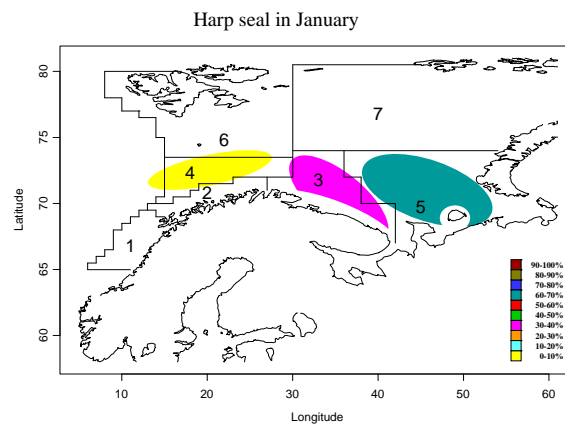


ScenarioC - sluttrapport



Notatnr
Forfatter

SAMBA/13/05
Magne Aldrin
og Tore Schweder

Dato

31. mai 2005

Forfatteren

Magne Aldrin er sjefsforsker ved Norsk Regnesentral. Han er utdannet som sivilingeniør fra linja for teknisk fysikk ved NTH i 1984 innen operasjonsanalyse og statistikk, og har doktorgrad fra Universitetet i Oslo fra 1995 innen statistikk. Han var ansatt ved Papirindustriens Forskningsinstitutt fra 1984 til 1985, og har siden vært ansatt ved Norsk Regnesentral.

Tore Schweder er professor i statistikk ved Økonomisk Institutt, Universitetet i Oslo og har bistilling ved Norsk Regnesentral.

Norsk Regnesentral

Norsk Regnesentral (NR) er en privat, uavhengig stiftelse som utfører oppdragsforskning for bedrifter og det offentlige i det norske og internasjonale markedet. NR ble etablert i 1952 og har kontorer i Informatikkbygningen ved Universitetet i Oslo. NR er et av Europas største miljøer innen anvendt statistikk. Det jobbes med svært mange forskjellige problemstillinger slik som estimering av torskebestanden, finansiell risiko, beskrivelse av geologien i petroleumsreservoarer og overvåking av klimaendringer. NR er også ledende i Norge innen utvalgte deler av informasjons- og kommunikasjonsteknologi. Problemstillinger kan være overvåke inntrengning i datasystemer, e-læring i skole og næringsliv, bruk av datateknologi i markedsanalyser samt anvendelser av multimedia på forskjellige plattformer. NRs visjon er forskningsresultater som brukes og synes.

Tittel**ScenarioC - sluttrapport****Forfatter****Magne Aldrin** <magne.aldrin@nr.no>
og Tore Schweder <tore.schweder@econ.uio.no>

Dato

31. mai 2005

År

2005

Publikasjonsnummer

SAMBA/13/05

Sammendrag

ScenarioC er en flerbestandsmodell som omfatter vågehval, grønlandssel, torsk, lodde og sild i Barentshavet, og hvordan disse samvirker. Modellen er utviklet innen ScenarioC-prosjektet som er utført ved Norsk Regnesentral i perioden 2002-2004 på oppdrag fra Fiskeri- og kystdepartementet. Dette notatet er sluttrapporten fra prosjektet. Notatet gir en oversikt over prosjektets målsetning og resultater, en sammenfatning av modellen og en liste av publikasjoner fra prosjektet.

Emneord

Målgruppe

Tilgjengelighet

Åpen

Prosjekt

Prosjektnummer

Satsningsområde

Antall sider

15

© Copyright

Norsk Regnesentral

Innhold

1	Innledning	7
2	ScenarioC-modellen.	7
3	Resultater fra modellen - scenarier	12
4	Publikasjoner og foredrag fra prosjektet	14

1 Innledning

ScenarioC-prosjektet har vært gjennomført ved Norsk Regnesentral i perioden 2002-2004 på oppdrag fra Fiskeri- og kystdepartementet. Prosjektet er finansiert av midler fra Fiskeri- og kystdepartementet, av Norges Forskningsråd innen det strategiske instituttprogrammet STAR (prosjekt 154079/420), samt av interne midler fra Norsk Regnesentral. Prosjektet har vært en oppfølging av tidligere prosjektet fra 90-tallet finansiert av Norges Forskningsråd. Gudmund Høst var prosjektleder fram til februar 2004, etterfulgt av Magne Aldrin som var prosjektleder fram til prosjektets avslutning. Tore Schweder og Gro Hagen har vært de sentrale prosjektmedarbeiderne i løpet av prosjektet. Prosjektet har vært gjennomført i samarbeid med Bjarte Bogstad og Sigurd Tjelmeland ved Havforskningsinstituttet.

Formålet med prosjektet kan sammenfattes med følgende hoved- og delmål:

Hovedmål:

- Beregne hvilke konsekvenser ulike forvaltningsregimer for vågehval og grønlandssel kan ha på norske fiskerier

Delmål:

- Utvide eksisterende modell til å innbefatte grønlandssel
- Forbedre modellen ved å ta hensyn til nye observasjoner av artene
- Oppdatere metodene benyttet i modellen (bedre samsvar med observasjoner)
- Ta hensyn til usikkerhet i beregningene

Alle delmålene er oppfylt. ScenarioC-modellen har imidlertid vist seg å ikke være tilstrekkelig robust og pålitelig til at den per i dag kan brukes til beregninger av forvaltningsmessig betydning slik det er formulert i hovedmålet.

Videre i rapporten gir vi en kortfattet oversikt over de ulike elementene ScenarioC-modellen, noen eksempler på hvilke typer resultater den gir og en oversikt over publikasjoner fra prosjektet. En overordnet framstilling av modellen og de viktigste ideene finnes i Schweder (2005), mens Hagen og Schweder (2005) gir en detaljert beskrivelse av modellen.

2 ScenarioC-modellen

ScenarioC er en flerbestandsmodell for Barentshavet med hval, sel, torsk, sild og lodde. Ut fra en initialtilstand simulerer modellen hvordan disse artene utvikler

seg og påvirker hverandre framover i tid, med måned som tidsenhet. Viktige elementer i modellen er:

- Hval og sel spiser torsk, sild og lodde
- Torsk spiser småtorsk, sild og lodde
- Sild (i Barentshavet) spiser loddelarver
- Eksterne populasjonsmodeller for sel og hval
- Interne populasjonsmodeller for torsk, sild og lodde
- Fangst og fiske gitt av forvaltningsstrategier

Modellen er en videreutvikling av Scenario Barentshav-modellen, som er en flerbestandsmodell med hval, torsk, sild og lodde. Hovedelementene er beskrevet i Hagen, G., Hatlebakk, E. and Schweder, T. (1998), Schweder T., Hagen G.S. and Hatlebakk E. (1998) og Schweder T., Hagen G.S. and Hatlebakk E. (2000). Detaljene i modellen er derimot lite dokumentert. Scenario Barentshav-modellen blei utvikla på 90-tallet ved Norsk Regnesentral i samarbeid med Havforskningsinstituttet (spesielt Johannes Hamre), og er implementert som et C-program med omkring 25000 programlinjer.

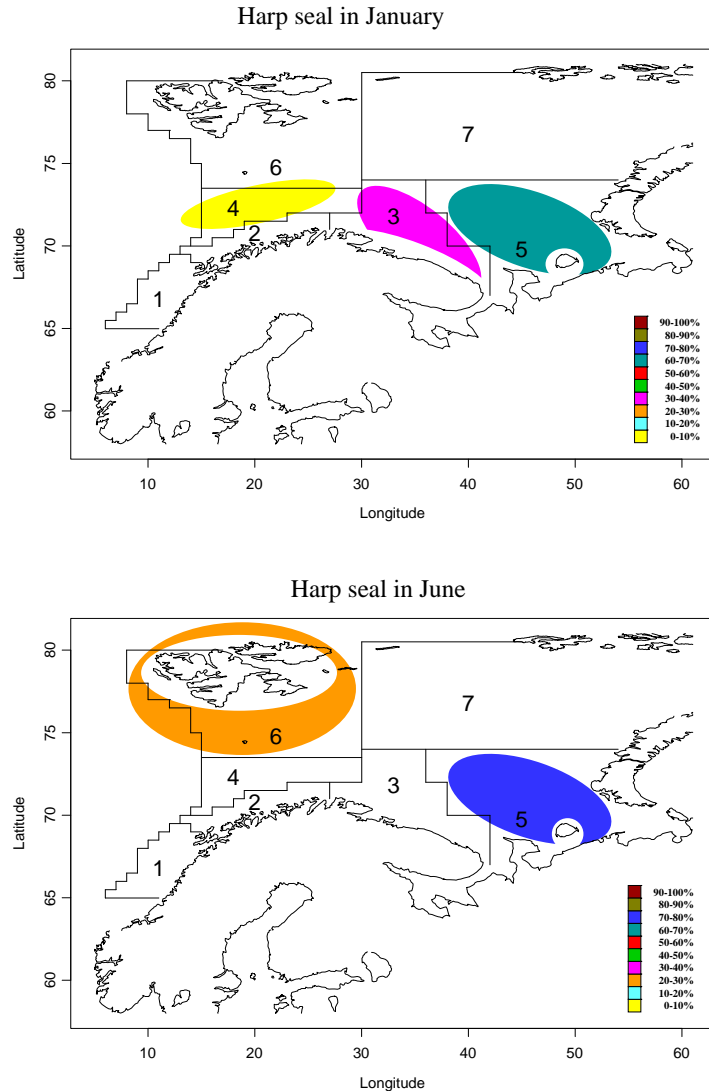
Utvidelsene og forbedringene i ScenarioC-modellen går blant annet ut på: i) grønlandssel inkluderes i modellen, ii) forbedrede predasjonsmodeller for sel, hval og torsk, iii) kannibalisme blant torsk inkluderes, og iv) oppdatering av modellparametre ut fra nyere kunnskap.

ScenarioC-modellen består av følgende moduler, hvor de fleste skisseres kort under.

- Migrasjon - Artene forflytter seg mellom soner i Barentshavet og utafor
- Rekruttering (som ett-åringer)
- Vekst (lengde og vekt)
- Kjønnsmodning
- Dødelighet pga. fiske, gyting (lodde), predasjon og andre årsaker
- Forvaltning - kvotefastsetting - uttak av fangst i henhold til kvote

Migrasjon

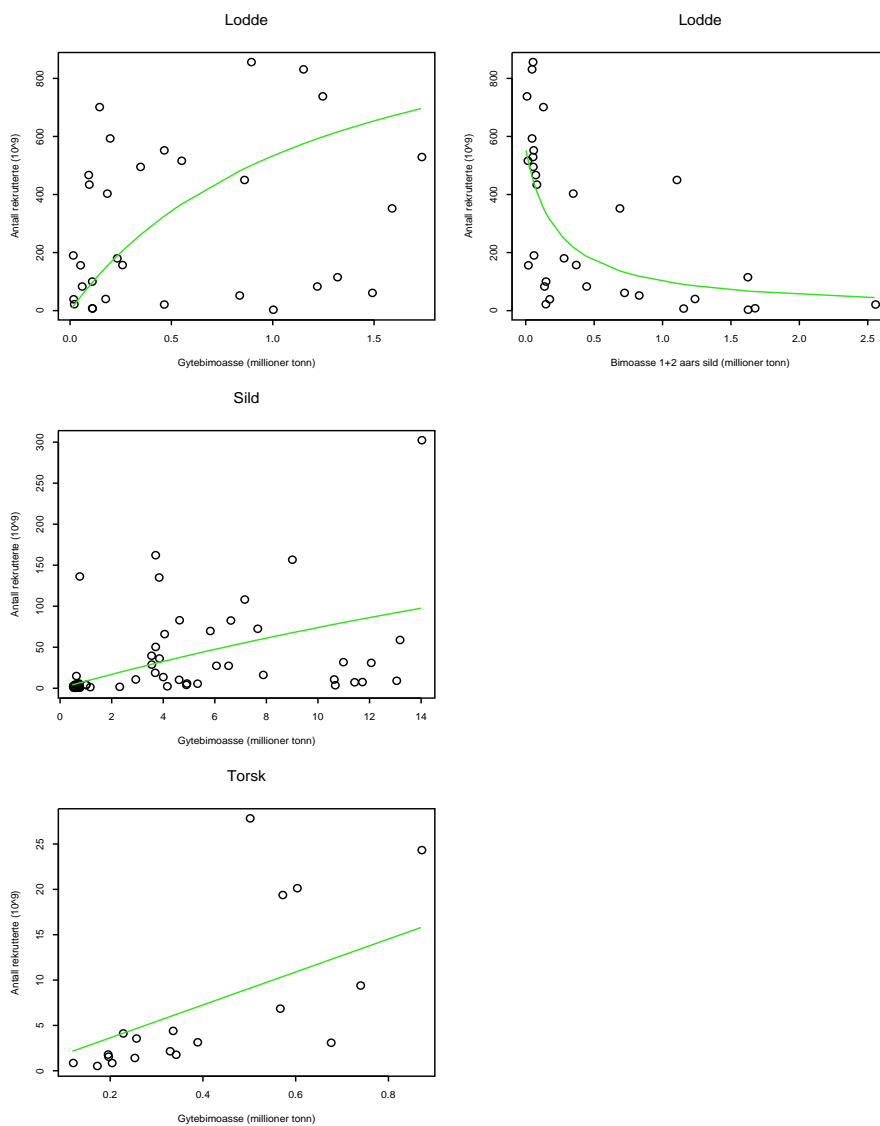
I ScenarioC-modellen forflytter de ulike artene seg mellom ulike regioner av Barentshavet etter gitte matematiske regler. Figur 1 gir et eksempel på hvor grønlandsselen oppholder seg i januar og juni i henhold til modellen.



Figur 1. Lokasjon av grønlandssel i januar og juni.

Rekruttering

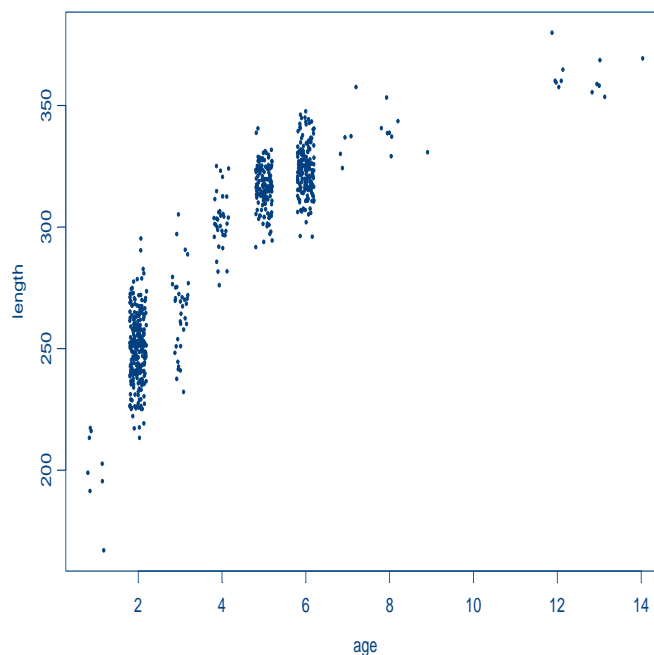
De ulike artene rekrutteres til modellen som ett-åringer. Antall rekrutter er en funksjon av tilgjengelig gytebiomasse. For lodde er antall rekrutter i tillegg en funksjon av mengde sild i Barentshavet, siden sild spiser loddelarver. Utover disse systematiske komponentene inneholder rekrutteringsmodellene en stokastisk komponent. Figur 2 viser rekrutteringsdata og tilpassede funksjoner for lodde, sild og torsk.



Figur 2. Data og tilpassede funksjoner for rekruttering.

Vekst

Modellen inneholder matematiske regler for hvordan artene vokser. Torsk, sild og lodde vokser (i lengde og vekt) hver måned, avhengig av alder og årstid. Vekst for torsk avhenger i tillegg av tilgjengelig mengde av småtorsk, lodde og sild. Figur 3 viser reelle data for sammenheng mellom lengde og data for sild, og modellen inneholder altså mekanismer som skal gi tilsvarende sammenhenger.



Figur 3. Data for sammenheng lengde og alder for sild

Dødelighet

Modellen tar for seg tre typer dødelighet: i) fangstdødelighet, ii) modellert predasjonsdødelighet og iii) ekstra dødelighet.

Hovedhensikten med ScenarioC-modellen er å vurdere ulike forvaltningsstrategier. Dødelighet på grunn av fangst er dermed et sentralt element i modellen. I modellen foregår fiske av torsk, sild og lodde etter forvaltningstrategier (kvotefastsetting) mest mulig like dagens strategier. Fangst av hval skjer med utgangspunkt i dagens forvaltningstrategi (RMP fra IWC), men kan gjøres etter ulike scenarier med høye eller lave kvoter. Fangst av sel skjer etter ulike scenarier med høye eller lave kvoter, slik at bestanden etter hvert stabiliseres på et gitt nivå.

Predasjonsdødelighet skyldes at individer blir spist av andre arter eller av egen art. Hval og sel spiser torsk, sild, lodde og annen mat, mens torsk spiser småtorsk, sild, lodde og annen mat. Viktige delmodeller beskriver energibehovet til de enkelte artene. Andre delmodeller beskriver hver enkelt predators prefer-

anser for ulike byttedyr, avhengig av tilgjengelighet av byttedyrene. Preferansemodellene er estimert ut fra data fra mageprøver.

Ekstra dødelighet inkluderer naturlig dødelighet og predasjon fra andre arter. I modellen varierer ekstra dødelighet med art og alder.

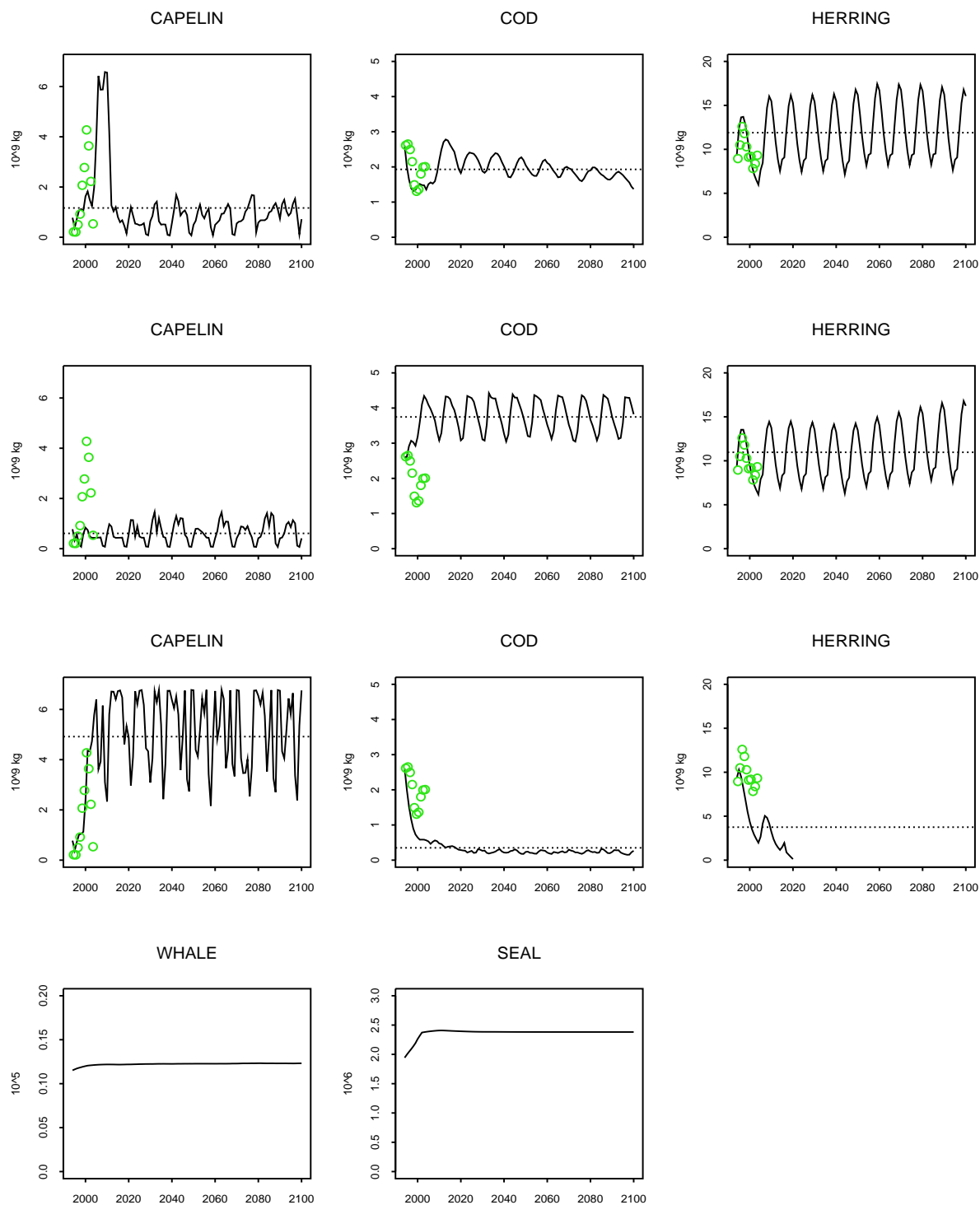
3 Resultater fra modellen - scenarier

Over har vi gitt en kort beskrivelse de viktigste delmodellene i ScenarioC. Hver delmodell inneholder parametre som er tallfestet etter beste evne ut fra tilgjengelig kunnskap. I noen tilfeller er parameterne estimert ut fra data, i andre tilfeller er de hentet fra tilgjengelig litteratur eller de er skjønnsmessig fastsatt av eksperter. Parameterverdiene er naturligvis usikre, og for mange av parameterne er også usikkerheten tallfestet.

Modellen er initiert i henhold til alders- og lengdefordelte data fra 1993, og deretter kjørt framover i tid fram til år 2100. Figur 4 viser bestand av lodde, torsk og sild for tre simuleringer med noe ulike parametersett. Utvikling av hval- og sel-bestandene er den samme i alle tre simuleringene. Bestandsdata for starten av simuleringene fram til i dag er også vist i figuren. Det er dramatiske forskjeller mellom de tre simuleringene. For simuleringa i øvre panel er det et rimelig samsvar mellom observerte data og de simulerte bestandsutviklingene, i alle fall for torsk og sild. For simuleringene i nest øverste panel er den simulerte loddebestanden betydelig lavere enn den observerte, mens den simulerte torskebestanden er betydelig høyere enn den observerte. I tredje øverste panel er det motsatt. Her dør torsken nesten ut, mens silda faktisk dør ut fullstendig.

Av de tre simuleringene virker to to siste urealistiske ut fra de historiske dataene. Innen denne type modellering er det en viss tradisjon for å justere parametre inntil resultatene ser plausible ut, og det er faktisk det vi har gjort for å få fram den første simuleringa. Imidlertid anser vi ikke dette parametersettet for å være mer sannsynlig enn de andre ut fra kunnskapen om de enkelte delmodellene. Vi mener derfor at modellen per i dag ikke er tilstrekkelig godt bestemt til at den kan gi pålitelige resultater. Vi har derfor valgt å ikke kjøre scenarier med ulike strategier for hval- og selfangst.

Vi anser likevel at ScenarioC-modellen inneholder viktige elementer som gir innsikt i samspillet mellom artene, og som er nyttige å ta med i en mekanistisk eller prosessorientert flerbestandsmodell. Ved utvikling av modeller av denne typen anbefaler vi at parameterne estimeres både ut fra data og kunnskap på mikronivå (f. eks. mageprøver) og ved å sammenligne modellkjøringene med data på makronivå (f. eks. bestandsutvikling av ulike arter), og at parameterestimering i størst mulig grad gjøres simultant.



Figur 4. De tre øvre radene viser utvikling av bestand lodde, torsk og sild for ett scenario med 3 forskjellige parametersett. Sirklene viser reelle data. Den nederste raden viser utvikling av hval og sel for samme scenario.

4 Publikasjoner og foredrag fra prosjektet

Publikasjoner:

Hagen, Gro; Høst, Gudmund, Schweder, Tore(2003): Harp Seal in the Scenario-C Model. NR-Notat, SAMBA/26/03.

Zhu, Mian (2003): Minke Whale: A Rational Consumer in the Sea. Hovedoppgave, sosialøkonomisk institutt.

Zhu, Mian; Schweder, Tore; Hagen, Gro (2004): Scenario-C: The cod predation model. NR-notat, SAMBA/09/04.

Hagen, Gro (2005): Scenario C: A program dokumentation. NR-Notat SAMBA/04/05. http://www.nr.no/files/samba/emr/scenario_document.pdf

Aldrin, Magne (2005) Rekrutteringsfunksjoner for sild, torsk og lodde. NR-notat SAMBA/12/05.

Schweder, Tore (2005): The Scenario Barents Sea study, a case of minimal realistic modelling to compare management strategies. In Body, D. and Boyd, I. (eds). Management of Marine Ecosystems: monitoring change in upper trophic levels. Cambridge University Press.

Arbeidsdokumenter:

Bogstad, Bjarte (2004): Energetikk hval

Bogstad, Bjarte (2004): Energetikk sel

Foredrag og presentasjoner:

Schweder, Tore: Modelling diet choice and consumption functions, In NAMMCO 2002 Scientific Committee; Report of the 10th meeting. North Atlantic Marine Mammal Commission. <http://www.nammco.no>

Schweder, Tore: Presentasjon av ScenarioC på NAMMCO Scientific Committee Working Group on Marine Mammal - Fisheries Interactions, October 22th-24th 2004, Oslo.

Schweder, Tore: The Scenario Barents Sea study, a case of minimal realistic modelling to compare management strategies. Symposium on Management of marine ecosystems: Monitoring change in upper trophic levels, arranged by The Zoological Society of London, April 22th-23th 2004, London.

Referanser

- Hagen, G., Hatlebakk, E. and Schweder, T. (1998). Scenario Barents Sea. A tool for evaluating fisheries management regimes. In *Models for multi-species management*. (Tor Rødseth, ed.). Physica-Verlag, pp. 173-226.
- Hagen, Gro (2005): Scenario C: A program dokumentation. NR-Notat SAM-BA/04/05. http://www.nr.no/files/samba/emr/scenario_document.pdf
- Schweder T., Hagen G.S. and Hatlebakk E. (1998). On the effect on cod and herring fisheries of retuning the Revised Management Procedure for minke whaling in the greater Barents Sea. *Fisheries Research* 37, 77-95.
- Schweder T., Hagen G.S. and Hatlebakk E. (2000). Direct and indirect effects of minke whale abundance on cod and herring fisheries: A scenario experiment for the Greater Barents Sea. In: Vikingson, G.A. and Kapel, F.O. (Eds) *Minke whales, harp and hooded seals: major predators in the North Atlantic ecosystem*. NAMMCO scientific publication. 2: 121-132. Tromsø.
- Schweder, T. (2005): The Scenario Barents Sea study, a case of minimal realistic modelling to compare management strategies. In Body, D. and Boyd, I. (eds). *Management of Marine Ecosystems: monitoring change in upper trophic levels*. Cambridge University Press.