



Rullerende gjennomsnittlig MTB

Konsekvenser av et endret reguleringsregime for produksjons- og markedstilpasningen for norsk laksenæring og for utfordringer knyttet til miljømessig bærekraft

Daniel Hjertaker Molvik

Veileder: Linda Nøstbakken

Selvstendig arbeid, Master i økonomi og administrasjon, Økonomisk styring

NORGES HANDELSHØYSKOLE

Dette selvstendige arbeidet er gjennomført som ledd i masterstudiet i økonomi- og administrasjon ved Norges Handelshøyskole og godkjent som sådan. Godkjenningen innebærer ikke at Høyskolen eller sensorer innestår for de metoder som er anvendt, resultater som er fremkommet eller konklusjoner som er trukket i arbeidet.

Sammendrag

Fiskeri- og kystdepartementet sendte høsten 2013 ut et høringsbrev om en mulig endring av reguleringsregimet for oppdrettsnæringen hvor dagens system med en fast maksimalt tillatt biomasse (MTB) ble vurdert erstattet med en regulering hvor den tillatte biomassen i gjennomsnitt over de siste 12 måneder ikke kan overstige en satt grense (rullerende gjennomsnittlig MTB). Departementets motivasjon for endringen var en *"mer industriell og markedsrettet produksjon"*. Ny regjering har uttalt at de i større grad vil legge vekt på miljømessige faktorer som lus og rømming.

I denne oppgaven er konsekvensene av en slik omlegging på den enkelte oppdretters produksjonstilpasning og for den norske næringen samlet, analysert og diskutert. Næringen er blitt delt inn i representative grupper basert på størrelse og grad av videreforedling. Den optimale tilpasningen for modellbedrifter er beregnet under ulike scenarier. Optimaliseringen er gjennomført ved bruk av en ikke-lineær optimaliseringsmodell hvor også endringer i månedlige og størrelsesavhengige laksepriser som følge av et endret volum er tatt hensyn til. Den totale effekten på den norske næringens tilpasning er videre blitt analysert og diskutert på basis av funn fra optimaliseringskjøringer og -scenarier.

Optimeringen av modellbedriftene viste at oppdretterne kan øke sin produksjon vesentlig ved å holde ekstra biomasse når sjøtemperaturene er høye, slik gjennomsnittlig MTB gir anledning til. For å unngå å bruke for mye av MTB-kvoten i den delen av året hvor tilveksten er lav, er det gunstig for produksjonsvolumet å slakte på høsten. En produksjonsstrategi som legger opp til betydelig slakting i den kalde årstiden, reduserer bedriftens totale slaktevolum. Bortfall av produsert volum som følge av slakting i de måneder som ikke optimerer produksjonen, må kompenseres med høyere salgspris i disse månedene. Jo høyere prisnivå, jo høyere må denne kompensasjonen være. Samlet sett vil gjennomsnittlig MTB øke biomassen på høsten, noe som kan øke utfordringene knyttet til lakselus.

Forord

Først og fremst vil jeg takke ansatte i Cermaq ASA for nyttige opplysninger og data samt god rettleiding i oppdrettsfaglige spørsmål. En stor takk rettes også til min veileder Linda Nøstbakken som har gitt gode og konstruktive tilbakemeldinger gjennom hele prosessen. Kontali Analyse AS har vært svært hjelpsomme med nyttige data om både den norske og globale næringen. Takk til Odd Inge Forsberg som har gitt uvurderlig hjelp med modellering og programmering av optimaliseringsmodellen som er brukt i denne oppgaven.

Bergen, 18. juni 2014

Daniel Hjertaker Molvik

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	1
2. Problemstilling	4
3. Bakgrunn	6
3.1. Norsk og internasjonal lakseoppdrettsnæring	6
3.2. Historiske reguleringer i norsk lakseoppdrettsnæring	7
4. Tidligere analyser	12
4.1. Studier på regulering av laksenæringen	12
4.2. Studier om produksjonsoptimalisering	13
4.3. Rapporter og utvalg	15
5. Forhold ved produksjonen av laks	19
5.1. Overordnet produksjonsforløp	19
5.2. Smolt	21
5.3. Vekstrate	22
5.4. Temperatur	24
5.5. Fôr	26
5.6. Laksepris	27
6. Metode	33
6.1. Scenarier og modellbedrifter	33
6.2. Prisfunksjoner	37
6.3. Optimaliseringsmodell	46
6.4. Modellkalibrering	56
6.5. Sentrale forutsetninger	63
7. Resultater – modellbedrifter	65
7.1. Produksjonsmaksimering	65
7.2. Maksimering av dekningsbidrag	69
7.3. Effekt av forutsetninger på optimeringsresultater	78
8. Analyse – næringstilpasning ved endret regime	87
8.1. Aktører er ikke prispåvirkende	87
8.2. Oppdretters eget volum påvirker salgspris	93
8.3. Aggregert tilpasning	97
8.4. Biomasseutvikling	101
9. Konklusjon	105
9.1. Forutsigbar vekst og konkurransekraft	105
9.2. Konsekvenser for miljø	108
Bibliografi	109
Vedlegg	114
I. Veksttabell	114
II. Hausman-test	114
III. Regresjonsresultater – Prisfunksjon 2	116
IV. Aggregerte modellgrupper	116
V. Temperaturscenarier	119
VI. Smoltprisscenarie	120

Figurer og tabeller

Figur 1.	Konsentrasjon av norsk oppdrettsindustri	6
Figur 2.	Typisk sjøtemperatur i de ulike oppdrettsfylker	25
Figur 3.	Vektutvikling av laks ved ulike temperaturer	26
Figur 4.	Spesifikk vekstrate for laks som funksjon av vekt	26
Figur 5.	Gjennomsnittlig månedlig andel av årlig norsk og globalt slaktevolum (2008 – 2013)	28
Figur 6.	Månedlige laksepriser mot norsk og globalt volum i perioden 2000 – 2013	29
Figur 7.	Størrelsesavhengig laksepris (2009 – 2013)	30
Figur 8.	Prosentvis avvik fra vektet gjennomsnittspris for liten og stor laks i perioden 2000 – 2013	31
Figur 9.	Andel av norsk totalvolum for liten og stor laks i perioden 2000 – 2013	31
Figur 10.	Sesong- og årsvariasjon i eksterne faktorer – prisfunksjon 1	42
Figur 11.	Regresjonspris mot virkelig pris for regresjonsintervall – prisfunksjon 1	43
Figur 12.	Prisavvik relativt til andel av volum for liten, middels og stor fisk	44
Figur 13.	Utvikling i vekst ved vekstformel og ved veksttabell fra Skretting AS	61
Figur 14.	Optimert resultat – Produksjonsmaksimering, liten oppdretter	66
Figur 15.	Optimert resultat – Produksjonsmaksimering, stor oppdretter u/foredling	66
Figur 16.	Optimert resultat – Produksjonsmaksimering, stor oppdretter m/foredling	67
Figur 17.	Optimert resultat – Produksjonsmaksimering, stor oppdretter med >20% av norsk MTB	67
Figur 18.	Optimert resultat – Profittmaksimering, liten oppdretter	69
Figur 19.	Optimert resultat – Profittmaksimering, stor oppdretter u/foredling	71
Figur 20.	Optimert resultat – Profittmaksimering, stor oppdretter m/foredling	73
Figur 21.	Optimert resultat – Profittmaksimering, stor oppdretter med >20% av norsk MTB	75
Figur 22.	Aggregert totalt norsk volum under de tre reguleringsregimene, ved DB-maksimering	77
Figur 23.	Laksepris i en gjennomsnittsmåned ved ulike månedlige globale volumnivåer	85
Figur 24.	Slaktevolum mulig å oppnå ved gjennomsnittlig MTB relativt til fast MTB	89
Figur 25.	Utvikling i MDB ved økt allokering av MTB i en gitt måned	94
Figur 26.	Andel av aktørs MTB allerede allokert før lønnsomt å produsere i den enkelte måned	95
Figur 27.	Optimal MTB-utnyttelse som funksjon av aktørs andel av total norsk MTB	96
Figur 28.	Norsk slaktevolum over året ved gjennomsnittlig MTB og perfekt informasjon	101
Figur 29.	Månedlig biomasseavvik fra MTB ved slakting i kun én måned	103
Figur 30.	MTB-utnyttelse ved gjennomsnittlig MTB og perfekt informasjon	104
Tabell 1.	Resultater fra 2SLS-regresjon for prisfunksjon 1	42
Tabell 2.	Resultater fra regresjoner for prisfunksjon 2	45
Tabell 3.	Norsk volum fordelt på slaktestørrelse og måned i 2013	57
Tabell 4.	Volum "resten av verden" fordelt på måned, 2013	57
Tabell 5.	Mulig avvik fra gitt MTB i de ulike måneder ved reguleringsalternativ MTP	58
Tabell 6.	Antall konsesjoner, antall selskaper og gjennomsnittlig andel av alle norske konsesjoner	59
Tabell 7.	Konsesjonsvolum for de fire modellbedriftene og –gruppene	59

Tabell 8.	Smoltstørrelse, tilhørende smoltkostnad samt vekstkoeffisient	60
Tabell 9.	Fôrpris, slaktepris og gjennomsnittlig NOK pr. EURO i 2013	61
Tabell 10.	Fôrfaktor-parametere, vekstspredning, slakteutbytte og min/maks slaktevekt	62
Tabell 11.	Temperaturprofil for Trøndelag forutsatt i optimaliseringsmodell	62
Tabell 12.	Dødelighetsprofil som funksjon av antall perioder etter smoltutsett	63
Tabell 13.	Relativ kvartalsvis produksjon og biomasse for liten oppdretter, etter fylke	79
Tabell 14.	Endring i tilpasning for de fem scenariene for liten oppdretter	84
Tabell 15.	Endring i tilpasning for de fem scenariene for stor oppdretter	84
Tabell 16.	Produksjonsmaksimerende slaktevolum og tilhørende kostnader	88
Tabell 17.	Lønnsomhetsmaksimerende produksjon, tilhørende kostander og prisavvik	90
Tabell 18.	Nødvendig prisavvik i markedet for at oppdretter skal være indifferent	91
Tabell 19.	Nødvendig endring fra pris ved virkelig 2013-volum for indifferens	91
Tabell 20.	Nødvendig gjennomsnittspris og volumendring for endret optimal slaktemåned	92
Tabell 21.	Maksimal MTB mulig å allokere til én måned før negativ MDB	95
Tabell 22.	Pris med og uten størrelsesavvik som resulterer i likt dekningsbidrag	100

1. Innledning

Oppdrett av laks og ørret er blitt en av de viktigste eksportnæringene i Norge. I 2013 omsatte næringen for i alt NOK 45,8 milliarder, hvorav eksport utgjorde 42,2 milliarder (Norges Sjømatråd, 2014). I 2012 var den direkte og indirekte sysselsettingen i den havbruksrelaterte verdikjeden på 23.700 årsverk og total verdiskapning i form av bidrag til brutto nasjonalprodukt (BNP) på ca. NOK 23,7 milliarder (SINTEF, 2014). Av dette var bidraget i BNP fra kjernevirksomheten ca. NOK 8 milliarder og ringvirkninger den havbruksrelaterte verdikjeden skapte i annet norsk næringsliv var på vel 15 milliarder, eller nesten NOK 12 pr. kg produsert oppdrettsfisk. Korrigert for at prisen på laks og ørret var mye høyere i 2013 enn i 2012 er det ikke usannsynlig at den totale verdiskapningen fra den havbruksrelaterte verdikjeden i 2013 var i området NOK 34 milliarder.¹

Helt ifra starten har næringen vært regulert gjennom ulike lover og regler. I 1973 ble det innført en konsesjonsordning der alle oppdrettere måtte ha en særskilt tillatelse til å drive med oppdrett av laks og ørret. Imidlertid har det tidvis vært betydelig motstand mot ordningen både innad i næringen og i det politiske miljøet. Enkelte har til og med ment at en slik konsesjonsordning er overflødig og at næringen burde liberaliseres. Vekslede politiske regimer har likevel valgt å opprettholde ordningen helt fram til i dag. Imidlertid har begrunnelsen for ordningen og dens utforming endret seg med tiden (se kapittel 3.2).

Siden 2005 har størrelsen på den enkelte matfiskkonsesjon blitt avgrenset ved såkalt maksimal tillatt biomasse, forkortet MTB. Denne ordningen avløste en regulering med fôrkvoter og innebærer at en oppdretter til enhver tid maksimalt kan ha en biomasse i anleggene som står i forhold til det antall konsesjoner vedkommende innehar. I fylkene sør for Troms er denne grensen 780 tonn pr. konsesjon. I Troms og Finnmark er grensen i dag 945 tonn. MTB-grensen var satt såpass romslig at den i de første 4 – 5 årene i praksis medførte fri vekst. Imidlertid oppstod det etter noen år en debatt om hvorvidt

¹ Inkludert ringvirkninger skapt i annet norsk næringsliv.

ordningen var hensiktsmessig da oppdretterne begynte å få så stor produksjon (og dermed biomasse i anleggene) at ordningen ble begrensende. Etter flere utredninger både i næringens og myndighetenes regi samt diskusjoner mellom næringen og myndighetene, sendte det daværende Fiskeri- og kystdepartement i oktober 2013 et forslag om en videreutvikling av MTB som produksjonsbegrensningssystem på høring.² I følge departementet var formålet med høringsforslaget *"å bidra til en mer industriell og markedsrettet produksjon i lakse- og ørretoppdrettsnæringen som er preget av store sesongmessige svingninger"*. Departementet ba høringsinstansene om å ta stilling til et forslag om at dagens krav om at stående biomasse ikke på noe tidspunkt kan overstige den tildelte biomassen skulle endres til et krav om at gjennomsnittlig stående biomasse i den til enhver tid siste 12-månedersperioden ikke kan overstige den tildelte biomassen (som følger av tillatelsen).

Etter at Fiskeri og Kystdepartementet (FKD) sendte forslaget om endring av MTB-ordningen ut på høring, er det gjennomført et stortingsvalg med det resultat at Høyre og Fremskrittspartiet har overtatt regjeringsansvaret. Den nye regjeringen har valgt å fortsette arbeidet med å evaluere MTB-ordningen. Høringen ble derfor gjennomført som planlagt av den forrige regjeringen. Imidlertid har den nye politiske ledelsen uttalt at de i større grad vil legge vekt på miljømessig bærekraft (i hovedsak lus og rømming). De vil i mindre grad basere sine reguleringer på markedshensyn (statssekretær Amund Ringdal Drønen, iLaks, 2014). Det samme budskapet ga statsminister Erna Solberg i forbindelse med at regjeringen annonserte at de har startet arbeidet med en stortingsmelding om vekst i havbruksnæringen; *"Forutsigbar vekst i næringen, som også tar hensyn til miljøutfordringene, vil styrke norsk konkurransekraft og skape trygge arbeidsplasser langs kysten"* (Statsministerens kontor, 2014).

Av de to store utfordringene oppdrettsnæringen har knyttet til miljømessig bærekraft, nemlig lakselus og rømming, er det trolig lakselus som vil bli mest påvirket av valg av reguleringsregime. Redusert risiko for rømming oppnås i første omgang gjennom valg av utstyr, god opplæring og gode arbeidsrutiner (Truls Hansen, produksjonsdirektør i Cermaq Norway AS, pers. med.).

² høringsbrev kan finnes på
"http://www.regjeringen.no/pages/38487651/Horingsbrev_videreutviklingMTB.pdf" \l
"search=mtb®j_oss=1".

Fra dette er det logisk å tolke myndighetenes mål som å finne den tilpasningen som i størst grad er bærekraftig for både næringen og det ytre miljøet, og som i minst grad etterlater seg et økologisk fotspor. Forskning har vist at antall lakselus i miljøet er bestemmende for hvor stort infeksjonspresset er mot villaksen (Anon, 2012; Taranger *et al.*, 2012). Antall lus er igjen i stor grad bestemt av hvor mange verter lusen har tilgjengelig (Heuch & Mo, 2001). Følgelig er forskjellen i utviklingen i biomasse i løpet av året ved de aktuelle reguleringsregimene en treffende indikator på hvordan reguleringene vil påvirke utfordringene knyttet til lakselus. Ved et gjennomsnittlig MTB-regime er det fra flere bedrifter hevdet at produksjonen blir tilpasset slik at størstedelen av slakting og biomasse vil bli høyest i de månedene med best vekstforhold (august – november). Dette er også samme tid av året hvor lakselus trives best.

2. Problemstilling

Myndighetenes valg av fremtidig reguleringsregime vil påvirke oppdretteres driftsplaner. Med mindre den enkelte oppdretter har ikke-økonomiske motiver som overstyrer optimeringen, vil den legge opp til en driftsplan som gir den høyeste lønnsomheten hensyntatt produksjonsvolum og –kostnader, forventet salgspris samt risiko ved de ulike reguleringsregimene. Imidlertid vil den enkelte oppdretters egne valg også påvirke lønnsomheten og kriteriene for andre oppdretteres valg. Den enkelte oppdretters tilpasning vil således også være påvirket av hvilken forventning han har til hvordan andre oppdrettere vil agere, den forventning han har til fremtidige salgspriser samt til hvordan hans eget og andre oppdretteres slaktevolum vil påvirke salgsprisene. Sistnevnte er komplekse sammenhenger, og som i tillegg til rene produksjonstekniske og økonomiske sammenhenger vil være avhengig av psykologi (forventninger, villighet til å ta risiko etc.).

I denne oppgaven ønskes det gjennom økonomisk analyse å vurdere dagens MTB-ordning med fast MTB opp mot forslaget om rullerende gjennomsnittlig MTB, samt vurdere hvordan de ulike reguleringsregimene vil virke i forhold til å oppnå målsetningene satt av både den forrige og den nåværende regjeringen. Dette vil utføres ved først å analysere hvordan enkeltoppdrettere vil optimere sin produksjon med hensyn på å oppnå høyest mulig slaktevolum eller høyest mulig lønnsomhet. De norske selskapene vil deles inn i et sett med fire modellgrupper representative for den totale næringen, hvor en modellbedrift optimeres for hver av gruppene. Optimeringen vil gjennomføres ved bruk av en ikke-lineær optimaliseringsmodell utviklet for dette formålet. Ulikt de fleste andre studier innenfor dette temaet, vil optimaliseringsmodellen samtidig la oppdrettere hensynta sesongvarierte og størrelsesavhengige laksepriser samt hvordan pris kan endres som følge av deres egen tilpasning.

Denne optimeringen av enkeltbedrifter blir så brukt til å drøfte hvordan hele næringen vil tilpasse seg de ulike alternativene for reguleringsregimer. Dette vil så igjen bli drøftet opp mot myndighetenes uttalte mål med reguleringen, altså: forutsigbar vekst og økt konkurransekraft forutsatt at dette kan skje på en måte som er akseptabel for miljøet.

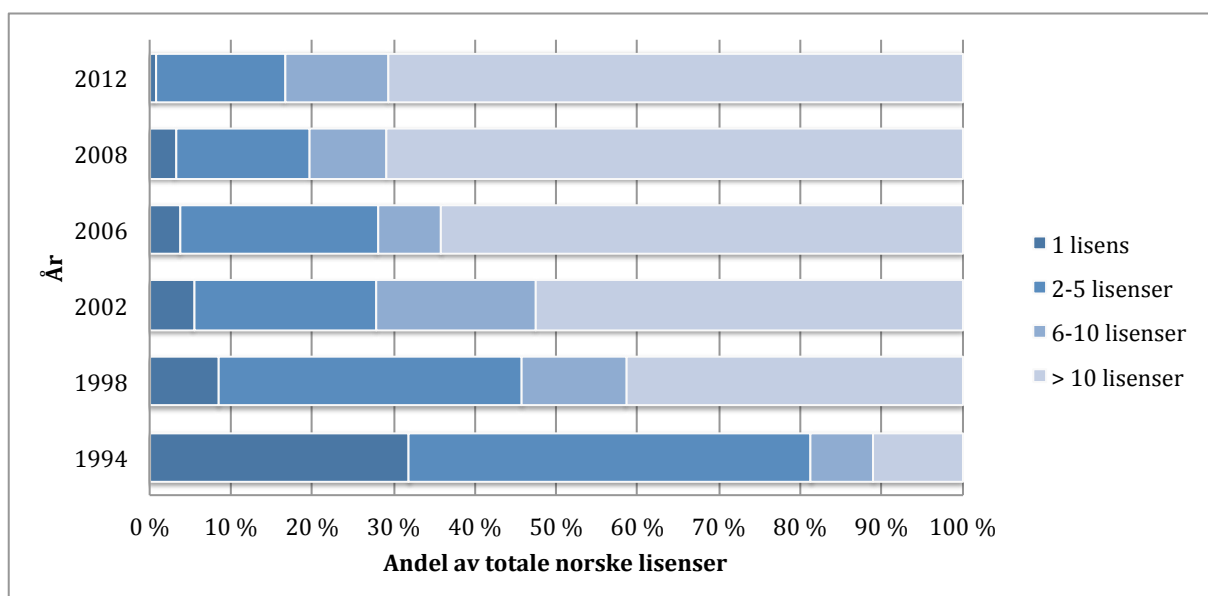
Alle konsesjoner og all MTB er forutsatt brukt til laks. I virkeligheten kan disse også utnyttes til produksjon av ørret (6% av norsk produksjon i 2013). I tillegg vil det forutsettes at all laks er omsatt som fersk og sløyd (på engelsk: *Head-On-Gutted*, HOG).

3. Bakgrunn

3.1. Norsk og internasjonal lakseoppdrettsnæring

Den internasjonale oppdrettsindustrien for atlantisk laks består hovedsakelig av fire dominerende produksjonsland; Norge, Chile, Storbritannia og Canada. Andelen av produsert volum med opphav i Norge øker stadig, og har siden 2008 økt fra 49% til 56% i 2013. I 2014 er Norge forventet å stå for mer enn 55% av det totale volumet levert til markedene. Dette er mer enn dobbelt så mye som Chile (22%) på andreplass (Kontali Analyse AS, 2014).

Norges oppdrettsindustri er fortsatt i sterk utvikling. Siden 1994 har andelen aktører med mer enn 10 lisenser økt fra 11% til 71% (Kontali Analyse AS, 2013). I samme periode har antallet med kun én lisens blitt redusert fra 221 (32%) til kun 7 (1%). Industrien har, med andre ord, gjennomgått en betydelig konsolidering med det resultatet at størstedelen av lisensene var fordelt på 20% av aktørene i 2012. 20 lisenser ble omsatt mellom selskapene i 2012 mot 10 i 2011. Dette kan tyde på at konsolideringen fortsatt pågår.



Figur 1. Konsentrasjon av norsk oppdrettsindustri. Andel (%) aktører med gitt antall lisenser (1994-2012). (Kilde: Kontali Analyse AS)

Av det totale volumet fra Norge i 2012 sto Marine Harvest Norway for 23%, mer enn dobbelt så mye som nest-største aktør, Lerøy Seafood Group (11%). På verdensbasis har Marine Harvest 23% av globalt volum (Lerøy er neste på listen med 8%). Over 50% av lisensene i Norge er fordelt på de fem største selskapene (Marine Harvest Norway, Lerøy Seafood Group, Salmar ASA, Cermaq Norway og Grieg Seafood), og disse står også bak over 50% (600.000 tonn sløyd laks) av salgsvolumet fra Norge i 2012.

I 2012 kom 61% av solgt oppdrettslaks fra konsesjoner i fylkene Nordland (20%), Hordaland (15%), Sør-Trøndelag (14%) og Møre og Romsdal (12%). Dette er også de fire fylkene hvor oppdrettsnæringen i Norge først startet på 70-tallet, og som i 1976 stod for hele 92% av salgsvolumet. De siste tiårene har vist en gradvis økning av andel volum fra andre områder, hovedsakelig Troms (10% i 2012), Sogn og Fjordane (9%) og Nord-Trøndelag (8%).

Av de større aktørene (seks eller flere konsesjoner) har Kontali Analyse AS (2013) definert ni til å være involvert i prosessering av betydelig grad.³ Gruppen med videreforedling inkluderer de tre største produsentene Lerøy, Marine Harvest og Salmar, som sammen står for mer enn 40% av norsk slaktevolum. Dette illustrerer viktigheten av å vurdere i hvilken grad disse selskapene tilpasser sin produksjon etter videreforedlingsvirksomheten samt hvilken påvirkning dette kan ha på det totale norske produksjonsmønster.

3.2. Historiske reguleringer i norsk lakseoppdrettsnæring

For å kunne evaluere dagens reguleringsregime og forslag til endringer i dette, er det viktig å kjenne næringens utvikling og de ulike reguleringene som har påvirket denne. Helt fra starten på begynnelsen av 70-tallet har oppdrettsnæringen vært regulert gjennom et konsesjonssystem. Begrunnelsen for denne reguleringen har derimot endret seg med tiden. I begynnelsen var hovedmotivasjonen å oppnå lokalt og spredt eierskap. Det var viktig å unngå at næringen ble dominert av noen store enkeltelskaper og at næringen kunne bidra til distriktsutbygging gjennom at anleggene ble lagt til områder med svakt næringsgrunnlag. Utover på 90-tallet oppstod det stadige beskyldinger fra

³ Alt fra enkel filtrering til videreforedlede produkter (VAP)

særlig skotske og irske oppdrettere, men også fra amerikanske og canadiske, om at norske oppdrettere drev med prisdumping. Både EU og USA innførte handelspolitiske straffetiltak som en respons på disse anklagene. I denne perioden forsøkte norske myndigheter å bruke konsesjonssystemet til å kontrollere veksten og ved dette sikre lønnsomme priser, men samtidig også for å blidgjøre EU for å unngå ytterligere straffetiltak. I den siste tiårsperioden har konsesjonsordningen blitt stadig mer begrunnet i miljømessig bærekraft. Dette gjelder både hvordan næringen påvirker miljøet lokalt og hvordan næringen setter et økologisk fotavtrykk (lakselus, rømming). Videre i dette kapittelet vil bakgrunnen og begrunnelsen for reguleringene, samt hvilke virkemidler som er blitt valgt, bli nærmere beskrevet.

3.2.1. Lokalt og spredt eierskap (1973 – 1990)

På 50- og 60-tallet ble det satt i gang en rekke forsøk på kommersielt oppdrett av laks og ørret i Norge. Det ble imidlertid ikke fart i utviklingen før brødrene Grøntvedt på Hitra utviklet en flytende oppdrettsinnhengning, såkalt laksemerd, i 1970. Denne teknologien muliggjorde oppdrett i større skala til en rimelig kostnad, og interessen for nyetableringer økte sterkt. Myndighetene så da et behov for å styre utviklingen, og et offentlig utvalg, det såkalte Lysø-utvalget (oppkalt etter utvalgets leder, Nils Lysø, tidligere fiskeriminister), ble oppnevnt for å *”utrede mulighetene for at klekking og oppdrett av fisk utvikler seg til en levedyktig næringsvei”* (Møller, 1999). Utvalget la fram sin endelige innstilling i 1977, men før dette ga utvalgets arbeid grunnlag for en rekke tiltak fra myndighetene. Utvalget mente at næringen burde være distriktsbasert og konsesjonspliktig med sterke eierbegrensninger. Konsesjonsplikt ble dermed vedtatt i 1973 gjennom en midlertidig lov om fiskeoppdrett. Allerede igangsatte virksomheter måtte registreres før de ble gitt konsesjon.

Hovedelementet i den nye loven var at ingen enkeltaktør skulle kunne eie majoritetsandel i mer enn én konsesjon og at konsesjonen skulle avgrenses gjennom tillatt merdvolum. Forvaltningen av den nye næringen ble lagt til Fiskeridepartementet. Frem til 1977 ble søknader behandlet fortløpende. Etter 1978 har blokker av konsesjoner blitt tildelt gjennom utlyste tildelingsrunder. Kriteriene har imidlertid variert. I de første rundene ble det lagt spesielt vekt på at søkerne hadde lokal

tilknytning til den kommunen man søkte om å få plassert anlegget og at konsesjonen kunne støtte opp om søkerens allerede etablerte næringsvirksomhet (f.eks. fiskebruk med dårlig råstofftilgang). Senere ble det stilt krav om relevant kompetanse. I den første tildelingsrunden ble konsesjonene avgrenset til et merdvolum på 3.000 m³. I de to neste rundene ble konsesjongrensen satt til 8.000 m³. I 1988 ble imidlertid alle konsesjoner utvidet til 12.000 m³.

I 1978 ble Fiskeoppdretternes Salgslag (FOS) opprettet. Salgslaget ble i medhold av råfiskloven gitt enerett til all førstehåndsomsetning av oppdrettet laksefisk. FOS gikk imidlertid konkurs i 1991 etter et mislykket forsøk på å regulere markedet gjennom en innfrysningsordning. Etter dette har omsetningen av oppdrettsfisk vært fri og ikke underlagt råfiskloven. Mange selskaper kom i økonomiske vanskeligheter som følge av lave salgspriser og som følge av tap på fordringer mot FOS-konkursbo. For at det skulle være mulig å få videreført virksomhetene, ble det nødvendig for myndighetene i 1991 å oppheve begrensningen om at én eier ikke kunne ha majoritetsinteresse i flere matfiskkonsesjoner.

3.2.2. Markedstilpasset vekst (1990 – 2005)

Opp gjennom årene har det vært store variasjoner i salgsprisene og derved lønnsomheten i næringen. Perioder med sterk vekst i produksjonen, gjerne etter at sykdomsproblemer er blitt løst gjennom utvikling av nye vaksiner, har medført kraftig reduksjon av prisene. Dette var også bakgrunnen for etableringen av den nevnte innfrysningsordningen. Disse større produksjonsøkningene har i tillegg til å redusere lønnsomheten også medført både trussel om og faktisk innføring av handelspolitiske straffetiltak fra EU og USA. Kontroll med produksjonsveksten og hensynet til mulige handelsdiskriminerende tiltak var derfor hovedmotivasjonen bak konsesjonsregimet ifra slutten av 1980-tallet og fram til 2002 da den såkalte lakseavtalen med EU utløp. Begrensningen gjennom merdvolum ga ikke myndighetene den kontrollen over veksten som de ønsket. I 1995 ble det innført en pliktig fôringsstopp av all fisk større enn 2 kg for derigjennom å redusere utbudet av laks. Året etter ble det innført fôrkvoter i tillegg til merdvolum ved produksjon av laks (tilsvarende begrensning ble ikke innført for ørret). Denne ordningen varte fram til utgangen av 2004. I det siste året fôrkvote var i

bruk, var kvoten på 780 tonn fôr pr. konsesjon (eller 65 tonn pr. 1.000 m³ konsesjonsvolum).

3.2.3. Bærekraftig vekst (2005 – 2014)

Etter årtusenskiftet ble det en økende diskusjon om hvor egnet fôrkvote var som reguleringsform. *Produksjonsreguleringsutvalget* som var nedsatt av Fiskeridirektøren og sammensatt av representanter både fra næringen og ulike sektormyndigheter la i september 2002 fram en innstilling der de foreslo et nytt reguleringsregime der *"avgrensning av matfiskoppdrett for artene laks, ørret og regnbueørret er basert på konsesjon avgrenset av maksimal tillatt biomasse (MTB: maksimalt antall tonn biomasse i anlegget (konsesjonen) til enhver tid)"*. Utvalget foreslo også at *"i det nye regimet kan det inkluderes en markedsbegrunnet fôrkvote"* (Holm et al., 2002).

Utvalgets innstilling fant verken helhjertet støtte hos Fiskeri- og Havbruksnæringens Landsforening (FHL) eller Fiskeridirektoratet. Fiskeridirektøren uttalte på FHLs årsmøte våren 2003 følgende:

"Det er ingen i denne sal som mener at staten i det lange løp bør ha som oppgave å markedsstyre produksjonen av laks. Altså, det vi har holdt på med de senere år har vært et krisetiltak som vi er enige om å avskaffe når forholdene ligger til rette for det, enten nå det måtte være ett eller fem år til. Et slikt standpunkt har som konsekvens at markedsbegrunnede fôrkvoter ikke bør være en del av det fremtidige avgrensingsregime i oppdrett; dette er noe vi for tiden har som et midlertidig supplement" (Fiskeridirektoratet, 2003).

FHL engasjerte på sin side konsulentselskapet KPMG Senter for havbruk og fiskeri AS for å gi en vurdering av konsekvensene av ulike avgrensninger av produksjonen på konsesjonsnivå. KPMG (2003) vurderte ulike reguleringer, herunder daværende ordning med fôrkvoter, maksimalt tillatt biomasse (MTB), maksimalt tillatt areal (MTA) og maksimalt tillatt fôrmengde basert på fôrenergi (MTF). I rapporten som ble lagt fram i desember 2003, drøftet de ulike reguleringsalternativer i første rekke i forhold til

næringens produktivitet og mulig uheldig skeivfordeling mellom ulike oppdrettsbedrifter basert på størrelse og geografi.

Med virkning fra 1. januar 2005 innførte Kjell Magne Bondeviks andre regjering (Kristelig Folkeparti, Høyre og Venstre) to nye tildelingsforskrifter under oppdrettsloven, herunder innføring av maksimal tillatt biomasse (MTB) og krav til miljøovervåking. Gjennomføringen av MTB som konsesjonsavgrensningssystem medførte at man gikk bort fra daværende regulering med merdvolum. En biomassegrense pr. konsesjon ble satt lik 65 kg pr. daværende m³ konsesjonsvolum (og 10 kg høyere biomassegrense pr. m³ konsesjonsvolum i Troms og Finnmark). Samtidig ble det også innført såkalt lokalitets-MTB som benevnning på en enkelt lokalitets miljømessige bæreevne. Fram til i dag er det kun gjennomført mindre justeringer i dette regimet. Et unntak er 5%-økningen i MTB som ble gjort gjeldende for konsesjoner i Troms og Finnmark i 2011.

4. Tidligere analyser

Før forslaget om en endring av dagens reguleringsregime diskuteres, vil det være nyttig å gi et innblikk i tidligere studier og analyser om regulering (kapittel 4.1) og produksjonsoptimalisering (kapittel 4.2) av oppdrettsnæringen. I tillegg vil rapporter utredet i forbindelse med myndighetenes høringer om endring av reguleringsregime fra dagens faste MTB til slutt oppsummeres og diskuteres (kapittel 4.3).

4.1. Studier på regulering av laksenæringen

Få forskningsbaserte studier har sett spesielt på effekten av biomassereguleringer på optimal produksjonstilpasning for den enkelte oppdrettsbedrift og –industri som helhet. Asche *et al.* (2007) diskuterer de generelle effektene av reguleringer på den norske oppdrettsnæringen. Denne artikkelen deler effekten av reguleringer inn i to hovedgrupper: (1) teknologisk nøytrale tiltak og (2) teknologisk ikke-nøytrale tiltak. Tanken er at reguleringen enten kun begrenser produksjon (1) eller den fører til kostnader grunnet uønskede vridningseffekter (2). En regulering av tillatt biomasse kan sees på som en indirekte produksjonsregulering. Asche *et al.* sier i samme artikkelen at slike begrensinger på volum vil generelt sett føre til en produksjon av den fiskestørrelse som har størst vekst over kortest mulig tid (for laks vil dette tilsi en forskyvning mot å produsere en mindre fiskestørrelse) samt resultere i lavere kvalitet på sluttproduktet.

En masteroppgave fra NHH (Krogstad & Bugge, 2013) så på hvordan en endring fra dagens MTB-ordning til en rullerende gjennomsnittlig MTB ville påvirke optimal rotasjon (utsetts- og slaktetidspunkt) for den enkelte oppdrettsbedrift. Oppgaven konkluderte med at fleksibiliteten til å kunne holde større biomasse under et rullerende gjennomsnittlig MTB-regime (relativt til fast MTB) vil føre til et økt biomasse- og slaktevolum i tredje kvartal. Samtidig indikeres det at den økte fleksibiliteten vil gagne mindre oppdrettsbedrifter, og at en ny MTB-grense må reduseres med ca. 13% for å beholde dagens produksjonsnivå. Denne oppgaven tok derimot ikke hensyn til den potensielle endringen i laksepriser over året samt forskjellene i størrelsesavhengig salgspris.

4.2. Studier om produksjonsoptimalisering

Langt flere studier er blitt gjort innenfor generell produksjonsoptimalisering i akvakultur og flest med fokus på laks og reker (Cacho, 1997). Bjørndal *et al.* (2004) beskriver slike utredninger som en integrasjon av biologiske og økonomiske modeller hvor den biologiske prosessen må sees i sammenheng med priser på innsatsfaktorer og sluttprodukter samt kapasitetsbegrensninger. Modeller for optimalisering innen akvakultur har i større grad tatt utgangspunkt i tilsvarende litteratur innenfor skogbruk enn fra villfisknæringen (Bjørndal 1988; Bjørndal 1990). Ifølge Asche & Bjørndal (2011) kan en spore alle anerkjente modeller for optimalisering av lakseproduksjon tilbake til grunnarbeidet til Martin Faustmann på skogbruk fra 1849. I en artikkel om verdsettelse av land for skogbruk formulerte Faustmann en modell for optimalt tidspunkt for utsett og hogst av skoggenerasjoner. For lakseproduksjon innebærer Faustmanns formel en løsning på optimalt tidspunkt for slakting og påfølgende utsett av nye smoltgenerasjoner, forutsatt at denne løsningen lar seg gjenta til evig tid.

Guttormsen (2008) beskriver tre årsaker til at Faustmanns modell ikke kan anvendes direkte for produksjonen av laks. For det første forutsetter Faustmanns modell at den påfølgende generasjonen settes ut rett etter at forrige generasjon er slaktet ut. Av både økonomiske og biologiske grunner er det kun gitte tidsrom smolt kan settes ut i løpet av året. Beskrankingene er større jo lengre nord i Norge man kommer. For det andre tillater modellen kun konstante prisforskjeller for ulike størrelser, noe som ikke hensyntar at pris for laks følger sesongsvingninger (Asche & Guttormsen, 2001). Til slutt tar ikke Faustmanns modell hensyn til at laks vokser ulikt på ulike tider av året (bl.a. grunnet temperaturvariasjon) slik at veksten ikke lenger er uavhengig av utsettelsestidspunkt.

Bjørndal (1988) var den første til å utarbeide en tilsvarende modell for fiskeoppdrett. I artikkelen illustreres utviklingen i verdien av fisk som analogt til utviklingen av kapital som vokser med en gitt rente, hvor renten kan tolkes som fiskens vekstfunksjon. Modellen baserer seg på en kjent forutsetning innenfor økonomisk teori som sier at optimal løsning finnes hvor verdien av å la fisken fortsette å vokse (marginal inntekt av kapital) tilsvarer verdi av å slakte fisken og realisere verdien i dag (alternativkostnad) (Clark 1990). Dette maksimerer nåverdi av kapitalinvesteringen (biomassen). Som de

fleste påfølgende studier innenfor emnet forutsetter modellen at all slakting skjer samlet i én periode for utsatt generasjon. Den forutsetter også antallet smolt som en gitt størrelse for modellen.

Senere studier har modifisert Bjørndals modell ved å introdusere optimale fôringssystemer (Arnason 1992; Heaps 1993; Cacho 1997), utsettskostnader og mulighet til å velge optimalt antall smolt (Hean, 1994), legge til tetthetsbegrensninger på vekst (Heaps 1995; Yu & Leung 2006⁴) og vektspesifikke priser (Mistiaen & Strand, 1998).

Ingen av disse studiene løste de tidligere nevnte problemene knyttet til anvendelsen innen lakseoppdrett slik som påpekt av Guttormsen i 2008. Guttormsens (2008) utvidede versjon av Faustmanns modell der hensikten var å gi mulighet for diskrete utsett av smolt samt å ta hensyn til varierende relative priser på størrelser, ble gitt ved (i Guttormsens notasjon fra en presentasjon for Norges Landbrukshøgskole):

$$V_t(w_t, n) = \max_{d_t, f(t)} [p_t(w, n)w_t d_t - c(f) + \beta V_{t+1}(w_{t+1}, n + 1)]$$

hvor,

$$d_t = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases}, \quad w_{t+1} = (1 - m)g(w_t, f_t)w_t(1 - d_t)$$

Der d_t angir valget på tid t mellom å slakte (1) og å vente (0), w er vekt, n er uke, p er pris, $c(f)$ er kostnad for fôr f , β er diskonteringsfaktoren, m er naturlig dødelighetsfaktor og $g(w_t, f_t)$ er vekstfunksjonen.

Studien konkluderer med at sammenlignet med Faustmann-modellen vil den utvidede modellen føre til at slaktet fisk er av større og mindre vekt avhengig av utsettstidspunkt for smolten grunnet hensynet til forskjeller i de relative prisene.

Som definert av Asche & Guttormsen (2001) ser en at optimal utsetts- og slaktetilpasning bestemmes av to avgjørende beslutninger tatt av oppdretter; (1)

⁴ Yu og Leung utviklet en produksjonsmodell som tillater at innhøsting foregår over flere perioder i løpet av året. Dette arbeidet konkluderer med at en diskret selektiv innhøstingsmodell gir en mer optimal løsning under tetthetsbegrensning på vekst

tidspunkt for utsett av smolt i sjø, og (2) tidspunkt for slakting. I tillegg vil optimal tilpasning avhenge av den pris oppdretter oppnår på markedet, og følgelig av ulike forutsetninger for prisnivå og –struktur. Dette illustrerer viktigheten av å hensynta pris i en optimaliseringsmodell. Nærmere beskrivelse av prisstrukturen innen lakseoppdrett gjøres i kapittel 5.6.

4.3. Rapporter og utvalg

Forut for at Fiskeri- og Kystdepartementet sendte forslaget om endring i MTB-regimet ut på høring høsten 2013, hadde det over flere år vært drøftelser mellom næringen og myndighetene om MTB som fremtidig reguleringsregime. Flere utvalg hadde drøftet de ulike problemstillingene knyttet til ulike varianter av ordningen og gitt sine anbefalinger. De tre mest sentrale utredningene vil her først bli nærmere beskrevet, og til slutt diskutert.

4.3.1. Nøstvold-utvalget (2009)

Fiskeri- og Havbruksnæringens Landsforening (FHL) nedsatte i februar 2009 et utvalg bestående av representanter for ulike deler av oppdrettsnæringen som skulle gjennomgå ulike alternative produksjonsreguleringer samt fremme forslag om fremtidig regulering. Utvalget hadde utredningsbistand fra SINTEF Fiskeri og havbruk AS.

Hovedpunktene i utvalgets innstilling kan oppsummeres som følger:⁵

- 1) Dagens ordning med MTB på lokalitetsnivå videreføres. Reguleringer på lokalitetsnivå bygger på miljøundersøkelser.
- 2) Regulering fremover bør derfor fokusere på lokalitetsnivået.
- 3) På kort sikt innføres flytende gjennomsnittlig MTB over minimum 12 måneder på konsesjonsnivå da dette gir:
 - i. Bedre mulighet for å håndtere uforutsette situasjoner knyttet til miljø og fiskehelse.
 - ii. Økt fleksibilitet, spesielt for mindre oppdrettere.
 - iii. Slakting styres i større grad ut fra markedsmessige vurderinger, og fremmer økt bearbeiding.

⁵ Internt utvalg nedsatt av FHL i februar 2009. Upublisert. Rapport mottatt via Cermaq ASA.

- 4) Innenfor dagens reguleringsregime gjennomføres årlig prosentvise økninger i MTB på konsesjonsnivå.

Utvalgets innstilling ble forelagt generalforsamlingen i FHL våren 2010 hvor det ble fattet et vedtak i tråd med innstillingen fra utvalget.

4.3.2. Guttormsen-utvalget (2012)

I desember 2012 leverte en arbeidsgruppe nedsatt av Fiskeri- og Kystdepartementet en rapport der to alternativer til dagens MTB-regime ble vurdert (Guttormsen *et al.*, 2012); et system hvor MTB-grensen varierer igjennom året kalt markedstilpasset MTB og et system der MTB er regnet ut som et rullerende 12 måneders gjennomsnitt. Utvalget anbefalte at man skulle gå over til et system med rullerende gjennomsnittlig MTB. I følge utvalget ville en slik ordning gi flere fordeler:

- a) Oppdretterne får større fleksibilitet. Denne fleksibiliteten kan brukes til å slakte mye laks på høsten, til å slakte jevnt over året, eller til å la være å slakte når markedets etterspørsel er begrenset.
- b) Ordningen vil være spesielt gunstig for bedrifter med videreforedling og for mindre oppdrettere. Bedrifter med videreforedling trenger jevn tilførsel av råstoff, og en gjennomsnitts-MTB vil gjøre det lettere for oppdretteren å legge til rette for denne delen av virksomheten. Små bedrifter vil på sin side kunne bruke fleksibiliteten til å snu seg hurtig rundt ved endringer i markedssituasjonen.

Arbeidsgruppen la videre til grunn at en endring av MTB-regimet *"hverken har positiv eller negativ effekt på miljø og fiskehelse [...] fordi konsesjons-MTB kun avgrenser totalproduksjonen pr. tillatelse og ikke har sammenheng med lokaliteter, tetthet eller lignende"*.

4.3.3. Kontali- & SINTEF-analyse (2013)

Fiskeri- og kystdepartementet engasjerte våren 2013 Kontali Analyse AS og SINTEF fiskeri og havbruk til å gjennomføre en utredning av følgende:

- "- Nivå på gjennomsnittlig MTB som ikke medfører økt potensiell produksjon.*
- Samfunnsøkonomiske konsekvenser, herunder sysselsetting og videreføring.*
- Miljøkonsekvenser, herunder effekter for lakselus, sykdom og rømming."*

Konsulentene ga sin rapport i august 2013 (Kontali Analyse AS & SINTEF, 2013).

Departementet har som vedlegg til sitt høringsbrev oppsummert hovedkonklusjonene som følger:⁶

- a. Rullerende gjennomsnittlig MTB gir marginal økning i potensiell produksjon (mindre enn 5 prosent) sammenlignet med dagens regime
- b. Rullerende gjennomsnittlig MTB gir økt fleksibilitet for den enkelte bedrift med hensyn til planlegging av slaktevekt, slaktetidspunkt, m.m.
- c. Rullerende gjennomsnittlig MTB gir marginale samfunnsøkonomiske konsekvenser og miljøeffekter

Konklusjonene fra de tre rapportene synes å være basert på generelle vurderinger av hvordan den enkelte oppdretter og næringen som helhet vil tilpasse seg til de ulike variantene av MTB-ordningen. Rapportene gir ikke opplysninger om at det er gjort konkrete analyser om hvordan oppdretters lønnsomhet vil bli påvirket av ordningene, og hvordan den enkelte aktørs tilpasninger for å oppnå høyest mulig lønnsomhet vil påvirke andre oppdretteres reaksjonsmønster. Det er også i liten grad gjort vurderinger av hvordan salgspris vil kunne bli påvirket av endringer i slaktevolum, enten det er i absolutt volum eller fordelingen av volum over året. Riktignok har Guttormsen-utvalget tatt utgangspunkt i teoretiske beregninger, samt brukt et optimeringsverktøy fra konsulentselskapet Infront-X for å analysere MTB-regimets påvirkning på oppdretters slaktemønster. Utvalget har dog ikke tatt hensyn til utsettstidspunkt for smolt, størrelse av denne eller forskjeller i salgspris i de ulike månedene og mellom slaktestørrelser.

⁶ Vedlegg til høringsbrev kan finnes på:

http://www.regjeringen.no/pages/38487651/Vedlegg_sammendrag_tilleggsutredning_MTB.pdf

Modelleringen av slaktemønster ser ut til å basere seg mer på en produksjons- enn lønnsomhetsmaksimerende tilnærming. Det kan derfor ikke utelukkes at rapportenes resultater og konklusjoner ville ha vært annerledes dersom faktorer som salgspriser, smoltstørrelser og utsettstidspunkt for smolt ble tatt hensyn til i beregningene.

5. Forhold ved produksjonen av laks

Et skifte i reguleringsregime vil kunne påvirke hvordan den enkelte oppdretter planlegger sin produksjon. For å ha mulighet til å kunne bestemme optimalt utsetts- og slaktevolum må den relevante produksjonsprosessen først defineres.

Asche & Bjørndal (2011) beskriver produksjonen av laks som en sammenkobling av biologiske, teknologiske, økonomiske og miljømessige faktorer. I tillegg vil de ulike parameterne i produksjonsprosessen kunne gi ulike optimale tilpasninger avhengig av relativ sammensetning og ekstern påvirkning. Under ulike reguleringsregimer får ulike produksjonsparametere ulik betydning, og reguleringen kan påvirke viktige innsatsfaktorer som smolt og fôr. Eksempelvis utviklet det seg under regimet med fôrkvoter (1996 - 2005) et marked for høyenergifôr. Mengde fôr tilgjengelig pr. konsesjon ble en flaskehals og følgelig ble det avgjørende å oppnå en så god utnyttelse som mulig pr. kg fôr (det vil si pr. flaskehalsenhet). Etterspørselen og betalingsviljen for et fôr som ga lav fôrfaktor (definert som kg fôr pr. kg vekst) økte derfor. På samme måte som at effektiv fôrutnyttelse ble det sentrale optimeringskriteriet ved fôrkvote, ble høy tilvekst på flaskehalsenheten tillatt biomasse det viktige optimeringskriteriet ved MTB. Under et reguleringsregime der konsesjonen er begrenset ved hvor mye biomasse oppdretteren har lov til å ha pr. konsesjon, er det en rekke produksjonsparametere som har betydning for hvordan oppdretter vil optimere sin produksjon. I dette kapitlet vil det overordnede produksjonsforløpet først kort oppsummeres, før de viktigste parameterene for en oppdretters produksjonstilpasning diskuteres nærmere i detalj.

5.1. Overordnet produksjonsforløp

Produksjonen kan deles inn i fire biologiske trinn (Asche & Bjørndal, 2011); (1) produksjon av stamfisk og rogn, (2) produksjon av yngel, (3) smoltproduksjon og (4) produksjon i sjø. Videre vil fisken etter trinn (4) gå videre til slakting og videreforedling. I denne oppgaven er hovedfokus tilpasningen av biomasse i sjø og slaktevolum. Kapitlet vil derfor i hovedsak fokusere på prosessen fra og med trinn (4).

Første beslutning for produksjon i sjø er valg av type og tidspunkt for utsett av smolt. Tiden fra smolt kommer inn i anlegget til den ansees som slakteklar er som regel mellom 12 til 24 måneder. Laksens vekst vil normalt avhenge av smoltens størrelse, temperatursvingninger (og følgelig utsettstidspunkt), fôrmengde og –sammensetning samt variable faktorer som sykdom og genetiske faktorer for den enkelte smolt. For en gitt utsettsgenerasjon vil en ha flere fisk av ulike størrelser (til tross for samme alder og utgangsstørrelse), hvor en kan si at fisken er normalfordelt rundt gjennomsnittsvekten for generasjonen (Forsberg, 1996).

Videre må oppdretter beslutte tidspunkt for slakting av ett gitt utsett. Optimalt tidspunkt avhenger i hovedsak av to ting; forventet laksepris og forventet modningstidspunkt (laks er tilnærmet verdiløs når den når kjønnsmoden alder grunnet lavere fiskekvalitet). Mekanismene rundt laksepris forklares nærmere i kapittel 5.6, men kort oppsummert varierer ikke laksepris bare fra måned til måned, men også mellom slaktestørrelser, hvor stor fisk vanligvis er høyere priset enn mindre. Prismekanismene vil *isolert sett* føre til en favorisering av større fisk, og utslakting i de måneder med høyest pris (normalt sett i årets fjerde kvartal). Det er sjeldent økonomisk eller praktisk mulig kun å slakte enkelte fisk i et anlegg (bl.a. grunnet behov for å sulte fisken i flere dager før slakting, gjerne 10 – 14 dager om sommeren og 7 – 10 dager ved lavere sjøtemperatur). Vanligvis vil hele grupper, enten enkeltmerder eller en hel lokalitet, slaktes over en begrenset tidsperiode. Når en generasjon med fisk har blitt slaktet, må lokasjonen ”brakklegges” (være fri for fisk) i en periode på 3 – 12 måneder før en ny generasjon kan settes ut på samme lokalitet. Total produksjonstid for en laks fra rogn til slaktemoden størrelse (eventuelt nå kjønnsmoden alder) er vanligvis mellom 20 og 40 måneder (avhengig av størrelse, lokasjon, temperaturer og andre faktorer).

Av det ovenstående ser en at oppdretter må ta hensyn til en rekke faktorer som individuelt kan trekke driftsplanleggingen i forskjellige retninger og mot ulike optimale tilpasninger. I de neste delkapitlene vil de viktigste produksjonsbestemmende faktorene smolt, vekstrate, temperatur, fôr og størrelsespris forklares i detalj samt gi en oversikt over i hvilken retning de individuelt påvirker optimal tilpasning for oppdretter.

5.2. Smolt

Smolt er ung laks som har gått igjennom en fysiologisk prosess der fisken blir i stand til å overleve i saltvann. Denne prosessen kalles *smoltifisering* og er unik for såkalte anadrome fiskearter (fisk som gyter og har yngelstadiet i ferskvann, men som fortsetter oppveksten i saltvann). I naturen vil en utvikling fra rogn til smolt kunne ta mellom to til fire år, men ved hjelp av teknologiske fremskritt har oppdrettsnæringen klart å korte denne ned til kun 8-16 måneder. Dette er gjort blant annet ved bruk av kunstig lys og tilpassede temperaturer for å simulere en raskere gjennomgang av årstidene samt bruk av spesialutviklet fôr .

Selve smoltifiseringen utføres i settefiskanlegg som videre leverer ferdig smolt til sjøanleggene, gjerne via brønnbåt. Levert smolt veier typisk i gjennomsnitt mellom 60 til 120 gram, og har en lengde på 12 til 20 centimeter. De siste årene har det vært en trend mot økt vertikal integrasjon, og majoriteten av oppdrettsbedrifter kontrollerer egne settefiskanlegg. Integrasjonen er mye begrunnet i økt mulighet for fleksibilitet og kontroll over smoltens egenskaper (eksempelvis smoltifiseringstidspunkt, kvalitet og størrelse).

Dagens teknologi har muliggjort at oppdrettere kan levere smolt både på vår og høst, i motsetning til i naturen hvor smoltifiseringen kun skjer om våren, og kan tilpasse leveransene av smolt til det enkelte oppdrettsanleggs produksjonsmønster. Smolt manipulert ved hjelp av kunstig lys omtales som 0-åringer (høstsmolt) og blir normalt satt i sjø innen 12 måneder etter rogn-innlegg. Vårsmolt som smoltifiserer den kommende våren, kalles tilsvarende for 1-åringer.

Smoltkostnadene utgjør en vesentlig andel av de totale produksjonskostnadene, men har gjennomgått en merkbar nedgang de siste tiårene. I 2008 lå eksempelvis kostnadsandelen fra smolt på i gjennomsnitt 12% mot 25% i 1985 (Asche & Bjørndal, 2011). Temperatur- og lyskontroll er både teknologisk og økonomisk sett svært viktige prosesser. Det er anslått at energibruken står for rundt 8 – 10% av smoltkostnadene til norske produsenter (3 – 5% av totale kostnader før slakting) (Marine Harvest ASA, 2013).

Tilgang til god og billig smolt er derfor av stor betydning for et godt biologisk og økonomisk resultat. Ved en gitt utsatt smoltstørrelse (og moderat dødelighet) vil smoltkostnad pr. kg slaktet fisk reduseres ved økt slaktevekt. *Isolert sett* favoriserer dette produksjonen av stor fisk. Inngangskostnaden (smoltpris) for et smoltindivid vil forøvrig avhenge av smoltens vekt, noe som gjør at mindre smolt vil ha en lavere inngangspris enn større smolt.

5.3. Vekstrate

Produksjonen under et MTB-regime bestemmes i stor grad av fiskens veksthastighet. Som tidligere litteratur belyser (se kapittel 4.2) kan oppdretterens gitte MTB sammenlignes med et bankinnskudd der det er om å gjøre å oppnå høyest mulig avkastning gjennom høy rente. Avkastningen på innskuddet er altså analogt med tilveksten på den stående biomassen. En sammenheng mellom tilvekst og alder (eventuelt størrelse) ble beskrevet allerede i 1934 av den østerrikske vitenskapsmannen Ludwig von Bertalanffy (1934). En enkel versjon av modellen beskriver endring i individets lengde, l , som:

$$\frac{dl}{dt} = K(L_{\infty} - l)$$

hvor t er tid, l er lengde/størrelse, K er veksthastighet og L_{∞} er den asymptotiske lengde.

Modellen beskriver hvordan vekstraten til et individ er fallende med individets størrelse, noe som er et svært viktig moment ved optimalisering av en oppdretters produksjon og lønnsomhet. For Guttormsens utvidede modell beskrevet i kapittel 4.2 vil dette *isolert sett* bety at verdien av å slakte nå ($d_t = 1$) relativt til å vente ($d_t = 0$) øker (alternativkostnaden stiger) etter hvert som fisken blir større.

I nyere tid kan modeller for beregning av laksens vekst deles i to typer modeller; (1) modeller basert på *spesifikk vekstrate* (SGR – *Specific Growth Rate*) og (2) TGC-modeller (*Thermal Growth Rate* – temperaturrelatert vekstrate). SGR-modeller har tradisjonelt vært de mest vanlige og kan skrives på formen (Thorarensen & Farrel, 2011):

$$w_t = w_{t-1} e^{SGR}$$

hvor w_t er fiskens vekt i tid t , og $SGR = (\ln(w_t) - \ln(w_{t-1}))$

En ulempe ved SGR-modeller er at det er vanskelig å kalkulere én SGR for ulike fiskestørrelser og varierende temperaturer. For å kalkulere en generell vekstkoeffisient over et større spenn av størrelser og temperaturer er TGC-modellen bedre egnet (Thorarensen & Farrel, 2011). TGC-modellen er basert på arbeidet til Iwama & Tautz (1981), og har oppnådd anvendelse ved dens enkelhet og mulighet for fleksibilitet (Jobling, 2003). TGC-modellen kan illustreres ved en modifisert versjon av Asche & Guttormsen (2001) gitt ved:

$$w_t = \left(w_0^{\frac{1}{3}} + GC \sum_{i=0}^t \frac{temp_i}{1000} \right)^3$$

hvor $\sum_{i=0}^t temp_i$ er *gjennomsnittlige daglige temperaturer* fra tid i til t , og GC er den *lokasjonsspesifikke vekstkoeffisienten* som beregnes ut ifra empiriske observasjoner ved følgende ligning:

$$GC = \left(w_T^{\frac{1}{3}} - w_0^{\frac{1}{3}} \right) 1000 / \sum_{i=0}^T temp_i$$

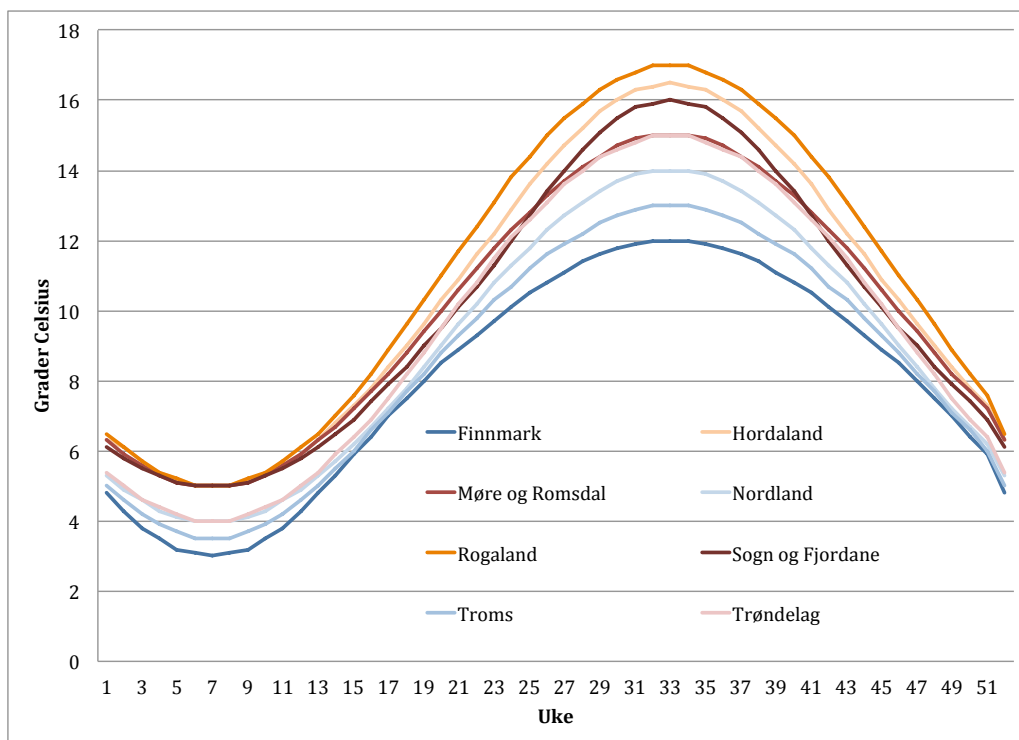
TGC-modellen bygger på forutsetningene om at vekstraten øker lineært med temperaturen og at økningen i fiskelengde er konstant over tid (ved gitt temperatur). Jobling (2003) viser i sin artikkel at begge disse forutsetningene kan sees som urimelige under enkelte former for normal oppdrett. Blant annet vil vekst i virkeligheten følge temperatur i en klokkeformet kurve (Jobling 1994), noe som gjør at veksten i TGC-modellen kan overvurderes ved høye temperaturer. Ifølge Thorarensen & Farrel (2011) er derimot forutsetningene rimelige (4 – 6% avvik) for fisk mellom 30 gram og tre kg samt i temperaturer mellom 4 og 14 grader celsius. Sjøtemperaturen i Norge vil for

størstedelen av året holde seg i dette intervallet, men for fylker sør for Trøndelag vil temperatur kunne overstige 14 grader i perioden juni til oktober, dog sjelden mer enn til 16 grader (se Figur 2 senere i kapitlet).

5.4. Temperatur

Temperatur er sammen med fôr en av de mest avgjørende parameterene for en laks' vekst. Laks er et vekselvarmt dyr, og temperaturen i omgivelsene har betydning for energiomsetningen og andre biologiske prosesser. Veksthastighet vil følgelig bli påvirket av temperatur (se Figur 3). Atlantisk laks trives best i temperaturer mellom åtte og 14 grader celsius, og undersøkelser viser at optimal temperatur for vekst og fôrinntak øker med fiskestørrelse. Høyest vekstrate forekommer generelt ved en temperatur på 13 – 14 grader. Allerede ved temperaturer over 16 grader opplever laksen en drastisk redusert vekst, samt økt risiko for sykdom (NIFES, 2013). Som argumentert av Guttormsen (2008) (se kapittel 4.2), har sjøtemperatur og tidspunkt for utsett av smolt derfor stor betydning for optimaliseringen av produksjonen.

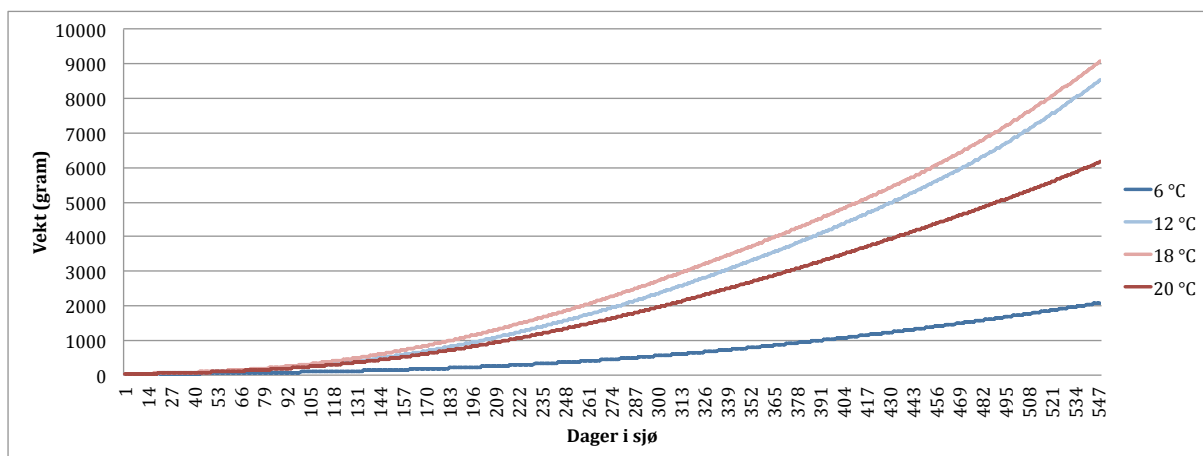
I Finnmark og Troms har MTB-grensen blitt satt til 945 tonn pr. konsesjon, 165 tonn høyere enn resten av landet. Argumentene myndighetene brukte da dette ble innført, var nettopp at temperaturene i Troms og Finnmark er såpass mye lavere enn resten av landets gjennomsnitt (se Figur 2) at dette vil resultere i en svakere vekstrate enn for oppdrettere i andre deler av landet.



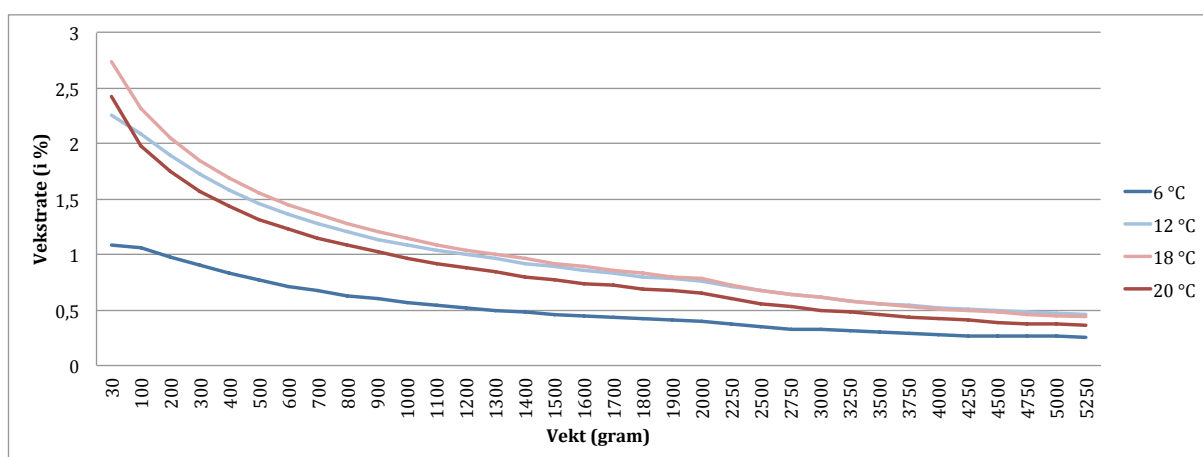
Figur 2. Typisk sjøtemperatur (pr. uke) i de ulike oppdrettsfylker. (Kilde: EWOS Norway AS)

Figur 4 viser tilveksten av en laks fra 30 gram til fem kg ved ulike sjøtemperaturer. Grafen er basert på veksttabell⁷ (Vedlegg I) fra førselskapet Skretting AS hvor vekst er angitt i form av den spesifikke vekstraten (SGR). Ved 12 grader er SGR 2,1% pr. dag for en fisk på 100 gram, 0,76% for to kg og kun 0,5% for en fisk på fem kg. Følgelig vil man (ved 12 grader) i et anlegg med fisk på to kg produsere 55% mer tilvekst på én dag enn i et anlegg med fisk på fem kg (ved lik biomasse). Dermed vil dette forholdet, alt annet like, favorisere produksjonen av liten fisk når oppdretter har restriksjoner på biomasse pr. konsesjon.

⁷ Veksttabell fra Skretting AS kan også finnes på:
[http://www.skretting.no/Internet/SkrettingNorway/webInternet.nsf/wprid/2E81AEC2B788F022C125757F0036473C/\\$file/Foring_formler.pdf](http://www.skretting.no/Internet/SkrettingNorway/webInternet.nsf/wprid/2E81AEC2B788F022C125757F0036473C/$file/Foring_formler.pdf)



Figur 3. Vektutvikling av en laks over 1,5 år ved ulike temperaturer. (Kilde: Skretting AS)



Figur 4. Spesifikk vekstrate for laks som funksjon av vekt, ved ulike temperaturer. (Kilde: Skretting AS)

5.5. Fôr

Evnen til å utnytte fôr effektivt varierer med størrelsen på fisken. Fôrutnyttelse blir normalt omtalt som fôrfaktor (på engelsk: FCR – *Feed Conversion Rate*). FCR angir hvor mange kg fôr som må til for én kg vekst. Thorarensen & Farrel (2011) fant at forskningsstudier de seneste år i gjennomsnitt konkluderer med en fôrfaktor på 0,97 (0,97 kg fôr pr. kg økning i fiskevekt). Men fôrfaktoren vil normalt synke ved høyere vekstrate (Mørkøre & Rørvik, 2001), slik at liten fisk generelt har en mer effektiv fôrutnyttelse (lavere FCR) enn større fisk. Skretting AS oppgir i sin veksttabell en biologisk fôrfaktor (mengde fôr fordelt på all produsert fisk, inkludert død fisk og svinn) på 0,81 for en fisk på 100 gram, og 1,02 for en fisk på fem kg. Den akkumulerte fôrfaktoren (såkalt økonomisk fôrfaktor) øker derfor med størrelsen. Når man tar

hensyn til dødelighet, vil den akkumulerte fôrfaktoren øke ytterligere med økt fiskestørrelse. Ved produksjonsmaksimering favoriserer dette forholdet produksjonen av liten fisk.

Innkjøpspris er imidlertid normalt høyere på fôr til små fisk enn til stor fisk (grunnet høyere proteininnhold, små pellet gir lavere kapasitet på produksjonsutstyr etc.). Dette vil helt eller delvis oppheve fordelene av lavere FCR for liten fisk.

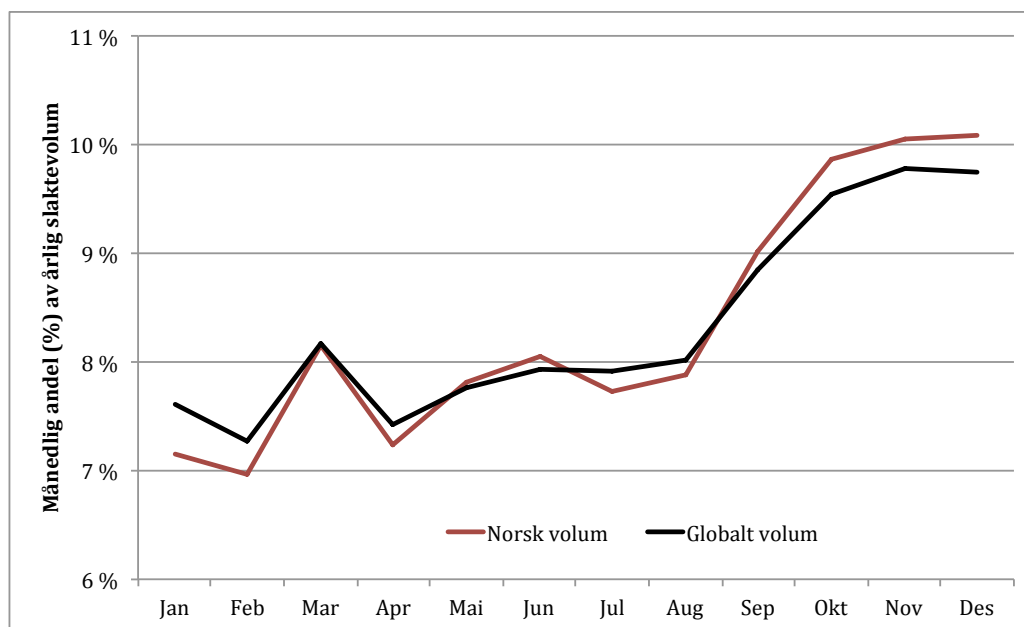
5.6. Laksepris

Markedet for atlantisk laks er særpreget av at tilnærmet all laks på samme sted i verdikjeden behandles som ett homogent gode i markedet. I en artikkel skrevet for å vise at importrestriksjonene på norskprodusert laks i USA ikke hadde de ønskede virkningene for den amerikanske oppdrettsindustrien som først tiltenkt av amerikanske konkurransemyndigheter, viste Asche (2001) at markedet for fersk Atlantisk laks fungerer som *ett verdensmarked*. Dette betyr at prisene produsentene mottar i markedet, i stor grad vil reflektere det totale globale volumet.

Det er viktig å bemerke at *ett verdensmarked* er en tilnærmet beskrivelse, og flere unntak eksisterer. Forskjeller i pris mellom markeder kan ifølge Asche & Bjørndal (2011) forklares ved blant annet forskjeller i fraktkostnader til ulike markeder, forsinkelse i selgeres reaksjoner til forskjeller i pris og ulike sammensetninger av størrelser, produkttyper og kvalitet. En studie fra 2009 (Xie *et al.*) fant at norsk laks har en relativt uelastisk pris sammenlignet med laks fra andre produsentland grunnet historisk store markedsføringskampanjer fra Norges Sjømatråd. I tillegg har andre studier vist at forbrukere til en viss grad foretrekker produkter fra eget land. For eksempel fant Norges Sjømatråd for en del år siden at norsk makrell ikke burde markedsføres som norsk i Japan, da japanere generelt foretrekker produkter fra japanske produsenter (Tarald Sivertsen, rådgiver Cermaq ASA, pers. med.). Jevnt over er dog andelen av produsert laks solgt i eget produksjonsland svært lavt, kun med unntak av Storbritannia (30-40% i 2012). Det eksisterer også små *nichemarkeder* for merker som blant annet Salmalaks i Norge og Balik røkelaks i Sveits, men deres volum

representerer en for liten andel av totalvolumet til å ha en signifikant innvirkning på markedsprisen.

Om en ser på fordelingen av slaktevolum innad i et kalenderår, ser en et klart mønster (se Figur 5). Årsproduksjonen har vært fordelt relativt likt over de ulike måneder i de seks siste årene, både i Norge og globalt. Samtidig følger tilbudet av laks fra Norge samme sesongsvingningene som globalt tilbud. Globalt har årlig produksjon vært jevnt fordelt størstedelen av året med ca. 7-8% av årlig produksjon pr. måned til og med oktober, før volumet øker i de fire siste månedene til ca. 9-10% i november og desember. Til tross for forskjeller i sjøtemperatur i løpet av året mellom de ulike produsentlandene, hvor Chile (nest-største produsentland) spesielt har en langt jevnere temperatur enn Norge, følger norsk og globalt volum tilnærmet samme tilbudsmønster. Denne sammenhengen vil være påvirket av at Norge står for ca. 50-60% av globalt volum, men det kan også tyde på at både norsk og globalt volum har tilpasset seg godt til etterspørselen.

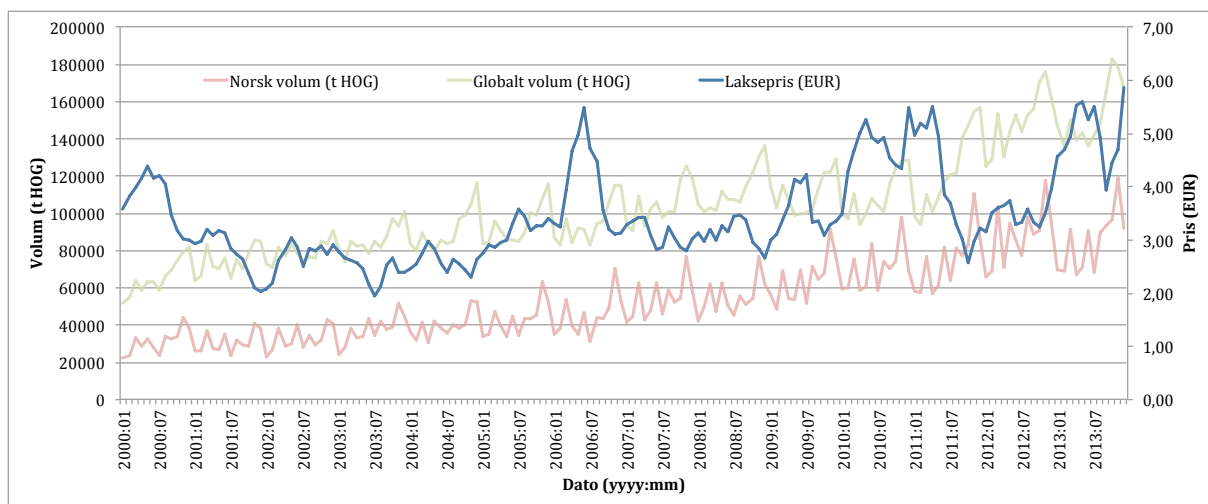


Figur 5. Gjennomsnittlig månedlig andel (%) av årlig norsk og globalt slaktevolum, i perioden 2008-2013. (Kilde: Kontali Analyse AS)

Til tross for at fordelingen av tilbudet over året har vært relativt stabil de siste årene, har de relative lakseprisene i de ulike månedene variert fra år til år. I 2013 var prisen ca.

50% høyere i desember relativt til i september, og i 2011 var prisen mer enn dobbelt så høy på sitt høyeste (februar) enn i laveste måned (september). Dette indikerer at valgt tidspunkt for slakting kan ha store konsekvenser for en oppdretters inntjening og en faktor som må hensyntas ved valg av optimal tilpasning. Prisvariasjon i løpet av et år som er ikke direkte knyttet til endringer i volum, vil delvis kunne forklares ved ulike etterspørsel i løpet av året (sesongsvingninger).

Dersom en ser på data for markedet for atlantisk laks i perioden 2000 til 2013 (se Figur 6), ser en at både norsk og globalt volum har steget jevnt i perioden og lå i 2013 på henholdsvis 273% og 234% av nivået i 2000. I samme periode har prisen variert betydelig, men har i gjennomsnitt økt med 8% pr. år. Dette tyder på at det kan ha vært betydelige endringer i eksterne faktorer fra år til år i perioden. Asche *et al.* (2013) fant at produksjonsveksten i 1996-2008 hovedsakelig ble drevet av en vekst i etterspørsel fremfor økt produktivitet. Deres data indikerte samtidig en etterspørselsvekst på 8% for perioden, noe som stemmer godt med tidligere studier på området.

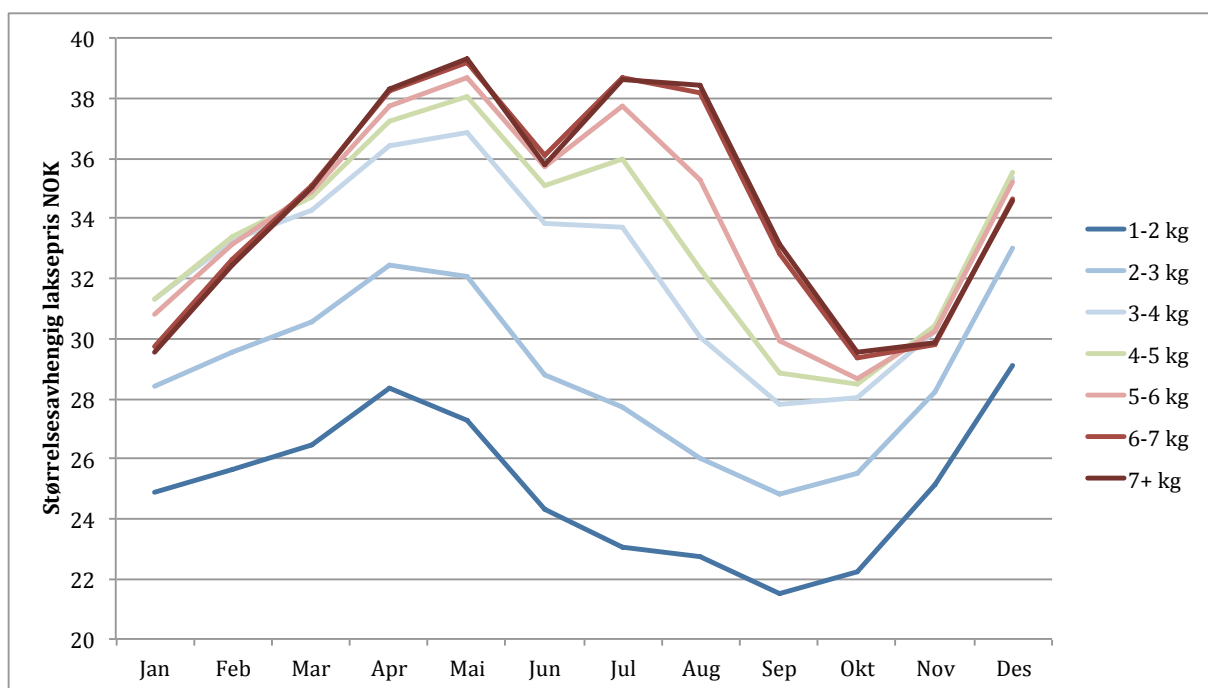


Figur 6. Månedlige laksepriser (EUR) mot norsk og globalt volum (tonn HOG) i perioden 2000-2013. (Kilde: Kontali Analyse AS)

I nyere tid er det verdt å merke seg priskrakket i 2. og 3. kvartal 2011. Dette var året Chile kom tilbake på markedet med et betydelig volum etter et utbrudd med virussykdommen Infeksiøs Lakseanemi (ILA), noe som ledet til en sterk økning av det globale tilbudet på svært kort tid (en økning på 36% i volum i 2. og 3. kvartal 2011 relativt til samme periode året før). Økonomisk teori sier at matprodukter med en rask

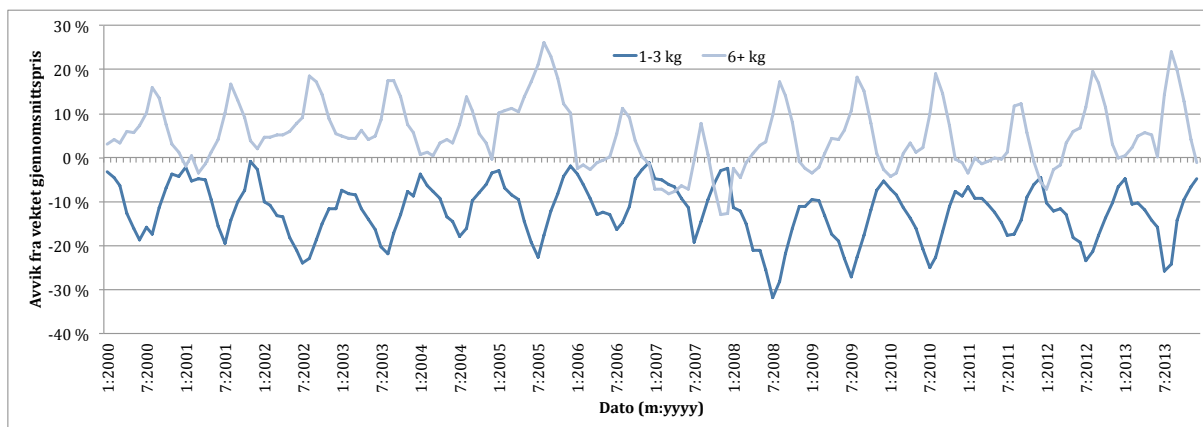
vekst i tilbud vil føre til en mindre elastisk etterspørsel (Asche *et al.* 2005). En kan dog stille spørsmål om hvorvidt markedet forutså at Chile skulle komme tilbake som de gjorde, og i hvor stor grad dette allerede var priset inn. Økonomisk teori tilsier at pris skal ta hensyn til tilgjengelig markedsinformasjon om tidligere og fremtidige volum i et rasjonelt marked.

Prisen på laks er i stor grad størrelsesavhengig. Forskjell i pris mellom størrelser er også svært sesongpåvirket. Figur 7 viser gjennomsnittlig månedlig laksepris de fem siste årene for de syv vanligste slaktestørrelsene.

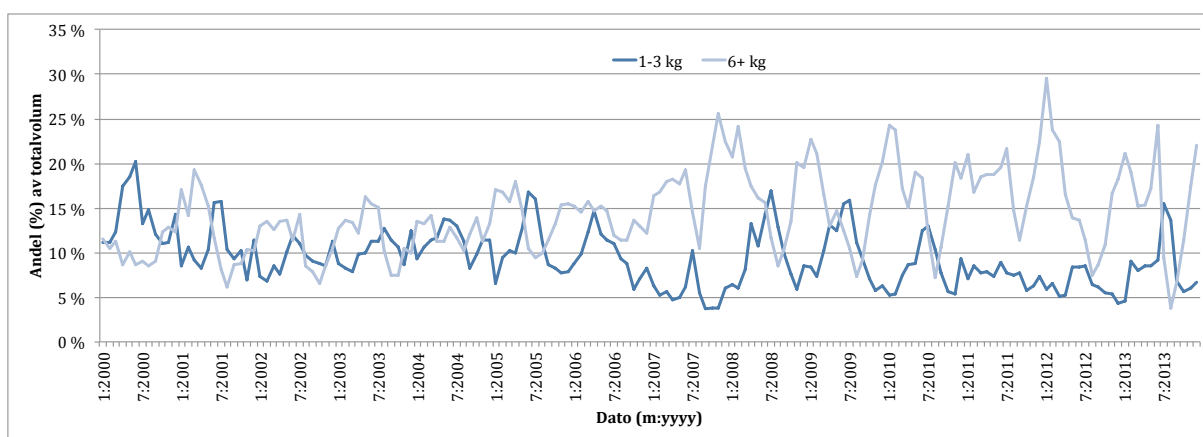


Figur 7. Størrelsesavhengig laksepris (NOK). Aritmetisk gjennomsnitt siste fem år (2009-2013). (Kilde: Kontali Analyse AS)

Dersom en ser på priser for de ulike størrelsene relativt til den vektete gjennomsnittsprisen, vil en se at det fremkommer et klart mønster. I Figur 8 er prisene for stor (6+ kg) og liten (1-3 kg) laks gjengitt i prosent av den vektete gjennomsnittsprisen i perioden 2000-2013.



Figur 8. Prosentvis avvik fra vektet gjennomsnittspris, for liten (1-3 kg) og stor (6+ kg) laks i perioden 2000-2013. (Kilde: Kontali Analyse AS)



Figur 9. Andel (%) av norsk totalvolum for liten (1-3 kg) og stor (6+ kg) laks, i perioden 2000-2013. (Kilde: Kontali Analyse AS)

En ser fra Figur 8 at avvikene fra gjennomsnittspris for de to gruppene (liten og stor fisk) er svært negativt korrelerte (liten fisk ligger lengst under gjennomsnittspris når stor fisk har størst positivt avvik). Det er derfor logisk å anta at det relative volumet for disse to størrelsene vil følge et lignende mønster (liten fisk har høyest volum når stor fisk er på sitt laveste, og motsatt), se Figur 9. Asche & Guttormsen (2001) lister opp to årsaker til dette mønsteret i tilgjengelig volum for de to størrelsestypene. For det første har fisk en verdi tilnærmet lik null når den når kjønnsmoden alder, noe som oftest skjer når den er mellom fem og syv kg. Dette fører til at de fleste oppdrettere vil slakte stor fisk på sommeren (høyest risiko for å nå kjønnsmoden alder i august og september, grunnet høy temperatur og tidspunkt for smoltutsett), og det vil følgelig være lite stor fisk tilgjengelig tidlig på høsten. For de andre vil biologiske faktorer og tilgjengelige

tidspunkt for utsett av høst- og vårmolt gjøre at størstedelen av laksen når 1-3 kg i periodene juni (høstsmolt) og september-desember (vårmolt). Dette fører til at det vil være lite småfisk tilgjengelig mellom desember og mars.

Ved profittmaksimering vil salgspris dermed, isolert sett, vanligvis favorisere produksjonen av stor fisk da denne generelt er priset høyere enn mindre fisk.

6. Metode

I dette kapitlet vil struktur og fremgangsmåte for analysearbeidet presenteres ved delkapitlet *scenarier og modellbedrifter* (6.1). Prisfunksjoner lagt til grunn for optimaliseringsmodell vil deretter utredes (kapittel 6.2), før modellen brukt for optimalisering av slakte- og biomassetilpasning beskrives i detalj (kapittel 6.3). Til slutt vil delkapitlet *modellkalibrering* (6.4) gjøre rede for de data som brukes som grunnlag for optimalisering og kvantifisere forutsetninger, og et kapittel (6.5) vil oppsummere de viktigste forutsetningene lagt til grunn for optimaliseringskjøringene.

6.1. Scenarier og modellbedrifter

For å finne effekten av en endring i reguleringsregime på den norske oppdrettsnæringens produksjonstilpasning vil analysen deles inn i to deler;

- (1) *Optimalisering av modellbedrifter*, antatt representative for hver sin gruppe av den norske oppdrettsindustrien
- (2) *Analyse av mulig næringstilpasning* ved overgang til gjennomsnittlig MTB

6.1.1. Optimalisering av modellbedrifter

Selv om det har foregått en omfattende konsolidering av den norske næringen, består den fortsatt av bedrifter av ulik størrelse, med ulik grad av vertikal integrering (oppstrøms mot smoltproduksjon og nedstrøms mot slakteri og videreforedling) og geografisk plassering (se kapittel 3.1). Da målsetningen med oppgaven er å analysere virkningen av et endret MTB-regime, er de mest relevante kriteriene ved utvelgelsen av modellbedrifter størrelse og graden av videreforedling. En oppdrettsbedrifts størrelse har betydning for i hvilken grad bedriften kan tilpasse seg fritt uten for mye restriksjoner og sidehensyn (f.eks. kapasitet på eget slakteri, jevn sysselsetting etc.). Samtidig har resultatet av en bedrifts tilpasninger større innflytelse på resten av markedet og derved egen og andre bedrifters tilpasninger jo større bedriftens egenproduksjon er. Har bedriften betydelig med videreforedling som krever jevn tilførsel av råstoff, vil dette legge restriksjoner på hvilke valg bedriften kan gjøre i sin driftsoptimering. Dessuten er det i første rekke bedrifter med videreforedling som har

krevd en omlegging av MTB-ordningen da de mener dagens ordning er et hinder for jevn produksjon over året. Et annet kriterium for kategorisering kunne ha vært geografi og temperatur. Imidlertid har hele den aktuelle delen av norskekysten samme temperaturprofil. Det er bare amplitudene som er forskjellige, og årstidenes påvirkning på produksjonstilpasningen blir den samme i sør som i nord (det er presentert scenarier som viser dette i kapittel 7.3.1).

Kategoriseringen av Norges oppdrettsaktører er basert på en Kontali-rapport om Norges oppdrettsselskaper (Kontali Analyse AS, 2013). Rapporten tar for seg 97 selskaper som til sammen representerte 99% av det totale antallet konsesjoner (987) i kommersiell bruk i Norge i 2012, og den deler næringen grovt i to kategorier; *små* og *mellomstore/store*. Små aktører er definert som selskaper med mindre enn seks konsesjoner hver. Kategorien består av totalt 61 aktører med til sammen 163 konsesjoner (total MTB på 132.000 tonn). Store og mellomstore selskaper er selskaper med seks eller flere lisenser og teller 36 aktører med til sammen 824 konsesjoner (total MTB på 680.000 tonn). Total MTB for alle selskaper i denne rapporten var i 2012 på 813.000 tonn. Med basis i ovennevnte Kontali-rapport er næringen delt i fire kategorier definert etter størrelse og hvorvidt de har videreforedling av betydelig grad (for nærmere beskrivelse av aktører involvert i foredling, se kapittel 3.1) som følger:

- (1) *Små aktører*, med mindre enn seks lisenser hver
- (2) *Store aktører (seks eller flere lisenser hver) uten foredling*
- (3) *Store aktører (seks eller flere lisenser hver) med foredling*
- (4) *Store med mer enn 20% av norsk MTB*

Disse kategoriene vil analyseres ved å ta utgangspunkt i en *modellbedrift* for hver av dem. Modellbedriften vil antas å ha en andel av norsk MTB lik gjennomsnittet for gruppen, og det vil videre forutsettes at alle aktører i en gitt gruppe vil oppføre seg som modellbedriften. Det vil i virkeligheten kunne være større og mindre variasjoner innad i en enkelt gruppe (for en analyse av effekten av en endring i disse forutsetningene vises det til kapittel 7.3).

Foruten å analysere effekten av en endring i MTB-regimet, har oppgaven også som målsetning å se på i hvilken grad prishensyn vil endre tilpasning for en oppdrettsaktør. Som bemerket i kapittel 4.3, synes ikke konklusjonene av rapportene fra verken *Guttormsen-utvalget* eller *Kontali Analyse AS & SINTEF* å være basert på beregninger som hensyntar effekten på laksepris av mulig tilpasning ved endret regime. Optimaliseringen av modellbedriftene vil derfor kjøres i to scenarier;

(1) *Produksjonsmaksimering*: Her antas det at aktøren kun ønsker å maksimere mulig slaktevolum under de gitte MTB-reguleringene, og tar ikke hensyn til lønnsomhetsfaktorer som laksepris og enhetskostnader. Resultatene fra en slik modellkjøring vil ikke bare være et godt sammenligningsgrunnlag mot effekten av å hensynta pris og kostnader, men vil også kunne gi en god pekepinn på hvor stor teoretisk produksjon som kan oppnås under de ulike reguleringene (ved de gitte forutsetningene).

(2) *Lønnsomhetsmaksimering*: I dette scenariet vil valgt optimert aktør velge den tilpasning av biomasse i sjø og slaktevolum som maksimerer dens dekningsbidrag. Dekningsbidrag er valgt som lønnsomhetsmål og vil variere med valg av tilpasning. Dette har også faglig støtte i at Hean (1994) fant at faste kostnader ikke endrer optimal tilpasning av slakte- eller utsettstilpasning (verken i form av volum eller tidspunkt). Under optimeringen må blant annet modellbedriften ta hensyn til at lakseprisen fluktuerer mellom ulike måneder, at laksepris i stor grad er størrelsesavhengig og at oppdretters volum potensielt kan påvirke prisen i markedet. Da modellbedriftene har ulik størrelse (konsesjonsvolum) kan det tenkes at større aktører vil velge en annen tilpasning enn mindre aktører grunnet deres potensielle påvirkning på pris, og at graden av dette videre vil avhenge av reguleringsregime. Alle andre oppdretteres, både norske og utenlandske, salgsvolum ligger fast under optimeringen. I virkeligheten vil modellbedriftens tilpasning også påvirke andre aktørers tilpasning, men det tar modellen her ikke hensyn til. Virkningen av denne forutsetningen vil bli drøftet særskilt i kapittel 8.3 samtidig som effekten av ulike forutsetninger for pris på tilpasningen til modellbedriftene vil diskuteres i resultatkapittelet (delkapittel 7.3.8). Et aggregert norsk volum basert på

optimeringsresultatene av modellgruppene vil videre brukes for å vise hvordan oppdretternes lønnsomhet kan bli påvirket av å ikke også hensynta andres mulige tilpasning.

6.1.2. Analyse av mulig næringstilpasning ved endret regime

I denne delen vil mulige tilpasninger ved en overgang til gjennomsnittlig MTB for den totale norske næringen analyseres. Denne analysen vil gjennomføres ved å se på konsekvensene av gradvis å tillegge oppdretter å måtte ta hensyn til nye faktorer med betydning for optimaliseringen i følgende rekkefølge:

- 1) *Aktører er ikke prispåvirkende.* Betydningen av vekst og mulig slaktevolum vil først kartlegges før virkningene av lønnsomhetsfaktorer som pris og enhetskostnader på en oppdretters tilpasning analyseres. Oppdretter tar her ikke hensyn til hvorvidt dens eget volum vil kunne påvirke pris og tar markedsprisene som gitt.
- 2) *Oppdretters eget volum påvirker salgspris.* Denne delen vil forsøke å forklare hvordan og hvorfor en aktør som antar påvirkning på pris av eget volum vil tilpasse seg forskjellig fra en oppdretter som tar prisen for gitt. Det antas her at aktøren ikke hensyntar andre aktørers mulige tilpasning til en endret pris.
- 3) *Aggregert tilpasning.* Dersom den totale næringen endrer tilpasning ved endret reguleringsregime, er det sannsynlig at også prisstruktur og følgelig optimal tilpasning vil kunne bli svært forskjellig fra et tilfelle hvor én enkelt oppdretter er den eneste som endrer produksjonstilpasning. Her vil tre mulige scenarier for et aggregert volum, og deres mulige konsekvenser for den samlede næringen, diskuteres:
 - a) *Produksjonsmaksimering.* Alle aktører ønsker å maksimere produksjon
 - b) *Informasjon om kun dagens priser.* Oppdrettere tar for hver smoltgenerasjon utgangspunkt i prisen på utsettstidspunkt, og tar konsekvensene av potensielle endringer i pris først på slaktetidspunkt

- c) *Tilpasning ved perfekt informasjon*. Antas at alle aktører kjenner hverandres fremtidige tilpasning til enhver tid og den resulterende prisen av dette.

Til slutt vil mulige konsekvenser av funnene gjort i ovennevnte analyser på næringens biomasseprofil bli diskutert.

6.2. Prisfunksjoner

Optimaliseringsmodellen (nærmere beskrevet i kapittel 6.3) kan optimalisere basert på én av to målkriterier, kalt *Produksjon* og *Resultat* (definert i kapittel 6.3.1). Når den optimaliserer kriteriet *Resultat*, maksimerer den dekningsbidrag gitt ved salgsinntekt fratrukket variable kostnader. Dette beskrives nærmere i kapittel om optimaliseringsmodell. Eneste inntektskilde er salgsinntekt oppnådd på det solgte volumet i markedet til enhver tid. Modellen forutsetter at aktøren forutser mulige endringer i markedspris som følge av endringer i eget salgsvolum. For å bestemme effekten av endringer i volum på pris må følgelig en prisfunksjon bestemmes.

I følge Asche & Guttormsen (2001) vil en optimal slaktemodell som forutsetter lik pris for alle slaktestørrelser kunne gi feilaktige konklusjoner. Til tross for at laks ofte blir sett på som et tilnærmet homogent produkt, eksisterer det i deler av året betydelige forskjeller i pris pr. kg for de ulike slaktestørrelsene (se kapittel 5.6).

Produksjonsprosessen vil samtidig innebære at enhetskostnadene kan være forskjellige for ulike slaktestørrelser grunnet både biologiske og økonomiske faktorer. Dette viser at det er viktig å inkludere forskjellene i priser mellom størrelser for å finne en aktørs optimale tilpasning. Samme studie viser dog at det på tross av ulike priser for ulike størrelser er mulig å se på den aggregerte mengden av laks som *ett gode*, fremfor ulike markeder for ulike størrelser.

For å kalkulere effekten av en endring i volum funnet av optimaliseringsmodellen på pris oppnådd av norske produsenter, vil prisberegningen derfor deles inn i to separate funksjoner; *prisfunksjon 1*, gjennomsnittspris i den enkelte måned, og *prisfunksjon 2*, vektavhengige priser. *Prisfunksjon 1* vil først kalkulere en aggregert gjennomsnittspris

for gitte måned ($Pris_{mnd}^{prismodell\ 1}$) basert på det månedlige volumet (alle størrelser aggregert til ett volum), før *prisfunksjon 2* beregner avviket ($Prisavvik_{mnd}^{størrelse}$) for de ulike størrelser fra den kalkulerte gjennomsnittsprisen. Pris for en gitt størrelse en gitt måned er følgelig definert som:

$$Pris_{mnd}^{størrelse} = Pris_{mnd}^{prismodell\ 1} \cdot (1 + Prisavvik_{mnd}^{størrelse})$$

Det er viktig å påpeke at formålet med disse prisfunksjonene er å vise hvordan slaktetilpasning i ulike måneder samt sammensetning av slaktestørrelser vil kunne påvirke salgsinntekt og følgelig optimal tilpasning for en oppdrettsaktør ved de ulike reguleringene. Fokus er altså på det relative forholdet mellom ulike tilpasninger og endringer i reguleringsregimer og ikke på det absolutte prisnivået eller prediksjonen av dette. Prisfunksjonene vil derfor utarbeides med hensyn på å finne den beste avveining mellom brukervennlighet i optimaliseringsmodell og evne til å finne relative forskjeller i pris ved ulike volumtilpasninger av optimert aktør.

I tillegg forutsetter optimaliseringsmodellen at aktøren har en antagelse om hvordan kun dens egen tilpasning vil påvirke markedspris, og tilpasser seg deretter. Det kan argumenteres for at lakseoppdretteres tilpasning til pris i virkeligheten kan beskrives ved en såkalt Cobweb-modell (Kaldor, 1934). Denne beskriver at produsentene tilpasser seg til prisstrukturen i dag når tiden fra produksjon bestemmes til produktet selges på markedet er for lang til at produsentene kan ha god informasjon om fremtidig pris på produktet. Dette fører ofte til sykluser hvor det produseres mye når prisen er høy, noe som reduserer pris i fremtiden og videre fører til lav produksjon, som igjen fører til høy pris. Det kan følgelig argumenteres for at den manglende kunnskapen om hvordan andre aktører vil tilpasse seg under et endret reguleringsregime vil kunne føre til en periode etter en eventuell implementering av gjennomsnittlig MTB hvor forskjellige aktører tilpasser seg vidt forskjellig basert på deres ulike antagelser om fremtidig volum og priser. Dersom det finnes en likevekt, kan det derfor oppstå noen perioder med ustabilitet før denne finnes.

6.2.1. Prisfunksjon 1: Gjennomsnittspris

For en oppdretter er de to mest avgjørende beslutningene å bestemme smoltutsettet (dvs. tidspunkt, antall og størrelse) og slaktingen (tidspunkt, antall og slaktestørrelse). Ved beregningen av pris kan dermed sammenhengen mellom en endring i pris ved en endring i oppdretters produksjon (slakting) – såkalt *invers priselastisitet* – ha avgjørende betydning for hvordan aktørens drift skal optimeres. Den mest vanlige metoden for å finne denne sammenhengen er gjennom regresjonsanalyser.

I kapittel 5.6 ble det vist at etterspørselen kan antas å ha klare sesongsvingninger og samtidig at den årlige etterspørselen endrer seg merkbart fra år til år. Disse egenskapene ved laksepris illustrer at en prisfunksjon må kunne ta hensyn til sesongsvingningene i etterspørsel. Videre er det viktig at en estimering av forklaringsvariablers (her volum) påvirkning på pris justeres for endringer i eksterne faktorer (for eksempel markedets etterspørsel) som følge av årsvariasjon.

Basisregresjonen for prisligningen er basert på pris som funksjon av volum. Det er flere mulige spesifikasjoner av en slik regresjonsmodell som kan gjøre regresjonen mer presis. Prisen på atlantisk laks vil for eksempel ikke kun avhenge av dens eget volum (invers egenpriselastisitet), men vil også bli påvirket av prisene på substitutter og komplementer (krysspriselastisiteter), hvor nærmeste substitutt kan sies å være stillehavslaks (Asche *et al.* 1998). Ideelt sett burde pris justeres for de ulike variasjonene i valutakurser og følgelig inneholdt valuta-dummyer. Faktorer som endringer i kjøpekraft og inflasjon er i denne oppgaven antatt å bli fanget opp av års-dummyer, men disse varierer også innad i år, noe som kan gi et skjevt bilde. Dersom kjøpere ikke bare lar seg påvirke av det volumet som tilbys i dag, men også av størrelsen på biomassen i sjø, vil prisen reflektere forventninger om fremtidige volum sluppet på markedet. På samme måte ville også "lag-variabler" på volum kunne ha gitt en bedre spesifikasjon. Av hensynet til prisfunksjonens formål i denne oppgaven er derimot kun volum i samme måned som pris tatt med som avhengig variabel da dette er ansett som den beste avveining mellom enkelhet for bruk i modell samt presisjon for oppgavens formål.

Regresjonen er i *log-form*, med $\ln(\text{Pris})$ som avhengig variabel og $\ln(\text{Volum})$ som uavhengig variabel. Sesong- og årsvariasjoner som ikke er påvirket av volum, beregnes ved *måned-* og *års-dummyer*. Basisregresjon tar dermed følgende form:

$$(1) \quad \ln(P_t) = \alpha + \beta_V \ln(V_t) + \beta_m D_m + \beta_y D_y + u$$

Hvor P_t er pris i tid t , α er konstantleddet, β_V er volumkoeffisienten, β_m er månedskoeffisienten til månedsdummy D_m , β_y er årskoeffisienten til årsdummy D_y , V_t er volum i tid t og u er residualene til regresjonen.

I en markedslukevekt vil pris bestemmes hvor tilbudsfunksjon krysser etterspørselsfunksjon. I regresjon (1) er det derfor stor fare for at den uavhengige variabelen $\ln(V_t)$ i virkeligheten ikke er eksogent gitt. Det vil si at volum levert på markedet også vil være en funksjon av pris slik at vi egentlig har minst to ligninger, $P_t = f(V_t)$ og $V_t = f(P_t)$, avhengige av hverandre. Dette vil kunne føre til at den uavhengige variabelen $\ln(V_t)$ i for stor grad korrelerer med residualene " u " i regresjon (1), altså $\text{Cov}(\ln(V_t), u)$ er ikke lik null. Dersom dette stemmer, bør en bruke en 2SLS-modell (two-stage least squares) fremfor en vanlig OLS-regresjon (ordinary-least-squares).

For å bestemme endogeniteten av den avhengige variabelen, $\ln(V_t)$, ble det kjørt en Hausman-test med to instrumentelle variabler, $\ln(V_{t-1})$ og $\ln(V_{t-2})$. V_t ble her valgt som *globalt volum* på tid t . Fremgangsmåte, utførelse og resultat for denne testen er vist i Vedleggskapittel II. Testen konkluderte med at $\ln(V_t)$ er endogen i den opprinnelige funksjonen (1), og at 2SLS bør anvendes fremfor OLS. 2SLS-modell blir kjørt med (1) som opprinnelig funksjon, og alle eksogene variabler som instrumenter (inkludert de instrumentelle variablene fra Hausman-testen i tillegg til en tredje instrumentell variabel $\ln(V_{t-3})$).

Da oppgavens hovedfokus er *norske produsenters* tilpasning, vil det være naturlig å ta utgangspunkt i pris oppnådd på norsk eksportert laks. Kilde for historiske priser er

Kontali Analyse AS.⁸ Rådata er oppgitt i ukentlige intervaller for perioden 2000 til 2013. Prisene er her delt inn i syv vektklasser (1-2 kg, 2-3 kg, 3-4 kg, 4-5 kg, 5-6 kg, 6-7 kg og 7+ kg) og angitt i NOK pr. kg HOG. Ettersom hovedmarkedet for norsk laks er EU (66% av norsk volum i 2013), vil størstedelen av volumet fra Norge ha vært omsatt i euro. Prisdata vil derfor konverteres fra NOK til EUR. Dette gjøres på basis av månedlige valutakurser oppgitt av Norges Bank.

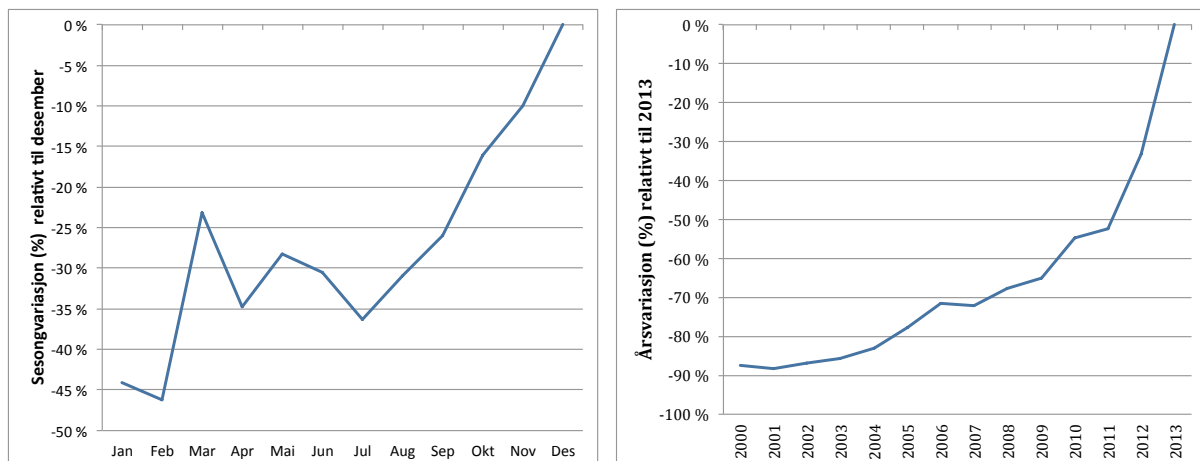
Videre er formålet med oppgaven å finne effekten av en endring i MTB-regime av en endret tilpasning av norske produsenter. Dette gjør at prisfunksjon hovedsakelig skal kunne beregne effekt på pris av endring i *norsk* volum. Men ettersom markedet for laks kan anses som ett verdensmarked, vil en forvente i større grad å kunne forklare sammenhengen mellom volum og pris dersom en tar hensyn til globalt volum i regresjonen. Dette støttes av en regresjonskjøring med norsk volum som avhengig variabel, hvor resultatet hadde lavere forklaringskraft enn ved bruk av globalt volum. Det ble også gjort et forsøk med bruk av globalt volum vektet for andel av norsk volum til de ulike markeder, men dette resulterte i lavere forklaringskraft enn både rent globalt volum og norsk volum. Data for globalt volum stammer fra samme kilde som prisdata, men er kun tilgjengelig i månedlige intervaller og ingen inndeling i ulike vektklasser. Både priser og volum er følgelig aggregert til et månedlig nivå. Resultat av 2SLS-modell er gjengitt i Tabell 1. Signifikansnivå i tabellen er illustrert ved *** for $p\text{-verdi} < 0,01$, ** for $0,01 < p\text{-verdi} < 0,05$, og * for $0,05 < p\text{-verdi} < 0,10$.

⁸ Upublisert. Kildedata er mottatt i korrespondanse med Konatli Analyse AS.

Uavhengig variabel: ln(Gjennomsnittlig laksepris)					Observasjoner: 165	Justert R ² : 0,7603	Std.avvik reg: 0,1227		
Uavhengig variabel	Koeffisient	Std. avvik	P-verdi	Signifikans	Uavhengig variabel	Koeffisient	Std. avvik	P-verdi	Signifikans
Konstant	27,4367	6,0003	4,82E-06	***	<i>Årsdummyer</i>				
ln(Volum)	-2,1369	0,4956	1,62E-05	***	2000	-2,0723	0,4149	5,90E-07	***
<i>Månedsdummyer</i>					2001	-2,1447	0,3625	3,28E-09	***
Januar	-0,5814	0,1390	2,87E-05	***	2002	-2,0203	0,3286	7,80E-10	***
Februar	-0,6206	0,1559	6,89E-05	***	2003	-1,9484	0,2902	1,90E-11	***
Mars	-0,2629	0,0929	4,70E-03	***	2004	-1,7767	0,2653	2,13E-11	***
April	-0,4269	0,1369	1,80E-03	***	2005	-1,5076	0,2489	1,39E-09	***
Mai	-0,3313	0,1196	5,60E-03	***	2006	-1,2546	0,2403	1,79E-07	***
Juni	-0,3634	0,1143	1,50E-03	***	2007	-1,2811	0,1940	3,99E-11	***
Juli	-0,4514	0,1282	4,00E-04	***	2008	-1,1294	0,1618	2,93E-12	***
August	-0,3692	0,1093	7,00E-04	***	2009	-1,0497	0,1681	4,22E-10	***
September	-0,3011	0,0820	2,00E-04	***	2010	-0,7853	0,1753	6,70E-06	***
Oktober	-0,1747	0,0524	1,30E-03	***	2011	-0,7390	0,1256	4,01E-09	***
November	-0,1055	0,0474	2,61E-02	**	2012	-0,4030	0,0513	4,15E-15	***
Desember	0,0000	N/A	N/A	N/A	2013	0,0000	N/A	N/A	N/A

Tabell 1. Resultater fra 2SLS-regresjon for prisfunksjon 1. Variabler med tilhørende koeffisienter, standardavvik, P-verdi og signifikans (illustrasjon av P-verdi) samt antall observasjoner, justert R² og standardavvik for regresjonen.

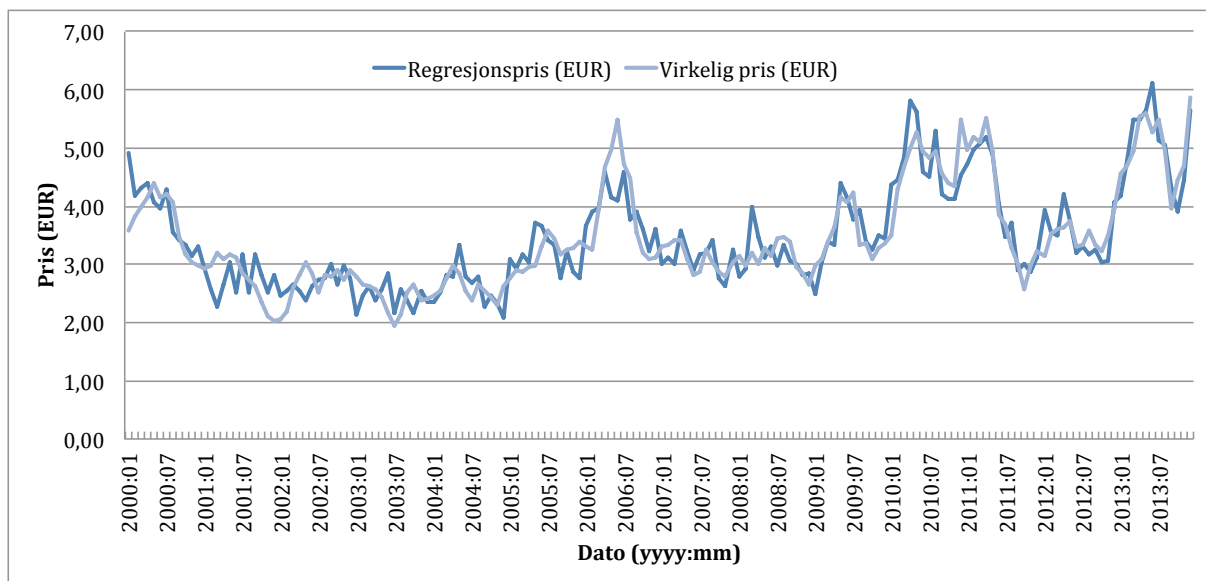
Her er måneds- og årskoeffisienter oppgitt relativt til henholdsvis *desember* og *2013*, slik at for eksempel koeffisienten for *august* sier at prisen, *ceteris paribus*, er $e^{-0,369239} - 1 = -30,1\%$ lavere i august relativt til i desember. Resultatene for måneds- og års-dummyene kan tolkes som endringer i pris forårsaket av eksterne faktorer (ikke påvirket av volum), og har følgende grafiske fremstilling:



Figur 10. Sesong- og årsvariasjon (%) i eksterne faktorer (ikke påvirket av volum)

Ved en 2SLS-regresjon skal en være forsiktig med å tolke R²-verdier som et mål på regresjonens tilpasning til data. En graf med regresjonen plottet mot virkelige priser kan

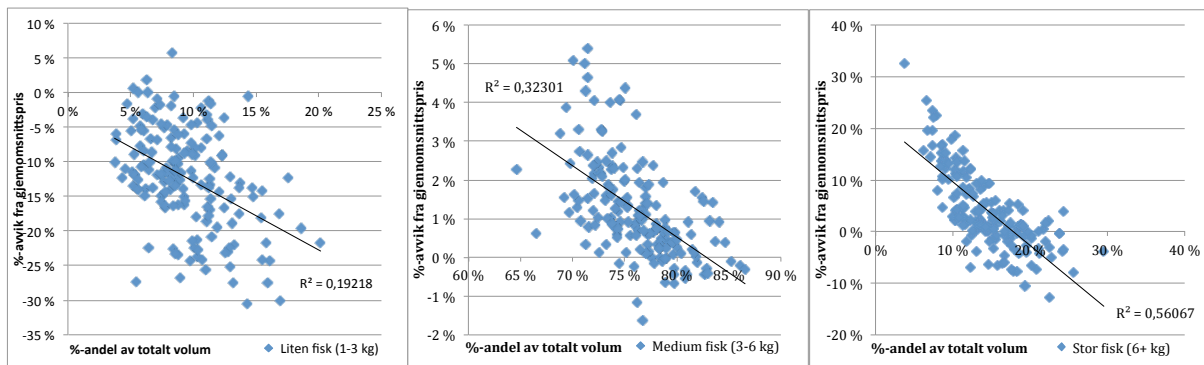
likevel gi et bilde på samsvar mellom kalkulerte verdier og historisk tilpasning som et alternativ til R^2 (Se Figur 11):



Figur 11. Regresjonspris (EUR) mot virkelig pris (EUR) for regresjonsintervall (2000-2013)

6.2.2. Prisfunksjon 2: Vektavhengige priser

Etter at *prisfunksjon 1* har beregnet en *gjennomsnittspris* for det aggregerte volum i hver måned, har *prisfunksjon 2* som formål å beregne et avvik fra gjennomsnittet for de ulike slaktestørrelser. Det ble valgt å beregne *avvik*, fremfor en egen prisberegning for den enkelte størrelse, basert på funn fra Asche & Guttormsen (2001) om at lakseprisen bestemmes ut ifra det aggregerte volumet (se kapittel 6.2). I kapittel 5.6 om laksepris ble det vist hvordan prisen på liten og stor fisk bevegde seg motsatt til hverandre, og hvordan dette kunne forklares ved at volum av liten fisk var høyt i måneder med lite stor fisk (og motsatt). Dette kan tyde på at den gitte størrelsesandelen av det totale volumet kan fortelle oss noe om avviket fra gjennomsnittspris for den gitte størrelsen. I Figur 12 er andel av totalvolum for størrelsesgruppene liten (1-3 kg), medium (3-6 kg) og stor (6+ kg) plottet relativt til deres prisavvik fra gjennomsnitt. Data er historiske priser fra Kontali Analyse AS (samme som ved beregning av *prisfunksjon 1*), og tidsperiode er månedlige observasjoner fra 2000 til 2013 (168 punkter for hver størrelsesgruppe).



Figur 12. prisavvik relativt til andel av volum for liten (1-3 kg), middels (3-6 kg) og stor (6+ kg) fisk. (Kilde: Kontali Analyse AS prisdata – månedlige observasjoner 2000-2013)

Dataene viser at pris for liten fisk synker relativt til gjennomsnittet når volumet av liten fisk relativt til andre størrelser øker. En lineær linje gjennom punktene indikerer ett prosentpoeng større negativt prisavvik for hvert prosentpoengs økning i andel liten fisk. En ser samtidig at stor fisk er relativt høyere prissatt når tilgjengeligheten av stor fisk reduseres og en vil kunne oppnå en pris under gjennomsnittet ved tilstrekkelig høyt volum. En lineær linje gjennom dataene gir her ca. 1,2 prosentpoeng lavere prisavvik på stor fisk pr. prosentpoengs økning i andel av totalt volum. Dette kan tyde på at pris på stor fisk er mer sensitiv for volumendringer sammenlignet med hva som er tilfellet for liten fisk. Mellomstor fisk står normalt for rundt 70 til 80 prosent av det totale tilbudet, og det er derfor naturlig at en høyere andel av denne fisken vil føre til at gjennomsnittsprisen i større grad reflekterer denne størrelsesgruppens pris. Det må nevnes at dette er en faktor som i en viss grad vil påvirke data for alle størrelseskategoriene i figuren over.

For å beregne prisavvik for de ulike størrelser er det flere faktorer som spiller inn. Foruten den enkelte størrelses andel av totalvolum, vil også volum fra andre størrelser virke inn på den gitte størrelsespris. Å beregne disse kryseffektene riktig er regresjonsteknisk svært utfordrende (pers. med. professor Øystein Myrland). Optimaliseringsmodellen bruker prisfunksjoner først og fremst for å vise at oppdretter vil ta hensyn til at ulike størrelser har ulike priser og videre at oppdretternes produksjon igjen vil kunne påvirke det relative forholdet mellom disse prisene. Prisfunksjonene er derfor forenklet og forutsetter at prisavviket kan forklares ved størrelsens andel av totalvolum.

Regresjoner er kjørt med *prosentvis avvik fra gjennomsnittspris* som avhengig variabel, *prosentvis andel av totalt volum* for gitt størrelse som uavhengig variabel, og har inkludert *måned*- og *års-dummyer* for å fange opp sesongvariasjoner samt endringer i eksterne faktorer i løpet av prognoseperioden. En svakhet ved denne fremgangsmåten kan illustreres ved et ekstremtilfelle hvor all fisk som er produsert globalt eksempelvis er 6-7 kg. I virkelighet vil gjennomsnittsprisen i dette tilfellet fullt ut reflektere prisen på 6-7 kg, og en vil ikke lenger ha noe avvik for denne størrelsen. Bruk av resultatene fra regresjonen presentert i dette kapittelet, vil derfor forutsette at andeler er innenfor et intervall hvor endringen av gjennomsnittspris som følge av en endring i andel av gitt størrelse er liten. Rådata for regresjonen er de samme som danner grunnlag for regresjonen ved *prisfunksjon 1*. Viktigste resultater fra regresjonene for de ulike størrelsene er gitt i Tabell 2. For en mer detaljert oversikt over resultatene, med blant annet standardavvik og koeffisienter for årsdummyer, vises det til Vedlegg III. Antall observasjoner var 168 og justert R² for regresjonene var i intervallet 0,57 – 0,83 (avhengig av slaktestørrelseskategori).

Uavhengig variabel	Avhengig variabel: Avvik (%) fra gjennomsnittspris						
	Koeffisient						
	1-2 kg	2-3 kg	3-4 kg	4-5 kg	5-6 kg	6-7 kg	7+ kg
Konstant	-0,1024	0,0193	0,0654	0,0858	0,1932	0,1729	0,1114
Størrelses andel	-3,8010	-0,2880	-0,2880	-0,2544	-0,7865	-1,3507	-1,3094
<i>Månedsdummyer</i>							
Januar	-0,0314	-0,0063	-0,0063	-0,0002	0,0119	0,0122	-0,0002
Februar	-0,0439	-0,0084	-0,0084	-0,0029	0,0101	0,0139	0,0041
Mars	-0,0641	-0,0089	-0,0089	-0,0026	0,0090	0,0119	0,0010
April	-0,0744	-0,0110	-0,0110	0,0017	0,0142	0,0191	0,0113
Mai	-0,1220	-0,0135	-0,0135	0,0054	0,0154	0,0251	0,0208
Juni	-0,1454	-0,0075	-0,0075	0,0171	0,0179	0,0276	0,0242
Juli	-0,2013	-0,0228	-0,0228	0,0253	0,0408	0,0576	0,0632
August	-0,2013	-0,0439	-0,0439	0,0068	0,0546	0,1095	0,1324
September	-0,1458	-0,0403	-0,0403	-0,0034	0,0336	0,0972	0,1105
Oktober	-0,1007	-0,0343	-0,0343	-0,0074	0,0285	0,0618	0,0743
November	-0,0507	-0,0166	-0,0166	-0,0031	0,0180	0,0198	0,0293
Desember	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Tabell 2. Resultater fra regresjoner for prisfunksjon 2. Viktigste resultater for anvendelse i optimeringsmodell

6.3. Optimaliseringsmodell

En oppdretters optimale produksjonstilpasning er, som vist i kapittel 5, avhengig av relativt kompliserte sammenhenger mellom både biologiske og økonomiske faktorer. De to viktigste beslutningene for en oppdretter er (1) tidspunkt, antall og størrelse utsatt smolt og (2) tidspunkt og størrelse på slaktet generasjon. I tillegg vil det optimale valget for disse beslutningsvariablene avhenge av hva oppdretter ønsker å optimalisere; lønnsomhet eller produksjon. For å bestemme hvordan en oppdrettsaktør vil tilpasse sin slakting og biomasse ved endringer i reguleringsregime, vil en optimaliseringsmodell programmeres i Excel, hvor de optimale beslutningsvariablene (1) og (2) bestemmes ved hjelp av en avansert "Solver"-programvare ("What's Best! 12" av LINDO Systems) som tillater ikke-lineære programmeringer. Programmeringen av optimaliseringsmodellen er gjort i samarbeid med Odd Inge Forsberg (senior konsulent og ekspert på økonomisk optimalisering i konsultantselskapet Infront-X) og baserer seg på produksjonsforløpet og parameterne beskrevet i kapittel 5.

Optimaliseringsmodellen vil videre inkorporere pris som endogen gitt i modellen. Slik at potensielle endringer i pris som følge av endring i slaktetilpasning kan fanges opp ved beslutning om optimal produksjon. Dette betyr at oppdretterne vil antas å ha en forventning om hvordan pris vil kunne endres når de selv er eneste som endrer volumtilpasning ved ulike reguleringer. For små nok oppdrettere vil denne effekten på pris være tilnærmet ikke-eksisterende da deres andel av volum tilsvarer en for liten del til å ha signifikant betydning på prisen. Men det kan tenkes at større oppdrettere vil tilpasse sin produksjon forskjellig når potensielle prisendringer tas med i beslutningen. Beregningen av pris vil i modellen bestå av to deler; (1) en beregning av en gjennomsnittspris og (2) en beregning i avvik i pris (relativt til gjennomsnittspris) for ulike vektklasser.

6.3.1. Forutsetningsparametere

Modellen kan velge mellom å optimalisere:

1. *Årlig slaktevolum*, uten å ta hensyn til lønnsomhet. Dette for å illustrere hvordan en produksjonsorientert oppdretter vil agere.

2. *Dekningsbidrag*, hensyntatt salgspris i vedkommende måned og slaktestørrelse samt variable produksjonskostnader ved gitt driftsstrategi. Prisfunksjoner hensyntar at oppdretters slaktevolum vil kunne påvirke salgspris på månedsnivå ved at pris regnes fra månedlig volum. Modellen står fritt til å plassere hele bedriftens årlige slaktevolum til en begrenset tidsperiode dersom den finner det optimalt.

Modellen blir følgelig, gjennom problemløsningsprogramvaren "What's Best!" (av LINDO Systems), satt til å maksimere én av følgende to verdier:

- *Total årlig produksjon (tonn HOG):* *Produksjon*
- *Årlig resultat/dekningsbidrag (million NOK):* *Resultat*

De matematiske beregningene for *Produksjon* og *Resultat* er gitt ved henholdsvis ligning 6 (kapittel 6.3.4) og ligning 11 (kapittel 6.3.6).

6.3.1.1. Tidsparametere

Modellen deler opp tiden i perioder t . Én periode t er gitt som en halv måned og forutsatt lik 15 dager. Periode $t = 0$ er datoen 1. april, $t = 1$ er 15. april, $t = 2$ er 1. mai, og tilsvarende videre. Totalt antall perioder er 64, hvor den enkelte dato (eksempelvis 1.april) gjentas tre ganger. Dette gjøres for å kunne fange opp en hel syklus for et år i full drift.

- *Tidsperiode, én periode er en halv måned:* $t = (1,2,\dots,64)$

6.3.1.2. Volumforutsetninger

Optimaliseringsmodellen tar utgangspunkt i en forutsatt gitt MTB-grense for optimalisert aktør når den optimaliserer med hensyn på *Produksjon* eller *Resultat*. Under følger beskrivelse av disse, samt matematisk benevning for bruk til videre forklaring av modellen.

- *MTB-konsesjon (tonn) for optimert aktør:* $MTB^{optimert}$

- *Total MTB (tonn) for hele den norske næring:* MTB^{totalt}

Modellen forutsetter at globalt volum, med unntak av volumet til aktør som optimaliseres, holdes konstant og lik en forutbestemt tilpasning (eksempelvis virkelig tilpasning i 2013). I virkeligheten vil aktører tilpasse seg hverandre over tid basert på forventinger om hverandres handlinger, slik at bedriften ikke kan anta at alt annet volum holdes konstant. En modell hvor slike strategiske handlingsmønstre tas hensyn til i optimering, vil derimot kreve mer avanserte modelleringer. Ikke-optimalisert volum er derfor forutsatt holdt konstant i denne modellen. Det er derfor viktig å påpeke at én modellkjøring alene ikke gir en likevekt hvor alle tilpasser produksjon, men en indikasjon på optimalisert aktørs tilpasning forutsatt en gitt fast tilpasning for resten av næringen (for eksempel dagens virkelige tilpasning).

- *Virkelig volum – verden, ekskludert Norge:* $Volum_{mnd}^{resten}$
- *Virkelig volum – Norge:* $Volum_{mnd}^{Norge}$

Volum er gitt i *tonn HOG*. Norsk volum er fordelt på *sju størrelseskategorier* og *12 måneder*, slik at $Volum_{mnd}^{Norge}$ er det aggregerte volumet for alle størrelser den gitte måned *mnd*. For *resten av verden* har volumdata hverken vært tilgjengelig fordelt på størrelser eller ukesnivå. I alle beregninger i modellen er derfor globalt volum forutsatt å ha samme størrelsesfordeling som norsk volum ($Volum_{mnd}^{Norge}$). Denne forutsetningen vil påvirke beregningen av størrelsesavhengig pris i modellen (se kapittel 6.3.5, *prisfunksjon 2*).

6.3.1.3. Smoltbegrensninger/-forutsetninger

Smoltutsett er delt inn i to *smolttyper*: *vårsmolt* (satt ut 1. april) og *høstsmolt* (satt ut 1. september). Hver av disse smolttypene har tre mulige *smoltkategorier* (med ulike størrelser) *i* som oppdretter kan velge mellom. Vårsmolt er $i = (1, 2, 3)$ og høstsmolt er $i = (4, 5, 6)$. Vekt (gitt i gram) for den enkelte smoltkategori er input i modellen og vil direkte påvirke smoltpris for gitte kategori (se *kapittel 6.4.3.1. Smoltbegrensninger*) smoltpris vil derfor avhenge av smoltkategori *i*.

For å hensynta fiskegruppens dødelighet, er dødeligheten i prosent av inngående antall i vedkommende *periode* etter usett definert. Forutsatt dødelighet kan derfor varieres med *smolttype* og perioden *t* etter utsett.

- *Smolttype* = (vårsmolt, høstsmolt)
- *Smoltkategori*: $i = (1, 2, \dots, 6)$
- *Vårsmolt*: $i = (1, 2, 3)$
- *Høstsmolt*: $i = (4, 5, 6)$
- *Størrelse/vekt til gitt smoltkategori i*: $Gram^i$
- *Smoltpris for kategori i*: $Smoltpris^i$
- *Vekstkoeffisient for vekstmodell*: TGC
- *Dødelighet*: $Dødelighet_t^{smolttype}$

Ligning 1 i kapittel 6.3.2 viser modellens vekstfunksjon, hvor denne er basert på en TGC-modell. En TGC (lokasjonsspesifikk vekstkoeffisient) må derfor her gis som bestemmende for smoltens vekst.

6.3.1.4. *Kostnadsparametere*

Foruten kostnad for anskaffelse av smolt forutsetter modellen at dekningsbidrag for oppdretter vil påvirkes av kostnader til *fôr* og *slakting*. Det må derfor spesifiseres en *fôrpris* (NOK pr. kg) og *slaktepris* (NOK pr. kg) som input for modellen. All modellering skjer i NOK. Da *prisfunksjon 1* gir pris i euro, må følgelig en valutakurs for konvertering av pris til norske kroner spesifiseres, i modellen benevnet som EURO (NOK pr. EUR).

- *Kostnad for anvendt fôr (NOK pr. kg)*: $Fôrpris$
- *Pris for slakting (NOK pr. kg)*: $Slaktepris$
- *Euro-kurs (NOK pr. EUR)*: $EURO$

6.3.1.5. *Produksjonsparametere*

I virkeligheten vil ikke all fisk vokse likt. I kapittel 5.1 vises det til at en kan anta fiskens vekt som normalfordelt rundt gjennomsnittsvekten. Modellen vil derfor forutsette en

normalfordeling rundt gjennomsnittsvekten for biomasse i sjø til enhver tid. Denne er angitt ved CV (variasjonskoeffisient).

- *Variasjonskoeffisient (vekstspredning):* CV

Vekst vil i stor grad avhenge av temperatur (se kapittel 5.4). Sjøtemperatur er en input i modellen og gitt for de ulike måneder. Denne kan, om ønskelig, varieres for å eksempelvis reflektere oppdrett i ulike regioner med forskjellig temperatur.

- *Temperatur (grader celsius) i gitte måned:* $Temperatur_{mnd}$

Når fisken slaktes vil en naturlig redusere vekten av fisken, slik at sløyd volum er lavere enn vekten fisken har når den tas opp av sjøen (levende vekt). Vekten av en sløyd fisk som andel av levende vekt kalles normalt for slakteutbytte.

- *Andel av levende fiskevekt etter slakting (%):* $Slakteutbytte$

6.3.2. Vekstberegning

For beregningen av fiskens vekst er det tatt utgangspunkt i vekstmodellen for laks utarbeidet av Iwana & Tautz (1981) og modifisert av Asche & Guttormsen (2001) (se kapittel 5.3). I optimaliseringsmodellen vil denne beregne gjennomsnittsvekten til smoltkategori i ved utgangen av periode t (hver periode utgjør en halv måned, angitt som 15 dager i vekstformel) som følger:

$$(1) \quad Vekt_t^i = \left(Vekt_{t-1}^i \frac{1}{3} + 15 \cdot Temperatur_{mnd} \cdot \frac{TGC^{Smolttype}}{1000} \right)^3$$

I denne oppgaven vil TGC bli bestemt som den verdi som best reflekterer vekstkurver gitt fra veksttabell (Vedlegg I) oppgitt av Skretting AS (se Figur 13 i kapittel 6.4.3.1 for tilpasset vekstkurve). Vekt regnes her i gram, og tar i første utsettsperiode utgangspunkt i hvilken størrelse smolt som blir satt ut, slik at vi eksempelvis for vårsmolt (satt ut 1. april) har $Vekt_0^i = Gram^i$. Høstsmolt (satt ut 1. september) starter utsett i periode $t = 10$.

6.3.3. Biomasseberegning

Total biomasse i periode t er summen av biomasse for alle smoltkategorier i t . Biomasse for en gitt smoltkategori i på tid t er:

$$(2) \quad \text{Biomasse}_t^i = \text{Antall}_t^i \cdot \text{Vekt}_t^i$$

Hvor Antall_t^i er antallet fisk i sjø regnet ut ifra:

$$(3) \quad \text{Antall}_t^i = \text{Antall}_{t-1}^i \cdot (1 - \text{Dødelighet}_t^{\text{smolttype}}) - \frac{\text{Slaktebiomasse}_t^i \cdot 1.000.000}{\text{Vekt}_t^i}$$

$\text{Slaktebiomasse}_t^i$ (tonn levende vekt) er biomassen tatt ut for slakt i perioden (forklart i kapittel 6.3.4). $\text{Slaktebiomasse}_t^i$ samt antall smolt utsatt i hver smoltgenerasjons første periode (utsettsperiode) er variabler bestemt av modellen, valgt for å maksimere målverdi for den optimaliserte oppdretter. Modellen velger altså optimale verdier for Antall_0^i (for vårsmolt) og Antall_{10}^i (for høstsmolt).

6.3.4. Slakkeberegning

Størrelsen på biomassen som slaktes ut i den enkelte periode t for utsatt smoltkategori i ($\text{Slaktebiomasse}_t^i$) er en variabel bestemt av modellen under optimalisering. Denne blir bestemt ut ifra den verdi som maksimerer valgt målverdi, og kan ikke overstige biomassen i sjøen på gitte tidspunkt.

Slaktevolum (tonn HOG) i periode t beregnes fra den summerte slaktebiomassen for alle smoltkategorier i på tid t justert for slakteutbytte. For å i tillegg dele slaktevolumet opp i de ulike slaktestørrelsene, kan vi ved forutsetningen om at fiskens vekt er normalfordelt rundt gjennomsnittsvekten formulere slaktevolum for gitte slaktestørrelse som:

$$(4) \quad \text{Slakt}_t^{\text{størrelse}} = \sum_{i=1}^6 (\text{Slaktebiomasse}_t^i \cdot \text{Slakteutbytte} \cdot \text{Normalfordelt}(\text{størrelse}; \text{Vekt}_t^i; \text{Vekt}_t^i \cdot \frac{CV}{100}))$$

I ligning 4 er $Normalfordelt(størrelse; Vekt_t^i; Vekt_t^i \cdot \frac{CV}{100})$ den normalfordelte andelen av biomassen som er den gitte størrelsen, og hvor denne regnes fra snittvekt ($Vekt_t^i$) og standardavvik ($Vekt_t^i \cdot \frac{CV}{100}$) i tid t og for smoltkategori i .

Slaktevolum av gitte størrelse i måned mnd er det aggregerte av alle $Slakt_t^{størrelse}$ (ligning 4) hvor t er innenfor gitte måned. Eksempelvis er dette for april det aggregerte av periodene $t = 0, 24$ og 48 (1. april) og $t = 1, 25$ og 49 (15. april). Dette er gjort for å fange opp at de ulike utsatte smoltkategoriene i kan slakte i ulike t for samme dato. Men ingen smoltkategori vil kunne slakte mer enn én gang på samme dato (f.eks. 1. april). Slik at for nevnte eksempel $mnd = april$ har vi:

$$(5) \quad Slakt_{april}^{størrelse} = (Slakt_{t=1}^{størrelse} + Slakt_{t=24}^{størrelse} + Slakt_{t=48}^{størrelse}) + (Slakt_{t=2}^{størrelse} + Slakt_{t=25}^{størrelse} + Slakt_{t=49}^{størrelse})$$

Modellen er her i tillegg underlagt to restriksjoner ved valg av slaktevolum og -tidspunkt; *maksimum/minimum slaktevolum pr. måned* (ligning 17) og *maksimum/minimum slaktevekt* (ligning 18) (disse er beskrevet i kapittel 6.3.7.2).

Ved maksimering av *produksjon* maksimeres følgende målverdi:

$$(6) \quad Produksjon = \sum_{mnd=1}^{12} (\sum_{størrelse=1}^7 (Slakt_{mnd}^{størrelse}))$$

6.3.5. Prisberegning

Pris oppdretter mottar på sitt slaktede volum regnes i to ledd:

- 1) *Prisfunksjon 1* regner gjennomsnittspris basert på månedlig globalt volum (V_{mnd}).
- 2) *Prisfunksjon 2* regner avvik fra gjennomsnittspris for den enkelte størrelse, og bruker denne til å bestemme størrelsesavhengig pris.

6.3.5.1. Prisfunksjon 1

Prisfunksjon 1 forklares i kapittel 6.2.1, og har formen:

$$(7) \quad \text{Pris}_{mnd}^{\text{prismodell 1}} = e^{\alpha + \beta_V \ln(V_{mnd}) + \beta_{mnd}^{\text{prisfunksjon1}}} \cdot \text{EURO}$$

I ligning 7 er α konstantleddet, β_V er koeffisient for $\ln(V_{mnd})$, $\beta_{mnd}^{\text{prisfunksjon1}}$ er månedskoeffisient for gitte måned "mnd", og EURO er NOK/EUR-kurs. Konstant og koeffisienter henter verdier fra Tabell 1. V_{mnd} er totalt nytt globalt volum etter optimering, og bestemmes fra ligning 8:

$$(8) \quad V_{mnd} = \sum_{størrelse=1}^7 (\text{Slakt}_{mnd}^{\text{størrelse}}) + \text{Volum}_{mnd}^{\text{resten}} + \text{Volum}_{mnd}^{\text{Norge}} \left(1 - \frac{\text{MTB}^{\text{optimert}}}{\text{MTB}^{\text{totalt}}}\right)$$

Her er globalt volum summen av optimert aktørs volum, forutsatt gitt volum for andre oppdrettsland og det "ikke-optimerte" norske volumet i den gitte måned.

6.3.5.2. Prisfunksjon 2

Prosentvis avvik for gitt slaktestørrelse beregnes deretter fra *Prisfunksjon 2* (forklart i kapittel 6.2.2) fra ligning:

$$(9) \quad \text{Prisavvik}_{mnd}^{\text{størrelse}} = \partial^{\text{størrelse}} + \beta_{\text{andel}}^{\text{størrelse}} \cdot \frac{V_{mnd}^{\text{størrelse}}}{V_{mnd}} + \beta_{mnd}^{\text{størrelse}}$$

I ligning 9 er $\partial^{\text{størrelse}}$ konstantleddet, $\beta_{\text{andel}}^{\text{størrelse}}$ er andelskoeffisienten og $\beta_{mnd}^{\text{størrelse}}$ er månedskoeffisient for den gitte størrelse den gitte måned, som oppgitt i Tabell 2 Endelig pris den gitte måned for gitt størrelse blir følgende:

$$(10) \quad \text{Pris}_{mnd}^{\text{størrelse}} = \text{Pris}_{mnd}^{\text{prismodell 1}} \cdot (1 + \text{Prisavvik}_{mnd}^{\text{størrelse}})$$

6.3.6. Resultatberegning

Økonomisk resultat er i oppgaven forutsatt som lik bedriftens dekningsbidrag, gitt ved følgende funksjon:

$$(11) \quad \text{Resultat} = \text{Salgsinntekt} - \text{Smoltkost}^{total} - \text{Fôrkost}^{total} - \text{Slaktekost}^{total}$$

Salgsinntekt (1000 NOK) er definert som den aggregerte salgsinntekten for alle måneder, hvor salgsinntekt den enkelte måned er beregnet ved:

$$(12) \quad \text{Inntekt}_{mnd} = \sum_{størrelse=1}^7 (\text{Slakt}_{mnd}^{størrelse} \cdot \text{Pris}_{mnd}^{størrelse})$$

Smoltkost (1000 NOK) er den totale smoltkostnaden inklusive frakt for alle utsatte *smoltkategorier* (*i*), hvor kostnad for den enkelte kategori er gitt ved:

$$(13) \quad \text{Smoltkost}^i = \text{Antall}_{utsett\ t}^i \cdot \text{Smoltpris}^i, \text{ hvor } \begin{cases} utsett\ t = 0 \text{ hvis } i = (1,2,3) \\ utsett\ t = 10 \text{ hvis } i = (4,5,6) \end{cases}$$

Fôrkost (1000 NOK) er den samlede fôrkostnaden (inklusive frakt) for alle perioder og smoltkategorier summert. For gitt periode (*t*) og smoltkategori (*i*) blir fôrkostnad:

$$(14) \quad \text{Fôrkost}_t^i = \text{FCR}_t^i \cdot (\text{Biomasse}_t^i + \text{Slaktebiomasse}_t^i - \text{Biomasse}_{t-1}^i) \cdot \text{Fôrpris}$$

Som beskrevet i kapittel 5.5 vil fôrutnyttelse avhenge av fiskens størrelse. I modellen vil fôrfaktoren (FCR) gitt pr. kg for gitt smoltkategori *i* og i periode *t* beregnes som en funksjon av fiskens vekt i gitte periode.

$$(15) \quad \text{FCR}_t^i = a \cdot \left(\frac{\text{Vekt}_t}{1000} \right)^b$$

Funksjonen (og data for parameterene *a* og *b*) for FCR_t^i ble utarbeidet i 2004 av Forsberg (upubl.) hvor den er fremkommet gjennom en multippel regresjonsanalyse av FCR-data fra kommersielle fôrtabeller (15 observasjoner, og en R^2 på 0,95). FCR-modellen gir også en god tilnærming til erfaringsdata med dagens fôrtyper (Odd Inge Forsberg, pers. med.).

Slaktekost beregnes for hver enkelt periode, for så å bli aggregert til en total for hele året. Funksjon for slaktekost en gitt periode t er:

$$(16) \quad \text{Slaktekost}_t = \text{Slaktebiomasse}_t \cdot \text{Slaktepris}$$

6.3.7. Optimaliseringsrestriksjoner

For at modellen skal kunne ta hensyn til restriksjoner på biomasse, slaktevolum og lignende må implementeringen av disse definisjonene defineres.

6.3.7.1. Reguleringsbegrensninger

Modellen vil gi mulighet til å la enkelte måneder ha en høyere MTB enn andre ved at en som input angir et mulig prosentvis avvik fra MTB for den gitte måned. Dette avviket vil brukes for å gi en justert MTB for den enkelte måned (benevnet "*mtp*") hvor $mtp_{mnd} = (\text{Avvik}_{mnd} + 1) \cdot MTB^{optimert}$.

- Mulig avvik fra bedrifts MTB for den individuelle måned: Avvik_{mnd}
- Justert mulig "*mtp*" hver måned: mtp_{mnd}

Med disse parameterene er det mulig å sette opp to begrensingsfunksjoner som fleksibelt lar en velge mellom de tre reguleringsregimene:

- 1) $\text{Biomasse}_{mnd} \leq mtp_{mnd}$
- 2) $\sum_t^{t+23} (\text{Biomasse}_t) \leq 24 \cdot MTB^{optimert}$

Begrensning (1) sier at biomassen ikke i noen måned kan overstige *mtp* for gitt måned.

Begrensning (2) sier at total biomasse over enhver 12 måneders periode (modellen bruker to perioder t pr. måned) ikke kan ha et gjennomsnitt over aktørens MTB.

Under fast MTB vil *Avvik* være satt til null i alle måneder, og *mtp* er følgelig lik MTB i (1). Ved rullerende gjennomsnittlig MTB vil *Avvik* settes så høyt at (1) i praksis ikke fører til noen begrensning, og kun (2) vil kunne binde. Ved MTP-regulering vil både (1) og (2) i

praksis kunne binde. Tolkning vil her være at biomasse kan overstige bedriftens MTB inntil mtp i gitte måned, men snittet siste 12 måneder må være lik MTB.

6.3.7.2. Andre begrensninger:

Minimum og maksimum slaktevolum pr. måned (for bl.a. kapasitetsbegrensninger, kontraktsalg, videreforedlingsavtaler):

$$(17) \quad (\min. \text{slakt})_{mnd} \leq \text{Slakt}_{mnd} \leq (\max. \text{slakt})_{mnd}$$

Parameterene $(\min. \text{slakt})_{mnd}$ og $(\max. \text{slakt})_{mnd}$ bestemmes som input til modellen, og vil kunne defineres forskjellig for den enkelt måned.

I modellen kan man definere henholdsvis minimum og maksimal slaktevekt, regnet som gjennomsnittlig individvekt i den slaktede fiskegruppe for å begrense mulig slaktestørrelse til det som normalt omsettes i markedet. Gitt størrelsesvariasjonen rundt middelvekten vil det bli slaktet fisk av ulik størrelse. Slaktevektsbegrensningene trer i kraft gjennom at modellen tvinges til å slakte en generasjon når dens gjennomsnittsvekt når maksimum slaktevekt, og tvinges på samme måte til å vente med å slakte til gjennomsnittsvekten når minimumsbegrensningen. Modellen velger den slaktemengde i hver måned som optimaliserer bedriftens dekningsbidrag, eventuelt slaktevolum, og vil da begrenses til de gitte slaktevektene. Variablene $(\max. \text{vekt})$ og $(\min. \text{vekt})$ i ligning 18 bestemmes som input til modellen.

$$(18) \quad \text{Slakt}_t = 0 \text{ hvis } \begin{cases} \text{vekt}_t > (\max. \text{vekt}) \\ \text{vekt}_t < (\min. \text{vekt}) \end{cases}$$

I tillegg er alle variabler bestemt av modellen under optimalisering begrenset til å være positive, dvs. ≥ 0 .

6.4. Modellkalibrering

For kjøringen av optimaliseringsmodellen og den videre analysen, må spesifikke data legges til grunn. I dette delkapittelet vil først størrelsen på den norske MTB samt norsk

og globalt volum bestemmes (kapittel 6.4.1). Deretter vil modellbedriftene som skal optimeres bli spesifisert (kapittel 6.4.2) før størrelser på produksjonsbestemmende faktorer som blant annet smoltbegrensninger, kostnadsparametere og vekstfaktorer beskrives (kapittel 6.4.3).

6.4.1. Data for MTB- og volumforutsetninger

Ved optimalisering av en aktør er det forutsatt at aktøren bestemmer optimal tilpasning ved å anta at den er den eneste som endrer tilpasning fra virkelig volum.

Slaktetilpasning for resten av den globale industrien vil forutsettes å være den samme som i 2013.

Norsk volum ($Volum_{mnd}^{Norge}$), fordelt på de syv vektclasser og måneder, er beregnet fra Kontali-data som er brukt i estimering av prismodell, og er oppjustert til samme totale årlige og månedlige norske volum som i Kontali Analyse AS (2014) grunnet forutsetningen om at all laks omsettes som fersk sløyd. Norsk volum lagt til grunn for optimaliseringsmodell, er dermed gitt som i Tabell 3.

	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
1/2 kg	500	1034	608	609	507	655	795	631	432	365	375	342
2/3 kg	3217	5352	5888	5741	6498	6129	10939	10726	6288	5736	5823	6190
3/4 kg	14267	14946	20174	15143	17702	14966	23797	29781	26620	23926	22330	23798
4/5 kg	24246	20108	24802	22054	23018	18447	21393	28250	37018	38347	31222	26643
5/6 kg	21705	15626	17015	19259	20185	15718	11840	10482	22272	27572	25439	18883
6/7 kg	11183	8056	7887	8081	9578	10100	4137	2302	5512	9393	12296	13390
7+	5882	5346	4357	3273	4502	7876	3060	808	1127	2932	5745	8044
Totalt	81000	70470	80730	74160	81990	73890	75960	82980	99270	108270	103230	97290

Tabell 3. Norsk volum (tonn HOG) fordelt på slaktestørrelse og måned i 2013. (Kilde: Kontali Analyse AS)

Resterende globalt volum ($Volum_{mnd}^{resten}$) er definert som globalt volum (Kontali Analyse AS, 2014) fratrukket Norsk volum (Tabell 3) og er gitt i Tabell 4.

	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
Totalt	65880	65205	69525	65115	61605	62325	66060	65700	65925	75015	75285	70290

Tabell 4. Volum "resten av verden" (globalt fratrukket norsk volum) fordelt på måned, 2013. (Kilde: Kontali Analyse AS)

Den totale MTB for den norske næringen (MTB^{total}) i 2013 ble av Kontali Analyse AS (2013) beregnet til ca. 825.000. Dette inkluderer konsesjoner gitt til stamfisk, forskning og visning⁹.

Under reguleringsalternativet *markedstilpasset produksjon* (MTP) må det bestemmes et mulig avvik fra gitt MTB i de ulike måneder ($Avvik_{mnd}$). Dette avviket vil bli forutsatt tilsvarende som i forslaget beskrevet av Bremnes Fryseri AS i deres innspill til høringsnotatet fra Fiskeri- og Kystdepartementet (Bremnes Seashore AS & SalMar ASA, 2014), gjengitt i Tabell 5. I optimaliseringsmodellen vil dog dette reguleringsalternativet håndteres noe annerledes enn beskrevet av Bremnes Fryseri AS, da modellen krever at en økning over gitt MTB i én måned må kompenseres ved en tilsvarende reduksjon i resterende måneder, slik at gjennomsnittet over de siste 12 måneder alltid er likt MTB.

	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
MTP	14 %	9 %	4 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	4 %	9 %	14 %	14 %

Tabell 5. Mulig avvik fra gitt MTB i de ulike måneder ved reguleringsalternativ MTP. (Kilde: Bremnes Fryseri AS)

6.4.2. Data for modellbedrifter

Inndelingen i modellbedrifter ble i kapittel 6.1.1 definert som (1) *små aktører (med mindre enn seks lisenser hver)*, (2) *store (mer enn seks lisenser) uten foredling*, (3) *store med foredling* og (4) *store med mer enn 20% av total norsk MTB*. Tabell 6 viser antall selskaper (det vil si konsern som definert i aksjeloven), antall konsesjoner samt gjennomsnittlig andel av alle norske konsesjoner pr. selskap for de enkelte gruppene. Kilde for tabelldata er Kontali Analyses rapport om den norske laksenæringen (Kontali Analyse AS, 2013).

⁹ Visningskonsesjoner er konsesjoner tildelt anlegg som er tilrettelagt for å blant annet vise fram norsk fiskeoppdrett til turister og besøkende.

Gruppe	Konsesjoner	Selskaper	Andel/selskap
Små (<6 lisenser)	163	61	0,3 %
Store (>6 lisenser) uten foredling	304	23	1,3 %
Store (>6 lisenser) med foredling	295	6	5,0 %
Store (>6 lisenser) med >25% av MTB	225	1	22,8 %
TOTALT Norge	987	91	1,1 %

Tabell 6. Antall konsesjoner, antall selskaper og gjennomsnittlig andel av alle norske konsesjoner pr. selskap for de fire modellgruppene

Da kildedata for antall konsesjoner pr. selskap er basert på 2012 samtidig som volumdata og total norsk MTB for optimering er 2013, beregnes den enkelte modellbedrifts MTB ved at en aktørs andel av alle norske konsesjoner er den samme i 2013 som i 2012. Videre er beregning basert på en forutsetning om at alle aktører har en MTB på 780. Tilgjengelig konsesjonsvolum (tonn MTB) for modellbedriftene ($MTB^{optimert}$) er gitt i Tabell 7.

Gruppe	Andel lisenser	MTB modellbedrift	MTB gruppe
Liten (<6 lisenser)	0,3 %	2230	136030
Stor (>6 lisenser) uten foredling	1,3 %	11048	254103
Stor (>6 lisenser) med foredling	5,0 %	41097	246581
Stor (>6 lisenser) med >25% av MTB	22,8 %	188070	188070

Tabell 7. Konsesjonsvolum (tonn MTB) for de fire modellbedriftene og -gruppene ved total norsk MTB i 2013

For gruppen *store med foredling* må et foredlingsvolum legges til grunn. Dette volumet er antatt å være likt i alle måneder, eksempelvis grunnet kontraktsalg, og modellbedriften i denne gruppen vil være tvunget til å slakte minst dette gitte volumet den enkelte måned. Mange av oppdrettsbedriftene som driver med videreforedling har såkalt interregionalt biomassetak. Dette gjør at de kan flytte MTB over regiongrensene (det vil si mellom nærliggende regioner). Grensen for å få et slikt interregionalt biomassetak er at oppdretter bearbeider minst 25% av sitt slaktevolum. Det månedlige videreforedlingsvolumet er derfor i optimaliseringskjøringene antatt å tilsvare 30% (trygt over det interregionale biomassetaket) av det gjennomsnittlige månedlige volumet (dersom den ikke hadde hatt videreforedling) ved lønnsomhetsmaksimering og fast MTB for denne modellbedriften. En slik kjøring av optimaliseringsmodellen ga ca. 75.280 tonn i årlig produksjon, noe som resulterer i 1.882 tonn videreforedlingsvolum i måneden som foredlingsforutsetning for denne modellbedriften.

6.4.3. Data for produksjonsforutsetninger

Produksjonsforutsetningene er produksjons- og lønnsomhetsbestemmende faktorer som vil påvirke valg og resultat av tilpasning for de optimaliserte modellbedriftene. Forutsetninger data som her følger vil gjelde for alle modellbedrifter med mindre annet er spesifisert. Dette innebærer blant annet at alle optimaliserte aktørene har samme kostnadsstruktur (ingen stordriftsfordeler), samme temperaturprofil og tilgang på lik smolt. Disse forutsetningene og deres påvirkning på resultater drøftes i kapittel 7.3.

6.4.3.1. Smoltbegrensninger

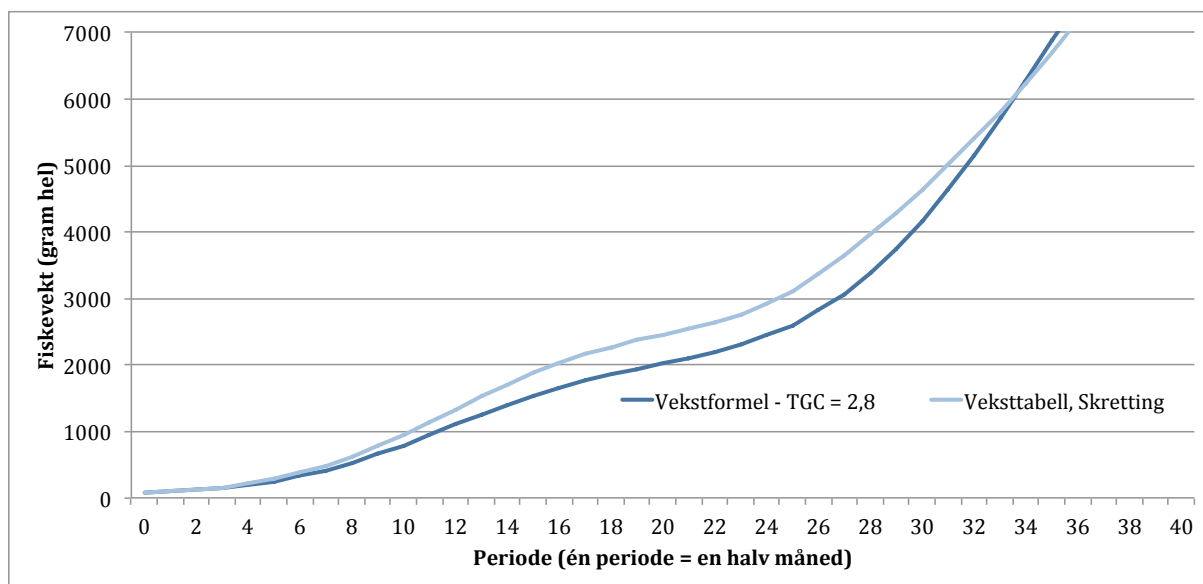
Smoltutsett	Vekt (gram)	Smoltpris (kr/stk)	TGC
Vårsmolt (1. apr)	60	8,00	2,8
	80	9,00	
	150	12,50	
Høstsmolt (1. sept)	50	7,50	2,8
	60	8,00	
	80	9,00	

Tabell 8. Smoltstørrelse (vekt), tilhørende smoltkostnad (NOK/smolt) samt vekstkoeffisient (TGC)

Tabell 8 viser valgt input for smoltstørrelser ($Gram^i$) med tilhørende smoltkostnad ($Smoltpris^i$) samt vekstkoeffisient TGC. Prisen pr. smolt er en typisk markedspris oppgitt av Cermaq ASA (Truls Hansen, pers. med.) definert som levert til matfiskanlegg, og bestemmes av formelen:

$$Smoltpris^i = kr\ 5,00 + (kr\ 0,05 \cdot Gram^i)$$

Figur 13 viser graf som oppnås ved å plote fiskens vekt over samme periodeintervall ved bruk av vekstformel (kapittel 6.3.2) og tilveksttall fra Skretting AS' veksttabell (Vedlegg I) hvor TGC videre er beregnet til den verdi hvor disse samsvarer i størst grad. Utgangsvekt i periode null (utsatt smoltvekt) er her satt til 80 gram og mest samsvarende TGC er 2,8.



Figur 13. Utvikling i vekst ved vekstformel (TGC = 2,8) og ved veksttabell fra Skretting AS, gitt utsettsvekt for smolt på 80 gram.

6.4.3.2. Valuta- og kostnadsparametere

Fôrpris (kr/kg)	Slaktepris (kr/kg)	EURO-kurs
9,5	2,52	7,8

Tabell 9. Fôrpris (NOK pr. kg), slaktepris (NOK pr. kg) og gjennomsnittlig NOK pr. EURO i 2013

I Tabell 9 er fôrpris basert på industritall fra Cermaq Norway AS (Truls Hansen, pers. med.). EURO-kurs brukt for å konvertere resultat fra *prisfunksjon 1* til NOK er bestemt som den gjennomsnittlige kursen i 2013 oppgitt av Norges Bank. *Slaktepris* kan ifølge Cermaq Norway AS (Truls Hansen, pers. med.) beregnes som det aggregerte av følgende variable kostnader:

$$\text{Slaktepris} = VK_{\text{lønn}} + VK_{\text{emballasje}} + VK_{\text{brønnbåt}} + VK_{\text{andre}} = 1,00 + 1,03 + 0,38 + 0,1$$

De fleste større oppdrettere har faste avtaler om leie av brønnbåt, gjerne som "time charter" (TC), der leien er fastsatt enten på måneds- eller årsbasis. Brønnbåtkostnad er her derfor forutsatt å kun inneholde de variable dieselkostnadene, og tar ikke stilling til hvorvidt nye brønnbåter potensielt må leies inn (eventuelt kjøpes) ved en overstigning

av den gitte kapasiteten.¹⁰ Med andre ord, forutsettes det at brønnbåtkapasiteten aldri vil bli bindene under optimaliseringskjøringene. Andre variable kostnader er kostnader som forsikring, bunkers og lignende.

6.4.3.3. Produksjons- og vekstparametere

FCR = $a \cdot W(\text{kg})^b$			Slaktevekt (g HOG)		
a	b	Vekstspredning (CV)	Slakteutbytte	Minimum	Maksimum
1	0,12	23	83 %	3000	6000

Tabell 10. Fôrfaktor-parametere, vekstspredning (CV), slakteutbytte (sløyd) og min/maks. slaktevekt (HOG) for input i optimaliseringsmodell

FCR-parametere er fra multippel regresjonsanalyse kjørt av Forsberg (2004, unpubl.), beskrevet i kapittel 6.3.6. Slakteutbytte (gitt i sløyd fisk) er satt til 83% av levende vekt. Dette er industristandard. Maksimum og minimum slaktevekt representerer her gjennomsnittsvekten for slaktet fisk (her regnet om fra levende vekt til HOG). På grunn av vekstspredningen vil normalfordelingen (gitt ved CV) gjøre at det for eksempel kan slaktes betydelige mengder med syv kilograms fisk i enkelte perioder selv om maksimal slaktevekt er satt til seks kg (dersom dette maksimerer oppdretters nytte). Maksimum og minimum slaktevekt er derfor her valgt slik at en begrenser produksjonen av svært liten fisk og svært stor fisk, da det kun er et begrenset marked for denne typen fisk.

For optimaliseringen er temperaturprofilen lagt til grunn antatt tilsvarende den i Trøndelag. Det er følgelig antatt i modellkjøringene at alle modellbedriftene er lokalisert i områder med lik temperatur som Trøndelag. Denne forutsetningen, med sensitivitetsanalyser for en endring av temperatur, er testet i kapittel 7.3.1. Tabell 11 viser sjøtemperatur over året for Trøndelag (se Figur 2 i kapittel 5.4).

	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
Temperatur	4,7	4,1	4,9	6,7	9,5	12,3	14,2	14,9	14,2	12,0	9,2	6,6

Tabell 11. Temperaturprofil (grader celsius) for Trøndelag forutsatt i optimaliseringsmodell (Kilde: EWOS Norway AS)

¹⁰ Dersom oppdretter leier brønnbåt på spot-basis ville det riktige være å bruke spotleien som gjerne utgjør NOK 1 – 1,50 pr. kg fisk som fraktes, altså betydelig høyere enn det som her er forutsatt.

Tabell 12 gir forutsatt dødelighetsprofil ($Dødelighet_t^{smolttype}$) for de to smolttypene (vår og høst) som funksjon av tid (perioder) i sjø fra utsettstidspunkt, og er satt som oppgitt av Cermaq ASA. Det er her forutsatt samme dødelighet for begge smolttypene, i virkeligheten vil dette være forskjellig. Kapittel 7.3.2 diskuterer effekten av denne forutsetningen.

Perioder etter utsett	0	1	2	4	7	10	13	16	19	24
Vårsmolt	1,20 %	1,20 %	1,20 %	0,50 %	0,12 %	0,12 %	0,12 %	0,12 %	0,12 %	0,12 %
Høstsmolt	1,20 %	1,20 %	1,20 %	0,50 %	0,12 %	0,12 %	0,12 %	0,12 %	0,12 %	0,12 %

Tabell 12. Dødelighetsprofil som funksjon av antall perioder etter smoltutsett.

6.5. Sentrale forutsetninger

De forutsetningene som er satt er kritiske for beregningen og tolkningen av resultatene. De mest sentrale forutsetningene er derfor oppsummert i dette delkapittelet (hvordan forutsetninger og restriksjoner påvirker resultatet av optimeringen er diskutert mer grundig i kapittel 7.3).

Optimalisering av modellbedriftene tar utgangspunkt i følgende tre MTB-reguleringer:

1. *Fast MTB*: Biomasse i sjø kan til enhver tid maksimalt være lik aktørs gitte MTB.
2. *Gjennomsnittlig rullerende MTB*: Gjennomsnittlig biomasse i sjø for de tolv siste måneder må til enhver tid være mindre eller lik aktørs gitte konsesjonsvolum (MTB), hvor dette gjennomsnittet er likt som fast MTB-grense.
3. *Markedstilpasset MTB (MTP)*: Biomasse i sjø kan overstige MTB i gitte måneder, men dette forutsetter at biomasse må reduseres tilsvarende over resten av året, slik at gjennomsnittlig MTB er maksimum lik gitte MTB.

Inndelingen av den norske næringen i modellgrupper og –bedrifter baserer seg på disse forutsetningene:

- Den norske næringen kan deles inn i fire grupper, basert på størrelse (konsesjonsvolum) og grad av foredling (se kapittel 6.1.1 for definerte grupper), og hele næringen antas å optimalisere under samme temperaturforutsetninger (forutsatt som lik Trøndelag).

- Modellbedriftene er forutsatt representative for sin definerte gruppe av den norske næringen, og er antatt en MTB lik gjennomsnittet for gruppen.
- Utgangsvolum og MTB for næringen som aktørene optimaliserer ut ifra er antatt lik virkelig tilpasning i 2013.
- Hver konsesjon/tillatelse er på 780 tonn MTB (at Troms og Finnmark har høyere MTB diskuteres der det er relevant).

En aktør/modellbedrift optimaliserer seg gitt:

- Oppdretter optimerer på basis av én av to mulige målverdier; *slaktevolum* eller *lønnsomhet*.
- Lønnsomhet er forutsatt å være representert ved dekningsbidrag, og eneste inntektskilde er priser oppnådd på solgt volum. For bedrifter med videreforedling er ikke resultatbidrag fra videreforedlingen inkludert i beregningene.
- Av modelltekniske hensyn er oppdrettere i optimaliseringsmodell antatt å bestemme optimal tilpasning uten å hensynta andre aktørers potensielle endring i tilpasning – dvs. "ikke-optimert" volum holdes konstant under modellkjøring.
- Globalt volum er forutsatt samme størrelsesfordeling som norsk volum.
- Det er ikke tillagt begrensninger på kapasiteter som brønnbåt, slakting, råstofftilgang og lignende, med mindre annet er konkret spesifisert.
- All laks blir omsatt som fersk sløyd (HOG), og må følgelig selges på slaktetidspunkt.

Modellbedrifts antagelser om pris:

- Modellbedriften vil ha en antagelse om endring i pris som følge av en endring i eget volum og størrelsessammensetning (gitt ellers virkelig volum 2013) lik *prisfunksjon 1* og *prisfunksjon 2*.
- *Prisfunksjon 2* forutsetter at andeler av de ulike slaktestørrelsene er innenfor et intervall hvor endringen av gjennomsnittsprisen (*prisfunksjon 1*) ved endring av størrelsesandelene er liten.

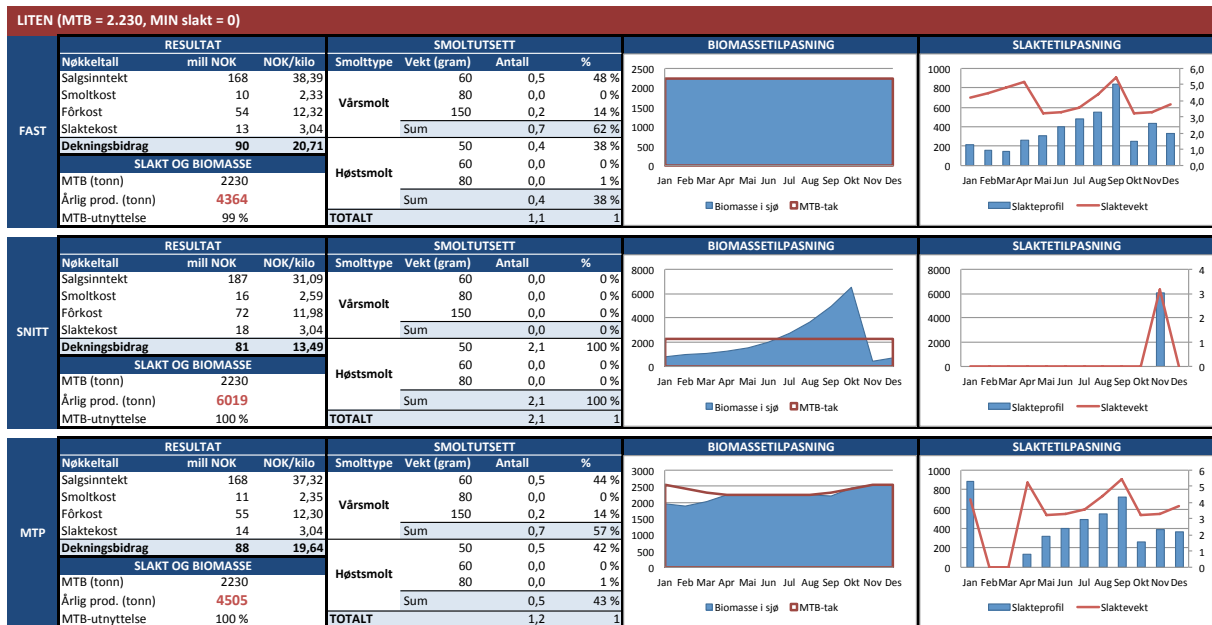
7. Resultater – modellbedrifter

I resultatene av optimaliseringskjøringene vil først modellbedriftenes tilpasning ved en produksjonsmaksimerende strategi presenteres (kapittel 7.1), deretter vises resultatene av at modellbedriftene hensyntar lønnsomhetsfaktorer som pris og produksjonskostnader og ønsker å maksimere dekningsbidrag (kapittel 7.2). Til slutt vil effekten av en endring i de viktigste forutsetningene for resultatene i dette kapitlet, diskuteres (kapittel 7.3).

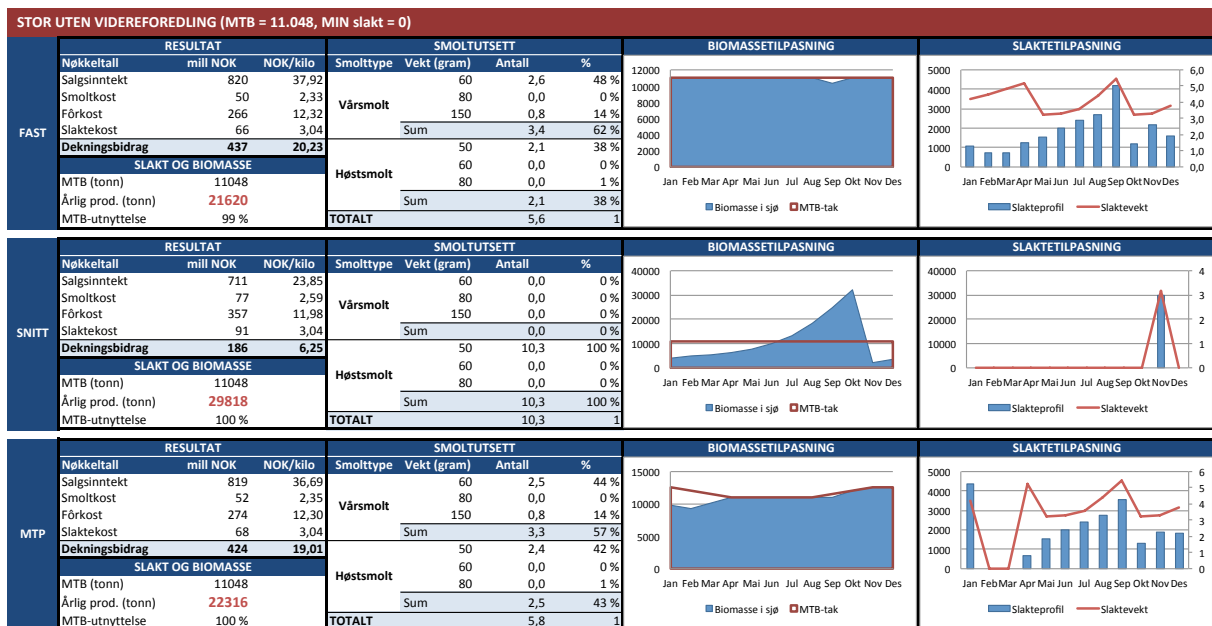
7.1. Produksjonsmaksimering

I denne optimeringen maksimerer den enkelte modellbedrift sitt slaktevolum, uten å hensynta lønnsomheten ved sine valg. Alle andre bedrifters eventuelle endring i tilpasning og som kan ha betydning for faktorer som salgspriser og lønnsomhet har dermed heller ikke relevans for bedriftens beslutninger. Disse forutsetningene gjør at det aggregerte volumet av modellbedriftene og de grupper de i analysen representerer, vil tilsvare det totale slaktevolumet ved produksjonsmaksimering. Resultatene av optimeringen for modellbedriftene i de fire gruppene ved de tre ulike reguleringsregimene (fast MTB, rullerende gjennomsnittlig MTB og markedstilpasset MTB) er gitt i Figur 14 – 17.

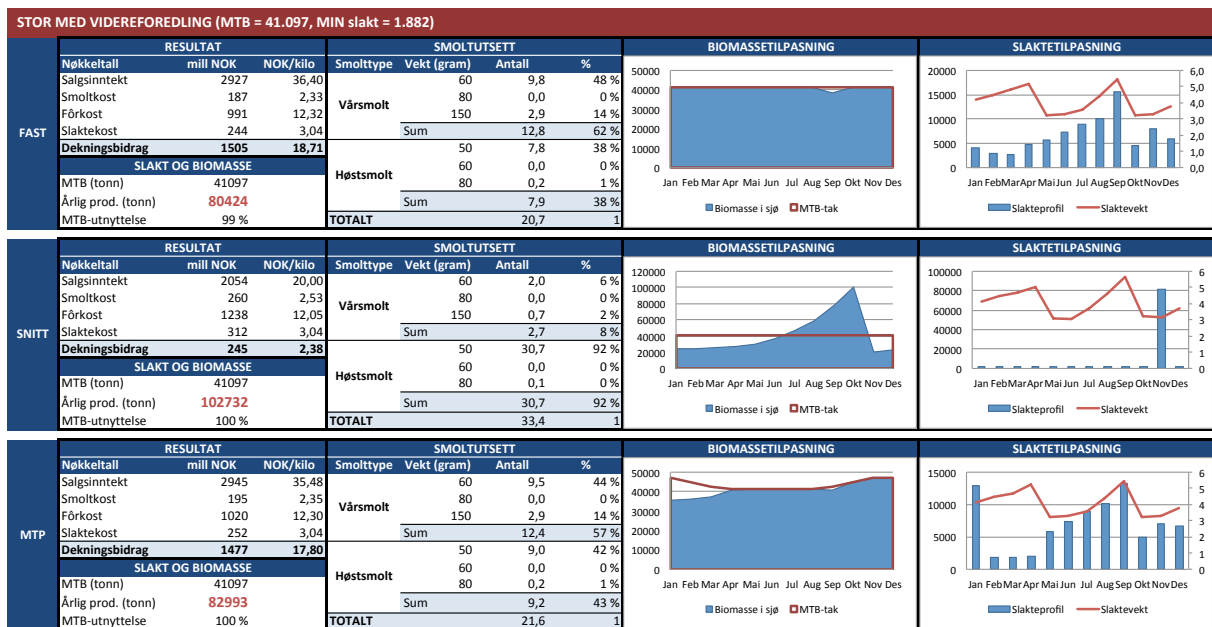
I figurer for resultater av optimaliseringskjøringene, er biomassetilpasning (tonn) for optimert aktør vist relativt til den gitte MTB-grensen. Slakteilpasningen viser slaktevolum (tonn) fordelt månedlig og den optimale vektfordelingen (gjennomsnittsvekt i kg). Antall smolt satt ut er gitt i millioner smolt. Valgt maksimert målverdi, her årlig produksjon, er uthevet i rød skrift.



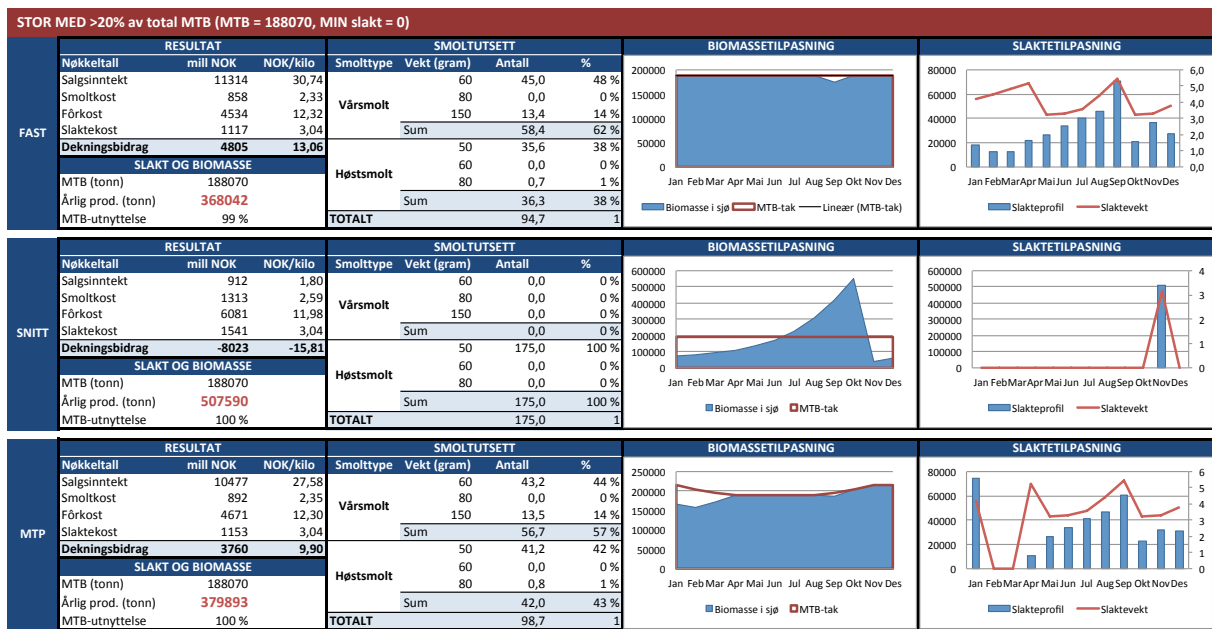
Figur 14. Optimert resultat - Produksjonsmaksimering, liten oppdretter (2.230 t. MTB)



Figur 15. Optimert resultat - Produksjonsmaksimering, Stor oppdretter u/foredling (11.048 t. MTB)



Figur 16. Optimert resultat - Produksjonsmaksimering, Stor oppdretter m/foredling (41.097 t. MTB)



Figur 17. Optimert resultat - Produksjonsmaksimering, Stor oppdretter med >20% av norsk MTB (188.070 t. MTB)

Optimeringen viser at for alle modellbedriftene oppnås det høyest produksjon ved gjennomsnittlig MTB, da denne reguleringen i større grad tillater oppdretter å holde biomasse i de måneder hvor temperaturen er mest optimal for høy vekst (den spesifikke vekstraten uansett fiskestørrelse er eksempelvis ca. tre ganger høyere ved 12 grader celsius enn ved fire grader celsius (se veksttabellen i Vedlegg I). Ved dette regimet og de her gitte forutsetninger, lar alle modellbedriftene biomassen vokse frem til oktober før

hele generasjonen slaktes i november. Gjennomsnittlig MTB gir ca. 38% høyere produksjon relativt til fast MTB for alle modellbedrifter unntatt den modellbedriften som representerer *store med videreforedling*. For denne bedriften var slaktevolumet 28% høyere ved gjennomsnittlig MTB enn ved fast MTB. Dersom en fjerner restriksjonen med et minimum slaktevolum i alle måneder for nevnte modellbedrift, viser optimeringen at også denne gruppen produserer 38% mer ved gjennomsnittlig MTB enn ved fast MTB.

Ved MTP og de gitte forutsetningene (herunder at gjennomsnittlig MTB over året ikke er økt) er mulig produksjon økt med jevnt over 3,2% for alle grupper sammenlignet med fast MTB. Maksimal mulighet til å øke årlig produksjon er dermed betydelig lavere under MTP enn ved en gjennomsnittlig MTB uten tak for hvor høyt over MTB en oppdretter kan gå

Ved samme reguleringsregime er størrelsesfordelingen på slaktefisk tilnærmet lik for alle grupper med unntak av bedrifter med foredling. I bedrifter uten foredling er det meste (ca. 50%) av fisken i gruppen 3-5 kg ved fast MTB og MTP. Ved gjennomsnittlig MTB er det mer optimalt å slakte fisken ved mindre størrelser (82% 2-4 kilograms fisk). I forutsetningene er *gjennomsnittlig* slaktestørrelse gitt som minimum tre kg og maksimum seks kg. Gjennomsnittlig MTB gir aktørene større frihet ved produksjonsmaksimering til å utnytte det forholdet at liten fisk vokser hurtigere enn stor fisk (se kapittel 5.4).

Oppsummert kan man konkludere med at gjennomsnittlig MTB vil gi oppdretterne langt høyere slaktevolum ved de gitte forutsetninger når aktørene optimaliserer produksjon utelukkende med hensyn på å oppnå høyest mulig slaktevolum. En ser at størrelse for bedrift ved produksjonsmaksimering ikke har noe å si for en aktørs mulige maksimale produksjon. Resultatene her kan tolkes som at den maksimalt mulige produksjonen for Norge kan øke med maksimalt 38% ved gjennomsnittlig MTB sammenlignet med fast MTB (ved de gitte forutsetningene og ingen månedlige forpliktelser om å levere råstoff til videreforedling). Videre vil en slik optimalisering gi en ekstremt høy biomasse på høsten. Ca. 67% av biomassekvoten vil bli brukt i perioden juli til oktober, det vil si i de varmeste månedene hvor tilvekstraten er høyest. Både slaktevolum og biomasseprofil

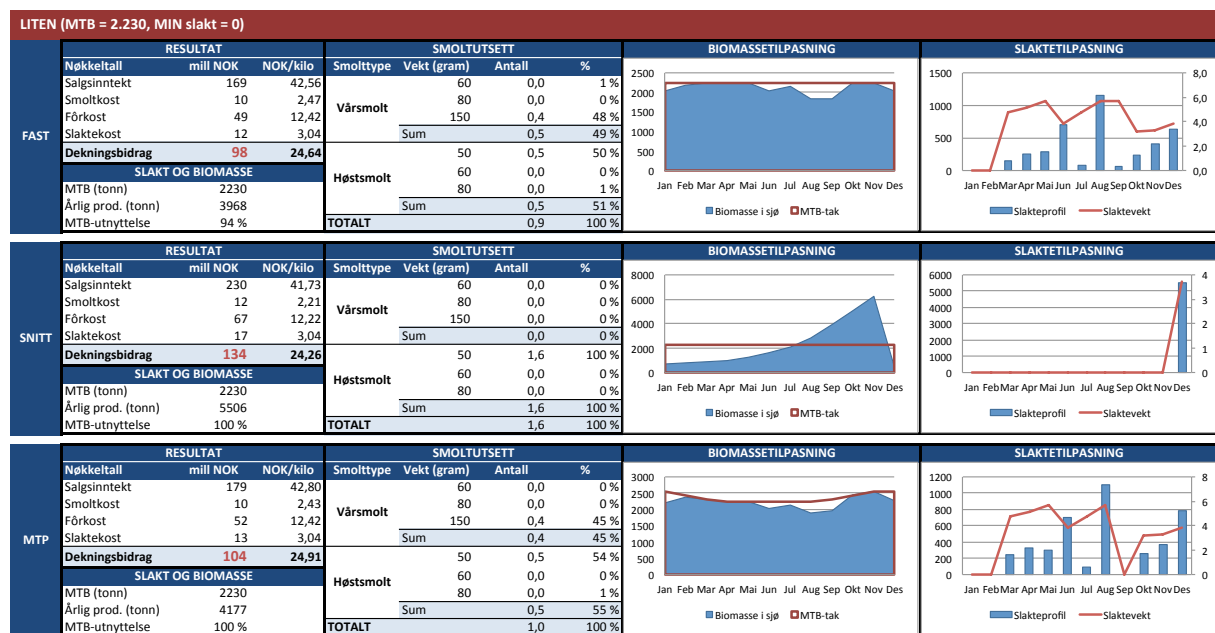
vil dempes ved rullerende MTB dersom aktørene har restriksjoner med hensyn på slaktetidspunkt.

7.2. Maksimering av dekningsbidrag

I dette kapittelet er de enkelte modellbedriftene optimalisert med hensyn på å maksimere bedriftenes dekningsbidrag (forutsatt som eneste lønnsomhetsmål). Modellen finner den tilpasning som er best gitt virkelig omsatt volum og de salgsprisene som er beregnet ved hjelp av de beskrevne prisfunksjonene for 2013 ved det samme virkelige volumet, men hvor endringer i modellbedriftens eget volum som resultat av optimeringen ved de ulike reguleringsregimer hensyntas. Men andre ord, optimaliseres aktørens drift under den forutsetning at ingen andre aktører selv vil endre sin tilpasning. Konsekvensene av denne overforenklingen og robustheten i resultatene ved de gitte forutsetningene vil bli drøftet i kapittel 7.3.

7.2.1. Små oppdrettere (færre enn seks lisenser hver)

Figur 18 gir nøkkeldata fra modelleringen for små oppdrettere (2.230 tonn MTB hver).



Figur 18. Optimert resultat – Profittmaksimering, liten oppdretter (2.230 tonn MTB)

7.2.1.1. Smoltutsett

Både type (høst- eller vårusett) og størrelse på smolten som er optimalt å sette ut avhenger av reguleringsregime. Mens modellbedriften under både fast-MTB og MTP velger å sette ut tilnærmet samme antall av høst- og vårs smolt (noe mer høstsmolt ved MTP), setter den kun ut høstsmolt ved gjennomsnittlig MTB. I alle tre reguleringsalternativer lønner det seg å bruke små høstsmolt (50 gram) og stor vårs smolt (150 gram).

7.2.1.2. MTB-utnyttelse

Ved fast MTB lønner det seg ikke for bedriften å følge et driftsopplegg med full MTB-utnyttelse i alle måneder. I snitt oppnås en utnyttelse på 94%. Dette er i motsetning til resultatet når bedriften er produksjonstilpasset da det blir oppnådd tilnærmet full utnyttelse av MTB (Figur 14). Ved rullerende gjennomsnittlig MTB og MTP oppnås full MTB-utnyttelse. I kapittel 8.2 gis den analytiske begrunnelsen for dette. På det høyeste er biomassen ved gjennomsnittlig MTB hele 180% høyere enn MTB-grensen. Under MTP har bedriften mulighet til å overstige MTB i de måneder hvor det er naturlig å ha høy biomasse, og den oppnår dermed en MTB-utnyttelse på 100% i gjennomsnitt.

7.2.1.3. Slaktevolum og -profil

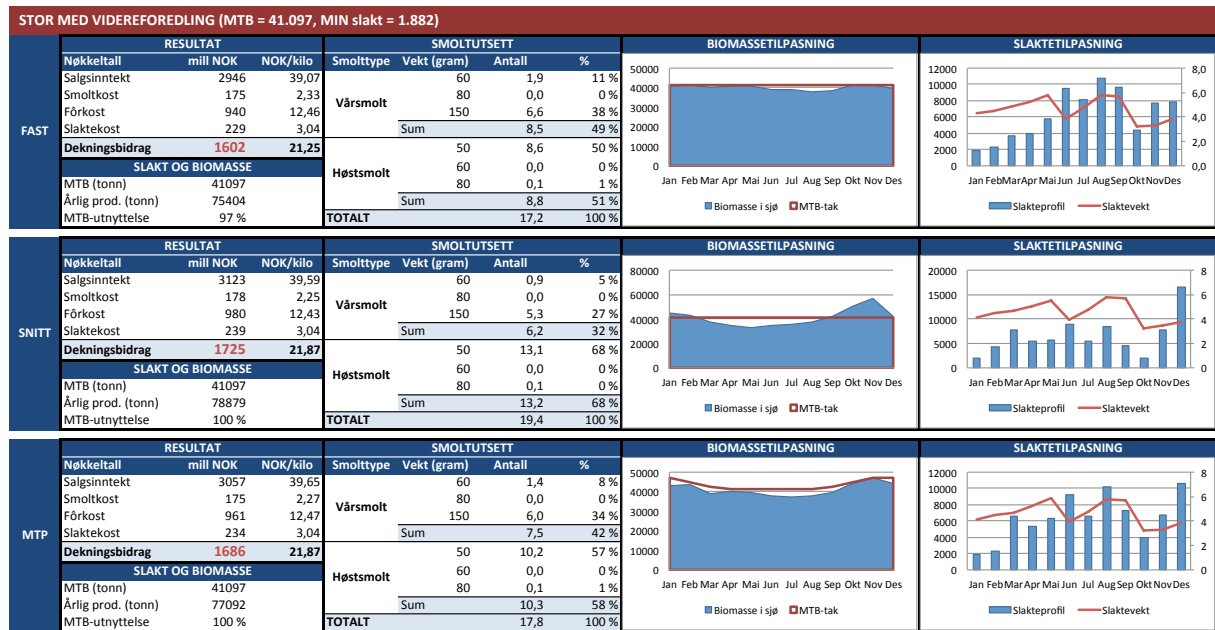
Modellbedriften oppnår desidert høyest slaktevolum ved rullerende gjennomsnittlig MTB, 39% og 32% høyere sammenlignet med henholdsvis fast MTB og MTP. Både ved fast MTB og MTP slakter bedriften i alle måneder unntatt i januar og februar. Under gjennomsnittlig MTB slaktes all fisk i desember, hvor størstedelen (83%) er 3-6 kg og lite fisk over seks kg (11%). Under alle tre reguleringsregimer velger bedriften et produksjonsopplegg som gir et lavere slaktevolum (7-9%) enn ved ren produksjonsoptimalisering. Ved gjennomsnittlig MTB blir slakt skjøvet fra november til desember når optimeringskriteriet blir endret fra produksjonsvolum til lønnsomhet. Dette skyldes den høyere prisen som oppnås i desember ved de volum som ble tilbudt i 2013.

7.2.1.4. Lønnsomhet

Høyeste absolutte dekningsbidrag oppnår modellbedriften ved rullerende gjennomsnittlig MTB. Dette er 39% høyere enn ved fast MTB og 28% høyere enn ved MTP. Det er imidlertid liten eller ingen forskjell i dekningsbidrag pr. kg. Økt lønnsomhet skyldes derfor det økte slaktevolumet som oppnås ved gjennomsnittlig MTB. Ved å hensynta pris ved optimeringen ved gjennomsnittlig MTB oppnår modellbedriften en økning i dekningsbidraget med hele 65% sammenlignet med en tilpasning basert på maksimering av slaktevolum.

7.2.2. Store oppdrettere (seks eller flere lisenser hver), uten videreforedling

Resultater fra optimeringen av en modellbedrift i gruppen *store oppdrettere uten videreforedling* (MTB på 11.048 tonn hver), er gitt i Figur 19.



Figur 19. Optimert resultat - Profittmaksimering, stor oppdretter u/foredling (11.048 tonn MTB)

7.2.2.1. Smoltutsett

Ved MTP og fast-MTB setter modellbedriften for større bedrifter uten videreforedling ut smolt i tilnærmet samme mønster som de små (setter dog ut noe mer små vårs smolt). Under gjennomsnittlig MTB settes det fortsatt ut mest små høstsmolt (ca. 75%), men en ser at bedriften også velger å sette ut noe stor vårs smolt.

7.2.2.2. MTB-utnyttelse

Modelleringen viser at en bedrift på denne størrelsen oppnår en tilnærmet full MTB-utnyttelse under alle reguleringsregimer (under fast MTB ligger utnyttelsen kun litt lavere, på 97%) samtidig som lønnsomheten optimaliseres. Ved gjennomsnittlig MTB er oppbygningen av biomasse noe mindre ekstrem enn for de mindre bedriftene (nå "kun" 75% over MTB i november). Dette forklares ved at det større volumet som en slik aktør representerer har en større påvirkning på markedsprisene og dermed må aktøren tilpasse sin produksjon etter de prisendringene som dens eget volum medfører.

Fleksibiliteten en har til å overstige MTB i de enkelte måneder under MTP utnyttes ved å maksimere biomassen i oktober til desember, med en topp i november. Dette er en følge av at dette er en periode med høy veksthastighet og en periode hvor det er ønskelig å ha fisk klar til slakting grunnet høye priser.

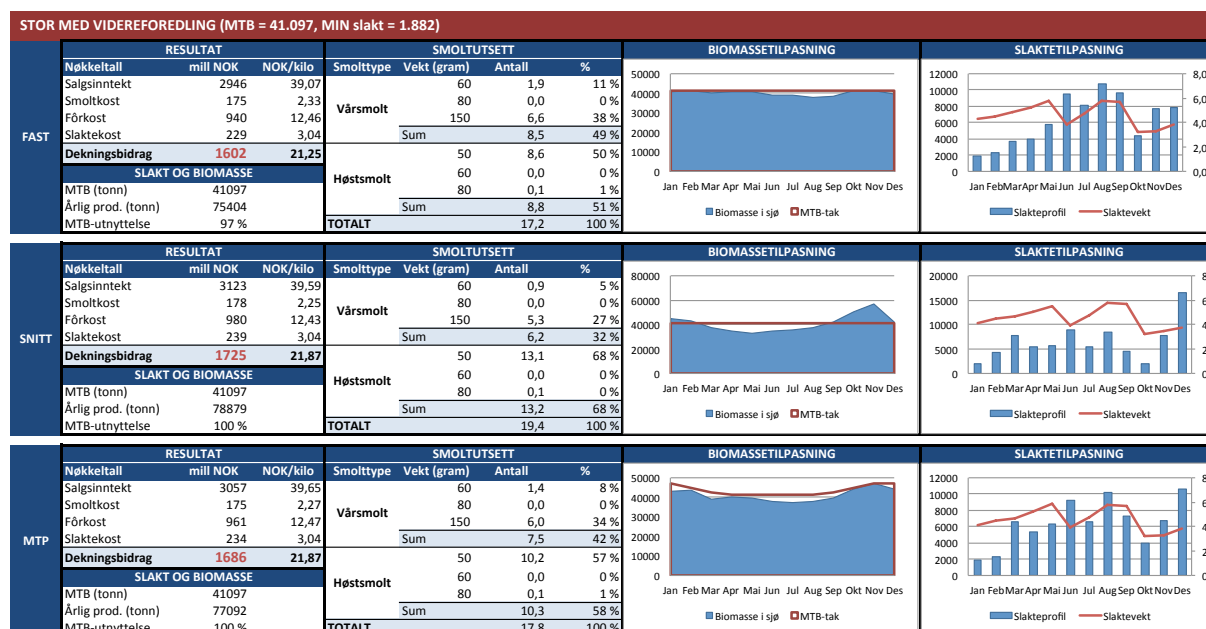
7.2.2.3. Slaktevolum og -profil

Modellbedriften velger å produsere henholdsvis 13% og 2% mer ved gjennomsnittlig MTB og MTP enn ved fast MTB. Det er ikke lønnsomt ved noen av reguleringsregimene å slakte i januar og februar. Ved gjennomsnittlig MTB vil størstedelen av slaktingen komme i desember slik som for en liten oppdretter. Imidlertid vil slaktingen være fordelt over flere måneder grunnet den prispåvirkningen som dens eget volum medfører. Det gjennomsnittlige månedlige globale volumet var i 2013 ca. 150 tusen tonn. Selv et slaktevolum som en mellomstor norsk oppdretter representerer (her ved en modellbedrift med et volum på ca. 30 tusen tonn, eller tilsvarende 20% av et globalt månedsvolum) vil ha betydelig prispåvirkning på pris dersom det plasseres i markedet over en kort tidsperiode. Under alle reguleringene slaktes det mest 4-5 kilograms fisk, med rundt 60% av volumet fordelt på tre til seks kilograms fisk. De større bedriftene vil marginalt sett slakte noe mer 6-7 kilograms fisk under gjennomsnittlig MTB enn hva som var tilfellet for de mindre bedriftene. Det er verdt å merke seg at slaktevolumet når modellbedriften optimerer med hensyn på lønnsomhet, er hele 23% lavere enn når den produksjonsmaksimerer (tilsvarende tall for henholdsvis fast MTB og MTP er 6% og 7%).

7.2.2.4. Lønnsomhet

Modellbedriften oppnår en høyere lønnsomhet ved gjennomsnittlig MTB enn ved fast MTB (14%) og ved MTP (8%). Flexibiliteten ved gjennomsnittlig MTB gjør at gjennomsnittsprisen blir svært lik ved de ulike regimene på tross av et høyere slaktevolum ved gjennomsnittlig MTB. Da de variable enhetskostnadene er tilnærmet like, skyldes den økte lønnsomheten det høyere slaktevolumet.

7.2.3. Store oppdrettere (seks eller flere lisenser hver), med videreforedling



Figur 20. Optimert resultat - Profittmaksimering, stor oppdretter m/foredling (41.097 MTB)

7.2.3.1. Smoltutsett

Modellbedriften i gruppen store oppdrettere med videreforedling setter ut omtrent like mye vår- som høstsmolt ved fast MTB. Ved de to andre reguleringsregimene velger bedriften å sette ut mer høstsmolt (henholdsvis 58% høstsmolt ved MTB og 68% ved gjennomsnittlig MTB). Fortsatt er høstsmolten dominert av små smoltstørrelser (50 gram) og vårsmolten av stor smolt (150 gram).

7.2.3.2. MTB-utnyttelse

MTB-utnyttelsen for videreforedlingsbedriften er tilsvarende for gruppen av større oppdrettere uten foredling. Imidlertid ser en at denne modellbedriften har en jevnere

biomasseoppbygning utover høsten ved gjennomsnittlig MTB og MTP. På sitt høyeste (november) gir gjennomsnittlig MTB en biomasse på 39% over MTB. Biomassen er jevnere fordelt som følge av to ting; tvunget slakt grunnet foredlingsforutsetningen (minimum 1.882 tonn pr. måned) og større potensiell prispåvirkning grunnet større slaktevolum enn i gruppen uten foredling (modellbedriften har et større konsesjonsvolum).

7.2.3.3. Slaktevolum og -profil

Forskjellen i slaktevolum ved de tre reguleringsregimene er mindre i dette tilfellet enn ved de to foregående modellbedriftene. Volumet ved gjennomsnittlig MTB og MTP er henholdsvis 5% og 2% høyere enn for fast MTB. Dette skyldes både den reduserte fleksibiliteten som det tvungne slaktevolumet gir ved optimering og at denne bedriften er større og følgelig har større innvirkning på salgsprisen.

Gitt forutsetningen om et minimum volum til videreforedling slakter modellbedriften i alle måneder under de tre reguleringsregimene. Under fast MTB og MTP ville ikke bedriften ha slaktet i januar uten forutsetningen om et minimum slaktevolum (1.882 tonn pr. måned). En ser derimot at aktøren nå velger å slakte i februar under både fast MTB og MTP, noe de mindre aktørene ikke gjorde. Dette skyldes et større behov for å jevne ut produksjonen over et større tidsrom grunnet den potensielle prispåvirkningen. Bedriften velger høy slakting i november og desember på grunn av høy tilvekst i oktober og utsikt til høye priser i disse månedene. Størstedelen av produksjonen er 3-6 kg fisk (ca. 65%) under alle regimer, men en ser at bedriften under gjennomsnittlig MTB velger å slakte større fisk (27% av volumet er større en seks kg fisk).

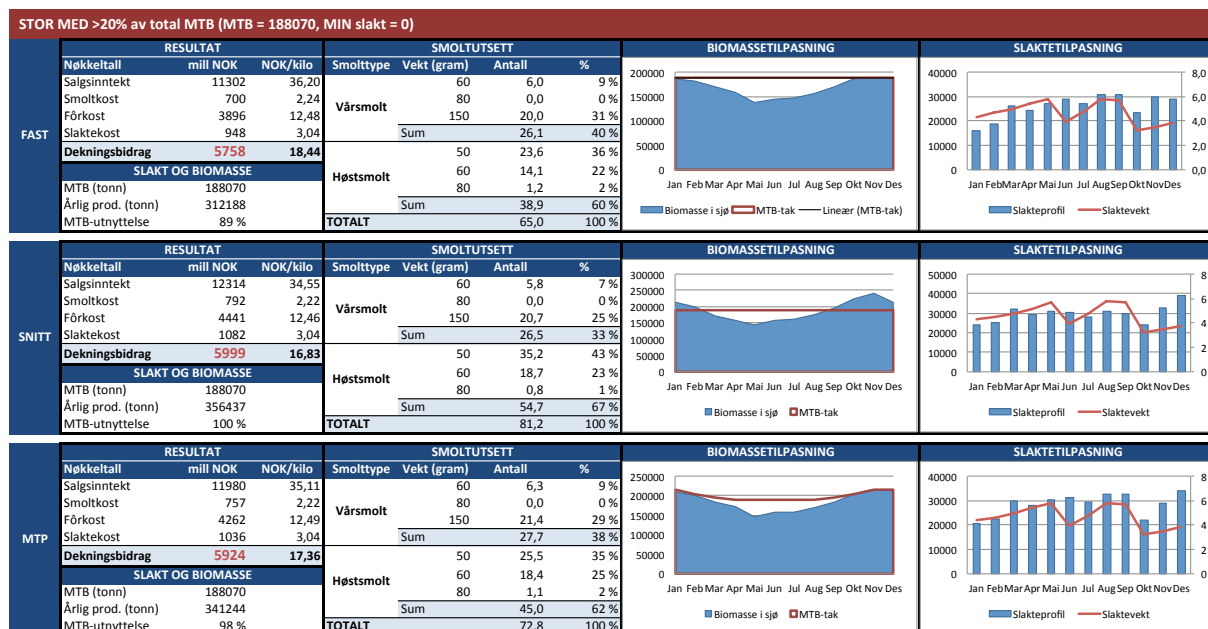
7.2.3.4. Lønnsomhet

Som følge av mindre forskjell i tilpasning mellom reguleringene, varierer også lønnsomheten mellom reguleringsregimene mindre for bearbeidingsbedriften enn hos mindre aktører og aktører som ikke må slakte hver måned. Gjennomsnittlig MTB gir et dekningsbidrag som er 8% høyere enn ved fast MTB (tilsvarende 2% høyere for MTP sammenlignet med fast MTB). Den økte lønnsomheten skyldes nesten utelukkende høyere slaktevolum.

7.2.3.5. Optimal regulering for foredlingsbedriften

For at en foredlingsbedrift her skal ønske å tilpasse seg annerledes enn en aktør som ikke foredler, alt annet like, forutsetter dette at foredlingen tvinger aktøren til å slakte volum den ellers ikke ville funnet det optimalt å slakte i de enkelte måneder. Det reduserte dekningsbidraget av å tvinge denne modellbedriften til å slakte 1882 tonn hver måned er ca. NOK 5 og 1 millioner under henholdsvis fast og gjennomsnittlig MTB. Dette vil si at denne foredlingsaktøren vil kreve en kompensasjon på NOK 2,66 pr. kg for foredlet volum under fast MTB mot kun NOK 0,53 under gjennomsnittlig MTB. En slik foredlingsaktør vil følgelig tjene på et skifte til et gjennomsnittlig regime under de gitte forutsetninger. MTP er kun marginalt bedre enn fast MTB for foredlingsaktøren, med NOK 2,13 pr. kg foredlet volum i nødvendig kompensasjon.

7.2.4. Store oppdrettere med mer enn 20% av totalt norsk MTB



Figur 21. Optimert resultat - Profittmaksimering, stor oppdretter med >20% av norsk MTB (188.070 MTB)

7.2.4.1. Smoltutsett

Som for foregående grupper gir den største bedriften også en høyest andel høstsmolt ved gjennomsnittlig MTB (67%) og lavest ved fast MTB (60%). Imidlertid er det mindre forskjell i valg av smolt mellom reguleringsregimene for denne bedriften enn de andre

modellbedriftene. Bedriften velger også flere typer vår- og høstsmolt selv om det er stor vårsmolt (150 gram) og liten høstsmolt som dominerer.

7.2.4.2. MTB-utnyttelse

Under fast MTB finner ikke den store bedriften det lønnsomt å utnytte MTB fullt ut (kun 89% i snitt over året). Det er bare i perioden fra oktober til februar at bedriften har full utnyttelse. På det laveste (i mai måned) er utnyttelsen kun 73%. Under både gjennomsnittlig MTB og MTP gir den beste tilpasningen full MTB-utnyttelse (dog kun 98% under MTP). Også denne bedriften finner det lønnsomt å bygge opp biomasse utover høsten og når en topp i november (28% over MTB-grensen). Årsaken til at denne store aktøren tilpasser seg forskjellig fra de andre modellbedriftene skyldes at aktørens slaktevolum påvirker salgsprisene i de enkelte månedene i mye større grad (årsaken til dette er grundigere drøftet i kapittel 8.2).

7.2.4.3. Slaktevolum og -profil

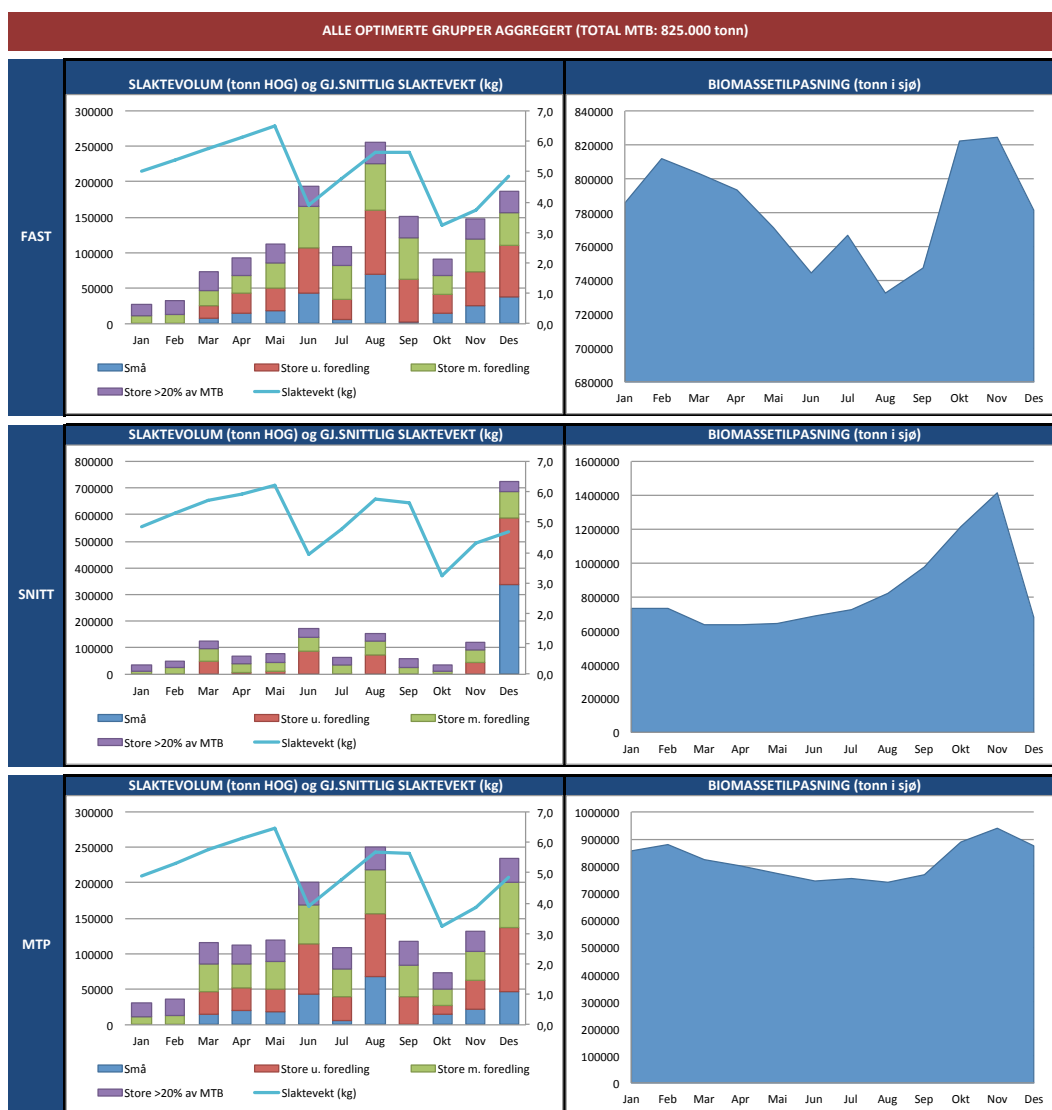
For en bedrift med en størrelse på mer enn 20% av den totale norske MTB lønner det seg å slakte tilnærmet jevnt over året, men med noe lavere volum i januar og februar samt høyere i desember. Høyest slaktevolum oppnås ved gjennomsnittlig MTB, henholdsvis 14% og 4% høyere enn ved fast MTB og MTP. Mye av variasjonen i slaktevolum mellom måneder kan forklares av sesongvariasjonene i pris og aktørens mulighet til å påvirke denne. Slaktestørrelsen er svært lik ved de ulike reguleringsregimene, hvor ca. 70% ligger mellom tre og seks kg. Andelen fisk mindre enn tre kg er 8% og andelen større enn seks kg er ca. 24% ved alle reguleringer.

7.2.4.4. Lønnsomhet

Til tross for relativt store forskjeller i produsert volum mellom reguleringene er differansene i lønnsomhet for den store bedriften betydelig mindre (4% og 2% høyere relativt til fast MTB for henholdsvis gjennomsnittlig MTB og MTP). Den beskjedne forskjellen i lønnsomhet kan utelukkende tilskrives at det oppnås en høyere gjennomsnittlig salgspris ved fast MTB enn ved de to andre regimene, noe som demper effekten av høyere volum. Det er tilnærmet ingen forskjell mellom de variable enhetskostnadene.

7.2.5. Aggregert volum for alle modellgrupper

I de foregående kapitlene ble driften av modellbedrifter som hver for seg representerer én av fire typer bedrifter, og som er definert til sammen å utgjøre norsk oppdrettsnæring, optimert. Ved hjelp av prismodeller ble effekten av bedriftens egne tilpasninger på markedspris hensyntatt. Imidlertid ble det tilbudte volumet fra andre bedrifter holdt konstant som virkelig i 2013. Åpenbart er det slik at også resten av industrien vil tilpasse seg i forhold til endringer i reguleringsregime. Forutsettes det at resultatene fra modellbedriftene var gyldige for alle bedriftene i de kategoriene de representerer, vil en se at den aggregerte tilpasningen for den norske næringen ikke er realistisk (se Figur 22).



Figur 22. Aggregert totalt norsk volum under de tre reguleringsregimene, ved dekningsbidragsmaksimering

En slik aggregert tilpasning ville åpenbart ha ført til helt andre priser enn det modellbedriftene la til grunn ved optimeringen i forrige kapittel (se Vedleggskapittel IV hvor nye priser er beregnet). Selv om modelleringen ga nyttig informasjon om den dynamikken som vil gjelde ved enkeltbedriftenes tilpasning ved ulike MTB-regimer, vil det være nødvendig å drøfte hvordan tilpasningen vil bli dersom bedriftene forsøker å ta hensyn til andre bedrifters tilpasning og hvordan dette vil virke for en samlet næring. Dette blir gjort i kapittel 8.

7.3. Effekt av forutsetninger på optimeringsresultater

Optimeringen av modellbedriftenes lønnsomhet er basert på en rekke forutsetninger (se kapittel 6.5 for de mest sentrale). Det er blant annet satt få restriksjoner når det gjelder tilgang på ulike innsatsfaktorer. Disse forenklingene og generaliseringene kan hver for seg og i kombinasjon påvirke resultatet slik at gyldigheten av konklusjonene blir feil eller unøyaktig. Det er derfor kjørt scenarier der det er testet hvor sensitive optimeringsresultatene er for endringer i de mest sentrale forutsetningene.

7.3.1. Temperatur

Både den absolutte temperaturen og temperaturprofilen over året har betydelig effekt på laksens tilvekst. Temperaturprofilene lagt til grunn for modell er forutsatt tilsvarende som i Trøndelag. I virkeligheten er oppdrettskonsesjonene geografisk spredt langs norskekysten. De siste årene har kun ca. 20% av norsk volum blitt produsert i Trøndelag. Generelt er Finnmark fylket med lavest gjennomsnittstemperatur i sjø (åtte grader celsius), mens Rogaland har høyest temperatur blant oppdrettsfylkene (11 grader celsius). En vektning av temperaturene i de ulike fylkene med andelen av norsk produksjon i samme fylke viser at temperaturprofilen for Trøndelag er rimelig representativ for den norske næringen (se Vedlegg V.2). Det kan likevel tenkes at resultatene for optimerte aktører vil endres dersom en legger til grunn andre temperaturer enn de forutsatt i modellkjøringene.

For å se hvordan den valgte temperaturprofilen brukt i optimeringen påvirker oppdretters tilpasning avhengig av plassering langs den norske kysten, er

modellbedriften for små oppdrettere (2.230 tonn MTB) optimert for ulike temperaturregimer funnet langs kysten. Resultatet av denne optimeringen er oppsummert i Tabell 13 (for andre regioner og flere detaljer se Vedlegg V.1).

TRØNDELAG													
	Gj. Snitt	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
Temperatur (celsius)	9,4	4,7	4,1	4,9	6,7	9,5	12,3	14,2	14,9	14,2	12,0	9,2	6,6
Regulering	Totalt	1. kvartal			2. kvartal			3. kvartal			4. kvartal		
Fast MTB - slakt	3961	4 %			31 %			33 %			32 %		
Snitt-MTB - slakt	5496	0 %			0 %			0 %			100 %		
Snitt-MTB - biomasse		-66 %			-43 %			32 %			77 %		

ROGALAND													
	Gj. Snitt	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
Temperatur (celsius)	10,9	5,8	5,1	5,9	7,9	11,0	14,1	16,1	16,9	16,1	13,7	10,7	7,8
Regulering	Totalt	1. kvartal			2. kvartal			3. kvartal			4. kvartal		
Fast MTB - slakt	4714	4 %			28 %			31 %			37 %		
Snitt-MTB - slakt	5296	0 %			12 %			9 %			79 %		
Snitt-MTB - biomasse		-48 %			-22 %			18 %			52 %		

NORDLAND													
	Gj. Snitt	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
Temperatur (celsius)	8,9	4,6	4,0	4,8	6,5	9,0	11,6	13,2	14,0	13,2	11,3	8,7	6,4
Regulering	Totalt	1. kvartal			2. kvartal			3. kvartal			4. kvartal		
Fast MTB - slakt	3799	4 %			35 %			30 %			31 %		
Snitt-MTB - slakt	5338	0 %			0 %			0 %			100 %		
Snitt-MTB - biomasse		-67 %			-43 %			34 %			75 %		

FINNMARK													
	Gj. Snitt	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
Temperatur (celsius)	7,9	3,9	3,1	4,1	6,2	8,4	10,3	11,5	12,0	11,5	10,1	8,2	6,0
Regulering	Totalt	1. kvartal			2. kvartal			3. kvartal			4. kvartal		
Fast MTB - slakt	3676	4 %			40 %			25 %			31 %		
Snitt-MTB - slakt	3785	0 %			0 %			0 %			100 %		
Snitt-MTB - biomasse		-51 %			-29 %			30 %			50 %		

Tabell 13. Relativ kvartalsvis produksjon (fast og gjennomsnittlig MTB) og biomasse (gjennomsnittlig MTB) for liten oppdretter (2.230) i Trøndelag, Rogaland, Nordland og Finnmark

Ved fast MTB er biomassetilpasningen relativt lik fra Rogaland til og med Nordland. En liten endring i biomassetilpasning observeres for Troms (noe mer avdempet biomassetopp). Biomasseoppbyggingen er mer forskjellig for Finnmark, hvor MTP blir dårlig utnyttet i perioden mars til juni. Slaktetilpasningen er jevnest for varmere fylker og blir mer ekstrem i kaldere fylker. For alle fylker unntatt Finnmark er august den største slaktemåned. I Finnmark er juni den viktigste måneden. Totalt årlig slaktevolum reduseres gradvis med lavere temperatur. Oppdrettere i Finnmark og Troms har derimot 21% høyere MTB pr. konsesjon enn oppdrettere i andre fylker. Dersom oppdretter profittmaksimerer fører det ekstra konsesjonsvolumet i Finnmark til at oppdretter lokalisert i Finnmark under fast MTB produserer mer enn i Trøndelag, på tross av lavere temperatur, men fortsatt mindre enn i Rogaland.

Av det ovenstående kan man trekke den slutningen at tilpasningene ved de ulike temperaturregimene, og dermed konsesjonens plassering langs Norskekysten, ikke er vesentlig forskjellige.

7.3.2. Sykdom og sanitære forhold

Ved optimering er det blitt forutsatt lik dødelighet for de ulike smoltgruppene. Utfordringene knyttet til smittsomme sykdommer og lakselus vil variere langs kysten. Optimeringen viser imidlertid tilnærmet ingen endringer i tilpasningsmønster ved en endring i dødelighetsprofil, selv ikke med dobbelt så høy dødelighet for den ene smolttypen relativt til den andre. I virkeligheten vil oppdretter hensynta den sanitære situasjonen i det enkelte anlegg og område når han velger optimal tilpasning av slakt og biomasse. Men hvordan dette vil innvirke på næringens tilpasning til de ulike reguleringsregimene over tid er vanskelig å forutsi da dette vil være avhengig av type sykdom og omfang.

For den enkelte oppdretter som blir rammet av sykdom og derved dødelighet som slår ut en vesentlig andel av biomassen, vil et regime med gjennomsnittlig MTB gi den fordel at oppdretter senere kan kompensere for den tapte tilveksten på den døde fisken ved å ha høyere biomasse i senere måneder innen 12-måneders perioden. Ved fast MTB er en lav MTB-utnyttelse i en måned som følger av ekstraordinær dødelighet tapt for evig. Riktig nok kan skaden i senere måneder avdempes noe ved å produsere gjenværende fisk større.

7.3.3. Valg av fôr

I optimeringen er det ikke tatt hensyn til at fôrprodusenter i virkeligheten vil kunne tilby fôr med ulik ytelse. Fôrtyper med høy ytelse er naturlig nok mer kostbare. I et reguleringsregime hvor oppdretters mulighet til å produsere er begrenset av lovlig biomasse i anleggene til enhver tid, blir fôrets ytelse svært viktig. Et godt fôr gir en høy tilvekst og følger en høy "rente" på den begrensede faktoren biomasse.

Ved å kjøre simuleringer av hvor mye mer oppdretter kunne ha betalt for et fôr som gir høyere tilvekst, her illustrert med en eksempelvis økning i TGC fra 2,8 til 3,0, og samtidig

oppnå samme dekningsbidrag, ser man at en liten oppdretter kunne betalt 25% mer pr. kg fôr ved fast MTB, 4% mer ved gjennomsnittlig MTB og 14% mer pr. kg ved MTP. Største forskjell fra tilfellet med en TGC på 2,8 kommer under fast MTB, hvor et fôr med høyere ytelse fører til et økt slaktevolum i 4. kvartal og merkbart lavere i 1. kvartal. Endringen i tilpasning under gjennomsnittlig MTB er tilnærmet ikke-eksisterende. Grensenytten av et fôr med høy ytelse blir høyere jo høyere laksepris er, men endringen i fôrets ytelse og oppdretteres bruk av slikt fôr skal være relativt stor før det får vesentlig betydning for næringens tilpasning under de ulike reguleringsregimene.

7.3.4. Smolttilgang

Optimering av modellbedriftene har forutsatt at de fritt kan velge mellom tre ulike typer av henholdsvis vår- og høstsmolt. Enhetskostnaden er satt lik normal markedspris på smolt i det eksterne smoltmarkedet. De fleste av de små oppdretterne kjøper smolten fra andre og denne forutsetningen er derfor mest gyldig for denne gruppen. De fleste mellomstore og større oppdrettere har egne smoltanlegg. Men disse anleggene, på samme måte som hos de frie smoltprodusentene, er normalt sett fullt utnyttet. Optimeringen for alle modellbedriftene viser at gjennomsnittlig MTB øker behovet for smolt betydelig, og særlig for de små oppdretterne. Videre viser optimaliseringen at andelen av høstsmolt øker betydelig ved gjennomsnittlig MTB. Dersom denne individuelle tilpasningen ble gyldig for hele næringen, ville det bli et betydelig behov for ny settefiskkapasitet. Kostnaden for produksjon av høstsmolt vil relativt sett øke da produksjon av høstsmolt så langt har utnyttet ledig kapasitet i settefiskanleggene (Truls Hansen, pers. med.). Imidlertid viser en simulering av modellbedriftene at selv en dobling av pris på høstsmolt ikke endrer smoltsammensetning nevneverdig ved gjennomsnittlig MTB, og kun fører til mindre endringer i biomasse- og slaktetilpasning (se Vedlegg VI).

7.3.5. Begrensninger i lokalitets-MTB

I tillegg til at oppdretter har en begrensning på tillatt biomasse på selskaps- eller konsernnivå, har den enkelte lokalitet også begrensninger knyttet til hvor mye biomasse lokaliteten er godkjent for, såkalt lokalitets-MTB. En oppdretter vil derimot ha flere generasjoner og fiskegrupper i ulikt stadium av produksjonsforløpet. Normalt vil

biomassen først kunne nå grensen for lokalitets-MTB på slutten av produksjonen på den enkelte lokaliteten. Følgelig blir behovet for lokalitets-MTB betydelig større enn selskapets konsesjons-MTB. I optimaliseringen av modellbedriftene er det vist at på sitt mest ekstreme vil utnyttelsen av konsesjons-MTB kunne bli så høy som 180% over MTB-grensen på høsten under et regime med gjennomsnittlig MTB. Enkelte oppdrettere vil kunne møte begrensninger i tilgangen av lokalitets-MTB som umuliggjør en slik oppbygning av biomasse, i det minste på kort sikt. Dette vil kunne dempe den høyere samlede biomassen på høsten som er beregnet ved gjennomsnittlig MTB. Det er dog grunn til å tro at mange oppdrettere allerede i dag har god tilgang på lokalitets-MTB. Mange oppdrettere har hatt et ønske om å produsere på større, men færre lokaliteter og har i nyere tid fått økt lokalitets-MTB på mange lokaliteter. Det er grunn til å tro at mange av de som vil møte en begrensning knyttet til lokalitets-MTB kan få godkjent nye lokaliteter eller få økt MTB på de eksisterende.

7.3.6. Begrensninger i matfiskanlegg

En oppbygning av biomasse på høsten ved gjennomsnittlig MTB, slik beskrevet tidligere, vil også øke behovet for merdvolum hos oppdretter. Dette behovet vil derimot være over en begrenset tidsperiode, som betyr at behovet for tilleggsinvesteringer i de fleste tilfeller vil være begrenset til flere merder. Denne økte kapasiteten er relativt billig og vil i liten grad kunne påvirke oppdretters valg av tilpasning ved optimering (Truls Hansen, pers. med.).

7.3.7. Begrensning i slaktekapasitet

I modellkjøringene har modellbedriftene hatt fri tilgang på slaktekapasitet i de tidsperiodene det har vært optimalt å slakte. I virkeligheten er dette gyldig i de aller færreste situasjoner, selv for små oppdrettere. Oppdretterne vil vanligvis ha begrenset tilgang på brønnbåt- og slaktekapasitet. Samtidig ønsker både uavhengige og integrerte slakterier en jevnere aktivitet over året (grunnet ønske om blant annet effektiv utnyttelse av kapasiteter, jevn sysselsetting og å unngå permitteringer). Dette gjør at de færreste oppdrettere vi konsentrere sin slakting så ekstremt som funnet optimalt for de mindre modellbedriftene. Hvordan en mer spredt slakting virker inn på lønnsomheten er diskutert nærmere i kapittel 8.

7.3.8. Salgspris og -modell

Ved optimering av modellbedriftene vil den salgsprisen som oppnås, reflektere endringen i totalt globalt volum som skyldes endringen i optimert aktørs tilpasning. Påvirkning av endret volum på gjennomsnittspris er gitt ved *prisfunksjon 1* og det størrelsesavhengige prisavviket fra *prisfunksjon 2* (kapittel 6.3.5). Av *prisfunksjon 1* følger det at en endring i optimert aktørs slaktetilpasning vil gi større utslag i pris for bedrifter med stort salgsvolum relativt til de små bedriftene. Prisfunksjonenes effekt på en oppdretters tilpasning vil undersøkes ved å kjøre følgende fem scenarier under fast- og gjennomsnittlig rullerende MTB:

1. *Produksjonsmaksimering*
2. *Lønnsomhetsmaksimering, kun enhetskostnader (VK)*
3. *Lønnsomhetsmaksimering, kun VK og prisfunksjon 1 (P1)*
4. *Lønnsomhetsmaksimering, kun VK og prisfunksjon 2 (P2)*
5. *Lønnsomhetsmaksimering – VK, P1 og P2*

Scenario 1 er en ren produksjonsmaksimering hvor oppdretter kun tenker på å maksimere mulig produsert slaktevolum, uten å hensynta mulige følger for lønnsomhet. *Scenario 2* blir i praksis det samme som at oppdretter antar like priser i alle måneder og for alle slaktestørrelser. Eventuelle endringer i tilpasning i dette scenarioet kommer derav av hensyn til faktorer som smoltpris, smoltstørrelse og lignende. I *Scenario 3* vil en se hvilken effekt *prisfunksjon 1* (månedlige gjennomsnittspriser) får på oppdretters tilpasning, og i *Scenario 4* tilsvarende for *prisfunksjon 2* (størrelsesavhengige vektpriser) alene. I siste scenario, *Scenario 5*, får vi tilpasning dersom oppdretter tar hensyn til både månedlige og størrelsesavhengige priser (som gitt av prisfunksjonene), og følgelig samme som under profittmaksimering for modellbedriftene i kapittel 7.2.

Foruten å kjøres for både fast MTB og gjennomsnittlig rullerende MTB, vil scenariene kjøres for en liten aktør med 2.230 tonn MTB (modellbedrift 1) og en stor med 188.070 tonn MTB (modellbedrift 4). Dette for å kunne se på prismodellens effekt for potensielt prispåvirkende aktører relativt til for oppdrettere uten praktisk påvirkning på pris.

Resultatene av scenariene for liten og stor aktør er vist i henholdsvis Tabell 14 og Tabell 15. Dekningsbidrag (DB) er her regnet fra den pris som prisfunksjonene (kombinert) gir ved de valgte tilpasningene, for å illustrere effekt på lønnsomhet av å ikke hensynta ulike faktorer.

Liten oppdretter (2.230 t MTB)												
MTB	Scenario	Faktorer	DB/kg	Årlig prod/MTB	SLAKTETILPASNING				BIOMASSETILPASNING (MTB-UTNYTTELSE)			
					Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
FAST	1	Prod.maks.	20,83	1,96	12 %	22 %	43 %	23 %	98 %	100 %	100 %	100 %
	2	VK	21,04	1,96	12 %	22 %	43 %	23 %	98 %	100 %	100 %	100 %
	3	VK + P1	23,82	1,82	4 %	39 %	25 %	33 %	96 %	95 %	81 %	97 %
	4	VK + P2	22,22	1,88	12 %	22 %	43 %	23 %	100 %	100 %	98 %	100 %
	5	VK + P1 + P2	24,64	1,78	4 %	31 %	33 %	32 %	96 %	97 %	87 %	97 %
SNITT	1	Prod.maks.	13,49	2,70	0 %	0 %	0 %	100 %	43 %	73 %	170 %	114 %
	2	VK	14,79	2,70	0 %	0 %	0 %	100 %	43 %	73 %	170 %	114 %
	3	VK + P1	24,82	2,37	0 %	11 %	9 %	89 %	48 %	71 %	118 %	164 %
	4	VK + P2	14,87	2,57	0 %	0 %	0 %	100 %	38 %	64 %	149 %	148 %
	5	VK + P1 + P2	24,25	2,46	0 %	0 %	0 %	100 %	34 %	57 %	132 %	177 %

Tabell 14: Endring i tilpasning for de fem scenariene under fast og gjennomsnittlig rullerende MTB for oppdretter med 2.230 tonn i MTB

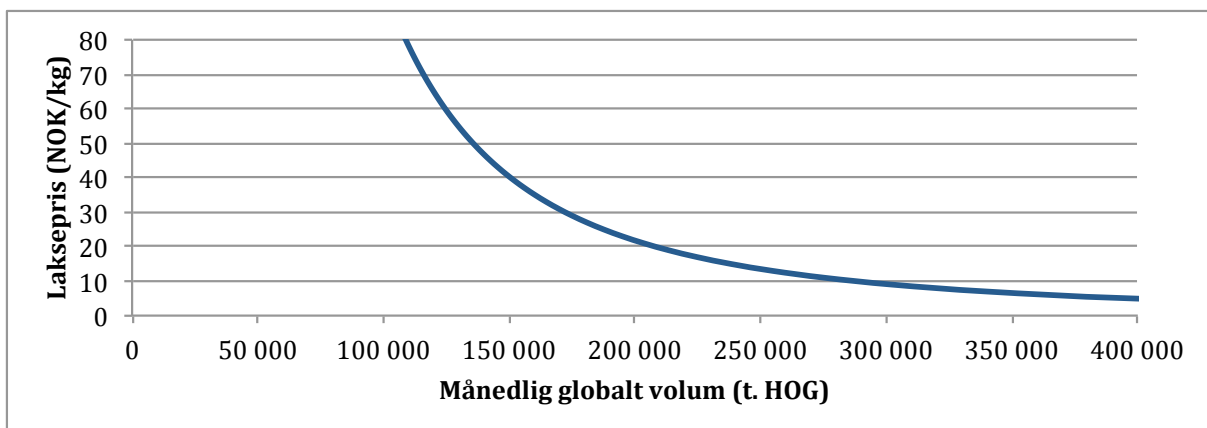
Oppdretter med potensiell prispåvirkning (188.070 t MTB)												
MTB	Scenario	Faktorer	DB/kg	Årlig prod/MTB	SLAKTETILPASNING				BIOMASSETILPASNING (MTB-UTNYTTELSE)			
					Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
FAST	1	Prod.maks.	13,06	1,96	12 %	22 %	43 %	23 %	100 %	100 %	98 %	100 %
	2	VK	13,71	1,96	12 %	22 %	43 %	23 %	100 %	100 %	98 %	100 %
	3	VK + P1	17,81	1,70	20 %	27 %	28 %	26 %	95 %	80 %	82 %	99 %
	4	VK + P2	14,48	1,89	13 %	21 %	43 %	23 %	100 %	100 %	98 %	100 %
	5	VK + P1 + P2	18,46	1,66	20 %	26 %	29 %	26 %	95 %	78 %	84 %	99 %
SNITT	1	Prod.maks.	-15,81	2,70	0 %	0 %	0 %	100 %	43 %	73 %	170 %	114 %
	2	VK	-15,50	2,70	0 %	0 %	0 %	100 %	43 %	73 %	170 %	114 %
	3	VK + P1	16,12	1,95	23 %	26 %	24 %	28 %	104 %	82 %	96 %	118 %
	4	VK + P2	-14,50	2,57	0 %	0 %	0 %	100 %	38 %	64 %	149 %	149 %
	5	VK + P1 + P2	16,84	1,90	23 %	25 %	25 %	27 %	103 %	82 %	95 %	120 %

Tabell 15: Endring i tilpasning for de fem scenariene under fast og gjennomsnittlig rullerende MTB for oppdretter med 188.070 tonn i MTB

Fra scenariene kan en se at en lønnsomhetstilpasning hvor en ikke hensyntar prisforskjeller, vil i praksis føre til en tilnærmet produksjonsmaksimering. Oppdretter vil velge en mer lønnsom smoltsammensetning som vil påvirke lønnsomheten, men tilpasning av slaktevolum og biomasse vil grovt sett ikke forandre seg ved en kvartalsvis inndeling. For en liten aktør med svært begrenset potensiell prispåvirkning, vil en inkludering av prisfunksjonene (scenario 5) føre til en merkbar endring av slaktetilpasning og en heller mindre endring av biomasse under fast MTB, mens den under gjennomsnittlig MTB holder slaktetilpasning kvartalsvis lik, men legger en

betydelig større andel av biomassen i 4. kvartal. En ser at størstedelen av endring i tilpasning kan tilskrives hensynet til månedlige prisvariasjoner og kun i mindre grad av hensyn til størrelsesavhengige salgspriser. Dette tyder på at *prisfunksjon 1* (gjennomsnittlig markedspris) er langt mer kritisk for konklusjonene i denne oppgaven enn *prisfunksjon 2* (størrelsesavhengig salgspris). Ved at prisfunksjonene lar en aktør hensynta dens potensielle prispåvirkning, ser en at dette bidrar til en langt jevnere produksjon for en aktør med betydelig andel av norsk volum. Men hensyn til pris fører likevel til en forflytning av tidspunkt for mest biomasse i sjø fra 3. til 4. kvartal under gjennomsnittlig MTB.

Følsomheten av en endring i volum på pris er viktig for tilpasningen til en stor aktør. I Figur 23 er pris for en gjennomsnittlig måned beregnet av *prisfunksjon 1* vist som en funksjon av månedlig globalt volum. Prisfunksjonen er beregnet med basis i erfarte priser ved erfarte volum. Hvor godt den beskriver sammenhengen mellom pris og volum, vil avta jo mer ekstreme endringene blir. Gjennomsnittlig virkelig globalt volum pr. måned i 2013 var ca. 153.000 tonn (HOG), hvor det norske volumet utgjorde ca. 86.000 tonn. Ved et frafall av norsk volum vil derfor prisen på sitt mest ekstreme kunne bli urealistisk høy. En for høy volumfølsomhet kan innebære at aktører tilpasser volum jevnere enn ved lavere volumfølsomhet. Med andre ord, vil dette sannsynligvis ikke endre resultatet fra optimeringene av modellbedriftene om at slaktetilpasning kan bli relativt ekstrem i de månedene med god lønnsomhet.



Figur 23. Laksepris (NOK/kg) i en gjennomsnittsmåned ved ulike månedlige globale volumnivåer, fra *prisfunksjon 1*

Av scenariene ser en at selv om tilpasning vil endres noe ved bruk av de forutsatte prisfunksjonene, endrer ikke dette at biomasse vil bli langt høyere om høsten ved gjennomsnittlig MTB relativt til fast MTB. En ser samtidig at totalt slaktevolum vil øke ved en overgang til gjennomsnittlig MTB, selv dersom en hensyntar en potensiell prispåvirkning. Lønnsomheten blir høyest for modellbedriftene under gjennomsnittlig MTB når salgsprisene ikke påvirkes av det høyere slaktevolumet som ordningen medfører.

8. Analyse – næringstilpasning ved endret regime

I forrige kapittel ble driftsplanene til fire modellbedrifter optimert og de ulike forutsetningenes påvirkning på optimeringsresultater ble analysert. En sentral forutsetning ved denne optimeringen var at alt annet volum enn modellbedriftenes eget volum var fast lik det virkelige volumet i 2013. For blant annet å hensynta dette forholdet vil dette kapitlet drøfte hvordan en endring i MTB-regime fra fast MTB til rullerende gjennomsnittlig MTB vil påvirke næringens tilpasning.

8.1. Aktører er ikke prispåvirkende

8.1.1. Produksjonsmaksimerende aktører

Dersom en ser bort fra salgspriser, er det unike vekstpotensialet i den enkelte måned den viktigste faktoren for valg av slaktetidspunkt. Under forutsetning om at små og store oppdrettsbedrifter oppnår den samme biologiske ytelsen, og at tilgang på innsatsfaktorer som smolt og slaktekapasitet ikke er begrensende, vil mulig produksjon (slaktevolum) pr. enhet MTB bli lik for alle bedrifter.¹¹

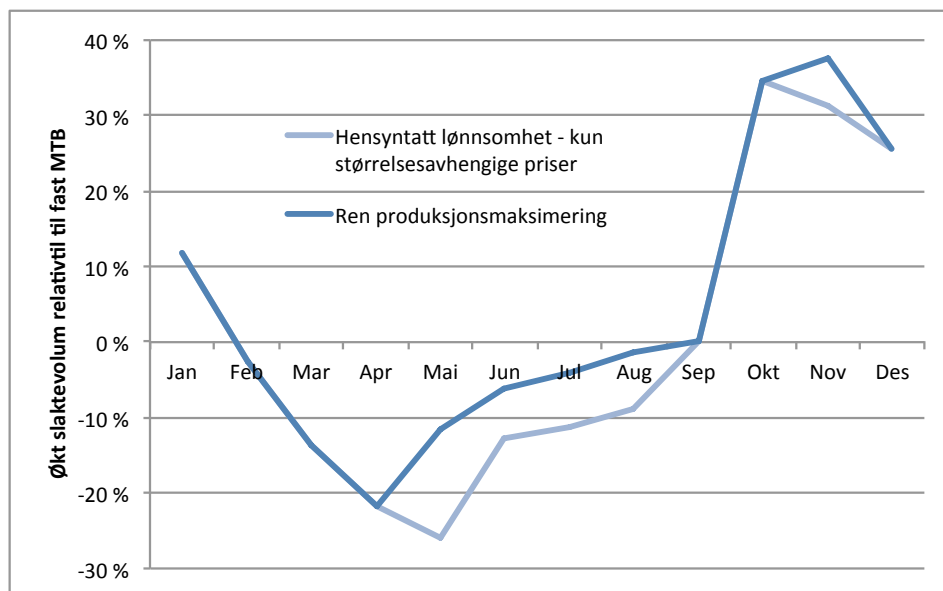
Tabell 16 viser maksimalt mulig produksjon pr. enhet MTB (kg sløyd slaktet pr. kg MTB) og variable enhetskostnader ved slakt i kun én enkelt måned dersom oppdretter maksimerer slaktevolum uten å hensynta lønnsomhet. Data i denne tabellen er modellteknisk oppnådd ved å be optimaliseringsmodellen maksimere slaktevolum og legge dette til én måned, gitt gjennomsnittlig MTB.

¹¹ De følgende analysene er basert på samme forutsetninger som ved analysen av modellbedriftene med mindre noe annet er spesifisert

Måned	Prod/MTB	Smoltkost/kg	Fôrkost/kg	Slaktkost/kg	Kost/kg
Januar	2,19	1,98	12,39	3,04	17,41
Februar	1,91	1,85	12,49	3,04	17,38
Mars	1,69	1,76	12,57	3,04	17,37
April	1,53	1,65	12,67	3,04	17,36
Mai	1,73	4,36	11,68	3,04	19,08
Juni	1,84	2,87	11,88	3,04	17,79
Juli	1,88	2,35	12,19	3,04	17,58
August	1,93	1,90	12,53	3,04	17,47
September	1,96	1,56	12,86	3,04	17,46
Oktober	2,64	3,04	11,94	3,04	18,02
November	2,70	2,59	11,98	3,04	17,61
Desember	2,46	2,21	12,22	3,04	17,47

Tabell 16: *Produksjonsmaksimerende slaktevolum (pr. MTB) og tilhørende kostander (pr. kg) i de enkelte måneder*

Ved ren produksjonsmaksimering ser en at oppdretter oppnår høyest volum ved å styre slakting mot november (oktober er tilnærmet like gunstig). Oppdretter vil da kunne produsere 2,7 kg sløyd fisk pr. kg utnyttet MTB. Laveste produksjon oppnås ved å slakte alt i april (43% lavere slaktevolum enn ved slakting i november). Ved fast MTB viste optimaliseringen i kapittel 7.1 at man ved samme forutsetninger ville maksimalt kunne produsere 1,96 kg pr. kg MTB. Fast MTB krevde da at slaktingen ble spredt ut over året (se Figur 24). Legger oppdretter opp en produksjonsplan med slakting i oktober til desember oppnås det et slaktevolum ved gjennomsnittlig MTB som er 30-35% høyere enn mulig under fast MTB. Dersom oppdretter velger å dele sin MTB likt over 12 måneder vil volum bli 4% høyere enn ved en full utnyttelse av fast MTB.



Figur 24. Slaktevolum mulig å oppnå ved gjennomsnittlig MTB relativt til slaktevolum ved fast MTB, dersom all slakt ved gjennomsnittlig MTB legges til én enkelt måned

8.1.2. Lønnsomhetsmaksimerende

Dersom oppdretter derimot ønsker å maksimere dekningsbidrag fremfor produksjonsvolum, vil forskjeller i pris for ulike slaktestørrelser (med sesongvariasjoner) samt variable produksjonskostnader kunne føre til en annen optimal slakting i den enkelte måned pr. enhet MTB utnyttet enn funnet i Tabell 16.

Forutsetningen om ingen påvirkning på markedspris av endringer i oppdretters eget slaktevolum er her opprettholdt, og eneste forskjell i priser mellom måneder er prisavvik for ulike slaktestørrelser. Tabell 17 viser resulterende slaktevolum pr. MTB, variable enhetskostnader samt avvik fra gjennomsnittspris aktør oppnår grunnet sammensetning av slaktestørrelser.

Måned	Prod/MTB	Smoltkost/kg	Fôrkost/kg	Slaktkost/kg	Kost/kg	Prisavvik
Januar	2,19	1,98	12,39	3,04	17,41	0,0 %
Februar	1,91	1,85	12,49	3,04	17,38	1,6 %
Mars	1,69	1,76	12,57	3,04	17,37	2,8 %
April	1,53	1,65	12,67	3,04	17,36	2,9 %
Mai	1,45	1,51	12,82	3,04	17,37	3,5 %
Juni	1,71	3,45	12,10	3,04	18,59	-0,6 %
Juli	1,74	2,88	12,42	3,04	18,34	4,1 %
August	1,79	2,37	12,77	3,04	18,18	13,5 %
September	1,96	1,56	12,86	3,04	17,46	8,2 %
Oktober	2,64	3,04	11,94	3,04	18,02	-6,0 %
November	2,57	2,39	12,10	3,04	17,53	-0,4 %
Desember	2,46	2,21	12,22	3,04	17,47	1,1 %

Tabell 17: Lønnsomhetsmaksimerende produksjon (pr. kg MTB), tilhørende kostnader (pr. kg fisk slaktet) i de enkelte måneder og avvik fra gjennomsnittspris grunnet sammensetning av slaktestørrelser

Ved å hensynta den betydelige historiske prisforskjellen mellom størrelser i deler av året ser en fra Tabell 17 at oppdretter finner det mindre gunstig å produsere et like høyt volum i perioden mai til august sammenlignet med tilfellet under produksjonsmaksimering (se Tabell 16). Maksimering av produsert volum i denne perioden favoriserer slakting av liten fisk grunnet den høyere veksten. Men i denne perioden er prisen for liten fisk svært lav relativt til andre størrelser (se Figur 7 i kapittel 5.6), og i august er i tillegg prisen for stor fisk svært gunstig. Dette gjør at oppdretter velger å bytte den høyere veksten for liten fisk mot de relativt mer gunstige prisene for større fisk.

Som optimering av produksjon viste i kapittel 7.1, og som kan leses fra Tabell 16, vil slakting i november gi høyest slaktevolum. Fra Tabell 17 kan en videre beregne den måned som ved lik gjennomsnittspris (men hensyntatt prisavvik grunnet størrelsessammensetning) gir høyest dekningsbidrag pr. enhet MTB. For alle prisnivåer hvor gjennomsnittspris i markedet er høyere enn NOK 28 vil november gi høyest dekningsbidrag (ved lavere prisnivåer vil det variere hvilken måned som er mest gunstig, men det er alltid mest lønnsomt på høsten). For at bedriften skal være indifferent i valg av slaktemåned, må en høyere gjennomsnittspris i måneder med lavere mulig produksjon enn november kompensere for det lavere slaktevolumet. Den

nødvendige prisendringen for at oppdretter er indifferent mellom slakting i gitte måned og november, for ulike prisnivå i november, er gitt i Tabell 18.¹²

November-pris	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
30	6 %	12 %	17 %	23 %	27 %	25 %	17 %	6 %	4 %	7 %	0 %	0 %
35	8 %	15 %	22 %	29 %	33 %	28 %	21 %	9 %	6 %	6 %	0 %	1 %
40	9 %	17 %	25 %	33 %	38 %	31 %	23 %	11 %	8 %	6 %	0 %	1 %
45	10 %	18 %	27 %	37 %	41 %	33 %	25 %	13 %	9 %	6 %	0 %	1 %

Tabell 18: Nødvendig prisavvik i gjennomsnittspris i markedet for at oppdretter skal være indifferent mellom slakting i gitte måned og november

Tabell 18 viser at oppdretter ved gjennomsnittlig MTB må ha en forventning om langt høyere pris i første halvår dersom han skal finne det lønnsomt å velge en produksjonsplan med størstedelen av slaktingen på denne tiden av året. Dersom gjennomsnittsprisen i markedet er NOK 40,00 (NOK 39,85 med det størrelsesavhengige prisavviket fra Tabell 17) i november, vil oppdretter kreve at gjennomsnittsprisen er NOK 55,06 (NOK 56,97 med størrelsesavhengig prisavvik) i mai for å oppnå et like stort dekningsbidrag.

Gjennomsnittsprisen i markedet er derimot ikke lik i hver måned, og vil avhenge av det globale volumet og unike etterspørsel den gitte måned. Tabell 19 viser nødvendig merpris for å endre tilpasning fra november i 2013, hvis en legger til grunn den månedsprisen optimaliseringsmodell beregner ved virkelig globalt volum i 2013 justert for det størrelsesavhengige prisavviket gitt i Tabell 17.

	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
Prisfunksjon 1 - 2013	32,67	37,22	42,79	42,72	44,03	47,73	39,98	39,35	33,63	30,57	34,66	44,08
- med aktørs prisavvik	32,67	37,82	43,98	43,95	45,56	47,47	41,63	44,66	36,39	28,74	34,53	44,55
Nødvendig prisendring (%)	14 %	7 %	-2 %	4 %	4 %	-7 %	4 %	-4 %	9 %	20 %	0 %	-21 %

Tabell 19: Nødvendig endring fra pris ved virkelig 2013-volum for indifferens om optimal slaktemåned – justert for aktørs prisavvik fra Tabell 17

Fra Tabell 19 ser vi at de beregnede månedsprisene ved det faktiske 2013-volumet fører til at hele fire måneder (mars, juni, august og desember) nå er mer lønnsomme enn november. Den klart mest optimale slaktemåned den gitte 2013-volumet ville ved

¹² Disse er forskjellige for ulike prisnivå grunnet de ulike enhetskostnadene. For høyere prisnivå blir enhetskostnadenes betydning for optimal måned relativt mindre

gjennomsnittlig MTB vært desember (35% høyere dekningsbidrag pr. MTB-enhet enn nest-mest lønnsomme måned, juni).

Pris som gir samme dekningsbidrag som ved pris i desember (justert for avvik grunnet størrelsessammensetning, Tabell 17) ved virkelig 2013-volum, og følgelig nødvendig prisendring for de ulike måneder for at oppdretter skal skifte optimal slaktemåned vekk fra desember, er gitt i Tabell 20. Eksempelvis må gjennomsnittsprisen i mai øke med mer enn 39% (gitt 2013-volum) for at oppdretter skal finne det mer lønnsomt å slakte i mai relativt til desember. Dette prisnivået tilsvarer en reduksjon av volum i mai med ca. 20.500 tonn, eller 25% av Norges volum denne måneden, alt annet like.

	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
Nødv. prisendring (fra gj.snittspris)	15,17	14,25	12,54	16,46	17,20	10,23	14,47	9,58	13,92	15,54	8,96	0,00
- % endring	46 %	38 %	29 %	39 %	39 %	21 %	36 %	24 %	41 %	51 %	26 %	0 %
Nødv. Volumendring (fra 2013)	-24015	-19100	-17023	-19708	-20538	-11834	-19116	-14417	-24706	-32075	-18205	0
- % endring i norsk volum	-30 %	-27 %	-21 %	-27 %	-25 %	-16 %	-25 %	-17 %	-25 %	-30 %	-18 %	0 %

Tabell 20: Nødvendig gjennomsnittspris og volumendring for endret optimal slaktemåned gitt virkelig volum 2013 – relativt til desember.

De ovenstående beregningene er basert på at oppdretters tilpasninger ikke påvirker de gjennomsnittlige markedsprisene (oppdretteren kan her kun endre oppnådd pris ved å endre størrelsessammensetning og slaktetidspunkt). Disse betraktningene er derfor mest gyldige for små oppdrettere. Beregningene viser at en oppdretter uten potensiell prispåvirkning må ha en forventning om en betydelig prispremie på vinter og vår dersom den skal finne det optimalt å slakte slik at mye av den gjennomsnittlige MTB brukes i første halvår.

Optimeringen av modellbedriftene vist i kapittel 7.2 viste at det er svært lønnsomt for oppdretter å utnytte den høye tilveksten gitt av temperaturene på sommeren og høsten. Videre blir det ekstra lønnsomt dersom en har et reguleringsregime som gjør det mulig å holde ekstra biomasse i sjø i denne perioden av året, slik gjennomsnittlig MTB gir anledning til. For å unngå å bruke for mye av MTB-kvoten i den delen av året hvor tilveksten er lav, blir det lønnsomt å slakte på høsten. Å bringe slaktefisk over til den "kalde" årstiden vil redusere bedriftens totale slaktevolum. Følgelig må bortfallet av produsert volum som følge av slakting i de måneder som ikke optimerer produksjonen, kompenseres med høyere salgspris i disse månedene. Ved et prisnivå på NOK 35 pr. kg

er det vist at en oppdretter må ha en forventning om 33% eller NOK 11.55 pr. kg høyere gjennomsnittspris i markedet i mai enn i november dersom den skal være indifferent i valg av slaktemåned. En av de grunnleggende forutsetningene i denne oppgaven er at all laks omsettes som fersk. Det må imidlertid påpekes at den høye prisforskjellen mellom høst og vår som må til for å gjøre det gunstig å legge slakting til våren under et regime med gjennomsnittlig MTB, kan gjøre frysing av laksen særdeles gunstig. En oppdretter har den tilpasningsmuligheten at den kan ta fordel av høy tilvekst og biomasse på høsten og derved høy produksjon. Den kan slakte og fryse fisken på høsten og selge den i markedet med en høyere pris om våren. Selv dersom næringens samlede tilpasning utligner prisforskjellene, vil denne muligheten kunne øke den samlede produksjonen.

8.2. Oppdretters eget volum påvirker salgspris

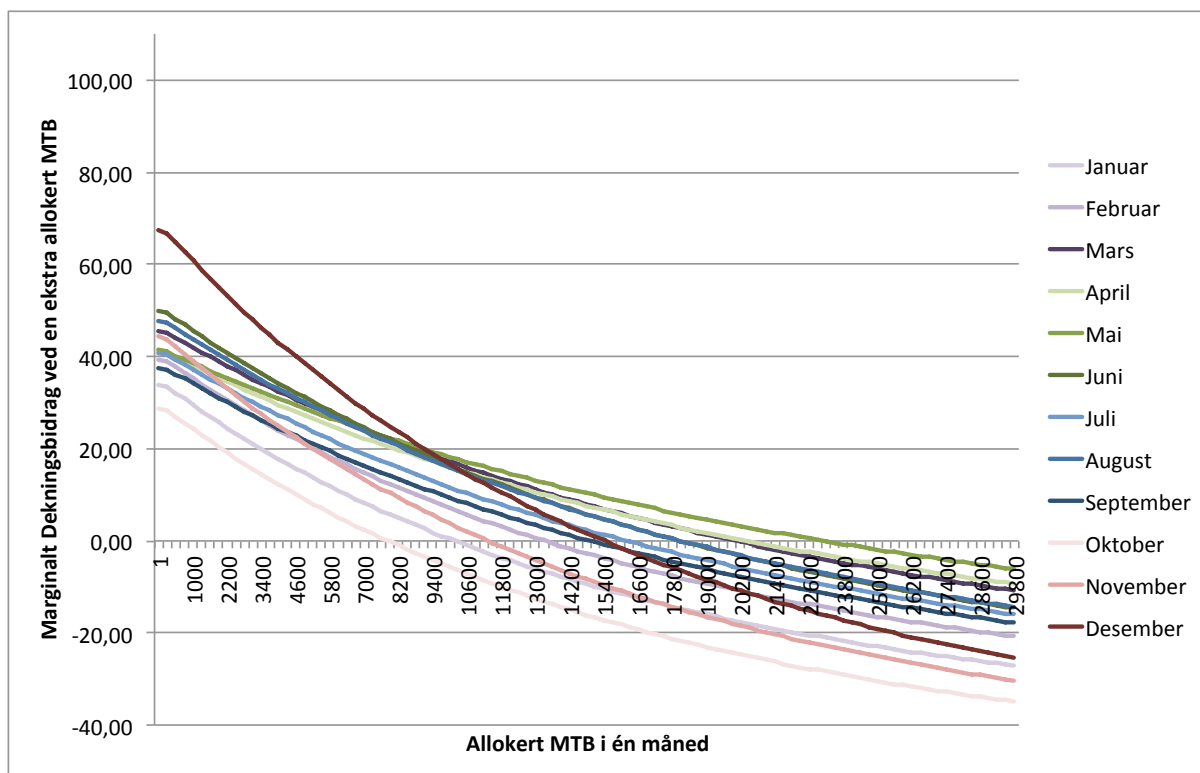
Endring i oppdretters eget volum vil også ha påvirkning på markedsprisen.

Påvirkningen vil være mindre for en liten oppdretter og større for en stor oppdretter.

For å hensynta oppdretters forventning om prisendring ved endring i eget slaktevolum,

vil det tas utgangspunkt i det marginale dekningsbidraget (MDB) som oppnås ved å allokere en enhet MTB for slakting i en bestemt måned. Optimal slakting pr. MTB er som i Tabell 17 med tilhørende kostander pr. kg. Figur 25 viser MDB for de enkelte måneder for en oppdretter med en total MTB på 188.070 tonn (tilsvarende *modellbedrift fire*).

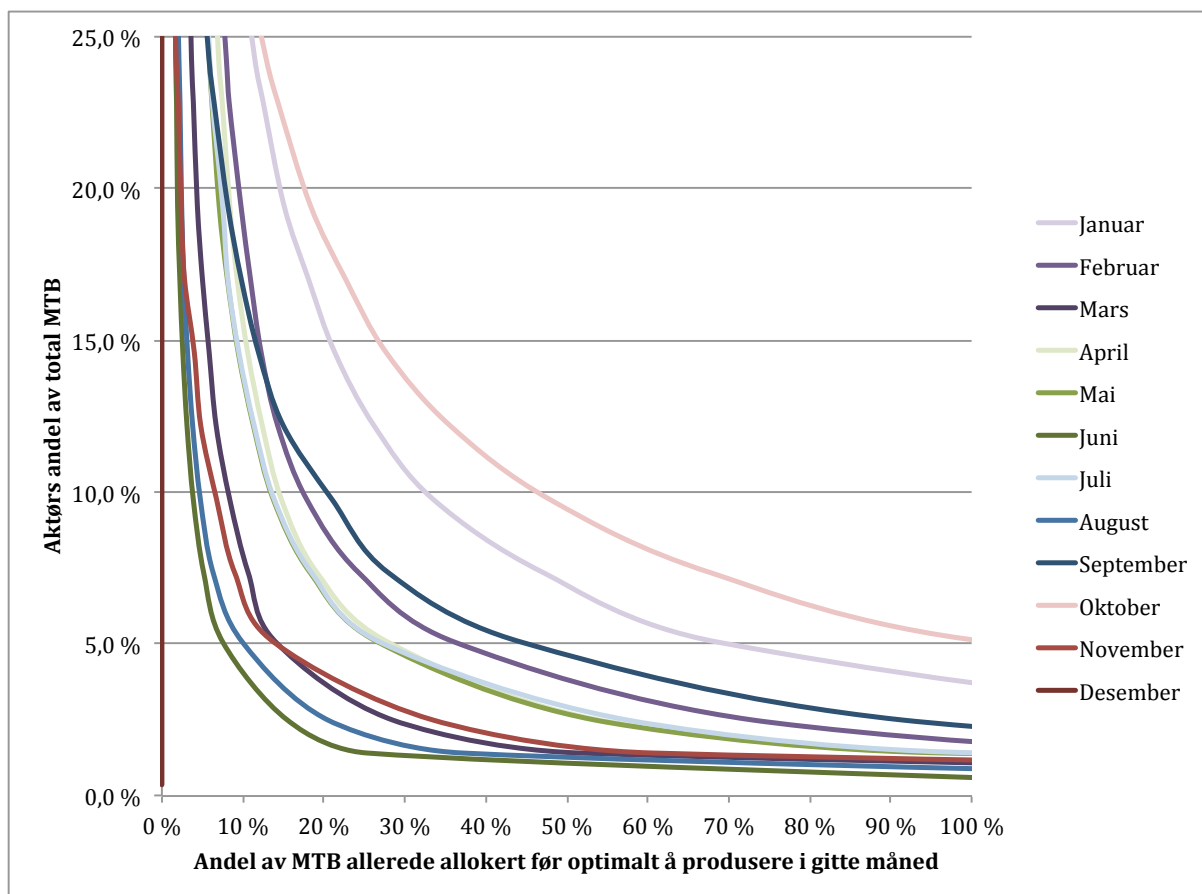
Oppdretter vil allokere første tildelte MTB-enhet til den måned som gir høyest slakting med høyest MDB, neste MTB-enhet til den måned som da har høyest MDB og slik vil det fortsette til hele tildelte MTB er allokert, eller stanse ytterligere utnyttelse av MTB dersom neste allokering har negativ MDB i alle måneder.



Figur 25. Utvikling i MDB ved økt allokering av MTB i en gitt måned for aktør med 188.070 MTB

For aktør illustrert i Figur 25 betyr dette at 3.400 MTB først vil allokeres for slakt i desember (tilsvarende $3.400 \cdot 2,46 = 8364$ tonn laks). Neste MTB-enhet gir høyest MDB ved å bli allokert til produksjon som skal slaktes i juni (75,79 MDB mot 73,51 MDB for desember). Videre vil neste MTB-enhet allokeres mellom disse to månedene før en ny måned har høyere MDB enn disse (i dette tilfellet november).

Figur 26 viser hvor stor andel av tildelt MTB som må være tildelt andre måneder før den gitte måned har høyest MDB for neste MTB-enhet som skal allokeres, som en funksjon av aktørens størrelse (andel av norsk MTB). Denne figuren forutsetter virkelig volum i 2013 og prisfunksjon fra optimaliseringsmodellen. En ser at en stor aktør ikke vil allokere en stor andel av sin MTB før den finner det lønnsomt å fordele MTB jevnt over alle måneder (14% av tildelt MTB for *modellbedrift fire*) grunnet påvirkningen dens eget produksjonsvolum har på salgprisene. En aktør må ha mer enn ca. 5% av norsk MTB før den ønsker å produsere i alle måneder. Jo større den er, jo raskere vil den gjøre det.



Figur 26. Andel av aktørs MTB allerede allokert før lønnsomt å produsere i den enkelte måned, som funksjon av aktørs andel av total norsk MTB

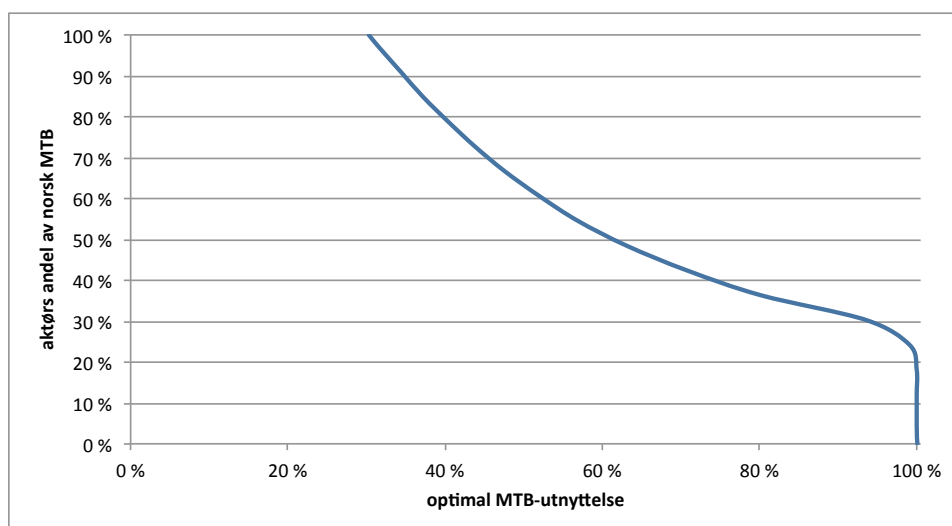
Maksimal MTB (rundet til nærmeste 100 tonn) mulig å allokere til én måned før denne måneden gir null i MDB (isolert sett) for bedrifter av størrelse lik de fire modellbedriftene, er gjengitt i Tabell 21. For alle de fire modellbedriftene ser en at summen av maksimal MTB allokert til hver måned overstiger MTB de har tilgjengelig. Disse vil følgelig velge å utnytte MTB 100% (som også var resultatet under modellkjøringene i kapittel 7.2).

Modellgruppe	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
Små - 2230 MTB	30700	14600	5700	10800	10700	2800	11200	4100	19500	47600	7000	0
Stor u. fordeling - 11.048 MTB	30400	14600	5700	10800	10700	2800	11200	4100	18900	46700	6700	0
Stor m. fordeling - 41.097 MTB	28300	14900	5800	11500	11000	3100	11100	4100	18300	42200	5700	0
>20% av norsk MTB - 188.070 MTB	23500	15600	7300	14000	11600	3400	11700	4200	12100	26900	3800	0

Tabell 21: Maksimal MTB (tonn) mulig å allokere til én måned før en når null i MDB for de fire modellbedriftene

Figur 27 viser hvor stor andel av norsk MTB en enkelt aktør må ha før alle måneder gir negativt marginalt dekningsbidrag. For at en aktør ikke skal finne det lønnsomt å utnytte

MTB fullt ut, som følge av negativt MDB for én ytterligere MTB-allokering, må aktøren under de gitte forutsetningene ha en MTB på mer enn 233.000 tonn. Pr. i dag er det ingen aktører i Norge som har nok konsesjoner til å gi en slik samlet MTB. Imidlertid, dersom man inkluderer en aktørs eventuelle globale volum, kan det tenkes at Marine Harvest med sine 23% av globalt produksjonsvolum vil kunne finne at en full utnyttelse av tilgjengelig MTB under gjennomsnittlig MTB ikke er lønnsom. Dette skyldes at salgprisene på fisk fra konsernets produksjon i utlandet også vil bli påvirket negativt av en høyere produksjon i Norge. Normalt sett ville andre produsenter, så lenge det var lønnsomt, ha kompensert for volumbortfallet som følge av en slik utøvelse av markedsrett ved å øke sin produksjon. I oppdrettsnæringen er det derimot ikke slik fri etableringsrett. I alle de største produsentlandene (Norge, Chile, Canada og Færøyene) er det et system med produksjonslisenser/-kvoter og i Chile setter i tillegg den sanitære situasjonen begrensninger. Følgelig vil det ikke være mulig, slik situasjonen er i dag, for andre å fylle bortfallet av volumet dersom en storaktør velger å ikke utnytte sin MTB (eller kvote). Men det kan tenkes at det til en viss grad er mulig for andre produsenter å forflytte volum innad i året.



Figur 27. Optimal MTB-utnyttelse (%) som funksjon av aktørs andel av total norsk MTB (%)

8.3. Aggregert tilpasning

I analysen av modellbedriftenes tilpasning ble det forutsatt at kun modellbedriftens driftsplan ble optimalisert i forhold til endrede betingelser som følge av endring i reguleringsregime og endring i modellbedriftens eget salg (volum, sammensetning og salgstidspunkt). Aggregering av resultatene viste at en slik tilpasning, dersom den var gyldig for alle selskapene, ville gi et lite realistisk resultat for en samlet næring. I virkeligheten vil en norsk oppdretters tilpasning under et reguleringsregime være avhengig av dens forventninger om andre aktørers produksjonstilpasning og den derav følgende pris i markedet i fremtiden. Imidlertid er det ikke enkelt å forutse hvordan andre tilpasser seg da dette er avhengig av flere faktorer, men særlig oppdretternes tilgang på informasjon om det fremtidige tilbudet, både nasjonalt og globalt, og tilgang på informasjon om etterspørselen (størrelse, trender og utvikling, priselastisiteter, substitutter, kjøpekraft, valuta etc.) og deres evne til å tolke slik informasjon. De fleste oppdrettere har etter å ha forsøkt å forutse salgsprisene og planlagt deretter erfart at de har tatt grundig feil. Selv markedsanalytikere og – økonomer som har kompetanse i å tolke tilbud- og etterspørselsrelasjoner har bommet i sine analyser av den fremtidige markedsutviklingen. Tradisjonelt sett har også norsk oppdrettsnæring i stor grad vært delt i et produsentledd og et uavhengig salgslodd. Integreringen har imidlertid økt dramatisk gjennom konsolideringen av næringen og følgelig også kunnskapen om marked og markedsutvikling hos oppdretterne selv. Imidlertid er det nok fortsatt slik at mange oppdrettere er produksjonsstyrt, det vil si de optimaliserer sine driftsplaner mot å produsere et høyest mulig volum. Følgelig er det krevende for en enkelt oppdretter å forutse hvordan andre oppdrettere vil tilpasse seg.

En kan tenke seg tre spesialtilfeller, eller ytterligheter, av mulige tilpasningsmønstre for næringen ved en overgang til en rullerende gjennomsnittlig MTB-ordning; (1) næringen produksjonsmaksimerer uten å hensynte lønnsomhet, (2) et tilfelle med ingen informasjon om fremtiden, og (3) et tilfelle med tilnærmet perfekt informasjon om andres fremtidige tilpasning og resulterende markedspris:

8.3.1. Produksjonsmaksimering

Dersom alle aktører i den norske næringen velger en driftsplan som kun fokuserer på å maksimere produksjon, vil ingen begrensninger i faktorer som slaktekapasitet, smolttilgang og kontraktsalg, føre til at en under rullerende MTB vil kunne oppleve at alt slaktes i november. Dette kommer av at slakting i november tillater oppdretter å maksimere veksten og derav slaktevolumet på sin MTB-kvotest. Tabell 16 (og optimaliseringen av modellbedriftene) viste at maksimalt slaktevolum ved produksjonsmaksimering vil kunne bli så mye som 38% høyere ved gjennomsnittlig MTB relativt til fast MTB. Selv dersom en inkluderer at aktører kan ha begrensninger, kunde- og råvarehensyn som tvinger oppdretter til en jevnere produksjon over året, er det lite tvil om at en i et slikt scenario allikevel vil kunne oppleve at den norske næringen produserer et svært høyt volum på høsten. Dette vil samtidig føre til en biomasseoppbygning på den delen av året hvor lusepresset er på sitt største.

8.3.2. Tilpasning etter Cobweb-mønster

I et scenario hvor ingen aktører har noen informasjon om fremtiden, kan det tenkes at den norske næringen vil tilpasse seg ut ifra et Cobweb-mønster (se kapittel 6.2). Dette innebærer at aktørene vil basere sin planlegging av produksjonen på den prisen de observerer i dag. Dette vil mest sannsynlig føre til et svært høyt slaktevolum og tilsvarende lave priser på de tidspunkter av året som gir høyest lønnsomhet ved slakting av fisken i dag (hensyntatt pris og mulig oppnåelig slaktevolum). Ved neste tilpasning vil oppdretterne legge til grunn den prisen som de da observerer med det resultat at den faktiske prisen blir en annen enn det de forventer, gjerne motsatt prisutvikling over året. Resultatet vil da bli at næringens slaktemønster (volum, størrelser og fordeling over året) vil variere fra år til år eller mellom generasjoner da mye bestemmes allerede ved valg av smoltstrategi (antall smolt, størrelse og utsettstidspunkt).

8.3.3. Tilpasning ved perfekt informasjon

En annen ytterlighet er et scenario hvor aktørene har perfekt informasjon om andre aktørers fremtidige produksjonstilpasning og den resulterende prisen av denne tilpasningen. Et mulig resultat av et slikt scenario vil i det følgende diskuteres nærmere. Ved et slikt scenario med perfekt informasjon om fremtidig tilpasning vil prisforskjeller

som gjør det mer fordelaktig å slakte i enkelte måneder utlignes. Dette skjer ved at det globale volumet vil tilpasse seg over året for å utligne spesielle prisfordeler. Oppdrettere i andre produsentland enn Norge har andre regulatoriske rammebetingelser, vekstforhold og kostnader enn norske. Dette gjør at det blir svært komplisert å analysere endringer i det tilbudte volumet som de representerer. I fortsettelsen er det derfor antatt at det er kun norsk volum som skal tilpasses annerledes enn virkelig volum i 2013. Andre sentrale forutsetninger er:

- Alle norske produsenter har like kostnader og like produksjonsforutsetninger
- Ingen andre produksjonsrestriksjoner enn gjennomsnittlig MTB
- Oppnådd dekningsbidrag pr. enhet MTB brukt for å oppnå det gitte slaktevolum i den enkelte måned er likt

Scenariet vil da beskrive en likevekt hvor alle norske aktører tilpasser produksjonen slik at de oppnår høyest mulig dekningsbidrag ved å allokere slaktingen slik at dekningsbidraget pr. enhet MTB (flaskehalsenheten) er lik for alle måneder. Oppdretter i likevekten er da indifferent mellom tidspunkt den ønsker å realisere sin brukte MTB gjennom slakting. Likevekten forutsetter at én aktørs prispåvirkning blir nøytralisert ved at andre aktører umiddelbart tilpasser sin produksjon slik at markedspris og resulterende dekningsbidrag pr. enhet MTB som er brukt for å oppnå det slaktede volum, blir likt som i andre måneder. I en slik likevekt har følgelig ingen aktør økonomisk incentiv til å endre sin tilpasning. I praksis vil det imidlertid være vanskelig å oppnå en slik likevekt. For det første tar det 12 – 24 måneder fra smoltutsett til slakting. Planleggingshorisonten er gjerne enda lenger da det må produseres smolt av en bestemt størrelse og til en bestemt tid om fisken skal bli slakteklar på riktig tidspunkt. Produksjonstiden kan også endres underveis grunnet sykdom, endrede temperaturforhold og andre driftsforstyrrelser. Kunnskapen om andre aktørers planer og markedets utvikling er begrenset, i hvert fall frem i tid. Eventuelle avvik i én eller flere aktørers planer vil ikke alltid la seg kompensere av andre oppdrettere da de også har restriksjoner, eksempelvis dersom de må slakte fisken for å holde seg innenfor MTB-regelverket¹³. Det kan likevel være nyttig å beregne en slik teoretisk likevekt forutsatt perfekt informasjon.

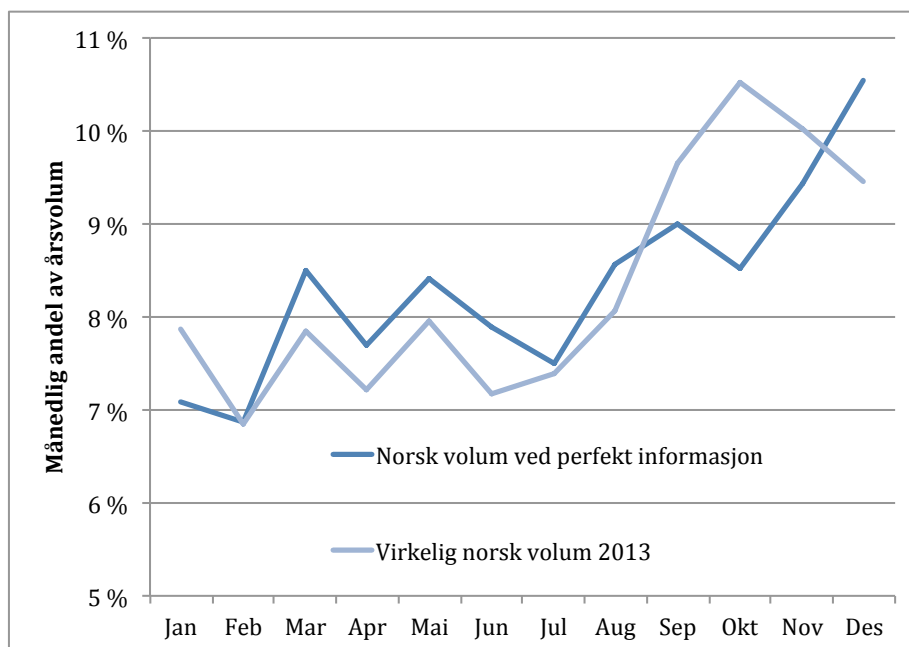
¹³ Dette vil også kunne gjelde under gjennomsnittlig MTB der oppdretter ved full MTB-utnyttelse må slakte minst så mye at biomassen er lik eller lavere enn på tilsvarende tidspunkt ett år tidligere

De følgende beregningene tar utgangspunkt i optimal produksjon pr. enhet MTB for den enkelte måned og tilhørende enhetskostnader gitt i Tabell 17, samt prisavvik grunnet størrelsessammensetningen ved denne produksjonen. Fra dette er det regnet den månedspris som er nødvendig for å gi samme dekningsbidrag for en allokert enhet MTB for slakting i den enkelte måned. *Prisfunksjon 1* er brukt for å regne det nødvendige globale volumet for oppnå de markedsprisene som gir indifferens. Prisnivået er satt til å tilsvare det som gir en allokering av hele den norske MTB (825.000 tonn). Resultatene av denne beregningen er gjengitt i Tabell 22.

	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember
Pris/kg - f. avvik	21,66	21,90	22,26	22,78	22,99	24,17	22,75	20,61	20,52	22,93	21,22	21,02
Pris/kg - e. avvik	21,66	22,25	22,88	23,43	23,78	24,04	23,69	23,39	22,20	21,55	21,15	21,25
DB/MTB (t NOK)	9,31	9,31	9,31	9,31	9,31	9,31	9,31	9,31	9,31	9,31	9,31	9,31
Globalt Volum v/pris	178 047	173 895	204 006	186 932	194 635	187 286	184 890	201 227	208 191	209 689	224 564	236 977
Nødvendig Norsk volum	112 167	108 690	134 481	121 817	133 030	124 961	118 830	135 527	142 266	134 674	149 279	166 687
- % av årsvolum	7 %	7 %	8 %	8 %	8 %	8 %	8 %	9 %	9 %	9 %	9 %	11 %

Tabell 22: Pris (NOK) med og uten størrelsesavvik som resulterer i likt dekningsbidrag for allokert MTB for slakting i alle måneder, med tilhørende globalt og norsk volum (tonn HOG)

I Figur 28 illustreres den resulterende fordelingen av slaktevolum over året for den norske næringen ved rullerende gjennomsnittlig MTB. Denne er svært lik den virkelige tilpasningen i 2013 ved fast MTB. Ettersom dette scenariet for tilpasningen ved perfekt informasjon er basert på at oppdretter skal være indifferent i sin bruk av MTB for å oppnå et slaktevolum i en gitt måned, kan en si at dette er en tilnærmet markedstilpasset tilpasning i likevekt. En sammenligning av slakteprofilen i denne likevekten mot den virkelige slakteprofilen i 2013 viser ingen større forskjeller med unntak av på høsten. Noe som samtidig tyder på at dagens tilpasning under et fast MTB-regime ikke er svært forskjellig fra en markedstilpasset slaktefordeling over året. At næringen i stor grad allerede er markedstilpasset etterspørselen under fast MTB, er samme konklusjon som Guttormsen-utvalget (Guttormsen, *et al.*, 2012) trekker i sin rapport. De begrunner dette ved at det er "*klare sesongmønstre i utslaktingen og dermed tilbudet, men ikke i prisen*".



Figur 28. Det norske slaktevolumet over året ved gjennomsnittlig MTB dersom perfekt informasjon og allokering av MTB for slakting er like lønnsomt i alle måneder

Ved perfekt informasjon ser man i dette scenariet at slaktevolumet om høsten ikke blir større ved gjennomsnittlig MTB, slik mange frykter blir konsekvensen av et slikt reguleringsregime.

En interessant observasjon er at slakteprofilen over året i denne likevekten er svært lik den tilpasningen som ble funnet for den store modellbedriften. Dette er dog ikke overraskende siden den virkelige slakteprofilen i 2013 er svært lik den i likevekten og samtidig er det forutsatt at den store oppdretteren har perfekt informasjon om markedsprisene og innvirkningen av sin egen tilpasning på markedsprisen.

8.4. Biomasseutvikling

Et svært vesentlig kriterium for myndighetene ved valg av fremtidig reguleringsregime er hvordan dette vil påvirke næringens økologiske fotavtrykk (også definert som miljømessig bærekraft). Myndighetene er spesielt opptatt av å begrense næringens skade på villaksen som følge av rømming og lakselus. Flere studier har vist at det er en klar sammenheng mellom eksistensen av oppdrettsproduksjon og lakselus på vill laksefisk i et område (Anon, 2012). I områder uten eller med svært lite oppdrett er det

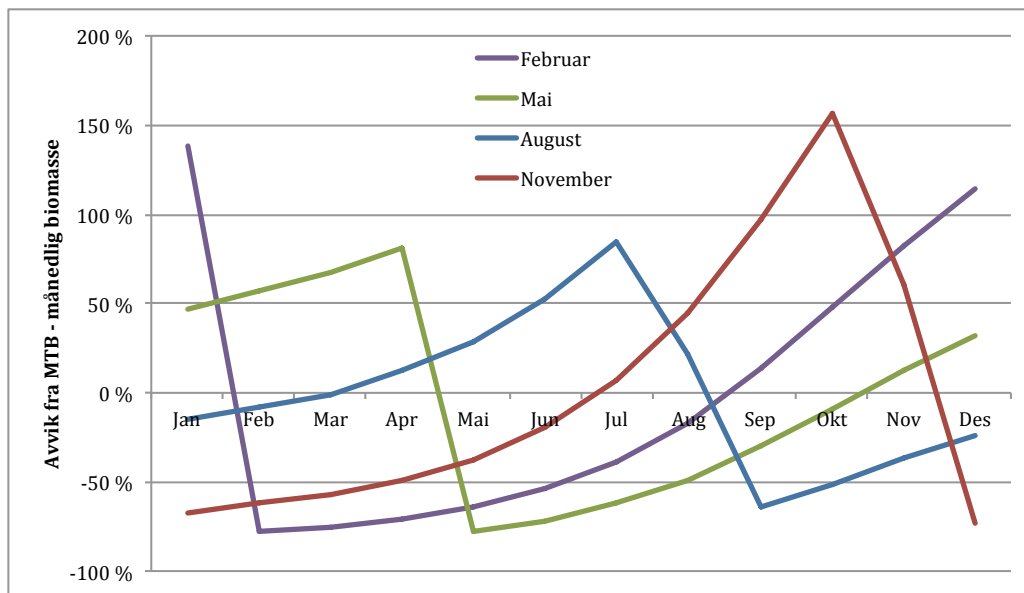
relative lusepresset svært lavt. Dette har sammenheng med at den totale lakselusproduksjonen i et område kan bestemmes som et produkt av antall lus pr. vert og antall verter (Anon 2012). Det høye antallet verter i et oppdrettsområde fører til langt flere lus pr. oppdrettslaks relativt til vill laks. Selv om oppdrettere tar i bruk medikamenter mot lakselus, har ikke dette endret dette bildet.

Mange vil mene at mengden lakselus vil være avhengig av størrelsen på biomassen i oppdrettsanleggene. Jo større biomasse, jo større lusetrussel. Risikoen for at en smolt (vill og i oppdrettsanlegg) blir infisert av lakselus, er svært forskjellig avhengig av hvor en er langs norskekysten og tid på året. Taranger *et al.* (2012) fant at lusepresset for laks generelt er svært lavt i de nordlige fylkene (Nord-Troms og Finnmark) og øker jo lengre sør en kommer. Lusepresset ble funnet å være relativt lavt i mai langs hele kysten, før det starter å øke i Sør-Norge fra juni til starten av august og i Midt-Norge fra midten av august. Den viktigste faktoren for dette er forskjellene i sjøtemperatur og saltholdigheten i sjøen i de ulike kystfylkene. I tillegg vil størrelsen på vertene være en viktig faktor for spredningen av lus.

Normalt sett er det lite lus på laksen om vinter og vår. Imidlertid gjør lusen størst skade ved å infisere utvandrende smolt. Det er derfor viktig å ha lave lusetall på denne tiden av året. Den største konsentrasjonen av lus finnes derimot på høsten, etter at lusen over tid har hatt gode temperaturer til å vokse og formere seg. Det er lusemengden på denne tiden av året som er mest avgjørende for hvordan lusepresset vil utvikle seg i tiden fremover. Flere steder har man hatt problemer med å holde lusenivåer på et akseptabelt nivå.

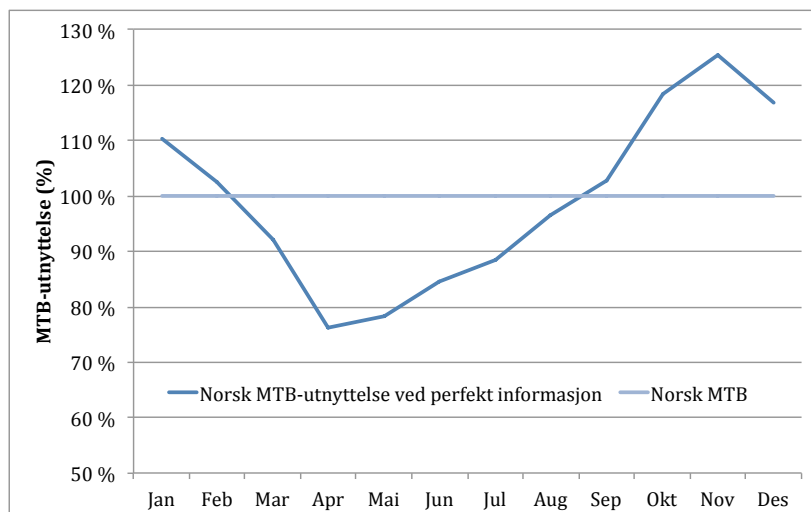
Under fast MTB er den maksimalt mulige biomassen i norske anlegg til enhver tid pr. definisjon gitt. Ved gjennomsnittlig MTB vil derimot denne kunne variere avhengig av de produksjonsplanene oppdretterne finner optimalt. Som vist i kapittel 8.2 er denne bestemt av hvilken kombinasjon av produksjonsvolum og prisforventning på slaktetidspunkt som gir høyest dekningsbidrag. I optimeringen av modellbedriftene ble det funnet at aktørene ville kunne overstige MTB med 28-180% ved gjennomsnittlig MTB (se kapittel 7.2). Figur 29 viser hvordan optimeringsmodellen tilpasser den mest lønnsomme biomasseoppbygningen ved slakt kun i én måned (illustrert ved månedene

februar, mai, august og november). En ser her at en fiskegruppe som blir optimert for slakting i annet halvår vil føre til en høy biomasse på høsten, og tilsvarende vil en fiskegruppe optimert for slakting i mai medføre langt lavere biomasse i denne årstiden. Fra Tabell 18 ser en at pris må være langt høyere på våren for at en oppdretter skal ville legge opp slakting til denne tiden fremfor på høsten.



Figur 29. Månedlig biomasseavvik fra MTB ved slakting i kun én måned

Ved den likevekten som er beregnet dersom alle oppdrettere har perfekt informasjon om andre aktørers fremtidige produksjonstilpasning (og mulighet til å endre tilpasning umiddelbart) samt den resulterende prisen av deres egen tilpasning (se kapittel 8.3.3) blir MTB-utnyttelsen også høy om høsten ved gjennomsnittlig MTB (se Figur 30). I oktober, da den er på sitt høyeste, er MTB-utnyttelsen 26% over MTB-grensen. Den økonomiske fordelene ved å bruke mye av MTB-kvoten på høsten er så stor at det virker sannsynlig at biomassen ved gjennomsnittlig rullerende MTB vil bli betydelig høyere på høsten enn ved fast MTB, kanskje så mye som 30% i de månedene med høyest biomasse.



Figur 30. MTB-utnyttelse ved gjennomsnittlig MTB dersom alle aktører har perfekt informasjon, og hele den norske MTB'en er fullt utnyttet

Dette er høyere enn det Kontali Analyse AS & SINTEF (2013) har konkludert med i sin studie, men helt i tråd med hva flere oppdrettsbedrifter har advart mot i sine høringsuttalelser (Marine Harvest ASA, 2014; Cermaq ASA, 2014; Nova Sea, 2014; Ellingsen Seafood, 2014; m.fl.). En slik økning i biomassen vil i enkelte områder kunne øke lusepresset til det uforsvarlige (Karl Fredrik Ottem, fiskehelsesjef Cermaq Norway AS, pers. med.).

9. Konklusjon

Ved annonseringen av at regjeringen startet arbeidet med en stortingsmelding om vekst i havbruksnæringen uttalte statsminister Erna Solberg følgende målsetning: *"forutsigbar vekst i næringen, som også tar hensyn til miljøutfordringene, vil styrke norsk konkurransekraft og skape trygge arbeidsplasser langs kysten"*. Det må legges til grunn at målsetningen med evalueringen av reguleringsregimet, enten dagens system med fast MTB beholdes eller det innføres endringer, er den samme. Basert på de analyser og drøftinger som er gjort i denne oppgaven, kan vi trekke noen slutninger.

9.1. Forutsigbar vekst og konkurransekraft

Dagens ordning med fast MTB har både den ulempen og fordelene at den er ganske rigid, ved at den ikke gir oppdretterne et stort handlingsrom. Ordningen har nå virket i snart ti år. Fra starten var MTB-grensen satt så høy at ordningen i en periode betydde tilnærmet fri vekst. Fra rundt 2010 ble imidlertid flere og flere begrenset av ordningen, og i dag når de aller fleste bedrifter MTB-taket én eller flere ganger i året.

Da tilveksten i stor grad er avhengig av temperaturen, betyr dette at tilbudet av laks fra norske produsenter følger temperaturutviklingen over året. Så langt synes det ikke som om markedsprisene er såpass forskjellige over året at dette forstyrrer denne tilpasningen i stor grad. Guttormsen-utvalget konkluderte også med at det norske tilbudet er markedstilpasset.

Hva som vil skje ved en eventuell overgang til rullerende gjennomsnittlig MTB, er vanskeligere å forutse da denne ordningen i motsetning til dagens ordning gir stor grad av fleksibilitet. Denne fleksibiliteten må imidlertid ikke forveksles med at det er "fritt fram". Ordningen representerer fortsatt en flaskehals som oppdretter må optimere sin drift på basis av. I denne oppgaven er noen av de sentrale økonomiske driverne som vil påvirke optimeringen kartlagt:

- 1) Tilveksten er betydelig høyere på sommeren og høsten enn på vinteren (tre ganger så høy ved tolv som ved fire grader celsius). Dette favoriserer i seg selv en driftsplan hvor oppdretter bruker mye av sin tildelte gjennomsnittlige MTB på sommeren og høsten og har som konsekvens at:
 - a) En produksjonsdrevet produsent vil kunne produsere ca. 38% høyere volum ved gjennomsnittlig MTB enn ved full utnyttelse av fast MTB.
 - b) En produsent som ønsker å maksimere lønnsomhet ved å hensynta pris må ha en forventning om en betydelig høyere salgpris om våren om han skal allokere MTB-kapasitet til en produksjon som gir slakting på denne tiden. Ved et prisnivå på NOK 35 pr. kg er denne nødvendige prispremien beregnet til ca. NOK 10,15 og 11,55 pr. kg for produksjon i henholdsvis april og mai, alt annet like.
 - c) Det er kostbart å gå inn i vinteren med høy biomasse da en slik bruk av MTB-kvoten reduserer totalproduksjonen. Isolert sett stimulerer dette til tung slakting på høsten.

- 2) En aktør som er lønnsomhetsdrevet må ved planleggingen av sin driftsplan hensynta at dens produksjon kan ha en innvirkning på markedsprisen. Denne innvirkningen er avhengig av størrelsen på oppdretterens slaktevolum, og er relativt liten for de aller fleste norske oppdrettere. En liten oppdretter kan i større grad utnytte fordelene av å bruke MTB-kvoten i andre halvår, noe som betyr slakting på høsten. En større oppdretter vil måtte fordele volumet over en større periode.

I hvilken grad og hvor fort den enkelte oppdretter vil hensynta disse forholdene når han planlegger sin produksjon, vil avhenge av en rekke forhold, herunder tilgang på begrensede innsatsfaktorer. Norske oppdrettere har imidlertid tidligere vist at de kan respondere raskt dersom det er rom for vekst (eksempelvis under ILA-krisen i Chile). Videre vil optimeringen være avhengig av hvilken forventning oppdretteren har til andre oppdretteres produksjonstilpasning og den følgende prisen i markedet. Lønnsomhetsoptimeringen av modellbedriftene viste en produksjon ved gjennomsnittlig MTB som var 10 – 38% høyere enn ved fast MTB. En ren produksjonsoptimering viste ca. 38% høyere produksjon for alle produsenter. Den

faktiske gjennomsnittlige utnyttelsen av MTB i 2013 var ca. 85% (Ragnar Nystøl, Kontali Analyse AS, pers. med.). Selv om mange bedrifter allerede i dag har tilnærmet full utnyttelse av MTB, er det gitt at det er mer utfordrende å oppnå høy MTB-utnyttelse ved fast enn ved gjennomsnittlig MTB, spesielt gjelder dette mindre oppdrettere og oppdrettere som blir rammet av sykdom og andre driftsutfordringer. Det er derfor ikke usannsynlig at kombinasjonen av bedre MTB-utnyttelse (eksempelvis fem prosentpoeng i snitt bedre ved gjennomsnittlig MTB) og muligheten til å flytte biomassen til den delen av året med høyest tilvekst vil kunne øke den norske produksjonen med i størrelsesorden 15 – 20% ved en eventuell overgang til gjennomsnittlig MTB der MTB-grenser er lik grensen for fast MTB. Myndighetene har selvsagt muligheten til å redusere dette ved å sette en lavere MTB-grense ved gjennomsnittlig MTB. De har også muligheten til å øke dagens MTB dersom de ønsker en slik vekst.

En betydelig vekst over kort tid vil kunne føre til reduserte markedspriser. Det er imidlertid ikke utsikter til betydelig vekst i andre produsentland, og det forventes god vekst i etterspørselen. En slik vekst behøver derfor ikke å få en dramatisk priseffekt dersom tilbudet blir markedstilpasset over året. I forhold til om ordningen bidrar til god lønnsomhet er imidlertid spørsmålet om hvordan ordningen vil påvirke slakteprofilen det mest interessante. Denne oppgaven viser at ordningen favoriserer slakting på høsten. De oppdrettere som har som målsetning å produsere høyest mulig volum ("prisen får bli det den blir") vil legge opp til slakting på høsten. De lønnsomhetsorienterte oppdretterne må legge som premiss for sine kalkulasjoner at prisen vil bli betydelig høyere i første halvår dersom de skal bestemme en driftsplan hvor større volum slaktes på denne tiden av året. Optimalisering ved fast MTB gir forholdsvis forutsigbart slaktemønster. Ved en eventuell innføring av gjennomsnittlig MTB vil denne forutsigbarheten bli vesentlig redusert da ville det ikke "koste" å ha biomasse om vinteren. Det kan oppstå en situasjon hvor oppdretternes samlede tilpasning vil variere mellom år og/eller generasjoner. Dette kan igjen føre til større prissvingninger over året og perioder der lønnsomheten blir svak. Slike prissvingninger er normalt heller ikke gunstig for markedsbyggingen.

9.2. Konsekvenser for miljø

Den nåværende politiske ledelsen har uttalt at de ved en vurdering av en eventuell endring i MTB-regimet i større grad vil legge vekt på miljømessig bærekraft. Av de analysene og drøftingene som er gjort i denne oppgaven fremgår det at det er stor sannsynlighet for at en ordning med gjennomsnittlig MTB vil endre biomasseprofilen over året, det vil si lav biomasse om våren og høy biomasse og høsten. Det er ikke usannsynlig at topp-biomassen kan bli i størrelsesordenen 130% av den gjennomsnittlige MTB i de høyeste månedene på høsten. I 2013 var næringens samlede maksimale utnyttelse av MTB 97% (Ragnar Nystøl, pers. med.). Fagpersoner innen fiskehelse har vist at det er en korrelasjon mellom størrelsen på fiskebeholdningen i sjø og infeksjonspresset av lus på oppdretts- og villaks. Det er derfor ikke usannsynlig at den høyere biomassen på høsten kan føre til et økt lusepress på både oppdretts- og villaks. Mange av oppdrettsbedriftene som uttalte seg negativt mot en innføring av gjennomsnittlig MTB i høringsrunden, anførte dette som sitt hovedargument.

Samlet sett er det vanskelig å konkludere med at en overgang til en rullerende gjennomsnittlig MTB vil øke forutsigbarheten og konkurransekraften hos den norske næringen. En slik endring vil trolig heller ikke redusere det økologiske fotavtrykket.

Bibliografi

- Anon. (2012). *Lakselus og effekter på vill laksefisk - fra individuell respons til bestandseffekter*. Trondheim: Vitenskapelig råd for lakseforvaltning.
- Arnason, R. (1992). Optimal feeding schedules and harvesting time in aquaculture. *Marine Resource Economics* (7), 15-35.
- Asche, F. (2001). Testing the effect of an anti-dumping duty: The US salmon market. *Emperical Economics* (26), 343-355.
- Asche, F., & Bjørndal, T. (2011). *The Economics of Salmon Aquaculture* (2. utg.). Oxford: John Wiley & Sons.
- Asche, F., & Guttormsen, A. G. (2001). Patterns in Relative Price for Different Sizes of Farmed Fish. *Marine Resource Economics* (16), 235-247.
- Asche, F., Bjørndal, T., & Gordon, D. V. (2007). Studies in the Demand Structure for Fish and Seafood Products. I A. Weintraub, C. Romero, T. Bjørndal, & R. Epstein, *Handbook Of Operations Research In Natural Resources* (ss. 295-314). Springer US.
- Asche, F., Bjørndal, T., & Salvanes, K. G. (1998). The demand for salmon in the European Union: the importance of product form and origin. *Canadian Journal of Agricultural Economics* (46), 69-82.
- Asche, F., Guttormsen, A. G., & Nielsen, R. (2013). Future challenges for the maturing Norwegian salmon aquaculture industry: An analysis of total factor productivity change from 1996 to 2008. *Aquaculture* (396-399), 43-50.
- Asche, F., Guttormsen, A. G., & Tveterås, R. (2005). *Reguleringer av markedsadgang for norsk laks til EU*. Bergen: Samfunns- og Næringslivsforskning AS (SNF).
- Bertalanffy, L. v. (1934). Untersuchungen über die Gestzlichkeit des Wachstums I. Allgemeine Grundlagen der Theorie. Mathematisch-physiologische Gesetzlichkeiten des Wachstums bei Wassertieren. *Wilhelm Roux' Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen* (131), 613-652.
- Bjørndal, T. (1988). Optimal Harvesting of Farmed Fish. *Marine Resource Economics* (5(2)), 139-159.

- Bjørndal, T. (1990). *The Economics of Aquaculture*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Bjørndal, T., Lane, D. E., & Weintraub, A. (2004). Operational Research Models and the Management of Fisheries and Aquaculture: A Review. *European Journal of Operational Research* (156), 533-540.
- Bremnes Seashore AS & SalMar ASA. (2014). *Markeds- og miljøtilpasset MTB i havbruksnæringen - Innspill til høringsnotat*. Hentet 03 01, 2014 fra Regjeringen.no: http://www.regjeringen.no/pages/38487648/BremnesSeashore_Salmar.pdf
- Cacho, O. J. (1997). Systems modeling and bioeconomic modeling in aquaculture. *Aquaculture Economics and Management* (1), 45-64.
- Cermaq ASA. (2014, 01 13). *Høringsuttalelse fra Cermaq angående forslag om viderutvikling av produksjonsbegrensningssystemet (MTB)*. Hentet 04 03, 2014 fra Regjeringen.no: <http://www.regjeringen.no/pages/38487648/Cermaq.pdf>
- Clark, C. W. (1990). *Mathematical bioeconomics: the optimal management of renewable resources*. New York: John Wiley & Sons.
- Ellingsen Seafood AS. (2014, 01 13). *Høringsuttalelse fra Ellingsen Seafood AS til "høring av forslag om videreutvikling av produksjonsbegrensningssystemet (MTB)"*. Hentet 04 03, 2014 fra Regjeringen.no: http://www.regjeringen.no/pages/38487648/Ellingsen_Seafood.pdf
- Fiskeridirektoratet. (2003, 04 07). *Årsmøte i FHL Havbruk i Ålesund 08.04.03*. Hentet 03 12, 2014 fra fiskeridir.no: www.fiskeridir.no/akvakultur/aktuelt/2003/aarsmoete-i-fhl-havbruk-i-aalesund-08.04.03
- Forsberg, O. I. (1996). Optimal stocking and harvesting of size-structured farmed fish: a multi-period linear programming approach. *Mathematics and Computers in Simulation* (42), 299-305.
- Guttormsen, A. G. (2008). Faustmann in the sea: optimal rotation in aquaculture. *Ine Resource Economics* (4), 401-410.
- Guttormsen, A., Davidsen, T., Sæther, K., Berg, I., Knutsen, G. M., Ellingsen, L., et al. (2012). *Videreutvikling av MTB-systemet: Rapport fra arbeidsgruppe nedsatt av Fiskeri- og kystdepartementet*. Oslo: Fiskeri- og kystdepartementet.

Hean, R. L. (1994). An optimal management model for intensive aquaculture: an application in atlantic salmon. *Australian Journal of Agricultural Economics* (38), 31-47.

Heaps, T. (1995). Density dependent growth and the culling of farmed fish. *Marine Resource Economics* (10), 285-298.

Heaps, T. (1993). The optimal feeding of farmed fish. *Marine Resource Economics* (9), 88-99.

Heuch, P. A., & Mo, T. A. (2001). A model of salmon louse production in Norway: Effects of increasing salmon production and public management measures. *Diseases of Aquatic Organisms* (45), 145-152.

Holm, J. C., Eithun, I., Jahnsen, T., Møgster, F., Postmyr, E., Stuevold, G., et al. (2002). *MTB: Nytt system for produksjonsregulering og avgrensning av matfiskoppdrett*. Bergen: Fiskeridirektoratet.

iLaks. (2014, 01 31). *Vil ikke la markedet bestemme produksjonen*. Hentet 02 01, 2014 fra iLaks.no: www.ilaks.no/vil-ikke-la-markedet-bestemme-produksjonen

Iwama, G. K., & Tautz, A. F. (1981). A simple growth model for salmonids in hatcheries. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* (38), 649-656.

Jobling, M. (1994). *Fish bioenergetics*. London: Chapman & Hall.

Jobling, M. (2003). The thermal growth coefficient (TGC) model of fish growth: a cautionary note. *Aquaculture Research* (34), 581-584.

Kaldor, N. (1934). A Classificatory Note on the Determination of Equilibrium. *Review of Economic Studies* , 122-136.

Kontali Analyse AS & SINTEF. (2013). *Produksjonsreguleringer i havbruk: Tilleggsutredning - Rullerende gjennomsnittlig MTB*. Fiskeri- og kystdepartementet.

Kontali Analyse AS. (2014, januar 27). Monthly Update on Production, Supply and Market Development. Produsert for Cermaq ASA.

Kontali Analyse AS. (2013). *The Salmon Farming Industry in Norway 2013: Analysis of the annual reports for 2012*. Kristiansund: Kontali Analyse AS.

KPMG Senter for havbruk og fiskeri AS. (2003). *Konsekvenser av ulike avgrensninger på konsesjonsnivå (MTA, MTB, MTF)*. Trondheim: KPMG Senter for havbruk og fiskeri AS.

- Krogstad, M. F., & Bugge, C. (2013). *Optimering og analyse av rotasjonsproblemet i oppdrettsbransjen: Effekten av en ny produksjonsregulering*. Bergen: Norges Handelshøyskole (NHH).
- Marine Harvest ASA. (2014, 01 06). *Forslag om videreutvikling av produksjonsbegrensningssystemet (MTB): Høringsinnspill fra Marine Harvest*. Hentet 04 03, 2014 fra Regjeringen.no: http://www.regjeringen.no/pages/38487648/Marine_Harvest.pdf
- Marine Harvest ASA. (2013). *Salmon Farming Industry Handbook 2013*. Marine Harvest ASA.
- Møller, D. (1999). Glimt fra det norske lakseeventyret. *Fisken og Havet, Havbruksrapport 1999* (3), 104-108.
- Mørkøre, T., & Rørvik, K. A. (2001). Seasonal variations in growth, feed utilisation and product quality of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) transferred to seawater as 0+smolts or 1+smolts. *Aquaculture* (199), 145-157.
- Mistiaen, J. A., & Strand, I. (1998). Optimal feeding and harvest time for fish with weight dependent prices. *Marine Resource Economics* (13), 231-246.
- NIFES. (2013). GH-IGF system regulation of attenuated muscle growth and lipolysis in Atlantic salmon reared at elevated sea temperatures. *Journal of Comparative Physiology. B, Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology* (183), 243-259.
- Norges Sjømatråd. (2014, juni 1). *Rekordhøy verdi for lakseeksporten*. Hentet juni 3, 2014 fra <http://www.seafood.no/Nyheter-og-media/Nyhetsarkiv/Pressemeldinger/Rekordhøy-verdi-for-lakseeksporten2>
- Nova Sea AS. (2014, 01 13). *Høringsuttalelse fra Nova Sea angående forslag om videreutvikling av produksjonsbegrensningssystemet (MTB)*. Hentet 04 03, 2014 fra Regjeringen.no: http://www.regjeringen.no/pages/38487648/Nova_Sea.pdf
- SINTEF. (2014). *Verdiskapning og sysselsetting i norsk sjømatnæring: en ringvirkningsanalyse med fokus på 2012*. Trondheim: SINTEF.
- Statsministerens kontor. (2014, 04 01). *Regjeringen vil sikre vekst og konkurransekraft i havbruk*. Hentet 04 10, 2014 fra Regjeringen.no:

www.regjeringen.no/nb/dep/smk/pressepenter/pressemeldinger/2014/Regjeringen-vil-sikre-vekst-og-konkurranseskraft-i-havbruk.html?id=754258

Taranger, G. L., Svåsand, T., Kvamme, B. O., Kristiansen, T. S., & Boxaspen, K. K. (2012). Risikovurdering norsk fiskeoppdrett 2012. *Fisken og havet* (2).

Thorarensen, H., & Farrell, A. P. (2011). The biological requirements for post-smolt Atlantic salmon in closed-containment systems. *Aquaculture* (312), 1-14.

Xie, J., Kinnucan, H. W., & Myrland, Ø. (2009). Demand elasticities for farmed salmon in world trade. *European Review of Agricultural Economics* (36), 425-445.

Yu, R., & Leung, P. (2006). Optimal partial harvesting schedule for aquaculture operations. *Marine Resource Economics* (21), 301-315.

Vedlegg

I. Veksttabell

Atlantisk laks																						
Tilvekst (% per dag) og biologisk førfaktor for atlantisk laks																						
Temperatur (°C)																						
Gram	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	FF bio	Akk. FF bio
30	0,17	0,33	0,51	0,7	0,89	1,09	1,29	1,49	1,69	1,89	2,08	2,26	2,42	2,57	2,68	2,75	2,78	2,74	2,63	2,42	0,81	0,81
100	0,12	0,29	0,48	0,67	0,86	1,06	1,25	1,44	1,62	1,79	1,95	2,09	2,21	2,31	2,38	2,41	2,39	2,32	2,18	1,98	0,81	1,16
200	0,12	0,28	0,45	0,62	0,8	0,98	1,15	1,32	1,49	1,64	1,77	1,89	1,99	2,07	2,12	2,14	2,12	2,05	1,93	1,75	0,82	0,96
300	0,11	0,25	0,41	0,57	0,73	0,9	1,06	1,21	1,36	1,49	1,61	1,72	1,81	1,88	1,92	1,94	1,91	1,85	1,74	1,57	0,83	0,91
400	0,1	0,23	0,37	0,52	0,67	0,83	0,97	1,12	1,25	1,37	1,48	1,58	1,66	1,72	1,76	1,77	1,75	1,69	1,59	1,44	0,84	0,89
500	0,09	0,21	0,34	0,48	0,62	0,77	0,9	1,04	1,16	1,27	1,37	1,46	1,54	1,59	1,63	1,63	1,61	1,56	1,47	1,32	0,84	0,88
600	0,08	0,19	0,32	0,45	0,58	0,71	0,84	0,97	1,08	1,19	1,28	1,36	1,43	1,48	1,51	1,52	1,5	1,45	1,36	1,23	0,85	0,88
700	0,07	0,18	0,29	0,42	0,54	0,67	0,79	0,91	1,02	1,12	1,2	1,28	1,34	1,39	1,42	1,42	1,41	1,36	1,27	1,15	0,86	0,87
800	0,06	0,16	0,27	0,39	0,51	0,63	0,75	0,86	0,96	1,05	1,14	1,21	1,27	1,31	1,34	1,34	1,32	1,28	1,2	1,08	0,87	0,87
900	0,05	0,15	0,26	0,37	0,48	0,6	0,71	0,81	0,91	1	1,08	1,14	1,2	1,24	1,26	1,27	1,25	1,21	1,13	1,02	0,88	0,87
1000	0,05	0,14	0,24	0,35	0,46	0,57	0,67	0,77	0,87	0,95	1,03	1,09	1,14	1,18	1,2	1,2	1,19	1,15	1,07	0,97	0,88	0,87
1100	0,04	0,13	0,23	0,33	0,44	0,54	0,64	0,74	0,83	0,91	0,98	1,04	1,09	1,12	1,14	1,15	1,13	1,09	1,02	0,92	0,89	0,88
1200	0,04	0,12	0,22	0,32	0,42	0,52	0,62	0,71	0,79	0,87	0,94	1	1,04	1,07	1,09	1,1	1,08	1,04	0,98	0,88	0,9	0,88
1300	0,04	0,12	0,21	0,3	0,4	0,5	0,59	0,68	0,76	0,84	0,9	0,96	1	1,03	1,05	1,05	1,03	1	0,93	0,84	0,91	0,88
1400	0,03	0,11	0,2	0,29	0,38	0,48	0,57	0,65	0,73	0,8	0,87	0,92	0,96	0,99	1,01	1,01	0,99	0,96	0,9	0,8	0,91	0,88
1500	0,03	0,11	0,19	0,28	0,37	0,46	0,55	0,63	0,71	0,78	0,84	0,89	0,93	0,95	0,97	0,97	0,96	0,92	0,86	0,77	0,92	0,89
1600	0,03	0,1	0,18	0,27	0,36	0,45	0,53	0,61	0,68	0,75	0,81	0,86	0,89	0,92	0,94	0,94	0,92	0,89	0,83	0,74	0,93	0,89
1700	0,03	0,1	0,18	0,26	0,35	0,43	0,51	0,59	0,66	0,73	0,78	0,83	0,86	0,89	0,9	0,91	0,89	0,86	0,8	0,72	0,94	0,89
1800	0,03	0,09	0,17	0,25	0,33	0,42	0,5	0,57	0,64	0,71	0,76	0,8	0,84	0,86	0,88	0,88	0,86	0,83	0,77	0,69	0,95	0,89
1900	0,03	0,09	0,16	0,24	0,33	0,41	0,49	0,56	0,63	0,69	0,74	0,78	0,81	0,84	0,85	0,85	0,83	0,8	0,75	0,67	0,95	0,9
2000	0,03	0,09	0,16	0,24	0,32	0,4	0,47	0,54	0,61	0,67	0,72	0,76	0,79	0,81	0,82	0,82	0,81	0,78	0,73	0,65	0,96	0,9
2250	0,02	0,08	0,15	0,22	0,3	0,37	0,44	0,51	0,57	0,63	0,67	0,71	0,74	0,76	0,77	0,77	0,75	0,72	0,68	0,6	0,98	0,91
2500	0,02	0,08	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,48	0,54	0,59	0,64	0,67	0,7	0,72	0,72	0,72	0,71	0,68	0,63	0,56	1	0,92
2750	0,02	0,07	0,13	0,2	0,27	0,33	0,4	0,46	0,52	0,56	0,6	0,64	0,66	0,68	0,68	0,68	0,67	0,64	0,6	0,53	1,02	0,93
3000	0,02	0,07	0,13	0,19	0,26	0,32	0,38	0,44	0,49	0,54	0,58	0,61	0,63	0,64	0,65	0,65	0,63	0,61	0,56	0,5	1,04	0,94
3250	0,02	0,07	0,12	0,18	0,25	0,31	0,37	0,42	0,47	0,52	0,55	0,58	0,6	0,62	0,62	0,62	0,6	0,58	0,54	0,48	1,06	0,95
3500	0,02	0,07	0,12	0,18	0,24	0,3	0,36	0,41	0,46	0,5	0,53	0,56	0,58	0,59	0,6	0,59	0,58	0,55	0,51	0,46	1,08	0,96
3750	0,03	0,06	0,11	0,17	0,23	0,29	0,34	0,4	0,44	0,48	0,51	0,54	0,56	0,57	0,57	0,56	0,53	0,49	0,44	1,1	0,97	0,97
4000	0,03	0,06	0,11	0,17	0,22	0,28	0,33	0,38	0,43	0,47	0,5	0,52	0,54	0,55	0,55	0,55	0,54	0,51	0,47	0,42	1,12	0,98
4250	0,03	0,06	0,11	0,16	0,22	0,27	0,33	0,37	0,42	0,45	0,48	0,51	0,52	0,53	0,54	0,53	0,52	0,49	0,46	0,41	1,14	0,99
4500	0,03	0,06	0,11	0,16	0,21	0,27	0,32	0,37	0,41	0,44	0,47	0,49	0,51	0,52	0,52	0,51	0,5	0,48	0,44	0,39	1,16	1
4750	0,03	0,06	0,1	0,15	0,21	0,26	0,31	0,36	0,4	0,43	0,46	0,48	0,5	0,5	0,51	0,5	0,49	0,46	0,43	0,38	1,18	1,01
5000	0,03	0,06	0,1	0,15	0,2	0,26	0,31	0,35	0,39	0,42	0,45	0,47	0,48	0,49	0,49	0,49	0,47	0,45	0,42	0,37	1,2	1,02
5250	0,03	0,06	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,34	0,38	0,42	0,44	0,46	0,47	0,48	0,48	0,48	0,46	0,44	0,41	0,36	1,22	1,03

Vedlegg I. Vekst- og førtabell. (Kilde: Skretting AS)

II. Hausman-test

Basisregresjonen for *prisfunksjon 1* tok formen:

$$(1) \quad \ln(P_t) = \alpha + \beta_V \ln(V_t) + \beta_m D_m + \beta_y D_y + u$$

hvor α er konstantledd, β_V er volumkoeffisient, β_m er månedskoeffisient til månedsdummy D_m , β_y er årskoeffisient til årsdummy D_y , V_t er volum i tid t og u er residualene til regresjonen (1)

For å teste for endogenitet er det mulig å bruke en "Hausman-test". Første steg er å kjøre en OLS-regresjon med $\ln(V_t)$ som avhengig variabel, og de resterende variablene fra basisregresjonen (1) samt et sett med valgte *instrumentelle variabler* (I^i), slik at regresjon for første steg i Hausman-testen blir:

$$(2) \quad \ln(V_t) = \alpha + \beta_m D_m + \beta_y D_y + \beta_I I^i + v$$

hvor β_I er koeffisient for den instrumentelle variabelen I^i og v er residualene til regresjonen (2)

En instrumentell variabel er en variabel som er med på å forklare størrelsen på den potensielt endogene variabelen ($\ln(V_t)$), men hvor dens effekt på den avhengige variabelen ($\ln(P_t)$) er fanget opp i sin helhet av den endogene variabelen. Med andre ord, vil en instrumentell variabel ha $Cov(I^i, \ln(V_t)) \neq 0$ og $Cov(I^i, u) = 0$. Jo bedre den instrumentelle variabelen hjelper til med å forklare den endogene variabelens størrelse, jo mindre vil standardavvikene i en 2SLS-regresjon bli.

Hvorvidt $Cov(I^i, u) = 0$ kan ikke testes direkte dersom en kun har én instrumentell variabel. Men en kan teste om $Cov(I^i, \ln(V_t)) \neq 0$ holder, ved å kjøre en OLS-regresjon med $\ln(V_t)$ som avhengig variabel og I^i som uavhengig variabel (inkludert konstantleddet), og se om koeffisienten til den instrumentelle variabelen er signifikant. Ved flere instrumentelle variabler er det derimot mulig å teste for $Cov(I^i, u) = 0$. Dette gjøres ved å først kjøre den originale regresjonen (1) inkludert den ene instrumentelle variabelen, for deretter å se om residualene vi finner der korrelerer med den andre instrumentelle variabelen. Dersom den korrelerer med residualene bør den ikke brukes.

For test av $\ln(V_t)$ som endogen variabel er det valgt å bruke $\ln(V_{t-1})$ og $\ln(V_{t-2})$ som instrumentelle variabler. En test av de instrumentelle variablene, gav en p-verdi på de lagrede residualene på henholdsvis 0,5746 og 0,8252 for $\ln(V_{t-1})$ og $\ln(V_{t-2})$. Begge de instrumentelle variablene er dermed godkjente for videre bruk, og regresjon (2) tar dermed her formen:

$$(2.1) \quad \ln(V_t) = \alpha + \beta_m D_m + \beta_y D_y + \beta_{V-1} \ln(V_{t-1}) + \beta_{V-2} \ln(V_{t-2}) + u$$

Neste steg er å lagre residualene "v" fra regresjon (2.1) og legge de til i den opprinnelige funksjonen (1):

$$(3) \quad \ln(P_t) = \alpha + \beta_V \ln(V_t) + \beta_m D_m + \beta_y D_y + \beta_{\bar{v}} \bar{v} + u$$

hvor \bar{v} er de lagrede residualene fra regresjon (2)

Dersom koeffisienten for \bar{v} i (3) er signifikant, vil dette bety at $\ln(V_t)$ er endogen, og en bør bruke en 2SLS-regresjon fremfor OLS. I motsatt fall kan $\ln(V_t)$ tydes som eksogen, og en kan fortsette med en mer "treffsikker" OLS-regresjon.

En OLS-kjøring av (3) resulterte i en p-verdi for $\beta_{\bar{v}}$ (residual-koeffisient) på 0,0005. En kunne dermed konkludere med at $\ln(V_t)$ er endogen i den opprinnelige funksjonen, og at 2SLS bør anvendes fremfor OLS.

III. Regresjonsresultater – Prisfunksjon 2

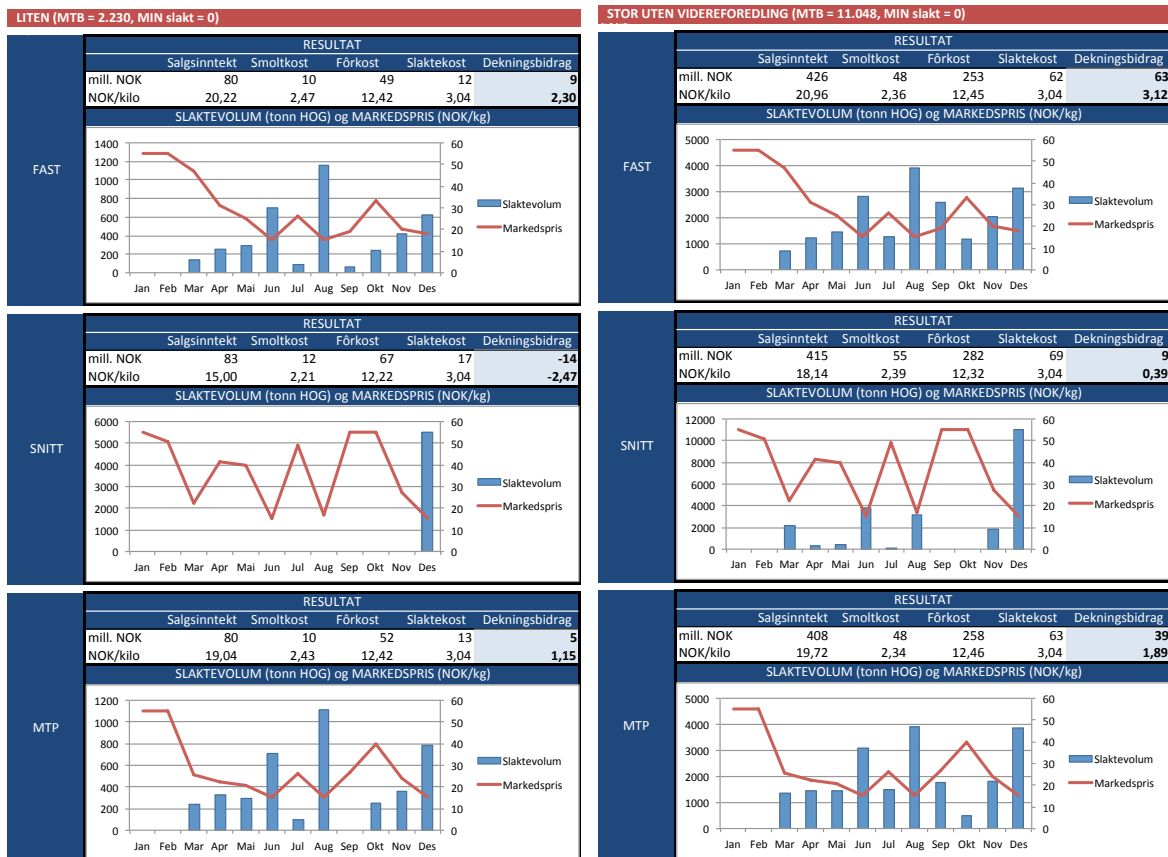
Avhengig variabel: Avvik (%) fra gjennomsnittspris							
Uavhengig variabel	Koeffisient (Standardavvik) Signifikans						
	1-2 kg	2-3 kg	3-4 kg	4-5 kg	5-6 kg	6-7 kg	7+ kg
Konstant	-0,1024 (0,0238) ***	0,0193 (0,0202)	0,0654 (0,0117) ***	0,0858 (0,0186) ***	0,1932 (0,0178) ***	0,1729 (0,0200) ***	0,1114 (0,0245) ***
Størrelses andel	-3,8010 (0,9261) ***	-0,2880 (0,2113) ***	-0,2880 (0,0484) ***	-0,2544 (0,0593) ***	-0,7865 (0,0722) ***	-1,3507 (0,1453) ***	-1,3094 (0,2773) ***
Dummy - Jan	-0,0314 (0,2219)	-0,0063 (0,0135)	-0,0063 (0,0051)	-0,0002 (0,0049)	0,0119 (0,0064) *	0,0122 (0,0111)	-0,0002 (0,0184)
Dummy - Feb	-0,0439 (0,0219) **	-0,0084 (0,0134) **	-0,0084 (0,0051)	-0,0029 (0,0049)	0,0101 (0,0063)	0,0139 (0,0110)	0,0041 (0,0184)
Dummy - Mar	-0,0641 (0,0218) ***	-0,0089 (0,0134) ***	-0,0089 (0,0051) *	-0,0026 (0,0049)	0,0090 (0,0063)	0,0119 (0,0111)	0,0010 (0,0183)
Dummy - Apr	-0,0744 (0,0214) ***	-0,0110 (0,0136) ***	-0,0110 (0,0052) **	0,0017 (0,0049)	0,0142 (0,0064) **	0,0191 (0,0112) *	0,0113 (0,0183)
Dummy - Mai	-0,1220 (0,0214) ***	-0,0135 (0,0139) ***	-0,0135 (0,0053) **	0,0054 (0,0050)	0,0154 (0,0065) **	0,0251 (0,0112) **	0,0208 (0,0183)
Dummy - Jun	-0,1454 (0,0216) ***	-0,0075 (0,0151) ***	-0,0075 (0,0055)	0,0171 (0,0051) ***	0,0179 (0,0069) **	0,0276 (0,0114) **	0,0242 (0,0184)
Dummy - Jul	-0,2013 (0,0214) ***	-0,0228 (0,0155) ***	-0,0228 (0,0060) ***	0,0253 (0,0049) ***	0,0408 (0,0072) ***	0,0576 (0,0120) ***	0,0632 (0,0184) ***
Dummy - Aug	-0,2013 (0,0217) ***	-0,0439 (0,0140) ***	-0,0439 (0,0063) ***	0,0068 (0,0050)	0,0546 (0,0069) ***	0,1095 (0,0130) ***	0,1324 (0,0196) ***
Dummy - Sep	-0,1458 (0,0220) ***	-0,0403 (0,0134) ***	-0,0403 (0,0055) ***	-0,0034 (0,0053)	0,0336 (0,0063) ***	0,0972 (0,0122) ***	0,1105 (0,0196) ***
Dummy - Okt	-0,1007 (0,0223) ***	-0,0343 (0,0135) ***	-0,0343 (0,0051) ***	-0,0074 (0,0052)	0,0285 (0,0064) ***	0,0618 (0,0113) ***	0,0743 (0,0190) ***
Dummy - Nov	-0,0507 (0,0226) **	-0,0166 (0,0136) **	-0,0166 (0,0051) ***	-0,0031 (0,0050)	0,0180 (0,0064) ***	0,0198 (0,0110) ***	0,0293 (0,0184) ***
Dummy - Des	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Dummy - 2000	0,1294 (0,0306) ***	0,0698 (0,0160) ***	0,0242 (0,0058) ***	0,0135 (0,0053) **	-0,0470 (0,0075) ***	-0,0566 (0,0126) ***	0,0367 (0,0206)
Dummy - 2001	0,1357 (0,0256) ***	0,0574 (0,0146) ***	0,0170 (0,0056) ***	0,0128 (0,0054) **	-0,0426 (0,0072) ***	-0,0690 (0,0123) ***	0,0157 (0,0190)
Dummy - 2002	0,0024 (0,0247)	-0,0212 (0,0145)	0,0025 (0,0056)	0,0179 (0,0057) ***	-0,0135 (0,0070) *	-0,0248 (0,0123) **	-0,0084 (0,0205)
Dummy - 2003	0,0630 (0,0258) **	0,0124 (0,0145)	0,0082 (0,0056)	0,0056 (0,0054)	-0,0263 (0,0070) ***	-0,0287 (0,0121) **	0,0338 (0,0203)
Dummy - 2004	0,1111 (0,0262) ***	0,0512 (0,0148) ***	0,0223 (0,0056) ***	0,0019 (0,0053)	-0,0396 (0,0070) ***	-0,0546 (0,0121) ***	0,0347 (0,0202) **
Dummy - 2005	0,0451 (0,0251) *	0,0434 (0,0146) ***	0,0323 (0,0056) ***	0,0067 (0,0053)	-0,0271 (0,0069) ***	-0,0584 (0,0119) ***	-0,0215 (0,0200) ***
Dummy - 2006	0,0787 (0,0253) ***	0,0541 (0,0145) ***	0,0383 (0,0055) ***	0,0005 (0,0053)	-0,0421 (0,0069) ***	-0,0669 (0,0119) ***	-0,0575 (0,0200) ***
Dummy - 2007	0,0634 (0,0232) ***	0,0207 (0,0160)	0,0437 (0,0059) ***	0,0286 (0,0053) ***	-0,0178 (0,0073) **	-0,0847 (0,0127) ***	-0,0625 (0,0198) ***
Dummy - 2008	-0,0365 (0,0260)	-0,0389 (0,0145) ***	0,0239 (0,0056) ***	0,0231 (0,0053) ***	-0,0040 (0,0068)	-0,0201 (0,0121) *	-0,1563 (0,0198) **
Dummy - 2009	0,0075 (0,0245)	-0,0077 (0,0146)	0,0253 (0,0055) ***	0,0140 (0,0053) ***	-0,0116 (0,0069) *	-0,0213 (0,0119) *	-0,0454 (0,0198) **
Dummy - 2010	0,0116 (0,0242)	-0,0116 (0,0146)	0,0151 (0,0055) ***	0,0017 (0,0053)	-0,0137 (0,0068) **	-0,0192 (0,0121)	-0,0384 (0,0198) **
Dummy - 2011	0,0495 (0,0239) **	0,0121 (0,0149)	0,0152 (0,0056) ***	-0,0019 (0,0053)	-0,0142 (0,0069) **	-0,0329 (0,0122) ***	-0,0694 (0,0199) ***
Dummy - 2012	-0,0242 (0,0231)	-0,0389 (0,0152) **	-0,0066 (0,0055)	0,0034 (0,0053)	0,0029 (0,0069)	-0,0073 (0,0120)	-0,0265 (0,0198)
Dummy - 2013	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Justert R ²	0,6672	0,7320	0,7810	0,5712	0,7951	0,8365	0,7098
Std.avvik regresjon	0,0566	0,0354	0,0135	0,0129	0,0167	0,0292	0,0484
Observasjoner	168	168	168	168	168	168	168

Vedlegg III. Resultater for regresjoner for prisfunksjon 2. Variabler med tilhørende koeffisienter (uthevet), standardavvik (i parentes), og signifikans (illustrert ved * for p-verdi < 0,01, ** for 0,01 < p-verdi < 0,05, og * for 0,05 < p-verdi < 0,10) samt antall observasjoner, justert R² og standardavvik for regresjoner. Fordelt på de syv vektstørrelsene**

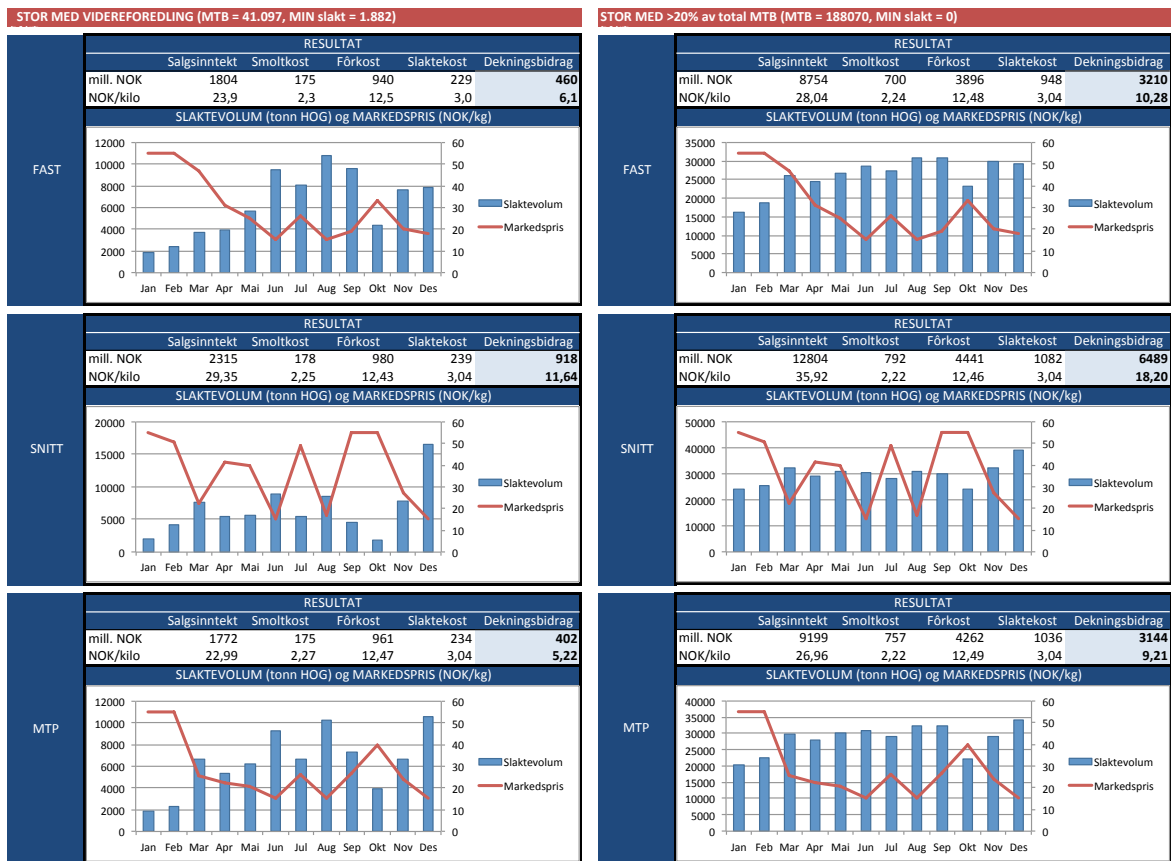
IV. Aggregerte modellgrupper

Vedlegg IV.1, IV.2, IV.3 og IV.4 viser det månedlige prisnivået modellens prisfunksjoner gir ved å bruke det aggregerte norske volumet fra Figur 22 i kapittel 7.2.5, samt de ulike

modellbedriftenes nye lønnsomhet som følge av de nye prisene. For å hindre prisene å bli ekstremt høye eller lave i de perioder med ekstreme volumforandringer fra regresjonsdata, er det her satt gulv og tak på pris på henholdsvis NOK 15 og 55 pr. kg. Uten disse begrensningene ville lønnsomhetsforandringene blitt enda mer ekstreme enn vist her. Dette er kun en illustrasjon for å vise hvor volatile prisene i et ekstremtilfelle kan bli.



Vedlegg IV.1 og IV.2. Lønnsomhet ved "aggregert-volum"-priser for små aktører og store uten videreførdling



Vedlegg IV.3 og IV.4. Lønnsomhet ved "aggregert-volum"-priser for stor aktør med videreføreling og stor aktør med >20% av norsk MTB

V. Temperaturscenarier

Rogaland													
Temperatur (°C)	5,8	5,1	5,9	7,9	11	14,1	16,1	16,9	16,1	13,7	10,7	7,8	10,9
Regulering	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember	Årlig
Fast MTB - slaktevolum	0 %	0 %	4 %	6 %	7 %	15 %	6 %	18 %	7 %	12 %	9 %	15 %	4714
Snitt MTB - slaktevolum	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	20 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	80 %	5278
Snitt MTB - MTB-avvik	-51 %	-44 %	-38 %	-28 %	-13 %	-19 %	-24 %	5 %	45 %	90 %	135 %	-59 %	0 %

Hordaland													
Temperatur (°C)	5,7	5,1	5,8	7,6	10,3	12,2	15,4	16,4	15,4	12,9	10,0	7,5	10,4
Regulering	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember	Årlig
Fast MTB - slaktevolum	0 %	0 %	4 %	7 %	7 %	15 %	6 %	30 %	0 %	6 %	10 %	16 %	4328
Snitt MTB - slaktevolum	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	12 %	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %	87 %	5328
Snitt MTB - MTB-avvik	-60 %	-54 %	-47 %	-39 %	-26 %	-22 %	-15 %	16 %	58 %	105 %	151 %	-67 %	0 %

Sogn og Fjordane													
Temperatur (°C)	5,6	5,0	5,7	7,2	9,5	12,4	14,8	15,9	14,8	12,0	9,3	7,1	9,9
Regulering	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember	Årlig
Fast MTB - slaktevolum	0 %	0 %	4 %	7 %	7 %	16 %	5 %	31 %	0 %	5 %	9 %	16 %	4113
Snitt MTB - slaktevolum	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	3 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	97 %	5385
Snitt MTB - MTB-avvik	-70 %	-64 %	-58 %	-51 %	-40 %	-28 %	-8 %	26 %	73 %	124 %	172 %	-75 %	0 %

Møre og Romsdal													
Temperatur (°C)	5,6	5,0	5,8	7,5	10,0	12,6	14,2	15,0	14,2	12,3	9,7	7,4	9,9
Regulering	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember	Årlig
Fast MTB - slaktevolum	0 %	0 %	4 %	7 %	8 %	17 %	4 %	31 %	0 %	3 %	10 %	16 %	4076
Snitt MTB - slaktevolum	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	7 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	93 %	5307
Snitt MTB - MTB-avvik	-65 %	-59 %	-53 %	-45 %	-32 %	-24 %	-10 %	22 %	65 %	113 %	160 %	-72 %	0 %

Trøndelag													
Temperatur (°C)	4,7	4,1	4,9	6,7	9,5	12,3	14,2	14,9	14,2	12,0	9,2	6,6	9,4
Regulering	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember	Årlig
Fast MTB - slaktevolum	0 %	0 %	4 %	7 %	8 %	20 %	1 %	35 %	0 %	0 %	10 %	15 %	3783
Snitt MTB - slaktevolum	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	5447
Snitt MTB - MTB-avvik	-72 %	-68 %	-63 %	-56 %	-46 %	-30 %	-5 %	30 %	77 %	130 %	181 %	-77 %	0 %

Nordland													
Temperatur (°C)	4,6	4,0	4,8	6,5	9,0	11,6	13,2	14,0	13,2	11,3	8,7	6,4	8,9
Regulering	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember	Årlig
Fast MTB - slaktevolum	0 %	0 %	4 %	7 %	8 %	21 %	0 %	35 %	0 %	0 %	10 %	16 %	3723
Snitt MTB - slaktevolum	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	5338
Snitt MTB - MTB-avvik	-71 %	-67 %	-62 %	-55 %	-45 %	-28 %	-4 %	29 %	76 %	127 %	176 %	-77 %	0 %

Troms													
Temperatur (°C)	4,3	3,6	4,4	6,3	8,8	11,0	12,3	13,0	12,3	10,7	8,5	6,2	8,5
Regulering	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember	Årlig
Fast MTB - slaktevolum	0 %	0 %	4 %	7 %	12 %	22 %	0 %	28 %	0 %	0 %	10 %	16 %	3483
Snitt MTB - slaktevolum	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	5012
Snitt MTB - MTB-avvik	-67 %	-63 %	-58 %	-52 %	-42 %	-26 %	-3 %	28 %	73 %	119 %	164 %	-73 %	0 %

Finnmark													
Temperatur (°C)	3,9	3,1	4,1	6,2	8,4	10,3	11,5	12,0	11,5	10,1	8,2	6,0	7,9
Regulering	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember	Årlig
Fast MTB - slaktevolum	0 %	0 %	4 %	7 %	22 %	0 %	6 %	26 %	3 %	5 %	10 %	16 %	3378
Snitt MTB - slaktevolum	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	3785
Snitt MTB - MTB-avvik	-55 %	-51 %	-48 %	-40 %	-30 %	-16 %	3 %	28 %	58 %	90 %	121 %	-60 %	0 %

Vedlegg V.1. Relativ månedlig produksjon (fast og gjennomsnittlig MTB) og biomasseavvik fra MTB-grense (gjennomsnittlig MTB) for liten oppdretter (2.230 tonn MTB) i de viktigste oppdrettsfylkene

For å finne en vektet temperaturprofil for den norske industrien er det forutsatt temperaturer som i Figur 2 i kapittel 5.4 mens andel av produksjon er regnet fra tall for salg av oppdrettslaks fra Norge oppgitt av SSB. Siste år for representative tall fra alle relevante fylker fra SSB var i 2011 (2012-tall er ufullstendige), og andel brukt er derfor fra dette året. Tilpasning for liten oppdretter (2.230 tonn MTB) ved vektet temperaturprofil er vist i Vedlegg V.2.

Vektet gjennomsnittstemperatur													
Temperatur (°C)	5,0	4,3	5,1	6,8	9,3	11,5	13,5	14,6	14,2	12,3	9,7	7,4	9,5
Regulering	Januar	Februar	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Desember	Årlig
Fast MTB - slaktevolum	0 %	0 %	4 %	7 %	7 %	20 %	0 %	35 %	0 %	0 %	11 %	17 %	3792
Snitt MTB - slaktevolum	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	5419
Snitt MTB - MTB-avvik	-71 %	-66 %	-61 %	-54 %	-44 %	-28 %	-4 %	28 %	74 %	126 %	178 %	-77 %	0 %

Vedlegg V.2. Relativ månedlig produksjon (fast og gjennomsnittlig MTB) og biomasseavvik fra MTB-grense (gjennomsnittlig MTB) for liten oppdretter (2.230 tonn MTB) ved en vektet temperaturprofil

VI. Smoltprisscenarie

Aktør-MTB	Økt smoltpris fra basispris	Andel høstsmolt av all utsatt smolt				Slaktevolum				MTB-avvik			
		50 gram	60 gram	80 gram	Totalt	1. kvartal	2. kvartal	3. kvartal	4. kvartal	1. kvartal	2. kvartal	3. kvartal	4. kvartal
2.230	0 %	100 %	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %	100 %	-66 %	-42 %	33 %	76 %
	50 %	95 %	0 %	0 %	95 %	0 %	5 %	0 %	95 %	-60 %	-36 %	26 %	69 %
	100 %	87 %	0 %	0 %	87 %	0 %	14 %	0 %	86 %	-48 %	-25 %	14 %	59 %
188.070	0 %	47 %	17 %	1 %	65 %	22 %	27 %	27 %	24 %	9 %	-15 %	-10 %	16 %
	50 %	51 %	15 %	1 %	66 %	23 %	26 %	26 %	25 %	4 %	-16 %	-8 %	20 %
	100 %	47 %	17 %	1 %	65 %	22 %	27 %	27 %	24 %	9 %	-15 %	-9 %	16 %

Vedlegg VI. Andel (%) høstsmolt av all utsatt smolt, slaktevolum (% av året) og MTB-avvik (% fra aktørs MTB) for liten oppdretter (2.230 tonn MTB) og stor oppdretter (188.070) ved økte priser på høstsmolt