

Bergen: Der hav, biologi og Johan Hjort møttes

Vera Schwach og Olav Sigurd Kjesbu

Historikere og havforskere som skriver om hav, himmel og vitenskap er enige om at det skjedde noe avgjørende i Bergen i årtiene rundt 1900. Her ble grunnleggende teorier for nåtidens meteorologi, fiskeribiologi, fysisk og biologisk oseanografi dannet.

Vårt bidrag til årboken tar for seg ett av disse epokegjørende gjennombruddene: Det er Johan Hjorts teori fra 1914 slik den ble formulert i rapporten «Fluctuations in the great fisheries of northern Europe viewed in the light of biological research», og på norsk i boken *Vekslingerne i de store fiskerier*. Johan Hjort (1869–1948) (Fig. 1) ga, med svært god hjelp av sine medarbeidere, en forklaring på gåten om hvorfor silde- og torskefisket var rikt i perioder og elendig i andre. Han påviste at vekslingene i bestanden hang sammen naturlige variasjoner i mengden fisk i bestanden. Grunnen var at antallet fiskelarver og yngel som overlevde hvert år varierte sterkt. Anerkjennelsen av Hjorts teori innebar et grunnleggende skifte i måten å forstå fiskens biologi på. 1914-teorien ble havforskningens barnelærdom; den var begynnelsen på mer enn hundre år med forskning for å forstå mer presist hvilke fysiske og biologiske faktorer som er virksomme

for å avgjøre årsklassenes størrelse. I vårt bidrag ser vi på det arbeidet som dannet grunnlaget for Hjorts teori, og videre forskning med utgangspunkt i hans slutninger.

En viktig brikke i teorien var fiskeskjell og øresteiner, (otolitter), og vi retter blikket mot dem. Hvorfor satset Hjort på akkurat silde-skjell? Hvilken betydning hadde skjellene da og senere? Så spør vi om det var tilfeldighetenes spill som gjorde at Bergen kom til å innta en sentral posisjon i havforskning og marinbiologi, eller om det var noe ved byen, fagfeltet, forskerne og/eller vitenskapens samfunnsoppdrag som gjorde utslaget?

Hjort i tid og rom

Hjorts teori avløste en eldre forklaring med opphav på 1600-tallet, den går gjerne under navnet «vandringshypotesen». Den hevdet at vekslingene for det meste skyldtes forflytninger, det vil si at hoveddelen av bestanden kunne oppholde seg et helt annet sted enn der selve fisket

foregikk. Hjorts forklaring kalles gjerne «populasjonshypotesen» blant havforskerne. Kjernepunktet er at de naturlige fluktusjonene skyldes at mengden fisk i bestanden varierer og er knyttet til det antallet fiskelarver og yngel som overlever hvert år. Hjort tenkte både i tid og rom; overlevelsen hos de tidlige livstadiene hadde en stor grad av tilfeldighet over seg og var dominert av utenforliggende, sterkt varierende miljøforhold. Nivået på den årlige rekrutteringen bestemmes altså tidlig i fiskens liv. Det avgjørende tidspunktet er enten når fiskelarvens «matpakke» – plommesekken, er oppbrukt og larven må finne ny næring (plankton) raskt, eller når den noe større yngelen føres med den sterke strømmen til gunstige eller ugunstige oppvekstområder. I dag kaller fagfolkene disse to grunntankene henholdsvis «kritisk-periodehypotesen» og «drift-hypotesen», eller også rekrutteringshypotese 1 og 2. Ulike nye grunntanker har imidlertid kommet til senere, av-

hengig av type problem og havområde, slik at havforskere i dag vet at årsakene bak dannelsen av en sterk eller svak årsklasse er uhyre sammensatt, blant annet spiller mengden av predatorer (dyr som jakter og spiser andre dyr) inn.

Forklaringen om de naturlige årsakene til de store vekslingene i fiskefangstene bygde langt på vei på undersøkelser av den sildebestanden som i dag heter norsk vårgytende sild (NVG-sild), men også norsk-arktisk torsk – skrei, og andre torskefisker. Både den norske vårgytende silda og skreien var, og er, svært store bestander, også globalt sett. Datagrunnlaget hentet havforskerne for det meste fra Norskehavet, Barentshavet, og under skreifisket i Lofoten, men også fra kysten.

Vågale forskere i fagfellesskap med flaks

Mer enn tjue år tok det å bygge opp det fagmiljøet som ved utbruddet av første verdenskrig stod i faglig front og befestet Bergen som et sted for havforskning (Fig. 2). Det skjedde parallelt med at samme Hjort var landets første fiskeridirektør (1900/06–1917). Veien fram til gjennombruddet var brolagt med djerpe hypoteser, (dum)dristighet, flaks med silda i 1904 og hissige disputer. For å vinne gjennomslag i politikk og vitenskap utenlands var, og er, Norge som de øvrige nordiske landene internasjonalt rettet. Eksistensen av en vitenskapelig teori i seg selv, sikrer ikke noe gjennombrudd: det visste de skandinaviske naturforskerne som gikk i spissen for å danne Det internasjonale råd for havforskning (ICES) i 1902. De

brukte rådets kanaler målrettet for å utbre sin forskning og resultater, metoder, instrumenter og praktiske ferdigheter. Da Hjorts teori ble spredd og anerkjent, betød det et grunnleggende skifte i måten å forstå fiskens biologi på. Den ga fiskeribiologi som disiplin et vitenskapelig feste internasjonalt, og styrket ICES institusjonelt. På hjemlige trakter befestet teorien havforskningens plass ved Fiskeridirektoratet og som fagfelt i Bergen.

«Å fanden, Broch! De forstår sikkert ikke selv rekkevidden av de resultater De har nådd fram til her!»

Slik skal Hjorts utbrudd ha lydd, da den unge zoologistudenten Hjalmar Broch i 1906 forela ham et manus med en note der han påviste systematiske forskjeller i vekst hastighet mellom ulike sildebestander i norske farvann: sild med tre vinter-ringer fra havet utenfor kysten var like store eller sågar større enn eksemplarer med fem vinterringe fra Trondheimsfjorden! At man kunne se tilvekstringer på skjell, øresteiner og ryggbein var i og for seg kjent blant zoologer i 1900, især blant Hjorts tyske fagfeller i Kiel, men de bergenske havforskerne med Hjort i spissen var de første til å utnytte denne informasjonen og godtgjøre at slike tilvekstsoner var årringer som dokumenterte fiskens alder og antydte dens opphav. Vinterringene var tydeligere og skarpere avgrenset enn tilveksten om sommeren, derfor ble helst de brukt for å telle årringer (Fig. 3).

Bakteppet for dette funnet var en nystartet systematisk kartlegging av silda i norske farvann.



■ *Figur 1 For Johan Hjort hørte vitenskap, forvaltning og næringspolitikk sammen. Han bygde havforskning, lokalt, nasjonalt og internasjonalt. Aller best trivdes han på tokt til sjøs. Muligheter til utforskning uten-dørs var en viktig grunn til at den nyutdannede zoologen valgte havforskning og flyttet til Bergen.*

Foto: Havforskningsinstituttet.



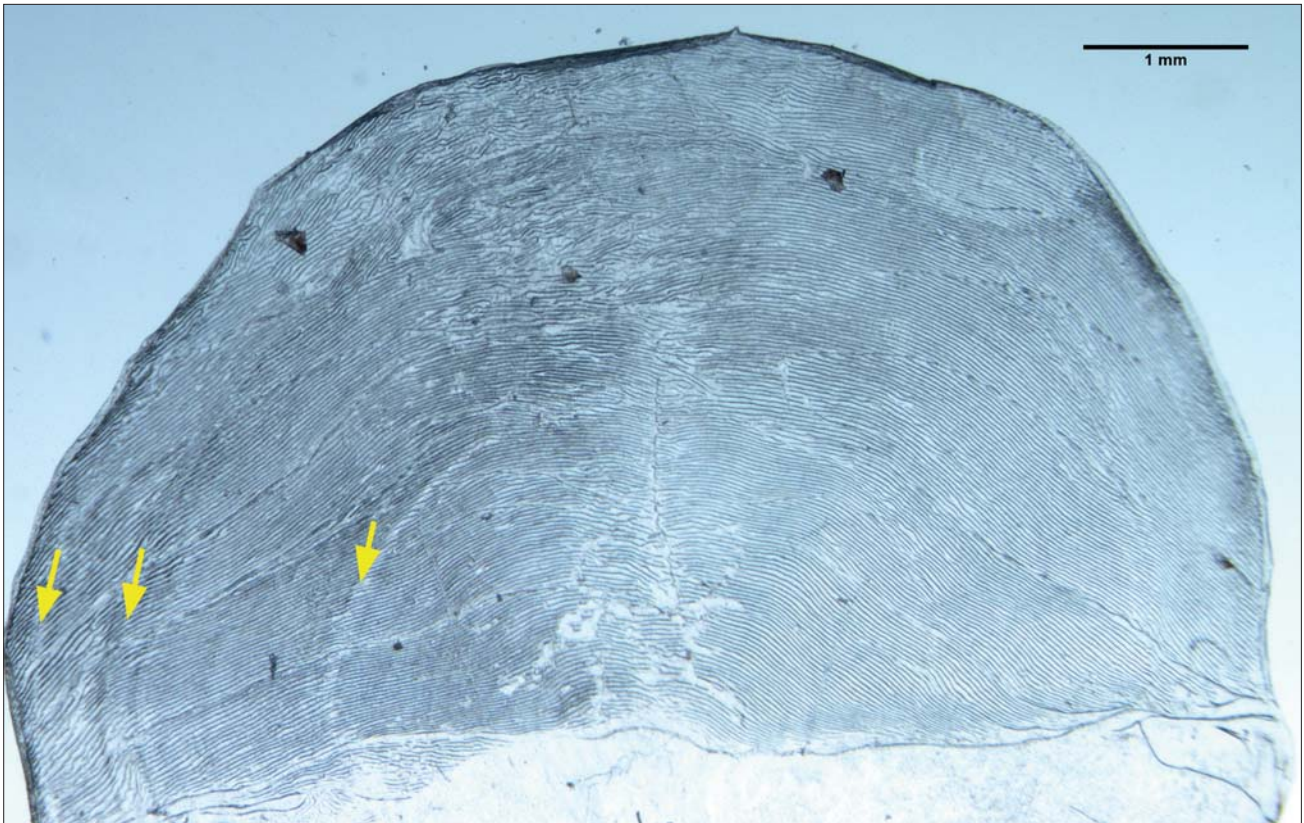
■ Figur 2 Her, i de øverste etasjene i Olav Kyrres gate nr. 39 holdt havforskningen hus de første årene. Foto: Olav Sigurd Kjesbu.

Spørsmålet var: bestod den av én eller flere bestander? Brochs arbeid fulgte den samtidige tyske zoologen Friedrich Heinckes metode. Det innebar over femti kriterier, altså endeløse målinger av mellom annet sildas lengde, bredde, høyde og antall virvler før en stakkars assistent kunne bestemme alder og bestand for det enkelte individet. Slik Broch husket situasjonen femti år senere, skal Hjort ha ytret et ønske

om å inkludere skjell og otolitter, i den hensikt å se om det kunne gi informasjon om individenes alder og vekst. Broch utprøvde ideen på et lite materiale og kom fram til at sildas skjell og otolitter ga identiske opplysninger om alder, men at sonene i skjellet var enklest å telle. Fiskens alder kunne altså avleses slik man teller årringer i trær. Dessuten mente Broch å se at lengden på silda varierte mellom ulike steder;

sild med samme lengde behøvde ikke ha samme alder, talt på skjell og otolitter. Det var da Hjort fikk ideen om at sildeskjell kunne være en effektiv og gunstig måte både for å skille bestandene fra hverandre og bestemme fiskens alder på. Hjort og hans medarbeidere må ha arbeidet nesten døgnet rundt: for havet er stort og arbeiderne få. Det foregikk en frenetisk utprøving for å stadfeste om silda faktisk svømte rundt med alders- og stammesertifikat. Sild råtner fort og stanken skal, ifølge memoarene, ha blitt uutholdelig både for forskerne selv og særlig for naboene. «Det var ikke alltid «frisk vare» som ble undersøkt, og arbeidsrommet [...] luktet som den rene sildoljefabrikk», slik husket medarbeiderne Einar Koefoed og Hjalmar Broch tiden. «Ute på altanen stod to-tre tønner og ventet på tur. En vakker dag kom det bud fra helserådet om at vi måtte fjerne alt sammen, da det var kommet klage fra husets annen leieboer. Det gjorde et ganske stort skår i arbeidet.»

Med sildeundersøkelsene plasserte Hjort seg tematisk i den internasjonale havforskningens sentrum. Da han i 1904 besluttet å ta opp sildeundersøkelser i større stil, var det internasjonale havforskningsrådet og dets skandinaviske initiativtakere under press for å oppvise resultater. Akutte problemer i fiskeriene hadde vært grunnen til at flere lands regjeringer hadde støttet et internasjonalt havforskningsråd som en vei til å styrke det mellomstatlige samarbeidet om fiskeriforvaltning og -forskning. Rådet var midlertidig, opprettet for fem år. Nå kom det krav om praktiske resultater, spesielt fra engelsk hold, mens tyske og



■ *Figur 3. Foto av et sildeskjell fra en tre år gammel sild. Hver vinterring på skjellet er avmerket med en gul pil. Foto: Audrey J. Geffen, Institutt for biologi, Universitetet i Bergen.*

skandinaviske myndigheter ga større tål. En samling om silda var et strategisk trekk; sildefiskeriene var betydelige i flere av ICES-landene og sildeundersøkelser var en sjanse til å bevise havforskningens «matnytte» utad og samle det mangeartede og flernasjonale feltet om et felles spørsmål innad. Det var viktig for en, den gang, ung organisasjon.

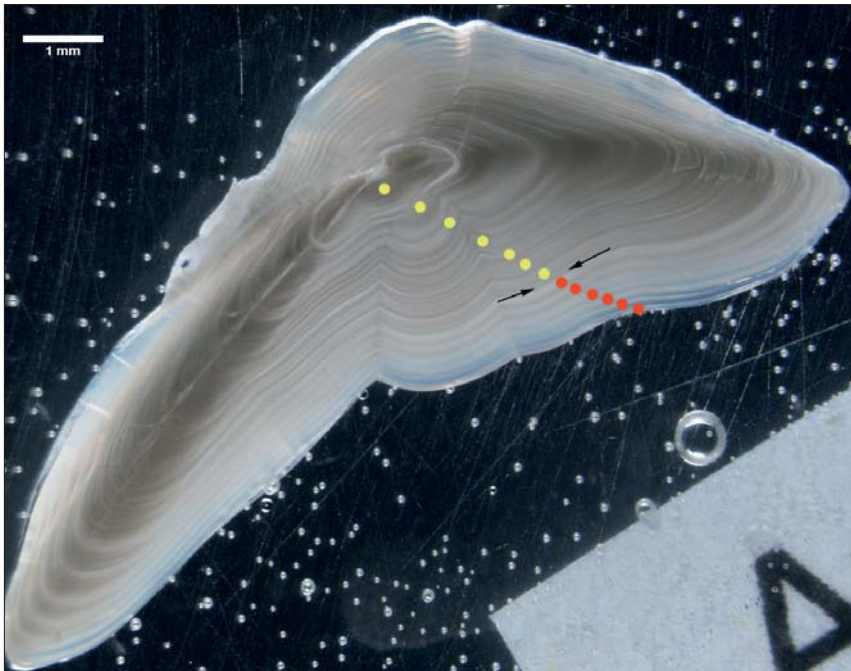
En skjellsettende metode

Fagmiljøet i Bergen og ICES skulle samordne granskingene. Hjort satset høyt på ett kort: skjellavlesning. Det måtte la seg gjøre, selv med få folk til å dekke de farvannene der nordmenn fisket. Nå gjaldt det å

finne en fremgangsmåte for en kontinuerlig, standardisert innsamling og avlesning. Her entrer Einar Lea, «sildalea», historien. I 1909 avbrøt han zoologistudiene og kom til Bergen som Hjorts assistent. 1910 viste Lea at sildeskjell vokste i takt med fisken og at alle normale skjell på en fisk viste samme antall vekstsoner. Det var Lea som perfektionerte metoden med avlesning av vinterringene eller mørkere soner som var de tydeligste og skarpest avgrensede (Fig. 3). Han ledet innsamlingen av dataene, og for å øke antallet eksemplarer sendte hjelpere langs kysten skjell i konvolutter og hadde slik en liten ekstraintekt fra Fiskeridirek-

toratet. Lea beskrev og presenterte fremgangsmåten og aldersavlesningen i ICES. Bergensmiljøet hadde flaks, ved at naturen i 1904 skjenket forskningen en sterk årsklasse av norsk vårgytende sild (NVG-sild). 1904-årsklassen kunne følges som en egen «topp» i Hjorts figurer for sammensetningen av fangstene. Oppstillingen var inspirert av figurer som viste aldersfordelingen i befolkningen, og dem som fremstilte dødeligheten i ulike aldersgrupper.

I ICES møtte metoden og aldersavlesningene betydelig interesse, men også skepsis til selve holdbarheten av grunntanken. Hjort hadde satset høyt på skjellkortet,



■ Figur 4 Her vises en otolitt fra en 97 cm lang torsk fanget utenfor Andenes 8. mars 2006. Otolitten forteller oss at dette er norsk-arktisk torsk; det kan vi se av formen og avstanden mellom de to innerste vintersonene. Torsken var 13 år gammel, det er summen av de gule og røde prikkene på bildet. Den begynte å gyte som sju åring (piler). Det vet vi for fisken har seks gytesoner, se de røde prikkene. Otolitten registrerer kontinuerlig alle data og kalles gjerne fiskens ferdsskriver.

Foto: Julie Skadal og anmerkninger av Audrey J. Geffen, begge Institutt for biologi, Universitet i Bergen.

og møtte motstand. Spesielt en gruppe britiske zoologer motsatte seg at sonene på skjellene virkelig representerte årringer. De kritiserte også bergensforskernes statistiske kunnskaper. Hjort og hans medarbeidere var stort sett zoologer uten dyp kunnskap i statistikk. De nøyde seg med enkle tabeller og figurer. Imponerende nok, Hjort tolket seg ofte fram til mange svar som senere har vist seg å være riktige, spesielt for våre breddegrader.

Kritikken gjorde nok Hjort, som var en temperamentsfull person, rasende, men skjerpet nok samtidig argumentasjonen og kvaliteten i studiene. Lea gjennomførte en rekke metodiske studier, foruten en første stortilt analyse av vekslingene

hos NVG-sild. Han fortsatte å klar- gjøre og utdype metoden fram til 1929. Sluttpunktet kan vi si var Leas utgivelse om sildeskjell som en attest over fødested: «The herring's scale as a certificate of origin». Rundt 1930, eller 25 år etter at arbeidet begynte i Bergen, ble metoden anerkjent som gyldig i ICES og dermed i havforskningen internasjonalt. Moralen her er at utprøving, forskning og anerkjennelse gjerne tar mange år.

Så, hvordan følge bestandsutviklingen, hvordan kunne de mer presist avsløre tilstedeværelsen av sterke og svake årsklasser? Alderslesningen var allerede rimelig på plass rundt 1910, og Hjort brukte resultatene fra skjell og otolitter aktivt som et grunnlag for dette spesifikke formålet.

For torsk viste det seg vanskelig å fortsette med skjell ettersom disse var små og unnselige. På 1920-tallet gikk havforskerne, med Oscar Sund og Gunnar Rollesen i spissen, over til kun å bruke otolitter (Fig. 4) på torsk for skjell ga ikke klare nok opplysninger om alder.

Et skattkammer av «ferdsskriver» på Nordnes

Hjort ville nok blitt forbauset, om han visste hvor mye havforskerne har brukt og gjenbrukt sildeskjell og otolitter. Skjell brukes den dag i dag innenfor bestandsvurderingene av NVG-sild. Det er en rutinemessig videreføring av den tradisjonen som startet i 1906 og dermed finnes det en lang tidsserie (Fig. 5). Otolitter og ryggbein inkluderes for bedre å kunne skille mellom ulike sildepopulasjoner,¹ blant annet finnes det mange forskjellige bestander langs kysten fra svenskegrensen til Troms fylke. For Nordsjøsild tar havforskerne otolitter som standard rutine – sild i dette området er oppdelt i store, ulike gytekomponenter som kan opptre blandet i deler av året. Som en konsekvens av denne årelange, målrettede innsamlingen av skjell (Fig. 3) og otolitter (Fig. 4) og tilhørende biologisk informasjon – fiskens modningsstatus, vekt og lengde, samt god fangststatistikk og overvåkingstokt, har Norge verdens lengste tidsserier for bestandsstørrelse hos marin fisk, representert med NVG-sild og skrei. Heldigvis igangsatte Russland faste målinger av temperatur i Barentshavet på samme tid, blant kjentfolk kalt «Kolasnittet». Slik har vi i Nordøst-Atlanteren tre tidsserier av unik lengde over tid som gjør det mulig å studere

og koble ulike endringer i havets produktivitet.

Havforskningsinstituttet har lagret hyllemeter etter hyllemeter med skjell og otolitter i kasser. Blant dagens havforskere hersker det full enighet om at dette materialet er uhyre verdifullt, både for å besvare viktige forskningsspørsmål i dag, men også for fremtidige spørsmål, de som ennå ikke er stilt. Langsiktighet og det historiske arkivet har dessverre ikke alltid vært like verdsatt (se Fig. 5); jobben var vurdert helt ferdig i alle henseender da skjellet eller otolitten var lest. En sak som Hjort ikke kunne vite og forutse var at dette historiske materialet kan brukes til langt mer. Beveger vi oss lenger vekk fra det tradisjonelle bruksområdet, møter vi andre spennende fagfelt som «otolitt mikrokjemi», der ulike isotoper kan ekstraheres fra otolittene for å antyde hva fisken har spist, eller i hvilket fysisk miljø den har oppholdt seg. Slik metodikk brukt på utvalgt materiale fra arkivet muliggjør, i det minste i teorien, å etablere tilsvarende unike langtidstudier: Disse er spesielt viktige i dag som et bakteppe, ettersom vi forventer at klimaendringene blir særskilt store på de nordlige breddegradene. Studier innenfor teoretisk økologi har allerede sannsynliggjort at bestander som er under stort fiskepress endrer seg ved hjelp av lokale tilpasninger. De mikroskopiske restene av DNA knyttet til otolitter (og skjell) brukes i disse dager i studier for å klargjøre eventuelle evolusjonære (genetiske) endringer fra tidlig på 1900-tallet da det praktisk talt ikke foregikk noe fiske, via en kraftig økning over flere tiår til dagens vel-

regulerte fiskeri. Ved Universitetet, finnes også otolitter som er mange hundre år gamle og dermed er viktige i enda lengre perspektiv.

Etter hundre år ser vi at Hjorts innsats for å etablere tidsserier har vist seg å ha uvurderlig betydning både innenfor marine bestandsstudier og marin miljøhistorie. Bergen, representert ved Havforskningsinstituttet og Universitetet, gjør derfor en betydelig innsats innenfor alderslesning og otolittforskning.

Det uløste rekrutteringsspørsmålet

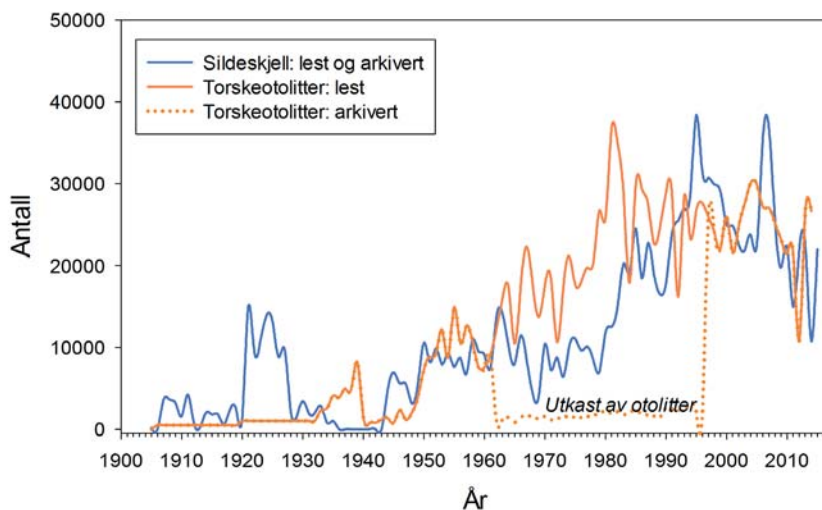
I Hjorts vokabular het det «naturlige fluktasjoner» eller «antall avkom», han og hans samtidige brukte ikke begrepet rekruttering. Det kom til senere, trolig i tiden etter 1945. Denne type forskning har foregått og vil fortsette fremover, ganske enkelt fordi antallet nye individer som slutter seg til den fiskbare del av bestanden (som er dagens formelle definisjon av rekruttering), står helt sentralt i bestandsprognosene. I sentrum står spørsmålet om hvor stor rekrutteringen blir det neste og de kommende årene, noe som igjen setter skranker for hvor mye fiskerne kan høste av havet i form av kvoter. Selv om vi dag har all verdens verktøy, det være seg satellittobservasjoner, teoretisk økologi, genetiske analyser, fiskeriakustikk om bord på topp moderne forskningsfartøy, og svært komplekse økosystemmodeller, må vi erkjenne at rekrutteringsspørsmålet ikke er fullstendig besvart. Realistisk sett, kan vi heller ikke forvente å komme helt i mål: til det er rekrutteringsprosessen et resultat av for mange, utallige tilfellelige faktorer hvor én liten endring

kan få store konsekvenser over tid. Men, når det er sagt: alderslesning vil bestå som en helt sentral del i bestandsovervåkingen og de etterfølgende beregningene. Vi trenger å følge dannelsen og utviklingen av nye årsklasser. Hjort åpnet opp døren for en metode som brukes over hundre år senere.

Havforskning – samfunnsoppdrag og lokale særegenheter

Inntektene fra fiske var livsviktig for hvordan folk langs norskekysten kunne brødfø seg, det var velstand eller magre år, avhengig av landede fangster. Uten de viktige sesongfiskeriene etter torsk og sild, hadde ikke Bergen blitt noe sentrum for havforskning. Fiskerienes nasjonal-økonomiske betydning på 1800-tallet, dannet, sammen med en politisk tro på vitenskapelige undersøkelser, et bakteppe for å forstå viljen til å undersøke fiskerienes ressursgrunnlag. Saltvannsfiskeriene var tidlig et forskningstungt virkeområde – det er nok en uvant tanke for mange. Og uten en fiskeriforvaltning med hovedsete nær fiskeri-Norge, hadde havforskningen hatt magre kår. Det var en nasjonal milepæl da Stortinget i april 1900 vedtok å opprette en fagforvaltning for saltvannsfiskeriene. Denne forvaltningen var en fortsettelse av kommisjonen for vitenskapelige fiskeriundersøkelser, etablert i 1860.

I 1900 ble havforskning et samlet punkt i en desentralisert næring og offentlige virksomhetsområder: vitenskapen befestet sin stilling i forvaltningen. Havforskningens samfunnsoppdrag og det overordnede temaet som styrte forskningen, var nært forbundet med dette opp-



■ Figur 5. Figuren viser alle sildeskjell og torskeotolitter som er samlet inn mellom 1905 og 2015. Den viser også perioder da otolitter ble kastet etter engangsbruk. Evolusjonær økologi /biologi og biologiske effekter av klimaendringer har gitt lange tidsrekker ny stor faglige betydning, samtidig som nye teknikker og teknologisk utvikling har gjort det mulig å hente ut ny kunnskap og stille nye spørsmål til det gamle materialet.

Kilde: Havforskningsinstituttet: Christian Irgens, Havforskningsinstituttet og Universitetet i Bergen, har sammenstilt dataene basert på tidligere arkivarbeid av Sigmund Myklevoll for sild og Hildegunn Mjanger for torsk, begge Havforskningsinstituttet.

draget. Helt fra starten fryktet norske myndigheter sviktende innsig av torsk og sild til fiskefeltene og ditto fall i eksportinntekter. Så hvorfor vekslet de landede fiskefangstene så kraftig? Det var kardinalspørsmålet i Norge – ikke overbeskatning, mens ute i Europa hersket det en vidt spredt politisk bekymring om ikke Nordsjøen og Østersjøen ble overfisket? Det var dette særegne spørsmålet som brakte Norge og Bergen til forskningsfronten.

Fagmiljøet i Bergen var fåtallig, men dets styrke lå i evnen til å utnytte stedets naturlige fortrinn, tilgangen til Nord-Atlanteren og Nordsjøen. Det var kombinasjonen av tokter sammen med et særegent fokus som la grunnen for Bergens faglige posisjon. Havforskning er

et eksempel på hvordan forskere utnyttet lokale fordeler, kyndige folk fra fiskerier og sjøfart da de bygde et fagfelt og tuftet det på skip og feltstudier til havs for datainnsamling. Tilknytning til et internasjonalt forskerfellesskap, fokus på sild og en metode som kuttet en gordisk knute i fiskeristudiene medvirket til at fagfolk i en by av beskjedne størrelse og uten noe læreseter kunne komme til å innta en posisjon i utforskningen av havet og dets ressurser. Bergens posisjon var summen av følger av et samfunnsoppdrag, geografi, næringsnærhet og et nagende spørsmål og vilje til å skape et internasjonalt fagfellesskap og en disiplin, kombinert med rett mann til rett tid.

Hva er det med Bergen?

Å holde posisjonen i forskningsfronten er en tøff sak. Storpolitikk og individuelle forhold grep forstyrrende inn: utbruddet av første verdenskrig, Hjorts avskjed og en økonomisk etterkrigsdepresjon satte en stopper for den hektiske utforskningen og Bergen som absolutt front i den disiplinen som nå het fiskeribiologi. Imidlertid holdt byen og Norge stand i de marine vitenskapene, for her fantes det en vitenskapelig grunnvoll, forsknings- og andre faglige institusjoner og et viktig samfunnsoppdrag å ivareta. Et forhold som styrket Bergen, er at fiskeribiologi inntil 1940 utgjorde en faglig kjerne og fiskeriforvaltningen et økonomisk fundament i den flerdisiplinære havforskningen i Eu-

ropa og Nord-Amerika. De tre faktorene: vitenskap, faglige enheter og en samfunnskontrakt, har båret havforskningen gjennom bølgedalene siden.

I 2014 ble fagfeltet styrket med en ny ærgjerrig satsing; den 18. februar ble Hjortsenteret for marin økosystemdynamikk åpnet. Dagen var ikke tilfeldig valgt, for det var Johan Hjorts fødselsdag. Hjortsenteret er forskningsklynge bestående av Havforskningsinstituttet, Universitetet i Bergen, Nansensenteret og Uni Research. Målet med senteret er å styrke mulighetene til å forstå de store marine økosystemene og høstingen av disse, spesielt under klimaendringer. Per 2016 har senteret 101 marine forskere som medlemmer: deres kunnskap strekker seg fra mikrobiologi til storskala oseanografiske prosesser.

Ulike motiver kan ligge bak å kalle opp senteret etter Johan Hjort. Det gjør at vi minnes en forsker og et fagfelt som satte vestlandsbyen på det marine verdenskartet. Oppkallinger forbinder fortiden med nåtidens ambisjoner. Hjortsenteret skal vise at Bergen fortsetter å fornye sin posisjon som Europas marine forskningshovedstad. Det skal være noe spesielt og avgjørende med Bergen.

Takksigelse

Forfatterne takker Svein Sundby, Havforskningsinstituttet for kyn-dige innspill, Audrey Geffen, Julie Skadal og Christian Irgens for stor hjelp med figurer.

Kilder og litteratur

- Broch, Hjalmar. (1906). «Foreløbige meddelelser om sildeundersøgelserne», *Årsberetning vedkommende Norges fiskerier 1905*, Bergen, 446–450.
- Broch, Hjalmar. (1908). «Norwegische Heringsuntersuchungen während der Jahre 1904–1906», 42–43. *Bergens Museums Aarbok*. 1908 No. 1.
- Broch, Hjalmar og Einar Koefoed. (1962). «Mennene i «den gamle garde», i Rollesfsen, Gunnar (red.): *Havet og våre fiskere*, bd.II, Bergen (J.W.Eides forlag), 21–29.
- Burstyn, H.L. (1966). «The historian of science and oceanography», *Bulletin de l'Institut océanographique Monaco*, No. spécial 2 (Premier Congrès International d'histoire de l'océanographie 1), 671.
- Deacon, Margaret. (1997). *Scientists and the Sea 1650–1900*, xix–xx.
- Greene, Mott. (1993). «Oceanography's double life», *Earth Sciences History*, vol. 12, 48–53.
- Hamblin, Jacob Darwin. (2014). «Seeing the Oceans in the Shadow of Bergen Values», *ISIS*, vol. 105, 352–363.
- Hjort, Johan. (1914). «Fluctuations in the great Fisheries of northern Europe viewed in the light of biological research», *Rapport et Procès-Verbaux des Réunions* (heretter *RP*), XX. Copenhagen.
- Hjort, Johan. (1914). *Vekslingerne i de store fiskerier*, Kristiania. www.hjortcentre.no/: hjemmesiden til Hjortsenteret for marin økosystemdynamikk.
- Jonsgård, Åge. (1971). «Professor dr. philos. Hjalmar Broch in memoriam», *Fauna*, hf.1, 294–295.
- Kjesbu, Olav Sigurd; Tara C. Mars-hall, Richard M. Nash, Svein Sundby, Brian J. Rothschild og Michael Sinclair. (2016). «Johan Hjort Symposium on Recruitment Dynamics and Stock Variability», *Canadian Journal Fish Aquat. Sci.*, 73, vii–xi. m.icesjms.oxfordjournals.org/content/early/2011/03/14/icesjms.fsr017.full.pdf, delt via Google-appen <<https://itunes.apple.com/app/google/id284815942>.
- Lea, Einar. (1910). «On the methods used in the herring investigations», *Pdc*, No 53 Copenhagen 1910, 7–174.
- Lea, Einar. (1911). «A study of the growth of herring», *Pdc*, No.61 Copenhagen, 35–57.
- Lea, Einar (1913). «Further studies concerning the methods of calculating the growth of herrings», *Pdc*, No.66 Copenhagen.
- Lea, Einar. (1919). «Report on age and growth of the herring in Canadian Waters», *Canadian fisheries expedition 1914–1915*, Ottawa.
- Lea, Einar. (1924). «Frequency curves in herring investigations», *Report on Norwegian fishery and marine investigations*, vol.3, No.4, Bergen.
- Lea, Einar. (1929). «The herring's scale as a certificate of origin. Its applicability to race investigations», *RP*, vol. 54, Copenhagen, 21–34.
- Lea, Einar. (1938). «A modification of the formula for calculation of the growth of herring», *RP*, vol. 108, Copenhagen, 14–22.
- Mills, Eric. (1993). «The Historian of Science and Oceanography after twenty years», *Earth Sciences History*, vol. 12, 5–18.
- Nasjonalbiblioteket, Oslo, ms. 2911, 40, XIXA, Otto Pettersson til Johan Hjort 15.02.1905.
- Roll-Hansen, Nils. (1996). «Biologien ved Bergens Museum og Univer-

- sitetet i Bergen», i *Universitetet i Bergens historie*, bd. II, Bergen (Universitetet i Bergen), s.10-125.
- Schwach, Vera. (2000). *Havet, fisken og vitenskapen. Fra fiskeriundersøkelser til havforskningsinstitutt 1860–2000*, Bergen (Havforskningsinstituttet).
- Schwach, Vera. (2002). «Johan Hjort», *Norsk biografisk leksikon*, bd.4, Oslo (Kunnskapsforlaget), 291–292.
- Schwach, Vera. (2003). «Einar Lea», *Norsk biografisk leksikon*, bd.6, Oslo (Kunnskapsforlaget), 29–30.
- Schwach, Vera. (2003). «Gunnar Rollefsen», *Norsk biografisk leksikon*, bd.7, Oslo (Kunnskapsforlaget), 405–406.
- Schwach, Vera. (2004). «Oscar Sund», *Norsk biografisk leksikon*, bd 8., Oslo (Kunnskapsforlaget), 493–494.
- Schwach, Vera. (2012). «Ramme: forske, forvalte og fiske», *Til havs med vitenskapen. Fiskerirettet havforskning 1860–1970*, avhandling for dr. philos-graden, Universitetet i Oslo, 20–21.
- Semb-Johansson, Arne. (1971). «Minnetale over professor, Dr. philos. Hjalmar Broch», *Det Norske Vitenskaps-Akademi i Oslo. Årbok 1970*, 58–70.

Noter

1. Begrepet populasjon overlapper i betydning med begrepet bestand, men havforskere bruker gjerne bestand når det handler om fisk og andre marine dyr som det foregår fiske og fangst på.