

Fiskebåtredernes Forbund
Oslo 17.01.03

Ressursforvaltning basert på flerbestandsmodellering - tilfellet Barentshavet

Hvilke konsekvenser kan det få om kongekrabben spiser lodderogn

av

Johs. Hamre

Innledning

Forbundet har utarbeidet et omfattende og grundig notat om emnet jeg skal snakke om. Notatet er utdelt og mye av det jeg vil si står i dette notatet. Dette gjelder spesielt konseptet for flerbestands modellen og de viktigste resultater denne gir. Denne delen vil jeg derfor kun utdype ved å vise en del figurer som dokumenterer konseptet. Når det gjelder forvaltning og rådgivning gir notatet en grundig innføring i de såkalte referansepunktene ACFM (Det internasjonale Rådet for Fiskeriforvaltning) , bruker og som de knytter sine råd opp imot. Her vil jeg bare henvise til notatet. Derimot vil jeg gå grundigere inn i innhold og kvalitet på de rådene som er gitt for torskeforvaltningen i 1990-årene. Med hensyn til kongekrabben har jeg gjort en vurdering av den i lys av konseptet for flerbestands modellen.

Flerbestandsforskning som grunnlag for flerbestandsforvaltning

Flerbestandsforskning som grunnlag for flerbestandsforvaltning har lenge vært et prioritert forskningsfelt ved Havforskningsinstituttet. Likevel forvaltes fiskebestandene i våre farvann fortsatt etter råd basert på enbestandsmodeller, det vi kan kalle VPA- konseptet. Det har ikke innbygget økologiske relasjoner mellom klima og fisk, og heller ikke hvordan fiskebestandene påvirker hver andre. VPA-modellen er et nyttig redskap til å beskrive fortiden, men er lite egnet til å forutsi fremtiden som et forvaltnings råd alltid vil være knyttet opp imot. Dette gjelder spesielt arter som befinner seg høyt oppe i næringskjeden, slik som torsken, og som er avhengig av hva som foregår på lavere trofiske nivå. Her trenger en flerbestandsmodeller for at prognosen og rådene skal bli pålitelige og det er en slik modell jeg har utviklet med teknisk hjelp fra Norsk Regnesentral. Foreløpig inneholder modellen sild, lodde og torsk i Norskehavet og Barentshavet, men jeg håper at vi med tiden også skal få med sei og marine pattedyr. Det er imidlertid et spørsmål om bevilgninger.

Strømsystemet som bestemmer vårt havklima

De fysiske rammebetingelsene for biomasse produksjonen i havet bestemmes av havklimaet og Figur 1 viser det strømsystemet som bestemmer havklimaet i våre farvann. Bevegelige og næringsrike vannmasser gir grunnlag for spesielt stor planktonproduksjon i to områder: Polarfrontområdet i Norskehavet og det marginale isområdet i Barentshavet, d.v.s. der havet er åpent om sommeren men fryser til om vinteren. Planktonet omformes til fangstbar fisk av to store plankton etende bestander, norsk vårgytende sild i Norskehavet og lodde i Barentshavet. Disse bestandene gyter på norskekysten om våren, silda på Vestlandet og lodda i Nordnorge. Dette betyr at den biomasse de akkumulerer i beiteperioden om sommeren transporteres hver vinter inn til norskekysten. Og det er betydelige kvanta fisk det her dreier seg om. Produksjonen er variabel men i en normalsituasjon produserer hver av bestandene om lag 5 millioner tonn fisk årlig. 5 millioner tonn tilsvarer vekten av 100 millioner mennesker. Det sier litt om dimensjonen i våre fiskeresurser og forklarer hvorfor norskekysten fra Vestlandet til Finnmark er et av verdens rikeste fiskefelt. Sild og lodde er således nøkkelbestander i økosystemet, og det er tilstanden i disse to bestandene som i stor grad bestemmer vekst, tilgjengelighet og utbytte av alle fisk etende dyr på norskekysten. Det sier seg selv at en forvaltnings modell for torsk som ikke har disse grunnleggende fakta i bunn vil ha liten pålitelighet.

Litt biologi og økologi

Figur 2 viser utbredelsen og vandringene til områdets viktigste fiskebestander. Den voksne silda beiter langs polarfronten i Norskehavet og gyter på kysten av Vestlandet om våren. Den blir kjønnsmoden i alderen 4-6 år, avhengig av veksten, og har lang levetid, over 20 år. Sildeyngelen klekkes i kyststrømmen og driver nordover og inn i den sentrale og sørlige delen av Barentshavet hvor den vokser opp. Der oppholder den seg i 3 til 4 år før den vandrer ut og tilbake til Norskehavet og Vestlandet hvor den egentlig hører hjemme. Og det er betydelige kvanta den tar med seg 'hjem'. Da 1983-årsklassen vandret ut fra Barentshavet sommeren 1986, tok den med seg nærmere 2 mill. tonn 'feitsild' i størrelse 20 til 30 cm. Silda bringer således store verdier ut av Barentshavet, en typisk "søring" med andre ord

I Norskehavet har vi også en stor bestand av kolmule som lever av krill og større planktoniske dyr. Kolmula gyter imidlertid på sokkelen vest av De britiske øyer, og transporterer derved biomasse fra Norskehavet til EU-sonen. Her fiskes den av oss, mot avgift.

I Nordnorge spiller lodda en liknende rolle for fiske som silda på Vestlandet. Men livsmønsteret til lodda er annerledes. Lodda beiter på den rike planktonproduksjon i den marginale issonen om sommeren og gyter på bunnen langs kysten fra Troms til Murmansk om våren. Når loddeyngelen klekkes driver den med strømmen nord og vest over og havner langs iskanten etter et år. Den blir kjønnsmoden etter 3 til 5 år og begynner da vandringen mot kysten for å gyte og under denne vandringen blir den tilgjengelig som mat for torsken. Dette blir derfor en farefull ferd hvor få rekker frem og så og si ingen vender tilbake. Det medfører at lodda blir engangsgyter med kort levetid, og dette har avgjørende betydning i forvaltning sammenheng. Det betyr at sterke lodde årsklasser kun gir stort utbytte over få år og enda viktigere, får lodda dårlig rekruttering i mer enn tre påfølgende år kolliderer loddebestanden. Da blir det meste av biomasseproduksjonen i systemet utilgjengelig som fangstbar fisk. Dette rammer særlig torsken som er den største naturlige predatoren i området.

Torsk og sei er de største predator bestandene i systemet, seien i Norskehavet og torsken i Barentshavet. Torsken gyter i Lofoten om våren og beiter på fisk og skalldyr i den sørlige del av Barentshavet. Den viktigste næring er gytemoden lodde tilgjengelig om vinteren og våren. Den blir kjønnsmoden i alderen 5-8 år, avhengig av veksten som igjen er avhengig av tilgangen på lodde. Den har lang levetid, over 20 år. Sei og torsk eter sild og lodde, og en flerbstands forvaltning forutsetter at vi kjenner disse sammenhengene, og kan tallfeste dem i en flerbstands modell.

Hvem spiser hvem?

Beiteeffekt og konkurranse bestandene imellom er viktige faktorer som bestemmer de ulike bestandenes tallrikhet og tilgjengelighet. Siden 1984 har Havforskningsinstituttet studert torskens mageinnhold i Barentshavet og beregnet hvor mye den eter av ulike arter hvert år. På grunnlag av dette materiale kan beite effekten på lodda skisseres som vist i figur 3. Lodda beiter som nevnt i den marginale is sonen, og dens gytevandring sørover begynner ved årets begynnelse. På vandringen mot kysten møter den torsken. Ikke gytemoden torsk, for den er på vei til Lofoten for å gyte, men den umodne del av torskebestanden. Og er ungtorsken tallrik, så blir beitepresset på lodda tilsvarende stort. Når loddebestanden er stor og ungtorsk bestanden tallrik, som i midten av 1990-årene kan det årlige konsumet av lodde bli over 3 millioner tonn, mens konsumet kan synke til under en halv millioner tonn når loddebestanden er liten. Da sulter torsken, veksten stagnerer og kjønnsmodningen blir forsinket. Som vi senere skal se har mangel på kunnskap om disse forhold, eller rettere sakt mangel på modellverktøy til å bruke denne kunnskapen, ført til store feil i prognosene for torskebestanden i 1990-årene.

Vi har ikke et tilsvarende mageprøve program for seien og derfor vet vi lite om hvordan denne påvirker utviklingen i sildebestanden. Det er beklagelig, fordi vi vet at sei bestanden har vokst betydelig etter at sildebestanden ble bygget opp igjen og seien har utvilsomt stor effekt på dødeligheten i sildebestanden.

Den viktigste bestands interaksjonen som påvirker utbyttet av fisket i Barentshavet er imidlertid interaksjonen mellom sild og lodde (fig. 3). Som nevnt tidligere er sørlige del av Barentshavet oppvekstområde for ungsild i alderen 0 til 3-4 år. Silda er en effektiv plankton eter, som også eter fiskelarver. Det siste går hardest utover lodda som har sine gytefelt like i nærheten av ungsildas beitefelt. Lodda gyter og dør etter 3- 5 år og dette medfører at når silda får sterke års klasser, som blokkerer for lodderekuttering i 3-4 år, kollapser loddebestanden. Da blir ikke planktonproduksjonen i den marginale is sone tilgjengelig for verken torsken eller andre fisk etende dyreslag i området. Interaksjonen skaper et brudd i næringskjeden, et brudd som går mest utover torsken som er den største predator i området. Torsken sulter og blir ikke kjønnsmoden og vi kan nå med stor sikkerhet si at denne interaksjonen mellom sild og lodde er hovedårsaken til at torsk fisket på Norskekysten og spesielt i Lofoten, er så variabelt.

Dette er de viktigste elementene i strukturen i økosystemet som de store bestandene har tilpasset seg. Dynamikken eller forandringene i systemet styres av fysiske forandringer i miljøet.

Havklima og bestandsutvikling.

Forandringene i havklimaet er sannsynligvis bestemt av styrken av Atlanterhavstrømmen. Når Atlanterhavsstrømmen er kraftig og temperaturen i Barentshavet stiger over et visst nivå, får sild og torsk ofte sterke års klasser. Figur 4 viser målt temperatur i Barentshavet siden begynnelsen av forrige århundre. Figuren viser at temperaturen svinger periodisk slik at det går 8 til 12 år mellom hver gode rekrutteringsperiode. Siden 1950 har det vært 5 slike gode rekrutteringsperioder, de siste var i 1991-92 og 2001-2002

For å illustrere hvordan havklima og bestands interaksjonene virker sammen, kan vi bruke 90-årene som eksempel. I begynnelsen av 90-årene var loddebestanden høyproduktiv. Lite lodde og en tallrike torskebestand i midten av 80-årene skapte ubalanse i systemet og medførte massedød av fisk, fugl og marine pattedyr og omtales som økokatastrofen i Barentshavet.. Reduserte predator bestander medførte imidlertid ideelle forhold for gjenvekst i loddebestanden, og 1989 års klassen lodde ble ekstremt sterk, skjønt om den kom fra en liten foreldre bestand. Da så klimaet forandret seg i 1991-1992, og sild og torsk fikk sterke årsklasser, ble det ideelle vekstforhold både for sild og torsk.

De sterke silde års klassene reduserte imidlertid rekrutteringen til loddebestanden etter 1992, og loddebestanden kollapset i 1995. Da forlot også silda Barentshavet, og det ble igjen smalhans for torsken. Veksten ble mindre, torsken fikk forsinket kjønns modningen og gytebestanden ble redusert. Kollaps i økosystemet ble det imidlertid ikke fordi silde bestanden var nå fullt oppbygget, og ikke minst, loddefisket ble stoppet i tide.

Da silda vandret ut åpnet den for nyrekruttering til loddebestanden. Denne var da ekstremt liten, men de store fangstene av torsk i årene 1994-1998 og høy kannibalisme på småtorsk etter 1993 reduserte beitepresset på gytelodda og bidro til rimelig god gjenvekst i loddebestanden. Dette forbedret mattilbudet til torsken betydelig, og gytebestanden av torsk begynte igjen å vokse. Det vi ser er at torskebestandens vekst og fall synes å være mer avhengig av tilstanden i bestandene av sild og lodde enn av egen tallrikhet.

Kannibalisme hos torsk

Historien viser at problemene i torskefisket oppstår når ungtorskbestanden blir for tallrik i forhold til tilgangen på byttedyr. Det var det som skjedde i midten av 1980- årene og som førte til en økologisk krise i Barentshavet vi ikke har sett maken til. I en rovdyrbestand er det vanlig at mattilbudet er den begrensende faktor for veksten i bestanden, ikke rekrutteringen, og blir rekrutteringen for stor i forhold til tilgang på byttedyr reduseres problemet ved kannibalisme. Det gjør også torsken.

Rekrutteringen til torskebestanden er som nevnt nært knyttet til temperaturen i Barentshavet. Den økte temporært i 1994-1995 (figur 4) og torsken fikk da relativt sterke års klasser. Det økte tallrikheten i ungtorsk bestanden betydelig, i en tid da loddebestanden var liten og silda

var i ferd med å forlate Barentshavet. Det oppstod da et alvorlig 'overbefolkningsproblem' for torskebestanden, som kunne ha blitt en trussel mot rekrutteringen til loddebestanden og dermed mattilgangen til senere generasjoner av torsk, dersom disse års klassene hadde overlevd. Problemet løste imidlertid torskebestanden selv ved å ete opp eget avkom. Beregninger av torskens konsum viser at i årene 1993 til 1998 at torsken opp mer enn 2 mill. tonn småtorsk, og vi kan lett forestille oss hvilke muligheter til vekst loddebestanden ville ha hatt i årene etter 1995 dersom disse års klassene hadde overlevd. Da ville vi neppe ha fått noe lodde innsig til Finnmark kysten i 2000 og senere, men sittet igjen med en tallrik torskebestand som hadde lite å leve av. Det var en slik situasjon som førte til den økologiske krisen som rammet torskebestanden og de andre fiske etende bestandene i Barentshavet i midten av 1980-årene. Da fisket vi opp lodda men sparte på torsken, og det gikk som kjent skikkelig galt.

Torsken bruker således kannibalisme som et middel til å tilpasse seg de periodiske vekslingene i mattilbudet, slik som andre rovdyr ofte gjør.

Systemets dynamikk

Generelt kan vi si at systemet virker slik at periodiske svingninger i Atlanterhavstrømmen gir varme perioder og god rekruttering for sild og torsk med om lag 10 års mellomrom. De sterke sildeårsklassene reduserer rekrutteringen til loddebestanden så sterkt at den kollapser etter 3 til 4 år. Da er ungtorsk bestanden (3- og 4-åringer) særdeles tallrik. Samtidig vandrer silda ut av Barentshavet og torskebestanden mister således sine to viktigste byttedyr samtidig. Da blir det 'smalhans' for torsken og får den tilskudd av nye rekrutterer i denne situasjonen blir de spist opp av eldre torsk. Slik reduserer den egen tallrikhet når mattilgangen er liten samtidig som de minste gir et kjærkommet tilskudd til et ellers magert kosthold hos de eldre generasjonene. Det viktigste er imidlertid at tallrikheten av ungtorskbestanden blir redusert, for nå har silda forlatt Barentshavet og område er igjen åpent for at lodde larvene kan overleve. Da gjelder det at ikke beitepresset på en ekstremt liten loddebestand blir for stor. For da kan lodda få problemer med å ta seg opp igjen i løpet av de 5-6 årene den har til rådighet fra en sterk sildeårsklasse forlater Barentshavet til det rekrutteres en ny. Og det vil få alvorlige følger for kommende generasjoner av torsk. Og siden lodda er den eneste planktoneteren som kan omforme den rike planktonproduksjonen i den marginale issone til fangstbar fisk, betyr dette at loddas rekrutterings problem gjør økologien i området til et ytterst sårbart system.

Forvaltning

Fiskebestandene i våre farvann har vært regulert med årlige fiskekvoter siden slutten av 1970-årene. Kvotene bestemmes etter råd fra en komité (ACFM) under det internasjonale havforskerråd (ICES). I den første tiden ga ACFM råd med det siktemål (referansepunkt) å oppnå maksimalt vedvarende utbytte av en bestand, så som maksimalt vedvarende utbytte (MSY), maksimal og optimal fiskedødelighet (F_{max} , F_{opt}). I disse beregningene antok en at rekrutteringen var uavhengig av gytebestander over en viss størrelse. Som grunnlag for rådene har ACFM brukt såkalte VPA-modeller som beskriver fangst- og bestandshistorien for hver enkelt bestand. Modellene kan under bestemte forutsetninger fremskrives i tid og tjene som bestands prognoser i forhold til fangstkvoter. Etter sammenbruddet i økosystemet i Barentshavet i 1980-årene innså man at enbestands modellene ikke kunne brukes som grunnlag for langtidsprognoser og beregning av tilsvarende langtids utbytte, og

flerbestandsforskning og flerbestands modellering ble høyt prioriterte forsknings områder innen ICES. I mellom tiden har ACFM forandret referansepunktene for sine råd, til kun å gjelde fangstens betydning med tanke på å verne gytebestanden. Til det trenger en bare en prognose for bestands utviklingen i to år. Man gir opsjoner for neste års fangst og beregner hvilken gytebestand det vil gi året etter. Så har man satt en nedre grense for gytebestanden størrelse og sier at fiskes bestanden ned til under den grensen er bestanden utenfor sikre biologiske grenser. ACFM gir således ikke lenger råd om hvordan en bestand bør beskattes for å få høyt utbytte, men hvordan den ikke bør beskattes for å verne gytebestanden. Rådene er derfor lite anvendelige for næringen som ønsker størst mulig langtids utbytte, men brukes av miljøorganisasjonene for alt de er verd.

Som bilag til siste ICES arbeidsgruppe rapport for torsk har Henrik Sparholt (quality of ACFM advice) publisert en analyse av kvaliteten av ACFM's prognoser som er brukt som grunnlag for rådene i 1990-årene, og i figur 5 har jeg fremstilt grafisk de viktigste resultatene for torsk. De 3 siste års prognoser har jeg tatt fra ACFM rapportene, forutsatt en årlig fangst på om lag 400.000 tonn. Prognosen for gytebestanden et år(1992) er beregnet to år tidligere(1990) og angir den gytebestand en antar å få ved en gitt fangst neste år(1991). Når en slik beregning foretaes med en enbestandsmodell, antar man vanligvis at vekst og kjønnsmodning de to kommende år (1990-1992) blir lik observert vekst og kjønnsmodning de to foregående år(1988-1990). Den tilsvarende beregnede bestand er arbeidsgruppens beregninger i 2001, hvor man nå kjenner vekst og kjønnsmodning i de årene det gjelder. Figuren viser til dels store sprik mellom prognose og virkelighet, spesielt i begynnelse av 1990-årene og i midten. Og avvikene går i motsatt retning, i første del undervurderes bestandsutviklingen, i siste del overestimeres den dramatisk. Og grunnen er åpenbar sett i lys av det flerbestands konsept vi nå har vært gjennom. I årene før 1990 var torskebestanden tallrik men hadde lite å leve av for lodda hadde vært borte i flere år og var så vidt begynt å ta seg opp igjen. Veksten hos torsk hadde derfor vært ekstremt liten. Når denne ble brukt til å fremskrive gytebestanden i begynnelsen av 1990-årene, da lodda kom tilbake, måtte gytebestanden bli betydelig under estimert. Feilberegningen reduseres etter hvert som effekten av lodda blir synlig i torskebestanden og utjevnes etter to år. Så føller en periode på 4 år hvor der er rimelig god overensstemmelse mellom prognose og senere beregnet bestand. Dette fordi det i denne perioden er overskudd av sild og lodde og torskeveksten holder seg høy og stabil. I 1990-92 rekrutteres sterke års klasser av sild og torsk. Det medførte at loddebestanden kollapset i 1995, samtidig som ungsilda forlot Barentshavet. Prognosen for 1998, som ble utarbeidet i 1996 forutsatte at den høye veksten før 1996 ville fortsette, og det betydde at års klassene fra begynnelsen av 1990- årene ville bli kjønnsmodne i 1998. Det ble de ikke fordi i 1996-1998 fikk vi en tallrik torskebestand som hadde lite å leve av og derfor liten vekst og forsinket kjønnsmodning. I stede for en forventet dobling av gytebestanden fra 1997 til 1998, ble virkeligheten til en nedgang i gytebestanden til henimot en halvering. Men også nå jevner forskjellen mellom prognose og virkelighet seg ut etter hvert som den reduserte veksten blir synbar i torskebestanden. Når det gjelder prognosene for 2003-2004 er det sannsynlig at disse vil holde, fordi mattilgangen for torsk neppe vil forandre seg vesentlig de to kommende år.

De fiskerimesseige konsekvensene av dette ble at i begynnelsen av 1990-årene ble kvotene satt betydelig lavere enn det det var grunnlag for, mens kvotene i 1997-1998 ble satt høyere. Det fikk alvorlige konsekvenser for torskefisket i Nordnorge i årene 1990-1993, og vi kunne ha fått en lignende situasjon ved 2000 års skiftet dersom den Norsk-Russiske Fiskerikommisjon hadde fulgt ACFM' råd. Som kjent bestemte Kommisjonen å sette en fast årlig torskekvote for 2000-2002 som var betydelig større enn det ACFM definerte som

forsvarlig (innenfor sikre biologiske grenser). I midten av perioden ble kvotene satt mye høyere enn det ACFM' kriteriene skulle tilsi, men det forholdet vil jeg komme tilbake til.

Det er viktig å få belyst at en enbestands modell for torsk, i visse situasjoner, kan gi dramatiske feil i bestandsvurderingen også i en to-års prognose Dette fordi forholde mellom beite- og byttedyr i Barentshavet skifter så raskt. Det vil si at dersom ACFM også i fremtiden vil gi råd som har som mål å verne gytebestanden må de i visse perioder legge inn flerbestands betraktninger i sitt modell verktøy. Ellers kan rådene bli mer villedende enn veiledende for næringen.

Så litt om definisjonen 'innenfor/utenfor sikre biologiske grenser' Mange oppfatter dette som om at dersom bestanden er utenfor sikre biologiske grenser er torsken en truet bestand. Torske bestanden i 1998-99 demonstrerer at dette er en helt urimelig tolkning av kriteriet. I de årene var gytebestanden betydelig mindre enn 500.000 tonn og således utenfor de sikre grenser. Mens tallrikheten i den umodne bestand var høy nok til å få ny vekst i gytebestanden 3 år senere, og det til tross for at kvotene ble satt mye høyere enn hva kriteriet for forsvarlig beskatning skulle tilsi. Dette illustrere at gytebestanden alene er et lite dekkende kriterium for den biologiske tilstanden for bestanden. En medvirkene årsak til dette er at grensen for minimum gytebestand på 500 000 tonn er satt altfor høyt, noe figur 6 klart viser. I siste rapport sies det imidlertid at denne grensen nå kan bli nedjustert, og det kan rette opp mye. Settes den for eksempel til 200.000 tonn, som er rimelig i henhold til figur 6, vil det si at torskebestanden i hele etterkrigs perioden har vært beskattet innenfor sikre biologiske grenser. Fjorårets rekrutteringstall for torsk tilsier at det er en riktig vurdering. Men hvorvidt torskebestanden har vært rasjonelt beskattet med hensyn på et optimalt utbytte i disse årene, det sier rådene fra ACFM ingenting om. For skal en kunne regne på slike spørsmål, må en ha et modellverktøy som med en rimelig grad av pålitelighet kan fremskrive torskebestanden over en generasjon, - minst. Det er en slik modell jeg har utviklet, med basis i det biologiske konseptet som er skissert her, og med teknisk assistanse fra Norsk Regnesentral.

Dette er en simuleringsmodell hvor modellens pålitelighet måles ut fra hvor godt den gjensker fortiden. Den inkluderer sild, lodde og torsk og er tilpasset utviklingen i bestandene i årene 1982-1997. Den inkluderer to klimaperioder med vidt forskjellige rekruttering og vekstforhold for bestandene. Modellen er ennå på et tidlig utvikling stadium, men som figur 7 viser er modelltilpasningen til målte data rimelig god. Det vil føre for langt å gå nærmere inn på hvordan modellen er bygget opp og hvilke beskatnings problemer den kan belyse, men jeg vil trekke frem et resultat som jeg allerede har berørt og som er knyttet til overestimeringen av gytebestanden av torsk i 1998-1999. Dette medførte høye torskekvoter i 1997-1999, og det er blitt hevdet at disse høye fangstene overbeskattet bestanden frem til 2000-års skifte. Denne hypotesen kan etterprøves med modellen og resultatet av en slik test er vist i figurene 8 og 9. I testen har en satt en øvre grense på torskefangstene i 90-årene på 600 000 tonn, og på sild en øvre grense på 1.2 mill. tonn etter 1998, Ellers er alle andre parametre holt uforandret. Simuleringen er kjørt fremover i tid til 2022 med og uten grenseverdier på fangsten og ved å anta at de varme periodene med god rekruttering av sild og torsk opptrer med 9 års mellomrom.

Ser vi først på utviklingen i bestandene ville en reduksjon i torskefangstene til 600.000 tonn i årene 1996-98 ha ført til en større torskebestand frem til dagens situasjon. Men bestanden ville være i nedgang, i motsetning til en økende torskebestand slik vi har i dag, og nedgangen ville fortsette til et minimum i 2005. Grunnen ser vi av utviklingen i loddebestanden. En større torskebestand ville redusere loddebestanden til henimot det halve av det den er i dag og

det ville bety at veksten i torskebestanden ville fortsette å synke. En større torskebestand vil også ha negativ effekt på silda, men betydelig mindre enn på lodda.

Ser vi på utbyttet, kunne reduksjonen i torskefangstene i 1996-1998 gitt grunnlag for en årlig fangst på 600.000 frem til og med foregående år, men frem til 2005 ville vi ha blitt nødt til å redusere torskefangstene betydelig. Dette fordi en sterkt redusert loddebestand ikke ville gi tilstrekkelig vekst i torskebestanden til å opprettholde et årlig utbytte på 600 000 tonn.

For å kunne studere langtidsvirkningen på utbyttet er modellen blitt kjørt 20 år fremover i tid og det midlere utbytte for hele perioden regnet ut. Det viser (linjen parallell med x-aksen) at med en strategi med faste kvoter, som reduserer fiskedødeligheten når bestanden er tallrik og omvent, så vil langtidsutbytte av alle de tre bestandene gå ned samtidig som den naturlige vekslingen mellom beite og byttedyr, på fagspråket kalt Lotka-Volterra sammenhengen, forrykkes. Dette fordi at faste årlige torskekvoter ikke er forenelig med dynamikken i systemet.

Det er ennå mange usikkerheter heftet ved parametriseringen av modellen og tallene som eksempelet viser må tolkes deretter. Men det biologiske konseptet er rimelig pålitelig, ellers ville man ikke fått den overensstemmelse mellom modell og data som figur 7 viser. Derfor er det grunn til å anta at modellen tallfester de viktigste dynamiske sammenhengene i systemet. I så fall viser modellen at varierende torskekvoter må vi leve med, dersom vi ønsker størst mulig utbytte av ressursene og størst utbytte får vi ved å fiske mye umoden torsk når bestanden er tallrik. Med andre ord, de høye torskefangstene i 1996-1998 var gunstige for likevekten mellom beite- og byttedyrene i systemet og vil derfor gi høyere avkastning av alle artene på sikt.

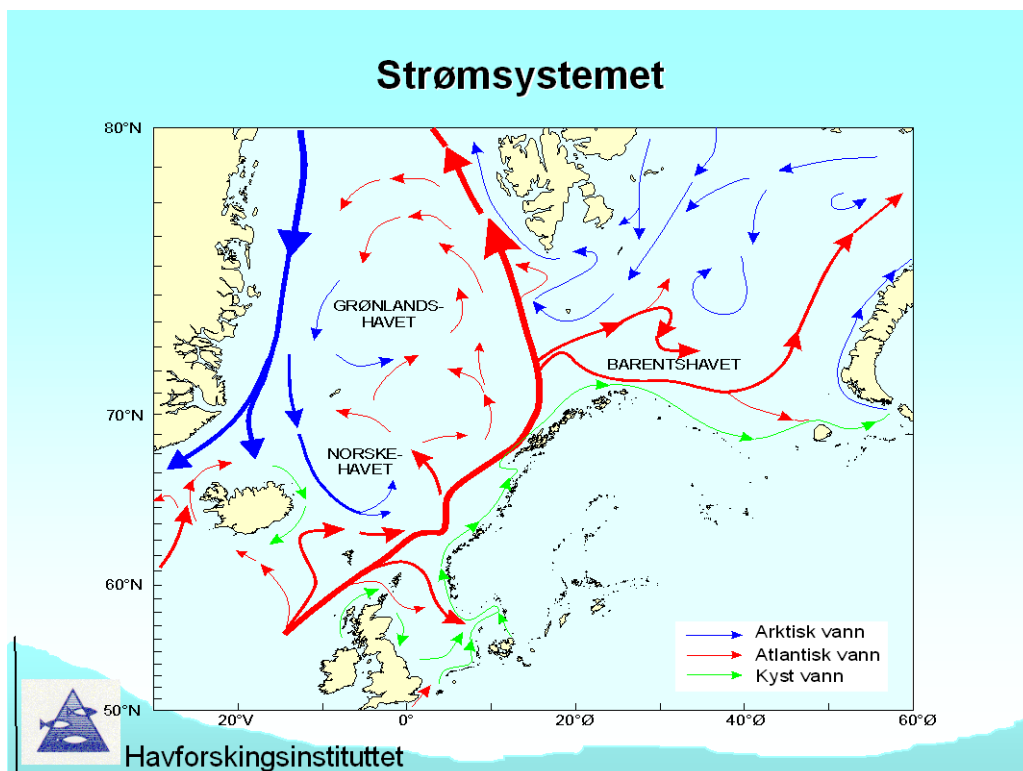
Kongekrabben

Det er en utbredt bekymring blant mange at kongekrabben kan ha negative konsekvenser på miljøet og spesielt dersom krabben vil angripe gytefeltene for lodde. På den andre siden kan kongekrabben bli en viktig økonomisk ressurs for fiskerinæringen. Hvorvidt de miljømessige konsekvensene er så store at krabbens utbredelse videre vestover langs Finnmark kysten bør begrenses, er et spørsmål som snarest bør bli avklart.

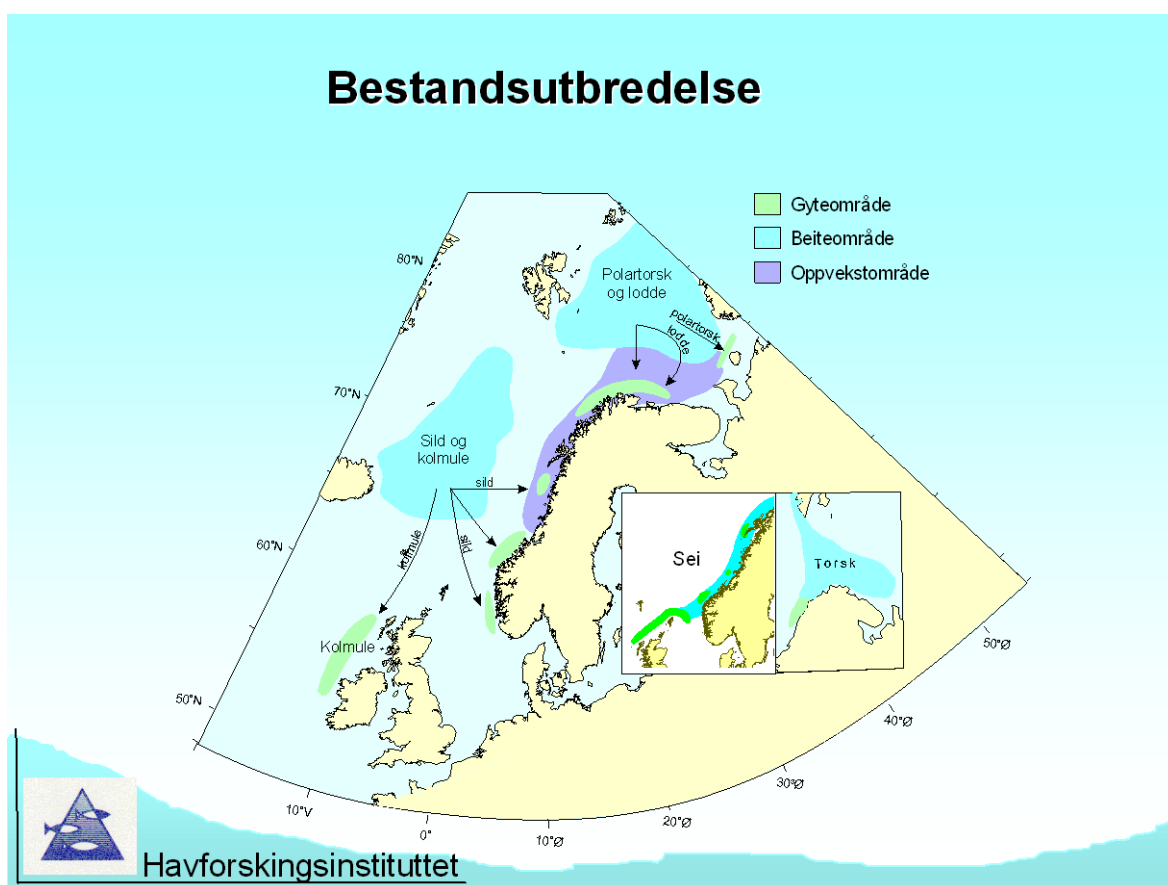
Som nevnt er lodda en nøkkel bestanden i Barentshavets økosystem. Det er den som omsetter det meste av planktonproduksjonen i Barentshavets til fangstbar fisk og den har ingen stedfortreder som kan overta dens funksjon om bestanden blir desimert. Videre er det viktig å merke seg at det er rekrutteringen til loddebestanden som er den begrensende vekst faktor for loddas biomasse produksjon. I 1970- årene da silda var borte og loddeyngelen hadde optimal overlevelse, produserte loddebestanden mer en det dobbelte av hva den gjør i dag. Det vil si at det er mat i overflod, men lodda klarer ikke å holde høy nok rekruttering og tallrikhet til å utnytte plankton produksjonen i Barentshavet maksimalt. Grunnen er som nevnt silda som spiser larvene og torsken som beiter ned gytebestanden. Når loddebestanden er liten, har økosystemet vist seg å være ustabil og en må anta at det er i denne situasjonen at systemet er mest sårbart overfor en ny predatorer som kan redusere lodde rekrutteringen. Det er mot denne bakgrunn vi må vurdere kongekrabbens mulige negative effekt på økosystemet i regionen. Ser vi på målt mengde loddelarver per tusen tonn beregnet gytebestand de siste 20-årene (fig 10) er det ikke grunnlag for å si at kongekrabben til denne tid har hatt noen negativ

virkning på rekrutteringen, men indeksen er et usikkert mål i denne sammenheng, fordi den mangler dekning av russisk sone siden 1997.

Det tar vanligvis 4-6 år mellom en sterk sildeårsklasse forlater Barenshavet til en ny blir rekruttert og dette er tiden loddebestanden har til rådighet for gjenoppbygging. I en slik situasjon kan en relativ liten reduksjon i rekrutterings potensialet , spesielt når bestanden er på et lavmål, forsinke gjenoppbyggingen av gytebestanden betydelig. Det kan få store negative konsekvenser for biomasse produksjonen av lodde og dermed veksten i de bestandene som lever av lodde. Derfor er det særdeles viktig at kongekrabbens eventuelle beite effekt på lodderogn blir overvåket nøye i årene som kommer. For det er hevet over tvil at kongekrabben har potensial i seg til å kunne påføre norsk fiskerinæring uoverskuelige tap.



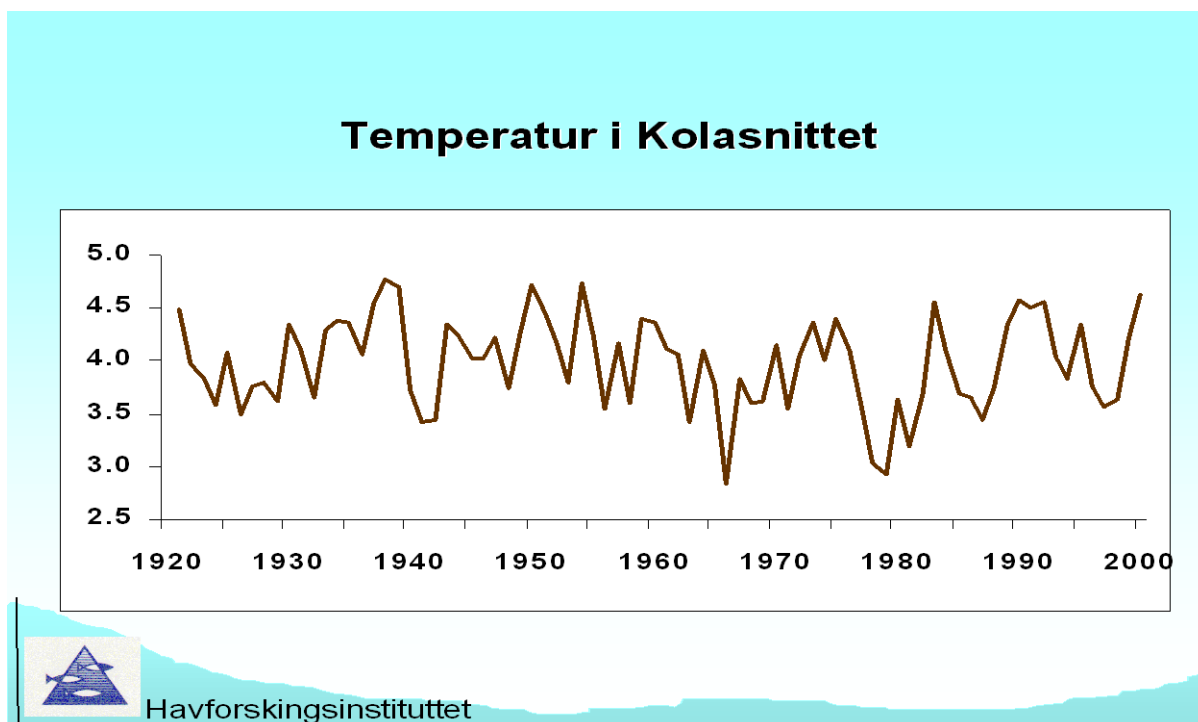
Figur 1. Strømsystemet



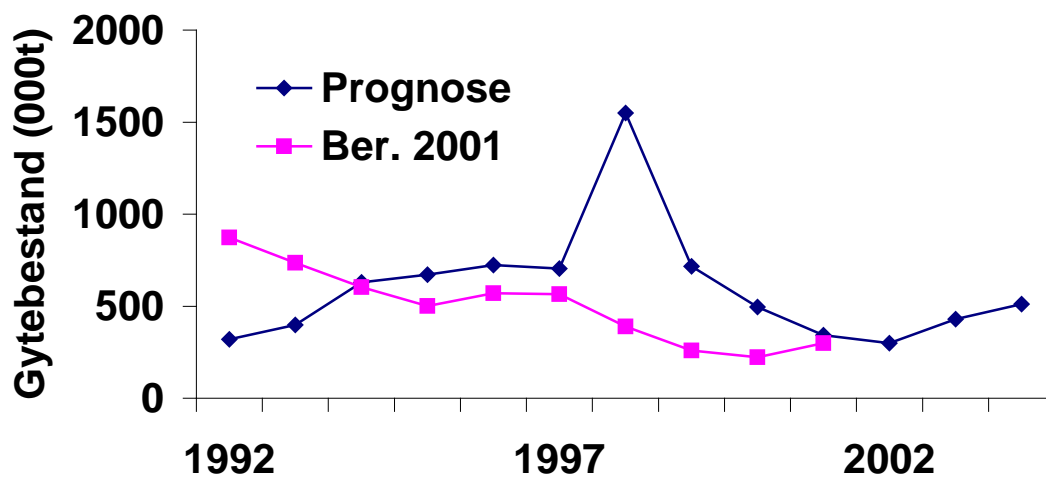
Figur 2. Utbredelse og vandringer (se tekst)



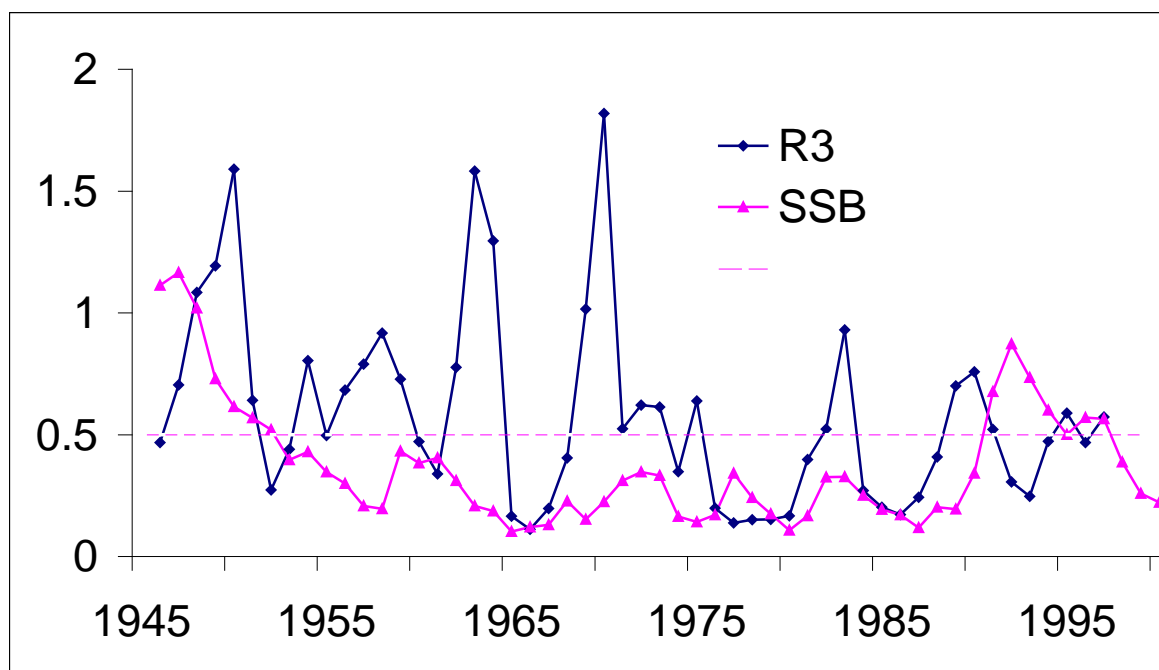
Figur 3. Se tekst



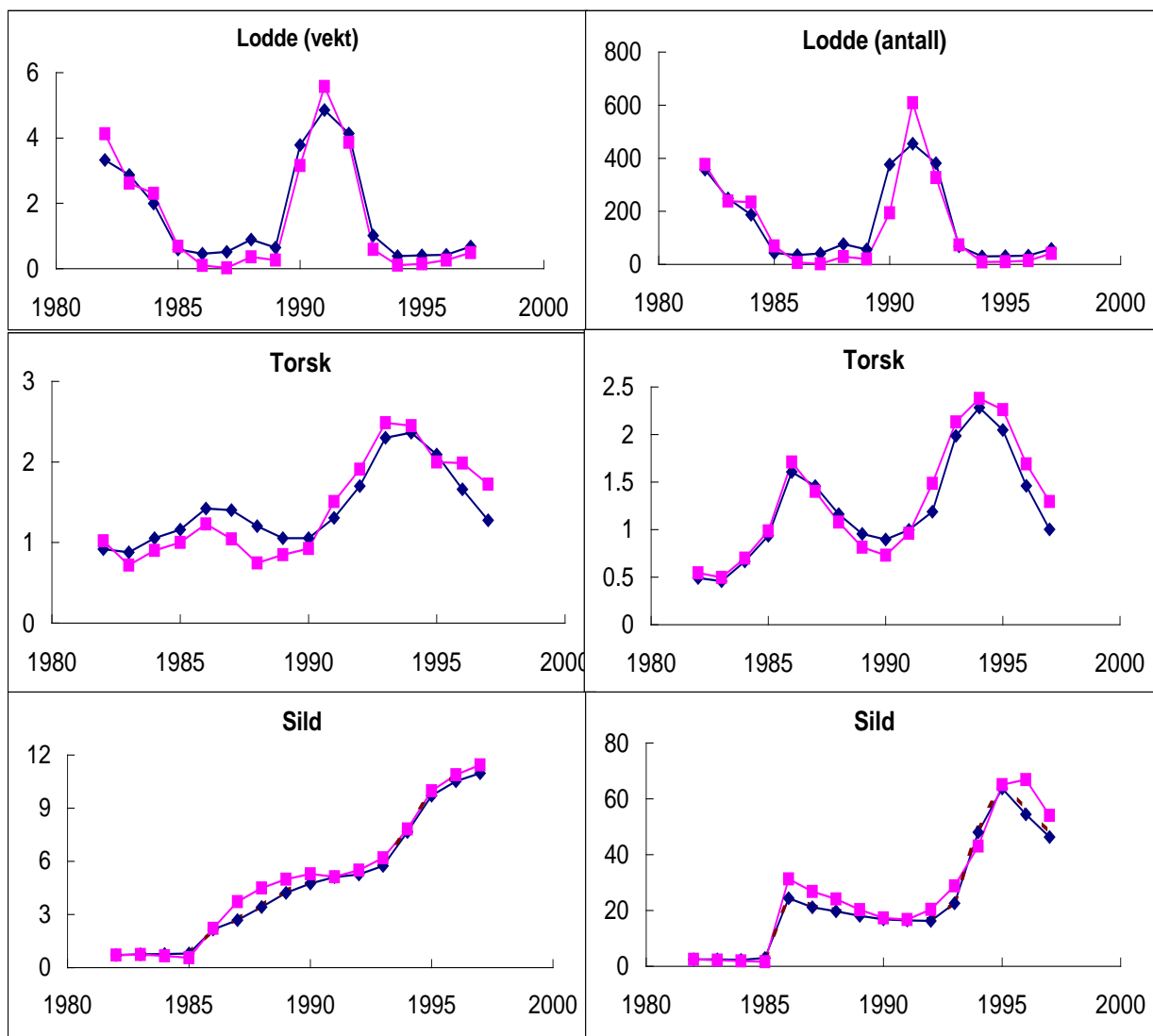
Figur 4. Se tekst



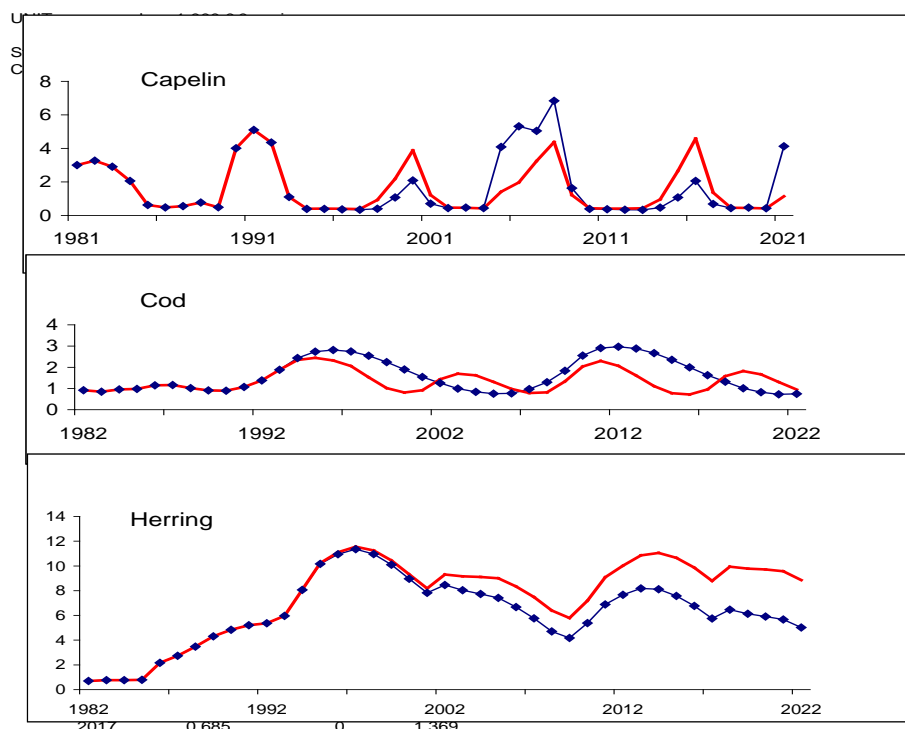
Figur 5. Kvalitetsanalyse av ACFM prognoser. For videre forklaring se tekst.



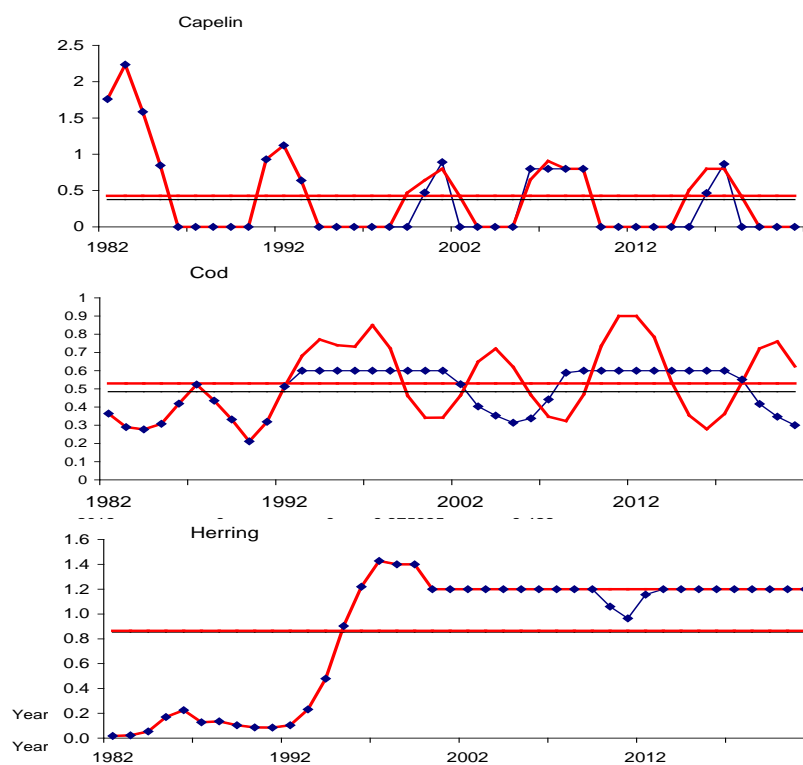
Figur 6. Beregnet gytebestand (mill.tonn) av torsk (SSB) plottet mot beregnet antall rekrutter (milliarde ind) som 3-åringer(R3). Halvstreket linje (---) markerer ACFM's krav til minimum gytebestand for at bestanden skal være innenfor sikre biologiske grenser.



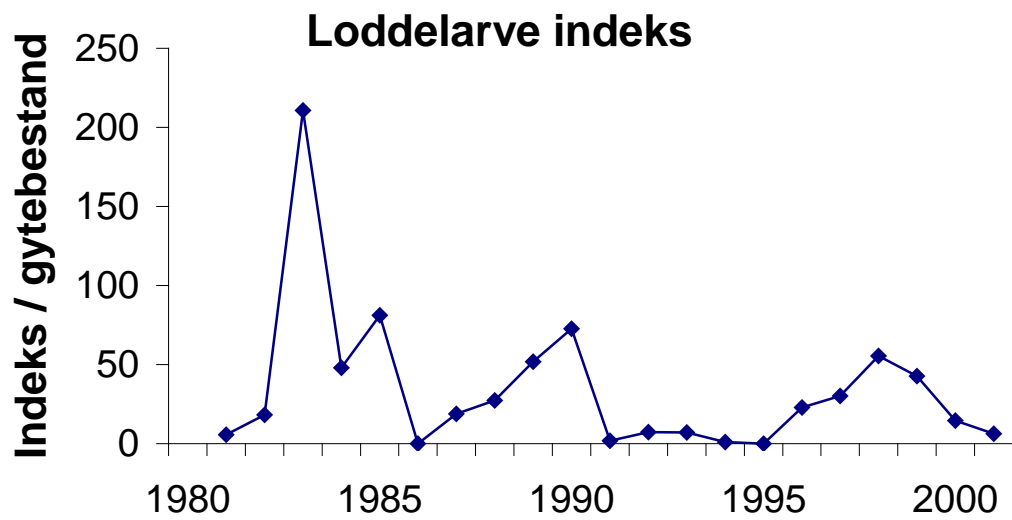
Figur 7. Observert og modellert (svart kurve) bestandsutvikling i vekt(mill.tonn) og antall (milliarder ind.), antall til høyre i figuren.



Figur 8. Modellert bestandsutvikling (mill.tonn) med historisk fangststrategi og alternativ strategi (svart kurve) som forklart i teksten.



Figur9. Årlig utbytte (mill. tonn) ved fangstrategier som i figur 8.



Figur 10. Loddelarve indeks per 1000 tonn beregnet gytebestand ved gyting (1. april).