

En fremtidig klimaendring – Virkninger på fiskeindustri og økonomi i Nord-Norge

*- Et tverrfaglig biologisk/økonomisk studium med hovedvekt på
samfunnsøkonomi*

av

Frank R. Kræmer



Fiskerikandidatoppgave i samfunnsøkonomi
(60 stp)

Institutt for økonomi
Norges fiskerihøgskole
Universitetet i Tromsø

Mai 2007

Forord

Denne oppgaven markerer avslutningen av min studietid ved Norges fiskerihøgskole. Jeg vil med dette takke hovedsakelig mine veiledere, Knut Heen og Paul Wassmann som har bidratt innenfor hvert sitt fagfelt. Jeg vil også rette en takk til andre som har kommet med ulike innspill og tips. Ikke minst har det vært fint med støtte i fra dere to der hjemme, som har funnet dere i mye fravær på dag- og kveldstid de siste månedene.

Tromsø, mai 2007

Frank R. Kræmer.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	vii
Abstract	viii
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn	1
1.1.1 Innfallsvinkel til fiskeindustrien i Nord-Norge	2
1.1.2 Befolkningens tilpasning til ressurstilgangen i regionen	3
1.1.3 Fører endring i klimaet nødvendigvis til endring i tilgang på råstoff?	3
1.1.4 Kryssløpsanalysen	4
1.2 Problemformulering og problemstilling	5
1.3 Faglig avgrensning	6
1.4 Geografisk avgrensning	7
1.5 Studiets oppbygning	8
2 Teori	9
2.1 Kryssløpsanalysen	10
2.1.1 Kryssløpstabellen for en avgrenset region	12
2.1.2 Kryssløpsmodellen	14
2.1.3 Den direkte, indirekte og induserte effekten	18
2.1.4 Kryssløpskoeffisientenes stabilitet	20
2.2 Bruk av scenarier for å avdekke fremtidige utfall	21
3 Metode	25
3.1 Hvordan beregne en fremtidig biomasse?	26
3.2 Anvendelsen av temperaturscenarier	28
3.3 Kryssløpsanalysen som verktøy	29
DEL I. Det klimatiske og biologiske grunnlaget	31
4 Endringer i havklima	31
4.1 Hva er klima?	32
4.2 Havområdenes egenskaper	32
4.3 Fysiske endringer	35
4.3.1 Global temperaturendring	36

4.3.2	NAO-indeksen	39
4.3.3	Isutbredelse – Indikator og premissleverandør	40
5	Sammenhenger mellom temperatur og biomasse	43
5.1	Historisk tilbakeblikk på bestandsstørrelser opp mot klimatiske fluktuasjoner	44
5.2	Primærproduksjon og gangen til lodde (<i>Mallotus villosus</i> L.)	45
5.3	Torskens plass i næringskjeden	49
5.4	Temperatur – En viktig faktor for vekst og rekruttering	52
5.4.1	Bestandens temperaturavhengighet og utbredelse	52
5.4.2	Gyting, egg- og larveutvikling påvirkes av temperatur	54
5.4.3	Rekrutteringens temperaturavhengighet	54
5.4.4	Temperatures effekt på den individuelle veksten	56
	DEL II. Kryssløpsregnskapet og de oppståtte forhold i 2050	59
6	Resultater	61
6.1	Scenario 1: Forholdene i 2050 viser seg tilnærmet identisk med 1997 (baseline)	61
6.2	Scenario 2: Større bestand av norsk arktisk torsk i norsk sone i 2050	62
6.3	Scenario 3: En voksende torskebestand, men reduksjon i bestandens biomasse i norsk økonomisk sone i 2050.	63
6.4	Sammenfatting av scenariene	64
6.5	Beregninger opp mot 1987-regnskapets produksjonsstruktur	65
6.5.1	Tilpasning av verdi på ilandført fangst til 1987-regnskapet	66
6.5.2	Kryssløpsregnskapet	67
6.6	Oppsummering	69
7	Avslutning og diskusjon	71
7.1	Usikkerhetsmomenter i forhold til råstofftilgang i 2050	72
7.2	Drøftinger rundt kryssløpsanalysen som løsningsmodell	73
7.3	Vil man se tilsvarende virkninger med utgangspunkt i de øvrige sektorene?	77
8	Referanser	78
	Appendiks A-J	85

Figuroversikt

Figur 1. Barentshavet, dypene og de viktigste bankene.	7
Figur 2. Eksempel på en intersektoral flyt av varer og tjenester i en åpen en-regions kryssløpsmodell.	10
Figur 3. Leontief produktfunksjon.	15
Figur 4. Flytskjema for de viktigste momentene som inngår i resonnetet og som skal føre frem til biomassetall hos norsk arktisk torsk (n.a.t) for behandling i oppgavens del 2.	31
Figur 5. Illustrerende topografisk kart for det nordlige Atlanterhavet.	33
Figur 6. Strømkart over Barentshavet – Lofoten.	34
Figur 7. Temperaturfordelingen i Barentshavet på 100m dyp for august-september et middelår.	35
Figur 8. Variasjoner i global middeltemperatur i forhold til normalverdien for perioden 1961 til 1990.	37
Figur 9. Termometerdata og estimerte temperaturdata (fra is-kjerner, koraller og historiske nedtegnelser) de siste 2000 år. 0-punktet er også her satt til normalen for 1961-1990.	37
Figur 10. Årsmiddel av temperatur i Kolasnittet i perioden 1900 til 2001 (blå kurve). Temperaturserien er viser også 5 årsmidlet (rød kurve) og 30 årsmidlet (stiplet kurve).	38
Figur 11. Konsekvenser av negativ NAO-indeks til venstre og positiv til høyre.	39
Figur 12. Simulert is-distribusjon vist som gjennomsnittlig tykkelse i meter og havets overflatetemperatur mellom mars og september 1981 (venstre) og 1984 (høyre).	41
Figur 13. Norsk arktisk torsk. Utvikling av totalbestand (tre år og eldre, søyler), gytebestand (skravert del av søyle) og fangst (heltrukken linje) fra 1946 til 2000.	44
Figur 14. Simulert årlig primærproduksjon (g C m^{-2}) (øverst) og vertikal eksport av organisk karbon (under) på 75 m dybde for det kalde året 1981 og det varme året 1984.	46
Figur 15. Skjematisk fremstilling av iskantblomstring og loddas utnyttelse av planktonproduksjonen her.	48
Figur 16. Lengdeøkning hos to år gammel lodde i Barentshavet med forskjellige temperaturforhold.	48
Figur 17. Næringskjede opp til torsk (4 orden) for økosystemet i Barentshavet.	49
Figur 18. Geografisk utbredelse hos norsk arktisk torsk og lodde, og områdeinndelingene som brukes for beregning av torskens konsum av lodde.	50
Figur 19. Utbredelse for torsk i våre farvann langs kysten og nord til Barentshavet. Målingene gjelder for året 1999.	53
Figur 20. Variasjon i lengde hos 0-gruppetorsk og gjennomsnittstemperatur i Kolasnittet i perioden 1965 til 1996.	56
Figur 21. Sammenheng mellom lengde ved alder og temperatur for hver aldersgruppe 1 til 7år.	57
Figur 22. Skjema for illustrasjon av hvordan den biologiske produksjonen flyter over til å angå den økonomiske vinklingen på problemstillingen gjennom tilgjengelighet av råstoff.	59
Figur 23. Endring i Type I produksjonsmultiplikatorer som følge av en økning i ilandføringsverdi på 300 millioner kroner (tilsvarende 561 millioner i eksportverdi).	76
Figur 24. Type I sysselsettings/produksjonsmultiplikatorer rangert etter størrelse.	105
Figur 25. Type II sysselsettings/produksjonsmultiplikatorer rangert etter størrelse.	105

Tabelloversikt

Tabell 1. Utvidet flyttabell for en to-sektor økonomi. _____	11
Tabell 2. Sektor- sektor kryssløpstabell for en region, hvor handel ut over regionens grenser inngår. _____	13
Tabell 3. Samlet areal med bunntemperatur høyere eller lik 2 °C og prosentvis tilgang av det totale arealet i Barentshavet. _____	36
Tabell 4. Prosentvis sammensetning av dyreplankton i det sørvestlige Barentshavet. _____	47
Tabell 5. Prosentvis fordeling av byttedyr for torsk hos 1-, 4-, og 7-åringer. _____	50
Tabell 6. Næringsinntak (1000 tonn) av hovedbyttedyr hos norsk arktisk torsk (<i>Gadus morhua</i> L) 1984-1995. _____	51
Tabell 7. De nye estimatene for ilandført mengde og verdi (nominell 1997) norsk arktisk torsk (rund vekt) til regionen som omfatter fylkene Nordland, Troms og Finnmark i 2050. _____	65
Tabell 8. Oversikt over omregningsfaktorer benyttet for tilpasning av tallmaterialet for det etterspørsels-drevne kryssløpsregnskapet. _____	66
Tabell 9. Som tabell 7, men i tillegg med verdi på sluttprodukt i 1987-kroner etter påføring av faktorene i fra tabell 8. _____	67
Tabell 10. Sysselsetting/produksjonsmultiplikatoren pr. million kr i økt sluttlevering for fiskeforedling. _____	67
Tabell 11. De oppståtte sysselsettingsvirkningene som følge av endret sluttetterspørsel (nå oppgitt i mill kr) gjennom de tre scenariene for 2050. _____	68
Tabell 12. Ilandføringsmengde, eksportverdi og endringene i sysselsetting de tre scenariene fører med seg i form av virkningene fra type I og type II multiplikatorer. _____	70
Tabell 13. Prosentvis sysselsettingsendring i forhold til regionens totalt 189 636 sysselsatte. _____	70
Tabell 14. Fangstmengde etter ilandføringssted, mengde og fylke, oppgitt i tonn rund vekt. _____	94
Tabell 15. Fangstverdi etter ilandføringssted og fylke, oppgitt i 1000 kr (nominell 1997-verdi). _____	95
Tabell 16. Kryssløpstabell for Nord-Norge i 1987 (i 1000 kroner). Fortsetter på motstående side. _____	96
Tabell 17. Tabell for kryssløpskoeffisienter gjeldende for Nord-Norge i 1987. Fortsetter på motstående side. _____	98
Tabell 18. Den inverse Leontief-matrisen, Type I. Produksjonsmultiplikatoren for hver av sektorene er uthevet. Fortsetter på motstående side. _____	100
Tabell 19. Den inverse Leontief-matrisen, Type II (Med endogenisert husholdning). Produksjonsmultiplikatoren er uthevet. Fortsetter på motstående side. _____	102
Tabell 20. Samletabell for regionens antall sysselsatte fordelt på sektor og sektorenes bruttoproduksjonsverdi, samt utregnet sysselsettings/produksjons-multiplikatorer for fiskeforedlingssektoren, type I og II, oppgitt i sysselsatte pr. 1000 kr. _____	104

Sammendrag

Det forventes en stigning i den globale gjennomsnittstemperaturen frem til år 2050, hovedsakelig som følge av økte konsentrasjoner av klimagasser i atmosfæren. Temperatureffekten vil vise seg sterkere ved høyere breddegrader enn ved de lave og vil også påvirke temperaturen i havet. Dette kommer til å vise seg i den globale økonomien på forskjellige nivåer. For Nord-Norge som region har denne effekten blitt belyst gjennom å se på hvordan biomassen av norsk arktisk torsk (*Gadus morhua* L.) vil kunne påvirkes og resultere i endrede fangster. Dette vil føre til et skifte i tilførselen av råstoff til fiskeforedlingsbedriftene i landsdelen. I tillegg vil dette forplante seg til alle de sektorene i regionens økonomi som har små og store produksjonskoblinger til denne industrien. Gjennom tre scenarier med 0, 1 og 2 °C økning i havtemperaturen har forskjellige utfall i biomassen, via verdi av ilandført fangst, blitt behandlet i et etterspørselsdrevet kryssløpsregnskap. Her har sysselsettingsvirkningen vært et måltall for hvordan den endrede råstoffsituasjonen har gitt ringvirkninger i regionens økonomi gjennom type I og type II - multiplikatorer.

Ved ingen endring i temperatur i 2050, i forhold til referanseåret 1997, ga sluttetterspørselen heller ingen endring i antall sysselsatte i regionen. Baselinescenariet viser derfor at antall sysselsatte i regionen som et direkte og indirekte følge av ilandføringsmengden forble som i 1997 på 10 470. Inkluderes også de induserte virkningene så gir dette 14 921 sysselsatte. Ved en økning i havtemperatur på 1 °C i 2050 vil antall sysselsatte økonomien være på henholdsvis 12 040 og 17 159 som følge av den endrede ilandføringsmengden. Økningen i havtemperaturen på 2 °C førte til nedgang i den ilandførte fangsten på grunn av en betydelig utvandring av torskebestanden. Nedgangen på henholdsvis 1 570 og 2 548 for type I- og type II -forholdene viser at man i 2050 ser 9 592 sysselsatte, og 14 439 om man også tar med den induserte virkningen dette fører med seg. Sammenlignet med regionens totalt 189 636 sysselsatte (1987) viser disse variasjonene til en betydelig endring i antall sysselsatte.

Nøkkelord: Nord-Norge, klima, sysselsetting, scenario, kryssløpsanalyse.

Abstract

The mean global temperature is expected to rise by the year 2050, mainly because of the increased amounts of greenhouse gasses emitted to the atmosphere. The changing temperature will appear unevenly. Higher latitudes will experience greater temperature changes than the lower, whereas the same is expected to become evident in the sea temperature. This fact is likely to affect the world economy of different magnitudes. For the region of Northern-Norway, the consequences have been brought into focus by examining how this influences the biomass of the North-East Arctic cod (*Gadus morhua* L.), resulting in changing catches. This is going to alter the supply of raw-fish utilized in the regions fish processing industry. Different impacts are also to be seen in the industries that have diverse interlinkages to this sector. From three scenarios, where sea temperature is increased by respectively 0, 1 and 2 °C, different outcomes of total catches has been processed in a final demand driven input-output analysis, by computing employment multipliers. These multipliers are going to show the extended outcome caused by the different changes in raw-fish supply by investigating the direct, indirect and the induced effects in the economy.

With no temperature change in 2050, compared to the baseline in 1997, the final demand didn't generate any alteration of jobs in the region. Therefore the baseline scenario only shows the number of employees as it was in 1997, 10 470 jobs, resulting from the direct and the indirect effects. Also including the induced effects the outcome is 14921 jobs. As the temperature raised 1 °C in scenario 2, the number of employees ended at respectively 12 040 and 17 159, as the result from increased access in raw-fish. The rise in sea temperature of 2 °C resulted in a decreased access in Norwegian waters because of considerable emigration of the fish stock. This led to a reduction in the available jobs, corresponding to respectively 8 899 and 12 683 if the induced effects are included. Compared to the total of 189 636 employees (1987) in the region, these shifts represent considerable changes in the workforce.

1 Innledning

Formålet med dette studiet er å se på de regionaløkonomiske konsekvenser av en endret råstofftilgang i fiskeindustrien som følge av endrede temperaturforhold i fremtiden. Her skal fokuset settes på hvordan et fremtidig klima vil være med på å påvirke bestandsstørrelsen hos norsk arktisk torsk¹ (*Gadus morhua* L), som igjen må forventes å få betydning for fiskeindustribedriftene i Nord-Norge. Dette skal søkes besvart gjennom å sette opp tre scenarier som hvert skal resultere i forskjellige biomassetall for bestanden og som dermed vil gi en varierende råstofftilgang for industrien. Ved hjelp av en kryssløpsanalyse skal dette gi et bilde på noen av de samfunnsøkonomiske effektene en klimaendring kan føre med seg i fremtiden.

1.1 Bakgrunn

Ettersom biomassestørrelsen hos norsk arktisk torsk er en av de viktigste forutsetningene for den nordnorske fiskeindustriens eksistens i dag, vil det være nyttig å ha innsikt i hvordan biomassefluktuasjoner kan forekomme i fremtiden. Historiske data viser at bestanden har hatt store variasjoner og at man i løpet av relativt kort tid kan komme til å stå overfor signifikante endringer i denne. Store deler av nedgangen og de lave biomassetall som man har vært vitne til, skyldes den utstrakte graden av overfiske som periodevis har pågått. Men det er også vist til at bestanden står overfor betydelige variasjoner som følge av endringer i biotiske og abiotiske forhold i omgivelsene (Godø, 2003; Yndestad, 2003).

IPCC² og en hel rekke andre institusjoner tilknyttet klimaforskning har i løpet av de siste årene opparbeidet seg et stort datamateriale som inneholder informasjon om klimafluktuasjoner i fra langt tilbake i tid og frem til i dag. Denne informasjonen ligger som grunnlag for flere tilnærmelser om hva som kan forventes i fremtiden. Man har allerede nå sett noe av effekten av økt temperatur, ved at isen i de polare strøk og at permafrosten i områder som Alaska og Sibir trekker seg stadig lenger nord. Samtidig har man blitt minnet på denne endringen gjennom hyppigere tilfeller av ekstreme vær-situasjoner, som blant

¹ Internasjonalt er norsk arktisk torsk et noe omstridt begrep for arten som i resten av verden kalles for North-East Arctic cod.

² IPCC: *Intergovernmental Panel on Climate Change*, underlagt FN.

mange betraktes som en indikasjon på en varmere tid i vente (Loeng & Ingvaldsen, 2002 a; Orheim, 2002).

Forskermiljøene er ikke entydige i utsagnene om hvorvidt man står overfor menneskeskapte og langvarige klimaendringer. Bakgrunnen synes å være forståelsen av mekanismene som styrer klimaet og hvordan vi er i stand til å påvirke disse. De mest nøkterne peker på at vi er vitne til en naturlig klimasyklus som i liten grad påvirkes av menneskelig aktivitet og viser blant annet til temperaturmålinger i Barentshavet som forteller at 1990-årene bare var det tredje varmeste tiåret i det forrige århundret (Loeng & Ingvaldsen, 2002 a). Denne forklaringen ligger i at den økende globale temperaturen kun er en amplitude i en større syklus som hele tiden har eksistert. Vulkanutbrudd og andre hendelser på og under jordoverflaten, som slipper ut gasser og partikler, har gitt atmosfæren forskjellig absorberingsevne av sollysets innstråling gjennom hele denne perioden. Disse faktorene forklarer i hovedsak de såkalte ”plutselige og kortvarige” forandringene. De mer omfattende, pulserende og langvarige endringene i temperatur, med perioder med tidsskala på opp til 100 000 år, skyldes de gjentagende endringene i jordens bane rundt sola (Berner, 2001; Hartmann, 1994; Mahoney *et al.*, 2003) og også jordens varierende helningsgrad i forhold til solen (Berger, 1984)³. Det har i tillegg også vært pekt på solas variasjon i utstråling som en vesentlig årsak til endringer i den globale temperaturen (Wilson, 2003).

I hvilken retning konsensusen dras etter hvert har man fått en klar indikasjon på gjennom rapporten utgitt av IPCC (2001). I denne rapporten konkluderer FNs klimapanel med at det nå finnes nye og sterkere bevis på at den globale oppvarmingen vi har vært vitne til de 50 siste årene skyldes menneskelig aktivitet og at det også kan være en økning i vente (McCarthy, 2001; SFT, 2003).

1.1.1 Innfallsvinkel til fiskeindustrien i Nord-Norge

Det vil verken være nødvendig eller hensiktsmessig å vente til klimaforskerne har kommet frem til hva som blir det fremtidige utfallet av temperaturøkningen som har vært observert i det 20. århundret. En strategi som tar utgangspunkt i dagens informasjon for dannelsen av fremtidsscenarier vil gi grunnlag for et mer forberedt møte med fremtiden. Dette kan oppnås

³ De såkalte Melankovitch syklene.

gjennom fortsatt arbeid knyttet opp mot de indikasjonene som allerede foreligger og etter hvert støtte dette på et tallmateriale som stadig vil forbedres. I mellomtiden vil forskjellige konsekvensanalyser være av uvurderlig verdi for næringene⁴ og befolkningen som vil kunne påvirkes i fremtiden. Et slikt tiltak vil være formålstjenelig i forhold til sentrale beslutninger som vil tvinge seg frem i forhold til fremtidige disposisjoner hos blant annet bedrifter knyttet til fiskeriene og i forvaltningen av ressursene utnyttet i denne næringen (Aune, 2003; SFT, 2003). Selv om landets økonomi synes å være mindre avhengig av denne næringens⁵ tilstedeværelse enn tidligere, så vil dens bortgang - eventuelt endring i aktivitet likevel gi store lokale og regionale ringvirkninger.

1.1.2 Befolkningens tilpasning til ressurstilgangen i regionen

Fiskere og etter hvert fiskeindustrien på kysten av Nord-Norge har gjennom hele deres eksistens måttet forholde seg til endringer i tilgjengelighet av fisk fra et år til et annet og fra tiår til tiår. Fleksibilitet i forhold til fluktuasjon i råstofftilgang har på denne måten vært en nødvendighet for folk som har livnært seg av denne ressursen (Christensen, 2000; Christensen & Hallenstvedt, 1990). I historiens løp har kjøp og salg av varer og tjenester vært med på å utvikle disse samfunnene blant annet som følge rikdommen som fisket har gitt. Om store endringer oppstår i fiskeriene vil dette få konsekvenser for ikke bare de som bedriver dette fisket, men det vil også forplante seg i resten av regionen. En fremtidsvisjon basert på scenarier, som tar for seg virkninger av klimatiske variasjoner, kan gi innsikt i fremtidige tilstander og vil være med på å oppklare for noen av disse usikkerhetsmomentene.

1.1.3 Fører endring i klimaet nødvendigvis til endring i tilgang på råstoff?

Som et resultat av endret gjennomsnittstemperatur i atmosfæren vil også temperaturen i havet endre seg. Videre vil dette kunne innvirke på mengde is på høyere breddegrader, strømsystemer og lagdeling i vannsøylen. Dette vil igjen påvirke graden av vertikal blanding og dermed også tilførselen av næringsrikt vann fra dyphavet. Påvirkningene fra klimaendringene kan til og med føre til at den norske atlantehavsstrømmen kan stoppe opp. Dette støttes på forklaringen om at dyphavsdannelsen i Norskehavet reduseres ved at store mengder ferskvann fra den smeltende polisen vil redusere den termohaline sirkulasjonen, lik

⁴ I fortsettelsen vil begrepene næring, sektor benyttes om hverandre. Først og fremst gjelder dette som begrep benyttet i en økonomisk sammenheng.

⁵ Fiskeriforedlingssektoren inkluderer ikke oppdrettssektoren, som har fått større økonomisk betydning de siste årene.

tilstanden *da isdemningen brast*⁶ for 8200 år siden (Mörner, 1988; Nesje, 2003; Rozell, 2000). Om en tilsvarende situasjon skulle oppstå på nytt, så vil man med stor sannsynlig se en utarming av grunnlaget for alt marint liv i området.

Det skisserte ekstremtilfellet *kan* vise seg å inntreffe, men det er slett ikke sikkert: Som en diametral motsetning kan en moderat temperaturøkning vise seg å ha en positiv effekt på torskebestandens og det øvrige økosystemets biomasse⁷. En hel del av den eksisterende forskningen på bestander hos torskefisk viser at en temperaturøkning i våre nordlige havområder nettopp kan resultere i økte fangster (Brander, 1995; Loeng, 2002 b; Sundby, 2003). Ikke bare vil den økte temperaturen føre til at stoffskiftet tiltar og fremmer individets vekst, men det vil også muliggjøre større tilgang på byttedyr (Gjøsæter & Loeng, 1987; Mclean & Tsyban, 2001). På denne måten kan de abiotiske variasjonene påvirke fiskebestandene, gjennom at spesielt larve- og ungfiskstadier blir påvirket og dermed rekrutteringen til bestanden. Det er imidlertid viktig å understreke at fisken ikke lever av klima. Høy temperatur er blant flere andre faktorer nødvendig, men ikke en tilstrekkelig betingelse for gode årsklasser (IMR, 2001).

1.1.4 Kryssløpsanalysen

I mange tilfeller vil det være tilstrekkelig å se på et lands økonomi uten at man gjør mer inngående studier av hvordan forholdene viser seg i mellom de forskjellige næringene. Her blir økonomien i en nasjon betraktet som en enhet hvor man vektlegger sammenhengene mellom samlet- produksjon, investering, forbruk og så videre. Slike typer analyser⁸ kan gi verdifull informasjon om hvordan tilstanden og sunnheten er i et lands økonomi, men om man skal gjennomføre en økonomisk planlegging på regionsnivå blir dette utilstrekkelig på flere måter. Når en skal gjennomføre tiltak vil det ikke alltid være nok å se resultatene i totalstørrelser. For eksempel vil total sysselsetting for en nasjon representere en slik størrelse. Dette viser bare summen av forholdene i alle næringer, og avdekker ikke at det kan være

⁶ Store mengder ferskvann rant ut i Nord-Atlanteren som følge av at bredemning måtte vike for "Lake Agassiz" trykk ved Hudson bukta.

⁷ Loeng (2002 b) viser igjennom sin rapport i ACIA-prosjektet at det er høy korrelasjon mellom temperatur og rekruttering.

⁸ Eksempelvis Keynesmodellene.

nedgang i enkelte regioners⁹ sysselsetting til tross for at totalstørrelsen viser seg som positiv. De lokale myndighetene vil følgelig oppfatte situasjonen annerledes enn det rikspolitikkerne gjør. For det andre kan det være nyttig å se på samspillet mellom forskjellige næringer, både på mikro- og makronivå, for så å trekke veloverveide konklusjoner om totalresultatet. Dette er fordi vesentlig informasjon kan forsvinne i summen av de sammenslåtte næringene. Denne form for detaljbehov har ført til utviklingen av et analyseapparat som gjør oss i stand til å studere avhengighetsforhold i mellom næringene på det regionale plan (Thonstad, 1984).

W.W. Leontief begynte arbeidet med kryssløpsanalysen i 1931, hvorpå han utga den teoretisk-empiriske klassikeren, *The Structure of American Economy 1919-1929*, i 1941. Andre hadde tidligere vært inne på lignende tanker, men som analysen kjennes i dag regnes Leontief som pioneren. Siden har analysen vært benyttet som verktøy for økonomisk planlegging i en rekke land. Etter hvert har det også avstedkommet kryssløpsregnskap på regionsnivå. Slike analyser forklarer samspillet mellom forskjellige deltagere i en definert og avgrenset regions økonomi. Her vil regionens aktører fordeles på forskjellige næringer på grunnlag av deres funksjon som utøver i disse. At kryssløpsanalysen, med sin fleksible anvendelse, likevel har hatt et relativt beskjedent omfang i Norge, skyldes hovedsakelig at den setter store krav til data både i volum og kvalitet (Dedekam, 1987).

1.2 Problemformulering og problemstilling

I den senere tid har forskning på klima vist at det kan forventes en økning i den globale temperaturen som følge av en rekke påvirkningsfaktorer i våre omgivelser. Disse studiene viser til temperaturøkningen i det forrige århundret og antyder at tendensen vil kunne fortsette. Dette kan resultere i en vesentlig høyere global gjennomsnittstemperatur i fremtiden. Det ventes at vi først og fremst vil få et mildere og mer fuktig vinterklima i Nord-Europa og at den sterkeste økningen i temperatur vil finne sted i arktiske strøk. Slikt sett må det forventes at Norge i høyeste grad må være forberedt og tilpasse seg disse endringene (DNMI, 2003; Källén *et al.*, 2001; Mclean & Tsyban, 2001).

⁹ En region kan i tillegg ha en overvekt av arbeidstakere innenfor en bestemt sektor, noe som vil forsterke behovet for denne innsikten.

Ved en eventuell temperaturøkning i våre nordlige havområder, som i dette studiet vil omfatte de kystnære deler av Norskehavet fra og med Nordland og inn i Barentshavet, vil det være muligheter for en oppgang i torskebestandens biomasse. Dette kan forventes ettersom biologiske prosesser er direkte og indirekte påvirket av temperaturen i miljøet som organismene lever i (Gjøsæter & Loeng, 1987; Lehodey *et al.*, 1997; Mclean & Tsyban, 2001; Yndestad, 2003). Videre vil dette kunne gi seg utslag i mengde fisk som bringes til land i fremtiden. En større råstofftilgang vil føre til at det igjen kan komme til å etterspørres arbeidskraft i fiskeindustrien. De siste årenes vanskeligheter i denne næringen skriver seg hovedsakelig fra priskonkurranse på råstoffet med lavkostland (Olsen & Pedersen, 2003) og endret leveransemønster. Manglende leveranser har tidvis også gjort seg gjeldende som følge av ressursknapphet. Reduksjonen i antall driftsenheter de senere år, i tillegg til en potensiell økning i biomassene, kan i første omgang føre til at de gjenværende bedriftene vil sikre seg større tilgang på råstoff. Dernest kan det være rom for ekspansjon og reetableringer. Dette er fordi regionen fortsatt vil dra fordel av å ligge nært ressursene og ikke minst fordi kompetansen allerede finnes her (Olsen & Pedersen, 2003). Det forventes også at dette vil gi seg utslag i de tilstøtende næringer i regionen. Denne form for ringvirkninger vil i første omgang aggregere verdier i lokalsamfunnet, men det vil etter hvert også komme regionen og hele samfunnet til gode. Dette skal belyses ved å se på differanser mellom de totale sysselsettingseffektene som vil oppstå ved varierende tilgang på råstoff, bestemt av tre scenariefremstillinger.

Problemstilling

Hvordan vil klimaet i fremtiden ha innvirkning på biomassen hos norsk arktisk torsk? Vil en endring i denne biomassen gi seg utslag i endret aktivitet i fiskeindustrien, de tilstøtende næringene i regionen og dermed Nord-Norge i sin helhet?

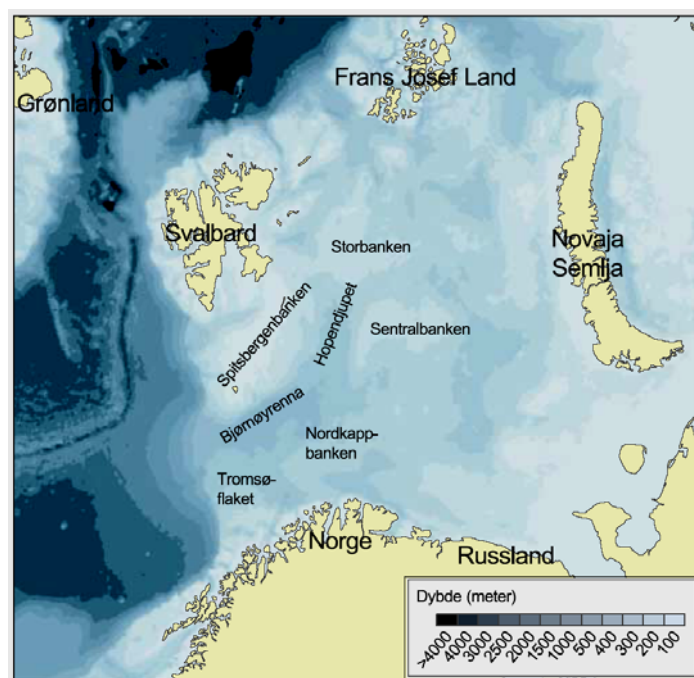
1.3 Faglig avgrensning

Siden det legges opp til å omfatte to fagfelt som til sammen skal gi svar på problemstillingen, har det blitt vist moderasjon over hvor stor detaljgjengivelsen innenfor hvert av feltene skal være. Men for at leseren skal få innblikk i sammenhengene som det resoneres ut fra, er det likevel nødvendig å sette rammene på et nivå som forklarer disse mekanismene tilstrekkelig. Utredningen av de biologisk betingende forutsetningene krever derfor forholdsvis stor

oppmerksomhet i forhold til kryssløpsberegningene og diskusjonen rundt denne. Bruken av et allerede eksisterende kryssløpsregnskap vil bli gjort fordi en egen datainnsamling med påfølgende tilpasning og beregning av nye kryssløpskoeffisienter ligger utenfor rammene i dette studiet.

1.4 Geografisk avgrensning

For å se betydningen av eventuelle endringer i biomassen hos norsk arktisk torsk i relasjon til nordnorsk økonomi, vil det være naturlig å se dette opp mot denne bestanden utenfor kysten av Nord-Norge og i Barentshavet. Denne avgrensningen samsvarer med det området som i grove trekk inngår i de norske fiskeriene i nord, og som også er gjenstand for årlige tokt for biomassebestemmelser av bestanden. Bergstad (1987) peker på at dette området kan betraktes som en økologisk enhet siden flere av fiskeartene benytter disse to havområdene for oppvekst og til gyte- og beitevandring. Hvordan klimaeffekten vil påvirke bestandene nødvendiggjør tildels også en geografisk avgrensning. Dette er blant annet fordi det forventes at det vil bli større temperaturendringer mot høyere breddegrader enn nærmere ekvator (Källén *et al.*, 2001). Området av interesse vil slikt sett sammenfalle i den økonomisk- og den klimabegrunnede avgrensningen.



Figur 1. Barentshavet, dypene og de viktigste bankene. Kilde: Føyn *et al.* (2002).

I tillegg, men også som en forklaring på dette sammenfallet, består dette området et sokkelhav hvor overgangen til dyphavet tegner et definert skille. I dette biogeografiske området er det slikt sett stor grad av likhet, hvor temperaturen hovedsakelig reguleres gjennom variasjon i volumet av, og egenskapene til innstrømmet atlantisk vann.

1.5 Studiets oppbygning

På bakgrunn av studiets tverrfaglige innhold og derfor noe sammensatte oppbygning, vil en orientering om disposisjonen være forenklende. Oppgavens innledende deler (kapittel 1) tar for seg bakgrunnen gjennom å gi et innblikk i hvordan torskefisket har, og har hatt betydning for regionen og hvordan denne ressursen kan vise seg å bli påvirket av fremtidige klimaendringer. Her ble det også kort gjort rede for bakgrunnen for anvendelsen og dannelsen av kryssløpsanalysen. Deretter følger problemstillingen som kulminerer i selve problemstillingen for studiet. Etter teorien bak og utledningen av kryssløpsmodellen blir det gitt et lite innblikk i scenarieteori (2). Metod delen (3) tar for seg hvordan problemstillingen vil forsøkes løst gjennom bruk av biomasseestimer, temperaturscenarier og til slutt kryssløpsanalysen som verktøy.

Fra dette punkt vil oppgaven inndeles i to hovedfelt. Del I forklarer de fysiske- (4) og biologiske (5) forutsetningene som ligger til grunn for en påstand om variasjon i biomassen som følge av klimaendringer. I del II vil resultatet (6) fra del I presenteres i form av scenarier (6.1), som siden skal kjøres opp mot multiplikatorene generert av kryssløpsregnskapet (6.2). Under denne delen vil også oppgavens avsluttende oppsummering og diskusjon (7) rundt resultatene og modellen finne sted.

2 Teori

I utgangspunktet vil det alltid være problematisk å forske på en situasjon som vil oppstå langt frem i tid. I enkelte tilfeller vil dette også være et større problem enn i andre. Dette skyldes blant annet at det vil være forskjellig grad av kompleksitet i systemene man står overfor og vil studere. Fra de helt enkle, hvor det søkes et kort og konsist svar på et enkelt problem, til de kaoslignende tilstandene man kan synes å stå overfor i de mer sammensatte og sammengripende systemene.

Man kan likevel gjøre et forsøk på å forutse hvilke konsekvenser en bestemt handlemåte i nåtiden kan få senere, eller hva som kan skje under bestemte omstendigheter. Siktemålet er å utarbeide betingede, vitenskapelige forutsigelser. Metodene benyttet i slike fremtidsvisjoner kan være delfiteknikker, scenarier, analogier og trendfremskrivinger (Halvorsen, 1993). Det sistnevnte er den man oftest forholder seg til, og som gjerne står for et deterministisk syn på de forskjellige systemene i samfunnet og i naturen. Den enkleste form for fremskriving er en rettrukket linje basert på en tidsserie av kvantitative data langs et historisk forløp. Men dette tar ikke høyde for et trendbrudd, hvor små avvik i hendelsesforløpet vil kunne resultere i stor spredning i utfallsrommet. Det vil derfor være mer passende å benytte seg av scenariemetoden når man står overfor de mer dynamiske systemene, som økosystemet i våre havområder må sies å være. Denne vil det bli gjort grundigere rede for i kapittel 2.2.

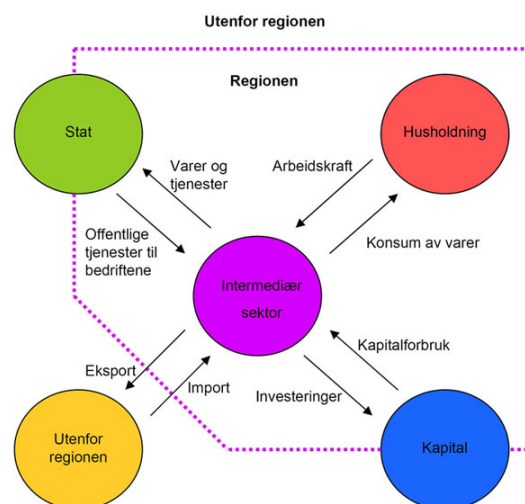
Selv om dette studiet forholder seg til en fremtidig situasjon betinget av en rekke hendelser relatert til endringer i klima, så vil teorikapittelets hovedtyngde hvile på det som angår kryssløpsanalysen. Det er dette som er oppgavens faglige kjerne, og som skal føre frem til de endelige kryssløpsberegningene. Det vil gjøres rede for prinsippene bak og utledningen av kryssløpsmodellen, frem til hvor den vil være anvendbar som verktøy for de samfunnsøkonomiske beregningene.

Kryssløpsmodellen har mange fordeler i forhold til for eksempel økonomiske basemodeller og Keynes-modellene. Kryssløpsanalysen gjør det mulig å finne en multiplikator for hver av produksjonssektorene i regionen. Dette fører til at vi kan beregne virkningen på produksjonsnivå i alle sektorene som følge av en endring i sluttetterspørsel fra bare en gitt

sektor. Videre blir effekten av endringene i sluttleveringene registrert i økonomien i sin helhet, til forskjell fra noe mer begrensede muligheter i de to forannevnte modellene. Bakgrunnen for disse to modellenes svakhet, er at man bare vil se summen av hendelsene innenfor næringene: Om man har to motsvarende hendelser innenfor denne næringen, så vil virkningen av deres endrede etterspørsel kunne utligne hverandre (Dedekam, 1987). Dette gjør at virkningene som i virkeligheten er til stede faller bort gjennom sammengripende effekter innenfor og mellom den gjeldende og de tilstøtende sektorene. Slik vil man ikke ha muligheten til å få frem mange av de *reelle* virkningene i økonomien. Kryssløpsanalysen har i tillegg en evne til å vise hvordan produksjonsendringen fordeler seg på de enkelte produksjonssektorene.

2.1 Kryssløpsanalysen

Kryssløpsregnskapet tar for seg og viser volumet av den samlede produksjonen for de ulike næringene og hvordan disse fordeler seg på leveranser til andre næringer og som sluttleveringer i økonomien. Slike sluttleveringer viser seg som konsum og investeringer innenfor, og eksport ut av den definerte regionen (Hoover & Giarratani, 1999). Samtidig viser regnskapet hvilke innsatsfaktorer som inngår i produksjonen og om disse er anskaffet lokalt eller importert¹⁰. I tillegg fremkommer også de ulike næringenes bidrag til regionens bruttoprodukt (Heen & Aanesen, 1993 a).



Figur 2. Eksempel på en intersektoral flyt av varer og tjenester i en åpen en-regions kryssløpsmodell. Kilde: Hoover & Giarratani (1999).

¹⁰ Handel ut over regionens definerte grenser gjør at økonomien ikke lenger er å betrakte som *lukket*. En slik *åpen økonomi* krever at kryssløpstabellen må utvides for også å inkludere import og eksport.

Figur 2 viser et flytskjema for hvordan transaksjonene strømmer mellom sektorsegmentene i en regions økonomi. Rammen rundt illustrerer den ”økonomiske avgrensningen”¹¹ for regionen som er gjenstand for studiet. Handel ut over denne grensen er en viktig og høyst reell del av en regions økonomi. Det må forventes at noe av produksjonen som foregår innenfor er avhengig av tilgang på innsatsfaktorer som ikke alltid vil finnes her. I tillegg vil produkter produsert i regionen fordele seg i markedet, mer eller mindre uavhengig av denne teoretiske grensen. Sektorene og deres funksjoner i økonomien vil bli forklart inngående i det som følger.

Statistisk sentralbyrå har utarbeidet en standard for næringsgruppering (SSB, 2002). Antall sektorer som inngår i den undersøkte regionens økonomi blir bestemt av hvor man setter skillet mellom næringens virksomhetsområde. Normalt sett lar disse seg avgrense relativt greit, men vi bestemmer til en viss grad selv¹² hvor vidt sektorbegrepet skal favne om seg. Dette er imidlertid med på å bestemme detaljrikdommen for hva man til slutt får ut av en slik analyse.

I tillegg til transaksjonene mellom sektorene er det også interessant å se på en rekke andre virkninger og mekanismer i økonomien. Den utvidede flyttabellen for en to-sektor økonomi (tabell 1) viser omfanget av hva som normalt inngår som elementer i en kryssløpsanalyse.

Tabell 1. Utvidet flyttabell for en to-sektor økonomi. Kilde: Miller & Blair (1985).

	Produserende sektorer		Sluttetterspørsel (Y)				Total produksjon (X)	
	1	2						
<i>Produserende sektorer</i>	1	x_{11}	x_{12}	C_1	I_1	G_1	E_1	X_1
	2	x_{21}	x_{22}	C_2	I_2	G_2	E_2	X_2
<i>Betalende sektorer (\bar{W}) (utlegg)</i>	Verditil ført (W)	L_1	L_2	L_C	L_I	L_G	L_E	L
		N_1	N_2	N_C	N_I	N_G	N_E	N
		M_1	M_2	M_C	M_I	M_G	M_E	M
<i>Totale utlegg (X)</i>		X_1	X_2	C	I	G	E	X

¹¹ Avgrensningen til en region i økonomisk forstand, vil her sammenfalle med en geografisk avgrensning.

¹² Eventuelt bestemt av midler man har til rådighet for en slik undersøkelse. I tillegg vil tidligere undersøkelser legge føringer for hvordan denne sektorinndelingen skal gjøres. Dette er avgjørende når ett år skal sammenlignes med et annet.

Ved siden av de inter- og intraindustrielle transaksjonene x , består flytabellen (tabell 1) av privat konsum (C), private- (I) og offentlige- (G) investeringer, pluss eksport (E), som til sammen resulterer i kolonnesummen 'total produksjon' (X) for den gjeldende sektoren. I tillegg har vi i linjesummen; 'Totale utlegg' bestående av kostnadene for elementene som bidrar til denne produksjonen. Under innsatsfaktorene x , finnes arbeidskraften (L) som sammen med 'andre verditilførte elementer' (N)¹³ og importen (M) utgjør de 'betalende sektorene' (W). Om man, som her, kjenner koblingen mellom næringene i regionen kan en kryssløpsanalyse benyttes til å beregne hvordan endringer i produksjonen hos en sektor vil påvirke de tilstøtende sektorer og regionens økonomi i sin helhet. Økt etterspørsel etter varer fra en næringskategori vil føre til økt produksjon i flere av de andre sektorene innefor regionen som har produksjonskoblinger til denne.

2.1.1 Kryssløpstabellen for en avgrenset region

I et kryssløpsregnskap settes sektorene opp i en matrise, som enten kan ha en rektangulær¹⁴, eller en kvadratisk utforming. De kvadratiske tabellene er de som oftest blir presentert i lærebøker for kryssløpsanalyse. Slike sektor-sektor tabeller viser på en enkel og oversiktlig måte transaksjonene mellom næringer, innenfor en region, gjennom å se på strømmen av varer og tjenester imellom dem.

Data innsamlet fra et definert geografisk område kan på denne måten systematiseres gjennom en kategorisering i sektorer basert på deres virksomhetsområder gjeldende for en bestemt periode – vanligvis ett år. Kryssløpstabellen som da kan settes opp vil beskrive næringenes produksjonsstruktur for denne perioden¹⁵. Tabell 2 viser hvordan de forskjellige varene og tjenestene inngår i produksjonen hos de indre sektorene og som sluttleveringer i de ytre sektorene.

¹³ 'Andre verditilførte elementer' (N) vil være utgifter til offentlig service (skatt), kapitalutgifter, utgifter eller renter på eiendom, profitt til aksjonærer osv.

¹⁴ Tilgangs- eller anvendelsestabeller.

¹⁵ Man antar imidlertid at næringenes produksjonsstruktur vil forholde seg stabil ut over perioden vist til her.

Tabell 2. Sektor- sektor kryssløpstabell for en region, hvor handel ut over regionens grenser inngår. Bygger på: (Bardarson, 1994; Rey, 2000; Thonstad, 1984; Wolfson, 1978).

Mottagende sektorer (j)		Indre sektorer					Ytre sektorer			Totalsum Produksjon
		1	2	.	.	n	Konsum	Eksport	Bruttoin- vestering	
Leverende sektorer (i)										
Indre sektorer	1	X ₁₁	X ₁₂	.	.	X _{1n}	C ₁	E ₁	J ₁	X ₁
	2	X ₂₁	X ₂₂	.	.	X _{2n}	C ₂	E ₂	J ₂	X ₂

	n	X _{n1}	X _{n2}	.	.	X _{nn}	C _n	E _n	J _n	X _n
Ytre sektorer	Import	M ₁	M ₂	.	.	M _n				M
	Brutto- produkt	L ₁	L ₂	.	.	L _n				L
Totalsum Utlegg		X ₁	X ₂	.	.	X _n	C	E	J	X

Transaksjonene mellom sektorene uttrykkes gjerne i form av pengeutbetalninger: x_{12} i tabell 2 vil derfor kunne leses som transaksjon av innsatsfaktorer til en verdi av x_{12} kroner fra leverende sektor 1 til den mottagende sektor 2. C_1 , E_1 og J_1 utgjør *sluttleveringen* sektor 1 har stått for, her i form av *konsum*¹⁶, *eksport* og *brutto investering*. L_1 (arbeidsinnsats) og N_1 (andre verditilførte elementer) viser til sammen verdien av *bruttoproductet*¹⁷ for sektor 1, mens summen av bruttoproduktene for alle sektorene i økonomien og vil slik utgjøre et lands¹⁸ *brutto nasjonalprodukt*. Sektorenes og regionens bruttoprodukt er gitt av differansen mellom deres *bruttoproductsjon* og innsatsfaktorer gått med til denne produksjonen. X_i i raden viser hvor mye sektor 1 leverer totalt i denne økonomien (bruttoproductsjon), mens den i kolonnen viser hvor mye sektoren har mottatt av varer og tjenester fra de tilstøtende sektorene. Linjesummen for "Totalsum Produksjon" vil være lik kolonnesummen for "Totalsum Utlegg", som begge og hver for seg summeres i X nede til høyre i tabell 6 og vist i den følgende ligningen:

¹⁶ Både offentlig og privat konsum.

¹⁷ Med bruttoprodukt menes bearbeidelsesverdi, merverdi, eller "tilført verdi".

¹⁸ Kryssløpstabellen kan gjelde for en nasjon, fylke eller en hvilket som helst region vi på forhånd har definert.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} + C_i + E_i + J_i = \sum_{i=1}^n x_{ij} + M_j + L_j + N_j = X \quad (1)$$

Kryssløpstabellen kan beskrives matematisk ved hjelp av det følgende ligningssystemet:

$$\begin{aligned} X_1 &= x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1i} + \dots + x_{1n} + C_1 + E_1 + J_1 \\ X_2 &= x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2i} + \dots + x_{2n} + C_2 + E_2 + J_2 \\ &\vdots \\ X_i &= x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{ii} + \dots + x_{in} + C_i + E_i + J_i \\ &\vdots \\ X_n &= x_{n1} + x_{n2} + \dots + x_{ni} + \dots + x_{nn} + C_n + E_n + J_n \end{aligned} \quad (2)$$

Dette ligningssystemet er også utgangspunktet for utledningen av en kryssløpsmodell som gjør oss i stand til å analysere et etterspørselsdrevet kryssløpsregnskap. I tillegg må en rekke forutsetninger tilfredsstilles om denne partielle modellen skal være gyldig og for at man skal kunne behandle de endogene data *ceteris paribus* (Sæther & Økonomi-Norge, 1994). For kryssløpsmodellen betyr dette blant annet at det ikke må forekomme endringer i sektorenes leveransemønster innenfor den aktuelle regionen (Bardarson, 1994). Øvrige forutsetninger tas med fortløpende i utledningen, der kravet til disse oppstår.

2.1.2 Kryssløpsmodellen

Kryssløpsmodellen baserer seg på relative tall og tar derfor for seg fordelingen av innsatsfaktorene som inngår i produksjonen for sektorene og sluttleveringene som behandles i kryssløpsregnskapet. Dette gjøres ved å dividere hver transaksjon av vareinnsats (x_{ij}) mellom sektorene med disse sektorenes totale bruttoproduksjonsverdi (X_j). Når man da behandler sluttleveringene som eksogene størrelser og kryssleveringene mellom sektorene som endogene, kan den tekniske koeffisienten¹⁹ (a_{ij}) uttrykkes på følgende måte:

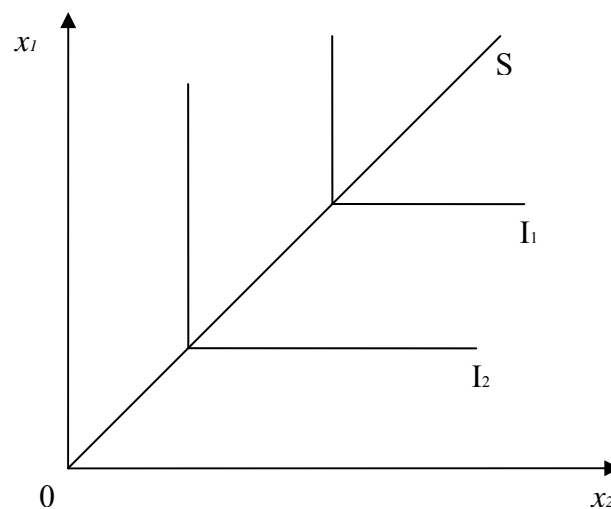
$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j}, \quad (0 \leq a_{ij} < 1) \quad (3)$$

¹⁹ Blir også omtalt som den 'direkte kryssløpskoeffisient', eller bare som kryssløpskoeffisient.

Kryssløpskoeffisienten antas å være fast, slik at om vi dobler for sektor 1 sin leveranse til sektor 4, så vil også sektor 4 sitt sluttprodukt dobles. Koeffisienten (a_{ij}) viser på denne måten det faste forholdet mellom sektorens mottatte vareinnsats for produksjon og produksjonen selv. I tillegg må man ta hensyn til at kryssløpsanalysen forutsetter at en sektor bruker innsatsfaktorer i faste forhold. Dette betyr at om sektor 4 også benytter seg av leveranser i fra sektor 2, så vil også forholdet i mellom leveransene i fra sektor 1 og 2 forholde seg konstant. Dette kan uttrykkes slik:

$$P_{12} = \frac{x_{14}}{x_{24}} = \frac{a_{12}X_4}{a_{24}X_4} = \frac{a_{12}}{a_{24}} = \textit{Konstant} \quad (4)$$

Forutsetningen om at det må være faste forhold i mellom innsatsfaktorer og produksjon og også at det er konstante forhold mellom innsatsfaktorene som inngår i denne produksjonen, viser at man i det videre kan forholde seg til en '*Leontief produktfunksjon*'.



Figur 3. Leontief produktfunksjon. Bygger på: (Bardarson, 1994; Miller & Blair, 1985; Thonstad, 1975).

Konstant skalautbytte og de rettvinklede isokvantene, kjennetegnet ved en slik produktfunksjon, forteller at produksjonsmengden øker, eller reduseres langs S i takt med tilgangen og i et gitt forhold mellom hver av innsatsfaktorene (x_1 og x_2). Slik er en enkel innsatsfaktor begrensende for hvor stor produksjonen vil bli og kan derfor ikke substitueres for større produksjon ved å øke mengden av den andre, illustrert av isokvantene I_1 og I_2 .

Når disse faste kryssløpskoeffisientene inngår i forutsetningene kan ligning 2 gjøres om på en form som tillater en videre utledning av kryssløpsanalysen (Miller & Blair, 1985; Wolfson, 1978). Samtidig legges investering (J_i), eksport (E_i) og konsum (C_i) sammen til å utgjøre sektorenes totale sluttlevering, fra nå av oppgitt ved Y_i .

$$\begin{aligned}
 X_1 &= a_{11}X_1 + a_{12}X_2 + \dots + a_{1i}X_i + \dots + a_{1n}X_n + Y_1 \\
 X_2 &= a_{21}X_1 + a_{22}X_2 + \dots + a_{2i}X_i + \dots + a_{2n}X_n + Y_2 \\
 &\vdots \\
 X_i &= a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{ii}X_i + \dots + a_{in}X_n + Y_i \\
 &\vdots \\
 X_n &= a_{n1}X_1 + a_{n2}X_2 + \dots + a_{ni}X_i + \dots + a_{nn}X_n + Y_n
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Disse ligningene har til formål å vise avhengigheten av den interindustrielle flyten av innsatsfaktorer som til slutt vil vise seg på sluttleveringene for hver sektor. Om regionens produksjonsstruktur er kjent²⁰, og om sluttleveringen settes til en kjent eksogen faktor for hver sektor²¹, så kan ligningssett 5 settes opp med hensyn til dette. Samtidig isoleres X_1 i første ligning, X_2 i den andre og så videre.

$$\begin{aligned}
 (1 - a_{11})X_1 - a_{12}X_2 - \dots - a_{1i}X_i - \dots - a_{1n}X_n &= Y_1 \\
 -a_{21}X_1 + (1 - a_{22})X_2 - \dots - a_{2i}X_i - \dots - a_{2n}X_n &= Y_2 \\
 &\vdots \\
 -a_{i1}X_1 - a_{i2}X_2 - \dots + (1 - a_{ii})X_i - \dots - a_{in}X_n &= Y_i \\
 &\vdots \\
 -a_{n1}X_1 - a_{n2}X_2 - \dots - a_{ni}X_i - \dots + (1 - a_{nn})X_n &= Y_n
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

²⁰ Ved på forhånd å ha beregnet hver sektors kryssløpskoeffisienter.

²¹ Gjennom å ha innsikt i hva etterspørselen kommer til å bli, for eksempel til neste år.

På matriseform vil dette ligningssettet uttrykkes slik:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1i} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2i} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{ni} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix}, X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix}. \quad (7)$$

Om I settes til $n \times n$ identitetsmatrisen, gitt med verdien 1 langs diagonalen tilsvarende plasseringen for $a_{11} \cdots a_{nn}$ hos matrisen A i ligning 7 og 0 på de øvrige stedene for a_{ij} i samme matrise, kan ligningssett 6 og en tilhørende identitetsmatrise²² sammenfattes til:

$$(I - A)X = Y \quad (8)$$

Første ledd i denne ligningen gir, der hvor diagonalen i identitetsmatrisen (I) motsvarer diagonalen i A , uttrykk tilsvarende $(1 - a_{11}) \cdots (1 - a_{nn})$ og øvrig, hvor identitetsmatrisen viser 0, vil uttrykkene følgelig være $-a_{ij}$.

Om absoluttverdien av første ledd i ligning 8 er forskjellige fra 0 ($|I - A| \neq 0$), kan uttrykket konverteres til også å gjelde:

$$X = (I - A)^{-1}Y \quad (9)$$

Dette er den *etterspørselsdrevne kryssløpsmodellen* for beregning av hvor stor verdi av varer og tjenester (X) som må til for å møte sluttforbruket (Y) og bestemt av den *inverse Leontief-matrisen*²³ ($(I - A)^{-1}$). Den inverse Leontief-matrisen viser hvor mye hver industri må produsere for å møte sluttforbruket. En celle i den indre matrisen viser altså hvor mye sektoren må produsere per enhet sluttforbruk av denne varen.

²² Identitetsmatrisen påført en matrise, vil være matrisen selv.

²³ Leddet $(I - A)^{-1}$ i ligning (9) blir ofte omtalt som 'den inverse Leontief-matrisen'.

2.1.3 Den direkte, indirekte og induserte effekten

Om man kun benytter resultatet av modellen i ligning 9, så vil vi bare få ut de *direkte* virkningene av endringen i sluttforbruket med en enhet. I en regionaløkonomisk sammenheng er det vanskelig å se forbi det faktum om at det eksisterer flere virkninger enn denne direkte effekten gjennom at aggregerte verdier på nytt vil kunne tilbakeføres i den samme økonomien.

Settes elementet som utgjør den inverse Leontief-matrisen til k_{ij} , kan ligning 9 igjen utvides til et ligningssett på følgende form:

$$\begin{aligned} X_1 &= k_{11}Y_1 + k_{12}Y_2 + \dots + k_{1j}Y_j + \dots + k_{1n}Y_n \\ &\vdots \\ X_i &= k_{21}Y_1 + k_{i2}Y_2 + \dots + k_{ij}Y_j + \dots + k_{in}Y_n \\ &\vdots \\ X_n &= k_{n1}Y_1 + k_{n2}Y_2 + \dots + k_{nj}Y_j + \dots + k_{nn}Y_n \end{aligned} \tag{10}$$

Sektorenes bruttoproduksjon (X_i) er her gitt av deres sluttetterspørsel (Y_j) og de *kryssløpskorrigerte* koeffisientene (k_{ij}). Denne koeffisienten gir uttrykk for den direkte og den indirekte produksjonsendringen i sektor i ved endring av sluttlevering i sektor j med en enhet. Om egenskapene til a_{ij} (fra ligning 3) videreføres og de mellomliggende forutsetningene tas med, så vil det følgende gjelde for k_{ij} :

$$\begin{aligned} k_{ij} &\geq 1, \text{ når } i = j \text{ og} \\ k_{ij} &\geq a_{ij}, \text{ når } i \neq j \end{aligned} \tag{11}$$

Den kryssløpskorrigerte koeffisienten (k_{ij}) gjør oss i stand til å finne den *totale virkningen*²⁴ av endret etterspørsel ved at den også inkluderer ”runde for runde effekten”. Den initierende etterspørselen genererer et behov for innsatsfaktorer levert i fra de produserende sektorene,

²⁴ Å betrakte som den totale virkning om man holder husholdningene utenfor den indre matrisen.

som utgjør den første runden. Men disse behovene utgjør også en etterspørsel for de leverende sektorene slik som for den opprinnelige sektoren i første runde. Dette skaper en aggregerende effekt som kan forklares av den følgende ligningen:

$$X = Y + AY + A^2Y + A^3Y + \dots + A^nY \quad (12)$$

Dette er en multiplikatorprosess som sørger for at de aggregerte effektene inkluderes for denne sektorens bruttoproduksjon. Rent matematisk uttrykker den, som følge av at den tekniske koeffisienten (a_{ij}) tilfredsstiller forutsetningene i ligning 3, at bruttoproduksjonen vil øke for så å flate ut mot en asymptote²⁵, eller som her en grenseverdi gitt av den 'inverse Leontief-matrisen'. Hvis det ikke finnes noen form for begrensninger i næringene som bidrar med innsatsfaktorer i produksjonen hos den undersøkte sektoren, så kan man finne den totale produksjonen, basert på den initielle endringen i etterspørsel.

Om man også vil inkludere virkninger av endringene i husholdningens inntekter, må modellen *lukkes* med hensyn på denne. Man behandler da husholdningene endogent. De ytre sektorene er da bare offentlige og private investeringer, om handel ut over regionens grenser utelukkes. I utledningen av en modell som inkluderer husholdningen som en endogen sektor vil den indre matrisen bli på formen $n + 1 * n + 1$. Den ekstra raden i kryssløpstabellens indre sektorer viser til avlønnnet arbeidsinnsats, mens den vil vise seg som husholdningens konsumetterspørsel i den nye kolonnen. Denne endogeniseringen vil føre til at regnskapet også må inkludere den *induserte* effekten, i tillegg til den fortsatt gjeldende direkte og indirekte virkningen. Forskjellen viser til effekten som fremkommer når konsumet retter seg mot produksjonen innenfor regionen. Dette i motsetning til den tidligere tilstanden og hvordan den da like gjerne kunne konsumere varer og tjenester, som helt eller delvis, kan være ytt fra aktører utenfor regionen.

²⁵ Det har kommet frem at økningen for sluttleveringen Y ikke er signifikant etter syvende, eller åttende runde (Wolfson, 1978; Miller & Blair, 1985) og at man i praksis kan se vekk i fra virkningen ut over dette.

For en lukket kryssløpsmodell vil de kryssløpskorrigerte koeffisientene derfor være større eller lik²⁶ de tilsvarende koeffisientene for en åpen modell:

$$\bar{k}_{ij} \geq k_{ij}, \text{ når } (i, j = 1, \dots, n+1) \quad (13)$$

Hvis man velger å se bort i fra denne 'type II – inntekts- og sysselsettingsmultiplikatoren', må man regne med at den totale effekten blir noe underestimert i forhold til de forventede virkningene. I tillegg kan man endogenisere offentlig²⁷ konsum (type III) og om man vil ta med virkninger av offentlige og private investeringer (type IV), så vil dette medføre en enda større multiplikatorer. Type III og IV vil imidlertid bli holdt utenfor dette studiets oppmerksomhet.

2.1.4 Kryssløpskoeffisientenes stabilitet

Kjernen i kryssløpsanalysens funksjon er kryssløpskoeffisientenes rolle i denne. Dette er faktorene som binder sammen de tidlige årenes produksjonsstruktur med dagens og danner grunnlaget for den kommende analysen av regionens økonomi for fremtiden.

Modellen bak kryssløpsanalysen forutsetter at disse koeffisientene forholder seg stabil over perioden fra de er samlet inn og til de skal benyttes i analysen. Prosessen fra innsamling av data og til disse behandles i en analyse har i mange tilfeller vist seg å ta flere år. For modellens del hadde en helst sett at næringenes observerte produksjonsstruktur ikke vil endre seg over denne tiden. Slik er det altså ikke i praksis. Kryssløpskoeffisientene er oftest *ikke* helt autonome i forhold til endringer i de endogene og eksogene variablene (Thonstad, 1975). Man må derfor forvente at det vil oppstå en viss endring i næringenes produksjonsstruktur over denne tiden. Dedekam (1987) peker på fire forhold som vil ha innvirkning på kryssløpskoeffisientenes stabilitet:

²⁶ Hvor mye avviket viser seg i ligning 13 avhenger av i hvilken grad konsumeterspørselen endrer seg etter denne endogeniseringen. Om husholdningen som ledd i en åpen modell kun har benyttet seg av varer og tjenester ytt innenfor regionen, så vil leddene i ligning 13 forholde seg lik.

²⁷ Statlig i dette tilfellet, kommunalt og fylkets konsum inngår sammen med husholdningens i 1987-regnskapet.

- Endring i næringenes produksjonsvolum.
- Endring i relative priser.
- Endring i næringenes produktsammensetning.
- Endring i produksjonsteknikk.

Dette er en følge av at rasjonelle aktører i de forskjellige sektorene stadig vil søke etter forbedringer som gagnar deres lønnsomhet og at det av ulike årsaker vil kunne oppstå variasjon i leveransmønster og drift. Slik kan det forekomme en viss grad av substitusjon mellom innsatsfaktorer som følge av variasjon i pris, behov og tilgang på disse. Effekten av en slik streben etter optimalisering må ikke overdrives, fordi det er stor grad av treghet tilstede. Spesielt vil dette være gjeldende når produsentene ikke forventer at for eksempel prisendringene vil være varige (Thonstad, 1975).

Kostnadene ved en ren undersøkelsesbasert analyse kan være uforholdsmessig høye og vil dermed begrense mulighetene til å følge opp denne form for analyse. Valget står da mellom en ren teoretisk, eller en delvis undersøkelsesbasert tilnærming. En slik partiell empirisk-teoretisk tilnærming er *RAS-teknikken*,²⁸ eller *biproporsjons-justeringsteknikk*²⁹ som den også har blitt kalt. RAS-teknikken er et resultat av Richard Stones forsøk på å finne en velfungerende metode for oppdatering av Storbritannias kryssløpstabeller i 1961 (Okuyama *et al.*, 2002; Stone, 1961).

2.2 Bruk av scenarier for å avdekke fremtidige utfall

Scenariemodellering er en vanlig metode for å avdekke ”teknologiske og andre fremtider”. Det å konstruere scenarier kan imidlertid ikke bli sett på som noe man gjør ukritisk. Både når det gjelder sosialøkonomisk og økologisk utvikling, karakteriseres disse med relativt stor grad av uforutsigbarhet. Dette skyldes at man ikke kjenner til hvordan utviklingslinjene man har sett frem til i dag vil oppføre seg i forhold til fremtidige hendelser. Uforutsette hendelser kan gjøre at vi blir ”tatt på sengen” når vi mangler instrumenter til å forutse forløpet. Mange hendelser oppstår som følge av sekvenser av mellomtilstander, hvor store og ofte tilfeldige

²⁸ Se appendiks A for en gjennomgang av denne.

²⁹ Fritt oversatt: ”Biproportional adjustment technique” ref.: (Okuyama *et al.*, 2002)

utløste forandringer, hvor som helst i denne sekvensen, vil kunne gi uventede resultater (Bruun *et al.*, 2002).

Scenarier er fremtidsvisjoner basert på disiplinert diktning. Disse kan inneholde elementer av fiksjon, men må ha en forankring i nåtidens virkelighet, ved en troverdig forbindelse mellom dagens tilstand og fremtiden. Scenarier skal derfor være faglig fundamenterte og ha en tidshorisont. Endringer vil likevel kunne oppstå underveis og føre til ringvirkninger som forsterker avviket i fra den opprinnelige visjonen om fremtiden. Vi kan si at det ikke bare er én, men mange mulige fremtider. Dette gir oss muligheten til å tenke på flere eventualiteter. Denne løsrivelsen gir fleksibilitet og gjør oss bedre i stand til å møte utfordringene som vil komme. For en scenariomodell flyttes perspektivet til en tenkt fremtid, hvor blikket retrospektivt vendes tilbake på scenariets tilblivelse. For at scenariene skal bli innbyrdes konsistente, prøves det aktivt å modelleres slik at disse står i forhold til hverandre. Dette gjøres ved at man ser på interaksjonen mellom hendelser og hvordan sentrale prosesser kan vise seg å folde seg ut og gripe inn i hverandre. Slik kan det skapes nye betingelser og mønstre. Scenariene skal gjennom forskjellige analysemetoder sammenfatte et komplekst saksfelt og rette blikket vårt mot fremtidige veivalg gjennom helhetlige og visualiserbare framtidsbilder (Arbo, 2000).

Det opereres med to hovedtyper scenarier, hver med sitt gyldighetsområde og former for antydning om fremtidige hendelser: 1) *Hendelsesbaserte scenarier*, som tar høyde for at fortiden kan slå feil og gi seg utslag ikke bare i andre små hendelser, men faktisk for hele mønsteret for den forventede fremtiden. Denne dynamiske scenarioformen er derfor ikke veldig konsistent i forhold til utfallet, men har i sin funksjon en annen oppgave; nemlig det å gjøre oss forberedt på at det kan være stor variasjonsbredde i hendelser. Den tar for seg en potensiell diskontinuitet i forløpet (van Notten *et al.*, 2005). Her vil man søke å gjøre utfallsrommet så lite som mulig slik at forventningene til den endelige hendelsen ikke vil gjøre oss overrumplet når denne inntreffer. 2) *Trendbaserte scenarier*³⁰ forholder seg til det faktum om at fortiden er en modell for fremtiden: Eksisterende trender projiseres lineært inn i fremtiden, normalt med en høy og en lav ekstremverdi, med en eller noen få verdier i mellom (Bruun *et al.*, 2002).

³⁰ Benyttet av for eksempel IPCC, referert til tidligere i oppgaven.

Uansett hvilken metode³¹ man benytter for å se fremover i tid, hva angår mer eller mindre komplekse systemer, er det ingen som kan gjøre krav på å være gyldige prediksjoner. Jo lenger frem i tid man forsøker å se, dess mer diffust vil bildet bli. Erkjennelsen av at man befinner seg på usikker grunn reduserer likevel ikke behovet for å tenke systematisk i forhold til fremtiden³² (Arbo, 2000; van Notten *et al.*, 2005). Når man ønsker å se på utviklingen fremover i tid, må man ta høyde for de mange usikkerhetsmomentene som kan oppstå underveis og samtidig være klar over at det ofte søkes svar på enkeltkomponenter som er bestanddeler i større komplekse systemer. Langsiktige prognoser som kun støtter seg på deler i slike systemer kan ofte vise seg å være verdiløse i løpet av kort tid. Dette er fordi små endringer i forutsetningene kan endre den predikerte historiens løp (Postma & Liebl, 2003).

³¹ På generelt grunnlag og ut over de to overfor nevnte ”hovedtypene”.

³² jf. kapittel 1.1.1

3 Metode

Innfallsvinkelen til den biologibetraktende delen tar utgangspunkt i en litterær studie, hvor det faglige innholdet i all hovedsak vil baseres på eksisterende teorier og øvrig litteratur på fagfeltet. Her blir deler av det som er publisert innenfor fagene relatert til meteorologi og klimavariasjoner, oseanografi, karbontransport, fiskens biologi og fiskeribiologi belyst. Denne prosessen vil være med på å få frem de vurderte effektene en klimaendring kan vise seg å påføre økosystemet, med fokus på hvordan biomassen hos norsk arktisk torsk kan vise seg å reagere. Bruk av utvalgte temperaturscenarier opp mot det en kan forvente av utslag i de fysiske og biologiske variablene, skal resultere i endrede biomasser hos denne bestanden. Det er imidlertid på sin plass å understreke at det ikke er metoden i denne delen av oppgaven som vektlegges. Slikt sett er viktigheten av korrekte estimater for en fremtidig biomasse underordnet oppgavens hovedproblemstilling, som er å belyse de regionaløkonomiske effekter av en eventuell temperaturøkning i våre havområder.

Kryssløpsanalysen kan vise den økonomiske effekten en eventuell økning eller reduksjon i biomassen hos norsk arktisk torsk vil representere for denne bestemte regionen. En aktivitetsendring i fiskeforedlingssektoren vil skape økonomiske ringvirkninger for de tilstøtende sektorene gjennom at også disse vil få en endring i sin aktivitet. Man vil til slutt kunne se den samlede effekten av biomasseendringen som kan virke inn på økonomien til hele regionen.

Dette studiet skal begrense seg til å belyse virkningene på sysselsettingen i fiskeindustrien en endret råstofftilgang kan føre til. Ettersom hele det økonomiske systemet innenfor regionen er mer eller mindre koblet sammen på ulike nivåer, vil dette være med på å synliggjøre at det er ringvirkninger også ut over sysselsettingsvirkningen i denne næringen.

3.1 Hvordan beregne en fremtidig biomasse?

Det finnes et historisk tallmateriale som viser både temperaturen og estimater for den totale biomassen hos norsk arktisk torsk³³ i det aktuelle området. Disse overlapper hverandre i tid fra 1965 og frem til i dag. Korrelasjonen mellom fluktuasjonene i disse kan gi en indikasjon på om er en sammenheng mellom temperatur og biomasse hos denne bestanden. Mer konkret enn en indikasjon kan man ikke forvente at dette vil gi. Det å skille ut de variasjonene i bestanden som kun skyldes den klimarelaterte faktoren må betraktes som en særdeles vanskelig oppgave. Dette er et resultat av at blant annet fiskeriaktiviteten utgjør en så stor del av variasjonen i den totale biomassen at andre komponenter som innvirker på bestandsstørrelsen blir vanskeligere å se. I tillegg vil man i varierende grad³⁴ se at faktorer utenom temperatur og de direkte antropogene også spiller en rolle her. Disse kan gjerne skyldes forhold forårsaket av for eksempel tidligere utført overfiske på selve bestanden og på artene som utgjør beitegrunnet til norsk arktisk torsk. Dette vil blant annet føre til at gytebestandene hos disse tidvis kommer på et kritisk lavt nivå og kan være med på å gi virkelig store utslag. Summen av alle disse andre forholdene vil kunne oppfattes som støy overfor selve temperatureffekten. Støyen vil resultere i upresise estimater – om disse i det hele tatt lar seg beregne på en tilfredsstillende måte.

Det er med bakgrunn i denne usikkerheten og manglende modeller for en slik beregning at delmålet med å finne en fremtidig biomasse ved å tilpasse etablerte mengdeestimeringsmetoder, har måtte vike plass for en *antagelse* om en fremtidig biomasse. Antagelsen kan selvfølgelig komme til å avvike betydelig i forhold til de virkelige fremtidige utfall, men det ser ikke ut til at det finnes alternativer som vil gi et mer presist resultat³⁵. Metoden kan i utgangspunktet virke noe ukonvensjonell, men redegjørelsen for denne vil rette opp for noe av dette inntrykket. Scenariobegrepet tillater dessuten en viss romslighet i forhold til de tall som skal benyttes, ettersom man ikke er ute etter annet enn forventede eventualiteter jf. kapittel 2.2.

³³ Norsk kysttorsk og norsk arktisk torsk fanges i blanding i de samme fiskerier, og i reguleringene blir kvotene slått sammen (Dahl *et al.*, 2007). Kysttorsk vil derfor være inkludert i scenariene og beregningene i fortsettelsen.

³⁴ Da med hensyn til hyppighet og resultatet av faktorer som hindrer rekruttering til bestandene. Det være seg alt i fra suboptimale gyteforhold og migrasjon av egg og larver, til manglende beitegrunnetlag.

³⁵ Dette er vist av egne forsøk på forskjellige tilnærmelser og av hva som har kommet frem i samtaler med fiskeribiologer ved NFH og IMR.

Å bruke en antagelse som grunnlag for de videre økonomiske beregningene kan i utgangspunktet virke noe uhåndgripelig og lite konkret. Men det søkes å gjøre dens betydning mindre vag ved å underbygge denne med relevante argumenter. Denne skal derfor basere seg på funnene som allerede er gjort og beskrevet i deler av den benyttede litteraturen. Den faglige bredden litteraturen representerer skal til sammen fundamentere en argumentasjonsrekke for påstanden om at bestandens biomasse vil påvirkes av endrede havtemperaturer i fremtiden. Gjennom denne prosessen vil det søkes svar på hva som kan bli utfallet, selv om det ikke på dette punkt vil være et direkte kvantifiserbart materiale.

Da det ikke er temperaturen alene som sørger for biomassefluktasjoner hos torsk, vil det være passende å se på hvordan temperaturen kan være med på å påvirke også de mellomliggende leddene i næringskjeden. Det vil også fokuseres på hvordan endringene i de fysiske forutsetningene påvirker miljøet der fiskeegg, larver og senere adult fisk skal vokse opp og beite på andre organismer. En forståelse av disse mekanismene vil være med på å underbygge validiteten av påstanden om at temperaturen faktisk kan gi seg utslag i endret råstofftilgang i fremtiden.

En forventning om en økning eller nedgang er ikke i seg selv anvendbar som eksogent gitt variabel og som direkte lar seg benytte i den forestående kryssløpsanalysen. Til denne trengs det, som allerede nevnt, et kvantifiserbart mengdeestimat. Dette skal forsøkes løst gjennom å benytte en mer eller mindre *kvalifisert gjetting* gjennom scenariene, basert på den informasjonen som finnes i litteraturen. Biomasseestimatet vil i fra dette punkt presenteres på en tallform ved at man kan forvente en prosentvis endring i fra dagens bestand gitt temperaturpåvirkningene fra omgivelsene underveis og i året 2050.

3.2 Anvendelsen av temperaturscenarier

Temperaturscenariene som benyttes i dette studiet tar delvis utgangspunkt i utslippsscenarioer i fra IPCC's *Special Repport on Emission Scenarios (SRES)*. Disse benyttes i dag for å simulere fremtidig global klimautvikling. Ifølge IPCC (2002) er den globale middeltemperaturen forventet å øke med mellom 1,4 og 5,8 °C i løpet av perioden 1990 til 2100 (McCarthy, 2001). Dette sammenfaller i hovedtrekk med en tidligere klimascenariofremstilling for år 2030, utarbeidet av Det norske meteorologiske institutt i forkant av 1990. Det siste har også blitt vurdert som et anvendelig utgangspunkt i blant annet *Konsekvenser av klimaendringer for fiskeri- og havbruksnæringen* (Øiestad, 1990). Graden av likhet mellom temperaturscenariene presentert av de to institusjonene gjør at disse i det videre vil vurderes som likeverdige og har dessuten blitt justert til å gjelde for året 2050 i stedet for henholdsvis 2100 og 2030³⁶. Avviket i temperatur og i perioden disse er satt til å gjelde for er for så vidt heller ikke avgjørende for oppgavens scenarietekonstruksjon. Om det skulle være grunnlag for å korrigere de to temperaturanslagene er derfor underordnet. De følgende lufttemperaturanslagene og dermed også havtemperaturene benyttet av Øiestad (1990), vil derfor stå som de gjeldende for oppgavens scenarietekonstruksjon.

Temperaturscenariene ligger som grunnlag i betraktningene for de fremtidige biomassene som gjennom leveranser til fiskeindustrien skal behandles i kryssløpsregnskapet. Dersom disse faktorene er utslagsgivende for bestandstørrelsen hos norsk arktisk torsk, vil det også resultere i endret aktivitet i næringen som baserer sin produksjon på fiskeflåten leveranse av dette råstoffet. For å få frem den regionaløkonomiske effekten bestandsfluktuasjonene kan komme til å representere kreves det en referanse. Denne referansen, eller *baseline*³⁷, er de forholdene som gjør seg gjeldende i dag over hele horisonten av det som inngår av forutsetninger. En slik baseline vil være å betrakte som et nullpunkt og kommer til å stå i motforhold til omstendighetene ved en *èn* og *to* grader Celsius økning i havtemperatur i henholdsvis scenario 1 og 2. Slik vil referansepunktet avdekke de forandringer som kan vise seg å oppstå lenger ut i kjeden av hendelser.

³⁶ Denne litt upresise generaliseringen har blitt gjort for å gi en forenklet forankring til et par av de gjeldende scenarietekonstruksjonene innen klimaforskning. Men forenklingen her får liten betydning for studiets problemstilling.

³⁷ Baseline er som skrevet i teksten et referansepunkt, eller nullpunkt, hvor forholdene i dette scenariet settes lik forholdene slik de er ved det året som er utgangspunkt i studiet.

3.3 Kryssløpsanalysen som verktøy

Kryssløpsanalysen skal i denne oppgaven benyttes til å tilkjenne ringvirkninger oppgitt i antall sysselsatte som et resultat av en fremtidig endret slutteetterspørsel hos fiskeforedlingssektoren. I dette er det forutsatt at etterspørselen vil øke direkte som følge av at tilbudet av produkter fra denne næringen vil øke, *ceteris paribus*.

For å gjøre dette mulig skal det beregnes sysselsettingsmultiplikatorer basert på data fra kryssløpsregnskapet for 1987 (Heen & Aanesen, 1993 a) og ved bruk av 1987-sysselsettingstall i regionen fra Bardarson (1994). Disse skal benyttes på omsetningstallene for 1997, ved at de aktuelle 1997-verdiene deflateres til 1987-kroner. Dette er nødvendig fordi produksjonsmultiplikatorene er bestemt av datidens omsetningstall. Ved bare å benytte det nominelle omsetningstallet for 1997 direkte på denne multiplikatoren, vil inflasjonen³⁸ som har foregått de ti årene resultere i et overestimat. Deflateringen vil føre til at man er på linje med forutsetningene om faste priser mellom årene kryssløpsregnskapet har blitt satt til å gjelde for.

Man står imidlertid overfor enda et problem som krever noe oppmerksomhet før tallene er anvendelige i den etterspørselsdrevne³⁹ kryssløpsanalysen. Scenariene tar utgangspunkt i biomassetallene som kan tenke seg å endres i fremtiden. Disse har blitt gjort om gjennom statistikk fra Fiskeridirektoratet⁴⁰ til å gjelde den andelen som har blitt ilandført til den gjeldende regionen. Siden de skal benyttes et etterspørselsdrevet kryssløpsregnskap, så må også verdiene ilandføringen representerer gjøres om til å gjelde det som etterspørres som sluttprodukt. Denne verdien kan man komme frem til ved hjelp av en multiplikator beregnet fra kryssløpsregnskapet for 1987, illustrert i tabell 16, appendiks E. Resultatet av denne operasjonen vil bli presentert i tabellform under kapittel 6.5.1, sammen med endringen for konsumprisindeksen mellom årene 1987 og 1997.

³⁸ Det har forekommet en 35,6% økning i konsumprisindeksen i mellom 1987 til 1997.

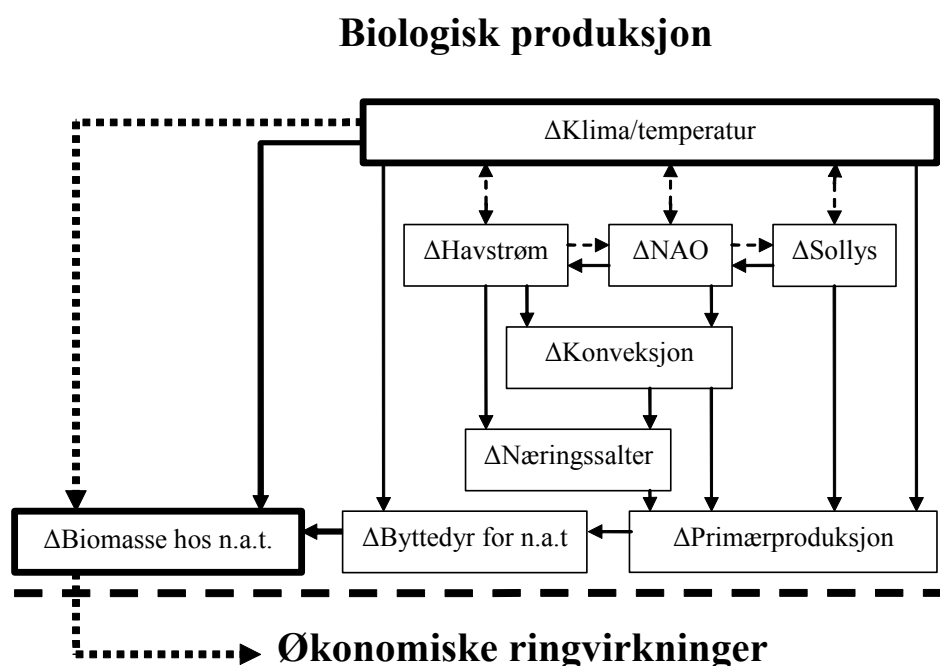
³⁹ Kryssløpsanalysen kan også gjøres om til også å gjelde et tilbuds-drevet regnskap, i motsetning til den etterspørselsdrevne som her. Se appendiks B.

⁴⁰ Opprinnelig Fiskeridirektoratet sine tall, men de eldre finnes i Statistisk Sentralbyrå sine databaser.

DEL I. Det klimatiske og biologiske grunnlaget

4 Endringer i havklima

På samme måte som miljøforholdene er med på å regulere livet på landjorda, vil de marine organismene påvirkes av miljøforandringer i havet. Selv om dette i første omgang vil påvirke primærproduksjonen, vil endringene vise seg oppover i næringskjedene både gjennom endring i næringstilgang og i hvordan veksten hos individene vil påvirkes direkte.



Figur 4. Flytskjema for de viktigste momentene som inngår i resonnetet og som skal føre frem til biomassetall hos norsk arktisk torsk (n.a.t) for behandling i oppgavens del 2.

Flytskjemaet (figur 4) viser hvordan de klimatiske faktorene kan tenkes å påvirke den biologiske produksjonen i området. Tekstboksene som er uthevet representerer påstanden om at endret temperatur som følge av endret klima vil føre til endringer i bestanden som er gjenstand for dette studiet. Boksen som viser *Byttedyr for n.a.t.* vil bli presentert i en utvidet form i figur 17, fordi denne er sentral i forståelsen av mekanismene som gjelder her. Med NAO menes den nordatlantiske oscillasjonsindeksen, forklart i kapittel 4.3.2.

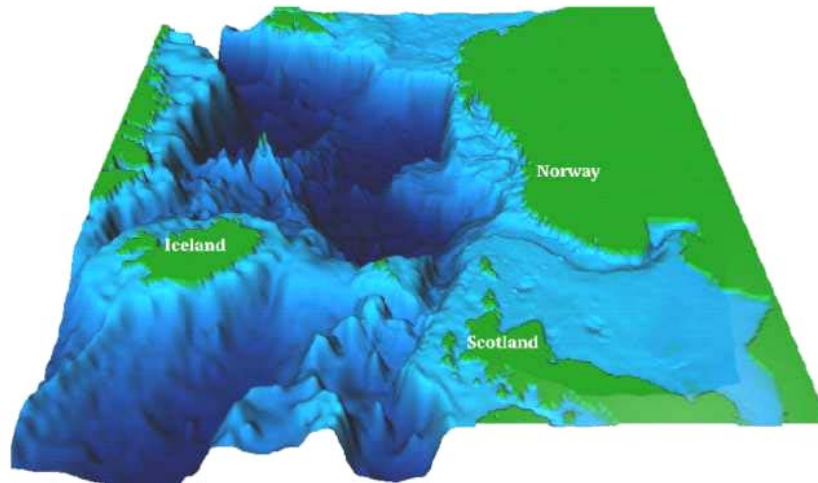
4.1 Hva er klima?

Med klima menes det midlere, eller gjennomsnittlige været. Klimabegrepet kan benyttes på lokale vær fenomener og karakteristikk, men kan også omfatte fenomener over hele kloden. I tillegg til å måle gjennomsnitt for temperaturen må man også finne middelvei for den geografiske utbredelsen. For å finne avvik i vær må man ha en referanse, som i meteorologien kalles *normalen*. Dette er en beregnet størrelse basert på gjennomsnittet over en 30-års periode. Avvik fra denne betegnes som *anomalier*. Anomalier som strekker seg over en lengre periode kan tolkes som endring i klima. Selv om det er en del vær fenomener som eksempelvis vind og nedbør som kan karakterisere et slikt skifte, er det i global sammenheng helst temperaturen som blir brukt som indikator på langtidsvirkningen i klimabegrepet (Alfsen, 2002).

4.2 Havområdenes egenskaper

For å forstå hvordan effektene av en klimaendring vil gi seg utslag endret tilgang hos norsk arktisk torsk er det nyttig ha oversikt over de fysiske oseanografiske egenskapene til havområdene bestanden befinner seg i. Disse egenskapene er på mange måter avgjørende for hvordan de hydrografiske forholdene vil respondere som følge av variasjon i påvirkningen fra omgivelsene.

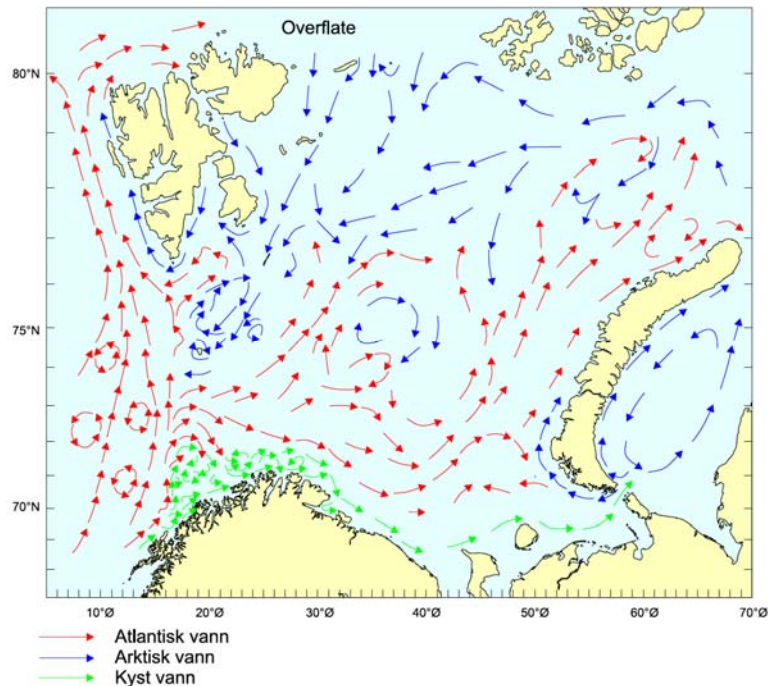
Områdene som er mest interessant i forhold til fisket i **Norskehavet** er i all hovedsak de kystnære farvann ut til eggakanten. Det vil si på kontinentalsokkelen ut til overgangen til dyphavet utenfor norskekysten. Farvannene nærmest kysten preges av fjorder og hav med bunntopografi bestående av banker og dyprenner. Kontinentalsokkelen strekker seg i grove trekk til mellom 70 og 250 km utenfor kysten. Dybden på plataet varierer fra bankene som ligger på i underkant av 200 meter og ned til dyprennene mellom dem som kan gå ned til rundt 400 meter (Breen, 1986).



Figur 5. Illustrerende topografisk kart for det nordlige Atlanterhavet. Kilde: Det matematiske fakultet, UIO. (1995).

Vannmassene utenfor norskekysten deles i to; atlantehavsvann med en salinitet over 35 ‰ og kystvannet som holder under 35 ‰. Skillet mellom disse er mer diffust og ligger lenger ut fra kysten gjennom sommeren og jo lenger nord man kommer. Om vinteren er *kystvannskilen* å finne tett inntil kysten, siden forskjellen i tetthet er mer fremtredende da. I nord vil skillet mellom disse avta etter hvert som turbulensen i vannmassene blander det varme og salte atlantiske vannet inn med kystvannet. Vannet som strømmer nordover nærmest kysten har delvis sin opprinnelse fra den saltfattige baltiske strømmen og noe fra norske elver (Breen, 1986). På steder der havbunnen skråner ned mot større dyp, dannes det topografisk drevne strømmer. Frontstrømmene langs eggakanten og den norske kyststrømmen møtes her og danner virvler flere steder langs kysten (Skreslet, 2002).

Barentshavet er et sokkelhav på ca 1,4 millioner km², som i hovedsak er grunnere enn 300 meter (Dahl & Asplin, 2003). Havområdet er definert til å befinne seg i mellom ca. 70-80°N og innenfor øygruppene Spitsbergen og Frans Josefs land i nord, Novaja Semlja i øst, den norske- og russiske kysten i sør, og normalt tegner kontinentalhyllene av den vestlige grensen mot Norskehavet (Bergstad *et al.*, 1987; Dalpadado & Loeng, 2004; Gjøsæter, 1997). Se figurene figur 1 og figur 6.

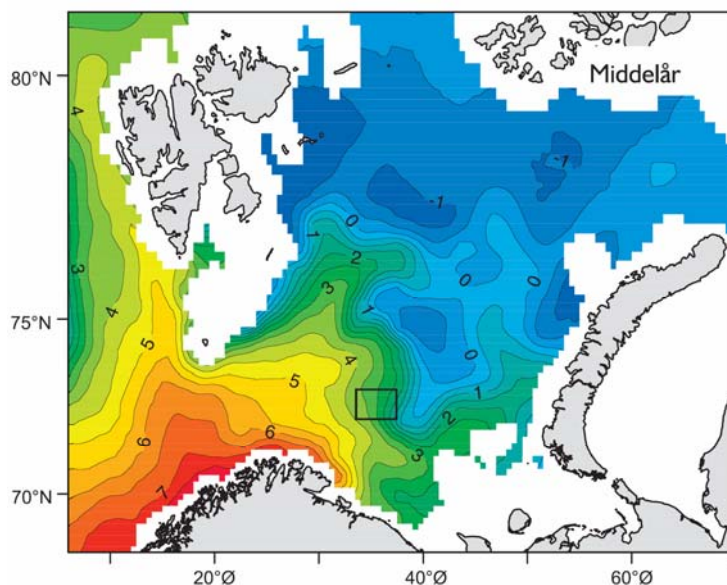


Figur 6. Strømkart over Barentshavet – Lofoten. Kilde: Føyn *et al.*(2002).

Mengden av innstrømmet atlantehavsvann kan variere fra år til år, noe som vil gi utslag i vannmassegenskapene her. Atlanterhavsstrømmen deler seg i to ved Tromsøflaket. En gren går vest for Spitsbergen med en bakevje opp Storfjordrenna, øst for Spitsbergen. Den andre grenen går over Bjørnøyrenna og brer seg siden ut nord og østover i Barentshavet. Her møter den det kalde og lettere polarvannet og danner en front. Det kalde arktiske vannet strømmer inn i fra nord i rennene mellom Spitsbergen og Frans Josefs land og Novaja Semlja. I hovedsak kan man si at vannmassene i Barentshavet er delt i to: I sør og vest finner man innblandet atlantehavsvann som er varmere enn den nordlige og østlige delen av bassenget. Overgangen i temperatur viser seg noenlunde jevnt fra vest til øst, mens gradienten viser seg mer definert mellom nord og sør i skillet mellom de to motgående strømmene. Dette grenseområdet med forskjellig temperatur og salinitet danner *Polarfronten* (Breen, 1986; Dalpadado & Loeng, 2004; Gjørseter, 1997). I løpet av året vil temperaturen i Barentshavet variere fra $-1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ til $6\text{ }^{\circ}\text{C}$, samtidig som at tilgangen på lys varierer fra mørke store deler av døgnet til kontinuerlig dagslys gjennom sommermånedene (Sakshaug *et al.*, 1994).

4.3 Fysiske endringer

Selv om økosystemet i Barentshavet har en enkel struktur sammenlignet med havområder lenger sør, er det til gjengjeld meget dynamisk. Dette har sammenheng med at miljøfaktorene i Barentshavet stadig varierer og at økosystemet trenger tid til å tilpasse seg endringene. Når man ser på oseanografiske endringer i Barentshavet er det spesielt interessant å se det i tidsskala fra uker til tiår. Lavtrykkspassasjer gir regelmessighet i vind og vertikalblanding samt rask bevegelse av is med tidsskala fra dager til uker. Årstidsvariasjonene her er ekstreme, som ellers i polare strøk. Dette gjelder ikke bare isutbredelse og store variasjoner i lys, men også en betydelig endring i temperatur gjennom året. Variasjon i innstrømmingen av atlantisk havsvann kan i perioder fra 3 år og oppover gi fysiske variasjoner i miljøforholdene (Sakshaug *et al.*, 1994). Klimaet i Barentshavet varierer mellom varme og kalde tilstander. De varme periodene karakteriseres av høye temperaturer, lavtrykk og sykloniske atmosfæriske bevegelser, økt innstrømning av atlantisk vann og dermed redusert isutbredelse. I kalde år vil de nevnte fenomenene vise seg med motsatt fortegn (Gjørseter, 1997; Nilssen *et al.*, 1994; Ådlandsvik & Loeng, 1991). Loeng *et al.* (1991 b) viser til at de oseanografiske forholdene i Barentshavet hovedsakelig skyldes adveksjon⁴¹, som er tett knyttet til meteorologiske forhold.



Figur 7. Temperaturfordelingen i Barentshavet på 100m dyp for august-september et middelår. Kilde: Hassel (2001).

⁴¹ Transport av vannmasser eller organismer inn i nye områder ved hjelp av havstrømmene.

Figuren viser isothermene som bukker seg innover i Barentshavet og det blir tettere i mellom dem nærmere Polarfronten. Ved en temperaturøkning i disse vannmassene vil man se en nordøstlig forflytning av isothermene, fortrinnsvis i østlig retning. Øiestad (1990) beskriver at disse ved en forflytning vil legge seg på den neste, slik at man ved en 1 °C økning⁴² vil finne 2 °C-isothermen på det stedet hvor 1 °C-isothermen befant seg i forkant av temperaturøkningen. Han beskriver samme sted at dette vil føre til at arealet med en bunntemperatur høyere enn, eller lik 2 °C vil øke som vist i den følgende tabellen:

Tabell 3. Samlet areal med bunntemperatur høyere eller lik 2 °C og prosentvis tilgang av det totale arealet i Barentshavet. Kilde: Øyestad (1990).

Scenario	Areal med $T_{\text{BUNN}} \geq 2 \text{ }^\circ\text{C}$ (km^2)	Prosent av Barentshavets totale $\sim 1,4 \cdot 10^6 \text{ km}^2$ (%)
Baseline	312 000	22
1 °C økning	427 000	31
2 °C økning	543 000	39

4.3.1 Global temperaturendring

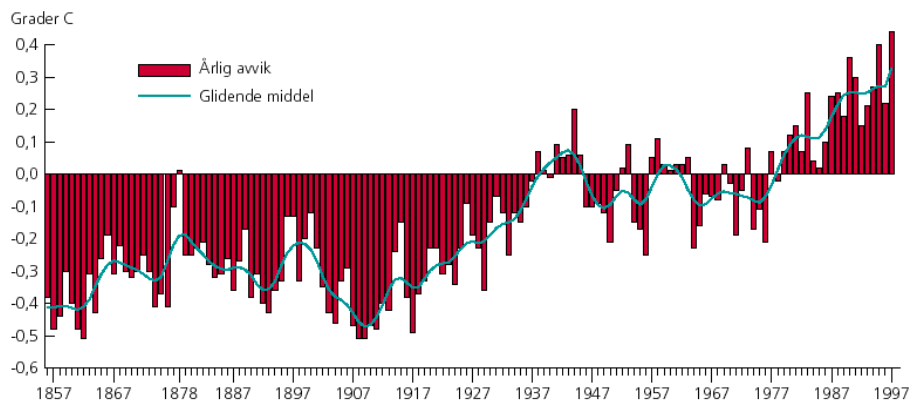
Den globale temperaturen er i all hovedsak styrt av solens innstråling til jorden og jordens evne til å holde på denne varmen⁴³ (Orheim, 2002). Temperaturen reguleres av jordens atmosfære, som absorberer solens utstrålte energi direkte og indirekte gjennom å forhindre at deler av refleksjonen fra jord- og havoverflaten går ut i verdensrommet igjen. Atmosfærens drivhuseffekt er en viktig forutsetning for at livet skal opprettholdes som vi kjenner det her på jorden. Uten tilstedeværelsen av atmosfæren ville den globale gjennomsnittstemperaturen vært -18°C og ikke 15°C som i dag (Flugsrud *et al.*, 1995). Varmebalansen er avhengig av mengden og sammensetningen av gasser og aerosoler⁴⁴ i atmosfæren. Om disse gassene og partiklene slippes ut i luften fra naturlige prosesser, eller av menneskeskapte forurensninger, spiller liten rolle for problemstillingen i denne oppgaven. Det blir imidlertid i økende grad antatt at utslipp knyttet til menneskelig aktivitet har påvirket denne balansen; gjennom økte nivåer av CO₂, CH₄, N₂O og fluorholdige gasser. Den stigende globale middeltemperaturen

⁴² Ikke som ved en sesongvariasjon, men ved en teoretisk økning temperatur sett i forhold til kaldere år.

⁴³ Jordens energiomsetning som resulterer i varme gjennom "jordvarme" og menneskers forbruk utgjør bare 1% av varmeenergien lagret i biosfæren

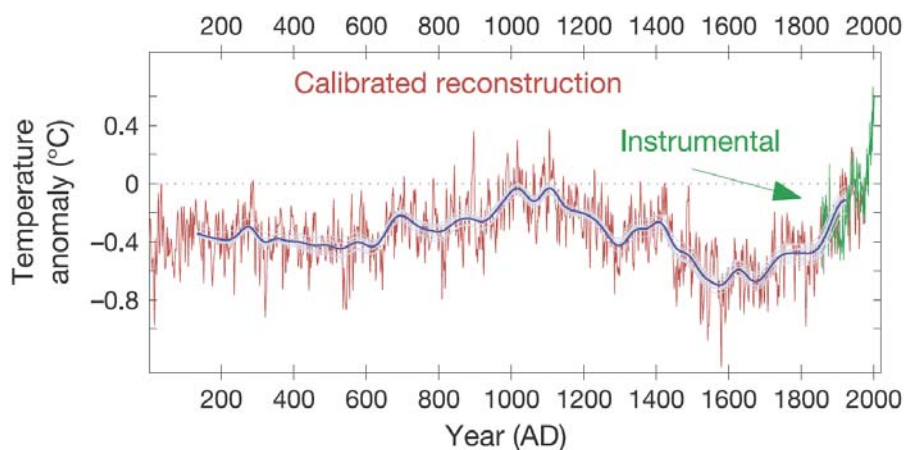
⁴⁴ Frittsvevende stoffer/partikler.

er det klareste signalet på at vi står overfor en klimaendring som kan resultere i at hele økosystem påvirkes. Denne har vist seg å øke med mellom 0,3 og 0,6°C de siste 100 år (McLean & Tsyban, 2001; SSB, 1998).



Figur 8. Variasjoner i global middeltemperatur i forhold til normalverdien for perioden 1961 til 1990. Kilde: Det norske meteorologiske institutt (2002)

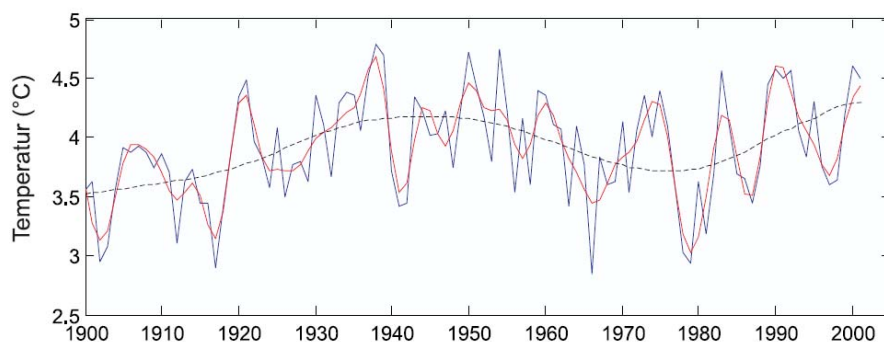
Figur 8 illustrerer hvordan det globale avviket i jordoverflatens middeltemperatur viser seg i forhold til normalverdien for perioden 1961 til 1990 fra 150 år tilbake i tid. For å få et inntrykk av utviklingen i de store sammenhengene, kan man ikke bare se på utviklingen over de siste 150 år. Går man i stedet 2000 år tilbake i tid får man et litt annet bilde av hva som har skjedd det siste århundret på den nordlige halvkule. Her skiller det tjuende århundret seg ut med en relativt kontinuerlig økning i temperatur, bortsett fra et fall rundt 1950 til 1970 (Figur 9).



Figur 9. Termometerdata og estimerte temperaturdata (fra is-kjerner, koraller og historiske nedtegnelser) de siste 2000 år. 0-punktet er også her satt til normalen for 1961-1990. Kilde: Moberg *et al.* (2005).

Det økende standardavviket tilbake i tid, skyldes usikkerhet i proxy-data⁴⁵. Spesielt gjelder dette data som har sin opprinnelse fra før 1600-tallet, hvor de historiske nedtegnelsene ikke i like stor grad støtter opp om de resterende proxy-data. Dette i motsetning til de mer sikre instrumentdata for det siste århundret (McLean & Tsyban, 2001; RegClim, 2003). Økningen i den globale temperaturen de siste 100 år har skjedd over to etapper: Den ene frem mot 1940 og den andre fra slutten av 1970-tallet og frem til i dag. Klimasystemet må kunne betraktes som uforutsigbart med måten syklene viser seg over tid. Trender over 100 år kan være mer eller mindre tilfeldige. Man kan likevel se at den menneskeskapte komponenten⁴⁶ er vesentlig mer tydelig det siste 100 år (Källén *et al.*, 2001; RegClim, 2003).

Om man i tillegg ser på havtemperaturen i Kolasnittet⁴⁷, vitner trenden om en syklus med 30 års varighet. Temperaturmålinger fra 1900 og frem til i dag er grunnlag for havklimaets utvikling det forrige århundret.



Figur 10. Årsmiddel av temperatur i Kolasnittet i perioden 1900 til 2001 (blå kurve). Temperaturserien er visert også 5 årsmidlet (rød kurve) og 30 årsmidlet (stiplet kurve). Kilde: Loeng & Ingvaldsen (2002 a).

30 årsmidlet for denne temperaturserien synes å avsløre en ny topp som er i ferd med å nå. Om trenden flater ut eller viser en synkende tendens i løpet av de neste ti årene, tyder dette på naturlige temperatursvingninger. Skulle den derimot fortsette å stige etter denne perioden, kan dette være en bekreftelse på at det er en klimaendring på gang (Loeng & Ingvaldsen, 2002 a)..

⁴⁵ Proxy-data: Prøvene tatt fra is-kjerner, sedimenter fra havbunn og lignende.

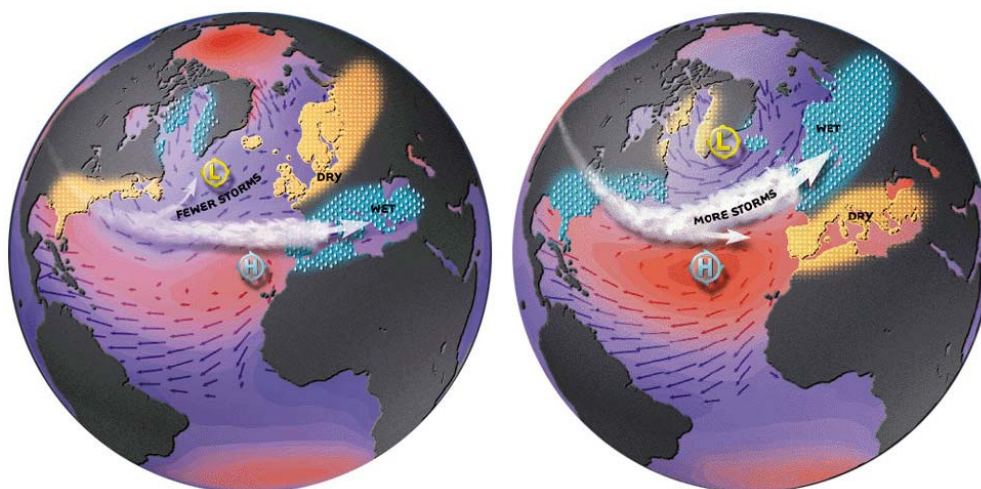
⁴⁶ Igjen må det nevnes at dette ikke er en vedtatt sannhet, men det synes å være den allmenne oppfatningen.

⁴⁷ Kolasnittet befinner seg i det sørlige sentrale Barentshavet (33°30' østlig lengde, 70°30' til 72°30' nordlig bredde). Dette snittet går på tvers av atlantehavsstrømmen og er derfor godt plassert for å registrere forandringer i de innstrømmende vannmasser.

4.3.2 NAO-indeksen

En konsekvens av temperaturøkning over de nordlige breddegrader vil resultere i mer aktivitet i været. Lavtrykksaktiviteten i området vil tilta, noe som blant annet vil resultere i mildere vintre med mer nedbør i fremtiden (DNMI, 2003). Varierende forskjell i lufttrykk over Island og Azorene har dannet grunnlag for utvikling av en indeks som tilkjenner mekanismer i været – NAO-indeksen⁴⁸ (Hurrell *et al.*, 2000). Denne indeksen varierer kontinuerlig, men trender kan danne grunnlag for tilbakeblikk på hvordan de årvisse klimatiske forholdene har vært, og for hva man kan forvente på kortere og lengre sikt. Mye av klimavariasjonene har sammenheng med vindsystemet langs kysten. Økt vind gir økt innstrømning av varmere atlantisk vann til de norske havområder (IMR, 2001). Vinden styres i sin tur av trykkfeltene i regionen. Variasjoner i NAO-indeksen gir utslag i klima og vær for de midlere og høyere breddegrader på den nordlige halvkule. Dette berører en rekke forhold som angår det marine (og terrestriske) økosystem i området. Hurrell *et al.* (2000) viser til at dette blant annet påvirker:

- Isdekket for de arktiske områdene.
- De fysiske egenskapene i det arktiske sjøvannet.
- Konveksjonsintensitet.
- Produksjon og distribusjon av zooplankton og fisk.



Figur 11. Konsekvenser av negativ NAO-indeks til venstre og positiv til høyre. Kilde: Visbeck (2004).

⁴⁸ Nord Atlantiske Oscillasjons-indeks.

Figur 11 viser effekten av variasjon i NAO-indeksen. Negativ indeks avslører en fuktig luft som regjerer i middelhavet og Vest-Grønland, samtidig som man får et kaldere og tørrere vintervær over Nord-Europa og på østkysten av USA. Til høyre vises effekten ved positiv indeks. Her vil vindsystemene bli dirigert i en mer nordlig retning, noe som resulterer i mer ekstreme værtyper. I tillegg vil man se at den nevnte karakteristikken i forholdet mellom tørt og vått vær vil opptre med motsatt fortegn over kontinentene (Visbeck, 2004).

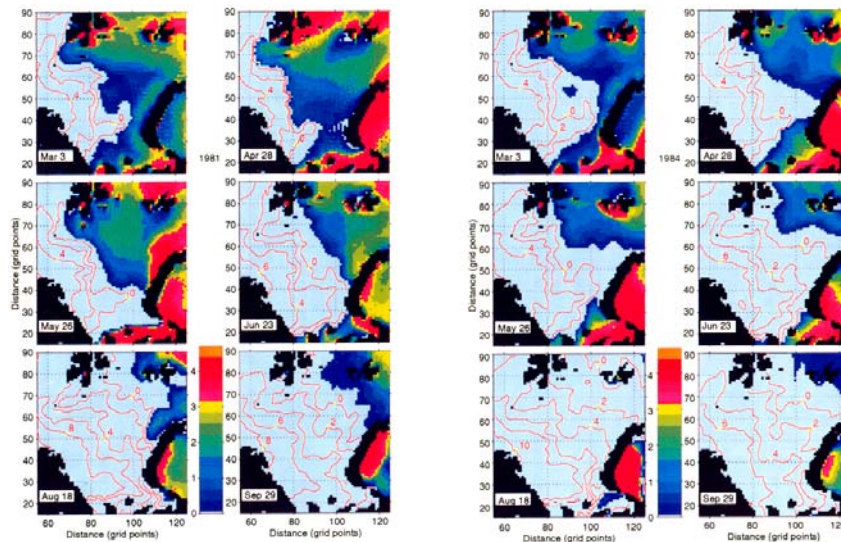
4.3.3 Isutbredelse – Indikator og premisleverandør

Mengden og utbredelsen av is i Barentshavet varierer kontinuerlig gjennom sesongen. Smeltingen starter når temperaturen i omgivelsene⁴⁹ overstiger isens egentemperatur, vanligvis rundt begynnelsen av mai (Loeng, 1991 a). Etter en moderat start når smeltingen maksimalnivå på sensommeren, og isfronten flytter seg raskt nordover. Minimumsdekket finner man normalt tidlig i oktober, som samtidig markerer starten på en ny innfrysningsperiode. Herfra flytter fronten seg raskt sørover til sitt maksimale i april-mai. Utbredelsen er ikke bare et resultat av den lokale temperaturen som til enhver tid omslutter det isbelagte området, men også av faktorer som vind og strøm. Disse faktorene vil kunne bryte opp og i motsatt fall pakke sammen ismassene. Isfrontens beliggenhet vil på denne måten kunne variere i år som ellers er like temperaturmessig. Likevel må man kunne se på endring i isutbredelsen i Barentshavet som et resultat av forskjeller i havets temperatur gjennom året, fra år til år og som et resultat av en mer langvarig klimaendring.

Området dekket av is i Barentshavet var i perioden 1973 til 1976 rundt 700 000 km², mens det i 1969 og i 1979 var 1 150 000 km². Dette vitner om en variasjon på hele 400 000 – 500 000 km², eller en reduksjon på nærmere 40 % fra den kalde til den varmere perioden. De store variasjonene viser seg hovedsaklig når utbredelsen er på sitt maksimale i april, mens det i sommermånedene er mer moderate forskjeller (Vinje & Kvambekk, 1991). Temperaturens effekt på utbredelsen av is i Barentshavet har blitt illustrert gjennom en simulering i prosjektet: *Climate Change and Carbon Flux in the Barents Sea*. Her er data fra årene 1981 og 1984 lagt frem, representert for et kaldt og et varmt år. Simuleringen for det kalde året startet i oktober 1980. Gjennom høsten og forvinteren var hele den nordlige delen av Barentshavet og det grunne havområdet i det sørøstlige Barentshavet dekket med is.

⁴⁹ Smeltingen styres for det meste av vannets temperatur ettersom det har større varmekapasitet enn lufta.

Maksimum ble observert i april, noe som ble bekreftet av iskart og satellittfoto. Smeltingen øst for Spitsbergen viste seg å være noe større gjennom sommeren i simuleringen enn det som ble observert i virkeligheten. Sammenligner man isutbredelsen i Barentshavet mellom det kalde og det varme året kommer det frem signifikante forskjeller.



Figur 12. Simulert is-distribusjon vist som gjennomsnittlig tykkelse i meter og havets overflatetemperatur mellom mars og september 1981 (venstre) og 1984 (høyre). Kilde: Slagstad & Wassmann (1996).

Figur 12 viser at isutbredelsen i 1984 var mye mindre enn i det kaldere året 1981. Allerede ved inngangen av simuleringen, 3. mars 1981 og 1984, var det betydelig mindre is i Barentshavet det varme året. Dette ga seg utslag i hvor langt sør den strakk seg på sitt maksimale i april. Da isfronten begynte å trekke seg tilbake i begynnelsen av mai begge år, viser figuren at fronten allerede var godt tilbaketrukket det varme året. I slutten av mai 1984 var praktisk talt hele vestsiden av Novaja Semlja isfritt, mens det for samme periode i 1981 bare var den sørlige delen som var løsrevet. I det varme året var ismassene rundt Frans Josefs land smeltet to måneder etter, mens øygruppen enda var nært 50 % innlemmet det kalde året.

Klimatiske variasjoner i Barentshavet avhenger hovedsakelig av volum og egenskapen til atlantehavsstrømmen som kommer inn i Barentshavbassenget (Loeng, 1991 a; Nilssen *et al.*, 1994). Den termohaline sirkulasjonen som i hovedsak finner sted i det arktiske hav, står for cirka halvparten av varmetransporten mot de nordlige områder (Loeng, 2001 b). Isens front følger graden av varmeenergi tilført av denne strømmen. Loeng *et al.* (1983) påviser at det er en forsinkelse i atlantehavsstrømmens effekt på isfronten med omtrent 6 måneder mellom

den vestre og den østre delen i Barentshavet. Det er også vist til at effekten av varmere perioder først viser seg det påfølgende året. Gjennom sommeren er det hovedsakelig meteorologiske forhold som gir seg utslag i smelting, mens isfrontens tilvekst gjennom vinteren holdes tilbake av akkumulert varmeenergi i havet fra tidligere år⁵⁰. På denne måten vil effekten fra flere varme år etter hverandre opprettholde større isfrie områder i Barentshavet.

⁵⁰ Som den antydde effekten som viste seg det varmere året 1984, forklart i avsnittene over.

5 Sammenhenger mellom temperatur og biomasse

”It is to be expected that variations in the physical conditions of the sea have a great influence upon the biological conditions of various species of fishes living in the sea, and it might therefore also be expected that such variations are the primary cause of the great and hereto unaccountable fluctuations in the fisheries.” (Helland-Hansen & Nansen, 1909)⁵¹.

Små endringer i levevilkår kan gi store forandringer i utbredelsen av norsk arktisk torsk. Spesielt vil dette vise seg i områder med et marginalt livsgrunnlag. Det kan også gjelde i mer næringsrike områder, hvor bare små endringer i faktorer som for eksempel temperatur vil gi store utfall i tilgjengelighet på byttedyr (Sakshaug *et al.*, 1994).

Klimatiske faktorer påvirker både abiotiske og biotiske forhold som igjen påvirker utbredelse og biomasse hos fiskebestandene i havet. De abiotiske faktorene er temperatur, salinitet, næringsstoff, strømforhold og mengde sjøis, som alle kan påvirkes direkte av klimatiske fluktuasjoner. Biotiske faktorer består blant annet av tilgjengelighet av mat og tilstedeværelse av konkurrenter og predatorer (Mclean & Tsyban, 2001). Klimaendringer kan føre til fysiske endringer som vil ha innflytelse på utbredelsen av kommersielt viktige fiskebestander i havområdene våre (Loeng, 2001 b). Spesielt vil de bestandene som oppholder seg i de marginale utbredelsesområdene i stor grad påvirkes av små endringer i temperatur.

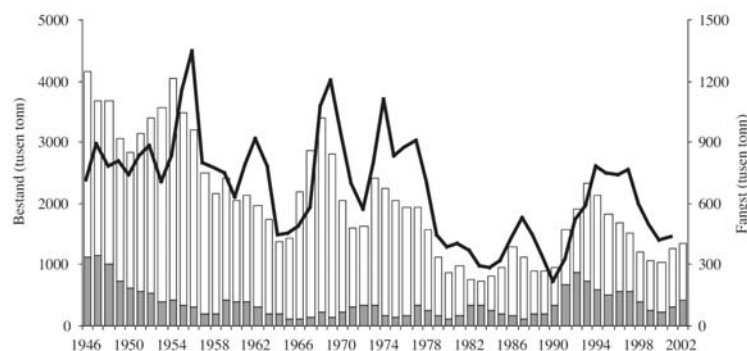
Hurtigvoksende organismer vil reagere raskere på miljøendringer enn organismer som vokser sakte. Bakterier og planteplankton vil kunne tilpasse seg det endrede miljøet i løpet av dager eller uker. Bestander av kortlivet fisk, som lodde, kan ved økt naturlig dødelighet kollapse i løpet av 1-3 år, men komme tilbake like fort. Torsk som er en mer langlivet fisk, vil følgelig kreve lengre tid til gjenvekst (Sakshaug *et al.*, 1994). Så lenge tilførselen av varmt atlantehavsvann er tilstrekkelig stor, har dyreplanktonet og fiskebestandene større mulighet for gode vekstvilkår. Det faktum at de enkelte bestandene varierer med forskjellig hastighet kan føre til at det oppstår problemer med hensyn til interaksjonen i kaldere år når innstrømmingen av varmt vann til Barentshavet er lav. Dette vil kunne resultere i nedgang i

⁵¹ Pionerene Helland-Hansen og Nansen la med dette grunnlag for hvordan skandinavisk oseanografi har utfoldet seg. Det har først i den senere tid at oseanografer i verden for øvrig har gått fra å være rene fysikere til å kombinere fysikk og biologi i faget sitt.

eksempelvis loddebestanden, mens torskebestanden fortsatt vil være stor nok til å overbeite det som er igjen av lodda. Selv om detaljene i denne typer scenarier ennå er ganske spekulative, er det åpenbart at innstrømmingen av atlantehavsvann til Barentshavet er en særdeles viktig faktor når det gjelder å forstå svingningene i økosystemet (Sakshaug *et al.*, 1994).

5.1 Historisk tilbakeblikk på bestandsstørrelser opp mot klimatiske fluktuasjoner

Ved avslutningen av ”den lille istid” (ca. 1400-1800) var det flere korte varmeperioder i nordområdene i tidsrommene 1820-1830, 1840-1850, 1870-1880, fulgt av en lengre periode 1920-1960. Varmeperioden fra 1920-1960 var særlig interessant fordi den kan gi signaler om hva som kan forventes av økologiske endringer om en igjen går inn i en lengre varmeperiode. Endringer i fordelingen og mengde fisk i nordområdene oppsto som følge av denne temperaturstigningen (Øiestad, 1990). Store nye beiteområder ble tilgjengelig som følge av at det varme vannet som strømmet nordover, særlig rundt Bjørnøya og ved Svalbard-banken. Disse områdene hadde ikke vært kolonisert av torsk siden 1882. I siste del av varmeperioden, i 1947, ble det registrert en rekordhøy bestand av norsk arktisk torsk. Denne var beregnet til minst 6 mill tonn. Trolig var dette det høyeste nivået på denne bestanden i det siste århundret. Som antydnet er det store variasjoner i hvor stort volumet har vist seg både som bestand og som ilandført fangst fra Barentshavet, både i tidligere og i nyere tid. Bestanden har stort sett ligget i mellom en og tre millioner tonn i perioden 1972 og 1995 (Gjøsæter, 1997). I perioden fra 1950-tallet og frem til midten av 1970-årene ble det årlig fanget rundt en million tonn torsk, mens fangsten i nyere tid i snitt har ligget i vesentlig lavere.



Figur 13. Norsk arktisk torsk. Utvikling av totalbestand (tre år og eldre, søyler), gytebestand (skravert del av søyle) og fangst (heltrukken linje) fra 1946 til 2000. Kilde: Michalsen (2003).

Hoveddelen av de store og middels store forekomstene hos norsk arktisk torsk er forbundet enten direkte med positive temperaturanomalier i begynnelsen av en varm periode i Barentshavet, eller det oppstår rett før en slik økning i temperaturregimet (Sætersdal & Loeng, 1987). Fra tidlig på 1900-tallet til 1987 har det i 66 % av årene vært registrert svake årsklasser. Sannsynligheten for at dette kan skje i varmere år er også tilstede. Middels store årsklasser oppstår dobbelt så ofte i varme år som i kalde, mens store årsklasser oppstår tolv ganger så ofte i varmere år (Nilssen *et al.*, 1994; Sætersdal & Loeng, 1987).

5.2 Primærproduksjon og gangen til lodde (*Mallotus villosus* L.)

Havet har en enorm lagringskapasitet for karbon. Ved overgangen fra istid til mellomistid for 18 000 år siden falt produktiviteten i havet betydelig. I alt ble det luftet ut 650 mrd tonn karbon fra havet i løpet av de neste 5000 årene. Dette førte til mer karbon i atmosfæren, tilsvarende en økning på 60 p.p.m. atmosfærisk CO₂ (Øiestad, 1990). I verdenshavene finnes det rundt 35 Teratonn karbon, hvorav 9 Gigatonn i Barentshavet. (Sakshaug *et al.*, 1994).

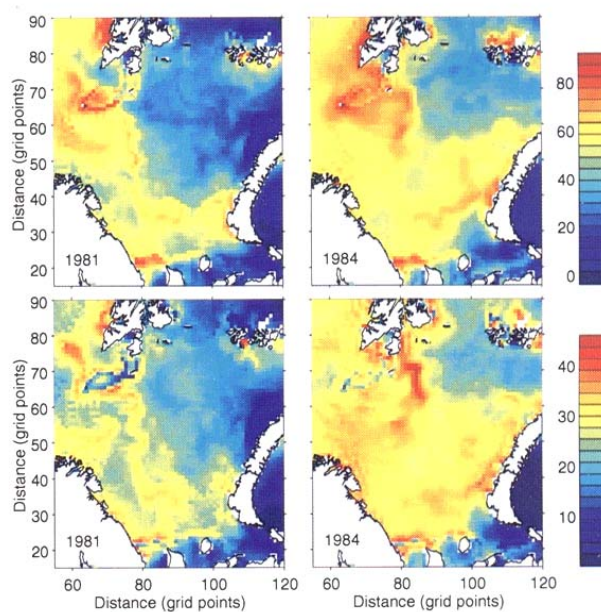
Primærproduksjonen er grunnlaget for biomassetilvekst i et økosystem. Ved økt tilgang på næringsalter, uorganisk karbon og sollys vil planteplanktonet tilta i volum gjennom fotosyntesen. Dette muliggjør transport av organisk materiale oppover i næringskjeden. En stor del av denne produksjonen kan sedimentere ut av denne eufotiske⁵² sonen ned på større dyp og dermed gå tapt for næringskjeden i den pelagiske delen av vannsøylen. Det biogene materialet vil da riktignok være tilgjengelig for mesopelagisk produksjon eller at det inngår i en bentisk næringskjede om det faller helt ned på bunnen. Hvor mye som blir igjen av denne produksjonen i de øvre delene i vannsøylen bestemmes av hvor stor grad av overlapp i tid og rom det er mellom planteplanktonets tilvekst og tilstedeværelse av beitende dyreplankton (Føyn *et al.*, 2002).

Produktiviteten er ujevnt fordelt i Barentshavet. Den største produksjonen finner sted i de områdene som er preget av atlantehavsstrømmen og særlig i og rundt ”upwelling områder”⁵³. I dette havområdet er det også en sterkere vinddrevet vertikal konveksjon som sammen med tilførselen av næringsrikt og varmt vann resulterer i en produksjon som ligger

⁵² Vannlag med nok lys for planteplanktonvekst

⁵³ ”Upwelling”: Område hvor strømmen presses oppover, gjerne i overgangen mellom dyphav og sokkelhav, i forbindelse med forhøyninger i topografien, men også som følge av møtende havstrømmer.

cirka tre ganger høyere enn området nord for Polarfronten. I det sistnevnte området finner man i stedet spredte soner med høy produksjon. Dette finner sted tett opp til den tilbaketrekkende iskanten i løpet av vår og forsommer. Produksjonen her kan variere fra år til år som følge av varierende isdekke, mens det sør for Polarfronten ikke er grunnlag for vesentlig forskjell i produksjon, såfremt vindmønstrene ikke varierer betydelig. I energienheter kan mengden produsert hvert år i Barentshavet utgjøre ca. 4 millioner Terrajoule, eller omkring 90 millioner tonn karbon pr. år (Hamre, 1994; Sakshaug *et al.*, 1994).



Figur 14. Simulert årlig primærproduksjon (g C m^{-2}) (øverst) og vertikal eksport av organisk karbon (under) på 75 m dybde for det kalde året 1981 og det varme året 1984. Kilde: Slagstad & Wassmann (1996).

Figur 14⁵⁴ viser at det i den varme perioden var mer primærproduksjon gjennom året enn i den kalde og at dette også gjør seg gjeldende for biomasse nede i vannsøylen. I det kalde året var det en hurtig smelting av is. Dette resulterte i kraftig lagdeling og dermed høy øyeblikkelig produksjon, men en lavere produksjon for hele året sett under ett. I det varme året var det ikke så stor grad av lagdeling. En mer moderat tilvekst som følge av mer omrøring og mer tilgang på næringssalter førte til en jevn og mer langvarig produksjon, noe som er gunstig med hensyn på utnyttelsen av planteplanktonet i fra de beitende organismene.

⁵⁴ Med henvisning til gjennomgangen av prosjektet: *Climate Change and Carbon Flux in the Barents Sea* i kapittel 4.3.3

Dette resulterte i at produksjonen det varme året var 30 % høyere i Barentshavet, nord for 72° Nord (Slagstad & Wassmann, 1996).

Når det gjelder dyreplankton støtter pelagisk fisk i Norskehavet og i Barentshavet seg i hovedsak på rauåte (*Calanus finnmarchicus*) og i noe mindre grad på krill (*Thysanoessa inermis*, *T. raschii* og *T. longicaudata*), men størrelsen på disse bestandene varierer gjennom året og fra år til år. Denne fluktuasjonen skyldes grad av adveksjon, tilgang på beite og i varierende grad av predasjon, som igjen er avhengig av størrelsen på silde- og viktigst loddebestanden. Det første er avgjørende for nye generasjoner av rauåte i området. Liten innstrømming av atlantisk vann i Barentshavet gir følgelig liten tilførsel av voksen rauåte og fører dermed til mindre gyting (Øiestad, 1990).

Tabell 4. Prosentvis sammensetning av dyreplankton i det sørvestlige Barentshavet. Kilde: Føyn *et al.* (2002).

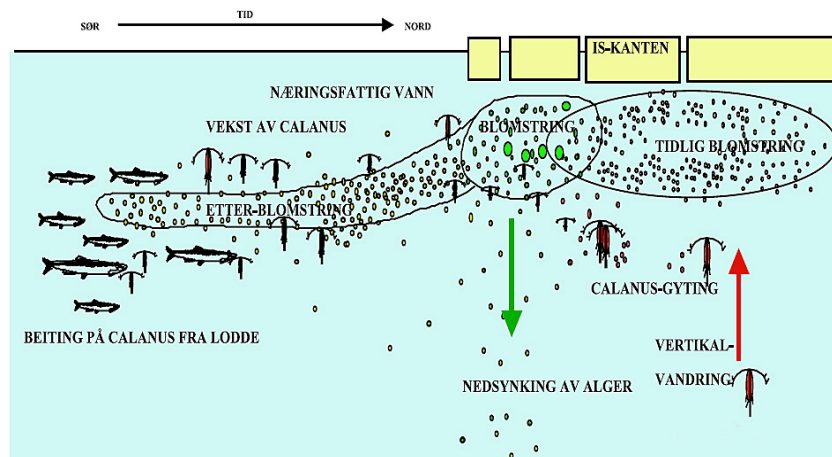
Dyreplankton	Andel %
<i>Calanus finnmarchicus</i> (rauåte)	80,46
Andre kopepoder	7,80
Euphausiacea (krill)	5,32
Chaetognatha (pilormer)	3,22
Ctenophora/Cnidaria (ribbemaneter/maneter)	1,51
Andre arter	1,65

I tillegg vil klimatiske forhold innvirke på disse bestandene direkte ved å påvirke fordelingen, vekst og overlevelsesraten (Dalpadado *et al.*, 2003). Gytetidspunktet for majoriteten av dyreplanktonet vil ikke alltid passe overens med et stort og økende volum hos planteplanktonet. I slike tilfeller vil dyreplanktonet miste sitt næringsgrunnlag, som igjen fører til at den øvrige næringskjeden får trangere kår. I år hvor det er stort sammenfall⁵⁵ mellom de trofiske nivåene, er grunnlaget til stede for en sterk årsklasse hos dyreplanktonet og sjansen for mattilgang ved torskelarvenes første matopptak er bedret (Øiestad, 1990).

Lodda er den dominerende planktivore arten i Barentshavet (Dalpadado *et al.*, 2003; Hjermmann *et al.*, 2004). Den inngår i dietten til blant annet sjøpattedyr, fugler og ikke minst hos annen fisk, da i hovedsak hos torskefisk (Gjøsæter, 1997). Her utnytter den produksjonen av dyreplankton som finner sted i den sentrale og nordlige delen av området. Hvilke arter av

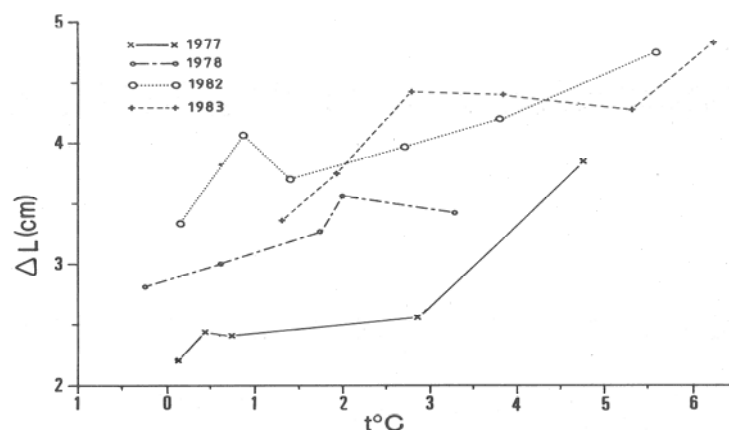
⁵⁵ Match-mismatch-hypotese, lansert av Johan Hjort, 1914

dyreplanktonet den til en hver tid beiter på bestemmes av de rådende forhold; det vil si grad av tilgjengelighet og av loddas egen størrelse (Gjørøseter *et al.*, 2002; Sakshaug *et al.*, 1994). I varme år er den å finne langt nord og øst i Barentshavet, mens den i kaldere år søker områdene i sørvest og da ser det ut til at den også står tettere (Dalpadado & Loeng, 2004).



Figur 15. Skjematisk fremstilling av iskantblomstring og loddas utnyttelse av planktonproduksjonen her
Kilde: Føyn *et al.* (2002).

Temperaturen i omgivelsene har en vesentlig betydning også for denne bestanden, både i tilgang på byttedyr og gjennom raskere vekst i de tidlige livsstadier og hos adulte. År med høyere temperatur i området resulterer i større individlengder. En liten økning i individuell vekst, gjerne som følge av temperaturen alene⁵⁶, har på denne måten stor innvirkning på bestandens totale biomasse.



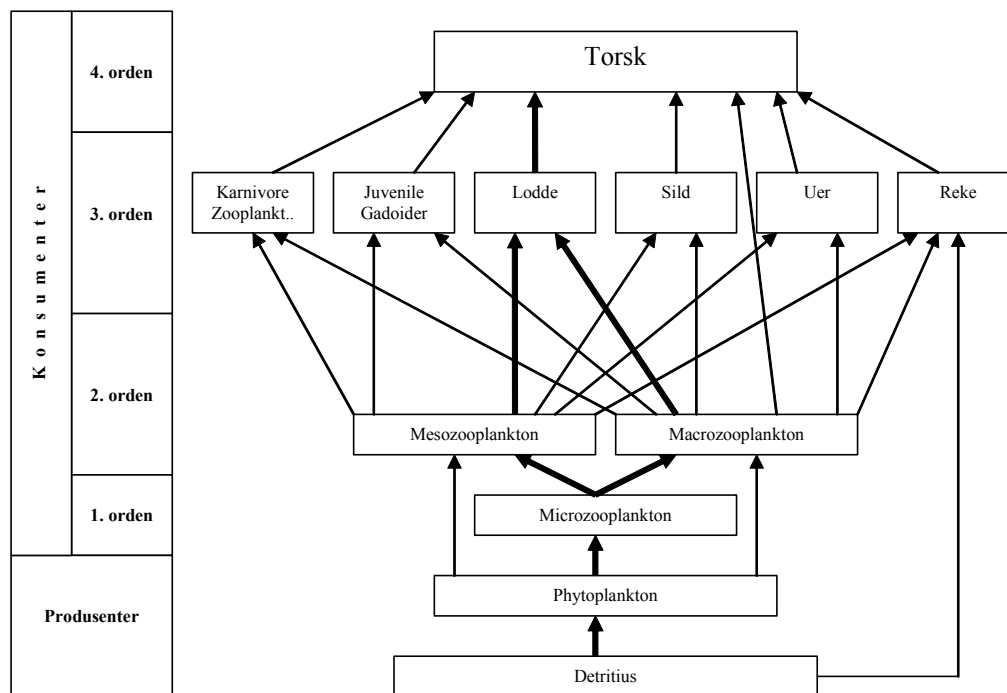
Figur 16. Lengdeøkning hos to år gammel lodde i Barentshavet med forskjellige temperaturforhold.
Kilde: Gjørøseter & Loeng (1987)

⁵⁶ Ved bedre utnyttelse av samme næringstilgang som i et kaldere år.

Figur 16 viser at vekstraten øker med temperaturen i omgivelsene. For en middels stor loddebestand utgjør en centimeters økning i individlengde, som ikke er unormalt i år til år variasjoner, en økning i biomassen til bestanden på en million tonn (Gjøsæter & Loeng, 1987).

5.3 Torskens plass i næringskjeden

Norsk arktisk torsk er utelukkende en predator som forsyner seg grovt av fisk under seg i næringskjeden, med unntak av når den selv befinner seg i sine tidlige livsstadier (Gjøsæter, 1997). Når torskelarven har klekket har den plommesekken som eneste tilgangen på næring de fire første dagene. Deretter vil den normalt være i stand til å ta til seg føde fra omgivelsene (Van der Meeren, 2002). Om torskelarven advekteres inn i et område som har tilgang på dyreplankton av riktig størrelse, kan den begynne med sitt første næringsopptak. Både tid, sted og selvfølgelig vannmasseegenskaper vil være avgjørende for om torskelarven skal overleve denne meget kritiske fasen i dens liv. Om den kommer seg videre i utviklingen vil dens mulighet for å overleve øke betraktelig for hver uke som går.



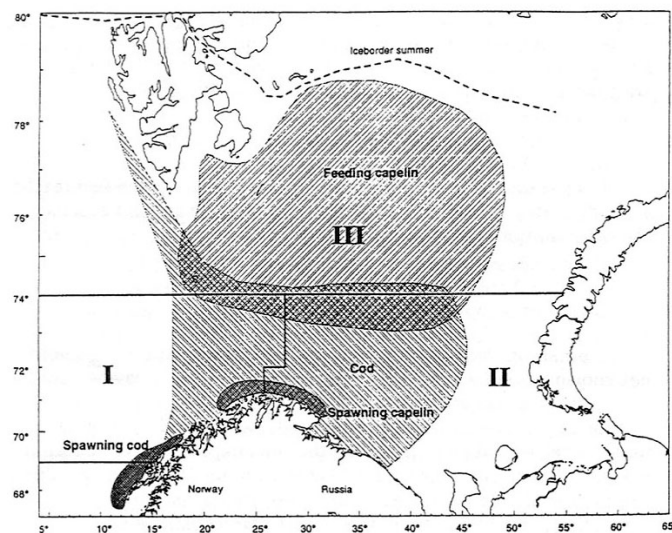
Figur 17. Næringskjede opp til torsk (4 orden) for økosystemet i Barentshavet. Kilde: Ajiad & Mehl (1991).

Som det kommer frem av figur 17 forsyner ungtorsken seg både av meso- og makrodyreplankton under seg i næringskjeden. Her utgjør rauåte en viktig del av næringsopptaket i larve- og i torskens juvenile stadier (Helle, 2000; Sundby, 2000). I tillegg inngår det også noe andre 3. ordens konsumenter, såfremt de er av riktig størrelse og at det er tilgang på disse. Ved økt alder stiger andelen fisk i dietten hos torsk. Tabell 5 viser den prosentvise sammensetningen av de viktigste artene i menyen hos torsk ved alder ett, fire og sju år, basert på mageprøver i fra perioden 1984 til 1995.

Tabell 5. Prosentvis fordeling av byttedyr for torsk hos 1-, 4-, og 7-åringer. Kilde: Bogstad (1997 a).

Fordeling %	Krill	Amfipoder	Reke	Lodde	Uer	Polartorsk	Torsk	Annet
1-åringer	23	19		14				44
4-åringer		15	6	36	5			38
7-åringer		9		34	12	8	6	31

I år hvor loddebestanden er stor er dette det viktigste byttedyret for norsk arktisk torsk (Hamre, 2000). Særlig er den sentral for aldersgruppen 2-6 år, som er de virkelig store konsumentene av denne arten. Når loddene blir gytemoden foretar den en vandring til norskekysten i fra sine utbredelsesområder i nord (Figur 18). På denne vandringen møter den på loddetorsken⁵⁷ som tar ut store deler av bestanden. De relativt få som kommer frem til gytefeltene blir i hovedsak også konsumert i etterkant av gytingen (Hamre, 2000).



Figur 18. Geografisk utbredelse hos norsk arktisk torsk og lodde, og områdeinndelingene som brukes for beregning av torskens konsum av lodde. Kilde: Bogstad & Mehl (1997 b).

⁵⁷ Den juvenile torsken (loddetorsk) er den eneste tilstede, mens den kjønnsmodne torsken er på dette tidspunktet på gytevandring og dermed ute av det aktuelle området.

Men det inngår også en hel del andre arter, i varierende sammensetning, avhengig av alder på torsken selv. Blant disse er polartorsk, uer, reke, sild (når den er tilgjengelig)⁵⁸ og også varierende grad av mindre torsk. Slik kannibalisme finner sted hele tiden i liten skala, men kan i år med fravær av viktige byttedyrarter komme opp i mot 10 % av det årlige konsumet (Bogstad & Mehl, 1997 b). Data fra 1995 viste at torsk i alderen 3 til 6 år utgjorde den største delen av kannibalene, mens det var ettåringene som måtte unngjelde i størst grad etterfulgt av 0-gruppe, to og treåringene.

Tabell 6. Næringsinntak (1000 tonn) av hovedbyttedyr hos norsk arktisk torsk (*Gadus morhua* L) 1984-1995. Kilde: Bogstad & Mehl (1997 b).

Year	Prey species											Total
	Amphip.	Krill	Shrimp	Capelin	Herring	Polar cod	Cod	Haddock	Redfish	Gr. Halibut	Others	
1984	27	112	439	734	77	15	23	51	370	0	511	2 359
1985	168	57	154	1 617	180	3	33	47	225	0	1 152	3 635
1986	1 216	107	140	828	132	140	82	109	312	+	660	3 727
1987	1 061	65	187	225	32	199	24	4	313	+	666	2 778
1988	1 246	313	130	336	8	91	9	3	225	0	411	2 772
1989	835	247	132	593	3	33	8	11	233	0	744	2 838
1990	143	94	202	1 679	7	6	20	17	250	0	1 620	4 038
1991	81	94	209	3 093	8	12	27	21	326	8	1 202	5 083
1992	117	190	444	2 849	348	111	57	114	209	28	1 160	5 627
1993	314	820	388	3 644	196	327	328	87	114	2	958	7 178
1994	724	924	653	1 390	196	822	276	63	99	+	869	6 017
1995	1 059	287	401	801	221	379	509	175	275	6	1 130	5 243
Mean	583	276	290	1 483	117	178	116	58	246	4	924	4 275
%	14	6	7	35	3	4	3	1	6	0	22	100

For at næringskjeden skal resultere i store og høstbare volum i de øvre nivåene, må det være et visst samsvar i størrelsen på byttedyrbestandene og predatorne. Størrelsen på loddebestanden avhenger både av størrelsen på sildens, loddetorskens og den øvrige torskens uttak. En stor ungtorskbestand vil på denne måten kunne utradere et lite loddeinnsig til Finnmarkskysten, gjerne som følge av en allerede redusert bestand i år med sterke årsklasser av sild i området (Hamre, 2000). En nedbeitet loddebestand vil føre til at loddetorsken selv blir bytte for den større torsken i mangel på alternativer når den returnerer til Barentshavet etter gyting. Selv om lodda er en viktig og næringsrik bestanddel av torskens byttedyr, utgjorde den bare 35 % av det totale næringsopptaket for årene 1984 til 1995. Man må derfor ikke se vekk i fra betydningen av alle de andre artene som vil være enda mer viktig i de årene hvor loddebestanden er liten.

⁵⁸ Norsk vårgytende sild har variert veldig i volum og grad av tilstedeværelse i Barentshavet.

5.4 Temperatur – En viktig faktor for vekst og rekruttering

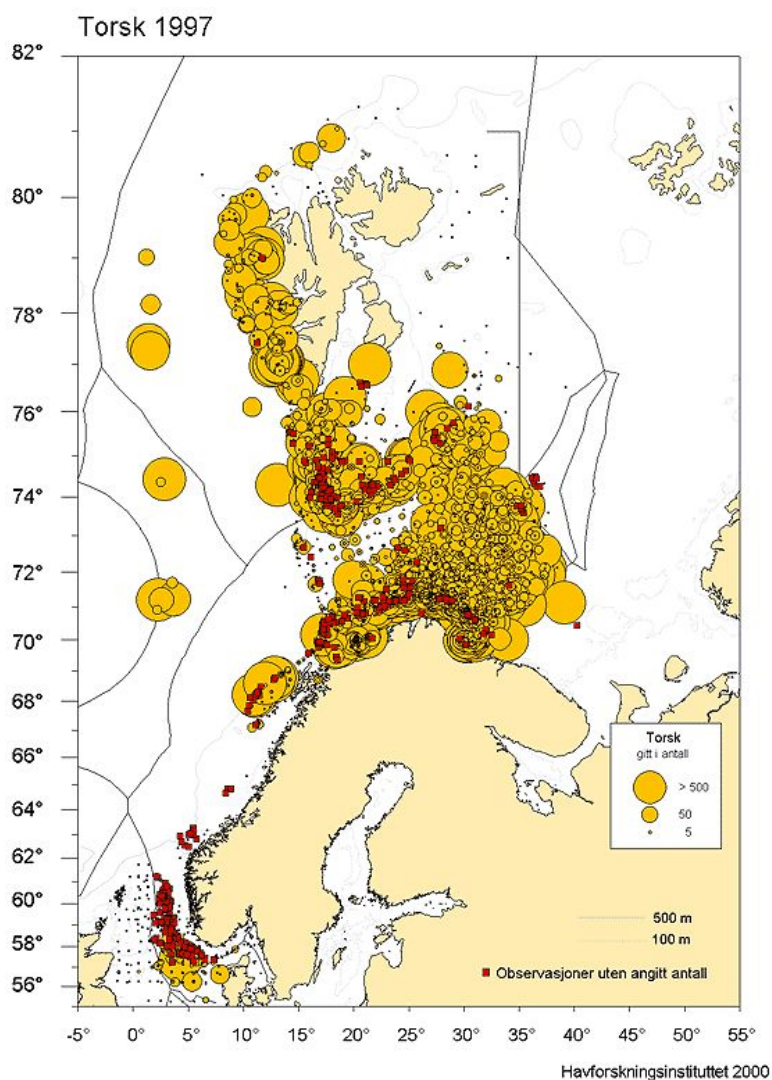
Vekst hos vekselvarme organismer fremmes av høyere temperatur i omgivelsene (Angilletta *et al.*, 2004). Dette påvirker den metabolske omsetningen direkte og fører til at vekst og stadiutvikling går fortere både hos byttedyrene, og hos torsken selv. Hos arktiske fiskebestander vil forskjeller i temperatur ha større innvirkning på produksjonen enn tilfellet vil være på lavere breddegrader. Freon (1988) viser til fire forhold som er kritisk for rekrutteringen til bestanden. Dels vil disse være en konsekvens av vannmasseegenskapene og da først og fremst temperaturen:

- *Før gyting – påvirkning på fekunditeten hos gytebestanden.*
- *Gjennom de tidlige livsstadier – ved påvirkning av gyting og naturlig dødelighet hos egg og larver.*
- *Gjennom perioden for høy veksthastighet – når miljøet påvirker den individuelle veksten og den naturlige dødeligheten.*
- *Den første tiden etter rekrutteringen – den naturlige dødeligheten og kondisjonsfaktoren er utslagsgivende i dette livsstadiet.*

Det er helt klart at forholdet mellom klimatiske faktorer og bæreevnen for fiskebestander i et marint økosystem er komplisert, men man kan likevel bruke temperaturen som et grunnlag til å forutse muligheter for en økt biomasse og utbredelse hos mange fiskearter (Gjøsæter & Loeng, 1987; Lehodey *et al.*, 1997; Mclean & Tsyban, 2001).

5.4.1 Bestandens temperaturavhengighet og utbredelse

Utbredelsesområdene til norsk arktisk torsk strekker seg i fra områdene sørvest for Spitsbergen og inn i det sørlige Barentshavet helt mot Novaja Semlja (Mehl, 1991). Her beiter den til den blir kjønnsmoden og foretar deretter en gytevandring til norskekysten som 5-8 åring (Hamre, 1994). Hvor den oppholder seg innenfor dette området er i hovedsak bestemt av næringstilgang og dernest temperaturen. Dette er igjen bestemt av hvor gamle og hvor store individene er. Distribusjonen av den juvenile torsken strekker seg mot de nordøstlige områdene og den marginale is-sonen. De voksne individene befinner seg hovedsakelig lenger sør og vest (Aglen, 2002; Bergstad *et al.*, 1987). (Alfsen, 2002)



Figur 19. Utbredelse for torsk i våre farvann langs kysten og nord til Barentshavet. Målingene gjelder for året 1999. Kilde: Havforskningsinstituttet (2000).

Fordeling av fisk i Barentshavet er i stor grad bestemt av temperaturforholdene. Torsk, hyse, sei og sild foretrekker vann med temperaturer høyere enn 2 °C. I Barentshavet er det bare vel 20 % av arealet som har en bunntemperatur som tilfredsstillende denne forutsetningen. Ved en økning av temperaturen på 1 °C, vil dette området øke til vel 30 % og ved en økning med 2 °C, til nesten 40 %. Dette tilsvarer 540 tusen km² av de i alt 1,4 mill km², mot dagens⁵⁹ 300 tusen km². I forhold til dagens utnyttelse, vil arealøkningen tilsvare hhv. 37 % og 74 %. I begge tilfeller vil to tredeler være innenfor norsk sone (Øiestad, 1990).

⁵⁹ ”Dagens” viser til hvordan forholdene var da Øiestad gjorde sitt studie før 1990.

5.4.2 Gyting, egg- og larveutvikling påvirkes av temperatur

Mange fiskebestander i våre områder foretar lange gytevandringer. Disse vandringene kan pågå i uker og måneder over distanser på flere tusen kilometer. Rammebetingelsene i en gyteprosess for den enkelte art er bestemt av *vannmasseegenskapene* på gytefeltet, valg av *tidspunkt* for gytingen og dernest valg av *gytefelt* (Helle, 2000; Øiestad, 1990) Den viktigste egenskapen ved vannet er trolig temperaturen. Denne er også delvis med på å påvirke fiskens adferd i denne perioden. Fisk som krever varmere vann i gytetiden, vil få kjønnsmodningen fremskyndet når den oppholder seg i varmere vann. På samme måte vil kaldere vann forsinke denne. Gytesyklusen og gytetidspunkt vil på denne måten forskyves betraktelig (Jobling, 1995). For de tre artene der gytefeltene er godt undersøkt, skrei, norsk vårgytende sild, og lodde, er det store endringer over tid i valg av gytefelt. Skreien kommer med ulik tyngde inn til feltene nord for, og i Lofoten, mens andelen som går sørover til Møre veksler i perioder. De har ikke råd til å knytte seg til et spesielt gytefelt, ettersom temperaturen og andre forhold ved vannets egenskaper vil endre seg over tid. I Barentshavet vil en bare se rike årsklasser hos torsk i år hvor det er relativt høy temperatur på gytefeltene og når det er høy temperatur i deres omgivelser det første halvåret av deres liv (Loeng *et al.*, 2001 a). Jobling (1995) peker på temperaturen som en av de viktigste faktorene, både for utvikling og overlevelse hos egg og larver.

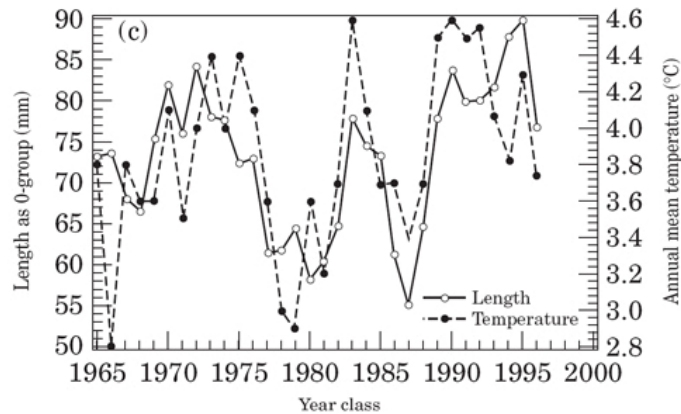
Hos norsk arktisk torsk finner gytingen sted i termoklinen mellom kaldt kystvann og det varmere atlantiske vannet, med størst tyngde tidlig i april. Eggene gytes pelagisk og befinner seg i de øvre vannmassene mens de flyter nordover mot Barentshavet. I løpet av denne ferdselen med kyst- og atlantehavsstrømmen vil eggene klekke. Når larvene omsider når frem til bestemmelsesstedet i september, har den tilbakelagt en strekning på 600-1200 km. Atlanterhavsstrømmens spredning ut over hele det sørlige Barentshavet og sørvest av Spitsbergen sørger for at larven også ender opp i disse områdene. Her bunnslår den og oppholder seg sitt første leveår.

5.4.3 Rekrutteringens temperaturavhengighet

Det er påvist at vekst for torsk, hyse og sild er temperaturavhengig også i det tidlige pelagiske stadiet. Sjøtemperaturen påvirker torskens rekruttering gjennom flere forskjellige prosesser. Når torsken befinner seg i områder med temperatur som er i den nedre delen av

dens toleransegrense, vil temperaturøkning her føre til gunstigere vekstforhold. Allerede på 1960-tallet påpekte russiske havforskere sammenhengen mellom havklima og rekruttering og vekst hos torskebestander i Nord-Atlanteren. Denne sammenhengen ble underbygget av en empiri som viste at torskebestanden hadde større vekstpotensial i varme enn i kalde år. Dette ble også bekreftet gjennom norsk forskning i siste halvdel av 1980-tallet, hvor det ble vist at rekrutteringen hos norsk arktisk torsk var best i varme perioder og alltid dårlig i kalde perioder. Det kan ut i fra disse undersøkelsene forstås at det er en årsakssammenheng mellom høy rekruttering til fiskebestandene og et varmere havklima. I tillegg til dette gir høyere sjøtemperatur hurtigere vekst hos individene i fiskebestandene, noe som resulterer i større og mer livskraftige individer (Sundby, 2003).

For perioden 1962-1992 viste det seg at det i de varme årene var 2,5 til tre ganger større volum av 0-gruppe hos torsk enn det var i kalde år. Men det er ikke en lineær sammenheng mellom temperaturen og 0-gruppestyrken. Temperatur over gjennomsnittet er nødvendig, men ikke en tilstrekkelig betingelse for en stor årsklasse. For eksempel spiller retning og styrken på vinden i området også inn på volumet hos "pre-rekruttene" (Ottersen, 1998). Temperaturdata fra Kolasnittet integrert fra 0 til 200 meters dyp, mellom 1965 og 1996, viser at det er periodevise variasjoner i innstrømmingen av atlantehavsvann, og dermed også for temperatur i Barentshavet. Målingene avdekket at det var en syklus med cirka 5 års varighet mellom amplitudene. Ved korrelasjon mellom temperaturvariasjonene og forekomsten av 0-gruppe-torsk, kommer det frem at det er en stor grad av likhet i mønsteret mellom temperatur og rekruttering. Større forekomster av 0-gruppe viser seg å sammenfalle med høye temperaturer og også i løpet av selve temperaturøkningen, mens avtagende rekruttering sammenfaller med fallende og lave temperaturer (Hamre, 1994; Nilssen *et al.*, 1994; Ottersen & Loeng, 2000).

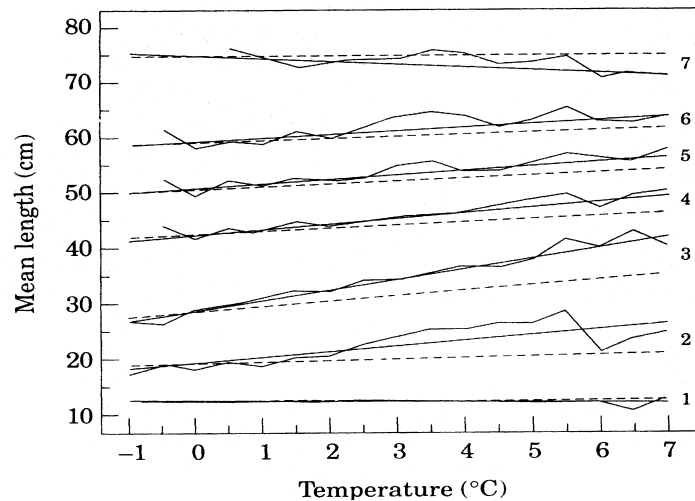


Figur 20. Variasjon i lengde hos 0-gruppetorsk og gjennomsnittstemperatur i Kolasnippet i perioden 1965 til 1996. Kilde: Ottersen & Loeng (2000).

I 1995 beskrev Loeng sammenhengen mellom lengde på 0-gruppe hos torsk, hyse og sild (Ottersen, 1998). Han fant at det var stor grad av samvariasjon i deres lengder helt siden tidsserien ble påbegynt i slutten av 1960-tallet. Korrelasjonen mellom torsk og hyse var på hele 0,82. Signifikante verdier ble samtidig vist i korrelasjonen mellom temperaturen i vannmassene og størrelsen på 0-gruppen hos alle de nevnte artene. For torsk viste den seg å være på hele 0,7, mens den både for hyse og sild endte på 0,6. Den store graden av samvariasjon viser at det er forhold i omgivelsene som i sterk grad styrer fluktusjonen hos disse bestandene.

5.4.4 Temperaturens effekt på den individuelle veksten

Resultater i en undersøkelse som omhandlet distribusjon av lengde ved alder og temperatur, viser at det er en sammenheng mellom temperatur i omgivelsene og lengden på individene hos torsk (Michalsen *et al.*, 1998). Datagrunnlaget for undersøkelsen baserte seg på hvordan lengdefordelingen hos torsk var ved en bestemt alder i området fra vest til øst i Barentshavet. Målingene ble gjort på 1-7 år gammel torsk i tidsrommet 1988 til 1997. Tendensen er at bunntemperaturen alltid minker med 5-6 °C på denne strekningen, uavhengig av om det er et varmt eller kaldt år. Grovt sett begrenset det undersøkte området seg til å være mellom 68°-73° Nord og 14°-54° Øst.



Figur 21. Sammenheng mellom lengde ved alder og temperatur for hver aldersgruppe 1 til 7 år. Kilde: Michalsen (1998).

Lengdefordelingen hadde de samme tendensene som isotermene i området (figur 21). Spesielt var dette synlig hos 3-5 åringer, hvor det var et sammenfall gjennom hele tidsserien. Lengden avtok ved lavere temperatur hos alle de tre gruppene mellom 3-5 år, med unntak av manglende korrelasjon i ett enkelt år for hver aldersgruppe. Til tross for at det er en vesentlig variasjon i sammenfallet mellom temperatur og lengde, viser trendlinjenes stigningsgrad for 2-6 åringer at det er positiv sammenheng mellom lengde ved alder og temperatur. Jo høyere temperatur dess lengre er fisken ved gitt alder. Denne relasjonen fantes ikke hos torsk ved alder 1 og 7 år. Her var økningen i den lineære regresjonen henholdsvis null og avtagende ved stigende temperatur. For torsk ved alderen 3-5 år forklarer variasjon i temperatur 80-96% av variasjon i gjennomsnittslengde innenfor hver av aldersgruppene⁶⁰ (Michalsen *et al.*, 1998).

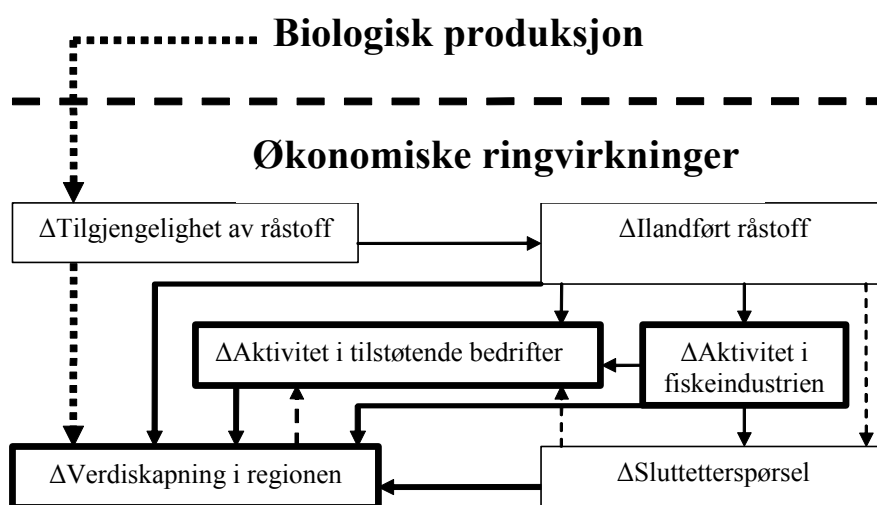
Hos 3-5 årsklassene ble det ved høyere temperatur registrert en 10 % forhøyning i vektøkning gjennom beitesesongen (Anon, 1998). Den estimerte effekten på biomassen for disse årsklassene viste (bestandssammensetning fra 1996) en økning i biomasse fra 600 til 656 tusen tonn, ved en økning i temperatur på 1 °C (Anon, 1998; Ottersen *et al.*, 1998). Torsk

⁶⁰ Eksempelvis vil dette gi en gjennomsnittlig lengdeavhengighet i relasjon til temperaturen på 1,9 cm °C⁻¹ for tre år gammel torsk. For et individ på denne alderen, vil temperaturen gi en lengdeforskjell på 9-11 cm avhengig av om den befinner seg i den nordøstlige eller den varmere sørvestlige delen av Barentshavet (Michalsen *et al.*, 1998).

har sin høyeste vekstrate ved rundt 13 °C og sin beste fôrutnytting ved 12 °C (Jobling, 1988; Øiestad, 1990). Til tross for dette lever de største torskbestandene i områder med betydelig lavere temperatur. Slike paradokser vitner om at temperatur bare er én av flere faktorer som spiller inn i fiskens utbredelse. Ekspansjon av leveområde og etablering av nye gytefelt er dermed ikke bare en følge av temperaturen direkte, men også et resultat av større mattilgang.

DEL II. Kryssløpsregnskapet og de oppståtte forhold i 2050

Her bindes oppgavens to deler sammen slik at grunnlaget i oppgavens del I kommer til anvendelse i scenariet fremstillingen. De tre scenariene skal settes opp, hvor de eneste variablene vil være temperaturen og de antatte klimarelaterte effektene som påføres systemet. Dette vil imidlertid føre til en kjede av hendelser som vil gi noe skiftende utslag i de tre scenariene. Dette muliggjør en variasjon i de endelige biomassetallene, hvor resultatene fra disse tas med videre i de regionaløkonomiske beregningene.



Figur 22. Skjema for illustrasjon av hvordan den biologiske produksjonen flyter over til å angå den økonomiske vinklingen på problemstillingen gjennom tilgjengelighet av råstoff.

Spredningen i utfallsrommet vil bidra til å synliggjøre de samfunnsøkonomiske effektene en klimaendring kan føre med seg. Selv om man gjennom de oppståtte hendelsene har fått en endring i tilgangen, vil leveransen av råstoffet skje på samme måte i alle de tre scenariene og dermed også slik det ble gjort i 1997, her underforstått samme leveransmønster, pris og produksjonskostnader. De øvrige landbaserte sektorene vil også ha en identisk produksjonsstruktur i alle tre scenarier, som for 1997⁶¹, slik at også forutsetningen om kryssløpskoeffisientenes stabilitet overholdes.

⁶¹ Inkludert; også som for 1987 da det er en kryssløpsanalyse fra dette året som ligger til grunn.

6 Resultater

I løpet av en 40-årsperiode⁶² er det forventet at havtemperaturen i nordområdene vil øke med 1 til 2 °C de øverste 300 meter. Dette som følge av at temperaturen i atmosfæren er antatt å øke med 3,0 °C – 3,5 °C om vinteren og 1,5 °C – 2,5 °C om sommeren (Øiestad, 1990). Om temperaturen i havet vil øke med 1 eller 2 °C er derfor avhengig av hvor mye lufttemperaturen vil stige. Disse anslagene omfatter også Norskehavet og Barentshavet, og vil derfor kunne berøre interaksjonen mellom artene og til slutt produksjonen hos norsk arktisk torsk i området.

6.1 Scenario 1: Forholdene i 2050 viser seg tilnærmet identisk med 1997 (baseline)

Forholdene i 2050 viser seg slik de var i 1997. Isfronten, temperaturen og NAO-indeksen har ikke endret seg nevneverdig ut over de normale år til år fluktuasjonene. De biologiske forutsetningene for endringer i torskebestandens biomasse har holdt seg stabil og gjør at denne sammenfaller med den totale biomassen for året 1997. Tiden frem til 2050 har ikke utspilt seg identisk med de 50 år frem til 1997. Likevel viste ikke torskebestandens fluktuasjoner så store avvik i løpet av denne tiden at det har ført til vesentlige endringer for bestandens forutsetninger for tilvekst i tiden rundt 2050. Tilstanden i den øvrige biomassen for det aktuelle havområdet viser seg også svært lik forholdene i 1997. Rekruttering, næringstilgang og utbredelse endrer seg derfor ikke vesentlig verken før eller rett etter året 2050, sett i forhold til situasjonen rundt 1997.

Fisket etter norsk arktisk torsk utspiller seg slik det var i 1997; uten endringer innenfor teknologi, flåtestruktur og i selve gjennomføringen av fisket. Variasjoner i fisket kvantum og fiskeaktivitet viser seg omtrent slik det har vært frem til referanseåret, men for året 2050 har oppfisket volum vist seg å være identisk med den totale fangsten for året 1997. Slik har kvotetildelingen før og etter det aktuelle året ikke påvirke fiskernes og samfunnets handlemønster i forhold til denne ressursen. Også den aktuelle torskebestandens størrelsessammensetning har forholdt seg innbyrdes likt rundt de to periodene.

⁶² Havtemperaturscenariene er fra Øiestad (1990), men har likhetstrekk med nyere forskning fremvist av blant annet IPCC.

6.2 Scenario 2: Større bestand av norsk arktisk torsk i norsk sone i 2050

Tiltagende strålingspådriv som følge av økt konsentrasjon av klimagasser i atmosfæren har ført til at temperaturen her har steget jevnt fra 1997 og frem til 2030. Dette har resultert i at den atmosfæriske gjennomsnittstemperaturen på de høyere breddegrader er 2,5 °C høyere enn for samme periode i forkant av 1997. Siden har temperaturen vist seg stabil de neste tjue årene frem til 2050. Nye og oppdaterte klimamodeller har vist at den globale gjennomsnittstemperatur vil vedvare stabil med bare lettere svingninger i overskuelig fremtid.

Den samme trenden har vist seg å gjelde for havtemperaturen i sjiktet ned til 300 meter for våre nordlige havområder. Havvannets varmekapasitet har imidlertid resultert i at temperaturen bare har økt med 1 °C i de gjeldende vannmassene og har stabilisert seg som for lufttemperaturen, dog noe senere. NAO-indeksen viser seg ikke med større absoluttverdi, men den opptrer oftere som positiv med påfølgende økt lavtrykksaktivitet og mer urolig vær i de berørte havområdene. En reduksjon i isdekket har ført til at større deler av området har blitt tilgjengelig⁶³ som beite- og oppvekstområde for alle de pelagiske artene som tidligere befant seg lenger sør og vest i Barentshavet. Dette har igjen ført til at også torsken har bredt seg tilsvarende utover, helt nord og øst til de nye områdene som grenser opp til bestandens nedre grense for temperaturpreferanse.

Sett i forhold til 1997 har bestanden av norsk arktisk torsk vist seg å ha en signifikant økning i volum, direkte og indirekte som følge av den høyere temperaturen i omgivelsene. Dels skyldes dette temperaturens innvirkning på vekst på individnivå, men hovedsakelig har dette vist seg gunstig i forhold til de indirekte faktorene gjennom at mattilgangen har økt for alle livsstadier hos torskebestanden. I første omgang betyr dette at en vesentlig større andel av larvene har kommet seg gjennom de tidlige stadier. Dernest har den gode byttedyrtilgangen ført til at den rekrutterende delen av bestanden har hatt gunstigere vekstvilkår og overlevelsesrate. Til sammen har disse faktorene ført til at den kommersielt utnyttbare delen av bestanden har økt med 15 % sammenlignet med 1997. Kvoteutdelingen for fisket etter

⁶³ Som beskrevet i tabell 3.

norsk arktisk torsk har økt tilsvarende. Dette har blitt gjort fordi man befinner seg innenfor de trygge grenser for vedvarende utbytte, anbefalt av ICES⁶⁴. Tilpasningen er også oppnådd som følge av at myndighetene i mindre grad er utsatt for kjøpslåing i de politiske fora, som følge av større innsikt blant de berørte aktører. Den totale kvoten fordeles prosentvis likt mellom Norge, Russland og tredjeland i forhold til kvotefordelingsnøkkelen som var gjeldende i 1997.

6.3 Scenario 3: En voksende torskebestand, men reduksjon i bestandens biomasse i norsk økonomisk sone i 2050.

Temperaturen i atmosfæren steg jevnt frem til 2040, og har siden ligget stabilt 3,5 °C over gjennomsnittstemperaturen for tiårsperioden i forkant av referanseåret 1997. Dette har ført til at også havtemperaturen i våre nordlige havområder har økt jevnt og endt opp på en temperatur som de 5 siste årene har ligget jevnt 2 °C over gjennomsnittet i forkant av 1997. Temperaturøkningens utflating er et resultat av at mengden drivhusgasser og aerosoler i atmosfæren, og at areal på hav- og innlandsis har stabilisert seg en tid i forkant av 2040. NAO-indeksen viser seg oftere som positiv, noe som har resultert i mer urolig vær gjennom større lavtrykksaktivitet. Dette har ført til en økt vertikalblanding i havområdene.

Et varmere hav har ført til at norsk arktisk torsk finnes i vesentlig større deler av Barentshavet enn det man så i 1997, jf. tabell 3. Torskens vandring innover i Barentshavet er ikke et direkte resultat av dens temperaturpreferanse, men heller fordi en større del av byttedyrene gradvis har flyttet seg innover og etablert seg i disse områdene i lengre perioder av året. Lodda er i så måte en nøkkelart som har bestemt hvordan utbredelsen av torsk viser seg i dag. Denne har fått en mer østlig utbredelse i forhold til tilstanden i 1997. Den gytende lodda befinner seg stort sett i russisk sone, slik at vårtorskefisket for en stor del har blitt et russisk fiske (Øiestad, 1990). Loddas tilhold i de østlige delene har ført til at denne bestanden har opprettholdt stort volum ved siden av at silda synes å ha blitt mer stabilt tilstedeværende lenger vest i Barentshavet. Begge disse bestandene drar nytte av den økte produksjonen som finner sted i de isfrie områdene som har oppstått. Gevinsten av å ha to potensielt store pelagiske bestander samtidig i dette havområdet har enda ikke vist seg hos torskebestanden,

⁶⁴ 'Intergovernmental Council for the Exploration of the Seas' er et politisk uavhengig organ som gir sine anbefalinger for TAC (Total Allowable Catch), bestående av 1600 marine forskere fra 19 medlemsland.

men det er grunn til optimisme i tiden etter 2050. Dette er fordi man sannsynligvis vil se mer av torskebestanden tilbake i den norske sonen ettersom denne vil beite på begge de pelagiske bestandene.

Fisket etter norsk arktisk torsk har blitt redusert noe i forhold til 1997 i norsk økonomisk sone, noe som også har vært tilfelle for de ti siste årene frem til 2050. Nedgangen man har sett i denne perioden har vært jevn og har stått i forhold til utvandringen i fra norsk til russisk sone. For Barentshavet i sin helhet har bestanden vist en økning på totalt 20 % i forhold til referanseåret 1997, samtidig som det i den norske delen av Barentshavet har vist seg en reduksjon på 10 %. Selv om den totale bestanden i Barentshavet har hatt en oppgang, så har nedgangen i norsk sone resultert i at kvotetildelingen i dette området har blitt redusert med 15 %. Reduksjonen i TAC er et resultat av at det ikke våges å ta høyde for at den utvandrede delen av bestanden vil vende tilbake i stor grad. Dette også til tross for at man ser en gryende tilstedeværelse av en sildebestand.

6.4 Sammenfatting av scenariene

Scenario 1 har ingen endring i temperatur eller i de øvrige klimafaktorer som kan tenkes å påvirke bestandssituasjonen i havområdene som angår torskefiskeriene. Dette resulterer i at torskebestandens biomasse vil være den samme i 2050 som det den var i 1997. Det blir heller ingen endring i de ilandførte torskefangstene for 2050 i forhold til referanseåret 1997. De tre nordligste fylkene mottar derfor ca. 305 tusen tonn⁶⁵ råstoff av denne bestanden, altså det samme som i 1997.

En økning på 1 °C i havtemperaturen i scenario 2 fører til en økning i biomassen på 15 % i Norskehavet og i den norske sonen av Barentshavet, noe som gir en 15 % økning i torskefangsten som forsyner den aktuelle regionen med råstoff. Det resulterer i en ilandført mengde på ca. 350 tusen tonn norsk arktisk torsk i 2050, også dette sett i forhold til 1997.

I scenario 3 forekommer det en to graders økning i temperaturen i de gjeldende havområdene i forhold til referanseåret 1997. Dette fører til en reduksjon i torskebestanden i norsk sone på 10 % til tross for økningen på 20 % for Barentshavet sett under ett. Tilbakegangen i norske

⁶⁵ Denne fangstmengden har blitt hentet ut i fra *Fiskeristatistikk for 1997-1998* (SSB, 2001).

torskefiskerier resulterer i en 15 % reduksjon i tilgangen på råstoff for fiskeindustrien. I 2050 mottar altså den landbaserte fiskeindustrien nærmere 260 tusen tonn.

Når nå tilgangen på råstoff for fiskeindustrien fra scenariene foreligger vil disse fra nå konverteres til å gjelde kroneverdi⁶⁶, da det er i denne form de vil behandles videre i kryssløpsregnskapet.

Tabell 7. De nye estimatene for ilandført mengde og verdi (nominell 1997) norsk arktisk torsk (rund vekt) til regionen som omfatter fylkene Nordland, Troms og Finnmark i 2050.

Scenario	Endring i ilandført fangst (%)	Mengde (tonn)	Førstehåndsverdi (1000kr)
1. Baseline	0	304 528	2 025 890
2. 1 °C økning	+15	350 207	2 329 774
3. 2 °C økning	- 15	258 849	1 722 007

Tabell 7 viser de nye ilandføringsestimaterne sammen med den nominelle 1997-verdien av råstoffet som har blitt tilført de tre nordligste fylkenes fiskeforedlingsindustri. I baselinescenariet er disse lik Fiskeridirektoratets tall⁶⁷ for 1997 (SSB, 2001), mens de for scenario 1 og 2 har blitt påført den endringen en fremtidig klimaendring kan tenkes å medføre. Dette er grunnlaget for de videre beregningene i det som følger.

6.5 Beregninger opp mot 1987-regnskapets produksjonsstruktur

Her vil kryssløpstabellen for nordnorsk økonomi i 1987 benyttes som grunnlag for de videre beregningene. Dette regnskapet gjør det mulig å få frem blant annet sysselsettingsmultiplikatorene som skal inngå i løsningen av problemstillingen. Multiplikatorene skal benyttes mot fangstverdiene som har fremkommet av de tre scenariene for 2050, ved at disse omregnes til å gjelde en verdi på ferdigprodusert vare. Dette gjør at den kan inngå som en anvendbar komponent i det etterspørseldrevne kryssløpsregnskapet.

⁶⁶ Denne fangstverdien har blitt hentet ut i fra *Fiskeristatistikk for 1997-1998* (SSB, 2001).

⁶⁷ Se tabell 14 og 15, appendiks D.

6.5.1 Tilpasning av verdi på ilandført fangst til 1987-regnskapet

Som beskrevet i metodekapittelet, så kreves det noen justeringer av tallmaterialet for at kryssløpsregnskapet skal kunne løses i den form det nå foreligger. Omregningsfaktorene presentert i tabell 8 gjør det mulig å tilpasse tallene for ilandført fangstverdi fra 1997 til det etterspørselsdrevne kryssløpsregnskapet på en slik måte at forutsetningene til den etterspørselsdrevne kryssløpsmodellen har blitt oppfylt.

Tabell 8. Oversikt over omregningsfaktorer benyttet for tilpasning av tallmaterialet for det etterspørselsdrevne kryssløpsregnskapet.

Faktorer	
Omregningsfaktor som følge av konsumprisindeksens endring fra 1987 til 1997 på 35,6 %. ⁶⁸	0,644
Omregningsfaktor for forholdet mellom verdi av råstoff tilført og bruttoproduksjonsverdi. ⁶⁹	1,873

Omregningsfaktoren på 0,644 representerer deflasjon av 1997-kronens verdi til 1987-nivå. Inflasjonen som har pågått disse ti årene har på denne måten blitt tatt høyde for i benyttelsen av 1997-verdier mot kryssløpsmodellen for 1987. Omregningsfaktoren på 1,873 viser den gjennomsnittlige verditilføringen fra råstoff via prosessering til sluttprodukt. Dette vil si at om råstoff for verdi av en krone blir prosessert i fiskeindustrien vil eksportverdien av denne varen være 1,873 kroner (Eide & Heen, 2002). Dette er med andre ord en faktor som kommer frem ved å vise forholdet mellom innsatsfaktoren råstoffet representerer og bruttoproduksjonsverdi for fiskeforedlingssektoren.

Disse multiplikatorene har i kombinasjon med *Fiskeristatistikk for 1997-1998* (SSB, 2001) gjort det mulig å komme frem til verdiene den ilandførte fangsten representerte for regionen som sluttprodukt, altså verdien av det som til sist etterspørres i markedet i 1987-kroner.

⁶⁸ Kalkulator for endring i konsumprisindeks (KPI-kalkulator, 2007).

⁶⁹ Faktoren er hentet ut av kryssløpstabellen i appendiks E

Tabell 9. Som tabell 7, men i tillegg med verdi på sluttprodukt i 1987-kroner etter påføring av faktorene i fra tabell 8.

Scenario	Endring (%)	Mengde (tonn)	Eksportverdi (1000kr)
1. Baseline	0	304 528	2 443 653
2. 1 °C økning	+ 15	350 207	2 810 201
3. 2 °C økning	- 15	258 849	2 077 105

Eksportverdien i tabell 9 viser den oppståtte etterspørselen etter produktene produsert i fiskeindustribedriftene gjennom de tre scenariene for 2050 i 1987-kroner.

6.5.2 Kryssløpsregnskapet

Sysselsettingsmultiplikatorene som benyttes i kryssløpsregnskapet er beregnet ved hjelp av kryssløpstabellen i rapporten: *Kryssløpsmodell for nordnorsk økonomi 1987* (Heen & Aanesen, 1993 a). Denne er også utgangspunkt for de to påfølgende inverse Leontief matrisene type I og II, hvor en ”linjesummering” har gitt produksjonsmultiplikatorene 2,009 og 3,904 gjeldende for fiskeforedlingssektoren utgjør i type I og II tilfellene. Det er imidlertid ikke disse som direkte kan benyttes opp mot sysselsettingskoeffisientene for å bestemme sysselsettingsmultiplikatorene. Her har det vært nødvendig å multiplisere hver enkelt sektors sysselsettingskoeffisient⁷⁰ opp mot deres individuelle produksjonsmultiplikator gitt av den inverse Leontief matrisen under fiskeforedlingskolonnen. Summen av den resulterende kolonnen har gitt denne sektorens sysselsettingsmultiplikator i type I og II tilfellet.

De aktuelle sysselsettingsmultiplikatorene presenteres i kortform i den følgende tabellen med en multiplikator tilpasset eksportverdi i millioner kroner. Derfor har også denne endringen blitt foretatt i overgangen mellom tabell 9 og tabell 11, i kolonnen som viser verdi på sluttetterspørsel i den sistnevnte tabell⁷¹.

Tabell 10. Sysselsetting/produksjonsmultiplikatorene pr. million kr i økt sluttlevering for fiskeforedling.

	Type I	Type II
Sysselsetting/produksjonsmultiplikatorene	4,28439	6,10607

⁷⁰ Se i tabell 20, appendiks I

⁷¹ Grunnen til at verdi på fangst og eksportverdi har forholdt seg til verdi oppgitt i tusen kroner til hit, er at det er på denne form benevnelsen har blitt oppgitt i den benyttede kryssløpstabellen.

Multiplikatorene gir uttrykk for den totale sysselsettingsendringen i regionen ved en endring i sluttleveringen fra sektor j med en million kroner⁷². Type I multiplikatoren viser den direkte og den indirekte effekten av en økt etterspørsel etter varer og tjenester for en million kroner. For fiskeforedlingssektoren betyr dette at for den første millionen eksporten øker med, så vil det ved hjelp av de direkte og de indirekte virkningene føre til at man trenger ca. 4,3 flere sysselsatte i regionens økonomi⁷³. For type II multiplikatoren gjelder de samme faktorene i tillegg til at virkningene fra en endogenisert husholdning⁷⁴ er tatt med. Dette betyr at man også tar med de induserte virkningene ved at også inntekt hos de sysselsatte forventes å bli brukt innenfor denne regionens økonomi.

Tabell 11. De oppståtte sysselsettingsvirkningene som følge av endret sluttetterspørsel (nå oppgitt i mill kr) gjennom de tre scenariene for 2050.

Scenario	Eksportverdi (mill kr)	Type I		Type II	
		Sysselsatte	Endring	Sysselsatte	Endring
1. Baseline	2 444	10 470	0	14 921	0
2. 1 °C økning	2 810	12 040	1 570	17 159	2 238
3. 2 °C økning	2 077	8 899	- 1 570	12 683	- 2 238

Tabell 11 viser den forventede regionaløkonomiske effekten gjennom tre scenarier i år 2050 i form av antall sysselsatte i regionen. Dette vises av den direkte og den indirekte effekten i type I-, og i tillegg den induserte effekten i type II tilfellet. Dette som følge av en uendret, en moderat og en høyere temperaturøkning i havområdene i 2050, sett i forhold til referanseåret 1997, gitt av henholdsvis scenarioene en til tre.

⁷² Grunnen til at multiplikatoren ikke oppgis endring pr. krone, som i teorikapittelet for kryssløpskoeffisientene, er at dette vil være særdeles uhensiktsmessig i forhold til antall siffer i tabellen.

⁷³ Merk at det her gjelder 1987-kroner og at det dermed inngår avlønning etter 1987-forhold.

⁷⁴ For 1987-regnskapet er offentlig konsum regnet med, bortsett fra den statlige komponenten.

6.6 Oppsummering

Problemstillingen for dette studiet er todelt. I første del ønsket jeg å gjøre rede for det følgende: *”Hvordan vil klimaet i fremtiden ha innvirkning på biomassen hos norsk arktisk torsk?”*.

Dette har blitt besvart gjennom utredningen av problemkomplekset rundt den nordøstarktiske torskens biomassesituasjon i forhold til de klimatiske påvirkningsfaktorene beskrevet i oppgavens del en. Denne viser at det er en sammenheng mellom de biotiske- og de abiotiske faktorene på den ene siden og størrelsen på biomassen hos norskarktisk torsk på den andre. En fremtidig klimaendring vil ha innvirkning på bestanden og denne effekten har blitt kvantifisert gjennom en ”kvalifisert gjetting”, basert på litteratur fra fagfeltene som inngår i denne utredningen.

Kvantifiseringen i form av prosentvise endringer, bestemt av endrede klimatiske forhold, har vært grunnlaget for utredningen av de tre scenariene som inngår i oppgavens del to. Her vises det til at en fremtidig klimaendring fører til en endring i tilgangen på råstoff for regionens fiskeindustribedrifter, som følge av de tre scenariene for 2050. Dette viste at mengden ilandført fangst som følge av 0, 1 og 2 °C økning i scenario en til tre, førte til en råstofftilgang på henholdsvis 305-, 350-, og 260 tusen tonn.

Problemstillingens andre del sier: *”Vil en endring i denne biomassen gi seg utslag i endret aktivitet fiskeindustrien, de tilstøtende næringene i regionen og dermed for Nord-Norge i sin helhet?”*

Etter at biomassen for norskarktisk torsk har blitt behandlet i scenariene kan man se, gjennom endret ilandført fangst, at det finnes grunnlag for en aktivitetsendring i regionen. Kryssløpsregnskapets sysselsettingsmultiplikatorer viser, gjennom type I og type II multiplikatorene, at det ikke bare er regionens fiskeindustribedrifter som drar nytte av den økte ilandføringsmengden. Også de øvrige næringene som har produksjonskoblinger til denne sektoren drar nytte gjennom de indirekte virkningene. Tar man med de induserte virkningene, gjennom å også inkludere husholdningenes økte forbruk av varer og tjenester i

regionen, vil man se de totale⁷⁵ sysselsettingsvirkningene som den endrede ilandføringsmengden av råstoffet potensielt kan føre til.

Tabell 12. Ilandføringsmengde, eksportverdi og endringene i sysselsetting de tre scenariene fører med seg i form av virkningene fra type I og type II multiplikatorer.

Scenario	Ilandføringsmengde (tonn)	Eksportverdi (mill kr)	Sysselsettingsendring	
			Type I	Type II
1. Baseline	304 528	2 444	0	0
2. 1 °C økning	350 207	2 810	1 570	2 238
3. 2 °C økning	258 849	2 077	- 1 570	- 2 238

Som følge av en fremtidig klimaendring gitt av scenariene en til tre, viser tabell 12 at man vil se en endring i antall sysselsatte i regionen forårsaket av et skifte i bestandsstørrelse og dermed ilandføringsmengde. I forhold til referanseåret 1997 vil man, uten endring i temperatur, og i de øvrige klimatiske forholdene som kan tenkes å påvirke bestanden, heller ikke se noen endring i antall sysselsatte i 2050. Ved 1°C økning i havtemperaturen vil man ha en økning i antall sysselsatte i regionen på 1570 i type I-tilfellet, og om de induserte virkningene inkluderes vil dette resultere i en økning på 2238 sysselsatte. For scenario 3 vil nedgangen i tilgjengelig biomasse føre til en tilsvarende nedgang i ilandført fangst. Dette resulterer i en reduksjon i antall sysselsatte på 1570 i type I, og en reduksjon på 2238 sysselsatte om også de induserte virkningene tas med. I forhold til de totalt 189 636 sysselsatte i regionen i 1987, vil den prosentvise endringen som følge av den relativt moderate endringen i råstofftilgang vise seg som i den følgende tabellen:

Tabell 13. Prosentvis sysselsettingsendring i forhold til regionens totalt 189 636 sysselsatte.

Scenario	Ilandføringsmengde (tonn)	Regional sysselsettingsendring %	
		Type I	Type II
1. Baseline	304 528	0	0
2. 1 °C økning	350 207	0,83	1,18
3. 2 °C økning	258 849	- 0,83	- 1,18

⁷⁵ -om man ser bort fra type III og type IV multiplikatorene, som har blitt holdt utenfor dette studiets horisont. Type III inkluderer en endogenisert statlig sektor, ved at deres forbruk også inngår i regnskapet. I type IV endogeniseres også offentlige og private investeringer, med de konsekvenser dette fører med seg.

7 Avslutning og diskusjon

I dette studiet har fått frem noen av de samfunnsøkonomiske effektene, for en region bestående av Nordland, Troms og Finnmark, som kan tenkes å oppstå som følge av klimaendringer frem mot år 2050. Oppgavens problemstilling har blitt løst gjennom å gjøre bruk av en videre tilnæringsmåte enn hovedsakelig å vise til eksterne kilder i oppgavens del I. Dette har gitt meg muligheten til å benytte en grad av tverrfaglighet som gjør at oppgaven favner om flere av de fagfelt som inngår i min portefølje, og som jeg samtidig mener vil gi leseren en bredere forståelse av problemkomplekset. Bakgrunnen dette materialet representerer, leder så videre mot det som er oppgavens kjerne og som etter hvert bunner ut i bruken av sysselsettingsmultiplikatorene. Disse multiplikatorene har blitt beregnet ved hjelp av de inverse Leontief koeffisientmatrisene, vist til i appendiks G/H og som er basert på kryssløpstabellen fra rapporten: *Kryssløpsmodell for nordnorsk økonomi 1987* (Heen & Aanesen, 1993 a). Denne samfunnsøkonomiske betraktningen har blitt tilrettelagt gjennom utledelsen av den etterspørselsdrevne kryssløpsmodellen og er dermed også det vektlagte teoretiske fundamentet for dette studiet. I tillegg er det vist til hvordan modellen kan ha gyldighet ut over den tiden denne oppstår, ved å se på kryssløpskoeffisientenes stabilitet og hvordan disse eventuelt kan tilpasses gjennom RAS-teknikken gjort rede for i appendiks A.

Valget av året 1997 som utgangspunkt for scenariekonstruksjonen, og dermed også for biomasse- og fangstsituasjonen, har bakgrunn i at det opprinnelig skulle utarbeides et kryssløpsregnskap for dette året. Da det viste seg å være betydningsfulle svakheter i datamaterialet som lå til grunn, ble dette satt til side til fordel for det eldre regnskapet utarbeidet for den nordnorske økonomien for 1987 (Heen & Aanesen, 1993 a). I denne besvarelsen har det dessuten blitt benyttet en etterspørselsdrevet kryssløpsmodell. Men i forhold til at det er grad av tilgang på råstoff som er drivkraften, hadde det vært mer nærliggende å benytte seg av en tilbudsstyrt kryssløpsmodell. Denne har blitt utledet og forberedt til benyttelse i forhold til den opprinnelige planen om bruk av kryssløpsregnskapet for Nord-Norge for 1997. Utledingen finnes i appendiks B, som i tillegg tar for seg spørsmål rundt valg av kryssløpsmodell.

Konkluderende kommentarer

Oppsummeringen i kapittel 6.3 viser resultatene som prosessen, fra forklaringen om omstendighetene rundt torskebestandens fremtidige tilpasning i del I, og videre gjennom de konstruerte scenariene og kryssløpsberegningene i del II, førte frem til. Av regionens 189 636 sysselsatte⁷⁶, er det bare 6704 (3,5 %) som arbeider i fiskeforedlingen direkte, mens det er hele 10 470 (5,5 %) sysselsatte som følge av de tilstøtende sektorenes varierende grad av koblinger til denne. Om man i tillegg ser effekten av de induerte virkningene vil det være totalt 14 921 (7,9 %) sysselsatte i regionen som følge av denne næringens virksomhet. Man kan ut i fra tabellene 12 og 13 konkludere med at de regionaløkonomiske ringvirkningene som følge av en historisk sett moderat endring i ilandføringsmengde av råstoff er store. I denne sammenhengen vil de prosentvise endringene, vist til i tabell 13, være å betrakte som prosentpoeng som direkte kan summeres med andelene vist til i parentesene over. Gjennom denne regionaløkonomiske betraktningen vil man se at det er vesentlig flere som er sysselsatt som følge av denne næringens virksomhet. Det er derfor også denne ringvirkningseffekten man må se til når endringer oppstår i de enkelte sektorenes aktivitet.

Det vil være rimelig å sette spørsmålstegn ved hvordan man kan komme frem til så eksakte endringer i sysselsettingstall med tanke på hva som ligger til grunn for beregningen. Under denne ligger det et stort problemkompleks bestående av to fagområder, som hvert for seg danner grunnlag for varierende grad av usikkerhet. Dette problemet drøftes i de to påfølgende kapitlene.

7.1 Usikkerhetsmomenter i forhold til råstofftilgang i 2050

I studiets første del er det gjort rede for hva som kan ligge til grunn for fluktasjoner i torskebestanden og også vist til hvordan dette kan tenkes å føre til biomasseendringer i fremtiden. Bakgrunnen for påstanden om at en klimaendring vil føre til endret biomasse er veldig kompleks. Det har blitt gjort til dels omfattende rede for mange av de komponentene som i kombinasjon kan føre til endrede torskefangster i fremtiden. Det er verdt å merke seg *i kombinasjon*. Noen omstendigheter kan likevel føre til en gunstigere situasjon for torskebestanden alene. Blant disse er temperaturen, som påvirker fiskens metabolisme og fører til økt vekst (Angilletta *et al.*, 2004). Men dette blir bare spekulativt ettersom

⁷⁶ Summen av regionens sysselsatte i tabell 20, appendiks I.

omstendigheter⁷⁷ som dette bare kan reguleres under kontrollerte forhold. Det blir enda mer usikkert når man skal se på forskjellige utfall som følge av de kombinerte forhold som gjelder generelt for biomasseproduksjonen i et økosystem. Her må det være et sammenfall av hendelser både i tid og rom. Grad av overlapp i tilvekst hos bestandene, og ikke minst i forhold til planteplankton, med et avhengighetsforhold til hverandre er helt avgjørende for at den øvrige næringskjeden skal få et godt grunnlag for vekst. Likevel kan man si på et generelt grunnlag at det finnes en samvariasjon i et varmere hav og torskebestandens biomasse, jf. kapittel 5.1 som gir et tilbakeblikk på bestandsstørrelser opp mot klimatiske fluktuasjoner i et historisk perspektiv.

Som det i tillegg beskrives i kapittel 2.2 - om teorien bak scenariebygging, så forøker man ikke å lage gyldige prediksjoner om fremtidige forhold. Det er derimot søkt å finne svar på fremtidige eventualiteter, som har blitt fundamentert i dagens virkelighet gjennom en så troverdig forbindelse mellom de to tidspunktene som mulig. Dette har fått frem de nødvendige og kvantifiserbare tallene som har blitt benyttet opp mot multiplikatorene fra det gjeldende kryssløpsregnskapet.

7.2 Drøftinger rundt kryssløpsanalysen som løsningsmodell

Kryssløpsanalysen krever forutsetninger som ikke alltid er like lett å akseptere. Som beskrevet under kapittel 2.1.4 om kryssløpskoeffisientenes stabilitet, så er det flere faktorer som kan påvirke denne stabiliteten. Disse er endring i produksjonsvolum, relative priser, produksjonsteknikk, og i produktsammensetning (Dedekam, 1987). Dersom disse viser en endring, vil kryssløpskoeffisientene generert fra tidligere års kryssløpsregnskap få begrenset verdi for et regnskap av nyere dato. Heen (1993 b) viser at det i årene 1975-87 var en betydelig endring i koeffisientene. 30 % av veksten i bruttoproduksjonsverdi ble tilskrevet endringer i kryssløpsleveringene. Datamaterialet bak kryssløpsregnskapet forteller imidlertid ingenting om dette skyldes endringer i den tekniske komponenten eller om det har forekommet forandringer i importmønsteret.

⁷⁷ I de naturlige omgivelsene vil økt temperatur i tillegg føre til at torsken vil få større aksjonsradius og dermed rekke over et større beiteområde. Dette i tillegg til de indirekte effektene gjennom en potensielt økt tilgang på byttedyr.

Effekten av kryssløpskoeffisientenes variasjon over tid har også blitt undersøkt i andre tilfeller. I en av disse ble tidligere års kryssløpstabeller benyttet på økonomiske analyser av nyere dato for samme region. Her ble de tre kryssløpstabellene for årene 1963, 1967 og 1972 fra staten Washington satt opp mot hverandre for å vurdere forandringer i disse. Det aritmetiske gjennomsnittet for koeffisientene viste seg å være henholdsvis 1,33; 1,29; og 1,33. Dette avslørte at avviket fra de virkelige tallene var veldig små for regionen i sin helhet, selv om det for enkeltsektorer viste seg en forskjell på opp til 18 %. Ved bruk av kryssløpstabellen fra 1967 på etterspørselen fra 1972 viste avviket seg som 1,2 % lavere enn den virkelige sluttleveringen fra 1972, mens det tilsvarende forsøket med 1963-tall viste et avvik på bare 0,8 % (Miller & Blair, 1985).

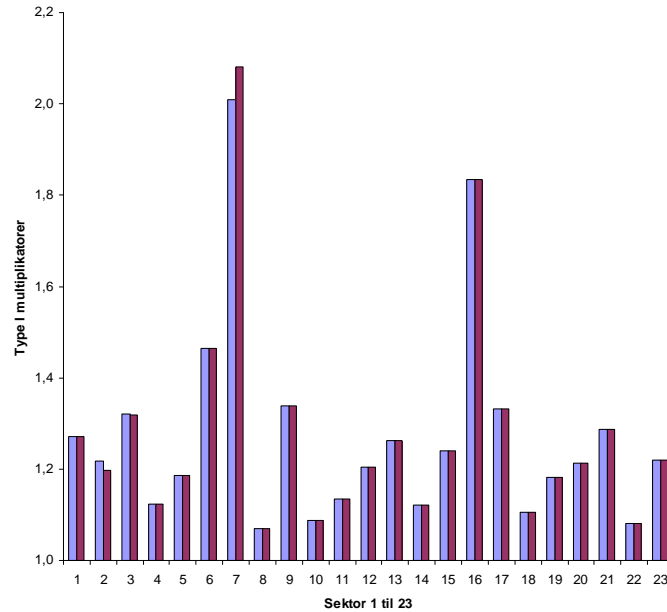
Regioner som baserer seg på veldig forskjellige typer industri, vil ha ulik grad av stabilitet i kryssløpskoeffisientene sine over tid. Dette har betydning både med hensyn til skala og hvordan produksjonsstrukturen er bygget opp i områdenes økonomi. Om det i et tilfelle behandles en region med få og like industrier som alle kan påvirkes av de samme faktorene, og et annet hvor en region med bredere portefølje av ulike industrier, vil den sistnevnte vise seg mer robust mot ytre påvirkninger. Kryssløpskoeffisientene er et mål på næringens økonomiske rolle i en regions produksjonsstruktur. Bedrifter som inngår i en sektor i en stor økonomi utgjør en mindre andel av denne sektoren. Derfor vil en forandring lettere absorberes ved at andre i større grad kan utfylle den rollen. Konsekvensen er dermed at koeffisientene har større mulighet for stabilitet i et slikt system.

I lys av skala og nærings sammensetning er det derfor nærliggende å se til Heens (1993 b) undersøkelse om strukturelle endringer da dette angår de nordnorske forholdene behandlet i dette studiet. Det er likevel uavklarte forhold i sammenhengen mellom de to periodenes produksjonsstruktur. Spørsmålet er om den årlige endringen i bruttoproduksjonsverdi i perioden 1987 til 1997 er mer, eller mindre påvirket av forandringer i koeffisientene i den indre matrisen sammenlignet med tidsrommet behandlet i Heens arbeidsnotat. Det er derfor grunn til å sette søkelyset på hvilke endringer som har forekommet, og i hvor stor grad i disse har virket inn på de to periodene. Dette bare besvares etter at kryssløpsregnskapet for 1997 foreligger, påfulgt av en tilsvarende studie for de strukturelle endringer i perioden 1987 til

1997. Men det er likevel grunn til å tro at behovet for antall sysselsatte pr. produsert enhet i denne næringen har avtatt i perioden mellom 1987 og 1997.

Denne effektiviseringen vil i prinsippet føre til at det vil forekomme et overestimat for sysselsettingsvirkningen når 1987-modellen benyttes på 1997-tallene. I tillegg vil man forvente at andre elementer som økt reallønn vil dra i samme retning. I det benyttede kryssløpsregnskapet er det heller ikke gjort noen skille på offentlig og privat konsum. Dette fører til at sysselsettingsmultiplikatoren vil vise seg større i type II-tilfellet enn det man kan forvente er realiteten for regionen hvor man bare endogeniserte husholdningenes forbruk. Det er imidlertid en faktor som trekker disse multiplikatorene i den andre retningen. Dette er med bakgrunn i bestanden som er gjenstand for dette studiet. I kryssløpsregnskapet for Nord-Norge (1987) er den delen av koeffisientmatrisen som omhandler fiskeforedling underestimert i forhold til denne bestanden, ettersom det her behandles torskefisk generelt. I dette forekommer det fiskearter som er av en lavere verdi enn det som er tilfelle for norsk arktisk torsk.

Denne virkningen kan forklares ved hjelp av kryssløpstabellen på følgende måte: Om den ilandførte mengden hadde vært den samme, men denne gangen norsk arktisk torsk, med en høyere verdi enn den oppgitte, så vil kryssløpsleveringen fra fiske til fiskeforedling representere en tilsvarende høyere verdi. Denne økningen vil relativt sett representere mer for næringene dette angår direkte, enn det den vil virke på de øvrige tilstøtende sektorene med en mindre produksjonskobling. Bruttoproduksjonsverdi vil få en tilsvarende økning i kroner, men i relativ forstand i forhold til den gjeldende sektoren har dette mindre å si. Man kan derfor se en kryssløpskoeffisient hos fiskeforedlingen som har vokst på bekostning av de tilstøtende sektorene. Dermed vil man også se en større sysselsettingsmultiplikator gitt av sysselsetting/produksjonsmultiplikator. Denne effekten kan synliggjøres i den følgende figuren som viser endringen i produksjonsmultiplikatoren, ved en økning på 300 millioner kroner i verdi på råstoffet hos fiskeforedlingssektoren.



Figur 23. Endring i Type I produksjonsmultiplikatorer som følge av en økning i ilandføringsverdi på 300 millioner kroner (tilsvarende 561 millioner i eksportverdi).

Økningen i fiskeforedlingssektorens produksjonsmultiplikator ses i søylen til høyre i sektor 7. Dette viser sensitiviteten for en endring på ilandføringsverdien på ca. 12 %, *ceteris paribus*, ved at man i et tenkt tilfelle håndterer den samme mengde fisk, men som er av en høyere verdi. Stolpenes endring i høyde viser hvordan fiskeforedlingssektorens produksjonsmultiplikator vokser på bekostning av de øvrige. Reduksjonen i de øvrige næringenes multiplikatoren står i forhold til de respektive sektorenes opprinnelige produksjonskobling til fiskeforedlingssektoren.

At kryssløpsregnskapet i utgangspunktet kan synes å gjelde for en tilstand i 2050 setter i prinsippet denne modellens gyldighet ut av spill. Dette som følge av at man over en så lang periode må forvente at det vil forekomme vesentlige forandringer i produksjonsstrukturen. Men faktum er at denne er satt til å gjelde for en tilstand i 1997, altså bare ti år etter det benyttede regnskapets opprinnelse. Det er fordi det er forholdene rundt dette året som gjelder i beregningene og som ligger til grunn som baseline. Når man så behandler 1997-tallene som om det beskriver en tilstand i 2050, er dette et anliggende som den større fleksibiliteten i scenarieteorien tar seg av.

Grunnen til at sysselsettingsmultiplikatoren⁷⁸ som har kommet frem i dette studiet avviker noe fra de tilsvarende i *Kryssløpsmodell for nordnorsk økonomi 1987* (Heen & Aanesen, 1993 a), kan i hovedsak skyldes at det kan benyttes ulike begreper for antall sysselsatte. I enkelte tilfeller vil man finne antall sysselsatte, hvor lavere prosentstillinger summeres inn i hele årsverk, mens det i andre legges til grunn alle sysselsatte med mer enn 50 % stilling. Slik vil sysselsettingskoeffisientene anta forskjellige verdier ved at nevneren, bruttoproduksjonsverdi, vil være den samme i begge tilfeller.

7.3 Vil man se tilsvarende virkninger med utgangspunkt i de øvrige sektorene?

Nå har virkningene som følge av endret råstofftilgang til fiskeforedlingsindustrien blitt behandlet i forhold til en fremtidig klimaendring, *ceteris paribus*. Det er derfor også i forhold til disse ensidige endringene kryssløpsmodellen i dette studiet er satt til å gjelde for. Men det kan tenkes at de forventede fremtidige klimaendringene vil ha vesentlig innvirkning på andre sektorer i regionen også. Ta for eksempel sektoren kraft. Denne kan komme til å ha helt andre betingelser om forholdene i regionen skulle vise seg å endre seg som følge av de betingende forutsetningene redegjort for i scenariene for 2050. Kanskje vil økte nedbørmengder⁷⁹ og fulle kraftmagasiner føre til en større tilbud til områder utenfor regionen. En sektor som bygg og anlegg vil heller ikke være upåvirket. Her kan andre krav til for eksempel isolering og byggestandarder generelt føre til et skifte og dermed endret antall sysselsatte. Om forhold i våre omgivelser skulle føre til negativ befolkningstilvekst i regionen, vil dette merkes i nedgang i etterspørsel av deres tjenester noe som vil gi vesentlige ringvirkninger. Slik vil det være grunnlag for analyser som også tar for seg de regionaløkonomiske konsekvensene i andre sektorer, gjennom å se på scenarier som rettes mot deres virksomhet. Sysselsettingsvirkningen som følge av en endring i etterspørsel av deres varer og tjenester er illustrert i figur 24 og figur 25 i appendiks J.

⁷⁸ Henholdsvis 7,7 og 13,8 % større for type I og II tilfellene hos Heen & Aanesen (1993 a).

⁷⁹ Som et mulig utfall forklart i kapittel 4.3.2.

8 Referanser

- Aglen, A. (2002). *Investigations on demersal fish in the barents sea winter 2002: Detailed report*. Bergen/Murmansk: Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography.
- Ajiad, A. M., & Mehl, S., et.al. (1991, August). *Trophic relationships and feeding-dependent growth in the northeast arctic cod*. Paper presented at the Fifth PINRO-IMR Symposium, Murmansk.
- Alfsen, K. H. C. (2002). Klimasystemet og klimaendringer til nå. Innhentet 30.01.02, 2002, fra http://www.cicero.uio.no/publications/searchpub.asp?lang=no&keyword_id=151&viewyear=2002
- Angilletta, M. J., Jr., Steury, T. D., & Sears, M. W. (2004). Temperature, growth rate, and body size in ectotherms: Fitting pieces of a life-history puzzle. *Integr. Comp. Biol.*, 44(6), 498-509.
- Anon. (1998). Report of the ices/globec workshop on application of environmental data in stock assessment. *ICES CM, C:1*, 97.
- Arbo, P. (2000). *Nordnorsk utsyn: En landsdelsstudie med tre scenarier*. [Tromsø]: Universitetet i Tromsø.
- Aune, B. (2003). Vær og klima. Innhentet 03.12.03, 2003, fra <http://met.no/met/klima.html>
- Bardarson, H. (1994). *Torskefiskerienes regionaløkonomiske virkninger i nord-norge*. Tromsø: [H. Bardarson].
- Berger, A. (1984). *Milankovitch and climate: Understanding the response to astronomical forcing*. Dordrecht: Reidel.
- Bergstad, O. A., Jørgensen, T., & Dragesund, O. (1987). Life-history and ecology of the gadoid resources of the barents sea. *Fisheries Research*, 5(2-3), 119-161.
- Berner, J. (2001). Natural climate change - these lecture notes follow closely the book global physical climatology by dennis I. Hartmann (1994).
- Bogstad, B. (1997 a). *Multispecies models for the barents sea*. Bergen: Department of Mathematics University of Bergen.
- Bogstad, B., & Mehl, S. (1997 b). Interactions between atlantic cod (*gadus morhua*) and its prey species in the barents sea. *Proceedings - Forage Fishes in The Marine Ecosystems, Alaska Sea Grant College Program*, s. 591-615.
- Brander, K. M. (1995). The effect of temperature on growth of atlantic cod (*gadus morhua* L.). *ICES Journal of Marine Science*, 52(1), 1-10.
- Breen, O. (1986). *Oseanografi: Grunntrekk fra generell havlære og litt om hydrografi fra havområder av særlig interesse for norske fiskerier* (2. oppl. ed.). [Oslo]: Gyldendal.
- Bruun, H., Hukkinen, J., & Eklund, E. (2002). Scenarios for coping with contingency: The case of aquaculture in the finnish archipelago sea. *Technological Forecasting and Social Change*, 69(2), 107-127.

- Cai, J., Leung, P., Pan, M., et al. (2004 b). Linkages of fisheries sectors to hawaii's economy and economic impacts of hawaii's longline fishing regulations (pp. 30): College of Tropical Agriculture and Human Resources and Department of economics, University of Hawaii at Manoa.
- Christensen, P. (2000). *"fra tørrfiskhjell til oppdrettsmerd - 1000 års norsk fiskerihistorie"*. Paper presented at the Fisk2000: rapport: norsk fiskerinæring ved årtusensskiftet, Tromsø 1.-5. desember 1999, [Tromsø].
- Christensen, P., & Hallenstvedt, A. (1990). *På første hånd: Norges råfisklag gjennom femti år*. [Tromsø]: Norges råfisklag.
- Dahl, E., & Asplin, L. (2003). *Havets miljø 2003*. Bergen: Havforskningsinstituttet.
- Dahl, E., Hansen, P. K., Haug, T., et al. (2007). *Kyst og havbruk 2007*. Bergen: Havforskningsinstituttet.
- Dalpadado, P., Ingvaldsen, R., & Hassel, A. (2003). Zooplankton biomass variation in relation to climatic conditions in the barents sea. *Polar Biol.*, 26, 233-241.
- Dalpadado, P., & Loeng, H. (2004). Climate impact on marine ecosystems in the barents regions. Innhentet 11.04.04, 2004, fra http://balance1.uni-muenster.de/balance_data/stakeholder/Daten/marine.pdf
- Dedekam, A. (1987). *Regionaløkonomi*. Oslo: Universitetsforlaget.
- DNMI. (2002). Værstatistikk. Innhentet 14.01.02, 2002, fra http://shimmer.oslo.dnmi.no/portal/page?_pageid=35.96278.35_96303&_dad=portal&_schema=PORTAL
- DNMI. (2003, 15.05.2003). Klimamodellering. Innhentet 03.07.2003, 2003, fra http://met.no/fou/fou_klimamodellering.html
- Eide, A., & Heen, K. (2002). Economic impacts of global warming: A study of the fishing industry in north norway. *Fisheries Research*, 56(3), 261.
- Flugsrud, K., Hunnes, O. K., & Rypdal, K. (1995). Naturressurser og miljø 1995. Innhentet 03.April, 2001, fra http://www.ssb.no/emner/01/sa_nrm/arkiv/nrm1995/nrm1995.html
- Freon, P. (1988). Introduction of enviromental variables into global productoin models. In T. Wyatt & M. H. Larraneta (Eds.), *Long term changes in marine fish populations* (pp. 481-528). Vigo, Spain.
- Føyn, L., Olsen, E., & Quillfeldt, C. H. v. (2002). Miljø- og ressursbeskrivelse av området lofoten - barentshavet. In *Fisken og havet* (Vol. 6, pp. 83 s.). Bergen Tromsø: Havforskningsinstituttet: Norsk Polarinstitutt.
- Ghosh, A. (1958). Input-output approach in an allocation system. *Economica*, 25(97), 58-64.
- Gjøsæter, H. (1997). The barents sea capelin stock (*mallotus villosus*): A brief review. *Proceedings - Forage Fishes in The Marine Ecosystems*, s. 469-484.
- Gjøsæter, H. (2004). Pers. Med. In F. Kræmer (Ed.). Bergen/Tromsø.

- Gjøsæter, H., Dalpadado, P., & Hassel, A. (2002). Growth of barents sea capelin (*mallothus villosus*) in relation to zooplankton abundance. *ICES Journal of Marine Science*, 59(5), 959-967.
- Gjøsæter, H., & Loeng, H. (1987). Growth of the barents sea capelin, *mallothus villosus*, in relation to climate. *Enviromental Biology of Fishes*, 20(4), s 293-300.
- Godø, O. R. (2003). Fluctuation in stock properties of north-east arctic cod related to long-term environmental changes. *Fish Fisheries*, 4(2), 121-137.
- Halvorsen, K. (1993). *Å forske på samfunnet: En innføring i samfunnsvitenskapelig metode* (3. utg. ed.). Oslo: Bedriftsøkonomens forlag.
- Hamre, J. (1994). Biodiversity and exploitation of the main fish stocks in the norwegian - barents sea ecosystem. *Biodiversity and Conservation*, 3(6), 473-492.
- Hamre, J. (2000). Fisk2000: Rapport: Norsk fiskerinæring ved årtusenskiftet, tromsø 1.-5. Desember 1999. In N. fiskerihøgskole (Ed.), (pp. 1 bind. (flere pag.)). [Tromsø]: [Norges fiskerihøgskole].
- Hartmann, D. L. (1994). *Global physical climatology*. International geophysics series; vol. 56, San Diego: Academic Press.
- Hassel, A. (2001). Havets miljø 2001. In J. H. Fosså (Ed.), *Fisken og havet. Særnummer 2-2001* (pp. s. 18-21). Bergen: Havforskningsinstituttet.
- Heen, K. (1993 b). Strukturelle endringer i nordnorsk økonomi 1975-87 (pp. 17): (Upublisert arbeidsnotat). NORUT Samfunnsforskning.
- Heen, K., & Aanesen, M. (1993 a). *Kryssløpsmodell for nordnorsk økonomi 1987* (No. 82-7697-023-0). Tromsø: NORUT samfunnsforskning.
- Helland-Hansen, B., & Nansen, F. (1909). *The norwegian sea: Its physical oceanography based upon norwegian researches 1900-1904 / by björn helland-hansen and fridtjof nansen*. Kristiania.: Det Mallingske bogtrykkeri.
- Helle, K. (2000). *The influence of biological and physical processes on early juvenile arcto-norwegian cod (gadus morhua l.) with special emphasis on zooplankton abundance*. [Bergen]: Department of Fisheries and Marine Biology University of Bergen.
- Hjermann, D. O., Ottersen, G., & Stenseth, N. C. (2004). Competition among fishermen and fish causes the collapse of barents sea capelin. *PNAS*, 101(32), 11679-11684.
- Hoover, E. M., & Giarratani, F. (1999). An introduction to regional economics. Innhentet 20.Aug., 2004, fra <http://www.rri.wvu.edu/WebBook/Giarratani/main.htm>
- Hurrell, J., Kushnir, Y., & Visbeck, M. (2000). *The north atlantic oscillation*. Paper presented at the AGU Chapman Conference, Orense, Galicia, Spain.
- IMR. (2001). Torskebestanden mer påvirket av klimavariasjoner. Innhentet 13.01.04, fra http://www.imr.no/visste_du/fiskebestander/torskebestanden_mer_pavirket_av_klimavariasjoner

- Jobling, M. (1988). A review of the physiological and nutritional energetics of cod, *gadus morhua* L., with particular reference to growth under farmed conditions. *Aquaculture*, 70(1-2), 1-19.
- Jobling, M. (1995). *Environmental biology of fishes*. London: Chapman & Hall.
- Jobling, M. (2004). Pers. Med. In F. Kræmer (Ed.). Tromsø.
- Källén, E., Kattsov, V., Walsh, J., et al. (2001). *Report from the arctic climate impact assessment modeling and scenarios workshop: Stockholm, sweden: January 29-31, 2001*. Fairbanks, AK: Acia.
- Lehodey, P., Bertignac, M., Hampton, J., et al. (1997). El nino southern oscillation and tuna in the western pacific. *Nature*, 389(6652), 715-718.
- Leung, P., & Pooley, S. (2002). Regional economic impacts of reductions in fisheries production: A supply-driven approach. *Marine Resource Economics*, 16, s.1-12.
- Loeng, H. (1991 a). Features of the physical oceanographic conditions of the barents sea. *POLAR RESEARCH*, 10(1), 5-18.
- Loeng, H. (2001 b). Possible impacts on marine ecosystems. *Report from the Arctic Climate Impact Assessment modeling and scenarios workshop: Stockholm, Sweden: January 29-31, 2001*, 28.
- Loeng, H. (2004). Pers. Med. In F. Kræmer (Ed.). Tromsø/Bergen.
- Loeng, H., Blindheim, J., Ådlandsvik, B., et al. (1991 b). Climatic variability in the norwegian and barents seas. *ICES C.M., 1991*(Variability Symposium 4).
- Loeng, H., et al. (2002 b). *Climate-fish relations in norwegian waters*. Bergen: Havforskningsinstituttet.
- Loeng, H., & Ingvaldsen, R. (2002 a). Havets miljø 2002. In J. H. Fosså (Ed.), *Fisken og havet*. (Vol. Særnummer; 2002:2, pp. s.13-22). Bergen: Havforsknings- instituttet.
- Loeng, H., Ingvaldsen, R., & Ådlandsvik, B. (2001 a). Økosystemet i barentshavet. *Fisken og havet, Særnummer 2-2001*, 13-22.
- Loeng, H., Nakken, O., & Raknes, A. (1983). Loddas utbredelse i barentshavet i forhold til temperaturfeltet i perioden 1974-1982. *Fisken og havet, 1983:1*, s.1-17.
- Mahoney, J. R., Asrar, G., & et.al. (2003). Our changing planet. *The Fiscal Year 2003 U.S. Global Change Research Program and Climate Change Research Initiative*, fra <http://www.gcric.org/library/2003/index.htm>
- McCarthy, J. J. (2001). *Climate change 2001: Impacts, adaptation, and vulnerability*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mclean, R. F., & Tsyban, A. (2001). Chap. 6: "costal zones and marine ecosystems". In L. Bijlsma & I. Sanchez-Arevalo (Eds.), *Climate change 2001* (pp. p343-379/3000): IPCC.

- Mehl, S. (1991). The northeast arctic cod stock's place in the barents sea ecosystem in the 1980s: An overview. *Polar Research*, 10(2)(Proceedings of the Pro Mare Symposium on Polare Marine Ecology), 525-534.
- Michalsen, K. (2003). *Havets ressurser 2003*. Bergen: Havforskningsinstituttet.
- Michalsen, K., Ottersen, G., & Nakken, O. (1998). Growth of north-east arctic cod (*gadus morhua* l.) in relation to ambient temperature. *Ices Journal of Marine Science*, 55(5), 863-877.
- Michalsen, K. O., G. Nakken, O. (1998). Growth of north-east arctic cod (*gadus morhua* l.) in relation to ambient temperature. *ICES Journal of Marine Science*, 55, 863-877.
- Miller, R. E., & Blair, P. D. (1985). *Input-output analysis foundations and extensions*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Moberg, A., Sonechkin, D., Holmgren, K., et al. (2005). Highly variable northern hemisphere temperatures reconstructed from low- and high-resolution proxy data. *Nature*, 433(7026), 613-617.
- Mörner, N. (1988). Ocean circulation changes and redistribution of energy and mass on a yearly to century time-scale. In T. Wyatt & M. H. Larraneta (Eds.), *Long term changes in marine fish populations* (pp. 3-19). Vigo.
- Nesje, A. (2003). *Da isdemningen brast* (Vol. 5/2003). Oslo: Universitetet.
- Nilssen, E. M., Pedersen, T., Hopkins, C. C. E., et al. (1994). Recruitment variability and growth of northeast arctic cod: Influence of physical environment, demography, and predator-prey energetics. In *Cod and climate change: A symposium held in reykjavik, 23-27 august 1993* (pp. 449-470). København: Ices.
- Okuyama, Y., Hewings, G. J. D., Sonis, M., et al. (2002). An econometric analysis of biproportional properties in an input-output system. *Journal of Regional Science*, 42(2), 361-387.
- Olsen, F., & Pedersen, P. (2003). *Konjunkturbarometer for nord-norge: Vår 2003*. Tromsø: NORUT samfunnsforskning.
- Orheim, O. (2002, 10.1.). *Konferanse: Klimaendringer*. Paper presented at the Effekter av klimaendringer på infrastruktur, Polarmiljøseneteret, Tromsø.
- Ottersen, G. (1998). Abundance and growth of juveniles in the barents sea in relation to environment. In *Ices/globec workshop on application of environmental data in stock assessment* (Vol. 1998/C:1, pp. s.53-54). Bergen, Norway: ICES CM.
- Ottersen, G., & Loeng, H. (2000). Covariability in early growth and year-class strength of barents sea cod, haddock, and herring: The environmental link. *Ices Journal of Marine Science*, 57(2), 339-348.
- Ottersen, G., Michalsen, K., & Nakken, O. (1998). Ambient temperature and distribution of north-east arctic cod. *Ices Journal of Marine Science*, 55(5), 979-979.
- Pedersen, T. (2004). Pers. Med. In F. Kræmer (Ed.). Tromsø.
- Pope, J. G. (2004). Pers. Med. In F. Kræmer (Ed.). Tromsø.

- Postma, T. J. B. M., & Liebl, F. (2003). How to improve scenario analysis as a strategic management tool? *Technological Forecasting and Social Change, In Press, Corrected Proof*.
- RegClim. (2003). Fakta om klima. Innhentet 23.02.03, fra <http://regclim.met.no/norsk/Klimafakta/innhold.htm>
- Rey, S. J. (2000). Integrated regional econometric+input-output modeling: Issues and opportunities. *Papers in Regional Science*, 79(3), 271-292.
- Roberts, D., Chalmers, N., Crabtree, B., et al. (1999). *Scottish and regional multiplier analysis*. Aberdeen: Macaulay Land and Use Research Institute.
- Rozell, N. (2000, 5. Januar, 2000). Warming arctic may cool the world. *Alaska Science Forum* Innhentet 12.01.04, Article #1472, fra <http://www.gi.alaska.edu/ScienceForum/ASF14/1472.html>
- Sakshaug, E., Gulliksen, B., Mehlum, F., et al. (1994). *Økosystem barentshavet* ([Rev. oppl.] ed.). Oslo: Norges forskningsråd: Universitetsforl.
- SFT. (2003, 08.10.2003). Miljøstatus i norge: Klima. Innhentet 04.12., 2003, fra http://www.miljostatus.no/templates/themepage_2143.aspx
- Skreslet, S. (2002, 07.04.2003). Effekter av kontinentalsokkelens topografi. Innhentet 17.06.03, 2002, fra <http://www.kystsoner.no/news.cfm?newsitemid=407>
- Slagstad, D., & Wassmann, P. (1996). Climate change and carbon flux in the barents sea: 3-d simulations of ice-distribution, primary production and vertical export of particulate organic carbon. *Memoirs of National Institute of Polar Research.*, 51(Special Issue), 119-141.
- SSB. (1998). *Naturressurser og miljø 1998*. Oslo: Statistisk sentralbyrå.
- SSB. (2001, 01.04.2007). Nos c 683: Fiskeristatistikk 1997-1998. Innhentet 23.02.2007, fra http://www.ssb.no/emner/10/05/nos_fiskeri/arkiv/nos_c683/ Tabeller - 23a/23b.
- SSB. (2002). Standard for næringsgruppering. *SN2002* Innhentet 01.04.2005, fra <http://www3.ssb.no/STABAS/Items.asp?ID=3152101&Language=nb&VersionLevel=ClassVersion&Type=Hierarchy&Error=>
- Stiansen, J. E. (2005). Pers. Med. In F. Kræmer (Ed.). Bergen.
- Stone, R. (1961). *Input-output and national accounts*. Paris: Organisation for European Economic Co-operation.
- Sundby, S. (2000). Recruitment of atlantic cod stocks in relation to temperature and advection of copepod populations. *Sarsia*, 85(4), 277-298.
- Sundby, S. (2003). Havets miljø 2003. In E. Dahl & L. Asplin (Eds.), *Fisken og havet. Særnummer; 2003:2* (pp. s.80-83). Bergen: Havforskningsinstituttet.
- Sætersdal, G., & Loeng, H. (1987). Ecological adaptation of reproduction in northeast arctic cod. *Fisheries Research*, 5, s.253-270.

- Sæther, A., & Økonomi-Norge. (1994). *Mikroøkonomi*. [Stavanger]: Rogaland Mediesenter.
- Thonstad, T. (1975). *Kryssløpsanalyse*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Thonstad, T. (1984). *Elementær innføring i kryssløpsanalyse* (2.utg. 2.oppl ed.). Oslo: Universitetsforl.
- Van der Meeren, T. (2002). Havbruksrapport 2002 (3.5. Larver og yngel). In J. Glette (Ed.), *Fisken og havet. Særrnummer 3-2002* (pp. s.70-73). Bergen: Havforskningsinstituttet.
- van Notten, P. W. F., Slegers, A. M., & van Asselt, M. B. A. (2005). The future shocks: On discontinuity and scenario development. *72*(2), 175.
- Vinje, T., & Kvambekk, A. S. (1991). Barents sea drift ice characteristics. *Polar Research*, *10*(1), s.59-68.
- Visbeck, M. (2004). Nao-index. Innhentet 23.02.04, 2004, fra <http://www.jstor.org/view/00278424/sp020028/02x2662j/0>
- Wilson, A. (2003). *Solar variability as an input to the earth's environment: International solar cycle studies (iscs) symposium 2003, 23-16 june 2003, tatranská lomnica, slovak republic*. Noordwijk: ESA Publications Division ESTEC.
- Wolfson, M. (1978). *A textbook of economics*. London: Methuen.
- Yndestad, H. (2003). The code of the long-term biomass cycles in the barents sea. *ICES Journal of Marine Science*, *60*(6), 1251-1264.
- Øiestad, V. (1990). *Konsekvenser av klimaendringer for fiskeri- og havbruksnæringen* (No. 2). Tromsø: Havforskningsinstituttet.
- Ådlandsvik, B., & Loeng, H. (1991). A study of the climatic system in the barents sea. *Polar Research*, *10*, 45-49.

Appendiks

Innhold

A.	RAS-teknikken _____	86
B.	Etterspørsels- eller tilbudsrevet kryssløpsregnskap? _____	87
C.	Vurderte biomasseberegningmetoder for en fremtidig bestand _____	91
D.	Utvidet oversikt over fiskerienes ilandføringsvolum og verdi i 1997 _____	94
E.	Kryssløpstabellen for Nord-Norge 1987 _____	96
F.	Matrisen for kryssløpskoeffisienter _____	98
G.	Den inverse Leontief-matrisen Type I _____	100
H.	Den inverse Leontief-matrisen, Type II _____	102
I.	Samletabell for sentrale og beregnede data _____	104
J.	Sysselsettingsmultiplikatorene rangert på sektor _____	105

A. RAS-teknikken

Et av problemene knyttet til kryssløpsanalysen er som sagt forutsetningene om konstante produksjonsforhold og innsatsfaktorforhold over tid. Spesielt har dette vist seg som et problem når tidshorisonten strekker seg ut over en periode på mer enn ett tiår. På det regionale nivå blir dette enda mer komplisert ettersom man her er mer påvirket av forandringer i handelsrelasjoner enn i de større nasjonale regnskap⁸⁰. I tillegg vil det oppstå problemer når komponentene som inngår i kryssløpsregnskapet viser seg å være bundet opp mot, eller integrert i andre beregningsmodeller (Okuyama *et al.*, 2002).

For å avklare usikkerheten rundt kryssløpskoeffisientenes stabilitet er det gjort empirisk testing av en bestemt kryssløpskoeffisient over tid. Variasjonen som er funnet her viser at denne står overfor påvirkning i fra to typer⁸¹ trender (Thonstad, 1975). Om $A_{(t)}$ betegner kryssløpskoeffisientmatrisen for år t , så vil det følgende forhold gjelde for neste år:

$$A_{(t+1)} = \hat{r}A_{(t)}\hat{s} \quad , \text{ hvor } A_{(t)} = [a'_{ij}], A_{(t+1)} = [a'^{t+1}_{ij}] \quad (14)$$

Faktoren \hat{r} representerer den multiplikative trendeffekten som angår alle leveranser i fra næring i (trendjusterer radene), mens \hat{s} viser til den tilsvarende trendeffekten for innsatsfaktorbehovet for de mottagende sektorene j (trendjusterer kolonnene). Trendeffekten \hat{r} har sammenheng med for eksempel kvalitetsendringer i næringens produkt og \hat{s} viser til hvordan behovet for innsatsfaktorer endrer seg med tiden. Viser \hat{s} seg som mindre enn 1, så betyr dette at hver produktenhet har et avtagende behov for innsatsfaktorer for hvert år som går, gjennom for eksempel teknologisk utvikling (Okuyama *et al.*, 2002; Thonstad, 1975). Om trendkoeffisientene $\hat{r}=\hat{s}=1$, så vil det si at det ikke har vært noen forandring i kryssløpskoeffisientmatrisen over den undersøkte perioden.

Gangen i tilpasningen av trendkoeffisientene \hat{r} og \hat{s} er en matematisk tilnærming til forandringene som forekommer i virkeligheten. Denne går ut på å generere en nærhet i mellom de to matrisene som representerer de to tidsrommene ved å justere for matrisen $A_{(t)}$

⁸⁰ Et skalaproblem, ettersom endringer lettere vil kompenseres i en større økonomi.

⁸¹ ”Sammenfattet” av Dedekams (1987) fire punkter vist til over.

med \hat{r} og \hat{s} , slik at $A_{(t)}$ implisitt blir endret til $A_{(t+1)}$. Prosessen⁸² som utføres på de to trendkoeffisientene viser seg å føre til at matrisene for kryssløpskoeffisientene konvergerer og må oppfattes å være tilfredsstillende nært etter ca. ti gjentakelser (Miller & Blair, 1985; Okuyama *et al.*, 2002).

Å benytte slike multiplikatorer gjør at man unngår å måtte gjøre trendtilpasninger for hver av kryssløpskoeffisientene. Man har altså begrenset seg til å benytte én trendkoeffisient for hver leverende- og én for hver mottagende sektor. Trenden for de utvalgte næringene blir derfor også den som gjelder for de øvrige sektorene i kryssløpsregnskapet.

B. Etterspørsels- eller tilbudsrevet kryssløpsregnskap?

Et kryssløpsregnskap forbindes i de fleste tilfeller med et regnskap som reguleres av et markeds varierende *etterspørsel* etter varer og tjenester. Det er også i forhold til dette de etablerte modellene er utledet. Når man så skal forholde seg til råstofftilførsel som den eksogene og regulerende faktoren i et slikt regnskap, må modellene tilpasses dette. Kryssløpsregnskapet med dets matriseoppsett kan gjennom de gjeldende matematiske uttrykkene gjøres om til å også omfatte de *tilbudsstyrte* forholdene.

Teorien som har blitt presentert i kapittel 2 må sies å være den etablerte og dermed slik man oftest finner den i litteraturen som omhandler kryssløpsanalyse. Men modellens form er ikke universal som analyseverktøy slik den foreligger direkte. Den har sine begrensninger i hva man kan få frem av korrekt informasjon når man skal sette inn tall for en undersøkelse hvor fokuset er på noe annet enn faktorene i etterspørselen. I den etterspørselsdrevne modellen antas det at i det øyeblikket en etterspørsel har oppstått, så vil det alltid være tilstrekkelig tilgang av innsatsfaktorer for produksjonen som skal tilfredsstille denne. Multiplikatorene for denne modellformen måler slikt sett de ”*bakoverlinkende*” effekter (Roberts *et al.*, 1999), som påvirker ’oppstrøms input tilbydere’ (Cai *et al.*, 2004 b). Hadde det derimot vært slik at råstofftilførsel var den begrensende bestanddel⁸³, så må modellens utforming endres før den er kompatibel for løsning av et slikt problem.

⁸² Denne prosessen kan følges trinn for trinn i Miller *et al.* (1985) og i Okuyama *et al.* (2002).

⁸³ Modellsmessig så vel som i realiteten

Når kjerneproblemet er de regionaløkonomiske virkningene av endret tilgang på råstoff, må det derfor foretas en transformering av modellen. Der hvor etterspørselen var drivkraften og den eksogent gitte variabelen, må modellen tilpasses ved å endogenisere denne, samtidig som faktoren av interesse blir eksogenisert. Her vil råstofftilgang gjøres til en eksogen størrelse, slik at denne blir premissleverandør for den videre analysen av de økonomiske konsekvensene. Dette vil gjøre at effekten av eventuelle endringer i volum av ilandført fangst kan spores fremover i den øvrige økonomien i regionen, uten at man trenger å manipulere etterspørselen. Endringen i tilbudet vil på denne måten opptre som drivkraften for og føre til endret 'nedstrøms output etterspørsel' (Cai *et al.*, 2004 b). Flere alternative metoder har blitt testet for å spore slike *fremoverlinkende* virkninger, men den mest benyttede er tilbudsdrivne kryssløpsmodellen (Roberts *et al.*, 1999).

Ghosh (1958), m.fl. har sett på denne alternative anvendelsen av de grunnleggende kryssløpsdata. Her relateres det sektorale bruttoproduktet til de primære *innsatsfaktorene*, det vil si en enhet som kommer *inn* i industrisystemet. Nøkkelegenskapen til den tilbudsdrivde metoden er altså å undersøke virkningene av endringer i en sektors produksjon påført de øvrige sektorene i økonomien. Dette i motsetning til den etterspørselsdrivne som viser de endogene virkninger som følge av sektorenes eksogene endringer i sluttetterspørsel (Cai *et al.*, 2004 b). I en standard kryssløpsmodell relaterer den inverse Leontief-matrisen seg til de sektorale elementenes forhold til hele denne sektorens brutto output, eller; i forhold til en enhet produkt som forlater dette industrisystemet etter endt prosessering. Multiplikatorene fra den tilbudsdrivne modellen vil generere målinger analogt til de som er benyttet i den etterspørselsdrivne modellen. Men denne gangen reflekterer altså målingene fremover i motsetning til de bakoverlinkende effektene i en sektor (Ghosh, 1958; Leung & Pooley, 2002; Miller & Blair, 1985; Roberts *et al.*, 1999).

Rent teknisk vil en slik tilpasning av modellen bli gjort ved å rotere kolonnebetraktningen av modellen til en radbetraktning. Dette betyr at i stedet for å dividere hver *kolonne* bestående av matrisen for x_{ij} med bruttoproduksjonsverdi⁸⁴ for de respektive kolonnene, så deles hver *rad* for x_{ij} matrisen med disse radenes bruttoproduksjon⁸⁵. Resultatet⁸⁶ av denne

⁸⁴ "Totalsum Produksjon" i tabell 2.

⁸⁵ "Totalsum Utlegg" i tabell 2.

transponeringen kommer frem i dette to-sektor eksempelet, hvor forskjellen i mellom matriseformene 15 og 16 illustreres.

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{x_{11}}{X_1} & \frac{x_{12}}{X_2} \\ \frac{x_{21}}{X_1} & \frac{x_{22}}{X_2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} \\ x_{21} & x_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \frac{1}{X_1} & 0 \\ 0 & \frac{1}{X_2} \end{pmatrix} = x_{ij}(\hat{X})^{-1} \quad (15)$$

$$\bar{A} = \begin{pmatrix} \bar{a}_{11} & \bar{a}_{12} \\ \bar{a}_{21} & \bar{a}_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{x_{11}}{X_1} & \frac{x_{12}}{X_1} \\ \frac{x_{21}}{X_2} & \frac{x_{22}}{X_2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{X_1} & 0 \\ 0 & \frac{1}{X_2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} \\ x_{21} & x_{22} \end{pmatrix} = (\hat{X})^{-1} x_{ij} \quad (16)$$

Som tabellene 5 og 6 viser, så lar bruttoproduksjonen seg summere i både raden av interindustrielle salg og sluttleveringene, og i kolonnen av interindustrielle kjøp og de betalende sektorene. I fortsettelsen vil utledningen forholde seg til samlingen av de betalende sektorene for sektor j som W_j ⁸⁷, bestående av elementene: L_j, N_j og M_j . For to-sektor eksempelet, samme plass⁸⁷, vil bruttoproduksjonen være gitt ved:

$$X_1 = x_{11} + x_{21} + W_1 \quad \text{og} \quad X_2 = x_{12} + x_{22} + W_2 \quad (17)^{88}$$

På matriseform blir dette:

$$X' = i'x_{ij} + W \quad (18)^{89}$$

Kryssløpskoeffisienten vil nå være gitt ved:

⁸⁶ Den resulterende kryssløpskoeffisientmatrisen (\bar{A}) markeres med en pil som indikerer den horisontale betraktningen, til forskjell til den vertikale betraktningen, referert til ved bruk av A .

⁸⁷ Forklart i tabell 1.

⁸⁸ Her ville man normalt brukt \bar{W} som i tabell 1, men siden vi ser bort fra handel ut over regionens grenser; $M = E = 0$, så vil W være dekkende.

⁸⁹ Merket ved X' og i' viser at disse er transponert. For i' er enhetskolonnen, gjort om til en enhetsrekke: $[1 \ 1]$, hvis funksjon er nært beslektet til diagonalen i identitetsmatrisen.

$$\bar{a}_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_i}, \quad \text{mens} \quad x_{ij} = \hat{X}\bar{A} \quad (19)$$

Av ligningene 18 og 19 utledes det følgende:

$$X' = i'\hat{X}\bar{A} + W \Leftrightarrow X'(I - \bar{A}) = W \Leftrightarrow X' = W(I - \bar{A})^{-1} \quad (20)$$

Ghosh modellen, første uttrykket i utledning 20, lar seg videreføre ved at: $i'\hat{X} = [X_1 X_2] = X'$.

Her kommer ligningen som vil være anvendelig for en *tilbudsdrevet* kryssløpsanalyse frem. Resultatet av denne utledningen kan ses opp i mot ligning 9, som er den motsvarende, benyttet for den *etterspørselsdrevne* kryssløpsanalysen.

\bar{A} er matrisen for de direkte *outputkoeffisientene*, mens A som kjent utrykte Leontiefs direkte inputkoeffisienter. Outputkoeffisientene viser hvordan mønsteret i distribusjonen av leveransene for hver sektor forplanter seg fremover i regnskapet.

Den grunnleggende forutsetningen for en tilbudsdrevet kryssløpsanalyse er at produksjonens fordelingsmønster forholder seg stabil i det økonomiske systemet som undersøkes, tilsvarende forutsetningen i Leontiefs etterspørselsdrevde modell. For denne analysen betyr dette at; om produksjonen hos sektor i blir doblet, så vil det også forventes en dobling i de andre sektorenes kjøp i fra denne sektoren. Man vil på denne måten også forutsette faste kryssløpskoeffisienter som retter seg mot *produktet*, slik det gjaldt for koeffisientene som retter seg mot *innsatsfaktorene* i det etterspørselsdrevne regnskapet. I tillegg vil forutsetningene være analogt med redegjørelsen med hensyn på disse mot ligning 4.

Som for den etterspørselsdrevne analysen, så har man en invers for den tilbudsdrevne. Om vi betegner uttrykket $(I - \bar{A})^{-1}$ som q_{ij} , hvilket er '*den inverse output matrisen*'⁹⁰, så vil man i et n-sektor tilfelle få følgende oppføring:

⁹⁰ Motsvarende "input inversen", eller den inverse Leontief-matrisen.

$$[X_1, \dots, X_n] = [W_1, \dots, W_n] \begin{pmatrix} q_{11} & \dots & q_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ q_{n1} & \dots & q_{nn} \end{pmatrix} \quad (21)$$

Her vil forutsetning for den kryssløpskorrigerte koeffisienten i ligning 11 også gjelde for q_{ij} :

$$q_{ij} \geq 1, \text{ når } i = j \text{ og} \quad (22)$$

$$q_{ij} \geq \bar{a}_{ij}, \text{ når } i \neq j$$

En typisk ligning for løsningen av en slik tilbudsrevet modell vil dermed være på formen:

$$X_j = W_1 q_{1j} + W_2 q_{2j} + \dots + W_i q_{ij} + \dots + W_n q_{nj} \quad (23)$$

C. Vurderte biomasseberegningmetoder for en fremtidig bestand

Det har vært vurdert flere metoder for å komme frem til en fremtidig biomasse, uten at disse har vist seg å være mer anvendelig enn den valgte. Flere med fiskeribiologi og bioøkonomi som fagområde har blitt kontakter i søk etter mulige måter å komme frem til et slikt tall (Gjøsæter, 2004; Jobling, 2004; Loeng, 2004; Pedersen, 2004; Pope, 2004; Stiansen, 2005). Prosessen var lang og krevende, men i ettertid har jeg innsett at dette var vel ambisiøst, i alle fall innenfor de tilgjengelige ressursene for en hovedfagsstudie. Det er med bakgrunn i dette at jeg etter hvert har tillagt denne delen av studiet mindre vekt og nøyd meg med å generere en fremtidig biomasse basert på en prosentvis endring. Anslagene som har fremkommet er et resultat fundamentert i det studerte materialet. Grunnen til at det aksepteres et biomassetall som ikke nødvendigvis er et korrekt bilde av fremtidens situasjon, er at dette bare skal ligge som et grunnlag for de viktigere kryssløpsberegningene i oppgavens del to.

Her presenteres vurderte tilnæringsmåter for å finne en fremtidig biomasse fra tidlig i studiet. Men kanskje vil noen av disse være innenfor rekkevidde om de rette instrumentene skulle oppstå i fremtiden?

Alternativ 1

I denne oppgaven vil jeg begrense meg til å se på torskefiskerienes økonomiske betydning for regionen og dermed konsentrere meg om de havområdene som forsyner dette området med råstoff. I første omgang vil det være nødvendig å se virkningene av klimaendringene på biomassen hos arter som inngår i næringskjeden til norskarktisk torsk i dette området, og så hvordan dette vil innvirke på økonomien i regionen. For å gjøre slike økonomiske beregninger som skyldes endringer i tilgang på råstoff, må man ideelt sett ha oversikt over hva som finnes i dag og hva som kan forventes i fremtiden. Det er gjort forsøk på å gjøre beregningsmetodene mer nøyaktig gjennom å ta hensyn til flere faktorer som har innvirkning på økosystemet⁹¹. Slike flerbestandsmodeller må ta hensyn til bestandenes reproduksjonsevne, interaksjon mellom artene og tilhørende næringskjeder som alltid vil variere i sin sammensetning og i tillegg må fangstleddet og feilmarginene som finnes der tas i betraktning. Selv om det i dag ikke er mulig å komme frem til eksakte biomassetall, så kan man likevel støtte seg på de eksisterende mengdeberegningsmetodene, da disse vil avdekke forskjeller i biomasse fra et år til et annet. Biomassetallene som fremkommer gjennom tre temperaturscenarier, basert på kjente historiske nedtegnelser om biomassetall i forhold til tidligere målte temperaturer, skal så behandles i et kryssløpsregnskap.

Alternativ 2

For å finne de klimaspesifikke påvirkningene på bestanden hadde det vært ønskelig med et datamateriale for bestanden som hadde inkludert den delen som taes ut i fiske. I en slik tenkt situasjon, hvor det ikke eksisterer antropogene faktorer, ville den naturlige dødeligheten⁹² for norskarktisk torsk sannsynligvis vært svært forskjellig fra det den er beregnet til å være i de årvisse undersøkelsene. Det betyr naturligvis ikke at biomassen for eksempel kunne vært uendelig stor. Dette skyldes at det finnes en øvre grense for hvor stor denne biomassen kan være⁹³ og at det vil være biotiske og abiotiske mekanismer og begrensninger som regulerer

⁹¹ ECONMULT

⁹² Naturlig dødelighet (M)–All dødelighet hos bestanden, bortsett fra fisket utført av menneske.

⁹³ Økosystemets bæreevne vil variere i sin størrelse over tid.

tilveksten. Disse mekanismene er ikke bare funksjoner som vil gjøre seg gjeldende i ekstremisituasjoner, men man kan også forvente stor variasjon i en biomasse som befinner seg godt innenfor slike ytterpunkter. Dette forutsetter også en dypere innsikt i virkningene av fiskedødelighet⁹⁴ enn det vi har i dag, gjennom hensyn til varierende påvirkninger i næringskjeden på alle trofiske nivåer, både over og under bestanden jeg her skal behandle. Jeg vil i fortsettelsen betrakte noen av de viktigste elementene i disse. Det vil selvsagt være umulig å sette gode nok tall på hvordan de trofiske nivåene vil virke på hverandre til at vi direkte skal komme frem til et godt nok biomasseestimat for norskarktisk torsk, som kan brukes i en kryssløpsanalyse.

Alternativ 3

Som følge av denne ikke gjennomførbare og alt for komplekse ”tilbakeberegning-metoden”, må jeg nøye meg med å benytte en vesentlig forenklet variant for å komme frem til et brukbart biomassetall for kryssløpsberegningene (Gjøsæter, 2004; Loeng, 2004; Pedersen, 2004; Pope, 2004). Man kan dessuten forvente at avvikene som mest sannsynlig ville oppstått ved en tilbakeberegning gjerne kunne blitt større enn usikkerhetsmomentene rundt denne forenklete varianten. Her er en mulighet at man tar utgangspunkt i en kohort i fra 0-gruppe og følger denne gjennom hele dens eksistens som fiskbar ressurs. Man antar at den er rekrutterer til fiske fra tre år og går ut av fisket som tiåring (Gjøsæter, 2004). Når dette ses opp mot de målte variasjonene i biomassen fra år til år, inkludert fangsten (løpende) fra året i forveien, så skal man kunne se biomassetilveksten for denne perioden (Gjøsæter, 2004; Pedersen, 2004). Fluktuasjonen og biomassemønsteret som da står igjen kan man med noe modifikasjon påstå stammer i fra andre faktorer i miljøet der bestanden oppholder seg. Når man så ser på den varierende tilveksten fra år til år over en lengre periode, samtidig som man korrelerer med den temperaturen som er i området den samme perioden, vil man om mulig kunne se en sammenheng.

⁹⁴ Fiskedødelighet (F) – Dødelighet hos bestanden som følge av fiske utført av menneske.

D. Utvidet oversikt over fiskerienes ilandføringsvolum og verdi i 1997

Tabell 14. Fangstmengde etter ilandføringssted, mengde og fylke, oppgitt i tonn rund vekt. Kilde: Statistisk sentralbyrå (2001).

Fiskeslag	Østfold	Akershus	Oslo	Buskerud	Vestfold	Telemark	Aust-Agder	Vest-Agder	Rogaland	Hordaland	Sogn og Fjordane	Møre og Romsdal	Sør-Trøndelag	Nord-Trøndelag	Nordland	Troms	Finmark	Uoppgitt eller ilandført direkte i utlandet	I alt	Sum Nord-Norge
I alt	13 604	595	665	16	1 335	1 670	1 839	16 223	579 686	189 287	366 759	668 781	15 459	11 559	385 677	258 814	149 114	211 538	2 862 620	793 605
Ål	102	0	0	0	30	29	50	59	103	69	11	7	7	0	0	0	0	0	467	0
Havål	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Laks, sjøaure	1	0	0	2	4	0	1	12	25	11	28	24	23	55	39	35	145	11	413	219
Lodde	0	0	0	0	0	0	0	0	6 355	14 314	26 885	48 511	169	0	20 384	7 191	0	34 079	157 889	27 575
Straum- og vassild	0	0	0	0	0	0	0	703	1	0	0	1 573	135	2 402	353	0	0	0	5 167	353
Annan aure	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kveite	0	0	0	0	0	6	1	4	4	5	62	569	2	6	77	58	31	54	880	166
Raudspette	22	1	0	0	22	11	4	9	32	2	122	165	5	0	161	363	205	1 732	2 857	729
Blåkveite	0	24	0	0	0	0	0	0	0	223	535	6 659	13	22	2 480	1 470	580	337	12 343	4 530
Smørflyndre	15	0	0	0	7	15	20	13	6	0	0	0	0	0	0	0	0	9	86	0
Anna flyndre	6	0	0	0	11	15	7	11	15	2	3	171	1	0	32	133	5	323	734	170
Brosme	2	0	0	0	5	8	4	12	33	46	1 456	8 575	442	117	1 379	1 059	646	13	13 797	3 084
Skrei	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	57 478	23	0	0	57 503	57 501
Torsk	214	559	8	6	233	154	122	415	1 103	2 798	8 526	76 130	748	3 912	70 396	88 748	87 883	1 818	343 774	247 027
Sum	214	559	8	6	233	154	122	415	1 103	2 798	8 526	76 133	748	3 912	127 874	88 771	87 883	1 818	401 277	304 528
Lysing	2	0	0	0	6	4	2	40	81	17	214	318	257	31	3	0	0	6	981	3
Lange	12	0	0	0	18	23	17	98	182	101	2 769	9 437	1 447	155	793	187	11	45	15 295	991
Blålange	0	0	0	0	0	0	1	4	5	4	57	269	1	14	9	129	0	4	497	138
Hyse	22	2	0	1	70	24	17	209	751	4 075	2 806	28 323	131	181	21 387	16 488	30 947	721	106 155	68 822
Sei	25	3	657	5	59	40	36	288	2 984	1 881	17 166	73 288	834	1 198	31 266	31 338	16 305	6 076	183 451	78 909
Lyr	22	2	0	1	90	40	65	142	219	157	231	671	266	153	132	4	0	34	2 230	136
Augepål	0	0	0	0	0	0	0	0	29 784	617	7 820	8 710	0	0	0	0	0	102	47 032	0
Kolmule	0	0	0	0	0	0	0	0	139 610	58 391	55 469	74 472	0	0	0	0	0	20 327	348 268	0
Kviting	5	0	0	0	10	1	0	2	33	1	2	49	0	3	0	0	0	34	140	0
Steinbit	1	0	0	0	2	5	2	4	8	44	753	4 147	124	2	639	5 956	1 077	6	12 769	639
Tobis	0	0	0	0	0	0	0	0	300 567	11 751	8 948	186	0	0	0	0	0	29 220	350 672	0
Uer	0	0	0	0	0	0	1	3	148	450	10 244	469	352	4 670	3 396	2 875	98	22 709	0	
Rognkjeks	0	0	0	0	4	3	36	29	0	0	30	0	0	0	1 772	1 439	2 339	0	5 652	0
Breiflabb	5	0	0	0	16	25	52	106	166	140	423	375	51	11	28	9	0	40	1 447	37
Hornjel	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Hestmakrell	0	0	0	0	0	0	0	1 020	17 033	3 713	8 591	16 133	0	0	0	0	0	0	46 491	0
Feitsild	0	0	0	0	0	0	0	4 176	40 062	75 814	176 271	223 706	8 848	1 805	170 518	78 056	1 781	83 698	864 734	0
Nordsjøsild	0	0	0	0	0	0	0	2 201	13 146	2 590	8 544	5 717	0	0	403	0	0	22 817	55 416	403
Fjordsild	1 795	0	0	0	6	571	7	224	14	0	0	0	0	0	0	0	0	398	3 016	0
Brisling	40	0	0	0	0	0	0	0	6 149	157	283	55	0	0	0	0	0	365	7 051	0
Makrell	28	4	0	1	25	30	13	3 792	17 986	11 783	37 625	65 900	41	0	2	0	0	25	137 256	2
Håbrann	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	3	0	0	7	17	3
Brugde	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	106	2	0	773	279	0	0	0	1 159	279
Pigghå	105	0	0	0	110	17	13	82	345	93	267	223	153	139	12	1	0	7	1 567	13
Skate, rokke	2	0	0	0	2	3	12	146	18	22	172	180	3	0	16	10	2	4	591	28
Annan hai	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Krabbe	0	0	0	0	0	0	0	1	425	245	124	122	1 178	108	0	0	71	0	2 275	71
Hummar	1	0	0	0	1	1	1	5	10	7	1	7	0	0	0	0	0	0	35	0
Sjøkreps	60	0	0	0	11	2	4	13	43	11	2	7	0	0	0	0	0	34	187	0
Reke	1 108	0	0	0	580	641	1 350	2 271	2 362	52	9	3 795	20	16	944	22 519	4 211	2 082	41 961	27 674
Skjel	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	73	0	0	12	0	0	87	12
Akkar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	181	0	0	190	190
Annan fisk	7	0	0	0	9	0	0	124	0	0	0	17	0	101	12	4	0	6 779	7 053	16
Uspesifisert	0	0	0	0	0	0	0	6	21	4	1	39	18	0	0	7	0	230	326	7

Tabell 15. Fangstverdi etter ilandføringssted og fylke, oppgitt i 1000 kr (nominell 1997-verdi). Kilde: Statistisk sentralbyrå (2001).

Fiskeslag	Østfold	Akershus	Oslo	Buskerud	Vestfold	Telemark	Aust-Agder	Vest-Agder	Rogaland	Hordaland	Sogn og Fjordane	Møre og Romsdal	Sør-Trøndelag	Nord-Trøndelag	Nordland	Troms	Finnmark	Uoppgitt eller ilandført direkte i utlandet	I alt	Sum Nord-Norge	
I alt	32 827	5 567	1 472	225	18 000	17 769	33 919	107 535	713 777	409 454	949 854	2 776 027	65 513	55 489	1 495 254	1 280 835	814 723	451 681	9 229 919	3 590 812	
Ål	4 567	0	0	0	1 451	1 318	2 299	2 683	4 926	3 041	456	255	243	0	0	0	0	0	0	21 238	0
Havål	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Laks, sjøaure	25	0	0	98	169	0	28	545	974	510	1 314	1 061	1 067	2 592	1 891	1 727	7 337	504	19 841	10 955	
Lodde	0	0	0	0	0	0	0	0	4 159	14 979	18 774	37 497	403	0	16 910	4 706	0	0	23 409	120 837	21 616
Straum- og vassild	0	0	0	0	0	0	0	2 339	2	0	0	5 006	413	7 335	1 096	0	0	0	0	16 191	1 096
Annan aure	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
Kveite	4	0	0	6	345	66	218	152	147	1 946	18 671	64	208	2 250	1 769	811	1 974	28 631	4 830		
Raudspette	178	6	0	1	194	92	36	75	283	18	1 032	1 174	34	3	1 077	3 218	1 379	22 188	30 988	5 674	
Blåkveite	0	426	0	0	0	0	0	0	4 126	8 879	105 913	187	335	37 367	21 711	7 690	5 884	192 519	66 768		
Smørflyndre	152	0	0	0	86	176	207	148	44	1	0	0	0	0	0	0	0	146	960	0	
Anna flyndre	180	2	0	0	298	425	204	275	253	39	97	1 268	8	1	278	1 197	53	12 582	17 161	1 528	
Brosme	10	0	0	0	26	37	24	74	162	263	9 185	58 932	2 768	684	6 138	4 944	2 480	67	85 794	13 562	
Skrøt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	391 786	215	0	0	392 033	392 001	
Torsk	1 400	5 030	53	66	2 080	1 199	1 018	4 074	9 814	23 576	72 401	665 109	5 531	27 192	479 355	628 854	525 680	17 293	2 469 725	1 633 889	
Sum	1 400	5 030	53	66	2 080	1 199	1 018	4 074	9 814	23 576	72 401	665 141	5 531	27 192	871 141	629 069	525 680	17 293	2 861 758	2 025 890	
Lysing	18	1	0	0	187	58	38	1 141	1 013	393	4 322	6 169	4 116	565	42	0	0	85	18 150	42	
Lange	66	2	0	1	110	141	93	586	1 243	1 240	26 378	87 278	14 715	1 198	5 778	1 481	75	264	140 649	7 334	
Blålange	1	0	0	0	0	1	2	15	23	21	333	1 744	4	114	50	552	0	21	2 881	602	
Hyse	97	8	0	4	331	111	79	1 093	3 749	32 654	18 453	204 306	668	742	111 181	91 926	141 206	4 870	611 479	344 313	
Sei	87	10	1 419	37	215	133	98	908	11 161	8 740	55 854	332 176	3 618	4 837	123 120	94 953	45 812	25 742	708 919	263 885	
Lyr	163	11	0	7	604	234	363	860	1 017	927	1 257	3 286	1 412	848	712	25	0	241	11 968	737	
Augepål	0	0	0	0	0	0	0	0	23 199	506	5 615	7 360	0	0	0	0	0	55	36 735	0	
Kolmule	0	0	0	0	0	0	0	0	96 333	44 300	39 976	59 263	0	0	0	0	0	13 234	253 106	0	
Kviting	17	1	0	0	43	4	1	6	183	5	3	151	2	14	0	0	2	179	610	2	
Steinbit	11	0	0	0	28	76	27	59	115	267	4 118	23 565	488	8	3 341	24 167	5 367	122	61 757	32 875	
Tobis	0	0	0	0	0	0	0	0	236 370	9 440	7 251	138	0	0	0	0	0	20 045	273 245	0	
Uer	0	0	0	0	1	0	2	4	23	882	2 679	60 379	2 649	2 189	24 158	17 286	13 526	650	124 430	54 970	
Rognkjeks	0	0	0	0	16	13	149	174	0	262	0	0	0	0	13 490	9 146	15 030	0	38 279	37 666	
Breiflabb	118	1	0	1	359	542	1 109	2 327	2 547	2 578	7 814	6 387	854	159	401	118	6	999	26 320	525	
Horngjel	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	
Hestmakrell	0	0	0	0	0	0	0	1 872	24 826	5 414	14 806	29 197	0	0	0	0	0	0	76 115	0	
Feitsild	0	0	0	0	0	0	0	6 852	66 810	142 436	306 201	396 642	16 422	3 014	255 793	102 710	3 173	156 656	1 456 710	361 676	
Nordsjøsild	0	0	0	0	0	0	0	4 991	23 527	4 746	16 028	10 402	0	0	1 290	0	0	52 177	113 161	1 290	
Fjordsild	2 281	17	0	0	45	856	30	446	16	0	0	0	0	0	0	0	0	749	4 440	0	
Brisling	222	0	0	0	1	0	0	0	17 185	621	1 139	270	0	0	0	0	0	1 615	21 053	0	
Makrell	281	51	0	8	284	293	123	29 817	122 132	102 372	318 084	539 336	235	4	16	0	0	369	1 113 406	16	
Håbrann	7	0	0	0	3	0	3	12	12	0	15	35	7	4	33	0	0	241	372	33	
Brugde	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	235	3	0	1 538	462	0	0	0	2 238	462	
Pigghå	836	1	0	0	596	95	83	421	2 071	535	1 126	1 087	613	650	49	6	0	60	8 231	55	
Skate, rokke	10	0	0	0	9	19	59	695	61	80	688	655	6	0	40	23	3	19	2 367	66	
Annan hai	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	
Krabbe	0	0	0	0	0	13	4	16	3 242	1 785	767	607	6 826	513	2	0	2 581	0	16 357	2 583	
Hummar	204	0	0	0	111	183	182	770	1 402	818	157	794	10	1	0	0	0	7	4 639	0	
Sjøkreps	2 853	0	0	0	599	109	233	711	1 732	607	106	441	1	0	0	0	0	1 762	9 155	0	
Reke	18 968	0	0	0	10 088	11 291	27 355	43 256	52 916	1 322	409	93 043	577	522	16 863	267 842	42 501	41 690	628 643	327 206	
Skjel	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	1 382	0	0	85	0	0	1 482	85	
Akkar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34	668	0	0	702	702	
Annan fisk	70	0	0	0	44	0	2	54	0	1	917	601	0	215	20	14	0	40 549	42 486	34	
Uspesifisert	1	0	0	0	2	4	1	9	84	64	772	15 496	187	3	68	1 272	0	5 235	23 196	1 340	
Hovud	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	300	1	3	161	219	10	0	694	390	

E. Kryssløpstabellen for Nord-Norge 1987

Tabell 16. Kryssløpstabell for Nord-Norge i 1987 (i 1000 kroner). Fortsetter på motstående side. Kilde: Heen & Aanesen (1993 a).

Bransje	Jordbruk	Fiske	Oppdrett	Olje/gass	Malm	Næringsmidl.	Fiskeforedling	Tekstil	Trevarer	Treforedling	Kjemisk	Mineral	Metall	Verksted
Jordbruk	247 000	0	0	0	0	742 900	0	0	53 028	0	0	0	0	0
Fiske	2 400	0	48 431	0	0	6 690	2 519 553	0	0	0	0	0	0	0
Oppdrett	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Olje/gass	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Malm	2 900	0	0	0	17 596	0	0	0	864	0	2 778	5 428	30 583	0
Næringsmiddel	4 300	3 433	0	0	0	91 501	0	0	0	0	0	0	0	0
Fiskeforedling	1 200	23 082	0	0	0	151	474 531	0	0	0	0	0	0	0
Tekstil	0	51 511	0	0	0	0	1 956	7 888	0	0	0	0	0	0
Trevarer	1 200	0	0	0	0	531	0	0	39 600	0	17 679	3 957	26 373	0
Treforedling	1 000	0	0	2 938	0	50	0	0	0	15 966	0	935	0	740
Kjemisk	84 600	3 433	0	0	3 985	209	7 883	365	0	0	0	0	1 074	558
Mineral	2 400	0	0	0	0	0	0	0	7 921	0	1 089	25 614	0	2 548
Metall	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8 817	4 466
Verksted	830	75 919	0	0	19 027	685	138 490	2 008	521	384	25	1 487	217 224	52 266
Verft	0	173 452	0	0	0	44	0	0	0	0	0	294	0	1 396
Kraft	56 000	0	29 480	0	51 135	13 109	124 607	1 426	12 700	3 740	101 900	9 900	367 700	22 989
Bygg/Anlegg	0	0	0	1 575	8 918	740	0	1 246	13 365	1 020	2 212	6 064	0	5 864
Varehandel	21 780	33 965	64 804	0	19 225	1 044	20 454	711	6 928	1 406	7 640	7 924	1 721	28 363
Transport	0	10 273	2 948	1 750	1 493	24 205	21 349	28	10 985	15 152	0	9 510	0	0
Bank/Forsikring	2 000	36 735	7 581	0	0	43 753	132 045	0	0	0	0	0	0	0
Forretn.Eiend	0	0	0	3 075	335	12 255	12 233	37	931	2 910	0	2 525	0	3 316
Hotel/Priv.tj.	9 500	43 042	3 790	1 175	11 675	318	113 124	0	31 153	2 118	849	1 113	0	2 903
Offentl.tj.	11 300	41 093	0	0	0	207	0	0	0	0	0	0	0	0
Lokale innkjøp	448 410	495 938	157 034	10 513	133 389	938 392	3 566 225	13 709	17 996	42 696	134 172	74 751	653 492	125 409
Import	885 590	493 862	211 866	1 287	554 411	1 350 208	90 275	135 491	278 404	250 604	986 828	247 449	2 137 808	638 591
Totale varelev.	1 334 000	989 800	368 900	11 800	687 800	2 288 600	3 656 500	149 200	456 400	293 300	1 121 000	322 200	2 791 300	764 000
Kapitalslit	276 100	332 200	75 400	0	196 200	95 900	166 700	14 100	28 300	24 900	88 300	30 700	176 200	34 300
Indirekte skatter	8 300	5 000	1 100	6 400	7 500	192 200	43 500	800	1 300	2 000	14 200	1 500	34 500	2 400
Subsidier	-612 300	-246 000	-55 900	0	-211 800	-377 400	-100 500	-9 300	-9 700	-11 400	-1 900	-2 400	-407 700	-23 700
Lønn	109 700	845 100	47 500	86 400	365 900	402 100	791 900	57 800	155 000	263 200	233 100	100 500	720 800	450 700
Driftsresultat	1 037 800	839 000	190 500	-3 200	-33 300	13 000	161 000	21 000	40 700	20 800	23 600	20 300	519 900	97 700
Bto.produksjon	819 600	1 775 300	258 600	89 600	324 500	325 800	1 062 600	84 400	215 600	299 500	570 000	150 600	1 043 700	561 400
Bto.prod.verdi	2 153 600	2 765 100	627 500	101 400	1 012 300	2 614 400	4 719 100	233 600	672 000	592 800	1 691 000	472 800	3 835 000	1 325 400

Forholdet mellom pris på innsatsfaktorer og eksportverdi på ferdig produkt:

1,8730

Verft	Kraft	Byggn/legg	Varehandl	Transport	Bank/forsik.	Forrein Eien.	Hotell/priv. tj.	Offentl. tj.	Lokale salg	Eksport	Konsum.tot.	Invest..tot.	Bto-prodverdi
0	0	0	0	0	0	0	0	3 404	1 046 332	0	1 107 268	0	2 153 600
0	0	0	0	0	0	3 049	0	2 746	2 582 869	0	182 231	0	2 765 100
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	608 190	19 310	0	627 500
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	101 400	0	101 400
0	0	36 957	0	0	0	0	0	22 347	119 453	892 847	0	0	1 012 300
0	0	0	0	20 575	0	0	46 964	19 961	186 734	453 337	1 974 329	0	2 614 400
0	0	0	200	0	0	16 019	326	19 961	535 470	3 941 069	242 561	0	4 719 100
0	0	0	0	0	0	0	0	101	61 456	84 516	87 628	0	233 600
260	0	187 026	26 800	0	0	0	307	6	303 739	270 345	0	97 916	672 000
75	0	1 149	41 200	18 982	37 454	9 861	1 156	36 754	168 260	46 179	378 361	0	592 800
0	0	57 558	0	14 009	1 230	0	593	347	175 844	1 104 223	410 933	0	1 691 000
0	0	314 388	200	0	0	0	0	0	354 160	107 636	0	11 004	472 800
159	0	9 593	0	0	0	0	0	1 439	24 474	3 810 526	0	0	3 835 000
71 659	0	158 993	6 700	6 330	0	0	247	25 607	778 402	481 650	32 673	32 675	1 325 400
14 896	0	3 989	0	47 183	0	3 940	3 036	0	248 230	224 077	221 196	221 097	914 600
10 600	2 275 500	144 500	0	38 100	24 500	60 213	24 366	234 269	3 606 734	3 125	1 506 441	0	5 116 300
37 109	20 326	1 195 536	0	10 366	1 001	600 705	25 664	359 899	2 291 610	78 021	0	6 963 069	9 332 700
17 321	24 740	222 664	22 375	61 662	33 585	12 348	69 368	112 115	792 143	23 022	3 701 191	411 244	4 927 600
8 870	11 243	42 080	79 250	223 805	90 129	132 029	8 850	288 159	982 108	412 934	3 243 742	360 416	4 999 200
0	0	805	150 000	81 120	159 316	32 334	41 976	37 875	725 540	687	2 761 173	0	3 487 400
13 915	16 220	4 441	102 950	55 583	224 412	84 884	50 746	260 751	851 519	1 378 166	2 253 615	0	4 483 300
3 521	7 388	6 763	0	178 260	22 718	4 891	33 936	156 705	634 942	1 074 856	3 194 702	0	4 904 500
0	0	0	1 700	1 576	1 073	0	0	403 101	460 050	0	11 370 950	0	11 831 000
178 385	2 355 417	2 386 442	431 375	757 551	595 418	960 273	307 535	1 985 547					
357 515	351 583	3 916 958	1 389 625	1 318 649	542 082	541 827	1 505 065	1 486 353					
535 900	2 707 000	6 303 400	1 821 000	2 076 200	1 137 500	1 502 100	1 812 600	3 471 900					
44 000	542 800	245 100	273 100	677 300	90 600	806 300	139 400	572 400					
700	442 900	106 100	1 021 900	125 700	8 100	102 800	94 700	7 300					
-63 800	-18 800	-22 800	-568 200	-472 900	-185 400	-146 700	-722 700	0					
267 700	430 500	2 419 400	1 903 400	2 960 600	909 200	392 600	1 989 100	7 779 600					
130 100	1 011 900	281 500	476 400	-367 700	1 527 400	1 826 200	1 591 400	-200					
378 700	2 409 300	3 029 300	3 106 600	2 923 000	2 349 900	2 981 200	3 091 900	8 359 100					
914 600	5 116 300	9 332 700	4 927 600	4 999 200	3 487 400	4 483 300	4 904 500	11 831 000					

F. Matrisen for kryssløpskoeffisienter

Tabell 17. Tabell for kryssløpskoeffisienter gjeldende for Nord-Norge i 1987. Fortsetter på motstående side.

Bransje	Jordbruk	Fiske	Oppdrett	Olje/gass	Malm	Nær.mid.	Fisk.fecl.	Tekstil	Trevare	Treforedling	Kjemisk	Mineral	Metall	Verksted
Jordbruk	0,114692	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,284157	0,000000	0,000000	0,078911	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Fiske	0,001114	0,000000	0,077181	0,000000	0,000000	0,002559	0,533905	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Oppdrett	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Olje/gass	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Malm	0,001347	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,017382	0,000000	0,000000	0,001286	0,000000	0,001643	0,011481	0,007975	0,000000
Næringsmiddel	0,001997	0,001242	0,000000	0,000000	0,000000	0,034999	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Fiskeforedling	0,000557	0,008348	0,000000	0,000000	0,000000	0,000058	0,100555	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Tekstil	0,000000	0,018629	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000414	0,033767	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Trevarer	0,000557	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000203	0,000000	0,000000	0,058929	0,000000	0,010455	0,008369	0,006877	0,000000
Treforedling	0,000464	0,000000	0,000000	0,028974	0,000000	0,000019	0,000000	0,000000	0,000000	0,026933	0,000000	0,001978	0,000000	0,000558
Kjemisk	0,039283	0,001242	0,000000	0,000000	0,003937	0,000080	0,001670	0,001563	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000280	0,000421
Mineral	0,001114	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,011787	0,000000	0,000644	0,054175	0,000000	0,001922
Metall	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,002299	0,003370
Verksted	0,000385	0,027456	0,000000	0,000000	0,018796	0,000262	0,029347	0,008596	0,000775	0,000648	0,000015	0,003145	0,056643	0,039434
Transportm	0,000000	0,062729	0,000000	0,000000	0,000000	0,000017	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000622	0,000000	0,001053
Kraft	0,026003	0,000000	0,046980	0,000000	0,050514	0,005014	0,026405	0,006104	0,018899	0,006309	0,060260	0,020939	0,095880	0,017345
Bygg/Anlegg	0,000000	0,000000	0,000000	0,015533	0,008810	0,000283	0,000000	0,005334	0,019888	0,001721	0,001308	0,012826	0,000000	0,004424
Varehandel	0,010113	0,012283	0,103273	0,000000	0,018991	0,000399	0,004334	0,003044	0,010310	0,002372	0,004518	0,016760	0,000449	0,021400
Transport	0,000000	0,003715	0,004698	0,017258	0,001475	0,009258	0,004524	0,000120	0,016347	0,025560	0,000000	0,020114	0,000000	0,000000
Bank/Forsikring	0,000929	0,013285	0,012081	0,000000	0,000000	0,016735	0,027981	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Forretn.Eiend	0,000000	0,000000	0,000000	0,030325	0,000331	0,004688	0,002592	0,000158	0,001385	0,004909	0,000000	0,005341	0,000000	0,002502
Hotel/Priv.tj.	0,004411	0,015566	0,006040	0,011588	0,011533	0,000122	0,023972	0,000000	0,046359	0,003573	0,000502	0,002354	0,000000	0,002190
Offentl.tj.	0,005247	0,014861	0,000000	0,000000	0,000000	0,000079	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
Lokale Innkjøp	0,208214	0,179356	0,250253	0,103679	0,131768	0,358932	0,755700	0,058686	0,026780	0,072024	0,079345	0,158103	0,170402	0,094620
Import	0,411214	0,178605	0,337635	0,012692	0,547675	0,516450	0,019130	0,580013	0,414292	0,422746	0,583577	0,523369	0,557447	0,481810
Totale innkjøp	0,619428	0,357962	0,587888	0,116371	0,679443	0,875382	0,774830	0,638699	0,679167	0,494771	0,662921	0,681472	0,727849	0,576430
Totale varelev	0,619428	0,357962	0,587888	0,116371	0,679443	0,875382	0,774830	0,638699	0,679167	0,494771	0,662921	0,681472	0,727849	0,576430
Bto.prod.	0,380572	0,642038	0,412112	0,883629	0,320557	0,124618	0,225170	0,361301	0,320833	0,505229	0,337079	0,318528	0,272151	0,423570
Kap.slit	0,128204	0,120140	0,120159	0,128204	0,120140	0,120159	0,000000	0,193816	0,036681	0,035325	0,060360	0,042113	0,042004	0,052218
Ind.skatte	0,003854	0,001808	0,001753	0,003854	0,001808	0,001753	0,063116	0,007409	0,073516	0,009218	0,003425	0,001935	0,003374	0,008397
Subsidier	-0,284315	-0,088966	-0,089084	-0,284315	-0,088966	-0,089084	0,000000	-0,209227	-0,144354	-0,021296	-0,039812	-0,014435	-0,019231	-0,001124
Lønn	0,050938	0,305631	0,075697	0,050938	0,305631	0,075697	0,852071	0,361454	0,153802	0,167807	0,247432	0,230655	0,443995	0,137847
Driftsresultat	0,481891	0,303425	0,303586	0,481891	0,303425	0,303586	-0,031558	-0,032895	0,004972	0,034117	0,089897	0,060565	0,035088	0,013956
Bto.prodverdi.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Transportm	Kraft	Bygg/anlegg	Varehandel	Transport	Bank/forsik.	Forretn.Ejen.	Hotell/priv.tj.	Offentl.tj.	Lokale salg	Eksport	Konsum.tot.	Invest.tot.	Bto.prodverdi
0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000288	0,485853	0,000000	0,514147	0,000000	1
0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000680	0,000000	0,000232	0,934096	0,000000	0,065904	0,000000	1
0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,969227	0,030773	0,000000	1
0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	1,000000	0,000000	1
0,000000	0,000000	0,003960	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,001889	0,118002	0,881998	0,000000	0,000000	1
0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,004116	0,000000	0,000000	0,009576	0,001687	0,071425	0,173400	0,755175	0,000000	1
0,000000	0,000000	0,000000	0,000041	0,000000	0,000000	0,003573	0,000066	0,001687	0,113469	0,835131	0,051400	0,000000	1
0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000009	0,263082	0,361798	0,375120	0,000000	1
0,000284	0,000000	0,020040	0,005439	0,000000	0,000000	0,000000	0,000063	0,000001	0,451993	0,402299	0,000000	0,145708	1
0,000082	0,000000	0,000123	0,008361	0,003797	0,010740	0,002199	0,000236	0,003107	0,283839	0,077900	0,638261	0,000000	1
0,000000	0,000000	0,006167	0,000000	0,002802	0,000353	0,000000	0,000121	0,000029	0,103988	0,653000	0,243012	0,000000	1
0,000000	0,000000	0,033687	0,000041	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,749069	0,227657	0,000000	0,023274	1
0,000174	0,000000	0,001028	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000122	0,006382	0,993618	0,000000	0,000000	1
0,078350	0,000000	0,017036	0,001360	0,001266	0,000000	0,000000	0,000050	0,002164	0,587296	0,363400	0,024651	0,024653	1
0,016287	0,000000	0,000427	0,000000	0,009438	0,000000	0,000879	0,000619	0,000000	0,271408	0,245000	0,241850	0,241742	1
0,011590	0,444755	0,015483	0,000000	0,007621	0,007025	0,013431	0,004968	0,019801	0,704950	0,000611	0,294440	0,000000	1
0,040574	0,003973	0,128102	0,000000	0,002074	0,000287	0,133987	0,005233	0,030420	0,245546	0,008360	0,000000	0,746094	1
0,018938	0,004836	0,023858	0,004541	0,012334	0,009630	0,002754	0,014144	0,009476	0,160756	0,004672	0,751114	0,083457	1
0,009698	0,002197	0,004509	0,016083	0,044768	0,025844	0,029449	0,001804	0,024356	0,196453	0,082600	0,648852	0,072095	1
0,000000	0,000000	0,000086	0,030441	0,016227	0,045683	0,007212	0,008559	0,003201	0,208046	0,000197	0,791757	0,000000	1
0,015214	0,003170	0,000476	0,020893	0,011118	0,064349	0,018933	0,010347	0,022040	0,189931	0,307400	0,502669	0,000000	1
0,003850	0,001444	0,000725	0,000000	0,035658	0,006514	0,001091	0,006919	0,013245	0,129461	0,219157	0,651382	0,000000	1
0,000000	0,000000	0,000000	0,000345	0,000315	0,000308	0,000000	0,000000	0,034072	0,038885	0,000000	0,961115	0,000000	1
0,195042	0,460375	0,255708	0,087543	0,151534	0,170734	0,214189	0,062705	0,167826					
0,390898	0,068718	0,419703	0,282008	0,263772	0,155440	0,120855	0,306874	0,125632					
0,585939	0,529093	0,675410	0,369551	0,415306	0,326174	0,335043	0,369579	0,293458					
0,585939	0,529093	0,675410	0,369551	0,415306	0,326174	0,335043	0,369579	0,293458					
0,414061	0,470907	0,324590	0,630449	0,584694	0,673826	0,664957	0,630421	0,706542					
0,064932	0,045945	0,025879	0,048108	0,106092	0,026262	0,055423	0,135482	0,025979					
0,003173	0,008996	0,001811	0,000765	0,086566	0,011369	0,207383	0,025144	0,002323					
-0,005076	-0,106310	-0,017881	-0,069757	-0,003675	-0,002443	-0,115310	-0,094595	-0,053163					
0,212563	0,187953	0,340048	0,292696	0,084143	0,259239	0,386273	0,592215	0,260710					
0,042936	0,135567	0,073714	0,142248	0,197780	0,030163	0,096680	-0,073552	0,437977					
1	1	1	1	1	1	1	1	1					

G. Den inverse Leontief-matrisen Type I

Tabell 18. Den inverse Leontief-matrisen, Type I. Produksjonsmultiplikatoren for hver av sektorene er uthevet. Fortsetter på motstående side.

Bransje	Jordbruk	Fiske	Oppdrett	Olje/gass	Malm	Næringsmldi.	Fiskeforedling	Tekstil	Trevarer	Treforedling	Kjemisk
Jordbruk	1,130438	0,000511	0,000127	0,000113	0,000078	0,332914	0,000408	0,000017	0,095043	0,000061	0,001004
Fiske	0,001658	1,005013	0,077582	0,000090	0,000005	0,003207	0,596589	0,000001	0,000151	0,000017	0,000003
Oppdrett	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Olje/gass	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Malm	0,001657	0,000055	0,000010	0,000103	1,017748	0,000495	0,000045	0,000033	0,001799	0,000014	0,001708
Næringsmiddel	0,002408	0,001513	0,000215	0,000211	0,000130	1,037034	0,001200	0,000002	0,000785	0,000166	0,000017
Fiskeforedling	0,000732	0,009371	0,000744	0,000127	0,000007	0,000333	1,117386	0,000001	0,000077	0,000023	0,000003
Tekstil	0,000032	0,019381	0,001496	0,000002	0,000000	0,000062	0,011982	1,034947	0,000003	0,000000	0,000000
Trevarer	0,001264	0,000222	0,000645	0,000505	0,000408	0,000633	0,000229	0,000180	1,063475	0,000086	0,011200
Treforedling	0,000692	0,000407	0,001149	0,029952	0,000217	0,000494	0,000732	0,000041	0,000311	1,027836	0,000054
Kjemisk	0,044426	0,001380	0,000144	0,000205	0,004095	0,013216	0,002739	0,001663	0,003960	0,000101	1,000063
Mineral	0,001408	0,000233	0,000068	0,000823	0,000446	0,000470	0,000266	0,000254	0,014281	0,000112	0,000907
Metall	0,000004	0,000134	0,000012	0,000025	0,000080	0,000004	0,000196	0,000038	0,000032	0,000006	0,000003
Verksted	0,000620	0,034577	0,002855	0,000488	0,020157	0,000614	0,054563	0,009388	0,001510	0,000814	0,000113
Verft	0,000118	0,064196	0,005036	0,000245	0,000058	0,000337	0,038231	0,000016	0,000250	0,000278	0,000009
Kraft	0,058435	0,004487	0,085500	0,002257	0,094212	0,027211	0,057802	0,012074	0,043390	0,012391	0,109260
Bygg/Anlegg	0,000782	0,004442	0,001391	0,022891	0,011128	0,001654	0,004176	0,006496	0,025527	0,003072	0,002375
Varehandel	0,012261	0,015229	0,105730	0,001193	0,020820	0,004506	0,015746	0,003602	0,014123	0,003044	0,005332
Transport	0,000688	0,005859	0,007942	0,020050	0,002303	0,011020	0,010145	0,000272	0,019216	0,027807	0,000591
Bank/Forsikring	0,001665	0,015105	0,017378	0,000741	0,000826	0,018973	0,042189	0,000123	0,001371	0,000659	0,000197
Forretn.Eiend	0,000793	0,003046	0,003965	0,031525	0,001362	0,006591	0,007706	0,000324	0,002903	0,005666	0,000523
Hotel/Priv.tj.	0,005378	0,016850	0,007922	0,012590	0,012123	0,002306	0,037469	0,000065	0,050924	0,004736	0,001239
Offentl.tj.	0,006172	0,015478	0,001240	0,000009	0,000009	0,001954	0,009204	0,000002	0,000530	0,000011	0,000008
Prod.multipl.	1,271629	1,217489	1,321151	1,124144	1,186212	1,464027	2,009003	1,069538	1,339663	1,086900	1,134608

<i>Mineral</i>	<i>Metall</i>	<i>Verksted</i>	<i>Verft</i>	<i>Kraft</i>	<i>Bygg/anlegg</i>	<i>Varehandel</i>	<i>Transport</i>	<i>Bank/forsik.</i>	<i>Forretn.Eien.</i>	<i>Hotell/priv.tj.</i>	<i>Offentl.tj.</i>
0,000927	0,000662	0,000037	0,000169	0,000038	0,002256	0,000556	0,001579	0,000097	0,000364	0,003244	0,001090
0,000021	0,000003	0,000010	0,000049	0,000018	0,000009	0,000093	0,000057	0,000198	0,002875	0,000104	0,001360
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,012446	0,008156	0,000082	0,000234	0,000042	0,005170	0,000028	0,000033	0,000053	0,000709	0,000041	0,002175
0,000142	0,000013	0,000027	0,000097	0,000048	0,000062	0,000095	0,004852	0,000215	0,000174	0,010014	0,002084
0,000029	0,000004	0,000015	0,000069	0,000025	0,000010	0,000142	0,000062	0,000280	0,004082	0,000125	0,002054
0,000000	0,000000	0,000000	0,000001	0,000000	0,000000	0,000002	0,000001	0,000004	0,000057	0,000002	0,000036
0,009893	0,007381	0,000314	0,001542	0,000252	0,025091	0,005898	0,000243	0,000316	0,003459	0,000332	0,000949
0,002440	0,000066	0,000819	0,000437	0,000117	0,000542	0,009130	0,004468	0,011964	0,002632	0,000521	0,003639
0,000260	0,000375	0,000481	0,000389	0,000072	0,007225	0,000112	0,003047	0,000533	0,001095	0,000311	0,000419
1,058028	0,000267	0,002338	0,001993	0,000331	0,041279	0,000260	0,000208	0,000409	0,005656	0,000293	0,001457
0,000032	1,002506	0,003524	0,000513	0,000010	0,001254	0,000009	0,000015	0,000013	0,000173	0,000009	0,000179
0,004161	0,059320	1,041505	0,083929	0,000191	0,020809	0,001556	0,002338	0,000316	0,003221	0,000288	0,003300
0,000914	0,000072	0,001131	1,016803	0,000057	0,000623	0,000213	0,010105	0,000385	0,001488	0,000684	0,000409
0,042642	0,176124	0,033630	0,026177	1,801551	0,036877	0,001801	0,016283	0,016056	0,030587	0,010022	0,039902
0,017297	0,001496	0,006071	0,050577	0,009195	1,148784	0,003926	0,005486	0,011315	0,157357	0,007953	0,040338
0,019274	0,002889	0,022830	0,022817	0,009105	0,029428	1,005435	0,014257	0,011261	0,007589	0,014784	0,011895
0,023294	0,000638	0,000709	0,011647	0,004563	0,007425	0,018935	1,048472	0,031185	0,032948	0,002971	0,027981
0,001105	0,000118	0,000789	0,001105	0,000442	0,001209	0,032594	0,018820	1,049376	0,008719	0,009828	0,004770
0,006752	0,000823	0,003374	0,016848	0,006135	0,001822	0,023857	0,014093	0,069646	1,020705	0,011717	0,024508
0,004067	0,000856	0,002414	0,004730	0,002815	0,002562	0,001251	0,037902	0,008188	0,002873	1,007215	0,015130
0,000020	0,000005	0,000009	0,000014	0,000005	0,000026	0,000380	0,000363	0,000352	0,000062	0,000029	1,035315
1,203746	1,261775	1,120110	1,240138	1,835013	1,332464	1,106276	1,182683	1,212162	1,286826	1,080489	1,218991

H. Den inverse Leontief-matrisen, Type II

Tabell 19. Den inverse Leontief-matrisen, Type II (Med endogenisert husholdning). Produksjonsmultiplikatoren er uthevet. Fortsetter på motstående side.

Bransje	Jordbruk	Fiske	Oppdrett	Olje/gass	Malm	Næringsmidl.	Fiskeforedling	Tekstil	Trevarer	Treforedling	Kjemisk	Mineral
Jordbruk	1,1355	0,0233	0,0101	0,0540	0,0243	0,3449	0,0279	0,0160	0,1134	0,0290	0,0103	0,0170
Fiske	0,0026	1,0092	0,0794	0,0101	0,0045	0,0054	0,6017	0,0030	0,0036	0,0054	0,0017	0,0030
Oppdrett	0,0001	0,0002	1,0001	0,0005	0,0002	0,0001	0,0003	0,0002	0,0002	0,0003	0,0001	0,0002
Olje/gass	0,0003	0,0012	0,0005	1,0028	0,0013	0,0006	0,0014	0,0008	0,0010	0,0015	0,0005	0,0008
Malm	0,0017	0,0004	0,0002	0,0009	1,0181	0,0007	0,0005	0,0003	0,0021	0,0005	0,0019	0,0127
Næringsmiddel	0,0079	0,0264	0,0111	0,0592	0,0266	1,0502	0,0312	0,0174	0,0209	0,0318	0,0102	0,0177
Fiskeforedling	0,0015	0,0130	0,0023	0,0087	0,0039	0,0022	1,1218	0,0025	0,0030	0,0046	0,0015	0,0026
Tekstil	0,0003	0,0205	0,0020	0,0027	0,0012	0,0007	0,0134	1,0358	0,0009	0,0015	0,0005	0,0008
Trevarer	0,0014	0,0008	0,0009	0,0019	0,0010	0,0010	0,0010	0,0006	1,0640	0,0009	0,0114	0,0103
Treforedling	0,0021	0,0066	0,0038	0,0445	0,0068	0,0037	0,0082	0,0043	0,0053	1,0357	0,0026	0,0068
Kjemisk	0,0457	0,0073	0,0028	0,0143	0,0104	0,0164	0,0099	0,0058	0,0088	0,0077	1,0025	0,0045
Mineral	0,0015	0,0007	0,0003	0,0019	0,0009	0,0007	0,0008	0,0006	0,0146	0,0007	0,0011	1,0583
Metall	0,0000	0,0002	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0002	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001
Verksted	0,0010	0,0362	0,0036	0,0043	0,0218	0,0015	0,0565	0,0105	0,0028	0,0028	0,0008	0,0053
Verft	0,0009	0,0676	0,0065	0,0084	0,0037	0,0021	0,0424	0,0024	0,0030	0,0046	0,0014	0,0033
Kraft	0,0677	0,0463	0,1038	0,1013	0,1387	0,0493	0,1082	0,0414	0,0771	0,0655	0,1264	0,0722
Bygg/Anlegg	0,0032	0,0154	0,0062	0,0490	0,0228	0,0075	0,0175	0,0142	0,0344	0,0171	0,0069	0,0251
Varehandel	0,0228	0,0628	0,1265	0,1137	0,0714	0,0296	0,0731	0,0369	0,0525	0,0634	0,0248	0,0529
Transport	0,0111	0,0529	0,0285	0,1313	0,0523	0,0358	0,0668	0,0332	0,0571	0,0875	0,0198	0,0565
Bank/Forsikring	0,0101	0,0531	0,0340	0,0907	0,0412	0,0390	0,0880	0,0267	0,0320	0,0489	0,0157	0,0279
Forretn.Eiend	0,0085	0,0380	0,0193	0,1142	0,0385	0,0250	0,0498	0,0248	0,0311	0,0500	0,0148	0,0314
Hotel/Priv.tj.	0,0147	0,0588	0,0263	0,1120	0,0568	0,0245	0,0881	0,0295	0,0848	0,0581	0,0184	0,0337
Offentl.tj.	0,0368	0,1538	0,0618	0,3275	0,1472	0,0750	0,1760	0,0969	0,1121	0,1757	0,0566	0,0978
Lønn	0,1249	0,5641	0,2471	1,3358	0,6003	0,2978	0,6803	0,3950	0,4549	0,7167	0,2308	0,3987
Prod.multipl.	1,5022	2,2588	1,7772	3,5898	2,2942	2,0138	3,2647	1,7987	2,1794	2,4098	1,5606	1,9397

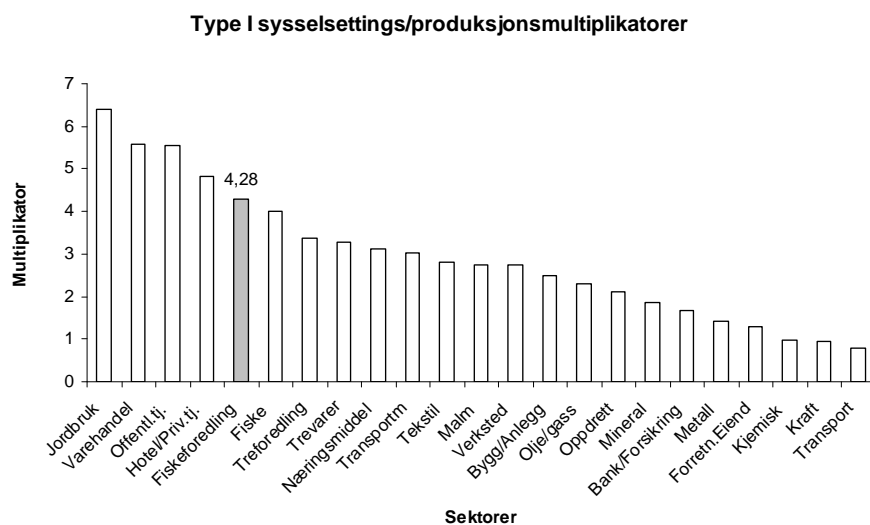
Metall	Verksted	Verft	Kraft	Bygg/anlegg	Varehandel	Transport	Bank/forsik.	Forretn.eiend.	Hotell/priv.tj.	Offentl.tj.	Konsum.tot.
0,0146	0,0225	0,0220	0,0098	0,0230	0,0258	0,0413	0,0192	0,0104	0,0289	0,0452	0,0604
0,0026	0,0042	0,0041	0,0018	0,0039	0,0048	0,0074	0,0037	0,0047	0,0049	0,0096	0,0112
0,0001	0,0002	0,0002	0,0001	0,0002	0,0003	0,0004	0,0002	0,0001	0,0003	0,0004	0,0006
0,0007	0,0012	0,0011	0,0005	0,0011	0,0013	0,0021	0,0010	0,0005	0,0013	0,0023	0,0032
0,0084	0,0004	0,0006	0,0002	0,0055	0,0004	0,0007	0,0004	0,0009	0,0004	0,0029	0,0009
0,0152	0,0246	0,0240	0,0108	0,0228	0,0277	0,0483	0,0211	0,0111	0,0381	0,0504	0,0661
0,0022	0,0036	0,0035	0,0016	0,0033	0,0042	0,0064	0,0033	0,0057	0,0042	0,0091	0,0096
0,0007	0,0011	0,0011	0,0005	0,0010	0,0013	0,0020	0,0010	0,0006	0,0013	0,0023	0,0030
0,0077	0,0009	0,0021	0,0005	0,0256	0,0066	0,0013	0,0008	0,0037	0,0010	0,0021	0,0016
0,0038	0,0069	0,0063	0,0028	0,0061	0,0160	0,0152	0,0171	0,0053	0,0075	0,0156	0,0163
0,0040	0,0063	0,0061	0,0026	0,0126	0,0067	0,0134	0,0055	0,0037	0,0070	0,0120	0,0158
0,0005	0,0028	0,0024	0,0005	0,0417	0,0007	0,0010	0,0008	0,0058	0,0008	0,0023	0,0012
1,0025	0,0036	0,0005	0,0000	0,0013	0,0000	0,0001	0,0000	0,0002	0,0000	0,0002	0,0001
0,0603	1,0431	0,0855	0,0009	0,0223	0,0033	0,0051	0,0016	0,0039	0,0021	0,0064	0,0042
0,0022	0,0045	1,0201	0,0015	0,0037	0,0040	0,0161	0,0033	0,0030	0,0045	0,0070	0,0091
0,2017	0,0748	0,0663	1,8196	0,0750	0,0482	0,0893	0,0511	0,0489	0,0572	0,1210	0,1109
0,0082	0,0169	0,0612	0,0139	1,1588	0,0161	0,0247	0,0206	0,1622	0,0204	0,0617	0,0292
0,0320	0,0697	0,0685	0,0296	0,0727	1,0582	0,0972	0,0511	0,0284	0,0684	0,1040	0,1261
0,0294	0,0470	0,0568	0,0248	0,0503	0,0711	1,1305	0,0706	0,0536	0,0560	0,1191	0,1247
0,0234	0,0382	0,0376	0,0168	0,0358	0,0747	0,0851	1,0812	0,0254	0,0526	0,0784	0,1008
0,0222	0,0378	0,0504	0,0212	0,0336	0,0626	0,0751	0,0989	1,0360	0,0511	0,0922	0,0927
0,0265	0,0438	0,0450	0,0209	0,0408	0,0478	0,1112	0,0434	0,0213	1,0545	0,0965	0,1113
0,0846	0,1362	0,1329	0,0596	0,1261	0,1538	0,2418	0,1164	0,0608	0,1559	1,3034	0,3669
0,3451	0,5557	0,5419	0,2429	0,5140	0,6260	0,9849	0,4733	0,2476	0,6360	1,0935	1,4965
1,8988	2,1458	2,2405	2,2833	2,2813	2,2617	3,0006	2,0858	1,7438	2,2544	3,2375	2,7624

I. Samletabell for sentrale og beregnede data

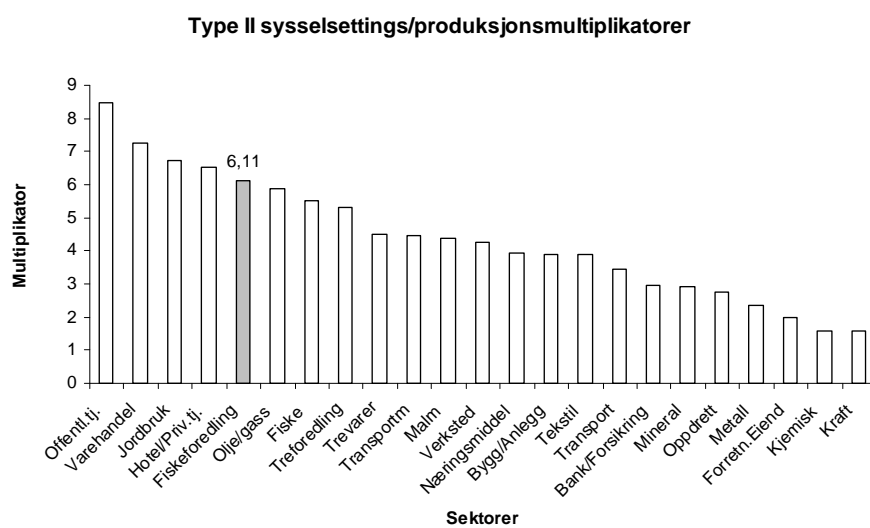
Tabell 20. Samletabell for regionens antall sysselsatte fordelt på sektor og sektorenes bruttoproduksjonsverdi, samt utregnet sysselsettings/produksjonsmultiplikatorer for fiskeforedlingssektoren, type I og II, oppgitt i sysselsatte pr. 1000 kr.

	Bto.prod.verdi			Fiskeforedling	Syss.koeff * fiske-	Fiskeforedling	Syss.koeff * fiske-
	Sysselsatte	(1000 kr)	Syss.koeff.	(Leont.inv T I)	foredl. (Let.inv T I)	(Leont.inv T II)	foredl. (Let.inv T II)
Jordbruk	11 769	2 153 600	0,005465	0,000408	0,000002	0,027858	0,000152
Fiske	9 349	2 765 100	0,003381	0,596589	0,002017	0,601694	0,002034
Oppdrett	700	627 500	0,001116	0,000000	0,000000	0,000273	0,000000
Olje/gass	208	101 400	0,002051	0,000000	0,000000	0,001434	0,000003
Malm	2 443	1 010 300	0,002418	0,000045	0,000000	0,000476	0,000001
Næringsmiddel	3 002	2 614 400	0,001148	0,001200	0,000001	0,031236	0,000036
Fiskeforedling	6 704	4 719 100	0,001421	1,117386	0,001587	1,121753	0,001594
Tekstil	621	233 600	0,002658	0,011982	0,000032	0,013366	0,000036
Trevarer	1 469	672 000	0,002186	0,000229	0,000000	0,000955	0,000002
Treforedling	1 912	592 800	0,003225	0,000732	0,000002	0,008152	0,000026
Kjemisk	1 446	1 691 000	0,000855	0,002739	0,000002	0,009918	0,000008
Mineral	713	472 800	0,001508	0,000266	0,000000	0,000791	0,000001
Metall	4 400	3 935 000	0,001118	0,000196	0,000000	0,000238	0,000000
Verksted	3 272	1 325 400	0,002469	0,054563	0,000135	0,056480	0,000139
Transportm	2 270	914 600	0,002482	0,038231	0,000095	0,042359	0,000105
Kraft	2 436	5 116 300	0,000476	0,057802	0,000028	0,108227	0,000052
Bygg/Anlegg	17 040	9 332 700	0,001826	0,004176	0,000008	0,017451	0,000032
Varehandel	26 697	4 927 600	0,005418	0,015746	0,000085	0,073066	0,000396
Transport	2 039	4 999 200	0,000408	0,010145	0,000004	0,066828	0,000027
Bank/Forsikring	4 767	3 487 400	0,001367	0,042189	0,000058	0,087994	0,000120
Forretn.Eiend	3 806	4 483 300	0,000849	0,007706	0,000007	0,049823	0,000042
Hotel/Priv.tj.	22 642	4 904 500	0,004617	0,037469	0,000173	0,088079	0,000407
Offentl.tj.	59 931	11 831 000	0,005066	0,009204	0,000047	0,175990	0,000891
Syss.multiplikator Fiskeforedling				Type I	0,004283867	Type II	0,00610607

J. Sysselsettingsmultipliktorene rangert på sektor



Figur 24. Type I sysselsettings/produksjonsmultiplikatorer rangert etter størrelse.



Figur 25. Type II sysselsettings/produksjonsmultiplikatorer rangert etter størrelse.