

Torskebestanden i Barentshavet i det 20. århundre

Olav Rune Godø og Geir Ottersen

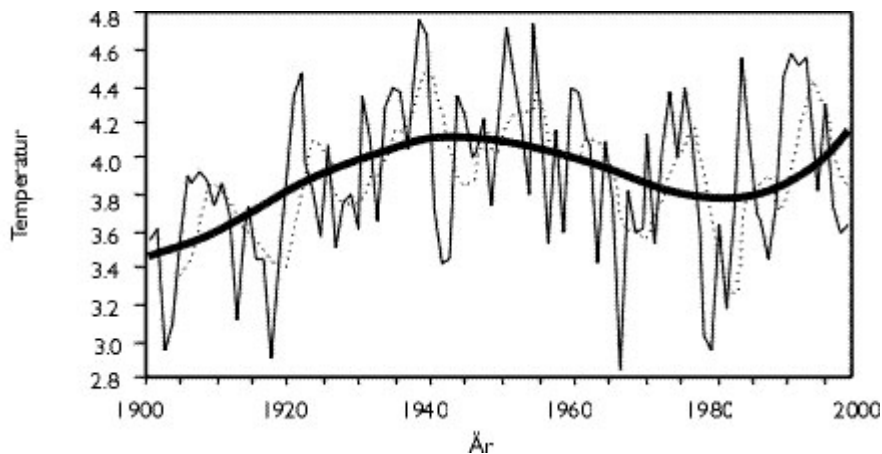
Innledning

De store, uventede og uforståelige variasjonene i utbyttet fra de viktige oseaniske fiskebestander representerte framtrepende vitenskapelige og politiske utfordringer også ved det forrige århundreskifte. Spesielt ga svikt i torskefiskeriene i Nord-Norge utslag i forverring av levekårene til kystbefolkningen. Spørsmålene rundt fluktuasjonene i de store bestandene og de problemer de medførte, gav grunnlaget for moderne norsk havforskning for omlag 100 år siden, slik det framkommer i den klassiske vitenskapelige produksjonen til Michael Sars, Johan Hjort, Bjørn Helland-Hansen, Fridtjof Nansen med flere. Klimaets betydning ble på et tidlig tidspunkt tydelig demonstrert ettersom de magre årene i begynnelsen av det 20. århundre falt sammen med en kuldeperiode. For norsk-arktisk torsk er denne perioden blitt sammenlignet med situasjonen vi hadde i slutten av 1980-årene. I begge tilfeller var fangstutbyttet lavt, fisken var mager, kysten ble invadert av sel fra ishavet og dette sammenfalt med en kuldeperiode. Siden århundrets start har vi mange bitre erfaringer med bestandssammenbrudd og kvotetørke. Hva mer har vi lært om de store vekslingsene i torskebestanden etter at vi startet med systematisk innsamling av biologisk materiale? Kan vi knytte noe av variasjonen i bestand og utbytte til miljøets endringer? Er det mulig å skille mellom miljøets betydning og menneskets inngripen gjennom kommersiell fangst? Vi skal prøve å sette sammen noen av de dataene som finnes for å belyse disse spørsmålene.

Klimaets variasjoner

For å forstå bakgrunnen for variasjonen i klimaet, må man vite litt om dynamikken i de dominerende vannmassene. Det er strømmen av varmt atlantehavsvann som gjør våre nordlige havområder åpne for biologisk produksjon. Barentshavet og store deler av Norskehavet ville ellers være dekket av is. Den sørlige halvdel av Barentshavet er under dagens klimaregime dominert av atlantehavsvann og er isfri hele året. Observasjoner av både hav, is og atmosfære viser at klimaet i området likevel har stor naturlig variabilitet. Graden av isdekning varierer for eksempel mye med innstrømmende varmemengde. Varmemengden som tilføres Barentshavet gjennom atlantehavsstrømmen er et produkt av volumet av vannmassene som strømmer inn og temperaturen på det innstrømmende vannet. Volum er vesentlig vanskeligere å observere enn temperatur. En har derfor relativt lange serier med måledata på havtemperatur og rimelig godt kunnskap om variabiliteten, mens en vet mindre om innstrømmingsvolum og varmemengde.

Meteorologene har observert temperaturen i havoverflaten ved enkelte av fyrstasjonene våre fra så langt tilbake som 1867, da professor H. Mohn tok initiativet til å sette i gang slike undersøkelser. Den lengste tidsserien i Barentshavet, der en måler temperaturen også nedover i sjøen, er målingene det russiske Havforskningsinstituttet i Murmansk (PINRO) foretar langs det såkalte Kolasnittet, i det sørlige sentrale Barentshavet (33°30' østlig lengde, 70°30' til 72° 30' nordlig bredde). Dette snittet, som de andre i regionen, går på tvers av atlantehavsstrømmen og er derfor godt plassert for å registrere forandringer i de innstrømmende vannmasser. Ved sammenligning med Havforskningsinstituttets egne snitt og områdedekkende tokt, er det dokumentert at denne måleserien er svært representativ for klimafluktuasjoner i store deler av Barentshavet. Det er også en rimelig bra sammenheng mellom havtemperaturen i Kolasnittet og isforholdene i Barentshavet. Er det varmt er også et mindre område dekket av is.



Figur 5.7 Variasjon i temperatur (årsmiddel over 0 til 200 meters dyp) fra 1900 til i dag, målt i Kolasnittet i det sørlige, sentrale Barentshavet (hel tynn linje). Fem års glidende middel er vist i den stiplede linjen, mens de lange svingningene er demonstrert med en polynomisk regresjonslinje (tykk linje).

Temperature variations in southern, central Barents sea from 1900- 2000.

Thin line: 0 - 200 m depth averaged annual mean temperature.

Dotted line: 0 - 200 m depth averaged five year consecutive mean temperature.

Thick line: Long term oscillations in mean temperature calculated by polynomial regression.

Fig. 5.7 viser temperaturutviklingen i Kolasnittet (årsmiddel over 0 til 200 meters dyp) gjennom det 20. århundret. De fleste av årene fra 1900 og fram til 1919 var kaldere enn gjennomsnittet for århundret. Første del av 1920-tallet var noe varmere, mens siste halvdel var kjøligere igjen. Århundrets lengste varmere periode var fra 1930 og framover til ca 1940. Det ble ikke foretatt målinger langs Kolasnittet under krigen, men generelt kan vi si at de første krigsårene var kalde i Barentshavet, mens det fra 1943-1947 var forholdsvis varmt. 1950-årene kan stort sett beskrives som varme og 1960-årene som kalde. Fra 1970 har det vært observert store variasjoner. Mens 1970-1976 var en varm periode, var 1977-1982 den lengste sammenhengende kalde perioden siden 1920. Vi fikk i løpet av 1982 en sterk temperaturøkning, etterfulgt av et par varme år og en klar nedkjøling i 1985 som ga en kald periode til og med 1988. Fra 1989-1995 lå temperaturen over langtidsmidlet.

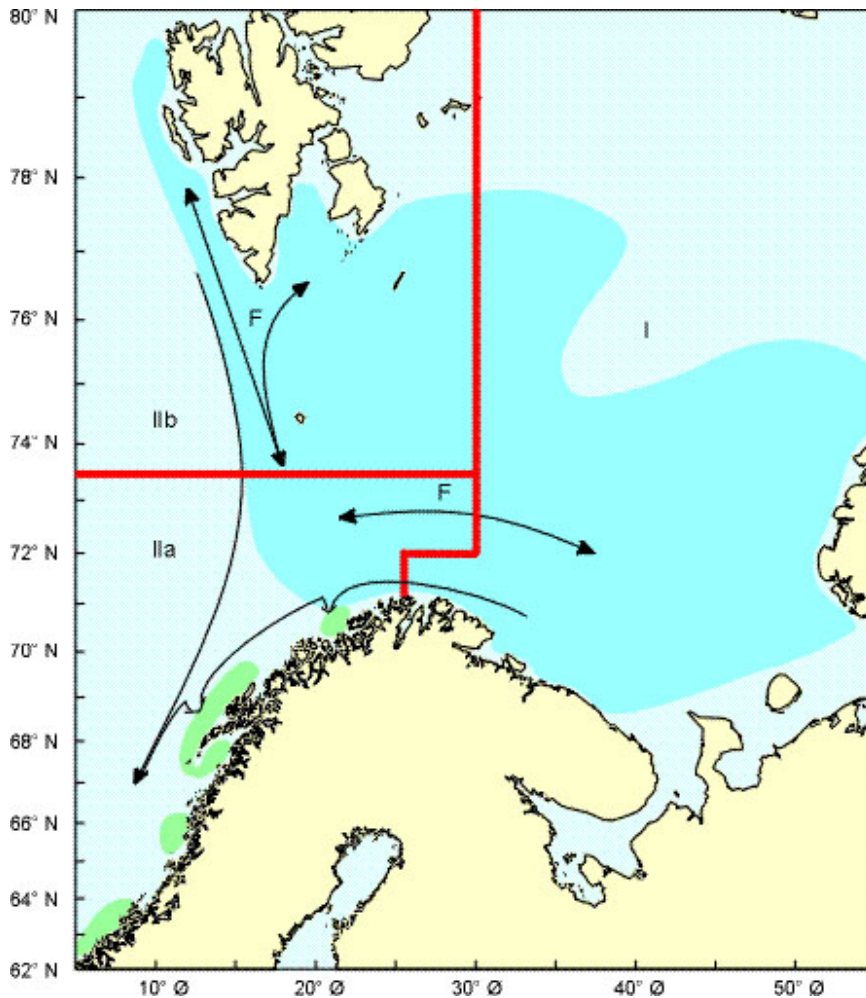
Selv om innstrømming er vanskelig å måle direkte, er vi likevel i dag ved hjelp av kraftige datamaskiner i stand til å kjøre simuleringsmodeller som estimerer den delen av innstrømmingen som skyldes at lufttrykket ved havoverflaten varierer både fra sted til sted og i tid. Forskere ved Havforskningsinstituttet har ved hjelp av en slik modell beregnet hvor mye vann som strømmet gjennom passasjen mellom Fugløya og Bjørnøya for hver måned siden 1970.

Generelt kan storskala atmosfæriske klimafenomen påvirke forholdene i havet over store områder ved å styre strømmer og temperaturforhold i havoverflaten. I det nordlige Atlanterhavet har det de siste årene vært en økt fokusering på "Den nordatlantiske svingningen", eller på engelsk "North Atlantic Oscillation", forkortet NAO. NAO-fenomenet måler forskyvninger i mektigheten av to store trykksystemer over Nord-Atlanteren, lavtrykket i nord med senter sør for Island og høytrykkssystemet lenger sør

med senter over Azorene. En positiv NAO-indeks betyr at forskjellen i lufttrykk mellom Azorene og Island er større enn normalt. Under slike forhold er Islandslavtrykket kraftig, innstrømmingen til Barentshavet er stor og temperaturen høy. Det har vært en nær sammenheng mellom vinterverdiene for NAO, innstrømmingen gjennom Fugløya-Bjørnøyasnittet og temperaturen i Barentshavet de siste 30 årene.

Variasjoner i torskebestanden

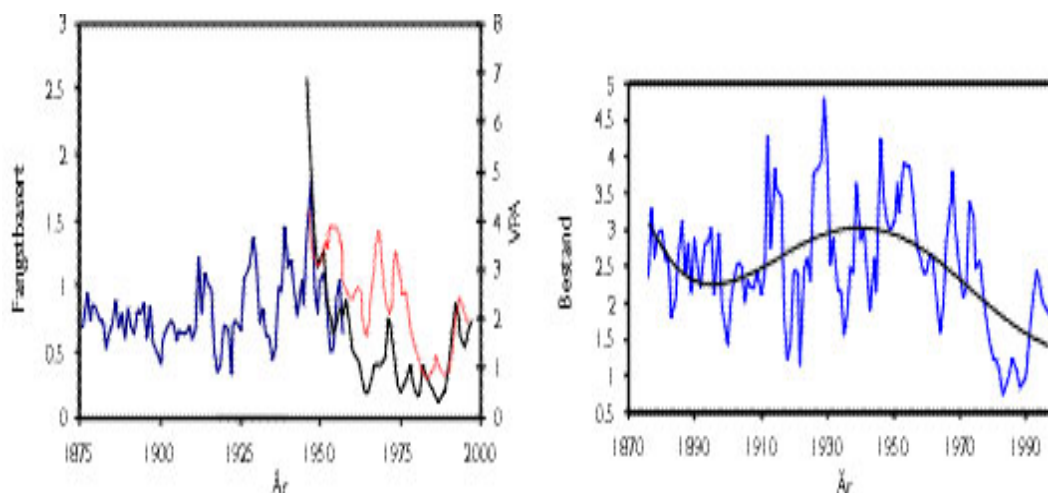
Bestandsvurderinger av torsk foreligger tilbake til 1946. Før det er fangststatistikk tilgjengelig fra 1865, og innsatsmål (antall fiskere og båter) er registrert i enkelte fiskerier fra 1876. I tillegg ble det samlet inn en god del biologisk materiale, for eksempel gjennomsnittsvekt i fangster, lengdefordelinger, lever og rognvekter o.l. i de store sesongfiskeriene. Når man skal vurdere langtidsvariasjoner i bestandene er presisjonsnivået for de enkelte år uvesentlig, så lenge en er i stand til å ekstrahere de rette storskalatrendene som ligger bak den normale år til år-variasjonen. Med dette som bakgrunn, har vi tatt oss frihet til å kombinere nyere bestandsvurderinger med gammelt materiale gjennom noen snarveier, forenklinger og antagelser. Vi har gått ut fra at Lofotfiskets variasjoner i tidligere tider gjenspeilte de storstilte variasjonene i totalbestanden, ettersom menneskets påvirkning var begrenset før fisken ble beskattet som voksen fisk langs norskekysten. Fangsten er justert med variasjon i innsats (det vil si vi har brukt fangst per mann som mål for bestand), slik at dataene skal være mest mulig sammenlignbare over tid. Dette vil føre til at mengdemålet i begynnelsen av tidsserien vil være overvurdert i forhold til siste delen, ettersom hver deltakende mann er blitt mer og mer effektiv med tiden. Tenk bare på teknologiutviklingen på fartøyer, motorisering, ekkolodd o.l. En justering for dette blir lett mer spekulativ enn å la være, og vi skal komme tilbake til effektene som vår framgangsmåte har på vurderingen av dataene.



Figur 5.8 Barentshavet og norskekysten med de viktigste oppvekstområdene (blått) og gyteområdene (grønt) for norsk-arktisk torsk inntegnet. De enkle strekpilene indikerer sesonvandringen for ungfisken, mens de doble pilene representerer gytevandringen.

Map of the Barents sea and the northern coast of Norway showing important nursery/feeding areas (blue) and spawning areas (green) for the Arcto-norwegian cod. Single line arrows: Seasonal young fish migration. Double line arrows: Spawning migration.

Fig. 5.8 viser Barentshavet og norskekysten med oppvekst- og gyteområder for torsken markert. Fig. 5.9 viser utviklingen i torskebestanden over tid. I venstre panel i figur 5.9 ser en at bestanden var svakt nedadgående mot slutten av 1800-tallet. Denne nedgangen skjedde i en tid da det foregikk en sterk økning i effektiviteten gjennom større og dekkede fartøyer og gjennom motorisering. Det er grunn til å tro at bestandsnedgangen var betydelig sterkere enn det figuren viser. At bestanden var i vansker, bekreftes av den betydelige nedgangen i gjennomsnittet i individvekten som skjedde i samme periode (figur 5.10).



Figur 5.9 I figur til venstre er gitt bestandsmål for gytebestanden (hel linje) beregnet fra fangst og innsatsdata (fangstbasert) fra 1876 til 1954. Fra 1945 til i dag er mål for gytebestand (hel linje) og totalbestand fra analytisk bestandsberegning (VPA), rød linje. I figur til høyre er fangstbasert bestandsmål for gytebestand antatt å gi et mål på langtidsvariasjon i totalbestand for den tidlige periode ettersom beskatning av ungfisk var begrenset. Dette målet er justert til å falle sammen med totalbestand fra VPA ved å bruke en korrigeringsfaktor fra overlappingsårene. En polynomisk regresjon (samme som brukt i figur 1) er tilpasset for å trekke ut langtidstrender.

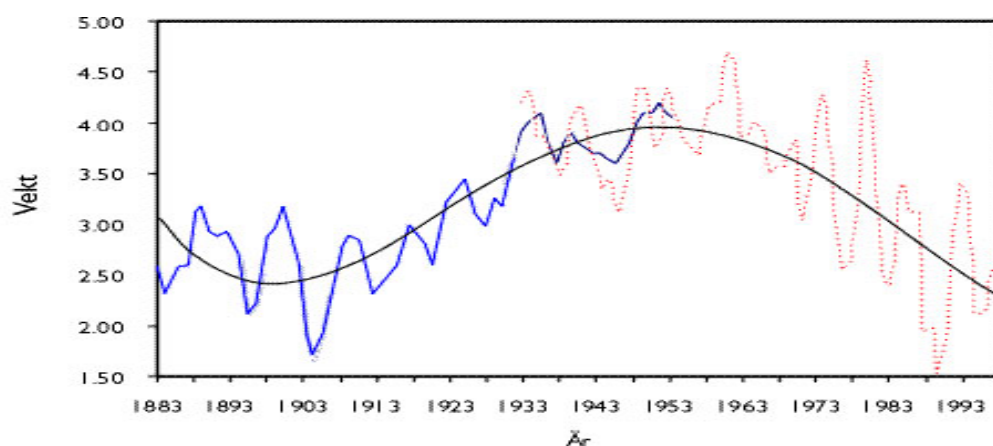
Variations in Arcto-norwegian cod stock during years 1875 - 2000:

From 1876 - 1954: Spawning stock calculated from capture statistics and capture effort data. From 1945: Spawning stock measured during acoustic surveys (continuous line).

Red dotted line: Total stock based on analytical methods (VPA).

Figure 5.9 right: Variations in total stock calculated from catch based spawning stock data. (The mean level has been adjusted to correspond with VPA data).

Superimposed: Long term trend in total stock (Calculated by polynominal regression).



Figur 5.10 Variasjon i gjennomsnittlig vekt i garnfangster i Lofoten i perioden 1883 - 1953 (heltrukne tynn linje), sammenlignet og forlenget med gjennomsnittlig vekt i gytebestanden fra 1932 til i dag (stiplet linje) slik den framkommer i prøver fra line. Den heltrukne tykke linjen gir en polynomisk regresjonstilpassning for hele tidsserien samlet.

Mean weight of net captured Norwegian-arctic cod individuals in Lofoten during 1883-1953 (thin continuous line) compared with with mean weight of spawning stock individuals (captured on long line) during 1932 - 1999 (dotted line). Superimposed: Long term weight trendline calculated by polynomial regression.

Sammenligner en med figur 5.7, viser det seg at disse to biologiske minima ved århundreskiftet faller sammen med temperaturminimum i Kolasnittet.

Fra begynnelsen av århundret fram til begynnelsen av 50-tallet ble bestanden ifølge figur 5.9 firedoblet. I hvor stor grad denne formidable økningen skyldes effektivitetsøkning i fisket er vanskelig å si. At bestanden var i sterk vekst er understreket av to fakta. Gjennomsnittsvekten i individvekten gikk kraftig opp tross det økende uttaket (figur 5.10). For det andre skjedde dette på tross av et betydelig uttak av småfisk gjennom oppbyggingen av trålfisket i 30-årene. Under normale omstendigheter vil en slik økt beskatning gi en umiddelbar reaksjon mot lavere gjennomsnittsstørrelse av individene. At så ikke skjedde i denne perioden, ser vi som et tegn på at bestanden var i sterk vekst. Denne veksten er, som det går fram av figur 5.7, sammenfallende med en økende trend i temperaturen.

I siste del av det 20. århundre var bestandsutviklingen klart nedadgående. Det er ingen tvil om at denne nedgangen er sterkt drevet av en overbeskatning. Beskatningsgraden er blitt flerdoblet i perioden fra 1946 fram til i dag. Vi tror imidlertid at de fysiske drivkreftene, som er beskrevet over, i denne perioden kan ha hatt en betydelig medvirkning. Lavere temperaturer, på grunn av redusert innstrømming, gir redusert biologisk produksjon som også forplanter seg til høstbar bestand av torsk. Det er fascinerende å studere trendlinjene som er regnet ut for temperatur, bestand og individstørrelse. De gir alle de samme signalene om langtidstrender og understreker sammenhengen mellom det fysiske miljø og torskebestandens produktivitet. Dersom man hadde tatt hensyn til effektivitetsøkning i bestandsmålet i figur 5.9, ville denne trendlinjen i enda større grad vippet ned mot høyre. Det er faktisk det motsatte av det man ser på trendlinjen for temperatur. Man kan spekulere over om dette gir oss en indikasjon på effekten av fiske. I så fall har vi tapt betydelige kvanta torsk gjennom en lite rasjonell høsting de siste tiår.

Hjort konstaterte allerede for nesten 100 år siden at variasjonen i de store fiskeriene oppstod på grunn av stor variasjon i årsklassestyrke. Senere undersøkelser har vist at det også er sammenheng mellom korttidsvariasjon i temperatur og rekruttering. Sannsynligheten for rike årsklasser er størst når temperaturen går fra kaldt til varmt i korttidsvingningene (fire-åtte år) som er vist i figur 5.7. Det ser også ut til at frekvensen av gode årsklasser generelt er størst i den varme delen av klimasyklusen, mens langtidssvingningene vi har beskrevet over, setter nivået på rekrutteringen.

Framtidens fiskevarsling

Mer enn 100 år med systematisk innsamling av informasjon viser at den biologiske produktivitet i våre nordområder klart er knyttet til variasjoner i det fysiske miljøet. Den umiddelbare reaksjon er at dette må utnyttes i operativ havforskning gjennom prediksjon av miljø og dermed sannsynlighet for god vekst og rekruttering.

Spørsmålet er om miljøet/klimaet kan varsles. En nødvendig forutsetning for varsling er at det fenomenet som skal varsles har en stor grad av deterministisk (forutbestemt) karakter på den aktuelle tidsskala. I utgangspunktet er det på ingen måte opplagt at denne forutsetningen er til stede når det gjelder langtidsvarsler over mange måneder eller flere år for havklimaet i Barentshavet. På kortere tidsskala vet vi at prosessene knyttet til lavtrykksbaner, nedbørsområder og det storskala vindsystemet i stor grad er

av stokastisk (tilfeldig) natur. Det synes også klart at disse atmosfæriske prosesser utøver en vesentlig innflytelse på de faktorer som styrer temperaturutviklingen i Barentshavet, nemlig temperaturen og i større grad volumet av innstrømmende atlantiske vannmasser samt varmeutvekslingen ved grenseflaten atmosfærehav.

Nå er det heldigvis likevel ikke slik at det er umulig å varsle havtemperaturen i Barentshavet lengre fram enn det typiske langtidvarslet for vær på fem-syv dager. Vann har mye større varmekapasitet enn luft, noe som gjør at temperaturen i vannet forandrer seg mye saktere. Dette er hovedgrunnen til at en spesielt varm vår i Barentshavet med stor sannsynlighet fører til at også høsten blir varmere enn normalt. Statistisk analyse av dataene fra Kolasnittet viser da også at halvtårsvarsler fra vår til høst har stor grad av treffsikkerhet. Dessverre viser de samme analysene at det er vanskeligere å varsle fra høst til vår, altså over en vinter. Dette skyldes at det er om vinteren de store forandringene skjer i havklimaet i Barentshavet. Det er stor variasjon i mengden av varmere atlantisk vann som strømmer inn fra sør. Dessuten har skiftninger i lavtrykksbaner og skydekke på denne tiden av året ekstra stor innflytelse på varmeutvekslingen mellom havet og atmosfæren. Lufttemperaturen kan på denne tiden være 30 grader lavere enn temperaturen i havoverflaten.

Det er indikasjoner på at det til en viss grad foregår periodiske fluktuasjoner i temperaturforholdene i Barentshavet. En rekke ulike mekanismer og tilhørende perioder er foreslått. De mest troverdige av disse er knyttet til kjente astronomiske fenomener som solflekaktivitet og tidevannskomponenter. Perioder og kvasiperioder har i lengre tid vært brukt til eksperimentell varsling av ulike klimafenomener verden over. Mens en i enkelte tilfeller har hatt klaff, så har ingen eksperimentelt baserte metoder alene gitt troverdige varsler over tid. Et varslingssystem basert på åtte spesielt utvalgte perioder er nå under utprøving for Barentshavet. Testene en har gjort på historiske data viser dessverre at treffsikkerheten er temmelig dårlig. En må derfor betrakte slike varsler som eksperimentelle forsøk. Sammen med andre metoder er det likevel mulig at periodiske komponenter kan gi nyttig informasjon.

Vi synes det er fantastisk å ha en tidsserie på 100 år der vi kan følge historiske prosesser og kontrollere at prosessene utvikler seg i samsvar med våre modeller. Vi vet imidlertid at de av naturens prosesser som har betydning for klima, varierer på tidsskalaer fra sekunder til tusener av år. Det er derfor viktig å være ydmyk og realistisk i forhold til vår mulighet for å framskrive miljøet i en tidsramme som er tilfredsstillende for den langsiktige forvaltningen av våre marine ressurser. En viktig lærdom fra siste århundre er at de nordlige økosystemer har lavere biologisk bæreevne i de kaldere perioder og da er mer sensitive for rovdrift. Det er trolig urealistisk å tro at produksjonen fra bestanden i toppperioden 1930-1965 kan opprettholdes til evig tid. Man må lære seg å leve med naturens svingninger. Vet man at klimaet ligger i den kaldere delen av en syklus, er det avgjørende å vise stor forsiktighet og legge høstingen innenfor bufferzoner som kan takle dårlig vekst og rekruttering over lengre tid.

I det nye århundret vil en av de store utfordringene i vår forskning ligge i å forbedre forståelsen av forholdet mellom miljø og fisk, og å operasjonalisere denne kunnskapen for bruk i bærekraftig forvaltning.

Vi erkjenner at vi alltid vil ha begrensede muligheter til å varsle endringer i miljøet. Dette vil nødvendigvis redusere våre muligheter til å kunne gi nøyaktige varsler om fremtidige bestander og deres rekruttering. Men ved å bygge usikkerheten i klimautvikling inn i våre totale usikkerhetsmodeller, er det realistisk å forvente at vi i løpet av de neste ti år kan oppgi eksakte mål for prognosenes usikkerhet.

