
+49 6181 59 12439
active.oxygens@evonik.com
h2o2.evonik.com

H2O2 storage locations along the coast of Norway,
Scotland, Shetland, Faroe Islands and Iceland.

representativt for å vekte akustikken riktig etter årsklasser. Den største feilkilden i gytetoktet er at silda er på vandring. Dersom vi bruker ulik tid fra år til år på å dekke gyteområdene, f.eks. etter å ha ligget i havn på grunn av dårlig vær, kan det gi målefeil. Siden 2015 har gytetoktet vært gjennomført med tre fartøy og 12 døgns dekning. Vi mener at dette har redusert denne målefeilen betydelig for de siste fire årene av gytetokt-indeksen. Derimot kan målefeilen være stor for tidligere år, da vi kun brukte ett fartøy og vesentlig mer tid. I dag anser vi dette som en så stor feilkilde at vi i neste metode-revisjon bør vurdere å splitte indeksen til før og etter 2015.



— HI er inderlig klar over at næringen mener at vi underestimerer makrellbestanden kraftig. Jeg mener likevel at innføringen av tråltoktet og RFID-merkingen har gjort våre kvoteråd bedre og mer troverdige. Det å stole på fangstdataene alene samt et eggtokt hvert tredje år var ikke gunstig. Innføringen av RFID har tilført mer stabilitet i bestandsvurderingene og noe reduksjon av usikkerheten. Men det er viktig å påpeke at begge disse indeksene fortsatt er korte. Det vil bli spennende å følge utviklingen videre og se hvordan de vil påvirke bestandsberegningene fremover.

For nvg-sild har innføringen av gytetoktet vært et løft for bestandsberegningene, og indeksen fra dette toktet vil bli sentral i årene som kommer. Det er særlig viktig at gytetokt-indeksen og indeksen fra maitoktet har litt forskjellige feilkilder. Vi unngår nå å havne i en situasjon helt uten toktdata, dersom ett av disse toktene skulle slå feil. Nå har vi altså to indekser som sier noe om trendene i årsklassene. Det kan overhode ikke være tvil om at vi har en bedre situasjon enn for ti år siden. Studerer vi

resultatene på gytetoktene fra 2015 til 2018 viser de trender i årsklassene og bestanden under ett som virker fornuftige.

— Er det likevel forhold som tilsier at bestandsberegningene kan ha blitt mer usikre?

— Ikke som jeg kan se. Alle de feilkildene jeg har vært inne på, var der for ti år siden også.

— Hva kan du helt konkret si om usikkerhetsmarginene i bestandsestimatene for nvg-sild og makrell?

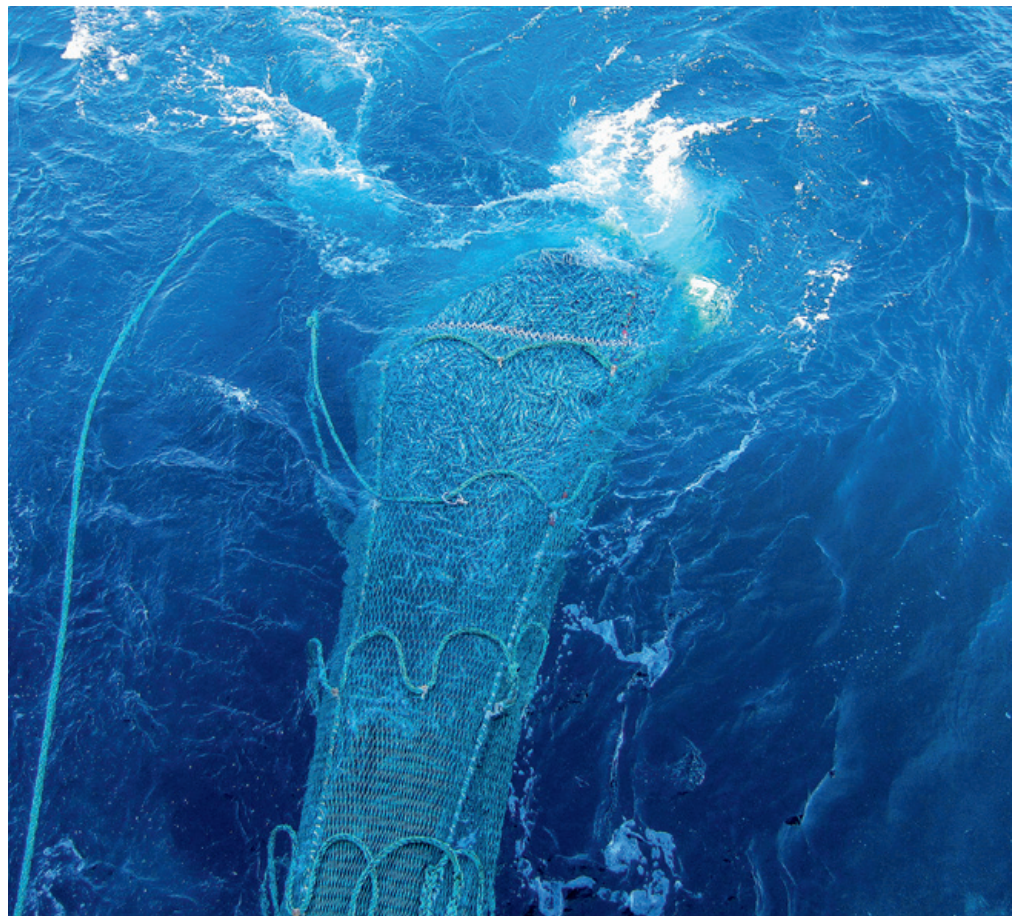
— For det første at de baserer seg på noe forskjellige metoder og modeller. Dermed er det litt vanskelig å sammenligne. Det som er sikkert, er at usikkerheten er stor for begge bestander, særlig for de siste årene. Det kommer også klart frem av de grafene som vises i kvoterådene. Typisk er usikkerheten i størrelsesorden ca. 20 prosent.

— I 2009 sa norske sildeforskere at det svømte over 13 millioner tonn gyttemoden nvg-sild i havet. Siden den gang er dette anslaget nesten halvert. Det er mye mer enn 20 prosent?

— Det stemmer. Men her er det også

Stor usikkerhet

Fra en redaktør-krakk på Eidsvoll er det selvsagt ren synsing å mene noe om størrelsen på en fiskebestand. For oss å påstå noe annet vil bare være tåpelig. Men det er fullt mulig å mene ganske mye om hvor treffsikre havforskerne er. Åpenheten er nemlig stor. Hvert eneste år publiseres omfattende rapporter om årsklassestyrker, gytebestand og totalbestand langt tilbake i tid og for alle viktige bestander. Ved å sammenligne fra år til år, finner man fort ut hvilke endringer havforskerne har foretatt. De kan tidvis være store. Etter å ha fulgt norsk havforskning tett siden 1970-tallet, har vi lenge ment at usikkerhetsmarginene i årsklassestyrker og bestandsberegninger er vesentlig større enn havforskerne selv liker å gi uttrykk for. Utover på 1990-tallet og godt inn på 2000-tallet var vi relativt trygge på at bestandsberegningene stadig ble bedre og mer troverdige. Også havforskningen gikk fremover. Men det som har skjedd de siste 8-10 årene med forskningen på flere av de store pelagiske bestandene har gjort oss mer i tvil. Derfor spurte vi Aril Slotte om hvilke forhold som tilsier at beregningene av nvg-sild og makrell er blitt mer sikre de siste ti årene.



Selv om nvg-bestanden har gått ned, understreker likevel Aril Slotte at det fortsatt er godt med sild i havet. Men strukturen i bestanden er endret. I dag er 2013-årsklassen den mest tallrike, etter at den råsterke 2004-årsklassen har hatt denne posisjonen i mange år. Her fra fjorårets maitokt i Norskehavet. (Foto: HI)

viktig å ha i bakhodet det jeg sa over om toktindekser, måleusikkerhet og målefeil. Vi kan være veldig presise i våre estimater, både med fangstdata, toktindekser og i den endelige bestandsvurderingen der alle data behandles. Men disse kan likevel være skjeve i forhold til den reelle bestanden. For å illustrere, kan våre estimeringer sammenlignes med en skytter som skal treffe midt i blinken. En god skytter har alltid bra samling på skudene. Det tilsvarer det jeg mener med lav usikkerhet eller høy presisjon. Skulle skytteren få mye sidevind, kan alle skudene treffe på siden av blinken, selv om samlingen er bra, altså presisjonen. På samme måte; når vi har halvert vårt estimat på sildebestanden i 2009, skyldes det målefeil i tillegg til selve måleusikkerheten. Vi har med andre ord bommet litt på blinken.

I tidligere intervjuer i «Norsk Fiskerinæring» har vi også gitt uttrykk for at nedskrivningen skyldes at vi har fått sikrere tall på årsklassene etter å ha fulgt dem over mange år. Vi sier gjerne at det er en aldersbasert bestandsvurdering og modell. Vi fører et regnskap for uttaket av hver årsklasse gjennom hele livet, og kan deretter tilbakeberegner nivået på bestanden. Når en årsklasse kommer inn i fisket, trenger modellen støtte fra andre data i de første årene for å kunne gjøre en sikker tilbakeberegning. Derfor er det svært viktig med toktindekser. Disse får typisk høy vekt i bestandsvurderingene og kvoterådene de siste 4-5 årene. Der som toktindeksene gir en skjev oppfatning av årsklassestyrkene når de rekrutterer den fiskbare delen av bestanden, til

tross for lav måleusikkerhet, kan det føre til store endringer i bestandsvurderingen for et gitt år når vi flere år senere har fått inn mer data om uttaket av de enkelte årsklassene.

Halveringen av sildeestimatet i 2009 skyldes hovedsakelig at vi overvurderte styrken på de store årsklasser i 2002 og 2004 i indeksene som ble benyttet. I tillegg er det viktig å nevne at vi har gjort store endringer i hvilke indekser som benyttes, samt i selve modellverktøyet. Dette har også bidratt til den endrede oppfatningen av bestandens størrelse i 2009. Vi jobber nå mye med å redusere sannsynligheten for så store endringer, og har veldig fokus på målefeil i de to toktindeksene som benyttes for å beregne nvg-bestanden — økosystemtoktet i mai og gytetoktet i mars. Det samme gjelder for alle data om fangst per alder. Vi mener også at dagens statistiske modell XSAM vil gi mer stabile vurderinger av sildebestanden og forhåpentligvis redusere sannsynligheten for den typen nedskrivninger som du påpeker i ditt spørsmål.

Ingen tegn til vekst

Årets gytetokt på nvg-sild ble gjennomført i mars. Hovedresultatet er godt kjent. Vi ba likevel Aril Slotte om å utdype.

— Årets gytetokt ble gjennomført med et helt nytt sikksakk-design i et stort dekningsområde uten avbrudd og med høy kvalitet på akustiske data og biologisk prøvetaking. Det ble estimert en biomasseindeks på 3,3 — dvs. samme nivå som

i 2017, og med den laveste usikkerheten i hele tidsserien (CV=7,4 prosent).

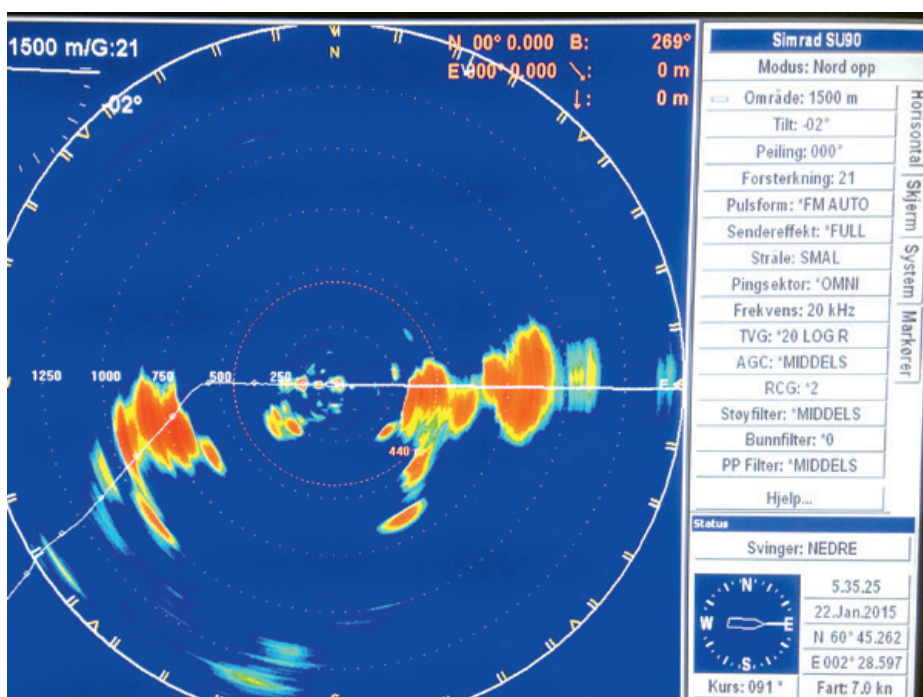
— Hva mener du med CV=7,4 prosent?

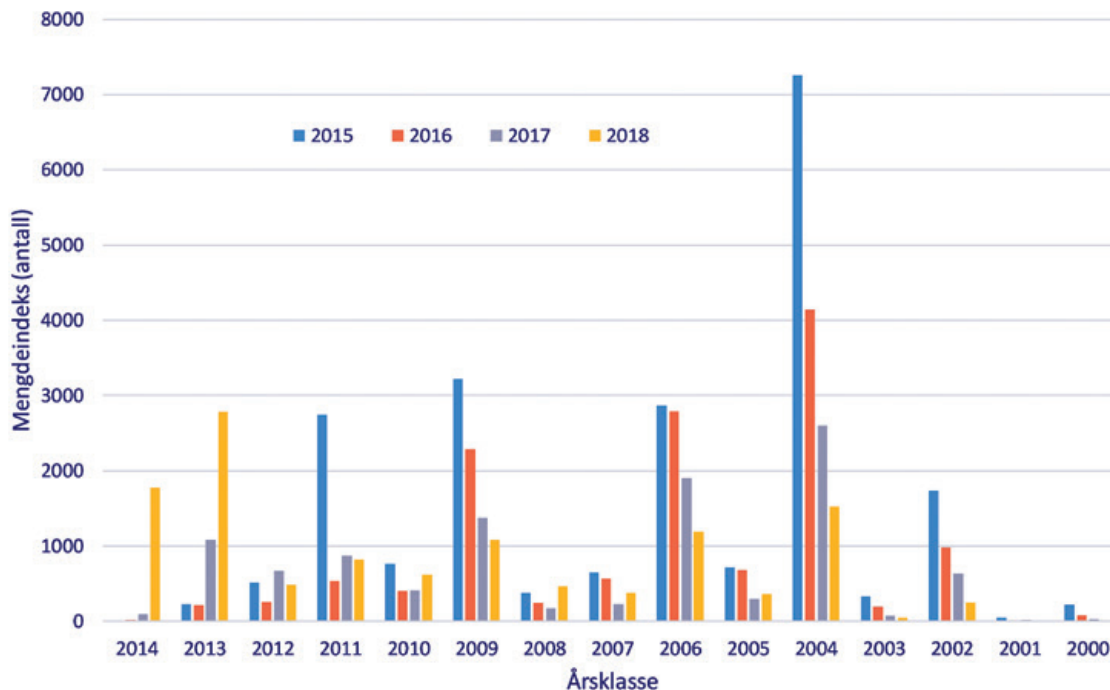
— CV, som også kalles «relativ standardfeil», er et mål på hvor stor spredning det er på observasjonene, eller hvor nær gjennomsnittet hoveddelen av observasjonene ligger. Når vi beregner en CV fra et estimat på en biomasseindeks på et tokt, gjør vi en øvelse vi kaller «bootstrapping». Det vil si at vi estimerer biomassen 500 ganger basert på et tilfeldig utplukk av alle dataene. En CV på 7,4 prosent betyr at cirka 70 prosent av estimatene havner mellom 7,4 prosent under gjennomsnittet og 7,4 prosent over. En typisk CV på akustiske tokt er 30 prosent. Det vil altså si at estimatene i en slik «bootstrapping» normalt ikke er så samlet rundt gjennomsnittet som det vi opplevde på årets gytetokt. En CV på 7,4 prosent er med andre ord svært lav.

Til tross for den stabile totale biomasseindeksen, ble det estimert en nedgang i biomassen av seks år gammel og eldre sild på 18 prosent fra 2017 til 2018. Denne nedgangen ble imidlertid kompensert med en økning av fem år gammel og yngre sild. Den mest tallrike årsklassen på årets tokt var 2013-årsklassen, som bidro med 23 prosent i antall sammenlignet med ti prosent i 2017. Dette var en endring fra de tidligere årene i serien, der 2004-årsklassen har vært mest tallrik.

Et tegn på at gytetoktet egner seg bra til bestandsvurdering og som grunnlag for våre kvoteråd, er at vi faktisk kan følge nedgangen i årsklassene fra år til år. Det er veldig bra; det bør jo helst bli stadig mindre av en årsklasse på grunn av fiske og naturlig død. Det er slike trender vi forskere er opptatt av; hvor mye som forsvinner ut av årsklasser under beskatning, og hvor mye som rekrutteres inn av nye årsklasser. Vi mener at gytetoktet, slik det er gjennomført siden 2015, fanger opp denne nedgangen på en bra måte. (Se Figur 1). Sammenligninger av indeksene over antall sild per årsklasse fra 2015 til 2018, viser at 2013-årsklassen i årets tokt bare er av middels styrke sammenlignet med det 2004-årsklassen var i 2015 — i en alder av 11 år. Det er følgelig grunn til å anta at tilsiget av nye rekrutter kan bremse den nedadgående trenden i bestanden noe, men ikke snu den.

Sonar er et viktig instrument for alle som leter etter fisk. I hvilken grad det egner seg til å mengdemåle bestanden av nvg-sild, kan imidlertid diskuteres. Aril Slotte er veldig tydelig på begrensningene.





Denne figuren viser utviklingen i indeksen for de ulike årsklassene av nvg-sild i gytetoktene fra 2015 til 2018. Det bør helst være slik at en årsklasse blir stadig mindre etthvert som vi fisker mer av den. Hopper indeksene opp og ned kan det indikere målefeil. Aril Slotte er derfor godt fornøyd med formen på disse søylene. (Fig: HI)

— Hva kan du i dag si om kvoteutsiktene for nvg-sild i 2019 og 2020?

— Slike spekulasjoner vil jeg helst ikke være med på. La oss først se hva som kommer ut av maitoktet i Norskehavet. Men som alt nevnt ga ikke gytetoktet signaler som tilsier særlig økning i bestanden fremover. Om kvotene skal opp trenger vi mer rekruttering enn det 2013- og 2014-årsklassene ser ut til å komme med. Tidlige resultater fra Barentshavet har indikert at 2016-årsklassen er større enn 2013-årsklassen. Vi får håpe at det er rett dersom trenden i nvg-bestanden skal snu.

Mange feilkilder med sonar

Blant fiskerne er det mye frustrasjon over den sterke kvotenedgangen på nvg-sild de senere årene. Mange har sterke meninger om de metodene HI bruker. Det hevdes blant annet at havforskningsfartøyene skremmer unna silda når de er på tokt, og at bestandsestimatene er for lave. Aril Slotte er klar over at dette kan være en mulig feilkilde.

— Fartøyunngivelse er et mulig problem i maitoktet, men vi antar at det ikke er en viktig feilkilde i gytetoktet. Vi forsker mye på dette fenomenet, ikke minst i forbindelse med de toktene som

gir indekser til bestandsvurderingene. Her bruker vi rutinemessig sonar som metode for å vurdere sannsynligheten for understimering som følge av at sild står i blindsonen eller unngår fartøyet. Sonar som metode for å gjøre denne typen vurderinger er fremdeles under lupen, og det er fokus på metoden og andre mulige løsninger i REDUS-prosjektet ved HI. Vi utelukker likevel ikke enkelte årseffekter og målefeil som følge av unngivelse. Men dette er nok uansett ikke hovedårsaken til at bestandsvurderingene i enkeltes øyne er for lave. Vi følger de relative trendene i årsklassene, altså hvor mye



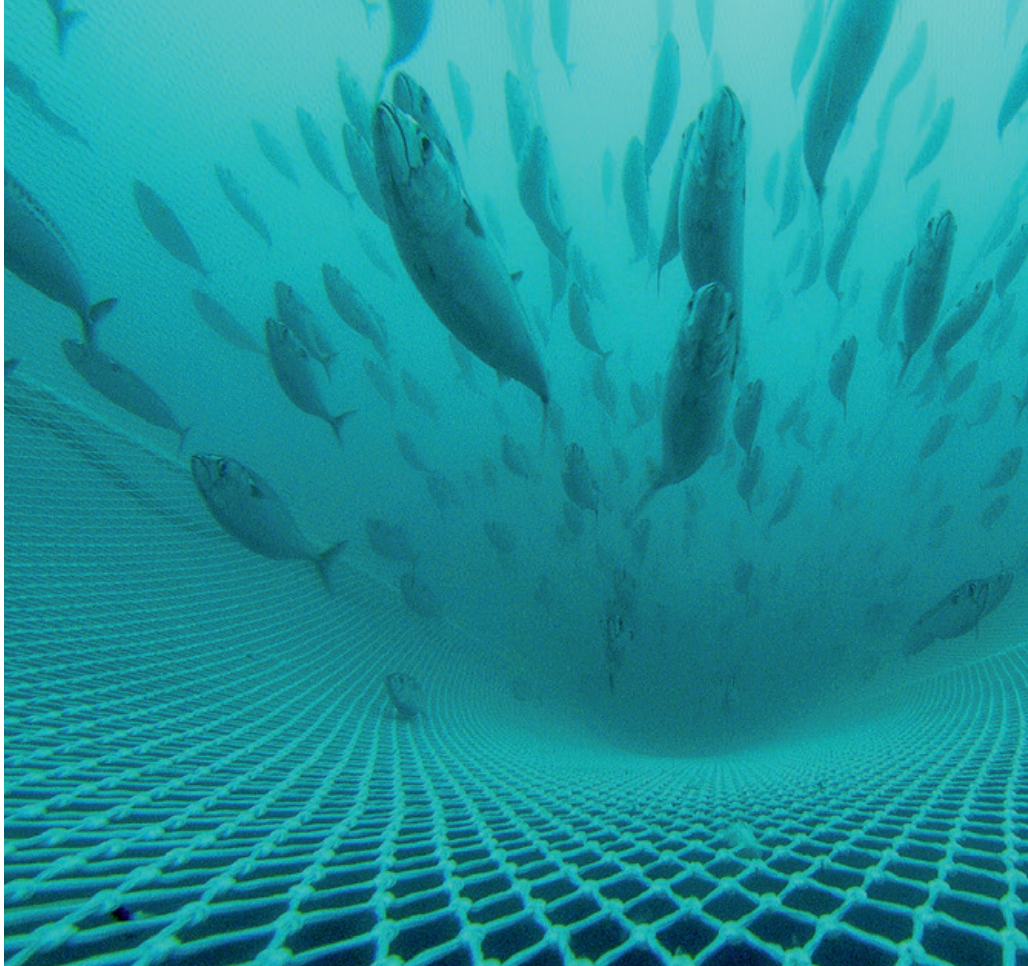
Havforskerne stiller alltid opp når næringen innkaller til «oppvaskmøte». Her fra det berømte treffet på Gardermoen i 2016, som satte sinnene i kok i begge leire. Fra venstre Jonny Berfjord og Kjell Ingebrigtsen fra «fiskersiden», Geir Huse, Aril Slotte og Egil Ona fra HI. (Foto: Thv jr.)

Ifølge ICES svømmer det i dag ca. tre millioner tonn makrell i havet. Det er også det estimatet HI og Aril Slotte forholder seg til. Men han innrømmer at beregningene er usikre. Her makrell på vei inn i multipelt-trålen, som har vært brukt under det internasjonale makrell- og økosystemtoktet siden 2012. (Foto: HI)

som forsvinner ut av hver årsklasse fra år til år, og mener at vi fanger opp disse trendene på en god måte.

— Vil det hjelpe om forskningsfartøyene går saktere?

— Nei. For det første er ikke forslaget om å gå saktere basert på vintenskapelige undersøkelser. Vi forholder oss til de undersøkelsene som er gjort om dette og som fremdeles pågår i regi av HI og REDUS-prosjektet. Her har redusert hastighet aldri vært aktuelt som strategi for å redusere målefeil relatert til unnavikelse. For det andre, og som tidligere nevnt: Dekningsgraden er svært avgjørende for usikkerheten. Vi opplever ikke at fartøyunnavikelse er et så stort problem for



Det er godt mulig at «Herring rules the world». Men i den pelagiske forskningen ved HI er det Aril Slotte som «ruler». Skjønt nå rister han sikkert irritert på hodet. Havforskning er samarbeid mer enn noe annet. (Foto: Thv jr.)

våre beregninger av indekser for antall fisk per årsklasse, at det er fornuftig å redusere farten fra ti til fire knop. Det er ingen forskning som støtter dette. Det vil nemlig redusere dekningsgraden med 60 prosent. Skulle lavere fart likevel gi litt lavere målefeil i våre indekser som følge av mindre unnavikelse, vil det samtidig innebære en betydelig høyere usikkerhet som følge av dårligere dekningsgrad, noe som ikke er ønskelig.

— Så hevder også mange fiskere at man bør bruke sonar for å bestandsestimere nvg-silda. Hva er problemet med denne metoden?

— Hovedutfordringen ligger i at ekkot kommer fra mange stråler som treffer stimene i forskjellige vinkler, avhengig av hvilket dyp silda vandrer på. Dette påvirker også selve ekkoen som stråles tilbake. Sonar-ekko fra sildestimer vil variere stort etter hvilken retning silda vandrer. Beveger man seg rundt en sildestim med sonar, vil ekkoen variere veldig fordi sildas svømmeblære gir mere ekko fra siden enn rett forfra eller bakfra. Skal man måle riktig ekko fra en sildestim med sonar må man altså gå rundt den flere ganger. Det er jo også slik fiskerne selv inspiserer stimene før de kaster på dem. Det er følgelig flere kilder til målefeil dersom man skal måle sildestimer med sonar langs en kurslinje. Resultatet vil ikke minst avhenge av i hvilken retning stimen beveger seg i forhold til fartøyet

og hvor dypt den står. Selv om det har pågått forskning på sonar i mange år, og fremdeles pågår, er vi altså av flere grunner fremdeles ikke der at vi anser at sonar alene kan brukes til å lage mengdeindekser på sild. Men vi forsker på og vurderer den som en støtte til den tradisjonelle ekkoloddmetoden.

Fordelen med ekkolodd, som har strålen rett ned og treffer silda på ryggen, er at det får samme ekko fra svømmeblæra uansett hvilken retning silda svømmer horisontalt. Målefeil relatert til svømmeretningen er altså lav. Det er hovedforskjellen på sonar og ekkolodd. Dertil kan ekkoloddet også måle sild i tette lag helt ned mot bunnen. Ved slike forhold mener vi at sonaren er ubrukkelig. Under gytetoktet, der silda står mye i slør og i tette lag nær bunnen, nytter det altså ikke å bruke sonar for å måle akustisk tetthet.

— Bestandsberegningene av nvg-sild oppgis som en indeks. Likevel snakker alle om millioner tonn, også HI. Hva er egentlig sammenhengen mellom en indeks på fem og antall millioner tonn i bestanden?

— Dette er ikke helt riktig. Bestandsberegningene fra ICES er absolutte, og oppgis i millioner tonn. Derimot gir toktene relative indekser, og det er ingen direkte sammenheng mellom en indeks på fem og antallet millioner tonn i bestanden. Vi velger derfor nå å droppe benevnelsen i våre indekser. Nå sier vi f.eks.



at indeksen fra gytetoktet på nvg-sild i 2018 var 3,3 med en CV=7,4 prosent. Heretter kommer vi til å kommunisere på denne måten, slik at vi ikke skal virke forvirrende.

Makrellbestanden i god forfatning

I påvente av en ny sterk årsklasse av nvg-sild kan vi ikke forvente økte kvoter. Bestandssituasjonen er fremdeles å betrakte for nedadgående, selv om tilsiget av rekrutter ser ut å kunne bremse nedgangen noe. Samtidig er det fortsatt mye nvg-sild i havet, understreker Slotte. Ståa virker likevel noe bedre for makrellen.

— Bestanden virker å være i god forfatning, men vi er usikre på rekrutteringen og utviklingen fremover. Jeg forholder meg til ICES's vurdering som sier at det i dag svømmer noe i overkant av 3 millioner tonn makrell i havet. Dog er jeg

enig med fiskerne i at enkelte signaler kan tilsa at bestanden er undervurdert. Det er da også tydelig bevist at vi gjennom flere år har undervurdert bestanden, da beskatningen har vært mye høyere enn anbefalt og mengden makrell likevel har holdt seg på et høyt nivå.

Vi jobber derfor videre med å teste om effekten av vandring og økt utbredelse kan ha påvirket våre inngangsdata og dermed ført til en underestimert av bestanden. Dette må vi imidlertid gjøre på en vitenskapelig måte. Det kan fort skje endringer i bestandsvurderinger og råd, særlig i 2019. Da skal vi gjennomføre et nytt eggtokt med sterk fokus på at makrellen kan ha en mer nordlig gyteutbredelse, og vi vil ha et generelt sett bedre grunnlag å vurdere på.

— Hvilke årlige makrellkvoter kan norske fiskere forvente seg de neste 2-3 årene?

— Det er vanskelig å spå før vi har gjennomført eggtoktet i 2019. Resultatet av dette toktet vil bli viktig for å kunne vurdere om det lave bestandsestimatet i 2016 fortsatt kan brukes og har relevans. Mange stiller seg tvilende til om eggtoktet dette året tok nok høyde for bestandens utbredelse. Derfor er det ekstra viktig med en god dekning i 2019. Det jobbes også ytterligere med RFID-merkedataene. Endringer i bruken av disse kan påvirke vår forståelse av makrellbestanden. Vi går med andre ord en spennende tid i møte hva gjelder bestandsvurderinger og kvoteråd for makrell.

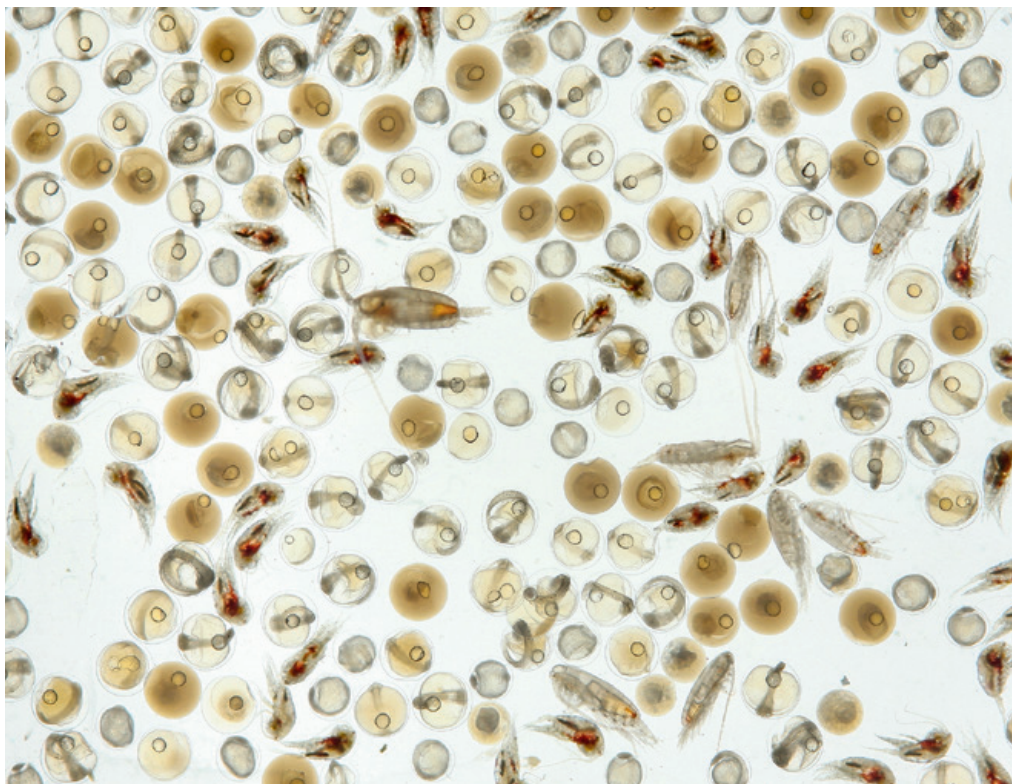
— Føler du deg tryggere på bestandsberegningene av nvg-silda enn av makrellen?

— Ja, det vil jeg si. Vi har rimelig god kontroll på silda i våre farvann fra 0-gruppe til voksen alder. Gytetoktene dekker såvidt vi vet hele bestanden, og resultatene fra disse toktene stemmer bra overens med det vi finner på mattoktene i Norskehavet. Beregningene av makrellbestanden er mer usikre, ikke minst på grunn av den store endringen i bestandens utbredelse som både kan skyldes ekspansjon og forflytning. Dessuten er det store sprik mellom eggtoktene og tråltoktene. Vi har en rekrutteringsindeks basert på et internasjonalt bunntråltokt, der vi også er usikre på om indeksen virkelig oppfatter størrelsen på store årsklasser. Vi sliter også litt med å forstå signalene fra RFID-merkedataene, som kan være påvirket av makrellens vandring og mangelfull blanding av merker i alle områder og fangstsesonger.

Ny merkemetode

Havforskningsinstituttet har gjennomført massemerking av sild og makrell i 40 år ved bruk av stålmerker. Merkene ble lenge injisert i fisken, og registrert med metalldetektorer på ulike mottaksanlegg. Merkedataene brukes til å studere vandring, populasjonsdynamikk og sonetilhørighet, samt til å beregne bestands-

Eggtoktet hvert tredje år har vært et viktig fundament for bestandsberegningene av makrell. Sist var i 2016, det neste eggtoktet kommer i 2019. Det dårlige resultatet i 2016 kan skyldes at man ikke fikk med seg hele utbredelsesområdet nordover. Det lover Slotte å ha stor fokus på til neste år. Her en formalin-fiksert eggprøve av makrell. (Foto: Cindy van Damme)





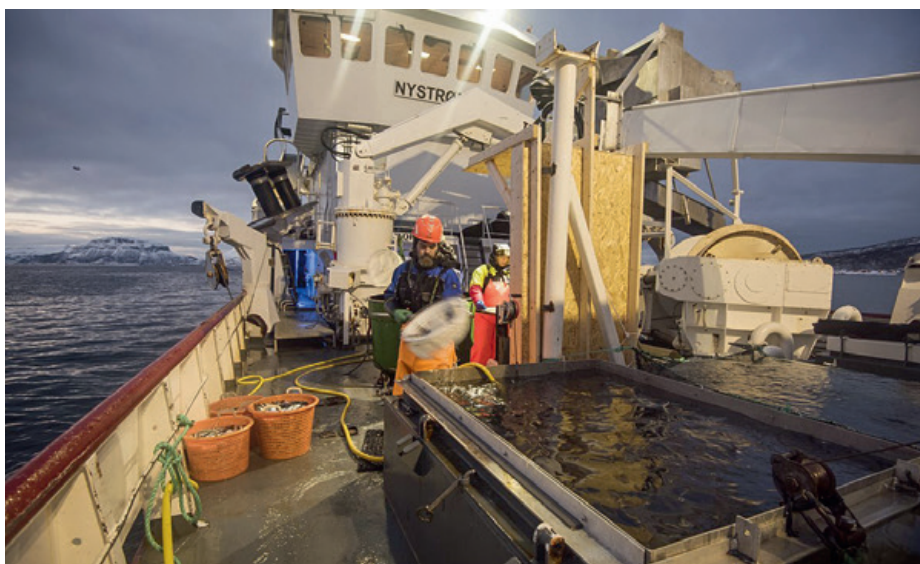
RFID-merking av makrell tok til i 2011. Siden er det merket over 300.000 fisk. Ca. 3.000 merker, eller rundt 1 prosent, er gjenfanget. (Foto: HI)

størrelse og dødelighet. Men metoden har ikke vært uten problemer.

— Etter hvert kom vi til at den tradisjonelle teknologien med stålmerker og metalldetektorer var utdatert. Teknologien krevde mye menneskelig kontroll og arbeid, og ga dårligere og dårligere resultater. I 2011 fant vi f.eks. bare 20 merker fra makrell. Konklusjonen var at vi enten måtte avslutte merkeforsøkene, eller satse på ny teknologi. Det var flere faglige grunner til å velge det siste. Makrellbestanden er i dag svært dynamisk. Fisken vandrer over store områder og bestanden varierer kraftig i mengde. Merkedataene har vist seg svært verdifulle for å beskrive vandringsmønster og populasjonsdynamikk. Den norske andelen av makrellkvoten er blant annet bestemt ut fra merkedata, innleder Slotte, og fortsetter:

— I 2011 ble det publisert et arbeid i regi av HI, der man forsøkte å estimere bestandsstørrelsen på makrell tilbake i tid ved hjelp av serien for merke-gjenfangst med stålmerker. Resultatene fra denne undersøkelsen viste en helt annen bestandsdynamikk enn den som fremkom av fangstdata og eggteiling. Følgelig var forskerne ved HI opptatt av å fortsette med merking og få disse dataene inkludert som en del av bestandsvurderingen. Det var også ICES og medlemmene i arbeidsgruppen WGWiDE, som gir kvoterådene for makrell. Det var også press fra fiskerinæringen, som ønsket at vi skulle satse videre på merkeforsøk. I 2011-2012 ble det derfor initiert et prosjekt støttet av FHF og Sildelaget for å utvikle ny metodikk. Ved bruk av

RFID-teknologi og større grad av automatisering, ble det installert RFID-systemer på en rekke fabrikker. RFID står for «radiofrekvens-identifikasjon». Data fra merkene blir registrert og automatisk lagret i en database på Havforskningsinstituttet. RFID-merket inneholder årstall, eksperimentnummer, utslippsnummer, dato, klokkeslett, posisjon, værforhold, lengden på fisken og navnet på de som har merket makrellen.



Merkeforsøk på sild har foregått i mange år. Etter at silda er tatt om bord i «Nystrøm», svømmer den i store tanker frem til merking. To arbeidslag utfører jobben. I hvert lag er det en som håver enkelt-sild fra tanken, en som holder silda når den merkes og en som står for selve merkingen. Sild som skal merkes må være så og si uskadd, og kan ikke ha mistet mye skjell. Hver fisk blir lengdemålt mens den ligger i håven. Deretter blir merket skutt inn i buken med et pistollignende instrument. Merket ligger løst i buken, og det ser ut til at silda tåler selve merket svært godt. Det er håndteringen — det å unngå ytre skader, som bestemmer om fisken overlever eller ikke. (Foto: HI)

Målet med den nye metoden var å scanne en mye større andel av fangstene, og etablere en ny merkeserie for bruk i bestandsvurderingene. Prosjektet har vært en suksess. I fjor scannet vi ca. 300.000 tonn makrell i Norge, Island, Færøyene og Skottland, og fant vel 1.000 merker. Da vi avsluttet stålmerkeserien scannet vi bare 20-30.000 tonn i året og fikk tilbake 20 merker. Datamaterialet er altså mye bedre i dag, og gir mer presise tall. Men som alt nevnt er det fortsatt usikkerhet relatert til dette.

— Hvor mange makrell blir merket hvert år?

— Mellom 18.000 og 55.000. I årlig snitt siden 2011 ca. 44.000. Antallet avhenger blant annet av hvor godt makrellen biter på krokene til juksamaskinene. Siden 2011 har vi i alt merket noe over 300.000 makrell. Det gjenfanges ca. 1 prosent av merkene.

— Driver man like mye merkeforsøk på nvg-sild?

— Ja. Men også merkeforsøkene på sild ble avsluttet for noen år siden, og av samme årsak som for makrell. Vi hadde for lite materiale å jobbe med, og svært usikre data. I 2016 startet vi imidlertid opp igjen, og planen er å utvikle en RFID-serie også for nvg-sild som kan benyttes i bestandsvurderingene. I løpet av 2017 utvidet vi antall fabrikker med RFID-systemer i Norge til åtte, nettopp for å kunne fange opp merker fra silda.



ICES har en rekke arbeidsgrupper i sving. Den som jobber med nvg-sild og makrell heter WGWISE. Her fra et møte i WGWISE i København i 2016. Man skulle nesten tro at vi er på en «gathering» for dataspill-entusiaster. (Foto: ICES)

Merkedødelighet en usikkerhetsfaktor

Teorien bak merkeforsøk er relativt enkel. Jo lavere gjenfangstprosent, jo høyere er bestanden. Aril Slotte forklarer:

— Tenk deg at vi merker 40.000 makrell i løpet av et år, og antar at denne fisken blander seg helt representativt i bestanden. Det skal altså være like stor sannsynlighet for å fiske en merket makrell av en gitt årsklasse uansett hvor eller når fangsten foretas. Så skanner vi en tilfeldig fangst på 400 tonn makrell. Med en normal snittvekt på 400 gram per fisk, tilsvarer det 1 million makrell. I denne fangsten finner vi ett merke. Da vet vi at det finnes 40.000/1, eller 40.000 ganger flere makrell i totalbestanden enn det som ble skannet, altså 40.000 ganger 1 million. Dersom snittvekten er 400 gram, gir det en totalbestand på 16 millioner tonn. Om man finner to merker ved å scanne 1 million fisk, vil det være 20.000 ganger flere makrell i havet, altså en totalbestand på åtte millioner tonn. Jo færre merker man finner, jo større er følgelig bestanden.

Men, og her dukker problemene opp. Det kan være mange årsaker til at gjenfangsten er lav. For det første kan «merkedødeligheten» være stor, altså hvor mange makrell som dør etter utsett på grunn av selve merkingen. Dernest kan merker finne veien ut av makrellen av naturlige årsaker eller scanningen fungere dårlig. I bestandsvurderingene

av makrell benyttes en parameter som kalles «merkedødelighet» for å summere alle disse forholdene. Denne estimeres av modellen. For stålmerkene ble «merkedødeligheten» beregnet til 60 prosent. For RFID-merkene til ca. 90 prosent. Denne forskjellen gir seg store utslag for totalbestanden. La meg bruke eksempelet over. Dersom vi forutsetter null prosent merkedødelighet, slik vi gjorde i eksempelet, ble totalbestanden 16 millioner tonn. Med 60 prosent merkedødelighet vil den bli tilsvarende redusert i prosent, altså til 6,4 millioner tonn. Og med 90 prosent merkedødelighet, blir bestanden bare 1,6 millioner tonn. Jo større merkedødelighet vi opererer med, jo mindre blir bestandsestimatet.

Problemet er at vi ikke vet hvor stor merkedødeligheten er. Vi overlater helt enkelt til modellen å tilpasse dødeligheten til de øvrige dataene vi setter inn i den. Når det er sagt; dersom vi har den samme merkedødeligheten fra år til år, påvirker det ikke trendene i årsklassene. Det er det viktigste for oss. I bestandsvurderingsmodellen er det årsklassetrendene over tid som benyttes og er avgjørende.

Større dødelighet enn vi tror?

Problemet med bestandsvurderingen av makrell, er at stålmerkene og RFID-serien er fra to ulike perioder. Endringer både i fangstmetode — fra håndjuksa

til juksamaskiner, og i behandlingen av fisken om bord før og etter merking kan ha gitt økt merkedødelighet. Slotte understreker imidlertid at de som merker fisken vurderer hver enkelt fisk på akku-



Tidligere forsker ved HI, Jens Christian Holst, har vært en av de tydeligste — og skarpeste — kritikerne av den pelagiske bestandsforskningen ved HI de siste årene. (Foto: T. Rasmussen.)

rat samme måte som før, dvs. om den er egnet for merking eller må avlives.

— I utgangspunktet skal altså den makrellen som merkes i dag være av samme kvalitet som før. Når modellen likevel estimerer at det er 60 prosent dødelighet på stålmerkeserien og hele 90 prosent på RFID-merkeserien, er det grunn til bekymring. Noe av årsakene til denne store forskjellen kan skyldes at RFID-merket fisk ikke er blandet skikkelig i bestanden på grunn av det store utbredelsesmønsteret og endringen i gytetfelt. Men det kan også tenkes at bestanden faktisk er større enn vi tror, og at det ikke er noen grunn til å skille mellom merkedødeligheten i de to seriene. Vi bruker nå mye ressurser på å finne ut hva som er årsaken til forskjellen.

— Hvordan går man frem for å beregne merkedødeligheten?

— Som alt nevnt; modellen estimerer merkedødeligheten ut fra alle data, herunder fangst per alder, rekrutteringsindeks, eggtokt, tråltokt og begge merkeserier — både stål og RFID. Den skalerer merkedødeligheten til de andre dataene. Det er altså ikke et bevisst valg. Vi lar modellen bestemme. Om vi bare har

merkedødeligheten å forholde oss til, vil 10 prosent lavere dødelighet automatisk bety 10 prosent høyere bestand. Men vi benytter oss av den statistiske modellen SAM, som inkluderer trender i fangst per alder, eggtokt, rekrutteringsindeks fra det internasjonale bunntråltoktet, tråltoktene i Norskehavet, stålmerkeserien og RFID-merkeserien. Her teller alle tokt. De vektas også litt forskjellig, og dermed får ikke 10 prosent endring av merkedødeligheten tilsvarende effekt på bestandsstørrelsen.

— Ifølge Jens Christian Holst valgte ICES å sette merkedødeligheten til 92 prosent i forbindelse med beregningen av makrellbestanden i 2018 for «å få denne til å passe med de øvrige dataserien i bestandsmodellen SAM». Hvorfor skjedde dette?

— Det var som alt nevnt ikke et valg. Det var modellen som tilpasset merkedødeligheten til de øvrige dataene. Derimot var det et direkte valg å splitte stålmerkeserien og RFID-serien i to, i stedet for å bruke samme merkedødelighet for begge serier. Dette valget ble gjort i metoderevisjonen i 2017 basert på en antagelse om at det kan ha skjedd endringer som følger

av fangstmetode og behandling under merking. Nå skal vi kjøre tester med å merke fisken på samme måte som før. I tillegg har Island startet merkeforsøk. Dersom disse forsøkene viser samme merkedødelighet som de andre eksperimentene i RFID-serien, er det mindre grunn til å skille på merkedødeligheten mellom de to tidsseriene. Dersom merkedødeligheten estimeres samlet for disse tidsseriene kan det få stor effekt på bestandsstørrelsen og kvoterådene. Relatert til dette vil det også være viktig med grundige undersøkelser av hvordan merket fisk blander seg i bestanden. Om vår antakelse om «representativ blanding» ikke holder, må vi korrigere for dette.

90 prosent er for mye

Det er flere indikasjoner på at makrellbestanden kan være høyere enn det ICES estimerer, mener Slotte. Tråltoktet i Norskehavet er en slik indikasjon. Det er jo egentlig fantastisk at det fanges så store mengder makrell uansett hvor man setter ut trålen i et så stort utbredelsesområdet. Man kan diskutere om man skal beregne indeksen basert på avstanden mellom tråldorene eller vingene på trålen, men faktum er at indeksen er høy uansett. Og den inkluderer heller ikke makrell som unnviker trålen eller står dypere enn det effektive tråldypet.

En annen indikasjon er den høye estimerte merkedødeligheten på RFID-merket makrell, som man foreløpig ikke har andre forklaringer på enn mulig økt dødelighet relatert til endring i fangstmetode og behandling, eller at blandingen av merket fisk i bestanden kan være mangelfull.

— Den estimerte merkedødeligheten på over 90 prosent er ikke forståelig i mine øyne, vedgår Slotte. — Den er også vanskelig å forstå for våre merkere, som vurderer kvaliteten på makrellen før merking. Jeg antar følgelig at merkedødeligheten reelt sett ikke er så stor som 90 prosent. Men å anta holder ikke. Vi må dokumentere med vitenskapelige metoder og data. Det er nettopp dette vi

Tidligere ble makrellen fisket med håndsnøre før merking. I dag brukes juksamaskiner. HI jobber nå med å finne ut om dette kan være noe av forklaringen på at modellene estimerer mye høyere merkedødelighet i dag enn før. Her er vi ombord i «Havglans» under de første forsøkene med RFID-merking av makrell i 2011. (Foto: Jostein Røttingen)





Aril Slotte nøler ikke med å skryte av de fiskerne HI samarbeider med på tokt. Dette er definitivt med på å gjøre bestandsberegningene bedre. Her om bord i «Vendla» på forskningstokt mellom Bjørnøya og Svalbard en havblikk og solrik dag i 2016. (Foto: Leif Nøttestad)

nå forsøker med å analysere gjenfangster relatert til ulike områder og sesonger for å sjekke om blandingsforholdet er tilfredstillende. Det er også derfor vi nå går i gang med nye forsøk med å fange og behandle makrellen på samme måte som i stålmerkeserien i tillegg til å bruke samme metode som i senere år. En slik direkte sammenligning mellom metoder og gjenfangstrater vil være svært nyttig i vurderingene av hvordan parameteren merkedødelighet skal estimeres.

— Hva er de viktigste feilkildene ved bruken av merkeforsøk?

— Det har jeg nettopp vært inne på. Merkedødelighet, merketap, detekterings-effektiviteten og mangelfull blanding av merkene i bestanden. Effektiviteten til RFID-scanningen kan vi teste på fabrikkene, og vi har funnet noen plasser med problemer. Men disse fabrikkene eller periodene med problemer ekskluderes fra beregningene. Vi kjenner lite til merketap, men antar at det kan forekomme. Merkene injiseres i fiskens bukhule, og kan eventuelt finne veien ut igjen av stikkhullet, eller via gonadene under gyting dersom merket blir injisert inn i disse. Vi tror likevel ikke at dette er et stort problem. Den viktigste kilden til usikkerhet er i hovedsak dødelighet relatert til selve fangstprosessen og behandlingen av fisken frem til merking og utsetting. Antagelsen om at merket fisk blander seg helt representativt i bestanden er også usikker, særlig i en makrellbestand som har vært mye på vandring siden vi startet merking med RFID i 2011.

kene, og vi har funnet noen plasser med problemer. Men disse fabrikkene eller periodene med problemer ekskluderes fra beregningene. Vi kjenner lite til merketap, men antar at det kan forekomme. Merkene injiseres i fiskens bukhule, og kan eventuelt finne veien ut igjen av stikkhullet, eller via gonadene under gyting dersom merket blir injisert inn i disse. Vi tror likevel ikke at dette er et stort problem. Den viktigste kilden til usikkerhet er i hovedsak dødelighet relatert til selve fangstprosessen og behandlingen av fisken frem til merking og utsetting. Antagelsen om at merket fisk blander seg helt representativt i bestanden er også usikker, særlig i en makrellbestand som har vært mye på vandring siden vi startet merking med RFID i 2011.

Konstruktivt samarbeid

Aril Slotte og hans kolleger har fått mye kjeft i fiskeripressen. Mange har sterke oppfatninger om den måten havforskerne jobber på. Likevel nøler han ikke med å si at fiskeriorganisasjonene og de fleste fiskere er veldig konstruktive og positive.

— Husk at alt det vi har fått til i senere år med tråltokt og RFID-merking av makrell, samt gytetoktet på nvg-sild er basert på initiativ også fra næringen. Fiskerne bidrar med fartøy og folk til disse toktene. Vi har mange eksempler på godt samarbeid mellom næring og forskere. Dessuten er det opprettet et eget utvalg (FUR) der fiskerne får være med på å gi råd om hva ressursavgiften skal gå til. «Faglig utvalg for ressursforskning» ble etablert av fiskeriminister Elisabeth Aspaker i 2015. Blant annet oppstarten av RFID-merking av sild kom i gang etter ønske fra FUR.

— Hva gleder og hva irriterer deg ved næringens engasjement?

— Engasjement er bra. Slik jeg ser det bidrar næringen til at vi får bedre



Vi har alt nevnt møtet mellom forskere og næring på Gardermoen i 2016. Tanken var å ordne opp. Resultatet ble nesten det motsatte, og siden har det vært et litt anstrengt forhold mellom særlig Pelagisk forening og HI. Ifølge Aril Slotte indikerer den observerte nedgangen i indeksene av antall per årsklasse på gytetoktet at det ikke kan være tre ganger mer sild i havet en det offisielle tallet fra ICES, eller enda mer, slik enkelte hevder. (Foto: Thv jr.)



Med smått og stort teller forskningsgruppen «Pelagisk Fisk» ca. 30 personer. Her er en god del av dem samlet under en gruppesamling på Sotra tidlig i november i fjor. Aril Slotte står som nummer tre fra høyre. (Foto: Jostein Røttingen)

overvåkning både av makrell- og sildbestanden. Det er fantastisk å være på tokt med engasjerte fiskere. De gjør en strålende jobb. Så skal jeg innrømme at enkelte skriverier i «Fiskeribladet» kan irritere. Det er helt greit med kritikk. Mange samtaler med fiskere og organisasjonsledere preges av konstruktive og nyttige tilbakemeldinger. Men noe av det som har stått på trykk i media fra enkeltpersoner om gytetoktet på nvg-silda har dessverre vært useriøst. Da tenker jeg særlig på at HI bevisst skal ha manipulert med data for å få «tall vi ønsker». Dessuten synes jeg at mye av kritikken fra fiskerhold har hatt litt feil fokus, særlig dette med tethet av sild i stimer og fartøyunnvikelse. Vi prøver å beregne trendene i de ulike årsklassene, altså hvor mange prosent eldre årsklasser reduseres fra år til år, samt hvor mange yngre sild som kommer inn i bestanden, altså den årlige rekrutteringen. Når vi er på våre sildetokter er det egentlig enkelt forklart hvor mye ekko vi registrerer fra silda som ligger til grunn for indeksene og den relative sammen-

ligningen mellom år. Hvor mange sild det er per kubikkmeter er ikke relevant slik vi utnytter de akustiske dataene. Diskusjonen bør derfor dreie seg om våre indekser virkelig fanger opp det som skjer i bestanden eller ikke, og ikke om hvor mye sild som er i en enkelt stim.

— **Helt til slutt Slotte: Hva vil du si til fiskere som i dag hevder at sildbestanden er minst dobbelt så stor som ICES sier og makrellbestanden fire ganger så stor?**

— Ikke bare dobbelt så stor! Dere har tidligere i ferdigsnakka med Jens Christian Holst i "Norsk Fiskerinæring" nr. 4 i 2016, spurt hvor mye sild han mener det er i havet. Holst, som kan oppleves som et talerør for fiskerne, svarte her tre ganger så mye som de offisielle tallene fra ICES. Han understreket samtidig at en nøye gjennomgang av alle tokt og tidsserier støtter dette synet. Holst har ellers ved flere anledninger poengtert dette synet. Jeg er altså uenig, og har sterk støtte fra mine forskerkolleger i inn- og utland som bidrar til den offisielle

bestandsvurderingen og rådet. Vi tolker dataene på en annen måte og kan også vise til beregningene i den offisielle rapporten som ligger til grunn for rådet. Til andre som måtte mene at bestanden av nvg-sild er tre ganger eller enda større enn den offisielle, vil jeg anbefale å studere nøye de trendene vi estimerer for de ulike årsklassene. Ta f.eks. en titt på den figuren fra gytetoktet som viser indeksen for antall sild per årsklasse fra 2015 til 2018. Er denne figuren mulig dersom bestanden av nvg-sild er 10 millioner tonn? Jeg tror ikke det.

Det samme gjelder for makrellen. Også her kan vi måle klare nedganger i årsklassene både i fangstdata og fra tokt. Det kan godt hende at vi underestimerer totalbestanden, men det er likevel grenser for hvor stor den kan være når vi likevel kan registrere de nedgangene vi gjør basert på kunnskap om fiskernes uttak og annen naturlig dødelighet. Dette bør også våre skarpeste kritikere tenke litt på når de gjør sine estimer og vurderinger, avslutter Aril Slotte. 

