

Bestands- og prognosemodelle Fleksibest

Av forskar [Kristin Guldbrandsen Frøysa](#), Bunnfiskseksjonen, Senter for Marine Ressurser

Fleksibest er utvikla med spesiell tanke på norsk-arktisk torsk, men er ein generell populasjonsdynamisk modell for fiskebestandar. For å setja Fleksibest inn i ein samanheng vil vi svært kort nemna to hovudtypar verktøy for å bestemma storleiken (i antal og i totalvekt) av ein fiskebestand:

1. Bokhalderi med bestanden, der ein held kontroll med rekrutteringa og tapet pga død (mortalitet). Ein tek utgangspunkt i inneverande år og reknar seg bakover i tid.
2. Modellering av dei biologiske prosessane i bestanden, og dermed modellering av bestanden si utvikling. Biologiske prosessar som død, vekst og kjønnsmodning vert formulerte matematisk, og bestandsutviklinga vert beskriven ved matematiske formlar. Bestanden si utvikling vert simulert framover i tid frå eit valt startår.

Det finst også verktøy som kombinerer trekk frå 1) og 2), men dei vil vi ikkje gå inn på her. XSA, som er eit verktøy av bokhalderi-typen, har til no vorte brukt for norsk-arktisk torsk.

BOKHALDERIMODELLAR

Kva er problematisk?

- Fiskeristatistikken må vera korrekt, då rapporterte fangstar vert rekna for å vera sanne, både når det gjeld fangst i tonn og aldersfordeling i fangsten. Dersom reelt uttak er underrapportert, vil bestandsestimata verta for låge. Dødeligheita kan anten verta underestimert eller overestimert.
- Toktresultata vert brukte som hjelp til å estimera bestandstala i berekningsåret. Estimaten byggjer på ein føresetnad om at forholdet mellom estimert antal fisk i ei aldersgruppe og toktindeksen for den same aldersgruppa er konstant for dei åra som inngår i reknestykket. Variasjonar i vekst, dvs variasjonar i middellengd ved alder, kan lett føra til at denne føresetnaden ikkje er heilt oppfylt, spesielt for aldersgruppene 3-5 år. For desse aldersgruppene vil vekstvariasjonar føra til at ulike andelar vert fiska frå eit år til eit anna, slik at fangstdataene viser eit heilt anna mønster enn dei tilhøyrande toktindeksane. Vektlegginga av fangstdata i høve til vektlegging av toktindeksar og ikkje minst korleis desse vektene vert fordelte i tid innafor perioden det gjeld, har derfor stor betydning for resultatet.
- Modellen kan ikkje brukast til prognose.

Bokhalderimodellar er enkel å forstå

Dei største fordelane med modellen er at hovudprinsippet er enkelt å forstå og at det er få parametrar som går inn og som brukaren må velja. Dermed er det relativt enkelt å læra seg å køyra modellen. Modellen er også mykje brukt, slik at det finst ein god del erfaring med praktisk bruk av modellen i bestandsberekning. Berekningane tek kort tid.

FLEKSIBEST

Fordelar

- Både toktdata og fangstdata vert brukte direkte i modellen. Det går greitt å undersøkje om informasjonen frå dei to datakjeldene er konsistent, eller om kjeldene inneheld motstridande informasjon (t.d. at tokta indikerer høgare

dødeligheit enn fangststatistikken). Det er mogleg å vektleggja informasjon frå berre ei datakjelde om gongen.

- Modellen kan brukast både til å berekna bestanden i dag (og historisk bestand) og til prognose.
- Biologiske prosessar vert modellerte som lengdeavhengige, ikkje aldersavhengige. Dette gjer det enklare å ta omsyn til vekstvariasjonen frå år til år.
- Fleire datakjelder kan takast i bruk i modellen, t.d. klimainformasjon til prognosen.

Ulempar

Modellen er meir komplisert å forstå, spesielt kan det vera vanskeleg for dei som er vane med bokhalderi-modellar å omstilla seg. Modellen har mange parametrar, og brukar kan koma til å tildela nokon feil verdi eller gløyma å tildela verdi. Generelt kan ein seia at modellen krev meir opplæring og kunnskap av brukaren enn bokhalderimodellar. Det kan vera fare for at nokre av dei biologiske prosessane har ei inadekvat matematisk formulering, slik at modellen ikkje gjenspeglar det som verkeleg skjer. Modellen krev inndata på eit meir fint oppløyst format, fordi fangstdata og toktdata skal vera fordelt både på alder og lengde, og ikkje berre på alder som i bokhalderi-metodikken. Dette krev meir omfattande datatilrettelegging, og kan også opna opp for datapunkt basert på få observasjonar. Køyretida er også lengre for denne modellen.

Fleksibest som populasjonsmodell

Fleksibest beskriv kohortane (årsklassane) gjennom matematiske modellar for (lengde)vekst, kjønnsmodning og død (mortalitet). Kjønnsmoden bestand og umoden bestand vert handsama som to separate bestandar, der veksten og mortaliteten er ulik. Fordi dei aller yngste fiskane har svært høg dødeligheit og denne er vanskeleg å estimera, vert fisken rekna som rekruttar når den er 3 år gamal. Den 3 år gamle fisken vert lagt til den umodne bestanden. Det er vanlegvis antalet 3-åringar ein estimerer når ein skal estimera (ny)rekrutteringa til torskbestand.

Dei biologiske prosessane som vert modellerte (formulert matematisk) i Fleksibest er:

1. Lengdevekst. For kvart år vert auken i middellengde for fisk i kvar enkelt lengdegruppe berekna.
2. Dødeligheit (mortalitet). Dødeligheita kan grovt sett delast i to: ein naturleg dødeligheit og ein fiskeridødeligheit (menneskeskapt dødeligheit). I Fleksibest er dei to typene dødeligheit handsama kvar for seg. Den naturlege dødeligheita skuldast t.d. predasjon frå andre artar (fisk, sjøpattedyr og sjøfugl), sjukdom, gytedød og kannibalisme (torsk et torsk). Fleksibest deler naturleg dødeligheit i to delar, ein del som skuldast kannibalisme og som varierer frå år til år og ein del som skuldast alle andre naturlege grunnar og som er fast frå år til år. Fiskeridødeligheita er den mortaliteten som er påført bestanden gjennom fiskeri og som dermed er menneskeskapt.
3. Kjønnsmodning. Fleksibest bereknar kor stor del av den umodne bestanden som vert kjønnsmoden i løpet av eit år. Dette gjev rekrutteringa til den kjønnsmodne bestanden (gytebestanden).

Rekrutteringa (som 3-åringar) vert ikkje bestemt av nokon modell som gjev samanhengen mellom gytebestanden og antal rekruttar. Rekrutteringa vert estimert på bakgrunn av opplysningar frå toktindeksane og fangstane.

Dei biologiske prosessane i 1) til 3) vert modellerte som funksjonar av fisken si lengde. Det betyr at ein reknar med at t.d. naturleg dødeligheit varierer med kor lang fisken er og ikkje med kor gamal den er (slik som i XSA). På den måten vert variasjonen i middellengde ved alder teken inn i modellen på ein konsistent måte. Forholdet mellom

toktindeks og bestand (i antal) vert også berekna ut frå fisken si lengde og ikkje fisken sin alder.

Prosessane lista i 1) til 3) ovanfor bestemmer livsløpet til kohortane og dermed til heile torskebestanden.

Krav til bestandsberekningsverktøy

Ut frå dei vurderingane forskarane gjer av bestanden sin storleik og alderssamansetjing skal forvaltarane setja kvotar og elles regulera fisket på best mogleg måte. Det forvaltarane har brukt som dei viktigaste styringspunkta i forvaltninga av norsk-arktisk torsk er storleiken av gytebestanden (i totalvekt) og gjennomsnittet av fiskeridødeligheita for aldersgruppene 5 til og med 10 år. Dette gjennomsnittet er ofte nemnt som F5-10 og er meint å skulla vera representativt for fiskepresset på torskebestanden. Det er også laga føre-var grenser for gytebestanden og F5-10 .

I alt arbeid som går på å modellera biologiske og fysiske prosessar er det viktig å gjera det godt nok, nøyaktig nok. Ofte vil det vera ei avveging mellom å laga ein svært komplisert modell for å få med flest mogleg effektar og det å laga ein enklare modell som er meir oversiktleg. Val av kompleksitet er både avhengig av kva modellen skal brukast til og kva data som er tilgjengelege til bruk i modellen. Det er liten vits i å laga ein svært kompleks modell dersom ein ikkje har gode nok data til å beskriva dei ulike delmodellane. For bestandsberekningsmodellar som skal brukast til forvaltning av fiskebestandar, er det viktigaste å laga gode estimat på storleiken av bestanden (i totalvekt og antal), storleiken og alderssamansetjinga til gytebestanden, fiskeridødeligheita og den naturlege dødeligheita. Dette er fordi det er desse verdiane forvaltarane brukar når dei skal forvalta bestanden. Det einaste forvaltarane sjølve kan styra, er uttaket av fisk (målt i tonn) og storleiken på den fisken som vert teken ut. Hovudmålet for forvaltninga er at bestanden får teke ut mest mogleg av vekstpotensialet sitt og at fiskarane får ta ut så mykje som mogleg innanfor biologisk forsvarlege rammer. I den samanheng er det viktig å ha gode estimat både på naturleg dødelighet og fiskeridødelighet.

Fleksibest som bestandsbereknings- og forskingsverktøy

Vi meiner Fleksibest gjev minst like gode estimat på dei viktigaste verdiane (totalbestand, gytebestand og fiskeridødelighet) som XSA. Spesielt meiner vi at Fleksibest brukar tilgjengeleg toktinformasjon på ein betre måte, og at verktøyet raskare plukkar opp endringar i bestanden. Fleksibest har vorte køyrt med stor vekt på toktdata eller fangstdata, og viste då at dei ulike datakjeldene inneheldt motstridande informasjon i ein del år. Dersom datakjeldene vert vektlagt like mykje, vil resultatet av bestandsberekningane vera eit kompromiss mellom informasjonen frå dei ulike datakjeldene. Det vanlege er å vektleggja toktdata og fangstdata om lag like mykje når ein skal berekna bestanden.

Fleksibest er godt eigna som forskingsverktøy for å undersøkje effektar av ulike reguleringstiltak. Sidan fiskeridødelighet er modellert som ein funksjon av fisken si lengde, er det mogleg å formulera matematiske likningar for reiskapen sin lengdeseleksjon. Når ein har likningar for reiskapsseleksjonen, kan ein undersøkje effektane på bestandsnivå av å endra reiskapsseleksjonen. Det pågår no arbeid på dette ved Havforskningsinstituttet der ein brukar Fleksibest. Fleksibest kan dermed brukast i arbeidet med å finna optimale beskatningsmønster og eit mest mogleg optimalt uttak. Modellen kan også brukast til å undersøkje forholdet mellom beskatningsmønster og lengdevest, fordi det optimale fiskemønsteret kan vera ulikt alt etter om fisken veks fort eller seint.

Det vert også arbeidd med å vidareutvikla dei matematiske formuleringane av dei biologiske prosessane, med tanke på å finna best mogleg formuleringar. Ein arbeider

også med å finna gode formuleringar av samanhengen mellom gytebestand og rekruttering, m.a. basert på biologisk grunnforskning utført ved Havforskningsinstituttet.

Fleksibest som prognosemodell

Fleksibest vart i april 2001 teken i bruk som prognosemodell i tillegg til den tradisjonelle bestandsberekninga (der ein estimerer bestanden frå eit gjeve startår og til i dag).

Fleksibest er pr. i dag det einaste verktøyet brukt på norsk-arktisk torsk som integrerer bestandsberekning og prognose. Det er fleire fordelar med dette:

- Prognose-antakingane er innbyrdes konsistente. I XSA kan inndata til prognosen nokre gongar vera innbyrdes inkonsistent, m.a. fordi data som er avhengige av kvarandre (som vekt ved alder og beskatningsmønster ved alder) vert gjeve som to uavhengige prognosedatasett. Dermed kan ein koma til å anta noko om ein parameter (t.d. middelvekt ved alder) som ikkje er konsistent med antakingar ein har gjort om andre parametarar (t.d. beskatningsmønster ved alder). I Fleksibest vil ein gje inn ein vekstparameter for kvart år, og deretter vil middelvekt ved alder og beskatningsmønster ved alder automatisk verta justerte av modellen.
- Det er enkelt å sjå effekten av dei ulike antakingane i prognosen, og dermed lett å undersøkje fleire scenarium. På den måten kan ein velja best mogleg strategi for å oppnå målet (t.d. auke i gytebestanden). Det er også greitt å justera prognosen dersom ein føresetnad skulle visa seg å vera feil, t.d. at veksten vart betre enn venta.
- Ein kan reprodusera (heilt eller delvis) ein tidlegare tidsperiode i prognosen. Ein kan t.d. henta vekstdata og rekrutteringsestimat frå år som ein antek vil likna på prognoseperioden. Sidan både assessment og prognose vert køyrt med akkurat same dataprogram, kan ein direkte overføra estimerte verdiar frå tidlegare år til prognoseperioden.

OPPSUMMERING

Slik vi ser det, har Fleksibest eit stort potensial både i bestandsberekning, som forskingsverktøy og til bruk i utforming av forvaltingsstrategiar både for einbestand og fleirbestand. Fleksibest har også eit stort potensiale som bestandsberekningsverktøy for andre artar, spesielt for artar der ein har gode lengdedata, men problem med å aldersbestemma fisken. I kor stor grad Fleksibest vil takast i bruk på andre artar, er eit spørsmål om å setja inn nok forskarressursar.