

Ressursrente og kapasitetsbruk i et fiskeri - med særlig fokus på den norske fiskeflåten

av

Håkon Ronold Mathisen

Masteroppgave

Masteroppgaven er levert for å fullføre graden

Profesjonsstudiet i Samfunnsøkonomi

Universitetet i Bergen, Institutt for økonomi

Desember 2016

UNIVERSITETET I BERGEN



Innhold

Innhold	ii
Sammendrag	viii
1 Innledning	1
1.1 Introduksjon	1
1.2 Målsetting og problemstillinger	2
1.3 Aktualitet	3
1.4 Avgrensninger	4
1.5 Disposisjon	5
2 Modell: utvikling i et fiskeri med konstant totalkvote	6
2.1 Metodisk fremgangsmåte	7
2.1.1 Statisk likevektsanalyse og steady state	7
2.1.2 Fremgangsmåte	7
2.2 Modell: Utviklingen i fiskeriet	9
2.3 Numerisk simulering av scenarioene	13
2.3.1 Scenario 1: Åpen tilgang	14
2.3.2 Scenario 2: En aktør med enerett på fiskeriet	19
2.4 Diskusjon og konklusjon	25
2.4.1 Sammenligning av scenarioenes utfall	25
2.4.2 Utvidelse av flåtedynamikk og forenklinger i modellverket	27
3 Ressursrente og kapasitetsbruk: Norge 2014	29
3.1 Litteraturgjennomgang	31
3.2 Basismodell: Norges fiskeflåte 2014	35

3.2.1	Kvotebindinger (volumoverføringer)	36
3.2.2	Kalkulering av realisert ressursrente	38
3.3	Metode og datagrunnlag	40
3.3.1	Lineær programmering (LP)	40
3.3.2	Datagrunnlag	42
3.4	Resultater	50
3.4.1	Hovedresultat 1: Realisert og optimal ressursrente	51
3.4.2	Hovedresultat 2: Kapasitetsreduksjon i fiskeflåten	55
3.5	Diskusjon	58
3.5.1	Resultatenes implikasjoner	58
3.5.2	Sammenligning med eksisterende forskning	60
3.5.3	Svakheter og mulige feilkilder	62
3.5.4	Resultatenes bruksområde	65
3.6	Sammendrag og konklusjon	66
4	Avslutning	68
4.1	Oppsummering og avsluttende kommentarer	68
4.2	Videre forskning	69
	Bibliografi	72
5	Appendix	75
.1	Simulering i Excel	75
.1.1	Scenario 1: (delvis) åpen tilgang og fullkommen konkurranse	75
.1.2	Scenario 2: En aktør med enerett på fiskeriet	76
.2	Definisjoner - fartøygrupper	76
.3	Sammenligning - forutsetninger	77
.4	Andel populasjon	78
.5	Realisert fangst, utvalgte fiskeslag, 2014	78
.6	Fangst, optimal løsning (med kvotebindinger)	79
.7	Hovedresultat 2 - Kapasitetsreduksjon	80
.8	Bedriftsøkonomiske lønnsomhetsparametre	80
.9	Lineær programmering i Matlab	82

.9.1	Basismodell	82
.9.2	Utvidelse - kvotebindinger	91

Tabeller

2.1	Parameterverdier - numerisk simulering	13
2.2	Numerisk simulering, scenario 1	16
2.3	Numerisk simulering, scenario 2	22
3.1	Antall fartøy i populasjonen, alle fartøygrupper	44
3.2	Mottatt pris per kg, alle fartøygrupper, NOK	45
3.3	Variable kostnader, gjennomsnitt per kg, NOK	46
3.4	Gjennomsnittlige faste kostnader per fartøy, NOK, avkastningskrav lik 5 %	47
3.5	Gjennomsnittlig kapasitet per fiskebåt, målt i tonn	48
3.6	Totalkvote (TAC_i) 2014 (målt i tonn)	49
3.7	Inntekts- og kostnadsdist. - realiserte verdier, alle fiskeslag, avkast- ningskrav lik 5 %	52
3.8	Inntekts- og kostnadsdist. - optimal ressursrente (med kvotebinding- er), avkastningskrav lik 5 %	53
1	Oversikt fartøygrupper	76
2	Sammenligning av forutsetninger	77
3	Populasjon og utvalg, antall fartøy, alle fartøygrupper	78
4	Realisert fangst målt i tonn, utvalgte fiskeslag,	78
5	Fangst i optimal løsning (<i>med kvotebindinger</i>), tonn, utvalgte fiske- slag	79
6	Hovedresultat 2: Kapasitetsreduksjon - antall fiskebåter og årsverk, avkastningskrav lik 5 %, hele tall	80
7	Lønnsomhetsindikatorer, målt i mrd. NOK.	80

Figurer

1.1	Antall registrerte fiskefartøy (med motor) - 1945-2014	4
2.1	Dynamiske prosesser	12
2.2	Kapasitetsutvikling (antall fiskebåter) - Scenario 1	18
2.3	Ressursrente - Scenario 1	18
2.4	Fangstutvikling - Scenario 1	18
2.5	Kapasitetsutvikling (antall fiskebåter) - Scenario 2	24
2.6	Ressursrenteutvikling - Scenario 2	24
2.7	Fangstutvikling - Scenario 2	24
3.1	Beregning av realisert ressursrente (Grimsrud et al. (2015) s. 8)	38
3.2	Fangstdistribusjon fordelt på fiskeslag, total fangst 2014	43
3.3	Fangstdistribusjon mellom fartøygruppene, utvalgte fiskeslag, 2014	44
3.4	Hovedresultat 1: realisert vs. optimal ressursrente	51
3.5	Hovedresultat 2a: Fartøyreduksjon i fiskeflåten	55
3.6	Hovedresultat 2b: Årsverksreduksjon i fiskeflåten	56
3.7	Fangstdistribusjon, optimal løsning (med kvotebindinger)	59

Forord

Denne masteroppgaven er det avsluttende prosjektet for min femårige grad på profesjonsstudiet i samfunnsøkonomi ved Universitetet i Bergen. Arbeidsprosessen har vært lærerik, spennende og til tider svært utfordrende.

Jeg ønsker først og fremst å takke min veileder, Sjur Didrik Flåm, for tips om oppgavetema samt viktige og motiverende innspill underveis i prosessen. Videre ønsker jeg å rette en stor takk til min far, Egil Mathisen, for gjennomlesning og korrektur av oppgaven. Jeg vil også rette en stor takk til min kjæreste, Åse Skogseid Herstad, for støttende og motiverende ord når jeg har trengt det så mest.

Til slutt vil jeg benytte anledningen til å takke alle mine medstudenter ved Institutt for økonomi for en veldig fin og begivenhetsrik studietid.

Håkon Ronold Mathisen, Stavanger 15. desember 2016

Sammendrag

Ressursrente og kapasitetsbruk i et fiskeri - med særlig fokus på den norske fiskeflåten

av

Håkon Ronold Mathisen, Profesjonsstudium i samfunnsøkonomi

Universitetet i Bergen, 2016

Veileder: Sjur Didrik Flåm

Oppgaven har som målsetting å analysere ressursrente og kapasitetsbruk i et fiskeri, med særlig fokus på den norske fiskeflåten. For å oppnå dette formuleres en todelt problemstilling. Først illustrerer oppgaven utviklingen i ressursrente og kapasitetsbruk i et fiskeri (med konstant totalkvote) innen et statisk regime. Videre beregnes den norske fiskeflåtens realiserte og optimale ressursrente ved hjelp av data for 2014.

Utviklingen i ressursrente og kapasitetsbruk illustreres ved hjelp av numeriske simuleringer av to forskjellige scenario. I scenarioet med delvis åpen tilgang ender utviklingen i en stabil likevekt først når all ressursrente er borte. Dette likevektsutfallet gir en ineffektiv kapasitetsbruk. I scenarioet der et rederi blir tildelt totalkvoten ender utviklingen i en likevekt når flåtesammensettingen gir fangst lik totalkvoten, slik at ressursrenten blir optimalisert. Dette likevektsutfallet gir en effektiv kapasitetsbruk.

I oppgavens andre del presenteres en lineær programmeringsmodell til maksimering av ressursrente i den norske fiskeflåten. Ved bruk av data for 2014 måler jeg den norske fiskeflåtens ressursrente til å variere fra -0,02 milliarder NOK til 1,7 milliarder NOK avhengig av hvilket avkastningskrav som brukes. Videre måler jeg flåtens optimale ressursrente til å variere fra 2,52 milliarder NOK til 4,75 milliarder NOK avhengig av hvilke forutsetninger som gjøres for avkastningskrav og kvotebindinger. Jeg argumenterer for at differansen mellom realisert og optimal ressursrente antyder at fiskeflåten opptrådte ineffektivt i 2014.

I oppgavens avslutning konkluderer jeg at til tross for enkelte likheter mellom funnene i oppgavedel 1 og 2, er det vanskelig å trekke noen klare paralleller. Dette kommer av at modellene bygger på helt forskjellige forutsetninger.

Numeriske simuleringer og databehandling er gjort i Microsoft Excel 2011, mens all programmering og grafisk fremstilling er gjort i Matlab R2015a. Oppgaven er skrevet i Scientific Workplace 6.0.

Kapittel 1

Innledning

1.1 Introduksjon

I ressursøkonomien omtaler man villfanget fisk som en betinget fornybar ressurs. Den er betinget fornybar i den forstand at så lenge forvaltningen av den skjer på en bærekraftig måte, vil ressursen i utgangspunktet være evigvarende. Bærekraftig forvaltning av fisk innebærer at fangstvolumet ikke overstiger fiskebestandens naturlige vekst.

Hvis forvaltningen av en betinget fornybar ressurs skjer på en effektiv måte, vil det gi opphav til det en kaller for ressursrente. En ressursrente er en meravkastning på arbeidskraft og kapital utover den avkastningen en ville hatt i næringer som ikke baserer seg på den fornybare ressursen (Steinshamn 2005). En fiskeflåtes ressursrente vil tilsvare det som er igjen etter at alle kostnader er trukket fra fortjenesten ved fangst, inkludert kostnader ved å ha investert i fast kapital. Det er den fornybare ressursen som er grunnlaget for produksjonen og samtidig en viktig innsatsfaktor som i utgangspunktet er gratis å bruke. Med andre ord utfører naturen deler av selve produksjonen (*Strukturpolitikk for fiskeflåten - St.meld. nr. 21 2007*). En ressursrente er derfor en attraktiv gevinst og vil tiltrekke seg aktører. En utfordring er derimot at ressursrentens tilstedeværelse kan gi opphav til overkapasitet og oversysselsetting, slik at meravkastningen forsvinner.

1.2 Målsetting og problemstillinger

Denne masteroppgaven har som målsetting å analysere ressursrente og kapasitetsbruk i et fiskeri, med særlig fokus på den norske fiskeflåten. Der en overvekt av eksisterende forskning fokuserer på populasjonsdynamikken i et fiskeri, vil denne masteroppgaven i større grad fokusere på flåtedynamikken i et fiskeri. Denne avgjørelsen baserer seg på et ønske om å bidra til et område som etter min mening har vært noe nedprioritert, men likefullt av stor samfunnsøkonomisk interesse.

For å oppnå målsettingen vil oppgaven analysere ressursrente og kapasitetsbruk gjennom to nokså ulike innfallsvinkler. Den første innfallsvinkelen vil være å illustrere ressursrente og kapasitetsbruk i et fiskeri (med konstant totalkvote) innen et statisk regime. Dette gjøres ved å utføre numeriske simuleringer av en helt standardisert modell under to ulike scenario, uten særlig krav til empirisk realisme. Videre vil jeg studere og etterprøve Steinshamn (2005) og Grimsrud et al. (2015) kalkyler av realisert og optimal ressursrente i den norske fiskeflåten, i et litt forenklet oppsett med oppdaterte data for 2014. Her vil jeg sammenligne målene for realisert og optimal ressursrente for å konkludere om den norske fiskeflåten i 2014 opptrådte effektivt.

For å gjennomføre denne analysen har jeg formulert et hovedtema med to tilhørende problemstillinger:

1. Ressursrente og kapasitetsbruk i en fiskeflåte
 - (a) Illustrere den stegvise utviklingen av ressursrente og kapasitetsbruk i et fiskeri med konstant totalkvote innen et statisk regime. Hvordan vil utviklingen være under scenarioene *i*) åpen tilgang og *ii*) en enkeltaktør med rettighetene?
 - (b) Anvende kalkylen til Steinshamn (2005) og Grimsrud et al. (2015) til å finne og etterprøve realisert og optimal ressursrente i den norske fiskeflåten med oppdaterte data. Hvilke implikasjoner har en eventuell differanse mellom realisert og optimal ressursrente?

I utgangspunktet bestod oppgaven kun av problemstilling *b*). Jeg valgte å utvide oppgaven til å inkludere problemstilling *a*) fordi jeg savnet en litt mer teoretisk fremstilling av ressursrente og kapasitetsbruk i en fiskeflåte. Ved å analysere ressursrente og kapasitetsbruk gjennom de to ulike innfallsvinklene fikk oppgaven i større grad en kombinasjon av teoretisk og empirisk fremstilling. Likevel ønsker jeg å understreke at problemstilling *b*) utgjør hovedvekten av arbeidet mitt og problemstilling *a*) er kun inkludert for å tilføre oppgaven en mer tradisjonell og teoretisk fremstilling av temaet.

1.3 Aktualitet

Villfanget fisk har lenge vært av stor betydning for Norge, både fra et økonomisk og et distriktpolitisk synspunkt. Til eksempel fant SINTEF, på bestilling fra Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF), at fiskeribasert verdikjede¹ i 2012 hadde gitt en verdiskapning i form av bidrag til BNP på 23,8 milliarder NOK og sysselsatte ca. 24 700 årsverk (Sandberg et al. 2014).

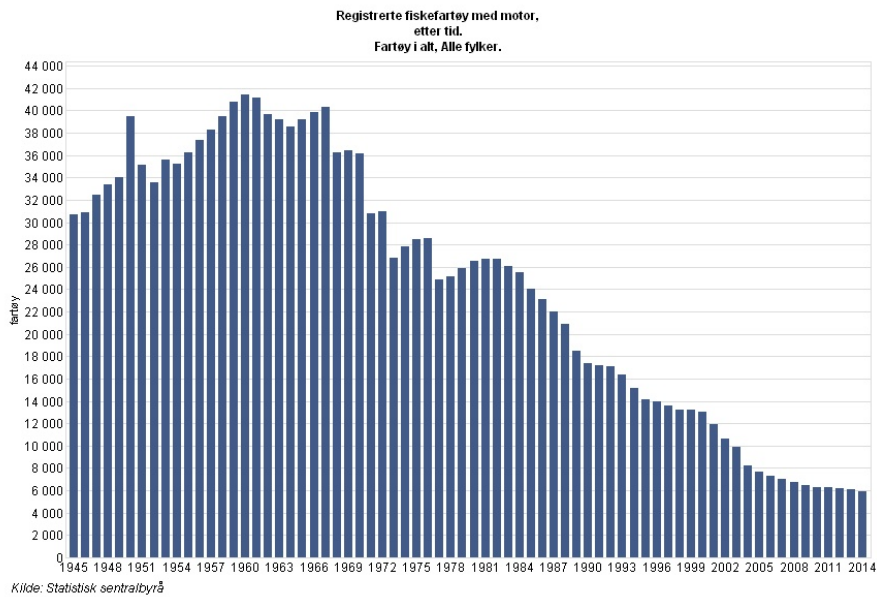
I et historisk perspektiv kan man si at målsettingen for den norske fiskeflåten er tredelt; *i*) fangstkapasitet skal være tilpasset ressursgrunnet slik at forvaltningen er bærekraftig og rasjonell, *ii*) være lønnsom og verdiskapende, og gjennom dette sikre bosetting og arbeidsplasser i kystdistriktene og *iii*) tilrettelegge for at fiskeriressursene kommer kystbefolkningen til gode². Utfordringen ved å ha en slik tredelt målsetting er at de ulike målsettingene ikke nødvendigvis alltid trekker i samme retning, slik at det kan oppstå en målkonflikt (Holm & Henriksen 2014). Dette kan føre til vanskelige avveininger. Til eksempel kan distriktpolitiske hen-

¹ Den fiskeribaserte verdikjeden inkluderer fangstledd, fiskeforedling, eksport/handelsledd samt leverandører av tjenester og utstyr til de ulike delene av verdikjeden.

² Den tredelte målsettingen baserer seg på formuleringen av formålsparagrafene §1 og §§1-2 i hhv. Deltakerloven (Deltakerloven 1999) og Havressursloven (Havressurslova 2008). Videre baseres den tredelte målsettingen på formuleringer gjort i St.meld. nr. 21 2006-2007 (*Strukturpolitikk for fiskeflåten - St.meld. nr. 21 2007*), St.meld. nr. 22 2012-2013 (*Verdens fremste sjømatnasjon - St.meld. nr. 22 2012*), og NOU 2014:16 (*NOU 2014:16 Utredning av sjømatindustriens rammevilkår 2014*).

syn hemme fiskeflåtens økonomiske lønnsomhet og verdiskapning.

Den norske fiskeflåten har over tid endret seg fra å være en flåte med svært mange fartøy, til en flåte med færre men mer effektive fartøy. Det skyldes i stor grad regulatoriske verktøy og teknologisk utvikling. I figur 1.1³ kan en observere utviklingen i antall registrerte fiskebåter fra 1945-2014.



Figur 1.1: Antall registrerte fiskefartøy (med motor) - 1945-2014

Til tross for langvarige strukturelle endringer i den norske fiskeflåten, antyder lønnsomhetsundersøkelser at enkelte fartøygrupper har slitt med lønnsomheten. Dette gjelder i første rekke kystfartøy med konvensjonelle redskaper (Hermansen et al. 2013). I tillegg har tidligere forskningsarbeid vist at fiskeflåtens faktiske ressursrente tidvis har vært lavere enn det den potensielt kunne vært. En betydelig differanse mellom faktisk og potensiell ressursrente er bekymringsfullt, da det antyder ineffektivitet i fiskeflåten som helhet.

³ Figur 1.1 er generert i Statistikkbanken, Registrerte fiskefartøy med motor (SSB 2015).

1.4 Avgrensninger

I og med at oppgaven tar for seg et omfattende tema, er det viktig å presisere hva den ikke gjør. Biologiske aspekt som fiskebestandens optimale størrelse vil ikke analyseres og alle kvotebestemmelser standardiseres og ansees som eksogent satt av biologer. Dette kommer av at kvotebestemmelser som regel settes eksogent slik at private aktører i et fiskeri tar disse for gitt. Som en videreføring av dette vil oppgaven heller ikke gi en omfattende diskusjon av det norske kvoteregimets utforming og regelverk.

Oppgaven har heller ikke som mål å fremtre normativt. I kapittel 3 presenterer jeg resultater som indikerer ineffektivitet i den norske fiskeflåten. Avgjørelser om den norske fiskeflåtens størrelse er i stor grad politisk motivert, enten det er snakk om kvoteregimets utforming eller distriktspolitiske målsettinger. Denne oppgaven har kun som hensikt å presentere og diskutere resultater, ikke avgjøre hvor vidt gjeldende rammeverk bør endres. Videre vil oppgaven utelukkende fokusere på fangstleddet i den fiskeribaserte verdikjeden, slik at jeg ser bort ifra hvilke ringvirkninger avgjørelser i fangstleddet får for øvrige deler av sjømatnæringen.

Til slutt vil jeg presisere at det foretas en rekke avgrensninger i modellverket i kapittel 2. Det er få teoretiske modeller som klarer å inkludere alle faktiske aspekter og mitt modellverk er intet unntak. Likevel er det forenklete modellverket tilstrekkelig til å svare på oppgavedelens problemstilling. De mest sentrale forenklingene vil kort diskuteres i kapittelets diskusjonsdel.

1.5 Disposisjon

I likhet med at oppgavetemaet er delt inn i to ulike problemstillinger, vil også oppgaven i stor grad deles inn to deler. Kapittel 2 vil ta for seg problemstilling *a*) mens kapittel 3 vil ta for seg problemstilling *b*). I kapittel 4 vil jeg gi en avsluttende oppsummering av oppgaven, der jeg blant annet presenterer tre ulike forslag til fremtidig forskningsarbeid som resultat av min analyse.

Kapittel 2

Modell: utvikling i et fiskeri med konstant totalkvote

I dette kapitlet vil jeg sette opp en standardisert modell av et tiltenkt fiskeri for å illustrere utviklingen i ressursrente og kapasitetsbruk under en konstant totalkvote i et statisk regime. Jeg vil illustrere utviklingen ved å foreta numeriske simuleringer av følgende scenario:

1. Et fiskeri under (delvis) åpen tilgang
2. En enkeltaktør (rederi) som blir tildelt hele totalkvoten

De to scenarioene er ofte brukt i ressursøkonomisk litteratur for å vise hva som skjer i to ytterpunkter av reguleringsfrie fiskerier og deres konklusjoner er for mange velkjente. Det som derimot skiller min fremstilling fra de tradisjonelle fremstillingene er at jeg inkluderer en konstant totalkvote og foretar konkrete numeriske simuleringer. Jeg mener at denne fremstillingen tilfører en interessant og nyttig vinkling av temaet.

Disposisjonen for kapitlet er lagt opp på følgende måte: I underkapittel 2.1 vil jeg kort forklare min metodiske fremgangsmåte, før jeg i 2.2 presenterer modellen min og de ulike prosessene som skjer over tid. I delkapittel 2.3 vil jeg presentere og foreta numeriske simuleringer av de to scenarioene, før de i 2.4 diskuteres.

2.1 Metodisk fremgangsmåte

2.1.1 Statisk likevektsanalyse og steady state

Samfunnsøkonomisk analyse går ut på å forstå hvordan det økonomiske systemet fungerer og hvilke konsekvenser endringer i sosiale, økonomiske og politiske forhold får. En fremgangsmåte for å gjøre dette baserer seg på likevektsanalyse. En likevekt forklares ofte som en situasjon der ingenting endrer seg. Dette er ikke en ukorrekt forklaring, men en noe unøyaktig en. Det er viktig å skille mellom en *statisk* og en *dynamisk* likevekt. Et system befinner seg i en statisk likevekt hvis systemets endogene variable ikke endrer seg, gitt konstante eksogene variable. I en dynamisk likevekt trenger derimot ikke de endogene variablene å være stasjonære (statiske), men være på en såkalt likevektsvei. Jeg vil i dette kapitlet fokusere på statisk likevekt. Det finnes to ulike fremgangsmåter ved statisk likevektsanalyse. En kan studere likevektens posisjon under ceteris paribus-vilkåret (alt annet likt) eller en kan studere likevektens posisjon ved bruk av komparativ statistikk der en eller flere eksogene variable endres for å se hvordan det påvirker den statiske likevekten. I dette kapitlet vil jeg foreta en statisk analyse i den forstand at jeg analyserer likevektsutfallene til to ulike scenario med forskjellige underliggende forutsetninger.

Steady state er en situasjon som er nært knyttet til likevektsanalyse og som vil bli brukt i dette kapitlet. Et gitt system er i en steady state hvis systemets tilstandsvariabel (en variabel som forklarer systemets utvikling over tid) ikke endres over tid. Lar X_t være et gitt systems tilstandsvariabel. Systemet vil være i en steady state hvis $X_{t+1} - X_t = 0$ for alle t .

2.1.2 Fremgangsmåte

Premisset for å utelukkende fokusere på flåtedynamikken i fiskeriet vil være å innføre en konstant og eksogent gitt totalkvote som aktørene i fiskeriet må forholde seg til. I tillegg vil kvoterestriksjonen settes relativt lavt sammenlignet med fiskebestandens størrelse, slik at fangst i dag ikke vil nevneverdig påvirke mulig-

heten til fremtidig fangst. Ved inkludering av en konstant og eksogent gitt kvoterestriksjon vil deltakende aktører kun fokusere på sitt eget valg av innsatsfaktor (antall fiskebåter) og ikke på fiskebestandens optimale størrelse. Ved å gjøre dette vil jeg oppnå en fremstilling som skiller seg ut fra den tradisjonelle Gordon-Schaefer-modellen¹. Inkluderingen av totalkvoten kan muligens gi fiskeriet en litt mer virkelighetstro fremstilling, da private aktører i et faktisk fiskeri som regel kun mottar en bestemt kvotefaktor og innretter seg deretter.

For å illustrere den stegvise utviklingen i de to scenarioene har jeg valgt følgende fremgangsmåte. Innledningsvis vil jeg presentere modellen og vise de dynamiske prosessene i fiskeriet. Videre vil jeg identifisere aktørenes optimale tilpasning gitt den konstante kvotebegrensningen, slik at jeg har en statisk likevekt som utviklingen vil ende i. Veien frem mot den statiske likevekten illustreres ved hjelp av numeriske simuleringer med fiktive parameterverdier.

¹ Gordon-Schaefer-modellen er en bioøkonomisk modell basert på forskningsarbeidet til økonomene Scott Gordon og Milner Schaefer. Modellen bygger i stor grad på funnene gjort i “Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial marine fisheries” (Schaefer 1954) og “The Economic Theory of a Common-Property Resource: The Fishery” (Gordon 1954).

2.2 Modell: Utviklingen i fiskeriet

I dette delkapittelet vil jeg sette opp min modell og gi en nærmere forklaring på hvordan de stegvise dynamiske prosessene fungerer. Modellen vil bli satt opp i diskret tid som et system av differanselikninger. Fiskeriets utvikling bestemmes i all hovedsak av to differanselikninger; *i*) differanselikningen som styrer fiskebestandens utvikling og *ii*) differanselikningen som styrer kapasitetsinngangen.

Jeg lar:

$t = 0, \dots, \infty$ være de relevante tidsperiodene for fiskeriet, slik at utviklingen starter ved $t = 0$ og vil fortsette i det uendelige eller til en stabil likevekt,

X_t være fiskebestandens størrelse ved tidspunkt t ,

$g(X_t)$ være fiskebestandens naturlige vekst under tidspunkt t ,

$X(0)$ være fiskebestandens initiale størrelse,

X_{MAX} være fiskebestandens maksimale størrelse (konstant),

r være en vekstfaktor som bestemmer fiskebestandens instrikutive vekst (konstant),

K_t være kapasitetsbruk (antall fiskebåter) i fiskeriet under tidspunkt t ,

$q_t = f(X_t, K_t)$ være total fangst (målt i tonn) for fiskeriet under tidspunkt t ,

\bar{Q} være en totalkvote på total fangst i fiskeriet (konstant),

π_t være samlet profitt/ressursrente i fiskeriet under tidspunkt t ,

I_t være en inngangs/investeringsparameter som angir inngang av ny kapasitet (flere fiskebåter) til periode $t+1$,

\bar{p} være en konstant nettoppris (fangstinntekter fratrukket variable kostnader som lønnskostnader, drivstoff osv.) ved fangst,

\bar{C} være en konstant fast kostnad forbundet med periodevis bruk av en fiskebåt. Denne kostnaden inkluderer alternativavkastningen av kapitalverdien, forsikringskostnader, vedlikeholdskostnader og avskrivninger på fartøy.

Modellen tar utgangspunkt i et tidligere uåpnet fiskeri, slik at det eksisterer en uberørt fiskebestand $X(0)$ som myndighetene åpner for fangst. Videre antas det at fiskebestanden ved fiskeriets åpning er ved sin maksimale størrelse, $X(0) = X_{MAX}$. Utviklingen av selve fiskebestanden påvirkes av to hovedfaktorer; hvor mye fiske-

bestanden formerer seg og hvor mye som tas ut av bestanden gjennom fangst. Matematisk beskriver følgende differanselikning fiskebestandens utvikling:

$$X_{t+1} = X_t + g(X_t) - q_t \quad (2.1)$$

der $g(X_t)$ angir fiskebestandens vekst under tidspunkt t og q_t angir fangst under tidspunkt t . Hvis $g(X_t) > q_t$ vil fiskebestanden vokse over tid, motsatt hvis $g(X_t) < q_t$. Fiskebestandens naturlige vekst forklares ved følgende logistiske vekstfunksjon (Flaaten 2011):

$$g(X_t) = rX_t \left(1 - \frac{X_t}{X_{MAX}} \right) \quad (2.2)$$

Videre vil total fangst i fiskeriet avgjøres av en produktfunksjon med to innsatsfaktorer; $q_t \equiv f(K_t, X_t)$, der K_t er kapasitetsbruk (antall fiskebåter) ved tidspunkt t og X_t er fiskebestandens størrelse ved tidspunkt t . Deltakerne i fiskeriet bestemmer valg av kapasitet, mens innsatsfaktoren X_t kun bestemmes indirekte gjennom tidligere fangst. Fangstfunksjonen skiller seg litt ut fra den tradisjonelle fangstfunksjonen i Gordon-Schafer-modellen, der en antar at fangst bestemmes av innsats (E_t) og fiskebestandens størrelse (X_t). Intuitivt sett er tolkningen av K_t og E_t identisk, men til mitt formål er det mer passende å begrense innsatsfaktoren som aktørene bestemmer til antall fiskebåter. Tilsvarende tolkning av fiskeriets produktfunksjon brukes i “*The Dynamic of an Open Access Fishery*” (Bjørndal & Conrad 1987).

Jeg formulerer videre produktfunksjonen på bestemt form:

$$q_t = \theta K_t^\alpha X_t^\beta \quad (2.3)$$

der θ defineres som fangstkoeffesienten, mens K_t og X_t har samme tolkning som tidligere. Fangstkoeffesienten er en parameter som angir hvor effektive innsatsfaktorene er (Jul-Larsen et al. 2003). α og β er konstanter som indikerer elastisiteter og skalaavkastning. Fra (2.3) kan en enkelt se at fangsten øker i kapasitetsbruk, alt annet likt. Videre vil også fangsten øke ved stigende fiskebestand, alt annet likt. Dette gir intuitiv mening. Hvis fiskebestanden i fiskeriet er stor, vil det også være

mulighet til å oppnå høy fangst. Det som derimot er spesielt interessant er at hvis $q_t > G(X_t)$ og antall fiskebåter øker til tidsperiode $t + 1$ vil de to innsatsfaktorene arbeide mot hverandre. Økt kapasitetsbruk impliserer høyere fangst, mens lavere fiskebestand impliserer lavere fangst.

Videre antas det at myndighetene regulerer totalfangsten i fiskeriet ved bruk av en totalkvote lik \bar{Q} . Størrelsen på kvoterestriksjonen bestemmes eksogent av biologer og antas satt optimalt i forhold til målsetting rundt fiskebestandens langsiktige størrelse. Kvotavgjørelsen holdes konstant over tid slik at det ikke oppstår usikkerhet rundt fremtidig fangstnivå. Total fangst i fiskeriet kan ikke overstige kvotebegrensningen, slik at en får følgende forhold for alle t :

$$q_t \leq \bar{Q} \quad (2.4)$$

Neste steg i modellen er å se på den andre differanselikningen som beskriver utviklingen i fiskeriet. Jeg nevnte tidligere at innsatsfaktoren som aktørene direkte kan bestemme er kapasitetsbruk. Hvis vi ser på et åpent fiskeri vil valg av kapasitet innebære økning av antall fiskebåter for nye og allerede eksisterende aktører. Formulerer følgende differanselikning:

$$K_{t+1} = K_t + I_t \quad (2.5)$$

der I_t blir sett på som en inngangs- eller investeringsparameter. Denne parameteren har ulik tolkning under de to forskjellige scenarioene, noe jeg kommer tilbake til i simuleringsdelen av kapittelet. Kapasitetsutviklingen vil foregå på følgende måter: $K_{t+1} > K_t$ hvis $I_t > 0$, $K_{t+1} = K_t$ hvis $I_t = 0$ og $K_{t+1} < K_t$ hvis $I_t < 0$.

(2.5) tar ikke hensyn til depresiering av eksisterende fiskebåter. Depresieringsfaktoren er ekskludert da periodevis vedlikekostnader antas inkludert i \bar{C} . I utgangspunktet vil (2.5) formuleres lik: $K_{t+1} = K_t(1 - \delta) + I_t$, men som et resultat av faste vedlikeholdskostnader blir ikke fiskebåtene mindre effektiv over tid, slik at depresieringsfaktoren i modellverket blir lik $\delta = 0$.

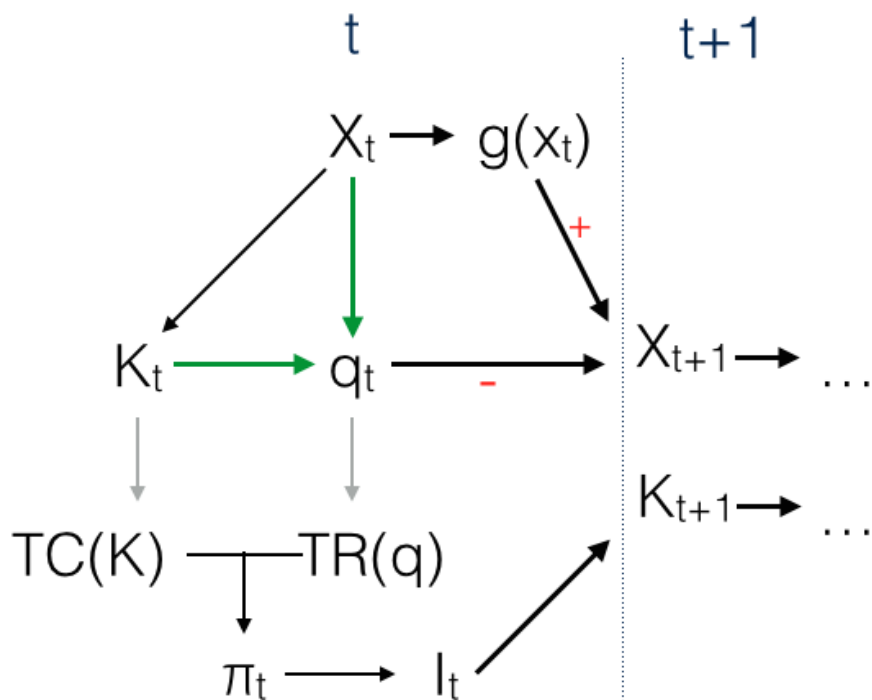
Videre vil det være mulig å oppnå profitt ved deltakelse i fiskeriet. Antar så at

følgende statiske profittfunksjon er dekkende for fiskeriet:

$$\pi = \bar{p} \cdot q(K, X) - \bar{C} \cdot K \quad (2.6)$$

$$\pi = \bar{p} \cdot \theta K X - \bar{C} \cdot K \quad (2.7)$$

der q_t og K_t er hhv. fangst og antall fiskebåter for hele fiskeriet. \bar{p} er konstant nettoppris ved fangst av ett tonn og \bar{C} er en konstant kostnad forbundet ved periodevis bruk av en fiskebåt.



Figur 2.1: Dynamiske prosesser

Figur 2.1 oppsummerer de dynamiske prosessene som skjer i fiskeriet. Det antas at fiskeriet i utgangspunktet er profitabelt, slik at aktører ønsker å delta. Antall fiskebåter kombinert med fiskebestandens størrelse vil gi visst fangstnivå i periode t . Fangst vil danne grunnlaget til aktørenes ressursrente samtidig som den reduserer fiskebestandens størrelse i neste periode. Fiskebestanden har derimot en naturlig vekstrate, $g(X_t)$, som vil øke bestanden i neste periode. Videre vil observert profitt føre til inngang av nye fiskebåter, I_t , som vil øke det totale antallet fiskebåter i neste periode. Denne utviklingen vil fortsette helt til fiskeriet er i en likevekt.

2.3 Numerisk simulering av scenarioene

For å simulere de to scenarioene bruker jeg Microsoft Excel til den numeriske simuleringen og Matlab til den grafiske fremstillingen. En mer detaljert oversikt over simuleringens koding finnes i appendix .1.

Før simuleringene presenteres er det viktig å understreke at jeg bruker fiktive og tiltenkte data med modellvariable som ikke er kontrollert eller funnet ved hjelp av regresjonsanalyse. Alle variable er forsøkt tilpasset til et ekte fiskeri, men i ettertid ser jeg at enkelte parameterverdier kunne vært annerledes². Konsekvensen av bruk av fiktive og tiltenkte data er at modellen ikke nødvendigvis kan brukes til å si noe om hvordan utviklingen i et *faktisk* fiskeri vil være. Simuleringene kan kun brukes som en illustrasjon for hvordan utviklingen vil være gitt modellverket og scenarioenes forutsetninger.

For å foreta de numeriske simuleringene bruker jeg følgende parameterverdier:

$$\begin{array}{llll} X_0 = 2\,500\,000 & I_0 = 1 & K_0 = 0 & X_{MAX} = 2\,500\,000 \\ \alpha = 1 & \beta = 1 & \theta = 0,001 & \bar{Q} = 30\,000 \\ r = 0,2 & \bar{C} = 650\,000 & \bar{p} = 1\,000 & \end{array}$$

Tabell 2.1: Parameterverdier - numerisk simulering

² Dette gjelder primært X_0 og \bar{Q} . En kort diskusjon av dette finnes i 2.4.2.

2.3.1 Scenario 1: Åpen tilgang

I scenario 1 ser jeg på utviklingen i et fiskeri med (delvis) åpen tilgang. Scenarioet formuleres på følgende måte:

Scenario 1:

Myndighetene åpner muligheten for fiske av et tidligere uberørt fiskeri. Det tillegges kun én restriksjon ved deltakelse, i form av en konstant totalkvote på fangst. Ellers eksisterer det ingen ytterligere regulering, slik at fiskeriet defineres som et fiskeri under (delvis) åpen tilgang. For å trekke en parallell til den norske fiskeflåten kan dette scenarioet tenkes som en forenklet versjon av en åpen gruppekvote.

Jeg antar at alle aktører er homogene og profittmaksimerende, med identisk fangst- og kostnadsstruktur. Videre vil totalkvoten på fangst, \bar{Q} , være eksogent satt av biologer og konstant i all fremtid. Totalkvoten fordeles automatisk på aktive fiskebåter, slik at hver fiskebåt mottar en kvoteandel lik $\frac{Q}{K}$. Det eksisterer kun ett fiskeslag og fiskeriet antas som et lite på global basis uten innflytelse på markedspris og -etterspørsel, slik at alle aktører defineres som pristakere. Videre eksisterer det ikke et etablert kvotemarked, slik at det ikke er mulig å kjøpe eller selge kvoteandeler.

Perfekt åpen tilgang i et fiskeri impliserer fravær av reguleringsverktøy. Det eksisterer ikke etableringsgebyrer, fangstavgifter eller deltakelsesrestriksjoner. Reguleringsfravær fører dermed til at hvem som helst kan delta i fiskeriet. I scenario 1 defineres fiskeriet som et fiskeri med *delvis* åpen tilgang, da det eksisterer regulering i form av en totalkvote. Likevel eksisterer det ingen restriksjoner på deltakelse i fiskeriet, slik at fiskeriet fortsatt må sees på som et fiskeri med åpen tilgang.

Innsatsfaktoren som aktørene direkte kan bestemme er valg av antall fiskebåter, slik at aktørene ønsker å finne mengden båter som gjør at profitten (ressursrenten)

er maksimert. Jeg får følgende statiske profittmaksimeringsproblem:

$$\max \pi = TR(q, K) - TC(K) \quad (2.8)$$

$$MR(q, K) = MC(K) \quad (\text{F.O.V.})$$

Selv om aktørene i scenario 1 er profittmaksimerende og vil tilpasse seg der de marginale inntektene er lik de marginale kostnadene, vil ikke dette være scenarioets likevekt. Grunnen til dette kommer av fiskeriets egenskaper som et fiskeri med åpen tilgang og identiske aktører. Nye aktører vil trekke inn i fiskeriet så lenge det er mulig å oppnå profitt. En stabil likevekt vil kun eksistere i tilfellet der ressursrenten er borte, slik at ingen ytterligere aktører har insentiver til å delta i fiskeflåten. Derfor må følgende være scenarioets statiske likevekt:

$$TR(q, K) = TC(K) \quad (\text{Statisk likevekt 1})$$

Kapasitetsutvikling - Scenario 1

I likning (2.5) formulerte jeg følgende uttrykk for kapasitetsutviklingen i fiskeriet:

$$K_{t+1} = K_t + I_t \quad (2.9)$$

der jeg omtalte I_t som en form for investeringsparameter. Potensielle aktører observerer realisert profitt per fiskebåt og bestemmer seg for å delta eller ikke. For å oppnå en lineær og stegvis utvikling i kapasitet har jeg valgt følgende parameterverdier:

$$I_t = \left\{ \begin{array}{ll} 1 & \text{hvis } \frac{\pi_t}{K_t} > 0 \\ 0 & \text{hvis } \frac{\pi_t}{K_t} \approx 0 \\ -1 & \text{hvis } \frac{\pi_t}{K_t} < 0 \end{array} \right\} \quad (2.10)$$

Utviklingen vil følgelig være: *i*) $K_{t+1} > K_t$ hvis $\frac{\pi_t}{K_t} > 0$, *ii*)³ $K_{t+1} = K_t$ hvis $\frac{\pi_t}{K_t} \approx 0$ og *iii*) $K_{t+1} < K_t$ hvis $\frac{\pi_t}{K_t} < 0$.

Ved å velge investeringsverdier lik 1, 0 og -1 antas det eksplisitt at kun en ekstra

³ $I_t = 0$ hvis forholdet $\frac{\pi_t}{K_t}$ er tilnærmet lik null. Denne spesifikasjonen er satt for å unngå at nye fiskebåter trekker inn i fiskeriet når profitt per fiskebåt er marginalt større enn null.

fiskebåt kan delta i fiskeflåten i hver tidsperiode. Dette er gjort for å isolere effekten den marginale fiskebåten har for ressursrenten og kapasitetssammensettingen i fiskeflåten. En mer realistisk fremstilling ville vært å la parameterverdiene være en funksjon av fiskeflåtens ressursrente i forrige periode, slik at en fikk en brattere inngang av nye fiskebåter ved fiskeriets startfase. Inngangen ville videre flatet ut som et resultat av lavere ressursrente. Tilsvarende ville utgangen av fiskeriet være brattere ved negativ ressursrente. Selv om jeg begrenser inngangen til å tilsvare kun en ekstra fiskebåt i hver tidsperiode, endrer det ikke scenarioets hovedpoeng; at under åpen tilgang vil fiskebåter trekke inn i fiskeriet så lenge det er mulig å oppnå en ressursrente.

Simuleringsresultat, scenario 1

Jeg får følgende verdier ved simulering av scenario 1:

t	$q(\mathbf{X}_t, \mathbf{K}_t)$	\mathbf{X}_t	\mathbf{K}_t	I_t	π_t	π_t/\mathbf{K}_t
0	0	2 500 000	0	1	0	0
1	2 500	2 500 000	1	1	1 850 000	1 850 000
2	4 995	2 497 500	2	1	3 695 000	1 847 500
3	7 479	2 493 005	3	1	5 529 014	1 843 005
4	9 948	2 486 921	4	1	7 347 683	1 836 921
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
13	30 000	2 382 846	13	1	21 550 000	1 657 692
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
49	30 000	2 339 772	46	0	100 000	2 174
50	30 000	2 339 772	46	0	100 000	2 174

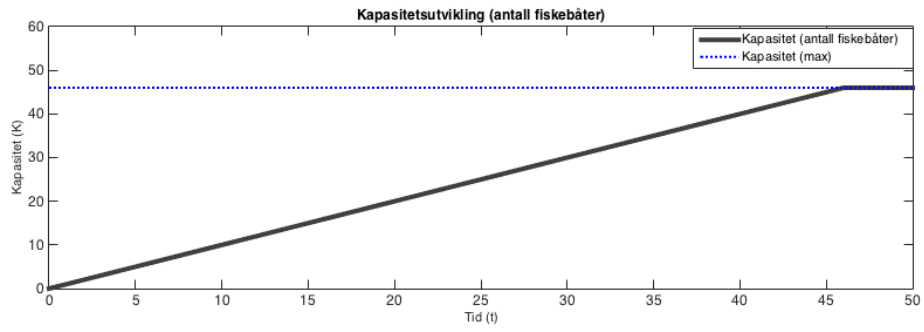
Tabell 2.2: Numerisk simulering, scenario 1

Den numeriske simuleringen av scenario 1 er videre illustrert i figur 2.2, 2.3 og 2.4. Figur 2.2 viser kapasitetsutviklingen, 2.3 viser ressursrenteutviklingen og 2.4 viser fangstutviklingen. Ved fiskeriets åpning, $t = 0$, vil det ikke være noen aktive fiskebåter i fiskeriet, men siden det antas at deltakelse i utgangspunktet vil være profitabelt vil $I_0 = 1$. Dette fører til at det ved $t = 1$ vil være en aktiv fiskebåt

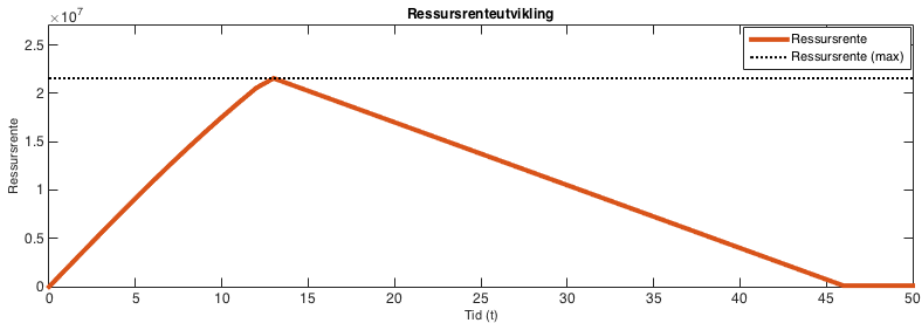
som oppnår en ressursrente lik 1 850 000. Eksterne aktører som ikke er involvert i fiskeriet observerer den positive ressursrenten, hvilket gir insentiver til å delta. Fra (2.11) vil dette gi en fortsatt positiv kapasitetsinngang til neste tidsperiode. Nye fiskebåter trekker inn i fiskeriet helt fram til $t = 46$. Ved dette tidspunktet vil antall fiskebåter i flåten tilsvare $K_{46} = 46$. Fra figur 2.3 kan vi se at fiskeflåtens ressursrente ved tidspunkt $t = 46$ er tilnærmet lik null, slik at ingen ytterligere aktører har insentiver til å delta i fiskeriet. Dette illustreres videre i figur 2.2, der en kan se at antall fiskebåter holdes konstant etter $t = 46$.

Fra figur 2.4 kan en se at fiskeflåten får et fangstvolum lik totalkvoten ved $t = 13$ og $K_{13} = 13$. Da er flåtens totale ressursrente lik 21 550 000. Selv om fiskeflåtens kapasitetssammensetting ved daværende tidspunkt gir en totalfangst tilsvarende kvotevolumet, vil det ikke hindre nye aktører å delta i fiskeriet. Dette kommer av at totalkvoten i hver tidsperiode automatisk fordeles på antall aktive fiskebåter, slik at hver fiskebåts kvoteandel reduseres jo flere nye fiskebåter som trekker inn i fiskeriet. Ved oppfyllelse av totalkvotevolumet vil fiskeflåtens totale inntekter holdes konstant. Fiskeflåtens totale kostnader vil derimot øke for hver nye fiskebåt, slik at fiskeflåtens ressursrente reduseres.

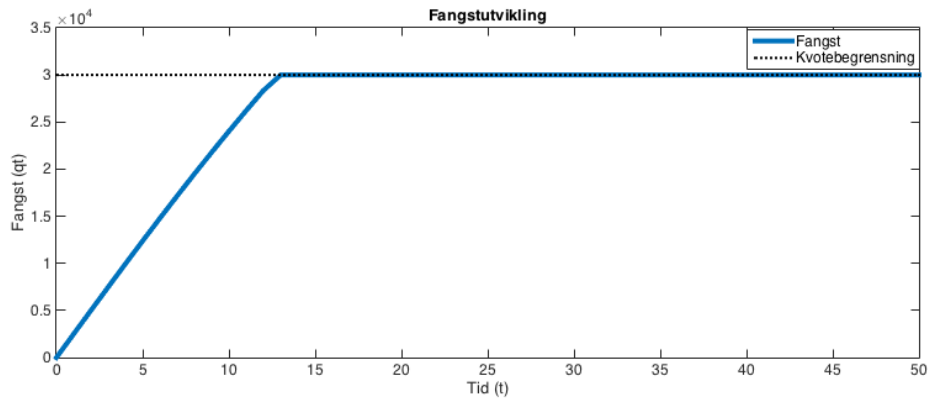
Ved $t = 46$ vil $\Delta K_t = 0$, $\Delta q_t = 0$ og $\frac{\pi}{K} \approx 0$ slik at fiskeriet befinner seg i en stabil steady state likevekt. Ingen av modellens endogene variable vil endre seg ved $t > 46$, alt annet likt. Scenarioets konklusjon blir dermed at under åpen tilgang vil det kun eksistere en stabil likevekt i tilfellet der ressursrenten er borte.



Figur 2.2: Kapasitetsutvikling (antall fiskebåter) - Scenario 1



Figur 2.3: Ressursrente - Scenario 1



Figur 2.4: Fangstutvikling - Scenario 1

2.3.2 Scenario 2: En aktør med enerett på fiskeriet

I scenario 2 ser jeg på utviklingen i fiskeriet der en enkeltaktør blir tildelt rettighetene til fiskeriet. Scenarioet formuleres på følgende måte:

Scenario 2:

Myndighetene åpner muligheten for fiske av et tidligere uberørt fiskeri. I motsetning til scenario 1, vil rettighetene til fiskeriet kun tildeles en enkeltaktør. Denne enkeltaktøren kan for eksempel tolkes som et rederi (aktøren omtales videre som "rederiet"). Rettighetene til fiske kommer i form av en konstant totalkvote, \bar{Q} , som kun tildeles rederiet. Dette innebærer at ingen eksterne aktører kan trekke inn i fiskeriet.

Rederiet anses som profittmaksimerende og vil påvirke sin egen profitt ved å bestemme hvor mange fiskebåter som vil bli brukt til fangst av totalkvoten. Som tidligere er totalkvoten, \bar{Q} , eksogent satt av biologer og vil være konstant i all fremtid. Videre eksisterer det kun ett fiskeslag og fiskeriet antas som et lite på global basis uten innflytelse på markedspris- og etterspørsel, slik at rederiet er en pristaker.

Rederiets statiske profittmaksimeringsproblem (*uten diskontering*) formuleres følgende:

$$\max \pi = \bar{p} \cdot q(K, X) - \bar{C} \cdot K \quad (2.11)$$

Flere modeller⁴ som illustrerer utviklingen i tilsvarende scenario uten konstant totalkvote bruker nåverdiberegning av eneeierens profitt, slik at fiskeriets verdi maksimeres i hver eneste tidsperiode. Dette gjøres for å inkludere eneeierens avveining mellom å hente ut fisk i periode t eller ikke for å øke fiskebestandens størrelse i periode $t + 1$. Fiskebestandens størrelse ansees på som en fast kapitalfaktor, slik at redusert fangst i en periode vil tilsvare en kapitalinvestering til neste periode. I min modell vil ikke rederiet foreta en slik avveining, da totalkvoten settes relativt lavt til fiskebestandens størrelse slik at fangst i dag ikke vil påvirke rederiets mulighet til å oppnå lik fangst i fremtiden. Dette gjør at rederiet får et statisk

⁴ Eksempelvis "The present-value-maximizing fishery model" (Perman et al. 2003).

profittmaksimeringsproblem.

Rederiets ressursrente maksimeres som tidligere ved å velge kapasitetssammensettingen som gir høyest mulig ressursrente. Dette skjer i tilfellet der de marginale inntektene ved aktivitet i fiskeriet tilsvarer de marginale kostnadene. Hvis rederiet finner kapasitetssammensettingen som gir maksimal ressursrente, vil det fortsette med det i all fremtid (gitt ingen depresiering). Dette gjør at vi får følgende førsteordensvilkår for maksimum:

$$MR(q, K) = MC(K) \quad (\text{F.O.V.})$$

Selv om rederiet ønsker å tilpasse seg der de marginale inntektene tilsvarer de marginale kostnadene, vil ikke dette nødvendigvis være scenarioets likevekt. Den konstante totalkvoten tilfører scenarioet en ekstra dimensjon. Det er ikke gitt at rederiet klarer å oppfylle førsteordensvilkåret for maksimum, da totalkvoten begrenser rederiets totale fangst. Rederiet må dermed ta hensyn til totalkvoten ved valg av antall fiskebåter. Hvis rederiet allerede har en flåtesammensetting som gir totalkvotevolumet, vil det ikke være lønnsomt å bruke en fiskebåt til. Rederiets totale inntekter vil være på sitt maksimale, mens de totale kostnadene vil øke. Dette innebærer at marginalprofitten ved bruk av en ekstra fiskebåt etter at kvotevolumet er oppfylt vil være negativ.

Det oppstår dermed to likevektskandidater i scenario 2: 2.1) der sammensettingen av antall fiskebåter tilsvarer førsteordensvilkåret for maksimum eller 2.2) der sammensettingen av antall fiskebåter gir fangst tilsvarende kvotevolumet:

$$MR(q, K) = MC(K) \quad (\text{Statisk likevekt 2.1})$$

$$q = \bar{Q} \quad (\text{Statisk likevekt 2.2})$$

Kapasitetsutvikling

Kapasitetsutviklingen i scenario 2 skiller seg fra den i scenario 1. Der nye fiskebåter i scenario 1 ville trekke inn i fiskeriet hvis $\frac{\pi_t}{K_t} > 0$, vil rederiet øke antall fiskebåter kun hvis marginalprofitten ved en ekstra fiskebåt er større enn null. Rederiet vil deretter redusere antall fiskebåter hvis marginalprofitten er negativ. Hvis den

gjeldende fiskebåtsammensettingen gir et fangstvolum lik kvotevolumet vil antall fiskebåter holdes konstant. Dette gir følgende kapasitetsutvikling:

$$K_{t+1} = K_t + I_t, \quad I_t = \left\{ \begin{array}{ll} 1 & \text{hvis } \pi' > 0 \text{ og } q_t < \bar{Q} \\ 0 & \text{hvis } \pi' = 0 \text{ eller } q_t = \bar{Q} \\ -1 & \text{hvis } \pi' < 0 \end{array} \right\} \quad (2.12)$$

Som tidligere normaliseres investeringsparameterne til 1, 0 og -1 i hver tidsperiode for å isolere den marginale effekten av en ekstra fiskebåt. Tolkningen av dette kan være at rederiet iverksetter en og en fiskebåt for å evaluere virkningene det har på ressursrenten i hver tidsperiode. Denne normaliseringen er naturligvis en forenkling. Antakeligvis ville det vært mer realistisk å la investeringsparameterne være en funksjon av rederiets tidligere marginalprofitt, slik at en får raksere innfasing ved høy marginalprofitt og tregere utvikling ved lavere marginalprofitt.

Simuleringsresultat, scenario 2

Den numeriske simuleringen av scenario 2 gir følgende resultater:

t	q_t	X_t	K_t	I_t	π_t	$\frac{\pi_t}{K_t}$	MR_K	MC_K
0		2 500 000	0	1	0	0	0	
1	2 500	2 500 000	1	1	1 850 000	1 850 000	2 500 000	650 000
2	4 995	2 497 500	2	1	3 695 000	1 847 500	2 495 000	650 000
3	7 479	2 492 880	3	1	5 528 639	1 842 880	2 484 013	650 000
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
13	30 000	2 382 846	13	0	21 550 000	1 657 692	1 089 431	650 000
14	30 000	2 369 595	13	0	21 550 000	1 657 692	0	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
50	30 000	2 339 772	13	0	21 550 000	1 657 692	0	0

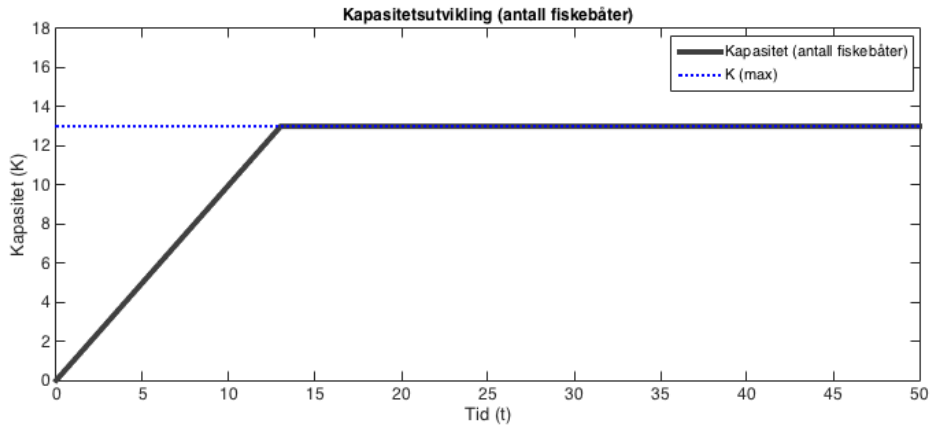
Tabell 2.3: Numerisk simulering, scenario 2

Av plasshensyn er fiskebestandens vekst, totale inntekter og totale kostnader utelatt fra tabellen. Den numeriske simuleringen av scenario 2 er videre illustrert i figur 2.5, 2.6 og 2.7. Figur 2.5 viser kapasitetsutviklingen, 2.6 viser ressursrenteutviklingen og 2.4 viser fangstutviklingen.

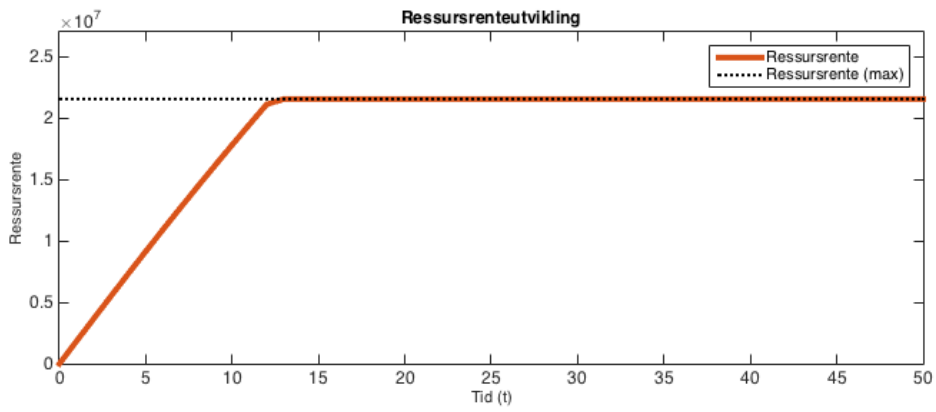
I likhet med scenario 1 vil det ikke være noen aktive fiskebåter ved $t = 0$. Siden deltakelse i fiskeriet i utgangspunktet vil være profitabelt vil $I_0 = 1$. Fra (2.12) innebærer dette at det vil være en aktiv fiskebåt ved $t = 1$. Ved bruk av en aktiv fiskebåt får rederiet totale inntekter lik 2 500 000 og totale kostnader lik 650 000, som gir en samlet ressursrente lik 1 850 000. Marginalprofitten ved å gå fra ingen fiskebåter til en aktiv fiskebåt er positiv, slik at rederiet ønsker å bruke en ekstra fiskebåt i neste periode jf. (2.12).

Denne utviklingen vil fortsette frem til $t = 13$ der rederiet totalt bruker 13 fiskebåter. Det er denne fiskebåtsammensettingen som gir rederiet et periodevis fangstvolum lik kvotevolumet. Fra tabell 2.3 kan en se at rederiet i denne perioden

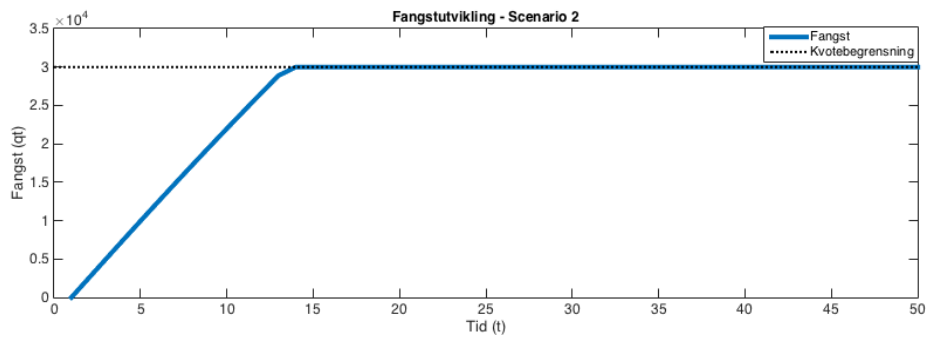
får en ressursrente lik 21 550 000. De totale inntektene ved fangst av kvotevolumet er 30 000 000, samtidig som de totale kostnadene er lik 8 450 000. Fra tabellen kan en se at de marginale inntektene ved å gå fra 12 fiskebåter til 13 fiskebåter er 1 089 461 samtidig som de marginale kostnadene fortsatt er 650 000. Siden $MR_{13} > MC_{13}$ vil rederiet i utgangspunktet ønske å bruke en ekstra fiskebåt i neste tidsperiode. Dette vil imidlertid ikke skje siden rederiets totalfangst i tidsperioden tilsvare kvotevolumet. Rederiet befinner seg dermed i likevektskandidat 2.2 og vil ikke ønske å endre sin tilspasning. Ved å studere de endogene variablene fra $t > 13$, kan en se at fiskeflåten befinner seg i en steady state likevekt der $\Delta K_t = 0$, $q = \bar{Q}$, og $\Delta \pi_t = 0$.



Figur 2.5: Kapacitetsutvikling (antall fiskebåter) - Scenario 2



Figur 2.6: Ressursrenteutvikling - Scenario 2



Figur 2.7: Fangstutvikling - Scenario 2

2.4 Diskusjon og konklusjon

2.4.1 Sammenligning av scenarioenes utfall

Som vist i resultatsdelen av kapitlet fikk simuleringene forskjellige likevekter. I scenario 1 oppstod det kun en stabil likevekt da all ressursrente var forsvunnet fra fiskeflåten. Aktører hadde incentiver til å delta så lenge det var mulig å oppnå ressursrente ved deltakelse. Dette gjorde at fiskeflåten inneholdt for mange fiskebåter, slik at den totale ressursrenten til slutt forsvant. Likevektsutfallet i scenario 2 ble derimot annerledes. Simuleringen av scenario 2 viste at rederiet ville velge sammesettingen av fiskebåter som tilsvarte kvotevolumet, slik at flåtens inntekter alltid var større enn flåtens kostnader. Dette gjorde at rederiet fikk en attraktiv gevinst ved eierskap av fiskeriet i form av en høy ressursrente. De forskjellige utfallene kom som et resultat av manglende kvoterettigheter i scenario 1. Der rederiet enkelt kunne hindre kapitalsløsing i form av for mange fiskebåter, var det ingen egenskap som forhindret innfasing av nye fiskebåter i scenario 1.

Kapasitetsutnyttelse

Så langt i diskusjonen har jeg fokusert på fiskeflåtens totale kapasitet i form av antall aktive fiskebåter. Hvis en sammenligner selve kapasitetsutnyttelsen per fiskebåt i de to scenarioene vil en også få et interessant resultat. Modellens enkle fangstfunksjon (2.3) var kun avhengig av tre faktorer; den konstante effektivtetsparameteren, antall aktive fiskebåter og fiskebestandens størrelse. Videre ble det antatt at fiskebestanden var på sitt maksimale ved åpning, slik at $X_0 = X_{MAX}$. I tidsperiode $t + 1$ var det i begge scenario én aktiv fiskebåt, med totalfangst lik 2 500 tonn. Siden fiskebestanden under fiskeriets åpning var på sitt maksimale, $X_0 = X_{MAX}$, forteller dette oss implisitt at de identiske fiskebåtene har en maksimal fangstkapasitet tilsvarende 2 500 tonn. Ved å la 2 500 tilsvare 100 % kapasitetsutnyttelse kan jeg sammenligne kapasitetsutnyttelsen i scenarioenes likevektssituasjon.

I scenario 1 var fiskeflåten i en stabil likevekt da $K_{46} = 46$. Totalkvoten på 30

000 tonn var fordelt likt mellom aktive fiskebåter, slik at hver fiskebåt oppnådde en fangst lik 652 tonn (26 % kapasitetsutnyttelse). Til sammenligning ble kapasitetsutnyttelsen per fiskebåt i scenario 2 sin likevekt 92,3 %. Det er derimot viktig å presisere at frem til $t = 13$ i begge scenario, ble den fallende kapasitetsutnyttelsen kun forårsaket av fiskebestandens reduksjon. Siden fiskebestanden startet på sitt maksimale, ble $q_t > G(X_t)$ i de første tidsperiodene før differansen senere konvergente mot null. Når fiskebåtsammensettingen ga en totalfangst lik totalkvoten ($t \geq 13$), ble kapasitetsutnyttelsen utelukkende redusert av at totalkvoten ble fordelt mellom flere aktive fiskebåter. Dermed får de negative konsekvensene av scenario 1 sin statiske likevekt en ekstra dimensjon; i tillegg til at fiskeflåten inneholder for mange fiskebåter vil også de aktive fiskebåtene kun bruke en liten andel av sitt fangstpotensiale, slik at det oppstår ytterligere kapitalsløsing.

Simuleringenes hovedpoeng

Simuleringene av de to scenarioene illustrerer hvordan utviklingen i et fiskeri kan forekomme under et regime med konstant totalkvote. Utviklingen i de to scenarioene fikk forskjellige likevekter; en ineffektiv og en effektiv likevekt. I scenarioet med åpen tilgang ble det ineffektiv kapasitetsbruk, mens i scenario 2 ble det effektiv kapasitetsbruk.

Det er mulig, med med varsomhet, å trekke paralleller til den norske fiskeflåten. Scenario 1 kan tolkes som en forenklet variant av et fiskeri med åpen gruppekvote, mens scenario 2 kan tolkes som en lukket gruppekvote der kun en aktør har blitt tildelt rettighetene. Selv om simuleringen av scenario 1 ender i en ineffektiv likevekt, trenger ikke dette å være tilfellet i en åpen gruppekvote i et norsk fiskeri. Modellverket jeg bruker er som tidligere undersrtreket forenklet, og vil umulig kunne fange opp alle faktiske aspekter i en fiskeflåte. Selv om målsettingen min for kapitlet var å illustrere hvordan utviklingen vil være under to ulike scenario med en konstant totalkvote, vil jeg kort rette fokus på de viktigste utelatte elementene og forenklinger.

2.4.2 Utvidelse av flåtedynamikk og forenklinger i modellverket

Utvidelse av flåtedynamikken

I modellverket ble følgende kapasitetsutvikling formulert:

$$K_{t+1} = K_t + I_t \quad (2.13)$$

der I_t avgjorde hvor vidt antall fiskebåter i flåten økte eller reduserte. Denne var tilgjengelig kun avhengig av tidligere observert profitt og marginalprofitt, noe som er en klar forenkling. Flåtens utvikling bestemmes nemlig av en rekke faktorer; blant annet verftskapasitet, kreditttilgang, irreversible investeringer, teknologisk utvikling, lønnsomhetsforventninger og kvoteforventninger for å nevne noen. Å konstruere en modell som tar hensyn til slike faktorer er vanskelig, spesielt hvis formålet er å illustrere utviklingen til en hel fiskeflåte innen et statisk regime. Ved å utelukkende fokusere på enkeltaktører i et dynamisk oppsett vil det i større grad være mulig å konstruere et slikt rammeverk. Siden dette var utenfor min målsetting, ble en slik fremstilling heller ikke forfulgt.

Usikre parameterverdier

Som nevnt i innledningen av 2.3 baseres simuleringene på fiktiv og tiltenkt data. Selv om parameterverdiene er forsøkt tilpasset et ekte fiskeri, vil antakeligvis enkelte fremstå som noe urealistiske. Eksempelvis ble den konstante totalkvoten satt lik 30 000 tonn, samtidig som den initiale bestandstørrelsen ble satt lik 2 500 000 (bestandens maksimale størrelse). En så betydelig differanse mellom bestandens initiale størrelse og totalkvote er neppe noe som ville skjedd i et faktisk fiskeri. Antakeligvis ville det vært mer realistisk å la totalkvotens størrelse være en funksjon av bestandens maksimale størrelse, lik $\bar{Q}(G(X_{MSY}))$. Videre ville det nok vært mer realistisk å la fiskebestandens initiale størrelse være lavere enn dens maksimale.

Forenklet fangstfunksjon

Modellverkets fangstfunksjon var kun avhengig av tre forskjellige faktorer; fangstkoeffesienten, kapasitetsbruk (antall aktive fiskebåter) og fiskebestandens størrelse. Å kun la aktørene bestemme hvor mange fiskebåter som iverksettes er naturligvis

en forenkling. I realiteten er det mange flere faktorer som spiller inn på en aktørs fangstnivå. Eksempler her vil være antall driftsdøgn, hvilket redskap som brukes, mannskapsstørrelse og fiskebåtens størrelse. En mer realistisk fremstilling kunne være å inkludere kortsiktige og langsiktige innsatsfaktorer, der mer variable innsatsfaktorer (som antall driftsdøgn og mannskapsstørrelse) kan endres på kort sikt mens mer faste innsatsfaktorer (som antall fiskebåter) kun kan endres på lang sikt.

Kapittel 3

Ressursrente og kapasitetsbruk: Norge 2014

I kapittel 2 foretok jeg numeriske simuleringer av en standardisert modell for å illustrere et enkelt men viktig poeng. Jeg viste at under åpen tilgang i et fiskeri ville utviklingen ende i en likevekt der all ressursrente ble borte. Hovedgrunnen til dette kom av overkapasitet i fiskeriet i form av for mange aktive fiskebåter. Resultatet ble derimot annerledes i scenarioet der et rederi ble tildelt totalkvoten. Utviklingen resulterte i en likevekt der rederiet brukte en flåtesammensetting tilstrekkelig for kvotevolumet, slik at det var mulig å optimalisere ressursrenten.

De to scenarioene er interessante, men gir ikke nødvendigvis et realistisk bilde på hvordan utviklingen i et faktisk fiskeri forekommer. Jeg nevnte i innledningen at det har skjedd store endringer i fiskerier verden over de siste tiårene, der det har blitt innført reguleringsverktøy som f.eks. deltakeradganger, diverse kvoteregimer og avgifter. Faktum er at det er svært få fiskerier verden over som drives under åpen tilgang eller at enkeltaktører har enerett på fiskeriene. Der aktørene i kapittel 2 ble ansett som homogene, finnes det i realiteten heterogene fiskebåter og fangstredskaper.

Av denne grunn ønsket jeg å analysere ressursrente og kapasitetsbruk i en mer realistisk fremstilling, ved bruk av faktisk data for den norske fiskeflåten. For å oppnå

en slik fremstilling ble flere fremgangsmåter¹vurdert, men valget falt til slutt på en lineær programmeringsmodell introdusert i Steinshamn (2005) og senere brukt i Grimsrud et al. (2015). Ved bruk av den lineære programmeringsmodellen vil det være mulig å oppnå et mål for realisert og optimal ressursrente for den norske fiskeflåten, og av den grunn kunne si om fiskeflåten opptrer effektivt. I tillegg fremsto differansen mellom realisert og optimal ressursrente i Grimsrud et al. (2015) som overkant stor, noe jeg ønsket å studere og etterprøve med et oppdatert data-grunnlag.

I dette kapitlet svarer jeg på problemstilling *b*):

- Anvende kalkylen til Steinshamn (2005) og Grimsrud et al. (2015) til å finne og etterprøve realisert og optimal ressursrente i den norske fiskeflåten med oppdatert data. Hvilke implikasjoner har differansen mellom faktisk og optimal ressursrente?

Disposisjonen for kapitlet er lagt opp på følgende måte: i 3.1 vil jeg gi en kort oversikt over hovedresultatene fra eksisterende forskningsarbeid, mens jeg i delkapittel 3.2 vil presentere modellen jeg bruker for å svare på problemstillingen. I underkapittel 3.3 vil jeg kort presentere metodebruken min og gi en oversikt over datagrunnlaget mitt. I delkapittel 3.4 presenterer jeg resultatene mine, før de i 3.5 diskuteres. I delkapittel 3.6 vil jeg kort oppsummere kapitlet og gi en konklusjon på problemstilling *b*).

¹ For eksempel ved å benytte en versjon av ECONMULT (Eide & Flaaten 1998) eller ved en videreføring av fremgangsmåten i Bjørndal og Conrad (1987a).

3.1 Litteraturgjennomgang

I artikkelen “*Ressursrenten i Norske Fiskerier*” presenterer S. Steinshamn et teoretisk rammeverk for å kartlegge faktisk og potensiell ressursrente i den norske fiskeflåten for 2002. Faktisk og potensiell ressursrente kalkuleres ved hjelp av en statistisk lineær programmeringsmodell med følgende objektfunksjon:

$$\max RR : \sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^{25} (p_{i,j} - f_{i,j} \cdot VC_{i,j}) \cdot N_j \cdot y_{i,j} - \sum_{j=1}^{25} N_j \cdot FC_j \quad (3.1)$$

der:

RR er fiskeflåtens ressursrente,

$i = 1, \dots, 10$ er utvalgte fiskeslag,

$j = 1, \dots, 25$ er de ulike fartøygruppene i fiskeflåten,

$y_{i,j}$ er fangst av fiskeslag i for fartøygruppe j ,

N_j er antall fiskebåter i fartøygruppe j ,

$VC_{i,j}$ er de variable kostnadene for fangst av fiskeslag i for fartøygruppe j ,

$p_{i,j}$ er pris mottatt for fiskeslag i for fartøygruppe j ,

FC_j er de faste kostnadene til fartøygruppe j ,

TAC_i er totalkvote for fangst av fiskeslag i ,

KAP_j er total kapasitet til fartøygruppe j ,

$f_{i,j}$ er tid/fangst-relasjonen for fiskeslag i til fartøygruppe j .

Objektfunksjonen maksimeres under følgende hovedbeskrankninger:

$$\sum_{j=1}^{25} y_{i,j} \cdot N_j \leq TAC_i \quad (3.2a)$$

$$\sum_{i=1}^{10} y_{i,j} \leq KAP_j \quad (3.2b)$$

$$y_{i,j} \geq 0 \quad (3.2c)$$

$$N_j \geq 0 \quad (3.2d)$$

der (3.2a) krever at total fangst for alle fartøygrupper j av fiskeslag i ikke kan overstige totalkvoten som er satt, mens (3.2b) krever at total fangst av fiskeslag i for hver fartøygruppe j ikke kan overstige fartøygruppenes kapasitet. I tillegg må

total fangst av fiskeslag i for fartøysgruppe j være større eller lik null (3.2c) og antall fartøy, N_j , må være større eller lik null (3.2d). Videre inkluderes begrensninger på at fartøy innen sildefiskeriene ikke kan fange mer torsk enn det fartøygruppen gjorde i 2002, og omvendt at fartøy innen torskefiskeriene ikke kan fange mer pelagisk fisk enn det de gjorde i 2002. I tillegg legges det inn et bifangst-forhold mellom torsk og hyse².

Ved bruk av den lineære programmeringsmodellen, med datagrunnlag basert på budsjettmyndens lønnsomhetsundersøkelse, finner Steinshamn (2005) at anslaget på maksimal ressursrente for den norske fiskeflåten i 2002 varierte fra 7,4 milliarder NOK og ned til 3,1 milliarder NOK avhengig av hvilke forutsetninger som gjøres om avkastningskrav, overføringsbindinger av kvoter med videre³. Til sammenlikning varierer realisert ressursrente (med faktisk fangst, fangstfordeling og antall fartøy) fra 750 millioner NOK til minus 790 millioner NOK avhengig av hvilket avkastningskrav på kapitalverdien som benyttes. Steinshamn (2005) viser dermed at det var mulig å få en kraftig lønnsomhetsøkning i fiskeflåten ved å omfordele fangst mellom fartøygruppene, redusere sysselsettingen og ved å forta en geografisk omfordeling av fiskeflåten.

I den SSB-produserte artikkelen “*Resource Rent in Norwegian Fisheries*” bruker Grimsud et al. (2015) et lignende rammeverk som i Steinshamn (2005) for å studere ressursrenteutviklingen i Norge, basert på de ti mest fangede fiskeslagene med 2011 som hovedfokus. I analysen formuleres følgende objektfunksjon:

$$RR = \max \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (p_{i,j} - f_{i,j} \cdot VC_j) \cdot Y_{i,j} - \sum_{j=1}^M N_j \cdot FC_j \quad (3.3)$$

² Til eksempel hvis en fartøygruppe fanger 100 tonn torsk, må fartøygruppen også fange mellom 10 og 20 tonn hyse.

³ Anslaget på maksimal ressursrente baseres på fem forskjellige modellversjoner; en referanseløsning (mest mulig fritt, få begrensninger) og fire mellomløsninger (der fartøyspesifikasjoner og kvotefordeling varierer). Alle versjoner kontrolleres ved hjelp av sensitivitetsanalyse. Se tabell 2 i appendix .3 for utfyllende forutsetninger og resultat.

med tilhørende hovedbeskrankninger:

$$\sum_j Y_{i,j} \leq TAC_j \quad (3.4a)$$

$$\sum_i Y_{i,j} \leq KAP_j \cdot N_j \quad (3.4b)$$

$$N_j \geq 0, Y_{i,j} \geq 0 \quad (3.4c)$$

Ved bruk av den lineære programmeringsmodellen anslår Grimsrud et al. (2015) at fiskeflåtens optimale ressursrente i 2011 var 9,33 milliarder NOK for alle fiskeslag og 6,6 milliarder NOK for de ti mest fangede fiskeslagene⁴. Tilsvarende finner forfatterne at fiskeflåtens realiserte ressursrente var 2,05 milliarder NOK for alle fiskeslag og 1,45 milliarder NOK for de ti mest fangede fiskeslagene. Differansen mellom optimal og realisert ressursrente mener forfatterne kan sees på som et mål på kostnadene ved dagens forvaltningsregime (Grimsrud et al. 2015). Siden ressursrenten kan økes med færre fiskere og færre fartøy i flåten, mener forfatterne at den norske fiskeflåten i 2011 befant seg i en situasjon der det forekom ressursløsning. Videre krever Grimsrud et al. (2015) sin kalkyle av optimal ressursrente at fartøygruppene som inneholder konvensjonelle kystfiskefartøy under 15m (fartøygruppe 1 og 2) og konvensjonelle havfiskefartøy (fartøygruppe 5) må fjernes.

Hvis en sammenlikner resultatene i Grimsrud et al. (2015) med resultatene i Steinshamn (2005) kan en observere at både optimal og realisert ressursrente har økt over tid. Grimsrud et al. (2015) påpeker derimot at resultatene deres nødvendigvis vil være forskjellige fra Steinshamn (2005) grunnet modellkalibrering, forskjellige fiskeslag i analysen, annerledes struktur på fartøygruppene samt noe varierende sidebeskrankninger. I tillegg inkluderer Grimsrud et al. (2015) en egen spesiell

⁴ I tillegg til hovedbeskrankningene (3.4a)-(3.4c) baseres anslaget på sidebeskrankninger som bifangst-forhold mellom torsk og hyse og en øvre grense på antall fiskebåter i hver fartøygruppe. Det tas ikke hensyn til politisk satte fangstdistribusjoner mellom kyst- og havflåten. Se tabell 2 i appendix .3 for utfyllende forutsetninger og resultat.

kompensasjon til eiere av fartøy som påvirker størrelsen på de variable kostnadene, noe Steinshamn (2005) ikke gjør. Til tross for varierende størrelsesresultater, indikerer forskningsarbeidet i Grimsrud et al. (2015) og i Steinshamn (2005) at det forekom ineffektivitet i den norske fiskeflåten.

3.2 Basismodell: Norges fiskeflåte 2014

I dette delkapittelet vil jeg sette opp en modell for å studere realisert og optimal ressursrente i den norske fiskeflåten med data for 2014. Jeg vil bruke rammeverket vist i litteraturgjennomgangen, men med litt forenklede sidebepåskninger. Der Steinshamn (2005) og Grimsrud et al. (2015) brukte et mål for potensiell kapasitet i sine utregninger, ønsker jeg å holde kapasitetsbruken lik den faktiske i 2014. Ved å sammenligne realisert og optimal ressursrente vil det være mulig å studere eventuell overkapasitet og oversysselsetting i fiskeflåten. Hvis det viser seg at differansen mellom de er stor, antyder dette ineffektivitet og ressursløsning.

Jeg vil foreta to simuleringer av modellen; *i*) basismodell med kun hovedbepåskninger og *ii*) basismodell med sidebepåskninger som begrenser volumoverføringer (kvotebindinger).

Simuleringene baserer seg på data som jeg har hentet ut og viderebehandlet fra fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse for 2014. For enkelthetens skyld baserer analysen seg på de åtte mest fangede fiskeslagene; *torsk*, *hyse*, *sei*, *sild*, *reke*, *lodde*, *makrell* og *kolmule*, slik at jeg får $i = 1, \dots, 8$. Tilsammen utgjorde disse fiskeslagene ca. 90 % av total fangst i 2014 (Fiskeridirektoratet 2014).

Videre vil det i denne modellen kun være 12 aktive fartøygrupper, da fartøygruppe 8⁵ ikke er aktiv lengre, slik at $j = 1, \dots, 7, 9, \dots, 13$

Dette gir meg følgende maksimeringsproblem:

$$\max_{RR_{\{Y_{i,j}, N_j\}}} : \sum_{i=1}^{N=8} \sum_{j=1}^{M=13} [(p_{i,j} - f_{i,j} \cdot VC_j) \cdot Y_{i,j}] - \sum_{j=1}^{M=13} [N_j \cdot FC_j] \quad (3.5)$$

der variablene har lik tolkning som i delkapittel 3.1.

Objektfunksjonen maksimeres ved å velge det optimale antallet fiskebåter, N_j , i hver fartøygruppe, j , og total fangst, $Y_{i,j}$, av fiskeslag i for fartøygruppe j . Ved

⁵ Fartøygruppe 8, "Diverse trålere (fiske etter sei, vassild, flatfisk m.m.)" ble lagt ned i 2012 (Fiskeridirektoratet 2012b).

maksimering av ressursrenten må følgende hovedbeskrankninger være oppfylt:

$$\sum_{j=1}^{13} Y_{i,j} \leq TAC_i \quad (3.6)$$

$$\sum_{i=1}^8 Y_{i,j} \leq KAP_j \cdot N_j \quad (3.7)$$

$$\bar{N}_j \geq N_j \geq 0 \quad (3.8)$$

$$Y_{i,j} \geq 0 \quad (3.9)$$

Beskrankning (3.6) definerer jeg som fangstbeskrankningen. For at denne beskrankningen skal være oppfylt kan ikke total fangst av fiskeslag $i \forall j$ overstige totalkvoten, TAC_i , som er satt for fiskeslaget. Den intuitive betydningen av denne er at fiskeflåten som helhet blir tildelt en totalkvote på fangst av hvert fiskeslag, slik at hvis en fartøygruppe er mindre effektiv enn andre kan fangstvolumet fra den mindre effektive overføres til en mer effektiv fartøygruppe som driver fangst av samme fiskeslag.

Beskrankning (3.7) definerer jeg som kapasitetsbeskrankningen. Denne beskrankningen krever at en fartøygruppes totale fangst ikke kan overstige fartøygruppens tilgjengelige totalkapasitet. Hver fartøygruppe kan fange en viss mengde kg. fisk, indikert av KAP_j , per båt, N_j .

Beskrankning (3.8) krever at antall aktive fiskebåter i hver fartøygruppe er større eller lik null og mindre eller lik antall faktiske fiskebåter, \bar{N}_j , i 2014. Beskrankning (3.9) sørger for at ingen fartøygrupper kan ha et negativt fangstvolum av et fiskeslag.

3.2.1 Kvotebindinger (volumoverføringer)

Av realistiske hensyn vil jeg simulere en utvidet versjon av basismodellen der jeg inkluderer flere beskrankninger enn kun (3.6)-(3.9). En utfordring ved simulering av basismodellen med kun hovedbeskrankninger er at det ikke tillegges nok restriksjoner på overføring av fangstvolum mellom fartøygruppene. Beskrankning (3.6) tar kun hensyn til at flåtens totale fangst av hvert fiskeslag ikke overstiger totalkvoten. I en optimal løsning vil dermed fangstvolum overføres fra en mindre til en mer

effektiv fartøygruppe, så lenge fartøygruppen bedrev fangst av fiskeslaget i 2014. Dette kan gi opphav til en urealistisk optimal løsning, da det trolig vil eksistere flere begrensninger på hvor mye ekstra fangstvolum av et fiskeslag en fartøygruppe kan oppnå. Eksempelvis vil det trolig være vanskelig for en fartøygruppe bestående av ringnotsnurpere å få overført et stort kvotevolum av fiskeslag som tradisjonelt fanges ved bruk av konvensjonelle redskaper som for eksempel torsk eller hyse⁶. For å unngå en urealistisk optimal løsning innfører jeg kvotebindinger som begrenser volumoverføringer mellom fartøygruppene. Det har derimot vist seg utfordrende å bestemme struktur og størrelse på kvotebindingene. Jeg har dermed forsøkt å innføre en konservativ og generell regel for kvotebindinger, hvis eneste formål er å forhindre svært urealistiske volumoverføringer i optimal løsning. Diskusjon rundt regelens troverdighet gjøres i 3.5.3.

Jeg definerer følgende regel for kvotebindinger/volumoverføringer: Hvis en fartøygruppe hadde et faktisk fangstvolum av et bestemt fiskeslag på mer eller lik 10 000 tonn, legges det ingen øvrige restriksjoner på fangstvolum av fiskeslaget. Dette åpner muligheten for at fartøygruppen kan motta volumoverføring fra en annen fartøygruppe under optimal løsning, så lenge hovedbeskrankningene (3.6)-(3.9) tillater det. Hvis fartøygruppens faktiske fangstvolum av fiskeslaget var mindre enn 10 000 tonn, settes det en øvre grense på fangst i optimal løsning lik det faktiske fangstvolum i 2014. Resultater som baserer seg på denne regelen er markert som “*med kvotebindinger*” mens resultater som kun baseres på hovedbeskrankningene (basismodellen) er markert som “*uten kvotebindinger*”.

⁶ I lønnsomhetsundersøkelsen for 2014 står fartøygruppe 12, ringnotsnurpere, oppført med et fangstvolum av torsk lik 657 tonn (Fiskeridirektoratet 2014). I basismodellen vil dette gjøre fartøygruppen kvalifisert til fangst av torsk i den optimale løsningen, selv om den trolig ikke vil kunne fange et større torskevolum.

3.2.2 Kalkulering av realisert ressursrente

Ressursrente er som tidligere forklart meravkastningen på arbeidskraft og kapital utover den avkastningen en ville hatt i næringer som ikke baserer seg den fornybare ressursen. Kort fortalt innebærer dette at ressursrenten i den norske fiskeflåten tilsvarer det som er igjen etter at alle kostnader er trukket fra fortjenesten ved fangst, inkludert kostnader ved å ha investert i fast kapital (Grimsrud et al. 2015). Figur (3.1) viser Grimsrud et al. (2015) kalkulering av faktisk ressursrente for den norske fiskeflåten.

Table 2. Calculation of the actual resource rent

Sign	Term
+	Basic value of production
-	Intermediate uses
+	Taxes on products
-	Subsidies on products
=	Gross product
-	Non-Industry specific taxes
+	Non-Industry specific subsidies
-	Compensation of employees
-	Return on fixed capital
-	Capital consumption
=	Resource rent of the sector

Figur 3.1: Beregning av realisert ressursrente (Grimsrud et al. (2015) s. 8)

For å finne realisert ressursrente finner en først fiskeflåtens totale bruttoinntekter (totale inntekter fratrukket øyeblikkelige fangstkostnader). Det tas ikke hensyn til eventuelle skatter og subsidier på fiskeslag (*Taxes on products* og *Subsidies on products*), da dette i praksis er en ressursrenteoverføring mellom myndigheter og industrien (Grimsrud et al. 2015). Videre skal det i utgangspunktet tas hensyn til eksterne spesifikke skatter og subsidier (f.eks. arbeidstakers sosialtrygd), men dette er også utelatt som et resultat av mangefull informasjon. Grimsrud et al. (2015) hevder at nettoeffekten av skattene og subsidiene blir marginal, slik at utelatelsen ikke vil få stort utslag på ressursrentestørrelsen. Til slutt trekkes mannskapsgodtgjørelse, avkastning på kapital og kapitaldepresiering fra sluttsammen.

Alle nødvendige faktorer inkluderes i (3.5). Lønnskostnader kommer inn i beregningen gjennom de variable kostnadene, mens alternativavkastningen og avskrivninger

av kapitalverdien kommer inn gjennom de faste kostnadene.

Min kalkyle for optimal ressursrente baserer seg på fangst av de åtte mest fangede fiskeslagene. Dette innebærer at i den optimale løsningen vil det kun være lov med fangst av de nevnte fiskeslagene. En vil få et unøyaktig mål på realisert ressursrente hvis en kun tar utgangspunkt i de åtte mest fangede fiskeslagene, da det ikke tas hensyn til fiskeflåten ekstra kapasitetsbruk på de utelatte fiskeslagene. Derfor vil jeg i min kalkyle av fiskeflåten realiserede ressursrente ta hensyn til fangst av alle fiskeslag. Dette kan ha konsekvenser for sammenligningen av realisert og optimal ressursrente, noe som diskuteres i 3.5.3.

3.3 Metode og datagrunnlag

3.3.1 Lineær programmering (LP)

For å løse optimeringsproblemet vist i 3.2 må jeg bruke det som i matematikken omtales som lineær programmering. Lineær programmering er en optimaliseringsmetode av lineære objektfunksjoner betinget av lineære bibetingelser. Hensikten med optimaliseringen er å finne enten maksimal- eller minimumsverdien av en lineær objektfunksjon så fremt den oppfyller de lineære bibetingelsene. Bibetingelsene kan enten være i form av lineære likheter eller ulikheter. Jeg vil i denne seksjonen kort vise hensikten med lineær programmering. For å gjøre dette bruker jeg fremgangsmåten vist i “*Essential Mathematics for Economic Analysis*” kapittel 17 (Sydsæther & Hammond 2008).

Det generelle LP-problemet

Jeg antar følgende lineære objektfunksjon, z , som skal maksimeres:

$$z = c_1x_1 + \dots + c_nx_n \quad (\text{Objektfunksjon})$$

der x_1, \dots, x_n er valgvariablene i problemet og c_1, \dots, c_n er gitte, konstante variabler. Objektfunksjonen er en lineær funksjon og vil vokse i det uendelige med mindre den begrenses av et sett med betingelser. Objektfunksjonen maksimeres under følgende betingelser:

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + \dots + a_{1n}x_n &\leq b_1 && (\text{Ulikhetsbetingelse}) \\ &\vdots && \\ a_{m1}x_1 + \dots + a_{mn}x_n &\leq b_m && (\text{Ulikhetsbetingelse}) \\ x_1 \geq 0, \dots, x_n &\geq 0 \end{aligned}$$

der elementene $a_{i,j}$ og b_k er gitte konstanter. Betingelsessettet vil danne problemets mulighetsområde og alle optimale løsninger må ligge innenfor avgrensningene som betingelsessettet gir. Ved hjelp av lineær programmering bestemmes settet med valg-

variabler, x_1, \dots, x_n , som maksimerer objektfunksjonen, z , gitt at betingelsessettet er oppfylt.

Løsningsmetoder

Standardiserte LP-problem med få valgvariable og beskrankninger kan løses grafisk. Ved mer avanserte LP-problem vil man vanligvis benytte *simplex-metoden* eller *interior point-metoden*. Optimeringsproblemet fra delkapittel 3.2 skal maksimere objektfunksjonen ved å bestemme 108 valgvariable ved hjelp av over 400 forklaringsvariable. Å løse et slikt optimeringsproblem uten software-hjelp vil i praksis være umulig. For å løse optimeringsproblemet bruker jeg den lineære programmeringsalgoritmen, *Linprog*, i softwareprogrammet *Matlab*.

Linprog finner minimumsverdien av en objektfunksjon spesifisert på følgende måte:

$$\min_x f^T x \text{ slik at } \left\{ \begin{array}{l} Ax \leq b \\ Aeq \cdot x = beq \\ lb \leq x \leq ub \end{array} \right\}$$

Der f , x , b , beq , lb , og ub er vektorer, mens A og Aeq er matriser.

Siden *Linprog* automatisk håndterer optimeringsproblemet som et minimumsproblem bruker jeg dualitetsegenskapene til lineære programmeringsproblem for å gjøre maksimeringsproblemet mitt om til et minimeringsproblem.

Fullstendig matlab-script over fremgangsmåte og parameterverdier finnes i appendix .9.

3.3.2 Datagrunnlag

Datagrunnlaget til optimeringsproblemet baserer seg på informasjon hentet ut og viderebehandlet fra “*Lønnsomhetsundersøkelsen for den norske fiskeflåten 2014*” produsert av fiskeridirektoratet (Fiskeridirektoratet 2014). Lønnsomhetsundersøkelsen er et resultat av årsoppgaveskjema, årsregnskap eller næringsoppgaver som aktører i fiskeflåten må rapportere⁷. For at et fartøy skal inngå i lønnsomhetsundersøkelsens populasjon stilles det krav til fangstinntekt⁸, som igjen avhenger av fartøyets størrelse (Fiskeridirektoratet 2016). Fra Fiskeridirektoratets 2014-kartlegging oppfylte 1 748 av totalt 5 134 aktive fartøy kravene for å inkluderes i populasjonen, hvor av 371 fartøy ble kontaktet for informasjon og andre opplysninger om driften av fiskefartøyet. Oversikt over populasjon og utvalgsstørrelse finnes i appendix .4. Denne informasjonen ble videre brukt til å lage detaljert gjennomsnittsdata for hver eneste fartøygruppe.

Den norske fiskeflåten deles inn i 13 fartøygrupper, avhengig av fartøytype, størrelse og geografisk tilstedeværelse. De ulike fartøygruppene definisjoner er oppsummert i tabell 1 i appendix .2.

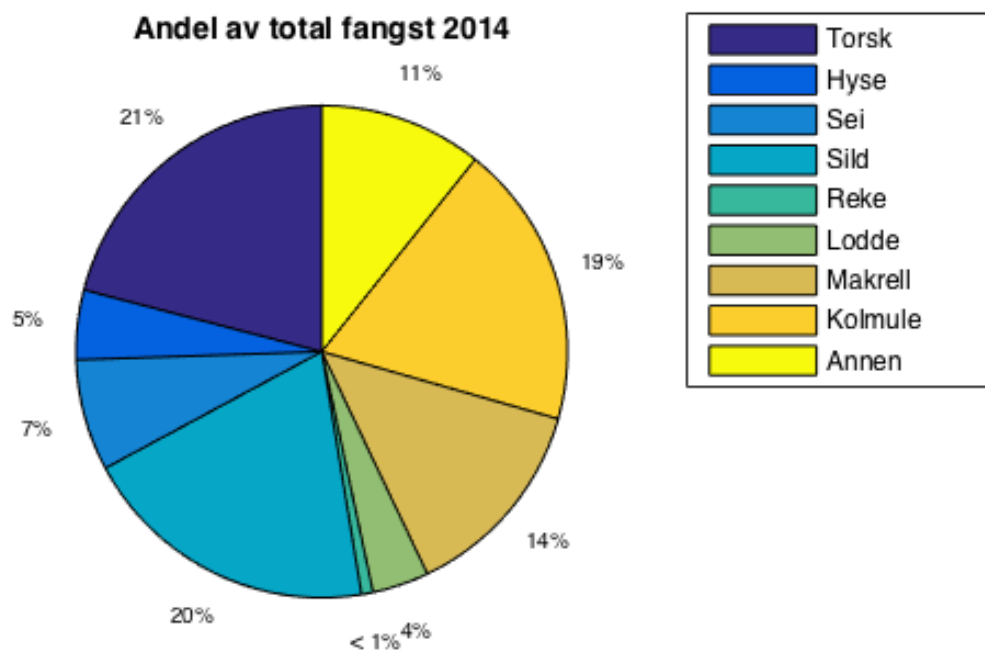
Jeg bruker lønnsomhetsundersøkelsen til å hente ut viktige data som driftsinntekter og -kostnader, finansposter, eiendeler og diverse fartøyparametre. Behandlingen av datagrunnlaget følger fremgangsmåten i Grimsrud et al. (2015). De viktigste informasjonsvariablene brukt i programmeringen vil presenteres i dette underkapittelet. Årsaken til at dette er inkludert i hovedteksten og ikke i appendix kommer av at gjennomgangen tilfører interessant og nyttig informasjon om den norske fiskeflåten. Gjennomgangen av datagrunnlaget kan utelates uten tap av forståelse for resultatene.

⁷I medhold til forskrift nr. 547 av 26.05.2015 om plikt til å gi opplysninger om drift av fiske- og fangstfartøy §3, plikter fartøyeier eller bruker av fiskefartøy når fiskeridirektoratet bestemmer det å sende inn regnskapsopplysninger og andre opplysninger om fartøyets drift (Fiskeridirektoratet 2015b).

⁸ I 2014 var kravet til fangstinntekt følgende: 0-9,9 meter: 418 000 NOK, 10-10,9 meter: 696 000 NOK, 11-14,9 meter: 1 046 000, 15 meter og over: 2 090 000.

Totalt fangstvolum

I løpet av 2014 registrerte den norske fiskeflåten fangst tilsvarende 1 964,64 tonn. Figur 3.2 viser fiskeflåtens fangstdistribusjonen av fiskeslag for 2014. Nær 90 % av total fangst var av torsk, hyse, sei, sild, reke, lodde, makrell og kolmule. Til sammenligning inkluderer lønnsomhetsundersøkelsen fangstinformasjon om totalt 27 ulike fiskeslag. For å begrense modellens størrelse valgte jeg ut de åtte viktigste fiskeslagene ved utregning av optimal ressursrente.



Figur 3.2: Fangstdistribusjon fordelt på fiskeslag, total fangst 2014

Aktører i fiskeflåten

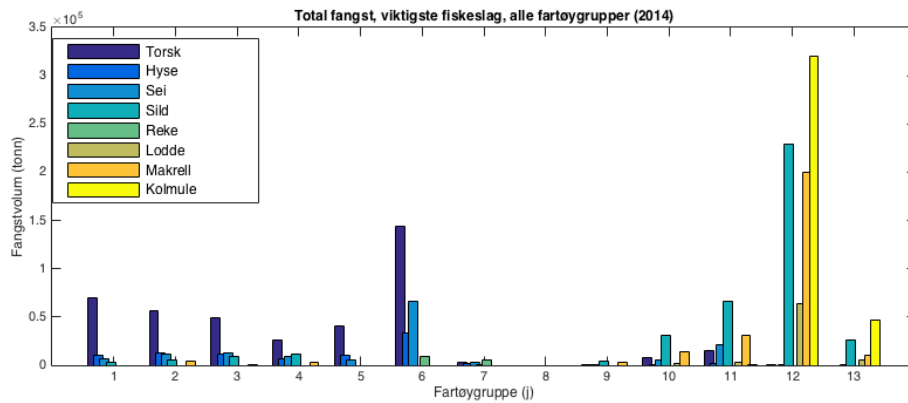
Den norske fiskeflåten er inndelt i 13 forskjellige fartøygrupper, der 12 per dags dato er aktive. Tabell 3.1 gir en oversikt over antall aktive fiskebåter og sysselsetting i hver fartøygruppe.

Fartøygr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
\bar{N}_j	863	297	116	31	21	40	126	0	48	66	50	73	17
Sysselset.	1295	802	684	409	575	1548	328	0	82	337	415	1051	160

Tabell 3.1: Antall fartøy i populasjonen, alle fartøygrupper

En av modellens handlingsvariable er å bestemme hvor mange aktive fiskebåter det skal være i hver eneste fartøygruppe. Fra beskrankning (3.8) kan ikke N_j være større enn \bar{N}_j . \bar{N}_j vil i min modell settes lik det faktiske nivået av antall fiskebåter i hver fartøygruppe, slik at $863 \geq N_{j=1} \geq 0$. Dette gjør at fiskeflåtens størrelse ikke kan økes under utregning av optimal ressursrente.

Antall sysselsatte i hver fartøygruppe er hentet fra fiskeridirektoratets tidsserie av arbeidsinnsats og sysselsetting for fiskeflåten (Fiskeridirektoratet 2015a).



Figur 3.3: Fangstdistribusjon mellom fartøygruppene, utvalgte fiskeslag, 2014

Figur 3.3 viser fangstdistribusjonen av de utvalgte fiskeslagene mellom fartøygruppene.

Pris

Tabell 3.2 viser hver fartøygruppes mottatte gjennomsnittspris for solgte fiskeslag.

Hvis en fartøygruppe ikke bedrev fangst av et fiskeslag, settes prisen lik null.

Lønnsomhetsundersøkelsen inkluderer mottatt pris på samtlige fiskeslag en fartøygruppe fanger, deriblant pris fartøygruppen mottok på bifangst og lignende. For eksempel fanget fartøygruppe 12 (ringnotsnurpere) 657 tonn torsk og mottok en gjennomsnittspris lik 6,10 NOK per kg. Ringnotsnurpere har i utgangspunktet ikke redskapene til å fange torsk og dermed blir det unaturlig at fartøygruppen kan fange store mengder av den. Regelen om kvotebindinger forhindrer at en optimal løsning allokere et stort fangstvolum av torsk til denne fartøygruppen.

Fartøygr.	Torsk	Hyse	Sei	Sild	Reke	Lodde	Makrell	Kolmule
1	8,10	8,98	4,71	0	0	0	0	0
2	8,48	10,28	7,17	4,86	0	0	5,60	0
3	8,47	8,87	7,30	5,01	0	0	5,27	0
4	9,98	13,22	7,70	5,07	0	0	6,93	0
5	13,46	20,00	10,59	0	0	0	0	0
6	11,98	16,13	10,17	0	23,95	0	0	0
7	11,98	13,81	9,69	4,06	48,43	0	0	0
9	7,63	7,40	4,98	4,36	0	0	7,06	0
10	7,83	6,03	4,89	4,83	84,89	1,86	6,28	0
11	7,85	6,96	4,85	0	0	1,77	6,87	1,28
12	6,10	0	4,34	4,65	0	1,86	7,12	1,45
13	0	0	7,55	4,75	0	1,78	6,98	1,46

Tabell 3.2: Mottatt pris per kg, alle fartøygrupper, NOK

Variable kostnader

Variable kostnader er kortsiktige kostnader som påløpes ved endring av produksjon. En fiskebåts variable kostnader vil dermed vise kostnadene direkte forbundet med fangst av fiskeslaget. For å konstruere et mål på variable kostnader bruker jeg driftskostnadsinformasjonen til hver fartøygruppe. Driftskostnader viser alle kostnader forbundet med drift. I og med at de variable kostnadene kun viser kostnader forbundet med fangst, trekker jeg ut kostnader som ikke direkte endres ved produksjonsnivå.

Variable kostnader per kg for hver fartøygruppe: Totale driftskostnader fratrukket avskrivninger på fiskebåt og -lisenser samt forsikringskostnader for fiskebåt. Denne summen deles videre på total fangst (kg) til den gjeldende fartøygruppen for å finne de gjennomsnittlige variable kostnadene per kg fangst. De variable kostnadene (gjennomsnitt per kg) til hver fartøygruppe er oppsummert i tabell 3.3.

j :	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13
VC_j :	9,40	7,80	6,91	6,67	11,34	9,19	20,88	5,77	3,996	4,13	2,48	1,84

Tabell 3.3: Variable kostnader, gjennomsnitt per kg, NOK

Faste kostnader

Faste kostnader er kostnader som ikke er direkte avhengig av produksjonsnivået og som må betales uansett på kort sikt. En aktør vil av den grunn ikke ta hensyn til de faste kostnadene på kort sikt når produksjonsnivå bestemmes. På lengre sikt derimot, vil aktører ta hensyn til de faste kostnadene. De faste kostnadene vil i modellen være knyttet til hver enkelt fiskebåt.

Faste kostnader (gjennomsnitt per fiskebåt): totalsummen av avskrivninger på lisens og fiskebåt, forsikringskostnader og alternativavkastningen på fiskebåt.

De faste kostnadene til hver fartøygruppe er oppført i tabell 3.4. Avkastningskravet til anvendt kapital setter jeg lik 5 %, men jeg bruker også avkastningskrav lik 1 % og 10 %. Jeg bruker tre forskjellige avkastningskrav av to forskjellige grunner. Først og fremst mener jeg at det er en nytteverdi i seg selv å studere hvordan resursrenten påvirkes av ulike avkastningskrav. For det andre tilfører det analysen

et nivå av sensitivtetsanalyse. Hvis endringen i avkastningskrav får ekstreme og unaturlige utfall, er det antakeligvis noe i veien med programmeringen.

Fartøygr. (j)	Kapitalverdi	Forsikring	Avskrivninger	Faste kostnader
1	802 931	26 870	101 032	168 048
2	2 749 574	78 759	202 855	420 093
3	5 819 428	143 216	483 649	917 836
4	32 728 503	321 136	1 835 503	3 793 065
5	42 963 674	598 958	2 684 297	5 431 438
6	109 372 982	817 351	7 197 351	13 483 351
7	3 722 734	81 217	290 825	558 179
9	860 943	19 851	59 756	122 654
10	9 036 629	197 936	533 561	1 183 329
11	39 202 742	379 318	2 101 651	4 441 106
12	91 405 151	582 419	4 808 376	9 961 053
13	50 726 763	395 823	3 123 908	6 056 069

Tabell 3.4: Gjennomsnittlige faste kostnader per fartøy, NOK, avkastningskrav lik 5 %

Kapasitet

Kapasiteten til en fiskebåt viser hvor stort fangstvolum en enkelt fiskebåt maksimalt kan fange i løpet av et år. Som forklart tidligere krever kapasitetsbeksrankningen at total fangst for en fartøygruppe ikke kan overstige fartøygruppens totale kapasitet. For å danne et kapasitetsmål til hver enkelt fartøygruppe foretar jeg en forenkling. Jeg setter gjennomsnittlig kapasitet i en fartøygruppe lik fartøygruppens faktiske fangst delt på antall aktive fiskebåter.

Fartøygr. (j)	Realisert kap. (KAP_j)	Antall driftsdøgn
1	120	165
2	335	190
3	806	183
4	1 910	227
5	3 664	322
6	6 991	295
7	136	243
9	195	125
10	952	100
11	2 859	150
12	11 752	177
13	9 536	172

Tabell 3.5: Gjennomsnittlig kapasitet per fiskebåt, målt i tonn

I Steinshamn (2005) og Grimsrud et al. (2015) utvides fartøygruppens kapasitet til å også gjelde potensiell kapasitet. Dette gjøres ved å multiplisere faktisk normert kapasitet (faktisk kapasitet delt på antall faktiske driftsdøgn) med antall potensielle driftsdøgn (som settes til 330). For å ta hensyn til biologiske og teknologiske begrensninger, skaleres dette nivået med en faktor mellom 0 og 1. For eksempel skaleres potensiell kapasitet ved fangst av torsk for fartøygruppe 1 med en faktor lik $2/3$, slik at antall potensielle driftsdøgn for torskefangst blir lik $2/3 \cdot 330 = 200$ driftsdøgn.

Bruk av potensiell kapasitet ble fjernet i min analyse av to grunner. Først og fremst viste det seg problematisk å finne korrekte fiskeslagfaktorer til alle fartøygrupper. Korrekte fiskeslagfaktorer krever detaljert oversikt av hver fartøygruppes fangst-distribusjon og hvor lenge sesongen til hvert fiskeslag for hver fartøygruppe varer. For det andre ønsket jeg å holde fiskeflåten faktiske kapasitet konstant, slik at jeg lettere isolert sett kunne studere potensiell overkapasitet. Siden jeg ikke bruker potensiell kapasitet må det nødvendigvis være en differanse mellom mine resulta-

ter og resultatene i Steinshamn (2005) og Grimsrud et al. (2015). Dette diskuteres videre i 3.5.2.

Totalkvote

Totalkvote, TAC_i , for hvert fiskeslag beregnes ved hjelp av faktiske fangstdata. Denne beregningen gjøres under antakelse av at faktisk fangstvolum i 2014 var fiskesflåtens maksimalt tillatte fangstvolum. Jeg bruker en totalkvote for hvert fiskeslag da dette åpner muligheten til å overføre fangst fra en fartøygruppe til en annen ved beregning av optimal ressursrente. Svakheten ved å sette en totalkvote på hvert fiskeslag og ikke en totalkvote på hver fartøygruppe, er at en potensiell fangstoverføring mellom fartøygrupper kan være uoppnåelig i form av geografisk betinget tilstedeværelse eller bruk av forskjellig redskaper.

i :	Torsk	Hyse	Sei	Sild	Reke	Lodde	Makrell	Kolmule
TAC_i :	411 846	89 740	143 825	387 775	14 977	73 128	265 639	366 821

Tabell 3.6: Totalkvote (TAC_i) 2014 (målt i tonn)

3.4 Resultater

Etter å ha trukket ut all nødvendig informasjon fra lønnsomhetsundersøkelsen og formulert denne til forklaringsvariable, vil jeg bruke modellen fra delkapittel 3.2 til å undersøke realisert og optimal ressursrente for den norske fiskeflåten. Jeg vil presentere resultatene mine i dette delkapittelet, før de videre diskuteres grundigere i delkapittel 3.5.

Resultater som baserer seg på basismodellen med kun hovedbeskrankningene (3.6-3.9) er notert som *uten kvotebindinger*, mens resultater som baseres på kvotebindingene fra 3.2.1 er notert som *med kvotebindinger*.

Realisert ressursrente for fiskeflåten finner jeg ved å sette inn de faktiske verdiene for 2014 inn i modelloppsettet, dog med verdier for alle fiskeslag (slik forklart i 3.2.2). Ved å gjøre dette vil en også kunne studere hvordan ressursrenten er distribuert mellom fartøygruppene i fiskeflåten. For å finne optimal ressursrente, og dermed optimal kapasitetsutnyttelse i fiskeflåten, bestemmer programmeringen de optimale verdiene til valgvariablene, gitt at betingelsesettet er oppfylt. Videre bruker jeg resultatene fra programmeringen til å undersøke hvordan den optimale ressursrenten blir distribuert mellom fartøygruppene i fiskeflåten.

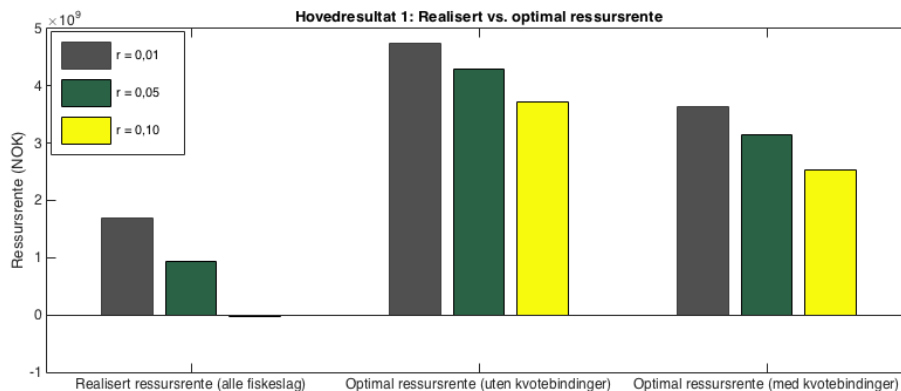
Jeg har valgt å dele resultatene mine inn i to ulike hovedresultat. Det første hovedresultatet tar for seg differansen mellom realisert og optimal ressursrente, mens det andre hovedresultatet tar for seg kapasitetsreduksjonen i fiskeflåten ved optimal ressursrente.

3.4.1 Hovedresultat 1: Realisert og optimal ressursrente

Jeg finner at fiskeflåtens realiserte ressursrente i 2014 var betydelig lavere enn det min kalkyle av optimal ressursrente tilsier. Differansen avhenger i stor grad av hvilke forutsetninger som legges til grunn for volumoverføringer mellom fartøygruppene.

- Jeg finner at realisert ressursrente for den norske fiskeflåten i 2014 var 1,7 milliarder NOK, 0,93 milliarder NOK og -0,02 milliarder NOK for hhv. avkastningskrav lik 1 %, 5 % og 10 %.
- Jeg finner at optimal ressursrente (*uten kvotebindinger*) for den norske fiskeflåten i 2014 var 4,75 milliarder NOK, 4,3 milliarder NOK og 3,72 milliarder NOK for hhv. avkastningskrav lik 1 %, 5 % og 10 %.
- Jeg finner at optimal ressursrente (*med kvotebindinger*) for den norske fiskeflåten i 2014 var 3,63 milliarder NOK, 3,14 milliarder NOK og 2,52 milliarder NOK for hhv. avkastningskrav lik 1 %, 5 % og 10 %.

Hovedresultat 1 er videre illustrert i figur 3.4. Her kan en se at det er en betydelig differanse mellom realisert og optimal ressursrente, under ulike avkastningskrav og sidebeskrankninger. Differansen mellom realisert og optimal ressursrente (*uten kvotebindinger* og 5 % avkastningskrav) er på ca. 3,37 mrd. NOK. Tilsvarende er differansen mellom realisert og optimal ressursrente (*med kvotebindinger* og 5 % avkastningskrav) på ca. 2,21 mrd. NOK.



Figur 3.4: **Hovedresultat 1:** realisert vs. optimal ressursrente

Ved beregning av realisert ressursrente finner jeg følgende inntekts- og kostnadsdistribusjon mellom de ulike fartøygruppene (ved bruk av avkastningskrav lik 5 %):

Fartøygr.	Netto fangstinntekter	Faste kostnader	Ressursrente
1	90 050 165	145 025 401	-54 975 236
2	121 299 758	124 767 481	-3 467 723
3	114 360 520	106 468 943	7 891 577
4	135 544 001	117 585 005	17 958 996
5	238 307 676	114 060 204	124 247 472
6	973 974 249	539 334 025	434 640 224
7	58 926 406	70 330 528	-11 404 122
9	263 506	5 887 386	-5 623 880
10	97 502 594	78 099 732	19 402 862
11	207 167 376	222 055 286	-14 887 910
12	1 121 796 255	727 156 843	394 639 412
13	127 327 526	102 953 179	24 374 347
Sum:			932 796 018

Tabell 3.7: Inntekts- og kostnadsdist. - realiserte verdier, alle fiskeslag, avkastningskrav lik 5 %

I tabell 3.7 kan man se at fartøygruppene som inneholder konvensjonelle kystfiskefartøy under 15 meter (fartøygruppe 1 og 2) ikke er lønnsomme ved bruk av gjennomsnittsverdier og vil redusere størrelsen på den totale ressursrenten. Tilsvarende opplever fartøygruppe 7 (kystreketrålere), 9 (kystnotfartøy under 11 meter) og 11 (kystnotfartøy inkl. ringnotsnurpere u/konsesjon) negativ ressursrente. Til motsetning kan en se at fartøygruppene som inneholder torsketrålere og ringnotsnurpere (hhv. fartøygruppe 6 og 12) bidrar mest til en positiv realisert ressursrente i 2014.

Fartøygr.	Netto fangstinntekter	Faste kostnader	Ressursrente
1			
2			
3			
4	196 189 721	117 585 005	78 604 716
5	666 677 467	114 060 204	552 617 263
6	781 402 991	429 075 143	352 327 848
7	167 072 453	24 917 031	142 155 422
9	801 502	271 503	529 999
10	30 032 469	9 739 154	20 293 315
11	532 339 886	222 055 286	310 284 600
12	1 729 921 503	418 668 064	1 311 253 439
13	475 449 986	102 953 179	372 496 808
Sum:			3 140 563 411

Tabell 3.8: Inntekts- og kostnadsdist. - optimal ressursrente (med kvotebindinger), avkastningskrav lik 5 %

Tabell 3.8 viser inntekts- og kostnadsdistribusjonen under den optimale løsningen (med kvotebindinger). Fartøygruppe 12 (Ringnotsnurpere) bidrar mest til fiskeflåtens optimale ressursrente og har en samlet ressursrente tilsvarende ca. 1,3 milliarder NOK. Ved å sammenligne tabell 3.8 med tabell 3.7 kan en trekke ut flere interessante resultater. Til eksempel går fartøygruppe 5 (konvensjonelle havfiskefartøy) fra å ha en realisert ressursrente på 124,25 millioner til en optimal ressursrente tilsvarende 552,6 millioner NOK, nær en femdobling. Dette ble mulig ved å overføre kvotevolum av hyse fra fartøygruppe 1, 2, 3, 4 og 6 til fartøygruppe 5, da fartøygruppe 5 hadde gode forutsetninger til å oppnå profitabel fangst av hyse⁹. Videre opplevde fartøy gruppe 13 (pelagiske trålere) en økning i ressursrente fra 24,4 millioner NOK til 372,5 millioner NOK, vesentlig mer enn en tidobling.

⁹ Siden fartøygruppe 5 hadde en faktisk fangst på mer enn 10 000 tonn hyse i 2014, antas det i min kalkyle at fartøygruppen kan håndtere et større fangstvolum (jf. kvotebindinger underkap. 3.2.1).

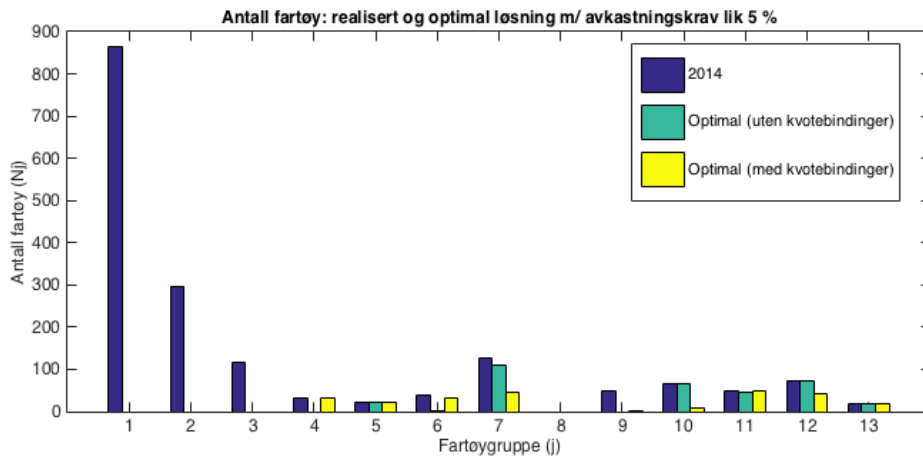
Dette kan fremstå som en noe ekstrem lønnsomhetsendring, hvilket trenger en videre forklaring. I figur 3.3 kunne en observere at fartøygruppe 13 sin fangst av de åtte utvalgte fiskeslagene primært bestod av sild og kolmule¹⁰. Som et resultat av relativt gode forutsetninger for sildefangst og lave variable kostnader, overfører programmeringen fangstvolum av sild fra andre fartøygrupper til fartøygruppe 13. Dette gjør at de pelagiske trålerene kan fange mer sild, som de til gjengjeld mottar en høyere pris for enn f.eks. kolmule som de kun mottok en gjennomsnittspris lik 1,46 NOK per kg.

¹⁰ I Lønnsomhetsundersøkelsen 2014 stod også fartøygruppe 13 oppført med fangst av “tobis og annen sild” tilsvarende 45 195 tonn. Siden total fangst av tobis kun utgjorde en liten del av fiskeflåten totalfangst, ble dette ikke tatt med i analysen. Implikasjonen av dette var fartøygruppe 13 hadde mye ledig kapasitet under utregning av optimal ressursrente.

3.4.2 Hovedresultat 2: Kapasitetsreduksjon i fiskeflåten

Som presentert i tabell 3.7 var flere fartøygrupper i 2014 ulønnsomme ved bruk av gjennomsnittsdata. Fartøygruppen med størst underskudd var fartøygruppe 1 (konvensjonelle kystfiskefartøy under 11 m.), da fartøygruppens totale kostnader ikke forsvarte det faktiske fangstnivået. Kalkylen av optimal ressursrente vil ta hensyn til dette i form av å redusere aktivitetsnivået til de ulønnsomme fartøygruppene, med mindre fartøygruppens kapasitet kan utnyttes på en mer lønnsom måte.

Ved utregning av fiskeflåtens optimale ressursrente finner jeg at flåten som helhet må inneholde færre fiskebåter samtidig som noen fartøygrupper må legges ned. Jeg vil i denne seksjonen kort presentere kapasitetsreduksjonens omfang. Presentasjonen vil i første omgang handle om fartøygruppene som nedlegges, før jeg vil gå nærmere inn på fartøy- og sysselsettingreduksjonen i flåten som helhet.



Figur 3.5: **Hovedresultat 2a:** Fartøyreduksjon i fiskeflåten

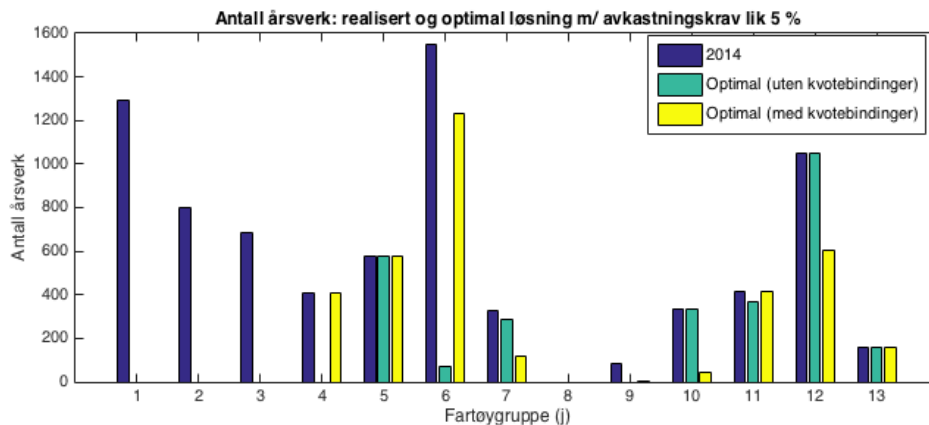
Figur 3.5 viser antall fartøy i hver fartøygruppe under realisert og optimal ressursrente. Fra figuren kan en se at det er flere fartøygrupper som legges ned ved optimal ressursrente. Hvor mange fartøygrupper som fjernes avhenger av hvilke forutsetninger som gjøres på kvotebindinger. Ved optimal ressursrente (*uten kvotebindinger*) må fartøygruppene som inneholder konvensjonelle kystfiskefartøy

(fartøygruppe 1, 2, 3, og 4) og kystnotfartøy under 11 meter (fartøygruppe 9) fjernes. Tilsvarende krever optimal ressursrente (*med kvotebindinger*) at fartøygruppene som inneholder konvensjonelle kystfiskefartøy under 21 meter (fartøygruppe 1, 2 og 3) må fjernes. Fartøygruppen som inneholder kystnotfartøy under 11 meter (fartøygruppe 9) blir derimot kun kraftig redusert.

Grunnen til at flere fartøygrupper legges ned i optimal løsning kommer av at programmeringen ikke finner alternativ lønnsom utnyttelse av fartøygruppens tilgjengelig kapasitet, gitt kostnadsstruktur, kvotebindinger og mottatt pris på fiskeslag. Størrelsen på ressursrenten økes blant annet ved å overføre fangstvolum fra de ulønnsomme fartøygruppene til mer lønnsomme fartøygrupper der det er mulig.

Det er kun et fåtall fartøygrupper som holdes uendret i optimal løsning. I tilfellet *uten kvotebindinger* holdes fartøygruppe 5, 10, 12 og 13 konstant, mens i tilfellet *med kvotebindinger* holdes fartøygruppe 4, 5, 11 og 13 konstant. Ueberørte fartøygrupper under optimal løsning indikerer at fartøygruppene opptrer effektivt og lønnsomt.

Fartøyreduksjon vil naturligvis ha ringvirkninger for optimal mengde årsverk i flåten. I figur 3.6 kan en se sammenligningen av antall faktiske årsverk sammen med optimal antall årsverk med og uten kvotebindinger.



Figur 3.6: **Hovedresultat 2b:** Årsverksreduksjon i fiskeflåten

Lønnsomhetsundersøkelsen opplyser at det var 7685 årsverk sysselsatt i fiskeflåten i 2014. Ved optimal ressursrente (*uten kvotebindinger*) blir antall årsverk redusert til 2847, mens ved optimal ressursrente (*med kvotebindinger*) blir antall årsverk redusert til 3558. Majoriteten av årsverkreduksjonen kommer av nedleggelsen av de ulønnsomme fartøygruppene. Fullstendig numerisk oversikt over fartøy- og årsverksreduksjon finnes i tabell 6 i appendix .7.

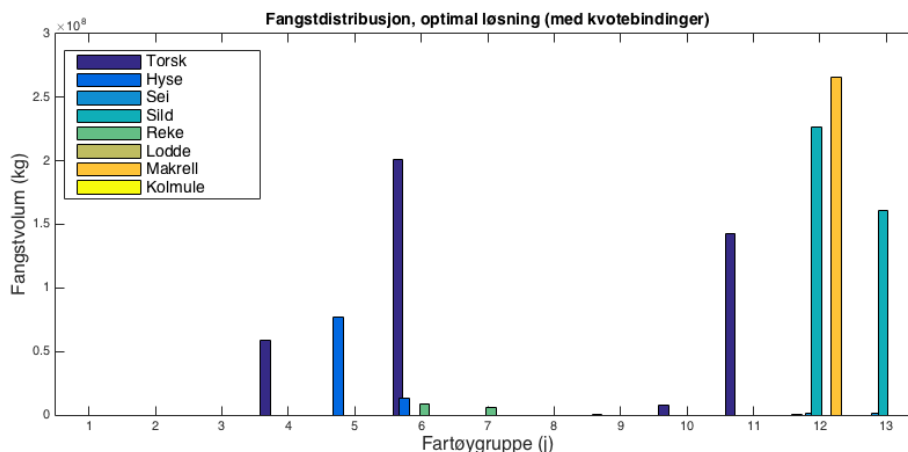
3.5 Diskusjon

I dette delkapittelet vil jeg foreta en diskusjon av hovedresultatene mine fra 3.4. I første omgang vil jeg i 3.5.1 diskutere hovedresultatenes implikasjoner, før jeg senere vil sammenligne resultatene mine med eksisterende forskning i delkapittel 3.5.2. Videre vil jeg i 3.5.3 drøfte faktorer som påvirker modellens og resultatenes troverdighet før jeg til slutt vil diskutere resultatenes bruksområde i 3.5.4.

3.5.1 Resultatenes implikasjoner

Fra resultatdelen i kapittelet viste jeg at mitt mål på realisert ressursrente for den norske fiskeflåten i 2014 varierte fra 1,7 milliarder NOK til -0,02 milliarder NOK avhengig av hvilket avkastningskrav benyttet. Til sammenligning fant jeg at optimal ressursrente varierte fra fra 4,75 milliarder NOK til 3,72 milliarder NOK (*uten kvotebindinger*) og fra 3,63 milliarder NOK til 2,52 milliarder NOK (*med kvotebindinger*) avhengig av hvilket avkastningskrav som ble benyttet. Differansen mellom målt realisert og optimal ressursrente indikerer at det forekom ineffektivitet i fiskeflåten i 2014. Ved å omfordele fangstvolum fra en fartøygruppe til en annen, og i prosessen legge ned ineffektive fartøygrupper, var det mulig å oppnå vesentlig større ressursrente. Differansen mellom realisert og optimal ressursrente kan, som påpekt i Grimsrud et al. (2015), være et kostnadsmål ved datidens forvaltningsregime. Ved å omfordele fangstvolum innad i fartøygruppen var det mulig å oppnå en gevinst tilsvarende 3,37 milliarder nok (*uten kvotebindinger*) og 2,2 milliarder NOK (*med kvotebindinger*) gitt avkastningskrav lik 5 %.

Figur 3.7 viser fangstdistribusjonen mellom fartøygruppene som gir optimal ressursrente. Ved å sammenligne figur 3.7 med figur 3.3 kan en observere at det har skjedd store forandringer i fangstdistribusjonen av de utvalgte fiskeslagene. Den klare forandringen er først og fremst at fartøygruppene blir mer spesialiserte, slik at lønnsomme fartøygrupper i større grad kun fanger ett fiskeslag.



Figur 3.7: Fangstdistribusjon, optimal løsning (med kvotebindinger)

Overføring av fangstvolum mellom fartøygruppene gjør at mer lønnsomme fartøygrupper kan fange mer av et fiskeslag, gitt at kapasitetbeskrænkningen er oppfylt. Til eksempel ble fangstvolumet av makrell fra fartøygruppe 9, 10, 11 og 13 overført til fartøygruppe 12 da denne viste seg å være mer lønnsom til fangst av makrell. Til sammenligning mottok fartøygruppe 12 en makrellpris lik 7,12 NOK per kg, mens fartøygruppe 9, 10, 11 og 13 mottok makrellpris hhv. lik 7,06, 6,28, 6,87 og 6,98. Tabell 3.3 viste dessuten at fartøygruppe 12 hadde svært lave variable kostnader, slik at gevinsten ved makrellfangst ble desto større. For å muliggjøre fartøygruppe 12 sitt økte makrellvolum, måtte gruppens fangst av kolmule og lodde opphøre. Siden fartøygruppe 12 mottok et større makrellvolum, muliggjorde dette at fartøygruppe 10 og 12 kunne bruke ledig kapasitet på torsk.

Fra figur 3.3 kan en se at fartøygruppe 10, 11, 12 og 13 bedrev fangst av lodde mens fartøygruppe 12 og 13 bedrev fangst av kolmule. I den optimale løsningen brukes den tilgjengelige kapasiteten i de nevnte fartøygruppene på fangst av mer lønnsomme fiskeslag, da mottatt gjennomsnittspris på kolmule og lodde (jf. tabell 3.2) var svært lav. Optimal løsning krever, gitt konstante priser og gjennomsnittlige variable kostnader, at fangst av kolmule og lodde opphører. Fangst av lodde og kolmule sto for mer enn 20 % av fiskeflåtens totale fangstvolum i 2014, noe som gjør det desto mer overraskende at fiskeslagene blir fjernet i optimal løsning. Dette henger nøye sammen med bruken av konstante priser og gjennomsnittlige variable

kostnader, noe som diskuteres i 3.5.3.

I hovedresultat 2a og 2b viste jeg at enkelte fartøygrupper under optimal løsning måtte fjernes og antall fiskebåter måtte reduseres. Dette gjaldt i første rekke fartøygruppene som inneholder konvensjonelle kystfiskefartøy, da faktiske data viste at disse fartøygruppene var de minst lønnsomme. I Stortingsmelding nr 21 (2007) - "Strukturpolitikk for fiskeflåten" påpekes det at det ble foretatt en omfattende strukturtilpasning i enkelte fartøygrupper, slik at gruppekvoten fordeles på et lite antall fartøy. Konsekvensen av dette var at ressursrentens tilstedeværelse i disse fartøygruppene ville gjøre lønnsomheten høy. Tilsvarende vil gruppekvoten i fartøygrupper som ikke har gjennomgått tilsvarende strukturtilpasning (for eksempel fartøygruppe 1) bli fordelt på et stort antall fartøy, slik at det enkelte fartøys kvotegrunnlag ble for lite til at ressursrenten kunne realiseres som høy lønnsomhet (*Strukturpolitikk for fiskeflåten - St.meld. nr. 21 2007*). Dette kan forklare hvorfor lønnsomheten i fartøygruppene med konvensjonelle kystfiskefartøy under 15 meter var så lav sammenlignet med de lønnsomme fartøygruppene.

3.5.2 Sammenligning med eksisterende forskning

Hovedresultatene mine viser samme tendens som resultatene i Steinshamn (2005) og Grimsrud et al. (2015). Det er mest nærliggende å sammenligne resultatene mine med resultatene i Grimsrud et al. (2015), da analysen min i stor grad følger lik fremgangsmåte, enten det er snakk om beregning av datagrunnlag eller modellspesifisering. I tillegg er tidsperspektivet mer sammenlignbart.

Selv om resultatene mine viser lik tendens som de nevnte forskningsarbeidene, varierer størrelsen på funnene. Det kan være forskjellige årsaker til denne variasjonen. Først og fremst baserer min analyse seg på år 2014, mens Grimsrud et al. (2015) fokuserer på 2011. Siden ressursrentens størrelse er avhengig av markedspriser, fangstvolum og tilgjengelig teknologi, vil det være en naturlig forskjell i målt ressursrentestørrelse. Ved å studere fiskeflåtens driftsresultat i tidsperioden

2011-2014 vil en se at driftsresultatet i 2011 var ca. 1,5 milliarder NOK høyere enn i 2014¹¹, som gir en klar indikator på at realisert ressursrente var høyere i 2011 enn i 2014.

Analysen min baseres på tre ulike avkastningskrav på kapitalverdien, mens Grimsrud et al. (2015) benytter avkastningskrav lik 4 % og Steinshamn (2005) bruker avkastningskrav lik 5 %, 7 % og 10 %. Siden størrelsen på fiskeflåtens faste kostnader i stor grad påvirkes av kapitalverdiens avkastningskrav, vil ulike størrelser har stor betydning for målt realisert og optimal ressursrente.

Videre bruker jeg i min analyse fiskeflåtens faktiske kapasitet i 2014, mens Grimsrud et al. (2015) og Steinshamn (2005) brukte et mål på fiskeflåtens potensielle kapasitet. Jeg ga en nærmere forklaring på hvordan potensiell kapasitet ble utregnet i 3.3.2. Forskjellige kapasitetsanvendelser har antakeligvis påvirket beregnet optimal ressursrente. Jeg illustrerer dette med et eksempel: fartøygruppe 1 hadde i 2011 en kapasitet lik 67 tonn per fiskebåt. Ved bruk av potensiell kapasitet, blir dette skalert opp til 127 tonn per fiskebåt. Etter å ha tatt hensyn til biologiske faktorer (fangstbeskrankninger og sesongbeskrankninger) innebærer dette at fartøygruppe 1 i Grimsrud et al. (2015) hadde potensiell kapasitet lik 84,7 tonn per fiskebåt til torskefangst. Der fartøygruppe 1 i 2011 hadde en faktisk totalkapasitet lik 40 761 tonn, vil gruppen ved bruk av potensiell kapasitet ha mulighet til å fange 51 733 tonn torsk. Hvis det hadde vist seg i analysen at fartøygruppe 1 var lønnsom, ville bruken av potensiell kapasitet økt den optimale ressursrenten.

Forskjellen som derimot har hatt størst innvirkning på forskjellig resultatstørrelse kommer av ulike forutsetninger og sidebeskrankninger. Min analyse bestod av to forskjellige simuleringer med ulike sidebeskrankninger. Eksisterende forskning har derimot brukt noe forskjellige sidebeskrankninger og gjennomført flere simuleringer. Tabell 2 i appendix .3 viser forskjellene mellom simuleringene i min analyse og eksisterende forskning og hvilke konsekvenser det har hatt for målet på optimal

¹¹ Oversikt over ulike bedriftsøkonomiske lønnsomhetsparametre i tidsrommet 2011-2014 finnes i appendix .7.

ressursrente. Der kan en se at den optimale ressursrentens i stor grad påvirkes av de underliggende forutsetningene. Fra tabellen kan en også se at Steinshamn (2005) gjennomfører simuleringer ved bruk av effektive fartøygrupper. Som et resultat av utilgjengelig data ble ikke denne analysen gjennomført i Grimsrud et al. (2015) eller i min analyse.

Selv om jeg inkluderer færre fiskeslag i min analyse enn i Grimsrud et al. (2015)¹² har dette kun hatt en liten påvirkning på størrelsesforskjellen. Ved utregning av optimal ressursrente i Grimsrud et al. (2015) vil ingen fartøygrupper bedrive fangst av brosme og kun fartøygruppe 4 vil bedrive fangst av lange. Fartøygruppe 4 sin langefangst er derimot liten, slik at det neppe har hatt stor påvirkning på fiskeflåtens totale ressursrente.

For å oppsummere viser resultatene mine samme tendens som eksisterende forskning, og størrelsesvariasjoner i resultatene synes å ha naturlige årsaker i forhold til modellkonstruksjon og datagrunnlag.

3.5.3 Svakheter og mulige feilkilder

Til tross for at resultatene mine antyder at de forekom ineffektivitet i den norske fiskeflåten i 2014, er det flere faktorer som kan påvirke resultatenes troverdighet. En av hovedgrunnene til dette kommer av datagrunnlagets begrensninger. Selv om lønnsomhetsundersøkelsen tilfører omfattende informasjonsmengde om aktørene i fiskeflåten, viser den kun data i form av gjennomsnittsverdier. Problemet med gjennomsnittsverdier er at alle fiskebåter innad i hver fartøygruppe blir identiske, med lik fangst og kostnadsstruktur. Selv om jeg finner et korrekt mål på realisert og optimal ressursrente ved bruk av gjennomsnittsverdier, er det viktig å understreke at det med stor sannsynlighet eksisterer effektive og mindre effektive fiskebåter i hver fartøygruppe. Derfor vil det antakeligvis være fiskebåter i en ulønnsom fartøygruppe som ikke burde fjernes i en optimal løsning. Videre baseres datagrunnlaget mitt utelukkende på deltakere i fiskeflåten som oppfyller kravene

¹² Grimsrud et al. (2015) inkluderer brosme og lange i sin analyse.

til å inkluderes i lønnsomhetsundersøkelsens populasjon. Dette innebærer at analysen ikke vil være dekkende for hele fiskeflåten, selv om de ekskluderte aktørens bidrag til ressursrenten vil være lav.

Videre kan generaliseringen av fartøygruppens variable kostnader skape et misvisende resultat. Som forklart i seksjon 3.2.2 vedrørende de variable kostnadene, var det kun mulig å konstruere et felles mål på variable kostnader til hver fartøygruppe. Dette er antakeligvis en generalisering som ikke holder mål i virkeligheten, da det neppe påløper samme variable kostnader for sildefangst som ved kolmulefangst. I utgangspunktet var dette tatt hensyn til i originalmodellen i Steinshamn (2005), i form av å tildele verdier til tid/fangst-parameteren $f_{i,j}$. Ved bruk av tid/fangst-parameteren kunne en ta hensyn til hvor lang tid fangst av hvert fiskeslag i en fartøygruppe tok (og dermed hvor kostbart), slik at de variable kostnadene kunne skaleres opp eller ned. Som et resultat av manglende (offentlig) informasjon var det ikke mulig å konstruere slike tid/fangst-parametre og $f_{i,j}$ ble dermed i min analyse og i Grimsrud et al. (2015) normalisert til lik 1.

En tredje begrensning er bruken av konstante priser under kalkylen av optimal ressursrente. Som vist i seksjon 3.2.2 vedrørende priser, kan en i lønnsomhetsundersøkelsen trekke ut mottatt pris på fiskeslag for hver eneste fartøygruppe. Under beregning av optimal ressursrente ble fangstvolum ved flere anledninger overført fra en fartøygruppe til en annen, uten at dette hadde noe påvirkning på mottatt pris. Dette er en forenkling og det er lite sannsynlig at mottatt pris holdes konstant ved endring av fangstvolum. Konstante priser under beregning av optimal ressursrente vil antakeligvis presse opp størrelsen på ressursrenten.

En fjerde begrensning og mulig feilkilde er størrelsen på lønnskostnadene i fartøygruppene som inneholder de minste båtene (fartøygruppe 1 og 9). Ved å dividere antall sysselsatte på antall aktive fiskebåter i fartøygruppene 1 og 9 finner jeg at gjennomsnittlig sysselsatte per båt er hhv. lik 1,5 og 1,7. Dette innebærer at det er få sysselsatte per fiskebåt og vil antakeligvis være preget av at selve fiskebåteierene

regnes som sysselsatt. Utfordringen ved at fiskebåteierene regnes som sysselsatt er at deres kompensasjon ved arbeid ikke oppføres i lønnsomhetsundersøkelsen som lønnskostnader, men som en del av driftsresultatet (Grimsrud et al. 2015). Dette fører til at lønnskostnadene oppført i lønnsomhetsundersøkelsen blir unaturlig lave. For å overkomme dette problemet kunne lønnskostnadene for fartøygruppe 1 og 9 vært verdsatt etter en alternativlønn multiplisert med antall sysselsatte.

Som påpekt i 3.2.2 finner jeg realisert ressursrente ved fangst av samtlige fiskeslag, mens jeg under kalkylen av optimal ressursrente kun benytter meg av de åtte mest fangede fiskeslagene. Siden målene baserer seg på et forskjellig antall fiskeslag, må det nødvendigvis være en differanse. Videre har dette hatt konsekvenser for fartøygruppe 12 sin tilgjengelige kapasitet, da denne fartøygruppen i større grad baserte seg på fangst av et utelatt fiskeslag. En ville fått et mer nøyaktig og korrekt mål på optimal ressursrente hvis alle fiskeslag var inkludert. Antakeligvis ville optimal ressursrente også blitt noe høyere.

En siste, men kanskje den viktigste, faktor som kan påvirke resultatenes troverdighet er bruken av overføringsrestriksjoner mellom fartøygruppene (kvotebindinger). Som tidligere understreket simulerte jeg to versjoner av modellen i 3.2, der den ene kun var basert på hovedbeskrankingene mens den andre benyttet seg av ytterlige sidebeskrankingene. I basismodellen (*uten kvotebindinger*) ble fangstvolum overført fritt mellom fartøygruppene så lenge de aktuelle fartøygruppene hadde registrert fangst av gjeldende fiskeslag i 2014. Jeg argumenterte at dette var urealistisk, da dette ikke tok hensyn til eventuelle redskapsbeskrankingene i fiskeflåten¹³. For å oppnå et mer realistisk resultat introduserte jeg regelen for kvotebindinger, der fartøygrupper som opplevde fangst av fiskeslag på mer enn 10 000 tonn fikk mulighet til å motta fangst/kvote fra andre fartøygrupper i optimal løsning. Dette er ikke en regel som har blitt benyttet i eksisterende litteratur og det hersker usikkerhet hvor vidt denne regelen er realistisk. Dette gjelder spesielt for fartøygruppe

¹³ Det har derimot blitt forsket på bruk av både snurpenot (Midling et al. 2016) og pelagiske trålere (Jørgensen & Valdemarsen 2010) til fangst av hhv. torsk og hyse og torskefisk med til dels positive resultat, slik at en ikke kan utelukke potensiell bruk av slike redskaper til torskefangst.

11 sitt torskevolum i optimal løsning¹⁴. Videre er størrelsen på optimal ressursrente svært avhengig av hvilke forutsetninger som gjøres på overføringsbeskrankingene, noe differansen mellom ressursrente med og uten kvotebindinger indikerer. Dette kan trekke troverdigheten til fremgangsmåten ned, da en liten endring i forutsetningene kan gi et stort utslag på sluttresultatene.

3.5.4 Resultatenes bruksområde

Til tross for optimeringsproblemets svakheter antyder resultatene mine, i likhet med eksisterende forskning, at det forekom ineffektivitet i den norske fiskeflåten. Det er mye som tyder på at en kan oppnå høyere ressursrente i fiskeflåten hvis antall fiskebåter og sysselsetting reduseres samtidig som fangstvolum overføres til mer effektive fartøygrupper. I innledningen av oppgaven nevnte jeg den tredelte målsettingen for den norske fiskeflåten og forklarte at distriktpolitiske hensyn kunne hemme fiskeflåtens lønnsomhet og verdiskapning. Ved å utelukkende fokusere på fiskeflåtens lønnsomhet, fikk jeg ved simulering av modellen (*med kvotebindinger*) en ressursrenteøkning lik 2,2 milliarder NOK. Dette er et interessant resultat, da dette gir en numerisk tilnærming på gevinsten av å kun fokusere på fiskeflåtens lønnsomhet og ikke distriktpolitiske målsettinger.

¹⁴ Fra tabell 4 i appendix .5 hadde fartøygruppe 11 fangst av torsk lik 15 368 tonn. I optimal løsning hadde gruppen et fangstvolum av torsk lik 142 956 tonn (jf. tabell 6 i appendix .5). Det er usikkert om fartøygruppen kan håndtere et slik stort fangstvolum, da dens faktiske fangst i utgangspunktet baseres på sild og makrell.

3.6 Sammendrag og konklusjon

I dette kapitlet har jeg analysert ressursrentenivået og kapasitetsbruken i den norske fiskeflåten. Dette ble gjort ved å danne et mål på realisert ressursrente i fiskeflåten (gitt faktisk fangst, mottatt pris og kapasitetsbruk) for 2014. Videre ble fiskeflåtens realiserede ressursrente sammenlignet med fiskeflåtens teoretisk optimale ressursrente. Fiskeflåtens optimale ressursrente ble kalkulert ved hjelp av to forskjellige versjoner av en lineær programmeringsmodell introdusert i Steinshamm (2005). Den første versjonen av modellen var en standardisert versjon (*uten kvotebindinger*), der det ikke ble tillagt begrensninger på overføring av fangstvolum mellom de ulike fartøygruppene i optimal løsning. I den andre versjonen introduserte jeg kvotebindinger som skulle hindre overføring av urealistisk fangstvolum mellom fartøygruppene i optimal løsning. Datagrunnlaget for både realisert og optimal ressursrente baserte seg på data trukket ut og viderebehandlet fra fiskeflåtens lønnsomhetsundersøkelse.

Ved bruk av LP i Matlab fant jeg at optimal ressursrente varierte fra 4,75 milliarder NOK til 3,72 milliarder NOK (*uten kvotebindinger*) og 3,63 milliarder NOK til 2,52 milliarder NOK (*med kvotebindinger*) avhengig av hvilket avkastningskrav som ble benyttet. Tilsvarende fant jeg at fiskeflåtens faktiske ressursrente i 2014 varierte fra 1,7 milliarder NOK til -0,02 milliarder NOK. Optimal ressursrente i fiskeflåten krevde videre at enkelte fartøygrupper måtte fjernes samtidig som antall fiskebåter drastisk ble redusert. Dette fikk konsekvenser for sysselsettingen i fiskeflåten.

Videre påpekte jeg at resultatene mine viste samme tendens som Steinshamm (2005) og Grimsrud et al. (2015), men at størrelsen på funnene varierte. Det ble lagt frem flere grunner til at størrelsesvariasjonen var forventet, bl.a. bruk av potensiell kapasitet og forskjellige kvoterestriksjoner.

Kapitlet svarte på problemstilling b) ved å diskutere implikasjonene av differansen mellom realisert og optimal ressursrente. Her konkluderte jeg med at diffe-

ransen indikerte at det forekom ineffektivitet i fiskeflåten i 2014. Ved å legge ned ulønnsomme fartøygrupper og ved å overføre fangstvolum mellom fartøygruppene kunne en oppnå en gevinst på over to milliarder NOK.

Til slutt foretok jeg en kritisk diskusjon av faktorer som påvirket resultatenes troverdighet. Bruk av gjennomsnittsverdier, felles variable kostnader og usikre kvotebindinger påvirker resultatenes troverdighet.

Kapittel 4

Avslutning

4.1 Oppsummering og avsluttende kommentarer

I denne masteroppgaven har jeg analysert ressursrente og kapasitetsbruk gjennom to forskjellige innfallsvinkler. I kapittel 2 satte jeg opp en standardisert modell av et fiskeri for å vise en fiskeflåtes utvikling under en konstant totalkvote innen et statisk regime. Denne utviklingen ble illustrert ved hjelp av numeriske simuleringer av to forskjellige scenario. I det første scenarioet der fiskeriet hadde (delvis) åpen tilgang, viste jeg at det kun oppstod en statisk likevekt i tilfellet der all ressursrente var borte. Dette kom som et resultat av at flere og flere fiskebåter ville delta i flåten så lenge det var observerbar ressursrente ved deltakelse. I scenarioet der fiskeriet var preget av at en enkeltaktør (rederiet) fikk tildelt kvoterettighetene, ville det oppstå en likevekt når rederiet hadde funnet flåtesammensettingen som ga totalfangst lik kvotevolumet. Dette gjorde det mulig for rederiet å optimalisere sin ressursrente. Kapitlets konklusjon var at det første scenarioet ville gi en ineffektiv løsning, mens det andre scenarioet ville gi en effektiv løsning.

I kapittel 3 undersøkte jeg realisert og optimal ressursrente i den norske fiskeflåten ved bruk av data for 2014. Jeg fant at det eksisterte en stor differanse mellom realisert og optimal ressursrente, noe som antydte at fiskeflåten opptrådte ineffektivt i 2014. For å oppnå optimal ressursrente måtte kvotevolum overføres fra mindre effektive til mer effektive fartøygrupper. Dette førte til at enkelte fartøygrupper måtte legges ned, noe som igjen påvirket fiskeflåtens sysselsetting.

Det er rimelig å trekke paralleller mellom de to oppgavedelene, da enkelte av resultatene viser lignende tendenser. De minst lønnsomme fartøygruppene i den norske fiskeflåten var fartøygrupper som bestod av mange små fiskebåter (konvensjonelle kystfiskefartøy under 15 meter), mens de mest lønnsomme fartøygruppene var gruppene som bestod av relativt få men store fartøy (trålere og snurpere). Her er det mulig, men med stor forsiktighet, å trekke paralleller til de to scenarioene fra oppgavedel 1. Fartøygruppen som består av konvensjonelle kystfiskefartøy under 11 meter er antakeligvis fartøygruppen som deler flest likhetstrekk med aktørene fra scenario 1 i oppgavedel 1. Grunnen til dette er at denne fartøygruppen inneholdt svært mange fiskebåter, der populasjonen i tillegg har vært økende siden 2011 til tross for lav lønnsomhet. Tilsvarende kan en trekke paralleller mellom de mest lønnsomme fartøygruppene (tråler og snurpere) i den forstand at gruppene viser høy lønnsomhet samtidig som populasjonen har holdt seg relativt stabil. I tillegg eies antakeligvis fartøyene av rederier og ikke av enkeltaktører.

Det er derimot så langt parallellene rekker uten at diskusjonen skal bevege seg mot fiksjon. Grunnen til dette er at modellene bygger på helt forskjellige forutsetninger. Ineffektiviteten i scenario 1 oppstod som et resultat av for mange aktive fiskebåter til et begrenset kvotevolum. I kapittel 3 fant jeg at enkelte fartøygrupper var ulønnsomme, ikke nødvendigvis som et resultat av for mange aktive fiskebåter til et begrenset kvotevolum, men som et resultat av dårligere forutsetninger til å oppnå lønnsom fangst sammenlignet med mer lønnsomme fartøygrupper. En kan derimot ikke utelukke at den lave lønnsomheten oppstod som følge av begrenset kvotevolum. Antakeligvis er det flere faktorer som i kombinasjon ledet til den svake lønnsomheten.

4.2 Videre forskning

Arbeidet med denne masteroppgaven har gitt meg innblikk i en svært interessant næring. Til tider har det vært vanskelig å kun begrense meg til mine nedskrevne problemstillinger, fordi det jevnlig dukket opp nye interessante forskningsspørsmål.

Jeg vil i denne seksjonen presentere tre slike.

- *Foreta restrukturering av fiskeflåten i tråd med optimal ressursrente. Trekke inn andel av optimal ressursrente gjennom beskatning og analysere hvorvidt omfordeling og anvendelse av skatten kan gi ytterligere verdiskapning.*

Optimal ressursrente krevde omfordeling av fangstvolum og nedleggelse av fartøygrupper.

Å legge ned fartøygrupper strider imot målsettingen om å sikre bosetting og arbeidsplasser i kystdistriktene. Dette gjelder spesielt fartøygruppene som inneholder kystfiskefartøy med konvensjonelle redskaper. Antall årsverk i disse gruppene utgjør en stor andel av fiskeflåtens totale sysselsetting. Det ville vært veldig interessant å undersøke muligheten for å oppnå optimal ressursrente samtidig som en opprettholdt målsettingen om bosetting og arbeidsplasser i kystdistriktene. Fremgangsmåten kunne vært å foreta en teoretisk restrukturering av fiskeflåten i tråd med optimal ressursrente, for å så trekke inn en andel av optimal ressursrente gjennom en særegen skatt. Skatteinntektene kunne videre blitt brukt til investering lokalt i kystdistriktene for å sikre bosetting og arbeidsplasser. Hva blir den samfunnsøkonomiske gevinsten ved denne ordningen og hvordan bør skatteregimet utformes?

- *Gjennomføre en undersøkelse av investeringsbeslutninger i deler av fiskeflåten. Hva bestemmer deltakelse og lønnsomhetsforventninger?*

Jeg viste at lønnsomheten i enkelte fartøygrupper i den norske fiskeflåten har vært lav. Dette gjaldt i all hovedsak konvensjonelle kystfiskefartøy under 11 meter (fartøygruppe 1). Grimsrud et al. (2015) fant også tilsvarende resultater i sin analyse med 2011 som fokus. Likevel har fartøygruppens populasjon økt siden 2011. Det ville vært veldig interessant å gjennomføre en undersøkelse av investeringsbeslutninger tatt av deltakende aktører i fartøygruppe 1. Hva bestemte deltakelse og hvilke lønnsomhetsforventninger hadde aktørene til deltakelse?

- *Utvide analysen av optimal ressursrente. Inkludere alle fiskeslag og konstruere effektive fiskebåter i hver fartøygruppe.*

Et siste forslag til videre forskning er å utvide analysen av optimal ressursrente ved å inkludere samtlige fiskeslag og konstruere effektive fiskebåter innad i hver fartøygruppe. Ved å basere optimeringsproblemet på samtlige fiskeslag ville en fått et mer nøyaktig resultat. Selv om modellstørrelsen hadde økt drastisk, ville det uten tvil vært gjennomførbart. Ved å la samtlige fiskebåter i hver fartøygruppe tilsvare den mest effektive (i form av lavest kostnader og best kapasitetsutnyttelse) i fartøygruppen, kunne en funnet optimal ressursrente ved en teoretisk modernisering av fiskeflåten.

Bibliografi

Bjørndal, T. & Conrad, J. M. (1987), 'The dynamics of an open access fishery', *The Canadian Journal of Economics* **20**(1), 75–85.

Deltakerloven (1999), 'Deltakerloven. lov om retten til å delta i fiske og fangst. lov-1999-03-26-15'.

Eide, A. & Flaaten, O. (1998), *Bioeconomic Multispecies Models of the Barents Sea Fisheries*, Physica-Verlag HD, Heidelberg, pp. 141–172.

Fiskeridirektoratet (2012a), 'Lønnsomhetsundersøkelse for fiskeflåten 2011 - rapport', <http://www.fiskeridir.no/fiskeridir/statistikk/fiskeri/loennsomhetsunder>.

Fiskeridirektoratet (2012b), 'Lønnsomhetsundersøkelsen 2012', <http://www.fiskeridir.no/content/download/11624/154735/version/1/file/driftsresultater-fartoygrupper-2012.xlsx>.

Fiskeridirektoratet (2014), 'Lønnsomhetsundersøkelsen for fiskeflåten 2014', <http://www.fiskeridir.no/content/download/14512/203972/version/1/file/driftsresultater-fartoygrupper-2014.xlsx>.

Fiskeridirektoratet (2015a), 'Arbeidsinnsats og sysselsetting, 2009-2014', <http://www.fiskeridir.no/content/download/13020/169296/version/4/file/tidsserie-arbeidsinnsats-sysselsetting.xlsx>.

Fiskeridirektoratet (2015b), 'Om statistikken - lønnsomhet fiskeflåten', <http://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Statistikk-yrkesfiske/Loennsomhet/Om-statistikken-Loennsomhet-fiskeflaaten>.

- Fiskeridirektoratet (2016), 'Lønnsomhetsundersøkelse for fiskeflåten 2014 - rapport', <http://www.fiskeridir.no/fiskeridir/Statistikk/Publikasjoner/Loennsomhettsundersoekelse-for-fiskefartoeoy>.
- Flaaten, O. (2011), *Fisheries Economics and Management*, Ola Flaaten.
- Gordon, H. S. (1954), 'The economic theory of a common-property resource: The fishery', *Journal of Political Economy* **62**(2), 124–142.
- Grimsrud, K., Lindholdt, L. & Greaker, M. (2015), 'Resource rent in norwegian fisheries - trends and policies', *Statistics Norway Research Department - Discussion Papers* (827).
- Havressurslova (2008), 'Havressurslova. lov om forvaltning av viltlevande marine ressurser. lov-2008-06-06-37'.
- Hermansen, Ø., Larsen, T. & Henriksen, E. (2013), Lønnsomhet i fartøygruppen under 11 meter, Technical Report 13/2013, Nofima.
- Holm, P. & Henriksen, E. (2014), Mot en ny samfunnskontrakt - rammevilkår, verdivalg og målkonflikter i sjømatsektoren, Technical report, Norges fiskerihøgskole og Nofima.
- Jørgensen, T. & Valdemarsen, J. W. (2010), 'Pelagisk tråling etter torskefisk', *Havforskningsnytt* (5).
- Jul-Larsen, E., Kolding, J., Overå, R., Nielsen, J. R. & van Zieten, P. A. (2003), Management, co-management or no management?, Technical Paper 426/1, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Midling, K. Ø., Evensen, T. H., Humborstad, O.-B., Olsen, S. H., Svalheim, R. A. & Sæther, B.-S. (2016), Levende hyse og torsk fra snurpenot - muligheter for direkteleveranse, oppforing, seleksjon og redskapstilpasninger, Technical report, Nofima.
- NOU 2014:16 *Utredning av sjømatindustriens rammevilkår* (2014), number 16, Nærings- og fiskeridepartementet.

- Perman, R., Ma, Y., McGilvray, J. & Common, M. (2003), *Natural Resource and Environmental Economics*, 3 edn, Pearson Education Limited, chapter 17, pp. 555–593.
- Sandberg, M. G., Henriksen, K., Aspaas, S., Bull-Berg, H. & Johansen, U. (2014), Verdiskaping og sysselsetting i norsk sjømatnæring - en ringvirkningsanalyse med fokus på 2012, Technical report, Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond.
- Schaefer, M. B. (1954), ‘Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries’, *Inter-American Tropical Tuna Comission Bulletin* **1**(2), 23–56.
- SSB, S. S. (2015), ‘Statistikkbanken. registrerte fiskefartøy med motor, etter lengd (f)’.
- Steinshamn, S. I. (2005), ‘Ressursrenten i norske fiskerier’, *Samfunns- og Næringslivsforskning AS* (5235).
- Strukturpolitikk for fiskeflåten - St.meld. nr. 21* (2007), number St.meld. nr. 21 (2006-2007), Det kongelige fiskeri- og kystdepartement.
- Sydsæther, K. & Hammond, P. (2008), *Essential Mathematics for Economic Analysis*, 3 edn, Pearson Education Limited, chapter 17, pp. 609–630.
- Verdens fremste sjømatnasjon - St.meld. nr. 22* (2012), number St.meld. nr. 22 (2012-2013), Det kongelige fiskeri- og kystdepartement.

Kapittel 5

Appendix

.1 Simulering i Excel

.1.1 Scenario 1: (delvis) åpen tilgang og fullkommen konkurranse

I denne seksjonen vil jeg gi en mer detaljert oversikt over kodingen i Excel-simuleringene. Som vist i modellgjennomgangen ønsker aktører å oppnå profitt ved deltakelse i fiskeriet, under en rekke betingelser (kvotebegrensning, kapasitetsutvikling og bestandsutvikling). Rekken for fangst (alle tidsperioder) er satt opp for å ta hensyn til at følgende må være oppfylt: $q_t \leq Q < X_t$, slik at fangst på tidspunkt t aldri kan overstige enten kvotebegrensningen eller størrelsen på fiskebestanden. Hvis bruken av fiskebåter i teorien fører til et større kvantum enn det kvotebegrensningen tillater, vil dette automatisk bli endret i henhold til kodingen. Investeringsparameteren er kodet til å ta hensyn til den gjeldende kapasitetsinngangen.

Fangstutvikling:

$$q_t = if(q(X_t, K_t) \geq X_t; X_t; if(q(X_t, K_t) \leq \bar{Q}; q(X_t, K_t)))$$

Kapasitetsinngang:

$$I_t = if\left(\frac{\pi_t}{K_t} > 0; 1; if\left(\frac{\pi_t}{K_t} \approx 0; 0; if\left(\frac{\pi_t}{K_t} < 0; -1\right)\right)\right)$$

Kapasitetsutvikling:

$$K_{t+1} = K_t + I_t$$

.1.2 Scenario 2: En aktør med enerett på fiskeriet

Fangstutvikling:

$$q_t = if(q_t \geq X_t; X_t; if(q_t \leq Q; q_t))$$

Kapasitetsinngang:

$$I_t = if(AND(\pi' > 0; q_t < Q; 1; 0))$$

Kapasitetsutvikling:

$$K_{t+1} = K_t + I_t$$

.2 Definisjoner - fartøygrupper

Fartøygruppe:	Definisjon:
1	Konvensjonelle kystfiskefartøy < 11m.
2	Konvensjonelle kystfiskefartøy 11-14.9 m.
3	Konvensjonelle kystfiskefartøy 15-20.9 m.
4	Konvensjonelle kystfiskefartøy \geq 21 m.
5	Konvensjonelle havfiskefartøy.
6	Torsketrålere inkl. trålere i andre bunnfiskerier.
7	Kystreke-trålere.
8	Tidligere grupper for diverse trålere (fjernet i 2012).
9	Kystnotfartøy < 11 m.
10	Kystnotfartøy 11-21.35 m.
11	Kystnotfartøy inkl. ringnotsnurpere u/konsensjon \geq 21.36 m.
12	Ringnotsnurpere.
13	Pelagiske trålere.

Tabell 1: Oversikt fartøygrupper

.3 Sammenligning - forutsetninger

	Forutsetninger:	Ressursrente:
Steinshamn (2005)	Referanseløsning: Ingen overførings- begrensninger, effektive fartøy	6,7-7,4 mrd. NOK
	Faktisk fangstmønster og effektive fartøy	3,1-3,7 mrd. NOK
	Lik referanseløsningen, men med gj.snitt fartøy	4,6-5,4 mrd. NOK
	Faktisk fangstfordeling mellom hav- og kystflåten og gj.snitt fartøy	4,1-4,8 mrd. NOK
	Faktisk fangstfordeling mellom hav- og kystflåten og effektive fartøy	6,2-6,8 mrd. NOK
Grimsrud et al. (2015)	Ingen fangstfordelings- begrensninger og gj.snitts fartøy	6,6 mrd. NOK
	Samme som tidligere, men kan legge til flere båter i hver gruppe	6,7 mrd. NOK
Min analyse	Ingen overførings- begrensninger og gj.snitts fartøy	3,7-4,8 mrd. NOK
	Overførings- begrensninger og gj.snitts fartøy	2,5-3,6 mrd. NOK

Tabell 2: Sammenligning av forutsetninger

.4 Andel populasjon

Fartøygruppe (j):	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13
Populasjon	863	297	116	31	21	40	126	48	66	50	73	17
Utvalg	64	47	36	14	17	34	32	5	12	20	60	8

Tabell 3: Populasjon og utvalg, antall fartøy, alle fartøygrupper

.5 Realisert fangst, utvalgte fiskeslag, 2014

<i>j</i>	Torsk	Hyse	Sei	Sild	Reke	Lodde	Makrell	Kolmule
1	69 389	10 811	6 789	3 016	0	0	0	0
2	56 454	12 471	11 679	5 413	0	0	3 651	0
3	49 356	12 055	12 530	9 600	0	0	1 106	0
4	25 669	6 490	9 702	11 022	0	0	2 766	0
5	40 398	10 249	5 024	0	0	0	0	0
6	143 658	33 004	66 060	0	8 900	0	0	0
7	2 615	1 626	2 475	823	6 065	0	0	0
9	431	35	418	4 038	0	0	3 491	0
10	7 833	760	5 750	31 529	12	1 249	13 511	0
11	15 368	2 239	21 409	66 492	0	2 639	31 095	691
12	657	0	981	229 467	0	64 049	199 580	319 865
13	0	0	1 008	26 375	0	5 191	10 439	46 265
	411 828	89 740	143 825	387 775	14 977	73 128	265 639	366 821

Tabell 4: Realisert fangst målt i tonn, utvalgte fiskeslag,

.6 Fangst, optimal løsning (med kvotebindinger)

j	Torsk	Hyse	Sei	Sild	Reke	Lodde	Makrell	Kolmule
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0
4	59 210	0	0	0	0	0	0	0
5	0	76 940	0	0	0	0	0	0
6	209 759	12 800	0	0	8 900	0	0	0
7	0	0	0	0	6 065	0	0	0
9	431	0	0	0	0	0	0	0
10	7 833	0	0	0	0	0	0	0
11	142 956	0	0	0	0	0	0	0
12	657	0	981	226 677	0	0	265 638	0
13	0	0	1 008	161 908	0	0	0	0
	411 828	89 740	1 989	387 775	14 965	0	265 639	0

Tabell 5: Fangst i optimal løsning (*med kvotebindinger*), tonn, utvalgte fiskeslag

.7 Hovedresultat 2 - Kapasitetsreduksjon

Fartøygr.	Realisert (2014)		Optimal (u/ kvotebinding)		Optimal (m/ kvotebinding)	
	N_j	Årsverk	N_j	Årsverk	N_j	Årsverk
1	863	1295	0	0	0	0
2	297	802	0	0	0	0
3	116	684	0	0	0	0
4	31	409	0	0	31	409
5	21	575	21	575	21	575
6	40	1548	2	71	32	1232
7	126	328	110	287	45	116
9	48	82	0	0	2	4
10	66	337	66	337	8	42
11	50	415	44	366	50	415
12	73	1051	73	1051	42	605
13	17	160	17	160	17	160

Tabell 6: Hovedresultat 2: Kapasitetsreduksjon - antall fiskebåter og årsverk, avkastningskrav lik 5 %, hele tall

.8 Bedriftsøkonomiske lønnsomhetsparametre

	2011	2012	2013	2014
Driftsinntekter	14,9	13	11,8	13,5
Driftskostnader	11,7	11,1	10,5	11,8
Driftsresultat	3,2	1,8	1,3	1,7
Ordinært resultat før skatt	2,3	1,1	0,3	0,6

Tabell 7: Lønnsomhetsindikatorer, målt i mrd. NOK.

.9 Lineær programmering i Matlab

.9.1 Basismodell

```
clear all
close all
% BASISMODELL (uten kvotebindinger)
% Dette matlab-scriptet viser simuleringen av modellen med kun
% hovedbeskrankingene. Resultater som baseres på denne simuleringen
% er
% markert som (uten kvotebindinger).
% Alle forklaringsvariable er hentet ut og viderebehandlet fra
% Lønnsomhetsundersøkelsen 2014 av Fiskeridirektoratet.

% n=antall fartøy i hver fartøygruppe
n1=863
n2=297
n3=116
n4=31
n5=21
n6=40
n7=126
n9=48
n10=66
n11=50
n12=73
n13=17

% Forsikringskostnader til hver fartøygruppe j, gjennomsnittsverdier
forsikring1=26870
forsikring2=78759
forsikring3=143216
forsikring4=321136
forsikring5=598958
forsikring6=817351
forsikring7=81217
forsikring9=19851
forsikring10=197936
forsikring11=379318
forsikring12=582419
forsikring13=395823
kapitalverdi1=802931
kapitalverdi2=2749574
kapitalverdi3=5819428
kapitalverdi4=32728503
kapitalverdi5=42963674
kapitalverdi6=109372982
kapitalverdi7=3722734
kapitalverdi9=860943
kapitalverdi10=9036629
kapitalverdi11=39202742
kapitalverdi12=91405151
kapitalverdi13=50726763

% r:avkastningskrav på kapitalverdien
% Størrelsen på avkastningskravet kan endres, dette vil påvirke
```

```
% de faste kostnadene i simuleringen.
r=0.05
% I analysen min varierer r mellom 1 %, 5 % og 10 %.

% Avskrivninger (notert som depresiering, skal egentlig stå
  avskrivninger)
depresiering1=101032
depresiering2=203855
depresiering3=483649
depresiering4=1835503
depresiering5=2684297
depresiering6=7197351
depresiering7=290825
depresiering9=59756
depresiering10=533561
depresiering11=2101651
depresiering12=4808376
depresiering13=3123908

% pji= pris som fartøygruppe j mottar for fangstsort i (per kg)
p1hyse=8.98
p1kolmule=0
p1lodde=0
p1makrell=0
p1reke=0
p1sei=7.03
p1sild=4.71
p1torsk=8.1
p2hyse=10.28
p2kolmule=0
p2lodde=0
p2makrell=5.6
p2reke=0
p2sei=7.17
p2sild=4.86
p2torsk=8.48
p3hyse=8.87
p3kolmule=0
p3lodde=0
p3makrell=5.27
p3reke=0
p3sei=7.3
p3sild=5.01
p3torsk=8.47
p4hyse=13.22
p4kolmule=0
p4lodde=0
p4makrell=6.93
p4reke=0
p4sei=7.7
p4sild=5.07
p4torsk=9.98
p5hyse=20
p5kolmule=0
```

p5lodde=0
p5makrell=0
p5reke=0
p5sei=10.59
p5sild=0
p5torsk=13.46
p6hyse=16.13
p6kolmule=0
p6lodde=0
p6makrell=0
p6reke=23.95
p6sei=10.17
p6sild=0
p6torsk=11.98
p7hyse=13.81
p7kolmule=0
p7lodde=0
p7makrell=0
p7reke=48.43
p7sei=9.69
p7sild=4.06
p7torsk=11.98
p9hyse=7.4
p9kolmule=0
p9lodde=0
p9makrell=7.06
p9reke=0
p9sei=4.98
p9sild=4.36
p9torsk=7.63
p10hyse=6.03
p10kolmule=0
p10lodde=1.86
p10makrell=6.28
p10reke=0
p10sei=4.89
p10sild=4.83
p10torsk=7.83
p11hyse=6.96
p11kolmule=1.28
p11lodde=1.77
p11makrell=6.87
p11reke=0
p11sei=5.06
p11sild=4.85
p11torsk=7.85
p12hyse=0
p12kolmule=1.45
p12lodde=1.86
p12makrell=7.12
p12reke=0
p12sei=4.34
p12sild=4.65
p12torsk=6.10

```
p13hyse=0
p13kolmule=1.46
p13lodde=1.78
p13makrell=6.98
p13reke=0
p13sei=7.55
p13sild=4.75
p13torsk=0

% Variable kostnader for hver fartøygruppe j (per kg fangst og
% gjennomsnittsverdier)
vc1=9.4
vc1torsk=7.047936138
vc1sei=11.74656023
vc2=7.8
vc3=6.91
vc4=6.67
vc5=11.3351
vc6=9.1850
vc7=20.8830
vc9=5.7704
vc10=3.9959
vc11=4.1262
vc12=2.4770
vc13=1.8345

% Total allowable catch (TACji kg) for fartøygruppe j og fangstgruppe
i
tac1hyse=10811000
tac1kolmule=0
tac1lodde=0
tac1makrell=0
tac1reke=0
tac1sei=6789000
tac1sild=3016000
tac1torsk=69389000
tac2hyse=12471000
tac2kolmule=0
tac2lodde=0
tac2makrell=3651000
tac2reke=0
tac2sei=11679000
tac2sild=5413000
tac2torsk=56454000
tac3hyse=12055000
tac3kolmule=0
tac3lodde=0
tac3makrell=1106000
tac3reke=0
tac3sei=12530000
tac3sild=9600000
tac3torsk=49356000
tac4hyse=6490000
tac4kolmule=0
```

tac4lodde=0
tac4makrell=2766000
tac4reke=0
tac4sei=9702000
tac4sild=11022000
tac4torsk=25669000
tac5hyse=10249000
tac5kolmule=0
tac5lodde=0
tac5makrell=0
tac5reke=0
tac5sei=5024000
tac5sild=0
tac5torsk=40398000
tac6hyse=33004000
tac6kolmule=0
tac6lodde=0
tac6makrell=0
tac6reke=8900000
tac6sei=66060000
tac6sild=0
tac6torsk=143658000
tac7hyse=1626000
tac7kolmule=0
tac7lodde=0
tac7makrell=0
tac7reke=6065000
tac7sei=2475000
tac7sild=823000
tac7torsk=2615000
tac9hyse=35000
tac9kolmule=0
tac9lodde=0
tac9makrell=3491000
tac9reke=0
tac9sei=418000
tac9sild=4038000
tac9torsk=431000
tac10hyse=760000
tac10kolmule=0
tac10lodde=1249000
tac10makrell=13511000
tac10reke=12000
tac10sei=5750000
tac10sild=31529000
tac10torsk=7833000
tac11hyse=2239000
tac11kolmule=691000
tac11lodde=2639000
tac11makrell=31095000
tac11reke=0
tac11sei=21409000
tac11sild=66492000
tac11torsk=15386000

```

tac12hyse=0
tac12kolmule=319865000
tac12lodde=64049000
tac12makrell=199580000
tac12reke=0
tac12sei=981000
tac12sild=229467000
tac12torsk=657000
tac13hyse=0
tac13kolmule=46265000
tac13lodde=5191000
tac13makrell=10439000
tac13reke=0
tac13sei=1008000
tac13sild=26375000
tac13torsk=0

% Total allowable catch (TACi) for fangstsort (sum)
tachyse=89740000
tackolmule=366821000
taclodde=73128000
tacakrell=265639000
tacreke=14977000
tacsei=143825000
tacsild=387775000
tactorsk=411846000

% Kapasitet for fartøygruppe j (målt i kg):
kap1=119939.746
kap2=335286.2
kap3=806301.73
kap4=1910000
kap5=3663809.53
kap6=6990600
kap7=135865.08
kap9=194708.3
kap10=951727.28
kap11=2859120
kap12=11752273.98
kap13=9535647.06

% Første simulering
% Objektfunksjonen som skal maksimeres (minimeres) (1x108 matrise):
f=[-(p1torsk-vc1),-(p1hyse-vc1),-(p1sei-vc1),-(p1sild-vc1),-
(plreke-vc1),-(p1lodde-vc1),-(p1makrell-vc1),-(p1kolmule-
vc1),(kapitalverdi1*r)+depresiering1+forsikring1,-(p2torsk-
vc2),-(p2hyse-vc2),-(p2sei-vc2),-(p2sild-vc2),-(p2reke-
vc2),-(p2lodde-vc2),-(p2makrell-vc2),-(p2kolmule-vc2),
(kapitalverdi2*r)+depresiering2+forsikring2,-(p3torsk-
vc3),-(p3hyse-vc3),-(p3sei-vc3),-(p3sild-vc3),-(p3reke-
vc3),-(p3lodde-vc3),-(p3makrell-vc3),-(p3kolmule-vc3),
(kapitalverdi3*r)+depresiering3+forsikring3,-(p4torsk-
vc4),-(p4hyse-vc4),-(p4sei-vc4),-(p4sild-vc4),-(p4reke-
vc4),-(p4lodde-vc4),-(p4makrell-vc4),-(p4kolmule-vc4),

```

```

(kapitalverdi4*r)+depresiering4+forsikring4,-(p5torsk-
vc5),-(p5hyse-vc5),-(p5sei-vc5),-(p5sild-vc5),-(p5reke-
vc5),-(p5lodde-vc5),-(p5makrell-vc5),-(p5kolmule-vc5),
(kapitalverdi5*r)+depresiering5+forsikring5,-(p6torsk-
vc6),-(p6hyse-vc6),-(p6sei-vc6),-(p6sild-vc6),-(p6reke-
vc6),-(p6lodde-vc6),-(p6makrell-vc6),-(p6kolmule-vc6),
(kapitalverdi6*r)+depresiering6+forsikring6,-(p7torsk-
vc7),-(p7hyse-vc7),-(p7sei-vc7),-(p7sild-vc7),-(p7reke-
vc7),-(p7lodde-vc7),-(p7makrell-vc7),-(p7kolmule-vc7),
(kapitalverdi7*r)+depresiering7+forsikring7,-(p9torsk-
vc9),-(p9hyse-vc9),-(p9sei-vc9),-(p9sild-vc9),-(p9reke-
vc9),-(p9lodde-vc9),-(p9makrell-vc9),-(p9kolmule-vc9),
(kapitalverdi9*r)+depresiering9+forsikring9,-(p10torsk-vc10),-
(p10hyse-vc10),-(p10sei-vc10),-(p10sild-vc10),-(p10reke-
vc10),-(p10lodde-vc10),-(p10makrell-vc10),-(p10kolmule-vc10),
(kapitalverdi10*r)+depresiering10+forsikring10,-(p11torsk-
vc11),-(p11hyse-vc11),-(p11sei-vc11),-(p11sild-vc11),-(p11reke-
vc11),-(p11lodde-vc11),-(p11makrell-vc11),-(p11kolmule-vc11),
(kapitalverdi11*r)+depresiering11+forsikring11,-(p12torsk-
vc12),-(p12hyse-vc12),-(p12sei-vc12),-(p12sild-vc12),-(p12reke-
vc12),-(p12lodde-vc12),-(p12makrell-vc12),-(p12kolmule-vc12),
(kapitalverdi12*r)+depresiering12+forsikring12,-(p13torsk-
vc13),-(p13hyse-vc13),-(p13sei-vc13),-(p13sild-vc13),-(p13reke-
vc13),-(p13lodde-vc13),-(p13makrell-vc13),-(p13kolmule-vc13),
(kapitalverdi13*r)+depresiering13+forsikring13]

```

```

% A-matrise (20x108 matrise):

```

```

A=[1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0
0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0
0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0
0 0 0 0;
0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0
0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0
0 0 0 0 0;
0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0
0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0
0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0
0 0 0 0 0;
0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0
0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0
0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
0 0 0 0 0;
0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0
0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 0;
0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
0 1 0 0 0 0;
0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0
1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0

```


.9.2 Utvidelse - kvotebindinger

```
clear all
close all
%MED KVOTEBINDINGER
%Denne programmeringen inneholder sidebeskravninger for å begrense
%volumoverføringer (med kvotebindinger) (jf. regelen om
%kvotebindinger).
%Følgende bindinger innføres:
y1sei=6789000
y1sild=3016000
y2sild=5413000
y2makrell=3651000
y3sild=9600000
y3makrell=1106000
y4hyse=6490000
y4sei=9702000
y4makrell=2766000
y5sei=5024000
y6reke=8900000
y7torsk=2615000
y7hyse=1626000
y7sei=2475000
y7sild=823000
y7reke=6065000
y9torsk=431000
y9hyse=35000
y9sei=418000
y9sild=4038000
y9makrell=3491000
y10torsk=7833000
y10hyse=760000
y10reke=12000
y10lodde=1249000
y11hyse=2239000
y11lodde=2639000
y12torsk=657000
y12sei=981000
y13sei=1008000
y13lodde=5191000

% Upper bound (108x1 matrise):
ub=[Inf;Inf;y1sei;y1sild;Inf;Inf;Inf;Inf;863;Inf;Inf;Inf;y2sild;Inf;Inf;
y2makrell;Inf;297;Inf;Inf;Inf;y3sild;Inf;Inf;y3makrell;Inf;116;Inf;y4hyse;
y4sei;Inf;Inf;Inf;y4makrell;Inf;31;Inf;Inf;y5sei;Inf;Inf;Inf;Inf;21;
Inf;Inf;Inf;Inf;y6reke;Inf;Inf;Inf;40;y7torsk;y7hyse;y7sei;y7sild;y7reke;
Inf;Inf;Inf;126;y9torsk;y9hyse;y9sei;y9sild;Inf;Inf;y9makrell;Inf;48;
y10torsk;y10hyse;Inf;Inf;y10reke;y10lodde;Inf;Inf;66;Inf;y11hyse;Inf;Inf;
Inf;y11lodde;Inf;Inf;50;y12torsk;Inf;y12sei;Inf;Inf;Inf;Inf;Inf;73;Inf;
Inf;y13sei;Inf;Inf;y13lodde;Inf;Inf;17]

% Algoritmen som kjører optimeringen (lineær optimering):
[fval,x]=linprog(f,A,b,[],[],lb,ub)
```
