

**HAVFORSKNINGSINSTITUTTET**  
**RAPPORT FRA SENTER FOR MARINE RESSURSER NR. 5 - 1993**

Øyvind Ulltang:

**SJØPATTEDYR -**  
**FLERBESTANDSMODELLER**

(Sluttrapport NFFR-prosjekt nr. 4001 - 701.248)

### 1. Innledning

Havforskningsinstituttet startet allerede i 1984 arbeidet med å utarbeide en flerbstandsmodell for Barentshavet med støtte fra NFFR. Sentralt i dette arbeidet har stått den gjensidige påvirkning mellom loddebestanden og torskebestanden. Prosjektet Sjøpattedyr-Flerbestandsmodeller ble startet for også å få med sjøpattedyr i flerbstandsmodellen for Barentshavet (MULTSPEC). Sjøpattedyrbestandene i Barentshavet utgjør sentrale toppredatorer i systemet som ved sitt matkonsum vil generere betydelige dødeligheter på sentrale fiskebestander. Samtidig vil sjøpattedyrenes livsvilkår være avhengig av tilstanden i byttedyrbestandene. Spesielt viktige sjøpattedyrbestander er bestandene av grønlandssel og vågehval. Flere sentrale prosjekter i NFFR's sjøpattedyrprogram har hatt som hovedformål å bidra til økt kunnskap om disse bestandenes totalkonsum og diett. For å kunne gjøre nytte av denne kunnskapen må resultatene benyttes i en matematisk modell som beskriver kvantitativt den gjensidige påvirkningen mellom bestandene.

### 2. Prosjektmedarbeidere

Øyvind Ulltang, Havforskningsinstituttet,  
har hatt det faglige hovedansvar for prosjektet.

Petter Thorvaldsen, Havforskningsinstituttet,  
var ansatt som EDB-konsulent/programmerer på  
prosjektet i perioden september 1988 - september 1990.

Torstein Tjelta, Havforskningsinstituttet,  
var ansatt som EDB-konsulent/programmerer på  
prosjektet i perioden november 1990 - januar 1993.

### 3. Mål

Prosjektets mål har vært å etablere populasjonsmodeller og databaser for sjøpattedyr, i første omgang grønlandssel og vågehval, som kan integreres i Havforskningsinstituttets flerbstandsmodell for Barentshavet (MULTSPEC).

Prosjekt 4001-701.248

#### 4. Gjennomføring og resultater

##### 4.1 Database for sjøpattedyr

Sjøpattedyrseksjonens data omfatter biologiske data, merkedata, aldersbestemmelser, observasjoner og data fra telletokt. I løpet av prosjektperioden har prosjektets EDB-konsulent/programmerer (Thorvaldsen etterfulgt av Tjelta) deltatt aktivt i arbeidet med etablering av en INGRES relasjonsdatabase ved Havforskningsinstituttet og laget rutiner for overføring av sjøpattedyrdata til denne databasen.

##### 4.2 Modellering av sjøpattedyr i MULTSPEC

Dette har vært hovedaktiviteten i prosjektet. Arbeidet har bestått i å utvikle populasjonsdynamiske modeller for grønlandssel og vågehval og kople disse modellene til MULTSPEC. En detaljert redegjørelse for dette arbeidet er gitt i Tjelta (1993). Nedenfor er gitt en kortfattet oppsummering av hovedtrekkene i modellene og hva resultatene fra test-kjøringer viser.

Modellene for grønlandssel og vågehval inngår som undermodeller i MULTSPEC. Hver av undermodellene er implementert som et antall prosesser som tilsammen simulerer bestandens utvikling. Prosesser som vandring, reproduksjon, vekst, naturlig dødelighet og fangst er definert innenfor hver undermodell. Predasjon er den prosessen som knytter hval og sel til de andre bestandene i MULTSPEC. Man kan også skjelle mellom diskontinuerlige prosesser, som for pattedyrenes vedkommende omfatter reproduksjon og fangst, og som i modellen behandles på årsbasis, og kontinuerlige prosesser som naturlig dødelighet og predasjon, og som utføres for hvert tidsskritt (vanligvis 1 måned).

Vandring beskrives av vandringsmatriser. Omfordeling av geografisk fordeling av bestandene utføres hver måned. Barentshavet er inndelt i 7 områder (se Figur 1). Bare deler av den nordøst-atlantiske vågehvalbestanden tilbringer sommerhalvåret innenfor de områder som modelleres i MULTSPEC. For å representere denne bestanden er områdeinndelingen utvidet med et ekstra "område 0". Det benyttes for tiden samme vandringsmatriser for alle kjønn og aldersgrupper, men dette er et av de forhold en vil se nærmere på ved videreutviklinger. For sel benyttes to alternativer, ett med data for normal vandring og ett for år med selinvasjon.

Reproduksjonen skjer i januar for hval og i mars for sel. Tilskuddet til bestanden er bestemt av normal reproduktivitet for hver aldersgruppe, antallet i aldersgruppen og en vektavhengig faktor som reduserer reproduktiviteten når vekten er lavere enn normalvekt.

Prosjekt 4001-701.248

Fangst skjer i juni for hval og i mars (etter kasting) for sel. Dette kan lett justeres i videreutvikling av modellen for å få en månedsfordeling av fangst i samsvar med det aktuelle fangstmønster. Årlige fangster eller fangstrater er input til modellen.

Naturlig dødelighet skjer innenfor hvert tidsskritt (måned). Dødeligheten er gitt ved en momentan dødelighetskoeffisient som for tiden er satt med en verdi for 0-åringer og en verdi for eldre individer. Også her er det innført en vektavhengighet slik at dødeligheten øker når vekten er under normalvekt.

Predasjon er basert på et anslag over predatorens energikonsum. Det normale energikonsum  $E$  i løpet av et tidsskritt er gitt ved

$$E = p \cdot w^{0.75} \cdot awf$$

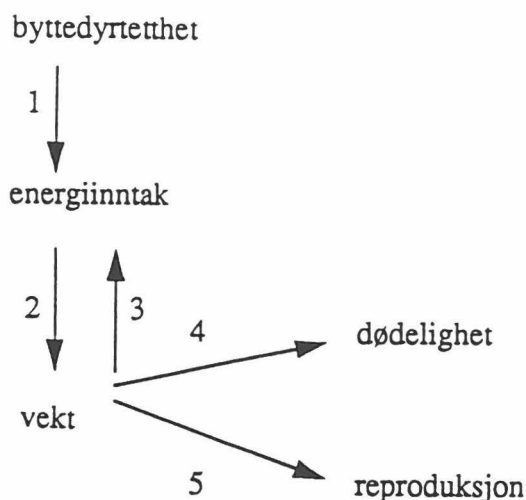
hvor  $p$  er gjennomsnittlig brutto energikonsumrate i forhold til vekt,  $w$  er normalvekt for aldersgruppen og  $awf$  er en aldersavhengig faktor. Det normale konsumet justeres ved produktet av to faktorer. Den første faktoren justerer konsumet opp eller ned etter som byttedyrtettheten er høyere eller lavere enn den som gir normalt energikonsum. Den andre faktoren gjør predatorer mindre "sulten" når vekten øker og bidrar derved til å stabilisere vekten.

Konsumet fordeles på byttedyrbestander i henhold til deres totale biomasse i området veiet med en faktor som uttrykker predatorens matpreferanser eller hvor "høvelig" de enkelte byttedyr er som mat for predatorer ("suitability").

Vekst er gitt ved en normalvekst som funksjon av kjønn og alder. Normalveksten multipliseres med en vektfaktor som oppdateres hvert tidsskritt for å ta hensyn til effekten av overskudd eller underskudd i energikonsum.

Av denne gjennomgangen av modellen fremgår det at den i sin nåværende versjon ikke bare beregner sjøpattedyrenes virkning på byttedyrbestandene gjennom predasjon. Man må også forvente at bestandsstørrelser og fordeling av fisk har innflytelse på sjøpattedyrenes individuelle vekst og derigjennom dødelighet og reproduksjon, og dette er modellert som skissert ovenfor. For detaljer vises til Tjelta (1993). Den implementerte modellen tar utgangspunkt i et enkelt skjema:

Prosjekt 4001-701.248



En vektfaktor (vekt/normalvekt) ble benyttet i stedet for det vanlige kondisjonsbegrepet (vekt/lengde), da vi har valgt ikke å representere lengde. De ulike avhengighetene (nummererte piler) må bestemmes for å få en konkret modell.

Simuleringer som viste modellens adferd for ulike verdier av byttedyrpreferanser ("suitabilities") hos pattedyrene ble presentert i et dokument til Den internasjonale hvalfangstkommisjon (IWC)'s vitenskapskomité i 1992 (Bogstad *et al.*, 1992). Bestandsutviklingen for torsk, lodde, grønlandssel og vågehval ble her simulert over en 20-års periode. For å illustrere effekten av ulike bestandsstørrelser av pattedyrene ble simuleringene utført for to alternativer for fangst, et alternativ der bestandene av sel og hval ble beskattet slik at de holdt seg omtrent på samme nivå som utgangsbestanden og et alternativ med ingen fangst. Det siste medførte en økende bestand over 20-års perioden. I disse simuleringene var det ikke innlagt noen tilbakekopling fra byttedyr til sjøpattedyrenes energiinntak, vekst, dødelighet og reproduksjon, d.v.s verdien av disse parametrene ble holdt konstant.

Formålet med disse simuleringene var ikke å beregne den aktuelle effekten av sel og hvals predasjon på fisk, men å vise hvor viktig det er å kartlegge sjøpattedyrenes diett for å kunne gi anslag over slike effekter. I tillegg til den generelle viktigheten av å kartlegge dietten, viste simuleringene at selv om for eksempel en nøkkelart som torsk bidrar lite til vågehvalens totalkonsum, så er flerbestandsmodellen følsom for det eksakte innslag av torsk i dietten.

I Tjelta (1993) er det tatt med noen ytterligere simuleringer for å vise modellens oppførsel når en kopler inn tilbakevirkning fra fisk til pattedyr. Selv om ytterligere testing er nødvendig, indikerer

Prosjekt 4001-701.248

simuleringene som er utført (i rapporten er bare tatt med noen få eksempler) at tilbakevirkningen fungerer med den forventede effekt uten at modellen blir for ustabil.

## 5. Informasjon

Hovedbrukerne av resultatene fra prosjektet vil bli forskere som arbeider med flerbestandsmodellering. Rapport fra prosjektet (Tjelta 1993) har derfor blitt trykket i rapportserien til NFFR's Flerbestandsforvaltningsprogram. Rapporten til IWC (Bogstad *et al.* 1992) var et ledd i den nødvendige informasjon til det internasjonale forskersamfunn for å begrunne nødvendigheten av forskningsfangst av vågehval.

## 6. Resultatoppfølging

Det videre arbeid med modellering av sjøpattedyr i MULTSPEC vil bli utført i NFFR's prosjekt "Fleirbestandsmodell for Barentshavet III". (NFFR-nr. 1101-701.482). Arbeidet vil falle i to hovedkategorier:

- a) Videreutvikling av modellen
- b) Parameterestimering

Under a) bør en prioritere videreutvikling av vandringsmodellene samt videre uttesting og eventuell justering av modelleringen av tilbakekoplingen fisk-sjøpattedyr.

Under b) vil estimering av preferanseparametrene ha høyest prioritet. Dette må baseres på innsamlede data for vågehvalens og grønlandsselens diett, spesielt data fra NFFR-prosjektene 4001-701.392 og 4001-701.260.

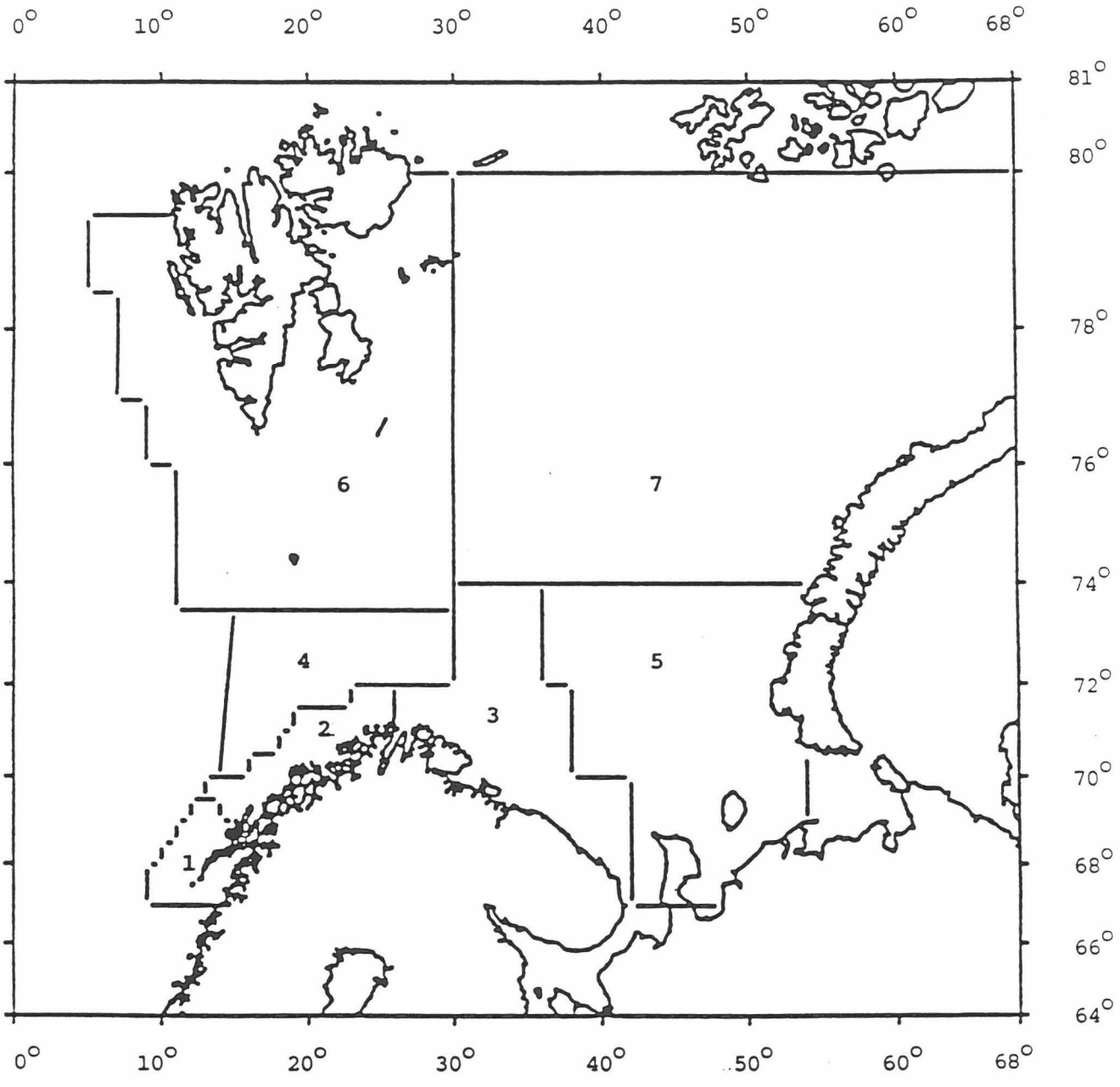
## 7. Rapporter og publikasjoner

Bogstad, B., Tjelmeland, S., Tjelta, T. and Ulltang, Ø. 1992.

Description of a multispecies model for the Barents Sea (MULTSPEC) and a study of its sensitivity to assumptions on food preferences and stock sizes of minke whales and harp seals. Int.Whal.Commn.sci.Comm.Pap., 44(09):1-47.

Tjelta, T. 1993. Sjøpattedyr i MULTSPEC. Rapport nr. 6 i NFFR's Program for Flerbestandsforvaltning. Revidert utgave. Notat, Havforskningsinstituttet jan. 1993:1-12.

Ulltang, Ø. 1990. The need for modelling species interactions, including marine mammals, in the Barents Sea ecosystem. Int.Whal.Commn.sci.Comm.Pap., 42(07):1-10.



Figur 1. Områdeinndeling av Barentshavet i MULTISPEC.