



Høgskulen på Vestlandet

Nærregion Sogn og Fjordane

Biomassereguleringane i norsk lakseoppdrett
Verkemåte, tilpassingar, verknader og konsekvensar


Rolf Dahl og Johannes Idsø

N-NR 6/2017
Høgskulen på Vestlandet, Nærregion
Sogn og Fjordane

TITTEL	NOTATNR.	DATO
Biomassereguleringane i norsk lakseoppdrett Verkemåte, tilpassingar, verknader og konsekvensar	6/2017	25.08.2017
PROSJEKTTITTEL	TILGJENGE	TAL SIDER
	Open	41
FORFATTARAR	PROSJEKTLEIAR/-ANSVARLEG	
Rolf Dahl og Johannes Idsø	Rolf Dahl	
OPPDRAKSGJEVAR	EMNEORD	
	Fiskeoppdrett, Biomassekontroll, Budsjettering av biomasse, MTB	
SAMANDRAG		
<p>Sidan 2004 har norsk lakseoppdrett vore regulert av restriksjonen ‘Maksimalt tillaten biomasse’ (MTB). Det er uråd å halde nøyaktig kontroll med faktisk biomasse og det rår stor uvisse om kor mykje ein kan produsere utan å kome i konflikt med reglane. Her lanserer vi ein budsjettmodell for bruk til biomassekontroll. I denne rapporten gjennomfører vi vidare nokre budsjetteksperiment med sikte på å avklare korleis biomasserestriksjonane avgrensar produksjonspotensialet under visse produksjonsvilkår og på verknader av ulike endringar i kontrollregimet. Norsk oppdrettsstatistikk syner at næringa fekk om lag dobbelt så mykje ut av kvart løyve i 2015 som ti år tidlegare. Budsjetteksperimenta syner at det bør vere mogleg å auke produksjonen 20% til under gjeldande regime, men at ein også då ligg 25% lågare enn det ein kunne produsert med same smoltmengda om ein hadde sløyfa heile biomassekontrollen og knytta reguleringane til input- og/eller output-kontroll.</p>		
PRIS	ISSN	ANSVARLEG SIGNATUR
	0806- 1696	Leif Longvanes

SAMANDRAG

Sidan 2004 har norsk lakseoppdrett vore regulert av restriksjonen 'Maksimalt tillaten biomasse' (MTB). Det er uråd å halde nøyaktig kontroll med faktisk biomasse og det rår stor uvisse om kor mykje ein kan produsere utan å kome i konflikt med reglane. Her lanserer vi ein budsjettmodell for bruk til biomassekontroll. I denne rapporten gjennomfører vi vidare nokre budsjetteksperiment med sikte på å avklare korleis biomasserestriksjonane avgrensar produksjonspotensialet under visse produksjonsvilkår og på verknader av ulike endringar i kontrollregimet. Norsk oppdrettsstatistikk syner at næringa fekk om lag dobbelt så mykje ut av kvart løyve i 2015 som ti år tidlegare. Budsjetteksperimenta syner at det bør vere mogleg å auke produksjonen 20% til under gjeldande regime, men at ein også då ligg 25% lågare enn det ein kunne produsert med same smoltmengda om ein hadde sløyfa heile biomassekontrollen og knytta reguleringane til input- og/eller output-kontroll.

PRIS	ISSN	ANSVARLEG SIGNATUR
	0806-1696	Leif Longvanes 

Forord

Vi starta dette arbeidet på eige initiativ, med sikte på å få innsikt i det omfattande og innfløkte opplegget som er innført for å regulere omfanget av norsk oppdrettsverksemd. I utgangspunktet var vi innstilte på å gå gjennom eksisterande fagstoff om temaet, men det synte seg vanskeleg. Korleis næringa tilpassar seg regelverket og korleis kontrollørane går fram for å passe på at dei held seg innanfor regelverket ser ikkje ut vere ein sak for ålmenta. Vi kunne ikkje finne svar på dei spørsmåla vi meiner det er rimeleg å stille om kontrollen. Vi fann ikkje ein gong informasjon om metodar som kan nyttast til å kaste lys over problema, i dei kanalane for open faginformatjon som vi har hatt tilgang til. Difor måtte vi finne vår eigen veg og la løysingane kome som resultat av ein ganske langvarig prosess med prøving og feiling. Vi kom etter kvart til at systematiske variasjonar i driftopplegget til modellbruk for matfiskoppdrett ga eit godt grunnlag for å beskrive og vurdere korleis volumkontrollen av fiskeoppdretten virkar og kva ønskte og mindre ønskte konsekvensar opplegget har.

Når vi nå, omsider, legg fram denne rapporten frå arbeidet er det av di vi meiner det gjev ny innsikt til dei som visste like lite som oss då vi starta arbeidet, men vi meiner og det ligg innsikt her som kan kome til nytte for dei som skal utvikle oppdrettsnæringa og kontrollen med den.

Vi skal ikkje legg skjul på at det har vore tvil om kva som kunne kome ut av dette arbeidet på fleire stadier i prosessen, og det har ikkje vore mange oppmuntringar å finne, men nokre kollegaer har synt interesse og vore såpass positive at vi ønskjer å takke for innsatsen.

Det gjeld Dag Digernes som tok seg bryet med å dempe kritikken av rettsvesenet når det synte seg ute av stand til å ta omsyn til reelle presisjonsproblem i biomassekontrollen.

Kjell Henden ga oss støtte på at det ikkje berre var mogleg, men faktisk ganske fikst, å nytte ein reknearkmodell for å gjere system-dynamiske analysar av problemet.

Vi vil og takke Erik Osland, den einaste oppdrettaren vi har drøfta desse spørsmåla med, for ein svært instruktiv og motiverande studietur til det imponerande anlegget i Bjordal i Høyanger. Det var her vi vart utfordra til å kome med noko meir enn rein bullshit om samanhengar mellom oppdrettsproduksjon og biomasserestriksjonar. Vidare vil det fort bli klart for vakne lesarar at Modellbruket 'Sognesjøen' har mykje til felles med Osland Havbruk. Men, det er ikkje Osland Havbruk, og om driftsopplegget nok kan vere litt påverka av impulsar frå Osland, er det utvikla med sikte på endå betre utnytting av løyvd biomassekapasitet enn kva sjølv Osland får til.

Den siste vi vil trekke fram er Trond Bjørndal. Han har, truleg utan å hatt det som intensjon, vorte noko av ein mentor for oss i dette arbeidet. Han har kommentert fleire av dei mange løysingsforslaga og stilt spørsmål som dels syner at heller ikkje han veit særleg mykje om korleis kontrollregimet fungerer reint teknisk, men han har oppnådd å få fram mykje naudsynt klargjering. I det siste har Bjørndal pressa på for å få høve til å referere frå arbeidet, men måtte nøye seg med referanse til «upublisert manus» då han og medforfattaren hans gav breid omtale og gjer seg nytte av arbeidet vårt i ein heilt fersk rapport om landbasert fiskeoppdrett (Bjørndal og Tusvik, 2017). Slikt motiverer til publisering.

Til sist vil vi takke Knut Aaberge Dahl for eit imponerande forsøk på å bringe nynorsken vår i samsvar med rettskrivinga frå 2012, men det er som kjend vanskeleg å lære gamle bikkjer å sitte, så han lukkast vel berre så passeleg.

Innhald

Tabelliste	6
Figurliste.....	6
Innleiing	7
Regulering og kontroll, handheving av ‘Maksimal Tillaten Biomasse’ – MTB.....	8
Budsjettmodell for utprøving av ulike driftsopplegg i oppdrettsselskap med fleire løyve og lokalitetar.....	11
‘Tilvekstsimulatoren’	12
Vektutvikling frå utsett av smolt til uttak av slaktefisk	13
Produksjons-/ biomassebudsjett for eit mellomstort oppdrettsselskap	18
Modell for budsjettering av biomasseutviklinga i éin lokalitet eller eitt utsett.....	18
Modell for budsjettering av selskapsbiomasse.....	21
Modell for budsjettering av selskapsbiomasse underlagt MTB-restriksjonar.....	23
Verknader av biomassereguleringar. Samanfating av budsjetteksperimentet.....	28
Biomassekontroll under alternative driftsopplegg	30
Overgang til utsett av større settefisk, ‘postsmolt’	31
Korleis slår MTB-reglane ut ved dårlegare tilvekstvilkår?	34
Korleis slår oppjusterte løyveverdiar ut på uttakspotensialet?.....	38
Diskusjon.....	40
Tilvisingar	42

Tabelliste

Tabell 1 Vektutvikling for smolt med utsettvekt på 65 gram i Sognesjøen etter utsettmånad.	15
Tabell 2 Vektutvikling for smolt i Sognesjøen etter smoltstorleik og utsettmånad	16
Tabell 3 Modell for budsjettering av biomasse i ein lokalitet med sjøtemperaturar som i Sognesjøen	20
Tabell 4 Modell for budsjettering av selskapsbiomasse med 6 lokalitetar og tre utsett/uttak per år. Sjøtemperaturar som i Sognesjøen.	22
Tabell 5 Modell for budsjettering av selskapsbiomasse med 6 lokalitetar og tre utsett og 12 uttak per år. Uttaksgrense på 3000 tonn	25
Tabell 6 Nøkkeltal for drift av modellbruket Sognesjøen ved uttak etter fire prinsipp for biomassekontroll. Alle tall per år med full kapasitetsutnytting.....	28
Tabell 7 Biomassebudsjett for modellbruket 'Sognesjøen' etter smoltstorleik	32
Tabell 8 Biomassebudsjett for modellbruket 'Lofoten' etter smoltstorleik og biomasseregulering.....	36
Tabell 9 Differansar mellom biomassebudsjett for modellbruka 'Sognesjøen' og 'Lofoten', etter smoltstorleik og biomasseregulering.....	37
Tabell 10 Biomassebudsjett for modellbruk 'Eggum i T' basert på uttak diktert av gjennomsnittsMTB på 5 løyve à 950 tonn, etter smoltstorleik	39
Tabell 11 Differansar mellom biomassebudsjett for modellbruka 'Lofoten' og 'Eggum i T'	39

Figurliste

Figur 1 Fisketilvekst per måned etter utgangsvekt og sjøtemperatur.	13
Figur 2 Vektutvikling for 65 grams smolt i Sognesjøen etter utsettmånad.....	17
Figur 3 Budsjettert selskapsbiomasse for modellbruket ved varierte uttaksgrenser mellom 3000 og 3900 tonn MTB	27
Figur 4 Utdrag på eitt normalår av Budsjettert selskapsbiomasse for modellbruket ved varierte uttaksgrenser mellom 3000 og 3900 tonn MTB.....	27
Figur 5 Sjøtemperaturar langs norskekysten i 2015 (Kjelde: Havforskningsinstituttet).....	35

Innleiing

I granskingar av økonomien i norsk lakseoppdrett vart vi overraska då vi såg at næringa kunne doble produksjonen utan at konsesjonsrammene vart utvida meir enn marginalt. Vi såg at uttaket av slaktefisk hadde auka frå 645 000 tonn i 2005 til 1 327 000 tonn i 2015 medan samla konsesjonsgrense for «maksimal tillaten biomasse» - MTB - berre hadde auka frå 710 000 tonn til 770 000 tonn i den same perioden (Dahl og Idsø, 2016). Det inneber at høvestalet mellom årleg uttak og MTB hadde auka frå 0,9 i 2005 til 1,7 i 2015.

På selskapsnivå finn vi store variasjonar i utnyttingstala. På grunnlag av rekneskapsdata og MTB-data for 95 matfiskoppdrettarar i 2014 finn vi at gjennomsnittsselskapet tok ut 1,8 tonn fisk per tonn MTB. 20 selskap låg over 2 tonn fisk per tonn MTB, somme heilt opp mot 2,5 gangar MTB-volumet. 30 selskap hadde ikkje fått ut meir enn 1,5 tonn fisk per tonn MTB det året, somme av dei godt under 1 tonn. Svært mange produsentar har erfart monalege variasjonar i årleg uttak av fisk frå eitt år til det neste utan at MTB-kapasiteten er endra. Slike variasjonar tilseier at ein lyt studere *korleis norske matfiskoppdrettarar utnyttar potensialet i eller tilpassar seg reguleringane i MTB-opplegget* for å kunne avklare kva regimet kan ha fått å seie for oppdrettsnæringa.

Vi er merksame på at problemstillinga er vel kjend i næringa, men kan ikkje sjå at saka er utgreidd med sikte på open rapportering. SINTEF Fiskeri og havbruk AS kjem ganske nær i eit prosjekt frå 2009 (s. 17): «En av konsekvensene av feilestimering av biomasse er at oppdretter risikerer å ligge langt under MTB (780 tonn pr. konsesjon) noe som kan resultere i tapt potensiell inntekt i forhold til å ligge nærmere MTB. Årsaken til at man ikke ønsker å ligge for nært MTB er sammensatt men grunner i lovgivning om MTB. **Vi har valgt å ikke gjøre beregninger rundt konsekvenser av suboptimal utnyttelse av MTB da denne problemstillingen er kompleks og innebærer utfordringer utover økonomisk tap ved suboptimal produksjon.**» (vår utheving).

Vi hadde heller ikkje ambisjonar om å dokumentere konsekvensar av suboptimal tilpassing til MTB-regimet. Planane var å studere kva faktorar ein oppdrettar har å spele på, kva han kan gjere seg nytte av, når han skal betre resultatane av verksemda si ved å endre tilpassinga til MTB-regimet. Det synta seg at denne tilnærminga førte oss direkte til spørsmål om suboptimal tilpassing og vidare til spørsmål om korleis biomassekontrollen grip inn i drifta av norsk matfiskoppdrett.

Arbeidet er lagt opp med budsjettstudiar av verksemda til ein middels stor matfiskoppdrettar med 5 MTB-løyve på om lag 3900 tonn biomasse lokalisert i Sognefjorden. Vi reknar og på same modellbruk lokalisert to andre stader med alternative driftsvilkår.

I det følgjande går vi gjennom det reguleringregimet som blir sett inn mot uhemma utvikling av fiskeoppdrett i Norge. Så klargjer vi opplegget av drifts- eller budsjettmodellen som vi vil nytte i analysane våre.

Analysane er enkle, med utprøving av variert smoltstorleik, smoltmengde og utsettid, alt sett i relasjon til utnyttinga av tilgjengelege lokalitetar og tilgjengeleg MTB-kapasitet. Først syner vi korleis ulik praktisering av MTB-kontrollen slår ut på samla biomasse og på produksjonstala. Vidare ser vi korleis ulike driftsvilkår knytte til sjøtemperaturane og ulike

driftsopplegget som alternativ smoltstorleik slår ut. Rapporten sluttar med ein diskusjon av kva vi meiner det er mogleg å lære av eksperimenta våre.

Regulering og kontroll, handheving av 'Maksimal Tillaten Biomasse' – MTB

I alle land der det går føre seg fiskeoppdrett blir det òg gjennomført reguleringar av verksemda. Asche og Bjørndal (2011) har ein gjennomgang av korleis desse reguleringane er lagt opp i Norge og dei andre store produsentlanda Skottland og Chile og kan påvise at alle tek sikte på å sikre seg ein viss kontroll med viktige miljøomsyn. Dei meiner å kunne dokumentere at reguleringane er meir omfattande i Norge enn i andre land, men peiker på at reguleringane har fått mykje større konsekvensar i Canada og USA, der lange periodar med restriksjonar i røynda har hindra all utvikling av fiskeoppdretten.

Slik er det, som vi alt har vore inne på, ikkje i Norge, men også her har det vore gjort mykje for å få kontroll på vilkåra for fiskeoppdrett:

Norsk fiskeoppdrett blir regulert av det offentlege ved hjelp av ei rekke tiltak. Her skal vi i all hovudsak sjå på løyva til å drive oppdrett. Desse er naudsynte for å kunne drive fiskeoppdrett og står sentralt i strevet med å regulere kvar oppdrettsnæringa skal vere lokalisert og kor omfattande produksjonen skal vere, både lokalt og i landsmålestokk. I 1973 og fram til og med 1977 fekk alle som søkte tildelt løyve til fiskeoppdrett utan at dei trengte å betale noko for det. Seinare har tildelingar, og etter kvart sal, av nye oppdrettsløyve vorte kombinert med politiske målsettingar om, til dømes, talet på oppdrettarar, lokalisering av oppdrettsanlegg og kapasiteten i næringa. Etter 1985 fekk omsynet til fiskehelse og ureiningsproblem stadig meir å seie, mellom anna ved at det vart stilt krav til lokalisering, storleik og utforming av oppdrettsanlegga.

I mange år vart det sett grenser for kor store merdane kunne vere og kor mange merdar eit anlegg/ein lokalitet hadde høve til å bruke. Opprinneleg var opplegget at *ein* eigar skulle få, og ha, *eit* løyve til å drive oppdrett på *ein* lokalitet. Storleiken på løyvet, og med det kapasitetsgrensa for lokaliteten, vart regulert i form av maksimalt merdvolum i m³. Denne grensa vart, gjennom fleire omgangar, regulert opp frå 3000 m³ til 12000 m³. Dette systemet var problematisk av di det hindra oppdrettarane stordriftsfordelar som internasjonale konkurrentar hadde oppnådd. Vidare kunne systemet freiste til utsetting av meir fisk enn det som var forsvarleg av omsyn til fiskehelse og rømmingsfare.

I 2004 vart det så innført et anna prinsipp for regulering av kapasiteten. Det vart sett ei øvre grense for kor mykje "biomasse" som kan opparbeidast for kvart oppdrettsløyve (945 tonn i Troms og Finnmark og 780 tonn i resten av landet). Nå kan ein oppdrettar bruke fleire store merdar med plass til opp til 200 000 fiskar i kvar utan å kome i konflikt med styresmaktene.

Biomasse er i [forskrift om drift av akvakulturanlegg](#) definert som «Den til enhver tid stående biomasse av levende fisk (målt i kilo eller tonn).» (Lovdata, 2008). Kontrollen av at samla biomasse ikkje overstig taket er basert på målingar av innhaldet i kvar merd, men

vurderingane går på biomassen på lokalitetsnivå og på selskapsnivå. Summen av fisk i alle merdar på ein lokalitet skal ikkje overstige godkjend maksimalt tillaten biomasse for lokaliteten, og summen av fisk og biomasse i alle lokalitetar eit selskap har i drift på kontrolltidspunktet skal ikkje overstige MTB-grensa til selskapet.

I utgangspunktet ser dette greitt ut, men i praksis ser det diverre ut til å vere svært vanskeleg å halde kontroll med biomassen. Dette fører til at oppdrettaren på den eine sida kan ha problem med sikre at han ikkje overskrider MTB-grensa si, og på den andre sida sjå seg ute av stand til å utnytte det produksjonspotensialet som ligg i disponibel «maksimal tillaten biomasse».

Problemet er at det er svært vanskeleg å vite kor stor biomasse som står i ein merd på eit gjeve tidspunkt.

Høy, Sunde og Bjelland (2013) oppsummer si gransking av problema slik: «Det er ingen tilgjengelig måleteknologi som kan gi et tilfredsstillende øyeblikksbilde av antalet fisk i en merd [og] ingen tilgjengelig måleteknologi som kan gi et øyeblikksbilde av snittvekt og vektfordeling av hele fiskegruppen i en merd»

Dette tilseier at ein ikkje kan vere trygg på kor stor biomasse ein rår over i ein einskild merd og den einskilde lokaliteten, for ikkje å snakke om på selskapsnivå om ein har fisk på ulike oppvekststadium i ulike lokalitetar. Dette kan føre til at oppdrettarane anten risikerer å bli skulda for å ligge over MTB og bli straffa for det, eventuelt sørger for å unngå denne situasjonen ved å halde seg godt under MTB. Her kan det vere snakk om underutnytting av løyvud kapasitet.

SINTEF Fiskeri og havbruk skriv i ei utgreiing av problemet (Aarhus, 2009 s.17) at

«En av konsekvensene ved feilestimering av biomasse er at oppdretter risikerer å ligge langt under MTB noe som kan resultere i tapt potensiell inntekt i forhold til å ligge nærmere MTB. Årsaken til at man ikke ønsker å ligge for nært MTB er sammensatt men grunner i lovgivning om MTB. En annen konsekvens av unøyaktige biomasseestimer kan være at oppdretter overskrider MTB, oppdretter risikerer da å bryte forskriften og måtte betale overtredelsesgebyr.»

Det kviler noko mystisk over MTB-regimet. Ingen ønsker å utfordre lovgivinga sjølv om det er ganske opplagt at det manglar mykje på den klarleiken som burde ligge til grunn når byråkratiet får kontroll- og domstolsmyndigheit. Vidare finn vi det merkeleg at utgreiarar som SINTEF Fiskeri og havbruk ikkje ønskjer å klargjere kva som gjer det så vanskeleg å halde seg på lovleg grunn at dei som blir utsett for kontrollregimet meiner det er best å legge seg langt under det dei kunne ha lege på om systemet og reglane hadde vore utstyrt med kontrollerbare kriterium. Vi får ikkje ein gong vite kor mykje denne varsamheita kostar i form av tapt produksjon og inntekt til næringsdrivande og samfunnet.

Nå har det gått 7-8 år sidan den siterte utgreiinga vart lagt fram og mykje talar for at oppdrettsnæringa har vorte mykje dristigare. Det blir i alle høve produsert nær dobbelt så mykje fisk per tonn MTB som den gongen, utan at det har ført til overtredingssaker av noko slag. Etter det vi kan sjå har det berre vorte reist ei sak for brot på MTB-vilkåra sidan ordninga vart innført i 2004. Denne gjald ei monaleg og innrømt overskriding av grensa for

tillaten biomasse, og saka vart teken gjennom heile rettssystemet for å få klarlagt vilkåra for at Fiskeridirektoratet skulle kunne halde fram med å krevje inn overskotet av overtredingspraksisen og i tillegg til å ilegge syndaren straff:

I januar 2008 vart Selsøyvik Havbruk ilagt eit «overdredingsgebyr» av Fiskeridirektoratet Region Nordland etter at selskapet oppga for høg biomasse i forhold til løyvd MTB. Saka gjekk att og fram mellom partane før direktoratet i 2010 oppheva overtredingsgebyret men kom tilbake med eit nytt «gebyr med inndraging og straff». Dette førte til at Selsøyvik reiste sak mot staten ved Fiskeri- og kystdepartementet, og i 2012 avsa Oslo tingrett ein dom som ga selskapet støtte i alle påstandar. Staten vart pålagt å dekke sakskostnadene deira; og anka dommen til Borgarting lagmannsrett. I oktober 2013 avsa lagmannsretten, etter ein omfattande saksgjennomgang, ein dom som ga staten rett i alle påstandar og nå var det oppdrettaren som måtte ut med sakskostnadene. Han anka til høgsterett, men her gjekk dommen einsstemmig mot selskapet. 20. juni 2014 vart det sett sluttstrek for saka (Lovdata, 2014).

Selsøyvik prøvde å gjere dei underliggande problema knytte til MTB-opplegget til eit viktig poeng, men både lagmannsretten og høgsterett omgjekk problemet ved å peike på at det ikkje er nødvendig å dokumentere overskridingar i denne saka. Oppdrettaren la det poenget på bordet til dommarane ved å innrømme at han hadde hatt for mykje fisk i anlegget sitt. Dommarane kunne så nøye seg med å slå fast at den som ikkje veit korleis han ligg i høve grensa for kva som er lovleg må ta konsekvensen av det og sørge for at han er på trygg avstand frå overskridingar. Han kan i alle fall ikkje rapportere inn ei klar overskriding for så å be om at det får gå upåakta fordi det herskar tvil om kor stor overskridinga *eigentleg* er.

I dommen blir det slege fast at oppdrettar sit med alt ansvar for at det eksisterer eit tillitsforhold mellom næring og styresmakter, men det blir ikkje sagt noko om korleis dette skal gjerast. Vi går ut frå at at næringa kan gjere sitt ved å legge realistiske produksjonsplanar, få desse godkjende av rette instans, og så helde seg nøyaktig til planane.

I det følgande vil vi gå gjennom eit opplegg som kan bli nytta i ein slik praksis. Det tek ikkje på nokon måte sikte på å betre presisjonen på estimeringa av biomassevolumet i merder, lokalitetar og på selskapsnivå, men gjev biomassekontrollen eit konkret og føreseieleg grunnlag, både for oppdrettar og kontrollør. I tillegg tek det sikte på å kome litt djupare inn i kva som gjer seg gjeldande i biomasseutviklinga og kva som kan skape mest problem i handhevinga av MTB-regimet. Så vil budsjettopplegget bli nytta til analyser av kva verknader og konsekvensar biomassekontrollen har.

Budsjettmodell for utprøving av ulike driftsopplegg i oppdrettsselskap med fleire løyve og lokalitetar

Tre dimensjonar står sentralt når ein skal styre eit matfiskanlegg:

- Vekstvilkåra, som i stor grad ligg utanfor rekkevidda til oppdrettaren etter at han har valt lokalitet(ar) med naturgjevne temperaturvariasjonar over året og frå år til år, og har bestemt seg for eit fødringsopplegg tilpassa desse tilhøva (optimal foring)
- På den andre sida både kan og må oppdrettaren påvirke utnyttinga av tilgjengeleg kapasitet gjennom planmessig utsetting av smolt i anlegget: kva tid på året han set ut smolten, kor mange smolt han vel å sette ut i kvar utsettinging og kor stor smolten skal vere ved utsetting. Her har næringa fått mykje meir å spele på enn det som var vanleg for berre ti år sidan. Nå er det mogleg å oppdrive smolt i ulik storleik over heile året og tilsvarande rom for å slakte fisk i ønskt storleik heile året. Dette potensialet til optimaltilpassing til fleire ulike omsyn har vi ikkje hatt høve til å gå inn på. Vi har hatt som målsetting å syne eit opplegg for maksimal produksjon innan lovlege MTB-rammer, med eit sideblikk på korleis varierende vekstvilkår og ulike driftsopplegg slår inn i produksjonsvolumet.
- Uttaksmønsteret kan også ha mykje å seie. Kor ofte ein tek ut fisk for slakt og kva tid ein gjer uttaka i høve biomasseestimeringane som blir gjort i alle månadsskifte og lagt til grunn for MTB-kontrollen. Eit anna viktig spørsmål er kor mange gongar ein tek ut fisk i løpet av dei ulike månadene og året. Her kan ein prøve ulike modellar før ein legg seg på eit opplegg som held i høve dommen i høgsterett og som samstundes inneber noko nær full utnytting av MTB-kapasiteten.

Vi har sett opp ein budsjettmodell som samanfattar alle tre dimensjonane og som både kan kaste lys over korleis dei ulike dimensjonane slår ut i produksjonstal og biomasserekneskapen. Resultata kan og vere utgangspunkt for diskusjonar om kva ein oppdrettar kan og bør gjere for å maksimere produksjonen innanfor gjevne MTB-rammer.

Budsjettet tek utgangspunkt i ein stadsspesifikk «simulator» som gjer det mogleg å estimere forventa vekt på fisken etter kvart som dagane, vekene eller månadene i merdene går. Vektutviklinga er avhengig av årstid (sjøtemperatur) og storleiken på fisken.

Modellen skal i første omgang halde orden på utviklinga i *lokalitetsbiomassen*, men når oppdrettaren etter kvart tek i bruk fleire lokalitetar vil det vere naudsynt å halde auge med utviklinga i *selskapsbiomassen*. Begge måla vil vere avhengige av vektutviklingsfaktoren og mengde fisk i merdene. Fiskemengda er eit resultat av kor mange smolt som blir sett ut og korleis utsettingane blir fordelt i tid, begge delar er viktige taktiske bedriftsbeslutningar.

Vi hadde ambisjonar om å klarlegge kor mykje fisk det var mogleg å produsere under ulike driftstilhøve og ulike reguleringsopplegg, og måtte finne eit produksjonsopplegg som gjer det mogleg å både halde seg innanfor og å overskride MTB-rammene under alle dei ulike modelloppsetta. Samtidig måtte vi unngå tilpassingar som gjer det vanskeleg å samanlikne ulike tilfelle. Her var det særleg temperaturavhengig vektutvikling som skapte problem ved at varierende veksttider og pålagde brakkleggingsperiodar gjorde det vanskeleg å halde same utsettingsrytme i alle budsjetta.

Det synt seg at omsynet skapte store vanskar, men hadde små konsekvensar, så vi fann å kunne gjere driftsføresetnadene enklare:

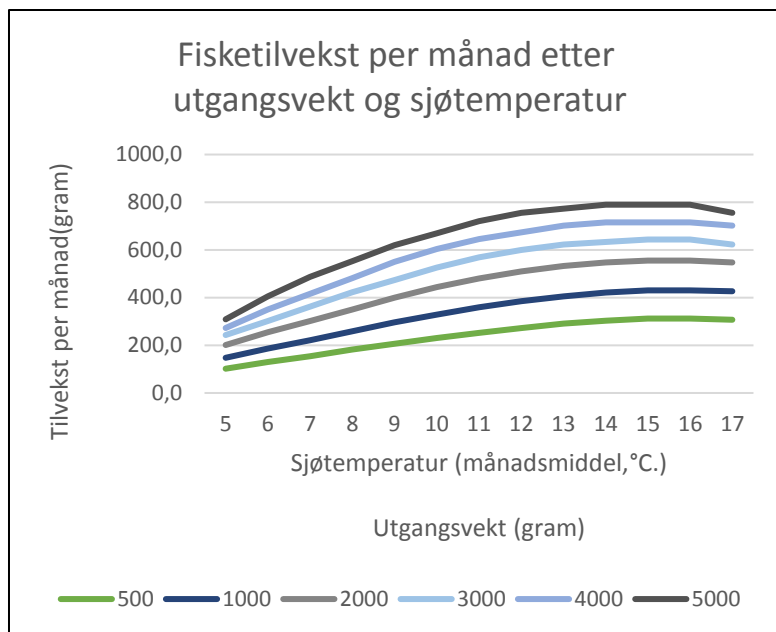
Vi reknar med tre store utsettingar i året, kvart på 1/3 av budsjettert smolttal. Budsjettet tek sikte på ein produksjon på 2-2,5 gongar MTB per år. Våre modellbruk med 5 løyve og MTB på 3900 tonn må hauste om lag 2 millionar fiskar på 4-4,5 kg for å kome så høgt. Ein må og ta omsyn til svinn i fisketalet på 10-15% per utsett. Vi budsjetterer med utsetting av 2,4 mill smolt per år, 800 000 tidleg i månadene februar, juni og oktober. Modellbruket har 6 lokalitetar. Det gjev høve til å la det gå to år mellom kvar utsetting i den einskilde lokaliteten. Då blir det mogleg å la fisken stå opp til 18-20 månader for å oppnå ønska storleik, utan at det hindrar brakkleggingsperiodar som langt overstig minstekravet på to månader.

Med dette driftsopplegget vil ein sette ut smolt i fire-fem lokalitetar før dei eldste byrjar å nærme seg slaktevekt og den totale biomassen byrjar å nærme seg MTB. Då må oppdrettaren sette i verk ein *uttaksplan*. Han må ein ta ut så mykje fisk som er naudsynt for å halde seg under MTB-grensa. Kor store eller kor mange uttak som skal til for å få oppnå dette vil variere over produksjonsperioden/året og kan vere spørsmål av juridisk og økonomisk interesse. Dette er hovudproblemet i analysene våre og vil bli hovudpunktet i drøftingane etter at vi har gjort greie for budsjettmodellen.

‘Tilvekstsimulatoren’

Budsjettmodellen er basert på ein ‘tilvekstsimulator’. Den gjer det mogleg å estimere fiskevekter på ulike tidspunkt i oppdrettsprosessen og bygger på data frå forproducenten Skretting frå 2012: «Tilvekst (% per dag) og biologisk fôrfaktor for atlantisk laks». Her har selskapet samla resultata frå omfattande registreringar og modellbygging gjennom fleire tiår. Oppdrettarane har tilgang til dette viktige planleggingsverktøyet frå denne kjelda. I denne rapporten er det teke utgangspunkt i ei omrekna og forenkla utgåve av denne tilveksttabellen.

Vi rekna oss fram til data for tilvekst per månad og bygde opp skreddarsydde tabellar for lokalitetar med sjøtemperaturar som ved dei to havforskningsstasjonane Sognesjøen i Ytre Sogn og Eggum i Lofoten. Det gjev oppslagstabellar som kan nyttast utan alt for store vanskar i analog budsjettering av vektutviklinga i opne reknearkmodellar. Fiskeridirektoratet ville kanskje ikkje akseptert desse tilpassingane som grunnlag for reell driftsplanlegging, men vi meiner dei held mål i våre enkle analyser av varierte driftstilhøve og driftsopplegg.



Figur 1 Fisketilvekst per måned etter utgangsvekt og sjøtemperatur. (Kjelde: Skretting, 2012)

Figuren viser eit lite utdrag av tilveksttabellen med sikte på å syne korleis dei to faktorane vekt og sjøtemperatur verkar inn på vekstprofilen til oppdrettslaks.

- 100 grams fisk legg på seg 30 gram per måned ved vintertemperatur på 5°C i sjøen og 100 gram per måned om dei blir sett ut ved 15°C.
- Tilsvarande vil laks på 1 kg legge på seg 150 gram ved 5° og 430 gram ved 15°.
- Fisk på 5 kg vil vekse med om lag 300 gram ved 5° og nær 800 gram på ein måned med 15° i vatnet.

Vi ser altså at ein auke i temperaturen på 10°, frå 5° til 15 °, minst tredobler *tilveksten* for fisk på inntil 1 kg. Dei relative utslaga blir så gradvis mindre med aukande fiskevekt, men sjølv for fisk på 5 kg er det tale om ein auke i tilvekstfaktoren på meir enn 250%!

Vektutvikling frå utsett av smolt til uttak av slaktefisk

Data for vektutvikling av oppdrettsfisk basert på data frå forprodusenten Skretting er utvikla med optimal føring på spesifiserte fiskevekter og temperaturtilhøve. Vi er meir opptekne av oppbygginga av biomasse over tid og korleis ein kan kontrollere total biomasse på lokalitets- og selskapsnivå ved å ta ut fisk etter kvart som den blir «slaktemoden». I tillegg har vi ambisjonar om å kunne seie noko om kva variasjonar i sentrale driftsvariable som smoltstorleik, utsettingstidspunkt og slaktetidspunkt kan ha å seie for produksjonsvolumet for ein fiskeoppdrettar med avgrensa biomassekapasitet. For å få betre grep på desse perspektiva går nå eit steg vidare og ser korleis fisken utviklar seg over livsløpet og korleis livsløpet best kan tilpassast oppveksttilhøva på spesifikke lokalitetar.

Dette reiser spørsmål om kor stor/tung/gammel settefisk bør vere ved utsetting, kva tid på året det er mest gunstig å sette han ut, og kor lenge det bør gå eller kor stor han bør vere før

han blir teken ut til slakt. Alle desse faktorane inngår i driftsplanane for oppdrettsanlegget og må sjølvsagt bli sett i ein vidare samanheng enn kva som gjev størst produksjonsvolum, ikkje minst kva som skal til for at det ikkje skal bli heilt kaos med omsyn til MTB-reguleringa av lokalitet og selskap. Dette vil vi gjere til eit spørsmål om *uttakspolitikk* og kome tilbake til seinare i rapporten.

Vektutviklinga vil i hovudsak vere avhengig av to faktorar: storleiken på smolten og kva tid på året han blir sett ut. Det eine ekstremet er å sette ut liten smolt i kjøleg vatn, den andre er å sette ut stor smolt i temperert vatn. Vi skal rekne på desse og mellomliggende alternativ seinare i rapporten, men vil starte med å presentere ein *individorientert tilvekstmodell* der vi ser på vektutviklinga til ein smolt over eit fleksibelt tidsrom på 12 til 18 månader etter utsetting på eit eller anna tidspunkt.

Tabell 1 viser estimerte månadsvekter basert på storleiksavhengige og temperaturavhengige vekttilllegg for smolt sett ut i Sognesjøen første dag i månaden, måned for måned gjennom heile året.

I øvre del av tabellen finn vi tilvektsfaktorane i gram for vektkategoriar mellom 30 og 5250 gram for dei månadsvisе middeltemperaturane. Denne deltabellen kan nyttast til kalkylar for smoltstorleikar frå 30 gram og oppover.

Nedre del av tabellen viser kalkulert vektutvikling måned for måned for *ein vald smoltstorleik og 12 utsettingsmånader*. I dette tilfellet har vi rekna på 65 grams smolt. Første line gjeld *januarutsettinga*. Etter utsetting veks fisken med tilvekstfaktoren for fisk på 65 gram i januar, 24 gram, til 89 gram (0,09 kg i tabellen) i kolonna for (første) *februar*. I februar kan vi så forvente ein vektauke 33 gram (etter avrunding til 'startvekt' 100 gram for månaden), til 0,123 kg. Så er det berre å sette på plass månadlege sluttvekter ved å legge månadsvekst til startvekt for 18-20 månader etter utsett. Denne operasjonen må så gjennomførast for 12 utsettingar per lokalitet, for kvar smoltstorleik.

Resultattabellane skal seinare nyttast til estimering av biomasseoppbygging på selskapsnivå og danne grunnlag for uttaksplanar som held biomassen under MTB, men først vil vi sjå litt nærare på korleis smoltstorleik og utsettingsmånad slår ut på vektutviklinga for fisken.

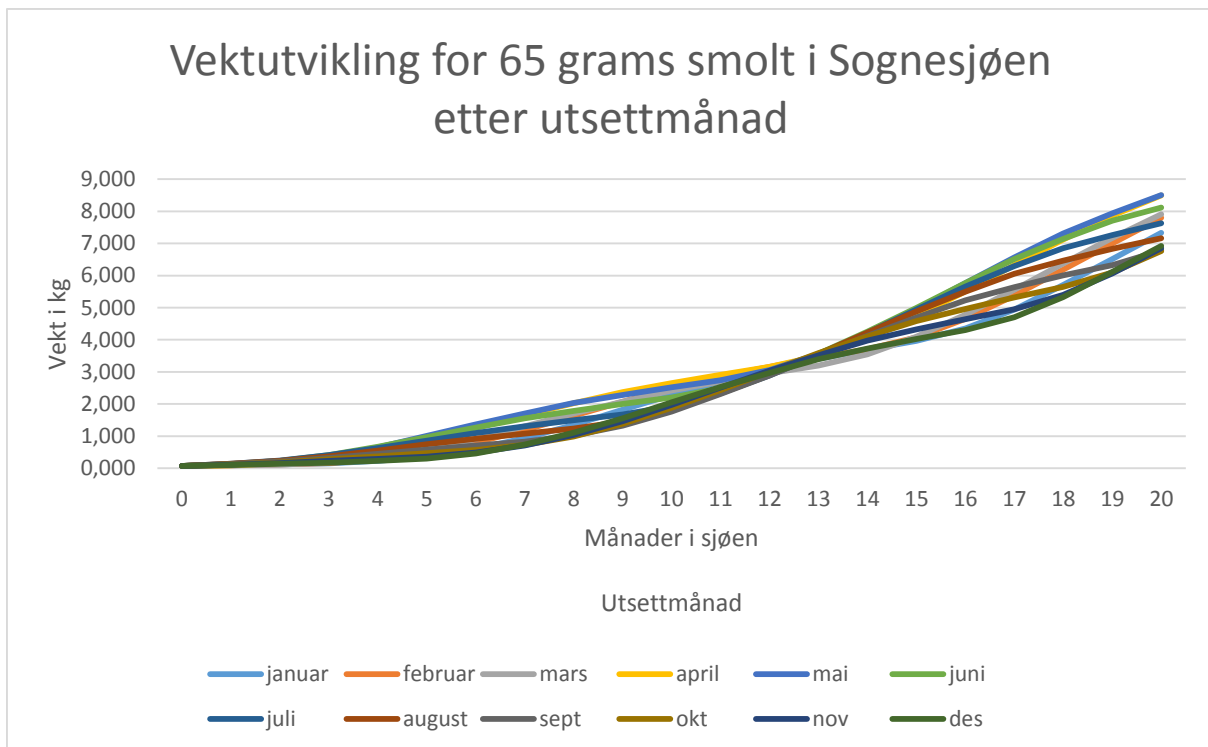
I tabell 2 har vi overført data frå tabell 1, og to tilsvarende tabellar for smoltstorleikar på 200 gram og 400 gram, og erstatta tidsaksen som gjev informasjon om vekstmånad til ein akse som oppgjev talet på månader frå utsettingsmånaden. Her er vi opptekne av tidsbruken meir enn tidspunkta.

Vektutvikling for laksemolt på 65 gram ved utsett i Sognesjøregionen etter utsettmånad. Tilvekst på 30 dager (gram)																																							
Månad	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	okt	nov	des	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul								
Månadstemp	6,2	5,4	5,3	5,3	5,5	6,5	9,7	12,6	15,2	15,5	13,5	10,9	8,7	8,0	6,2	5,4	5,3	6,5	9,7	12,6	15,2	15,5	13,5	10,9	8,7	8,0	6,2	5,4	5,3	6,5	9,7	12,6	15,2						
Utgangsvekt gram																																							
30	11,5	10,3	9,1	12,8	21,1	30,1	36,3	37,0	32,8	25,6	19,6	16,8	11,5	10,3	9,1	12,8	21,1	30,1	36,3	37,0	32,8	25,6	19,6	16,8	11,5	10,3	9,1	12,8	21,1	30,1	36,3								
70	24,4	21,8	19,2	27,0	43,6	59,7	69,4	70,2	64,2	52,1	40,8	35,2	24,4	21,8	19,2	27,0	43,6	59,7	69,4	70,2	64,2	52,1	40,8	35,2	24,4	21,8	19,2	27,0	43,6	59,7	69,4								
100	37,2	33,2	29,3	41,2	66,1	89,3	102,5	103,4	95,5	78,5	61,9	53,6	37,2	33,2	29,3	41,2	66,1	89,3	102,5	103,4	95,5	78,5	61,9	53,6	37,2	33,2	29,3	41,2	66,1	89,3	102,5								
200	68,0	61,0	54,0	74,9	118,8	156,0	175,3	176,4	165,5	138,6	111,7	96,4	68,0	61,0	54,0	74,9	118,8	156,0	175,3	176,4	165,5	138,6	111,7	96,4	68,0	61,0	54,0	74,9	118,8	156,0	175,3								
300	92,5	82,8	73,2	102,1	158,7	207,1	230,8	232,3	219,2	184,4	149,9	130,4	92,5	82,8	73,2	102,1	158,7	207,1	230,8	232,3	219,2	184,4	149,9	130,4	92,5	82,8	73,2	102,1	158,7	207,1	230,8								
400	112,6	100,6	88,7	123,5	191,1	247,8	275,1	276,1	261,3	221,5	180,6	158,7	112,6	100,6	88,7	123,5	191,1	247,8	275,1	276,1	261,3	221,5	180,6	158,7	112,6	100,6	88,7	123,5	191,1	247,8	275,1								
500	129,4	115,6	101,9	141,8	218,4	281,6	312,1	312,1	296,7	252,1	206,7	182,0	129,4	115,6	101,9	141,8	218,4	281,6	312,1	312,1	296,7	252,1	206,7	182,0	129,4	115,6	101,9	141,8	218,4	281,6	312,1								
600	141,9	127,8	113,7	156,5	241,9	309,2	340,6	342,0	325,5	278,7	228,1	201,5	141,9	127,8	113,7	156,5	241,9	309,2	340,6	342,0	325,5	278,7	228,1	201,5	141,9	127,8	113,7	156,5	241,9	309,2	340,6								
700	155,3	139,0	122,7	170,8	263,4	334,4	368,6	368,6	351,4	301,2	249,1	218,6	155,3	139,0	122,7	170,8	263,4	334,4	368,6	368,6	351,4	301,2	249,1	218,6	155,3	139,0	122,7	170,8	263,4	334,4	368,6								
800	165,9	148,9	131,9	183,4	280,0	357,9	392,7	392,7	375,2	324,0	265,5	234,3	165,9	148,9	131,9	183,4	280,0	357,9	392,7	392,7	375,2	324,0	265,5	234,3	165,9	148,9	131,9	183,4	280,0	357,9	392,7								
900	176,9	158,0	139,0	194,9	297,1	375,9	410,3	412,3	394,9	342,2	281,1	246,4	176,9	158,0	139,0	194,9	297,1	375,9	410,3	412,3	394,9	342,2	281,1	246,4	176,9	158,0	139,0	194,9	297,1	375,9	410,3								
1000	185,9	166,8	147,6	203,9	312,4	394,7	430,3	430,3	413,4	359,9	296,8	258,7	185,9	166,8	147,6	203,9	312,4	394,7	430,3	430,3	413,4	359,9	296,8	258,7	185,9	166,8	147,6	203,9	312,4	394,7	430,3								
1100	192,9	173,9	154,9	212,5	326,5	411,6	445,5	447,8	429,6	373,9	309,6	272,3	192,9	173,9	154,9	212,5	326,5	411,6	445,5	447,8	429,6	373,9	309,6	272,3	192,9	173,9	154,9	212,5	326,5	411,6	445,5								
1200	202,0	181,4	160,8	223,3	337,8	427,1	461,2	463,7	444,1	388,8	319,5	283,7	202,0	181,4	160,8	223,3	337,8	427,1	461,2	463,7	444,1	388,8	319,5	283,7	202,0	181,4	160,8	223,3	337,8	427,1	461,2								
1300	209,8	187,6	165,4	230,4	351,2	441,9	478,4	478,4	460,0	400,9	331,5	293,1	209,8	187,6	165,4	230,4	351,2	441,9	478,4	478,4	460,0	400,9	331,5	293,1	209,8	187,6	165,4	230,4	351,2	441,9	478,4								
1400	216,3	192,5	168,7	238,3	359,7	453,7	492,6	492,6	473,0	415,5	341,4	300,4	216,3	192,5	168,7	238,3	359,7	453,7	492,6	492,6	473,0	415,5	341,4	300,4	216,3	192,5	168,7	238,3	359,7	453,7	492,6								
1500	221,4	198,6	175,7	244,9	374,2	468,5	503,8	503,8	486,1	427,9	354,7	311,0	221,4	198,6	175,7	244,9	374,2	468,5	503,8	503,8	486,1	427,9	354,7	311,0	221,4	198,6	175,7	244,9	374,2	468,5	503,8								
1600	230,7	206,4	182,1	252,8	381,4	477,9	518,5	518,5	496,5	438,1	360,7	320,2	230,7	206,4	182,1	252,8	381,4	477,9	518,5	518,5	496,5	438,1	360,7	320,2	230,7	206,4	182,1	252,8	381,4	477,9	518,5								
1700	233,5	210,7	187,9	256,9	392,7	488,2	524,3	527,6	507,8	446,2	370,9	328,1	233,5	210,7	187,9	256,9	392,7	488,2	524,3	527,6	507,8	446,2	370,9	328,1	233,5	210,7	187,9	256,9	392,7	488,2	524,3								
1800	241,2	214,1	187,0	265,8	402,6	499,8	541,1	541,1	520,3	459,0	379,7	334,6	241,2	214,1	187,0	265,8	402,6	499,8	541,1	541,1	520,3	459,0	379,7	334,6	241,2	214,1	187,0	265,8	402,6	499,8	541,1								
1900	248,1	222,8	197,4	274,1	414,6	509,5	549,2	549,2	531,1	470,3	393,9	346,5	248,1	222,8	197,4	274,1	414,6	509,5	549,2	531,1	470,3	393,9	346,5	248,1	222,8	197,4	274,1	414,6	509,5	549,2									
2000	254,5	227,8	201,2	278,3	422,0	521,3	555,2	555,2	540,1	480,3	400,3	350,7	254,5	227,8	201,2	278,3	422,0	521,3	555,2	555,2	540,1	480,3	400,3	350,7	254,5	227,8	201,2	278,3	422,0	521,3	555,2								
2250	263,6	237,6	211,6	290,2	442,4	544,5	582,2	582,2	565,4	499,1	418,3	371,0	263,6	237,6	211,6	290,2	442,4	544,5	582,2	582,2	565,4	499,1	418,3	371,0	263,6	237,6	211,6	290,2	442,4	544,5	582,2								
2500	276,3	247,5	218,8	305,6	460,4	568,2	600,4	600,4	591,1	527,3	438,4	386,2	276,3	247,5	218,8	305,6	460,4	568,2	600,4	600,4	591,1	527,3	438,4	386,2	276,3	247,5	218,8	305,6	460,4	568,2	600,4								
2750	285,7	258,7	231,7	317,8	482,3	590,0	620,0	620,0	610,0	540,6	463,0	405,9	285,7	258,7	231,7	317,8	482,3	590,0	620,0	620,0	610,0	540,6	463,0	405,9	285,7	258,7	231,7	317,8	482,3	590,0	620,0								
3000	301,8	272,4	243,0	331,7	499,9	611,2	643,6	643,6	627,4	568,4	473,8	422,3	301,8	272,4	243,0	331,7	499,9	611,2	643,6	643,6	627,4	568,4	473,8	422,3	301,8	272,4	243,0	331,7	499,9	611,2	643,6								
3250	316,2	284,5	252,8	348,5	519,0	627,3	662,1	662,1	650,5	581,3	490,9	435,4	316,2	284,5	252,8	348,5	519,0	627,3	662,1	662,1	650,5	581,3	490,9	435,4	316,2	284,5	252,8	348,5	519,0	627,3	662,1								
3500	329,1	295,0	261,0	363,8	540,8	650,7	688,0	681,8	669,3	601,5	516,6	457,1	329,1	295,0	261,0	363,8	540,8	650,7	688,0	681,8	669,3	601,5	516,6	457,1	329,1	295,0	261,0	363,8	540,8	650,7	688,0								
3750	340,3	304,0	267,6	371,2	553,6	670,7	697,2	697,2	690,6	618,3	527,9	477,1	340,3	304,0	267,6	371,2	553,6	670,7	697,2	697,2	690,6	618,3	527,9	477,1	340,3	304,0	267,6	371,2	553,6	670,7	697,2								
4000	350,0	311,3	272,6	382,8	576,8	687,4	715,4	715,4	708,4	645,6	549,5	482,0	350,0	311,3	272,6	382,8	576,8	687,4	715,4	715,4	708,4	645,6	549,5	482,0	350,0	311,3	272,6	382,8	576,8	687,4	715,4								
4250	358,1	323,9	289,6	399,8	591,1	708,1	745,2	737,8	722,9	656,6	569,4	498,0	358,1	323,9	289,6	399,8	591,1	708,1	745,2	737,8	722,9	656,6	569,4	498,0	358,1	323,9	289,6	399,8	591,1	708,1	745,2								
4500	379,1	335,7	292,3	415,9	610,6	726,3	757,6	749,8	749,8	679,7	587,7	527,2	379,1	335,7	292,3	415,9	610,6	726,3	757,6	749,8	749,8	679,7	587,7	527,2	379,1	335,7	292,3	415,9	610,6	726,3	757,6								
4750	384,8	346,7	308,5	423,5	628,4	750,2	783,1	774,9	766,7	701,2	604,3	540,7	384,8	346,7	308,5	423,5	628,4	750,2	783,1	774,9	766,7	701,2	604,3	540,7	384,8	346,7	308,5	423,5											

Vektutvikling for laks i Sognesjøen (kg) etter smoltstorleik og månader i sjøen																					
Månader i sjøen	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Smoltvekt: 65 gram																					
<i>Utsettmånad</i>																					
jan	0,065	0,09	0,12	0,15	0,23	0,35	0,59	0,93	1,35	1,82	2,28	2,70	3,10	3,40	3,70	3,97	4,35	4,94	5,70	6,52	7,33
feb	0,065	0,09	0,12	0,16	0,28	0,48	0,80	1,19	1,63	2,07	2,47	2,86	3,16	3,44	3,70	4,08	4,65	5,38	6,19	7,00	7,80
mars	0,065	0,08	0,11	0,18	0,33	0,56	0,91	1,30	1,70	2,07	2,42	2,70	2,96	3,20	3,55	4,09	4,78	5,56	6,37	7,17	7,91
april	0,065	0,09	0,16	0,31	0,54	0,86	1,25	1,65	2,02	2,37	2,65	2,91	3,15	3,50	4,04	4,73	5,51	6,32	7,13	7,86	8,50
mai	0,065	0,11	0,20	0,37	0,65	1,00	1,36	1,70	2,03	2,28	2,52	2,74	3,06	3,56	4,21	4,95	5,77	6,57	7,31	7,94	8,50
juni	0,065	0,12	0,23	0,40	0,66	0,97	1,26	1,56	1,79	2,00	2,20	2,49	2,95	3,56	4,25	4,99	5,77	6,51	7,14	7,71	8,11
juli	0,065	0,13	0,24	0,40	0,62	0,85	1,10	1,31	1,50	1,67	1,93	2,34	2,89	3,53	4,21	4,94	5,66	6,29	6,85	7,26	7,63
aug	0,065	0,14	0,23	0,37	0,55	0,75	0,92	1,08	1,23	1,45	1,83	2,33	2,91	3,55	4,22	4,88	5,50	6,06	6,47	6,84	7,16
sept	0,065	0,13	0,21	0,32	0,45	0,58	0,71	0,83	1,01	1,33	1,77	2,31	2,89	3,52	4,12	4,69	5,23	5,64	6,00	6,33	6,78
okt	0,065	0,12	0,18	0,28	0,37	0,47	0,57	0,73	0,99	1,39	1,88	2,43	3,02	3,59	4,10	4,59	4,96	5,32	5,65	6,10	6,76
nov	0,065	0,11	0,16	0,23	0,29	0,36	0,48	0,70	1,04	1,47	1,97	2,51	3,04	3,51	3,97	4,32	4,64	4,95	5,40	6,07	6,85
des	0,065	0,10	0,14	0,17	0,22	0,30	0,46	0,74	1,11	1,56	2,05	2,53	2,97	3,39	3,72	4,03	4,30	4,70	5,33	6,11	6,92
Smoltvekt: 200 gram																					
<i>Utsettmånad</i>																					
jan	0,2	0,27	0,35	0,44	0,56	0,80	1,16	1,62	2,14	2,71	3,25	3,74	4,22	4,57	4,91	5,22	5,67	6,34	7,12	7,93	8,74
feb	0,2	0,26	0,33	0,44	0,63	0,94	1,35	1,84	2,36	2,89	3,36	3,82	4,16	4,48	4,77	5,20	5,87	6,65	7,46	8,27	9,07
mars	0,2	0,25	0,36	0,55	0,86	1,27	1,75	2,27	2,76	3,23	3,66	4,00	4,31	4,60	5,03	5,67	6,46	7,27	8,08	8,88	9,62
april	0,2	0,27	0,43	0,68	1,05	1,50	1,98	2,46	2,90	3,32	3,65	3,96	4,23	4,65	5,27	6,06	6,87	7,68	8,48	9,22	9,85
mai	0,2	0,32	0,53	0,84	1,23	1,67	2,12	2,52	2,91	3,21	3,49	3,75	4,13	4,72	5,47	6,28	7,09	7,89	8,63	9,26	9,83
juni	0,2	0,36	0,63	0,97	1,39	1,80	2,18	2,55	2,83	3,09	3,33	3,68	4,23	4,94	5,73	6,54	7,34	8,08	8,72	9,28	9,69
juli	0,2	0,38	0,65	1,00	1,36	1,70	2,03	2,29	2,52	2,74	3,06	3,58	4,23	4,98	5,77	6,57	7,31	7,94	8,50	8,91	9,28
aug	0,2	0,38	0,64	0,92	1,20	1,48	1,70	1,91	2,11	2,39	2,85	3,46	4,15	4,89	5,67	6,41	7,04	7,60	8,01	8,38	8,70
sept	0,2	0,37	0,59	0,82	1,05	1,24	1,42	1,59	1,85	2,26	2,80	3,42	4,11	4,81	5,54	6,17	6,73	7,14	7,51	7,83	8,28
okt	0,2	0,34	0,49	0,67	0,83	0,97	1,12	1,33	1,69	2,17	2,76	3,38	4,05	4,69	5,30	5,86	6,27	6,63	6,96	7,41	8,08
nov	0,2	0,31	0,44	0,55	0,68	0,81	0,99	1,30	1,74	2,27	2,85	3,48	4,08	4,63	5,17	5,58	5,94	6,27	6,72	7,39	8,17
des	0,2	0,30	0,39	0,49	0,59	0,75	1,03	1,42	1,92	2,46	3,06	3,62	4,14	4,64	5,02	5,38	5,70	6,16	6,82	7,61	8,42
Smoltvekt: 400 gram																					
<i>Utsettmånad</i>																					
jan	0,4	0,51	0,63	0,74	0,91	1,21	1,64	2,16	2,74	3,35	3,93	4,48	5,01	5,42	5,78	6,11	6,56	7,23	8,01	8,82	9,63
feb	0,4	0,50	0,60	0,76	1,04	1,43	1,93	2,48	3,07	3,64	4,15	4,65	5,03	5,39	5,72	6,17	6,83	7,62	8,43	9,24	10,04
mars	0,4	0,49	0,63	0,87	1,25	1,73	2,25	2,82	3,36	3,88	4,36	4,74	5,08	5,39	5,84	6,51	7,30	8,11	8,92	9,72	10,46
april	0,4	0,52	0,74	1,08	1,52	2,03	2,57	3,09	3,57	4,02	4,37	4,71	5,02	5,46	6,13	6,92	7,73	8,54	9,34	10,08	10,71
mai	0,4	0,59	0,90	1,31	1,79	2,31	2,81	3,27	3,71	4,05	4,36	4,65	5,07	5,72	6,50	7,31	8,13	8,93	9,67	10,30	10,86
juni	0,4	0,65	1,02	1,45	1,93	2,40	2,84	3,25	3,56	3,86	4,13	4,51	5,12	5,88	6,69	7,51	8,31	9,05	9,68	10,24	10,65
juli	0,4	0,68	1,04	1,46	1,88	2,28	2,65	2,94	3,21	3,46	3,82	4,38	5,10	5,89	6,71	7,51	8,25	8,88	9,44	9,85	10,22
aug	0,4	0,68	1,03	1,39	1,73	2,06	2,31	2,56	2,78	3,10	3,60	4,25	4,99	5,78	6,58	7,32	7,95	8,52	8,93	9,29	9,62
sept	0,4	0,66	0,96	1,26	1,55	1,78	2,00	2,20	2,49	2,95	3,56	4,25	4,99	5,77	6,51	7,14	7,70	8,11	8,48	8,80	9,25
okt	0,4	0,62	0,85	1,10	1,29	1,48	1,65	1,91	2,32	2,87	3,51	4,19	4,92	5,64	6,27	6,83	7,24	7,61	7,93	8,38	9,05
nov	0,4	0,58	0,78	0,95	1,11	1,27	1,50	1,87	2,38	2,98	3,63	4,30	4,95	5,57	6,14	6,54	6,91	7,23	7,69	8,35	9,14
des	0,4	0,56	0,70	0,84	0,97	1,18	1,51	1,98	2,54	3,14	3,79	4,41	4,99	5,55	5,95	6,32	6,65	7,10	7,76	8,55	9,36

Tabell 2 Vektutvikling for smolt i Sognesjøen etter smoltstorleik og utsettmånad

Det syner seg at vektutviklinga av normalsmolt er monaleg gunstigare for utsett vår og sommartid enn for vinterutsett. Det kan vi sjå av tabell 2 og figur 2. Etter 14 månader i sjøen kan ein vente at normalsmolt som er sett ut i perioden april-september har nådd ei vekt på 4 kg medan det altså tek nesten 2 månader meir før januarutsettet når denne vekta. Det tek berre litt over 15 månader i sjøen før sommarutsett normalsmolt kan forventast å nå 5 kg.



Figur 2 Vektutvikling for 65 grams smolt i Sognesjøen etter utsettmånad

Figuren syner korleis utsettida kan gjere så store utslag for normalsmolten. Det oppstår ei viss vektspreiing i løpet av dei første månadene i sjøen før vektprognosane samlar seg og blir nær identiske for alle utsettingstider etter 12-13 månader i sjøen. Etter det oppstår kraftig spreiring fram til 18-20 månader ut i matfiskperioden. Det som skjer er at vektutviklinga for utsetta varierer så lenge dei har utvikla seg i ulike sesongar, nokre vinterstid, andre sommarstid og nokre i sesongovergangane. Nå dei så har vore ute i om lag 12 månader har alle gjennomgått alle årstidene, sjølv det vil vere tale om to kalenderår, og då blir avvika typisk heilt marginale. Når vi så let fisken stå meir enn 12 månader i sjøen vil årstidene gjere seg gjeldande og gjere at utsettingstidspunkta får ny og forsterka verknad.

Det same biletet syner seg også når vi ser på utslaga av utsettingstidspunkta for storsmolt, men her har vi eit viktig skilje mellom normalsmolt og storsmolt. Normalsmolten har typisk berre nådd 3 kg etter 12 månader i sjøen og bør få lengre veksttid. Storsmolten har på den andre sida nådd 4 kg eller meir etter 12 månader og kan slaktast alt då eller ganske snart etterpå. I slike tilfelle er det altså liten grunn til å ta omsyn til temperatursvingingane i oppdrettsprosessen. Storsmolten treng berre ein full årssyklus og det ser ut til at vektutviklinga på eit år er like stor same kva «alderstrinn» som får vekststimulansane av høge sjøtemperaturar. Dette inneber at oppdrett basert på storsmolt ikkje har biologiske argument for å konsentrere smoltutsettinga i tid. Ein kan, om ikkje noko anna skulle komme i vegen, legge opp til ein jamn produksjon av slakteferdig fisk på 4-5 kg etter 12-13 månader i sjøen.

Produksjons-/ biomassebudsjett for eit mellomstort oppdrettselskap

Ved å legge tilvekstkurvene til grunn treng vi «berre» å budsjettere utviklinga i talet på fisk i merden for å klarlegge korleis samla biomasse utviklar seg. Fisketalet har mykje enklare utvikling enn vektutviklinga. Ein lyt halde orden på utsettingstala og trekke frå observert eller stipulert svinn og til slutt registrere talet på uttak av fisk. Her vil utsettingstala vere relativt uproblematisk og uttakstala svært sikre. Det er svinnet som byr på størst problem i praksis, særleg om det oppstår uhell med masseutslepp, men i budsjettering slik som her er det ganske kurant å rekne på forventa fiskedaude basert på tidlegare erfaringstal.

Budsjetteksperimenta våre går føre seg i ein ganske enkel reknearkmodell som også vil kunne eigne seg for planlegging av drifta i oppdrettselskap med mange lokalitetar, men blir truleg for enkel og arbeidskrevjande om ein har omfattande optimeringsmålsettingar. Vi har «berre» som mål å sjå på korleis naturlege variasjonar i form av ulike sjøtemperatur på årsbasis, ulike driftsopplegg i form av storleik på smolt, mengde smolt og ikkje minst korleis vilje og evne til å utnytte MTB-konsesjonen slår ut i produksjonsvolumet. Her vil ein oppdrettar som ønskjer å gå så langt som råd, utan å risikere sak med kontrollørane, finne ein enkel metode som bygger på at årleg uttak blir sett lik årleg tilvekst under full kapasitetsutnytting, det vil seie at ein driv med maksimalt tillaten biomasse MTB.

Vi har som nemnt tidlegare kome til at budsjetteksperimentet skal gjere det mogleg å kome opp i uttak på 2xMTB per år. For eit selskap som rår over 5 løyve og MTB på 3900 tonn biomasse gjev det eit produksjonsmål på 8000 tonn og sidan smolten treng 12-18 månader på å nå 4 kg må uttaket ligge rundt 2-2,2 millionar fisk per år. Det tilseier at det må settast ut 2,4 mill. smolt eller meir, alt etter kor stort svinn ein må rekne med.

Spørsmålet om korleis ein vel å fordele smoltutsettinga over året er styrt av kva tid på året settefisk av ulike storleik er klar for utsetting, men i dette eksperimentet har vi, truleg noko optimistisk, rekna med at det kan leverast settefisk i alle storleikar over heile året.

Vi har prøvd ut ulike måtar å fordele produksjonen over året på, blant anna ved å bruke så mange lokalitetar som mogleg kontra det å sørge for at ein har ledige lokalitetar for rutinemessige utsett, sjølv når ein av ein eller annan grunn finn det oppørtunt å vente lenger enn planlagt med å tømme ein lokalitet. Dette slår inn når låg tilvekst gjer det lønsamt å vente til fisken blir så stor som mogleg utan at biomassen overstig MTB. Då kan det bli vanskeleg å oppnå stabile produksjons- og slaktetal og tilsvarande vanskeleg å samanlikne drifta i ulike lokalitetar eller ved endringar i driftsopplegget. Når data skal nyttast til samanlikningar mellom ulike alternativ er det godt å kunne unngå slike utilsikta variasjonar.

Modell for budsjettering av biomasseutviklinga i éin lokalitet eller eitt utsett

Ein enkel tabell gjer det mogleg å overvake utviklinga i biomassen i ein lokalitet med kjende sjøtemperaturar, som her i Sognesjøen. Lokaliteten er ein av seks og blir nytta til februarutsett kvart anna år. Dei same åra vil det bli gjort juniutsett og oktoberutsett i to andre lokalitetar medan dei siste tre lokalitetane blir nytta på same måte i mellomliggande år. Slik blir det sett

ut 3 gongar 800 000 smolt, til saman 2,4 mill. smolt per år kontinuerleg. I dette tilfellet er det budsjettert med utsett av normalsmolt på 65 gram med første utsett primo februar i 2017.

Kolonne **r** i tabell 3 syner vektutviklinga for normalsmolt på 65 gram sett ut på dette tidspunktet fram til dei etter prognosen kunne ha nådd 7,8 kg tidleg i oktober i 2018, altså 21 månader etter utsett. Vi har likevel valt å ta ut all fisken som etter svinprognosane skal ha overlevd til utgangen av juni 2018. Då skal fisken etter 17 månader i sjøen ha nådd ei gjennomsnittsvekt på 5,4 kg (5,38 kg 1. juli 2018).

Kolonne **t** syner utviklinga i talet på fisk i lokaliteten frå 800 000 smolt i februar 2017 til lokaliteten blir tømt ved at det blir teke ut knapt 704 000 laks sist i juni 2018. Bestanden har i mellomtida blitt redusert av ei «svinnrate» på 0,75% per måned på grunn av forventa fiskedød (sjå kolonne **y**). *Uttak* medfører tilsvarande reduksjon i bestandstala. Fiskebestand multiplisert med forventa fiskevekt gir forventa inngåande månedleg biomasse, tilsvarande utgåande biomasse i månaden før. Uttakstalet på 703 896 fisk er det som er forventa å vere igjen av bestanden på 709 216 laks i starten av juni 2018 etter at dei forventa 5319 daudfisk er tekne ut i løpet av månaden ($t_{24} = t_{23} - v_{23} - y_{23}$).

Frå juli 2018 til og med januar 2019 vil denne lokaliteten vere tom for fisk. Det inneber ein brakkleggingsperiode på heile 7 månader. Slik vil denne løysinga med tung men roterande utnytting av lokalitetane gjere det lett å oppfylle i alle fall dette kravet frå miljøstyresmaktene.

Det er truleg berre store oppdrettarar med mange lokalitetar i drift samstundes som kan sjå seg tent med å ta ut så store volum som dette under eitt. Andre vil måtte dele produksjonen i ein lokalitet i fleire uttak, om dei har ønskje om å levere over heile året for å halde i gang slakteri- og bearbeidingsverksemda og kontinuerleg kontakt med kundar og distribusjonssystem. Det kunne dei lett ha oppnådd, utan at det oppstår særlege «tap» ved å gjere uttak over fire månader eller meir, også om dei ikkje hadde vore underlagt MTB-regimet.

Ein kan til dømes splitte uttaket frå lokaliteten i budsjettdømet i tabell 3 i fire ved å ta ut 175 000 fisk per måned i tre månader for så å ta resten i fjerde måned, eller ved å dele utteken biomasse på 3 800 tonn i 3x900 tonn + resten i 4. måned. I det første tilfellet får vi ut 3 600 tonn og oppnår ei gjennomsnittsvekt på 5,1 kg for 707 000 laks. Det alternative opplegget gjev 3 500 tonn etter uttak av 708 000 laks á 4,9 kg. Reduksjonen i utteken biomasse på 200 og 300 tonn i høve eit potensielt samla uttak skuldast uttak ved lågare vekt, men vektverknaden vil i ein viss grad bli balansert ved at «tidlege» uttak reduserer talet på daud fisk med 4000 eller 5000.

Modell for budsjettering av biomasse i ein lokalitet									
	Tidsakse	Vektutvikling	Fisketal	Biomasse	Uttak	Uttak		Svinn	Svinn
		IB vekt	lb antal	IB tonn	uttak stk	tonn biomasse	x	antal	tonn biomasse
Rad/Kolonne	q	r	s	t	u	v	w	y	z
Formel res				t8=	u7=	v23=	w23=	y7=	z7=
Formel arg				t7-v7-y7	(r7*t7)/1000	t23-y23	(v23*r24)/1000	t7*(svinnrate)	((r6+r7)/2)*y7
6	jan.17							0	0,0
7	feb.17	0,065		800 000	52			6 000	0,2
8	mar.17	0,09		794 000	69			5 955	0,5
9	apr.17	0,12		788 045	91			5 910	0,6
10	mai.17	0,16		782 135	123			5 866	0,8
11	jun.17	0,28		776 269	214			5 822	1,3
12	jul.17	0,48		770 447	372			5 778	2,2
13	aug.17	0,80		764 668	608			5 735	3,7
14	sep.17	1,19		758 933	902			5 692	5,6
15	okt.17	1,63		753 241	1 229			5 649	8,0
16	nov.17	2,07		747 592	1 548			5 607	10,4
17	des.17	2,47		741 985	1 833			5 565	12,6
18	jan.18	2,86		736 420	2 104			5 523	14,7
19	feb.18	3,16		730 897	2 308			5 482	16,5
20	mar.18	3,44		725 415	2 498			5 441	18,0
21	apr.18	3,70		719 975	2 667			5 400	19,3
22	mai.18	4,08		714 575	2 912			5 359	20,8
23	jun.18	4,65		709 216	3 299	703896	3 786	5 319	23,2
24	jul.18	5,38		0				0	0
25	aug.18	6,19		0				0	0
26	sep.18	7,00		0				0	0
27	okt.18	7,80		0				0	0
28	nov.18			0				0	0
29	des.18			0				0	0
30	jan.19			0				0	0
31	feb.19	0,07		800 000	52			6 000	0,2
32	mar.19	0,09		794 000	69			5 955	0,5
33	apr.19	0,12		788 045	91			5 910	0,6
34	mai.19	0,16		782 135	123			5 866	0,8
35	jun.19	0,28		776 269	214			5 822	1,3
36	jul.19	0,48		770 447	372			5 778	2,2
37	aug.19	0,80		764 668	608			5 735	3,7
38	sep.19	1,19		758 933	902			5 692	5,6
39	okt.19	1,63		753 241	1 229			5 649	8,0
40	nov.19	2,07		747 592	1 548			5 607	10,4
41	des.19	2,47		741 985	1 833			5 565	12,6
42	jan.20	2,86		736 420	2 104			5 523	14,7
43	feb.20	3,16		730 897	2 308			5 482	16,5
44	mar.20	3,44		725 415	2 498			5 441	18,0
45	apr.20	3,70		719 975	2 667			5 400	19,3
46	mai.20	4,08		714 575	2 912			5 359	20,8
47	jun.20	4,65		709 216	3 299	703896	3 786	5 319	23,2
48	jul.20	5,38		0				0	0,0
49	aug.20	6,19		0				0	0
50	sep.20	7,00		0				0	0
51	okt.20	7,80		0				0	0
52	nov.20			0				0	0
53	des.20			0				0	0

Tabell 3 Modell for budsjettering av biomasse i ein lokalitet med sjøtemperaturar som i Sognesjøen

Modell for budsjettering av selskapsbiomasse

Budsjettering av selskapsbiomasse inneber at ein summerer innhaldet i alle lokalitetar som er i drift. Om ein, som her, set ut 1/3 av årsproduksjonen kvar 4. månad vil selskapet normalt ha produksjon i fire lokalitetar samstundes. Då må ein summere biomassen for lokalitetar på ulike oppdrettstadium og med ulike fiskemengder for å finne selskapsbiomassen, samla daudfisktal og samla uttak per månad, år og produksjonssyklus.

Tabell 4 på neste side syner korleis dette vil sjå ut for modellbruket med seks lokalitetar i Sognesjøområdet og utsett av 800 000 normalsmolt på 65 gram i februar, juni og oktober og uttak etter 15 månader i sjøen. Då kan vi forvente å finne 700 000 - 705 000 fisk med snittvekt på 5,4-6,5 kg avhengig av utsettida. Smolt på 65 gram sett ut i juni skal ha vokse seg til 6,5 kg når dei blir tekne ut til slakt i slutten av oktober etter 17 månader i sjøen. Fisk sett ut februar og oktober veks til 5,4 kg på den same tida.

Med dette uttakmønsteret kan vi ta ut knapt 704 000 fisk tre gongar per år, to gongar 3 800 tonn og ein gong 4 600 tonn, til saman 2 100 000 fisk a 5,7 kg og vel 12 000 tonn fisk. Dette tilsvarar 3 gongar MTB-volumet for modellbruket med 5 løyve på til saman 3900 tonn maksimalt tillaten biomasse. Det er og det meste ein kunne vente å få ut om mengdereguleringa hadde vore knytt til eit utsettvolum på 2,4 mill. normalsmolt på 65 gram. Desse tala kan elles fungere som referanseproduksjon når vi nå skal budsjettere biomasseutviklinga under gjeldande MTB-restriksjonar. Biomassetala går fram av siste kolonne i tabell 4. Det viser seg at dette opplegget presser biomassen langt over 3900 tonn sjølv rett etter uttak, nemleg frå 4100-8100 tonn. Gjennomsnittleg biomassevolum på årsbasis ligg på 160 % av MTB.

Modell for budsjettering av selskapsbiomasse med 6 lokaliteter og tre utsett/uttak per år																											
idsakse	Lok1	Lok2	Lok3	Lok4	lok5	lok6	Lok1	Lok2	Lok3	Lok4	lok5	lok6		Lok1	Lok2	Lok3	Lok4	lok5	lok6	sum måned	Lok1	Lok2	Lok3	Lok4	lok5	lok6	Selskapsbiom
	IB vekt	IB vekt	IB vekt	IB vekt	IB vekt	IB vekt	IB antal	IB antal	IB antal	IB antal	IB antal	IB antal		uttak stk	uttak stk	uttak stk	uttak stk	uttak stk	uttak stk	uttak stk	uttak stk	uttak biom	uttak biom	uttak biom	uttak biom	uttak biom	IB biomasse
	Vektutvikling						Utsettprogram og antalsutvikling						Uttaksprogram antal						Uttaksprogram biomasse (kg, vekt*antal)								
jan.17																											
feb.17	0,07						800 000																				52 000
mar.17	0,09						794 000																				68 912
apr.17	0,12						788 045																				91 478
mai.17	0,16						782 135																				123 004
jun.17	0,28	0,07					776 269	800 000																			266 266
jul.17	0,48	0,12					770 447	794 000																			471 243
aug.17	0,80	0,23					764 668	788 045																			787 172
sep.17	1,19	0,40					758 933	782 135																			1 217 229
okt.17	1,63	0,66	0,07				753 241	776 269	800 000																		1 797 458
nov.17	2,07	0,97	0,12				747 592	770 447	794 000																		2 384 891
des.17	2,47	1,26	0,18				741 985	764 668	788 045																		2 939 759
jan.18	2,86	1,56	0,28				736 420	758 933	782 135																		3 499 964
feb.18	3,16	1,79	0,37	0,07			730 897	753 241	776 269	800 000																	3 991 870
mar.18	3,44	2,00	0,47	0,09			725 415	747 592	770 447	794 000																	4 423 214
apr.18	3,70	2,20	0,57	0,12			719 975	741 985	764 668	788 045																	4 828 181
mai.18	4,08	2,49	0,73	0,16			714 575	736 420	758 933	782 135																	5 421 881
jun.18	4,65	2,95	0,99	0,28	0,07		709 216	730 897	753 241	776 269	800 000		703896								703 896	3 785 697	0	0	0	0	6 469 459
jul.18	5,38	3,56	1,39	0,48	0,12		0	725 415	747 592	770 447	794 000			0							0	0	0	0	0	0	4 091 920
aug.18	6,19	4,25	1,88	0,80	0,23		0	719 975	741 985	764 668	788 045			0							0	0	0	0	0	0	5 241 546
sep.18	7,00	4,99	2,43	1,19	0,40		0	714 575	736 420	758 933	782 135			0							0	0	0	0	0	0	6 569 867
okt.18	7,80	5,77	3,02	1,63	0,66	0,07	0	709 216	730 897	753 241	776 269	800 000		703896							703 896	4 582 162	0	0	0	0	8 095 961
nov.18		6,51	3,59	2,07	0,97	0,12	0	0	725 415	747 592	770 447	794 000									0	0	0	0	0	0	4 986 534
des.18		7,14	4,10	2,47	1,26	0,18	0	0	719 975	741 985	764 668	788 045									0	0	0	0	0	0	5 893 861
jan.19		7,71	4,59	2,86	1,56	0,28	0	0	714 575	736 420	758 933	782 135									0	0	0	0	0	0	6 776 363
feb.19	0,07	8,11	4,96	3,16	1,79	0,37	800 000	0	709 216	730 897	753 241	776 269						703896			703 896	0	3 745 572	0	0	0	7 512 586
mar.19	0,09		5,32	3,44	2,00	0,47	794 000	0	0	725 415	747 592	770 447									0	0	0	0	0	0	4 423 217
apr.19	0,12		5,65	3,70	2,20	0,57	788 045	0	0	719 975	741 985	764 668									0	0	0	0	0	0	4 828 183
mai.19	0,16		6,10	4,08	2,49	0,73	782 135	0	0	714 575	736 420	758 933									0	0	0	0	0	0	5 421 884
jun.19	0,28	0,07	6,76	4,65	2,95	0,99	776 269	800 000		709 216	730 897	753 241						703896			703 896	0	0	3 785 697	0	0	6 469 461
jul.19	0,48	0,12		5,38	3,56	1,39	770 447	794 000	0	0	725 415	747 592									0	0	0	0	0	0	4 091 920
aug.19	0,80	0,23		6,19	4,25	1,88	764 668	788 045	0	0	719 975	741 985									0	0	0	0	0	0	5 241 546
sep.19	1,19	0,40		7,00	4,99	2,43	758 933	782 135	0	0	714 575	736 420									0	0	0	0	0	0	6 569 867
okt.19	1,63	0,66	0,07		5,77	3,02	753 241	776 269	800 000	0	709 216	730 897									703 896	4 582 162	0	0	0	0	8 095 958
nov.19	2,07	0,97	0,12		6,51	3,59	747 592	770 447	794 000	0	0	725 415									0	0	0	0	0	0	4 986 534
des.19	2,47	1,26	0,18		7,14	4,10	741 985	764 668	788 045	0	0	719 975									0	0	0	0	0	0	5 893 861
jan.20	2,86	1,56	0,28			4,59	736 420	758 933	782 135	0	0	714 575									0	0	0	0	0	0	6 776 360
feb.20	3,16	1,79	0,37	0,07		4,96	730 897	753 241	776 269	800 000	0	709 216									703896	703 896	0	0	0	3 745 572	7 512 583
mar.20	3,44	2,00	0,47	0,09		5,32	725 415	747 592	770 447	794 000	0	0									0	0	0	0	0	0	4 423 217
apr.20	3,70	2,20	0,57	0,12		5,65	719 975	741 985	764 668	788 045	0	0									0	0	0	0	0	0	4 828 183
mai.20	4,08	2,49	0,73	0,16		6,10	714 575	736 420	758 933	782 135	0	0									0	0	0	0	0	0	5 421 884
jun.20	4,65	2,95	0,99	0,28	0,07	6,76	709 216	730 897	753 241	776 269	800 000	0									703896	703 896	3 785 697	0	0	0	6 469 461
jul.20	5,38	3,56	1,39	0,48	0,12		0	725 415	747 592	770 447	794 000	0									0	0	0	0	0	0	4 091 920
aug.20	6,19	4,25	1,88	0,80	0,23		0	719 975	741 985	764 668	788 045	0									0	0	0	0	0	0	5 241 546
sep.20	7,00	4,99	2,43	1,19	0,40		0	714 575	736 420	758 933	782 135	0									0	0	0	0	0	0	6 569 867
okt.20	2,05	5,77	3,02	1,63	0,66	0,07	0	709 216	730 897	753 241	776 269	800 000									703896	703 896	4 582 162	0	0	0	8 095 959
nov.20	2,53	6,51	3,59	2,07	0,97	0,12	0	0	725 415	747 592	770 447	794 000									0	0	0	0	0	0	4 986 535
des.20	2,97	7,14	4,10	2,47	1,26	0,18	0	0	719 975	741 985	764 668	788 045									0	0	0	0	0	0	5 893 862

Tabell 4 Modell for budsjettering av selskapsbiomasse med 6 lokaliteter og tre utsett/uttak per år. Sjøtemperaturar som i Sognesjøen.

Modell for budsjettering av selskapsbiomasse underlagt MTB-restriksjonar

Nå går vi over til eit budsjettoppsett som gjer det mogleg å halde samla selskapsbiomasse under kontroll (sjå tabell 5). Utsettingsplanar og vekstføresetnader er som i tabell 4, men *uttaksprogrammet* er lagt opp slik at selskapsbiomassen held seg under lovleg MTB.

For å få dette til tek vi i bruk hjelpevariabelen *biomassebalanse*. Den er definert som

Utgåande selskapsbiomasse + Uttak i månaden – Fastsett uttaksgrense.

Utgåande selskapsbiomasse blir rapportert til Fiskeridirektoratet i kvart månadsskifte og skal ikkje overskride MTB, men oppdrettar kan rapportere at biomassen ligg på MTB ved alle månadsskifte. Han må då ha teke ut biomasse tilsvarande all tilvekst og alle utsett i løpet av månaden. Om desse uttaka skjedde første dag i månaden ville oppdrettaren vore på trygg grunn, men om han hadde gjort som vi føreset og

- sett ut all smolt første dag i månaden og
- gjort alle uttak av slaktefisk siste dag i månaden

ville han ha kome i konflikt med eit regelverk som ikkje tillét overskridingar av MTB.

For å unngå dette måtte ein ha justert uttaksgrensa ned og ta ut så mykje fisk at ein kunne rapportert lågare utgåande selskapsmasse enn MTB-grensa. Vi har rekna på to variantar:

- «å vere på den sikre sida»
- gjennomsnittleg tillaten biomasse på månadsbasis

I tillegg har vi rekna på kva ein kan vinne på å late vere å ta omsyn til dei månadlege uttaka som skal til for å kunne rapportere 'utgåande selskapsbiomasse' lik MTB. Det inneber at vi opererer med MTB som uttaksgrense med termen 'ujustert uttaksgrense'. Til sist vil vi legge fram tal for kor mykje biomassekontrollen pressar produksjonspotensialet i det budsjetterte driftsopplegget. Det alternativet kallar vi 'fri selskapsbiomasse'. Her må uttaket av slaktefisk bli regulaert av andre omsyn enn biomassekontrollen. Det kjem vi nærare tilbake til seinare. Først vil vi gå inn på dei to variantane av nedjustert uttaksgrense.

Nedjustert uttaksgrense for «å vere på den sikre sida»

Det er, som vi alt har sett, store variasjonar i tilveksten over året. Desse må gje seg utslag i tilsvarande variasjonar i uttaka. Det inneber at ein oppdrettar som «vil vere på trygg grunn» må ta ut så mykje fisk kvar månad at maksimal biomasse definert som summen av utgåande selskapsbiomasse og uttaket i månaden ligg under MTB også i månader med den største tilveksten i biomassevolumet. Her ville ein i praksis ha justert uttaksgrensa etter tilveksten, men vi har gjort det litt enklare for oss sjølve rekna på same nedjusterte uttaksgrense alle månader. Det inneber at vi tek ut litt for meir enn naudsynt i alle månader utan månaden med størst tilvekst, den 'dimensjonerande månaden'. Med det driftsopplegget vi har lagt til grunn vil selskapsbiomassen på det mest auke med 900 tonn på ein månad. Det inneber at vi justerer uttaksgrensa til 3000 tonn og maksimal selskapsbiomasse til 3500 - 3900 tonn per månad i løpet av eit år.

Denne praksisen vil vere svaret på tolkinga til dommaren i lagmannsretten som meinte at MTB var ein verdi som aldri skulle overskridast og som difor er å oppfatte som den mest

restriktive versjonen av MTB-regimet, den som avgrensar produksjonen så mykje som mogleg med juridisk ryggdekning.

Nedjustert uttaksgrense til gjennomsnittleg tillaten biomasse på månadsbasis

Dei siste åra har styresmaktene akseptert at det blir gjort gjeldande såkalla gjennomsnittleg tillaten biomasse på månadsbasis. Det inneber at eit selskap kan la samla biomasse overstige MTB nokre månader om selskapet kan vise til tilsvarende avvik *under* MTB i andre månader.

Vi har ikkje sjekka korleis ein vil kontrollere gjennomsnittsordninga i praksis, men gjer det enkelt for oss sjølve ved å justere MTB-grensa ned med gjennomsnittleg månadleg uttak alle månader i året. Då oppnår vi gjennomsnittleg biomasse på 100% av MTB. I dette tilfellet, med ein årsproduksjon på 7000 tonn, vil det vere tale om ei nedjustering på 600 tonn, frå 3900 til 3300 tonn.

Ujustert uttaksgrense – uttak til MTB utan omsyn til tilvekst i uttaksmånaden

Dette inneber at vi set uttaksgrensa til 3900 tonn. Då kan vi rapportere utgåande biomasse lik MTB kvar månad og gå klar av inngrep heilt til kontrollørane oppdagar at uttaka vart gjort ei tid ut i månaden slik at sjølv den minste tilvekst hadde ført til at samla biomasse måtte ha vore større enn inngåande biomasse og altså høgare enn MTB. Om heile uttaket vart gjort første dag i månaden er denne metoden i tråd med reglementet, men om ein gjer slik vi førsett og tek ut all tilvekst siste dag i månaden vil det opptre overskridingar alle månader, einskilde månader opp til 1000 tonn. Vi reknar på denne varianten som eit referansepunkt i vurderingane av dei to lovlege tilpassingane til biomasserestriksjonane.

Utslag av varierte uttaksgrenser

Vi la tre budsjett for å kunne samanlikne utslaga av dei tre MTB-versjonane med månadlege uttak tilpassa biomassebalansar fastsett av uttaksgrenser på 3900, 3300 og 3000 tonn.

Tabell 5 syner budsjettet for den siste varianten.

Vi ser at biomassebalansen bygger seg opp frå -3000 tonn i februar 2017 til -60 tonn i løpet av november same år og at det så blir naudsynt å ta ut 175 000 fiskar i desember 2017 for å presse selskapsbiomassen ned i 3000 tonn, og biomassebalansen ned i 0. Etter dette må ein ta ut mellom 85 000 og 330 000 fisk med storleik mellom 2,5 og 5,0 kg kvar månad for å halde seg under MTB.

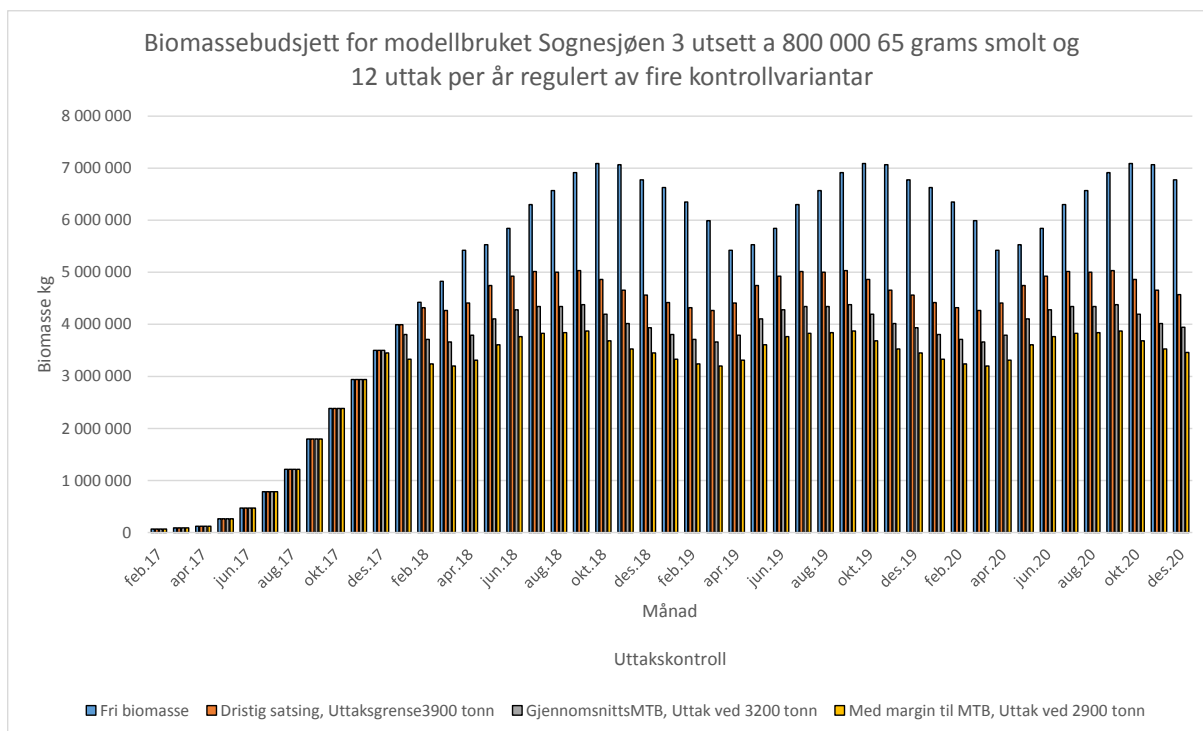
Modell for budsjettering av selskapsbiomasse med 6 lokaliteter, tre utsett og 12 uttak per år. Uttaksgrense 3000 tonn																						
Tidsakse	Lok1	Lok2	Lok3	Lok4	Lok5	Lok6	Lok1	Lok2	Lok3	Lok4	Lok5	Lok6	Biomassebalanse	Lok1	Lok2	Lok3	Lok4	Lok5	Lok6	sum måned	Selskapsbio	
	IB vekt	IB vekt	IB vekt	IB vekt	IB vekt	IB vekt	IB antal	IB antal	IB antal	IB antal	IB antal	IB antal	UB biom+uttak-MTB	uttak stk	uttak stk	uttak stk	uttak stk	uttak stk	uttak stk	uttak stk	IB biomasse	
	Vektutvikling						Utsettpogram og antalsutvikling						Uttaksprogram antal									
jan.17																					0	
feb.17	0,07						800 000						-2 931 088								0	
mar.17	0,09						794 000						-2 908 522								68 912	
apr.17	0,12						788 045						-2 876 996								91 478	
mai.17	0,16						782 135						-2 733 734								123 004	
jun.17	0,28	0,07					776 269	800 000					-2 528 757								266 266	
jul.17	0,48	0,12					770 447	794 000					-2 212 828								471 243	
aug.17	0,80	0,23					764 668	788 045					-1 782 771								787 172	
sep.17	1,19	0,40					758 933	782 135					-1 202 542							0	1 217 229	
okt.17	1,63	0,66	0,07				753 241	776 269	800 000				-615 109							0	1 797 458	
nov.17	2,07	0,97	0,12				747 592	770 447	794 000				-60 241							0	2 384 891	
des.17	2,47	1,26	0,18				741 985	764 668	788 045				54	175 000						175 000	2 939 759	
jan.18	2,86	1,56	0,28				561 420	758 933	782 135				-2 039	141 000						141 000	3 000 054	
feb.18	3,16	1,79	0,37	0,07			416 209	753 241	776 269	800 000			-3 279	102 000						102 000	2 997 961	
mar.18	3,44	2,00	0,47	0,09			311 088	747 592	770 447	794 000			-2 353	83 000						83 000	2 996 721	
apr.18	3,70	2,20	0,57	0,12			225 755	741 985	764 668	788 045			-786	104 000						104 000	2 997 647	
mai.18	4,08	2,49	0,73	0,16			120 062	736 420	758 933	782 135			-978	120 000	58 000					178 000	2 999 214	
jun.18	4,65	2,95	0,99	0,28	0,07		0	672 897	753 241	776 269	800 000		-611		249 000					249 000	2 999 022	
jul.18	5,38	3,56	1,39	0,48	0,12		0	418 850	747 592	770 447	794 000		-276		223 000					223 000	2 999 389	
aug.18	6,19	4,25	1,88	0,80	0,23		0	192 709	741 985	764 668	788 045		-410		192 000	2 000				194 000	2 999 724	
sep.18	7,00	4,99	2,43	1,19	0,40		0		734 420	758 933	782 135		-1 626			331 000				331 000	2 999 590	
okt.18	7,80	5,77	3,02	1,63	0,66	0,07	0	0	397 912	753 241	776 269	800 000	-2 092							224 000	2 998 374	
nov.18		6,51	3,59	2,07	0,97	0,12	0	0	170 928	747 592	770 447	794 000	-148							155 000	2 997 908	
des.18		7,14	4,10	2,47	1,26	0,18	0	0	14 646	741 985	764 668	788 045	54							15 000	2 999 852	
jan.19		7,71	4,59	2,86	1,56	0,28	0	0	0	561 420	758 933	782 135	-2 039							141 000	3 000 054	
feb.19	0,07	8,11	4,96	3,16	1,79	0,37	800 000	0	0	416 209	753 241	776 269	-3 279							102 000	2 997 961	
mar.19	0,09		5,32	3,44	2,00	0,47	794 000	0	0	311 088	747 592	770 447	-2 353							83 000	2 996 721	
apr.19	0,12		5,65	3,70	2,20	0,57	788 045	0	0	225 755	741 985	764 668	-786							104 000	2 997 647	
mai.19	0,16		6,10	4,08	2,49	0,73	782 135	0	0	120 062	736 420	758 933	-4 880							120 000	2 999 214	
jun.19	0,28	0,07	6,76	4,65	2,95	0,99	776 269	800 000	0	-839	672 897	753 241	-611							0	249 000	2 995 120
jul.19	0,48	0,12		5,38	3,56	1,39	770 447	794 000	0	0	418 850	747 592	-276								223 000	2 999 389
aug.19	0,80	0,23		6,19	4,25	1,88	764 668	788 045	0	0	192 709	741 985	-4 085								192 000	2 999 724
sep.19	1,19	0,40		7,00	4,99	2,43	758 933	782 135	0	0	-736	734 420	-1 626							0	331 000	2 995 915
okt.19	1,63	0,66	0,07		5,77	3,02	753 241	776 269	800 000	0	0	397 912	-2 092								224 000	2 998 374
nov.19	2,07	0,97	0,12		6,51	3,59	747 592	770 447	794 000	0	0	170 928	-148								155 000	2 997 908
des.19	2,47	1,26	0,18		7,14	4,10	741 985	764 668	788 045	0	0	14 646	54	175 000							15 000	2 999 852
jan.20	2,86	1,56	0,28			4,59	561 420	758 933	782 135	0	0	0	-2 039	141 000							141 000	3 000 054
feb.20	3,16	1,79	0,37	0,07		4,96	416 209	753 241	776 269	800 000	0	0	-3 279	102 000							102 000	2 997 961
mar.20	3,44	2,00	0,47	0,09		5,32	311 088	747 592	770 447	794 000	0	0	-2 353	83 000							83 000	2 996 721
apr.20	3,70	2,20	0,57	0,12		5,65	225 755	741 985	764 668	788 045	0	0	-786	104 000							104 000	2 997 647
mai.20	4,08	2,49	0,73	0,16		6,10	120 062	736 420	758 933	782 135	0	0	-978	120 000	58 000						178 000	2 999 214
jun.20	4,65	2,95	0,99	0,28	0,07	6,76	0	672 897	753 241	776 269	800 000	0	-611		249 000						249 000	2 999 022
jul.20	5,38	3,56	1,39	0,48	0,12		0	418 850	747 592	770 447	794 000	0	-276								223 000	2 999 389
aug.20	6,19	4,25	1,88	0,80	0,23		0	192 709	741 985	764 668	788 045	0	-410								192 000	2 999 724
sep.20	7,00	4,99	2,43	1,19	0,40		0		734 420	758 933	782 135	0	-1 626							0	331 000	2 999 590
okt.20	7,80	5,77	3,02	1,63	0,66	0,07	0	0	397 912	753 241	776 269	800 000	-2 092								224 000	2 998 374
nov.20	0,00	6,51	3,59	2,07	0,97	0,12	0	0	170 928	747 592	770 447	794 000	-148								155 000	2 997 908
des.20	0,00	7,14	4,10	2,47	1,26	0,18	0	0	14 646	741 985	764 668	788 045	15								15 000	2 999 852

Tabell 5 Modell for budsjettering av selskapsbiomasse med 6 lokaliteter; tre utsett og 12 uttak per år. Uttaksgrense på 3000 tonn

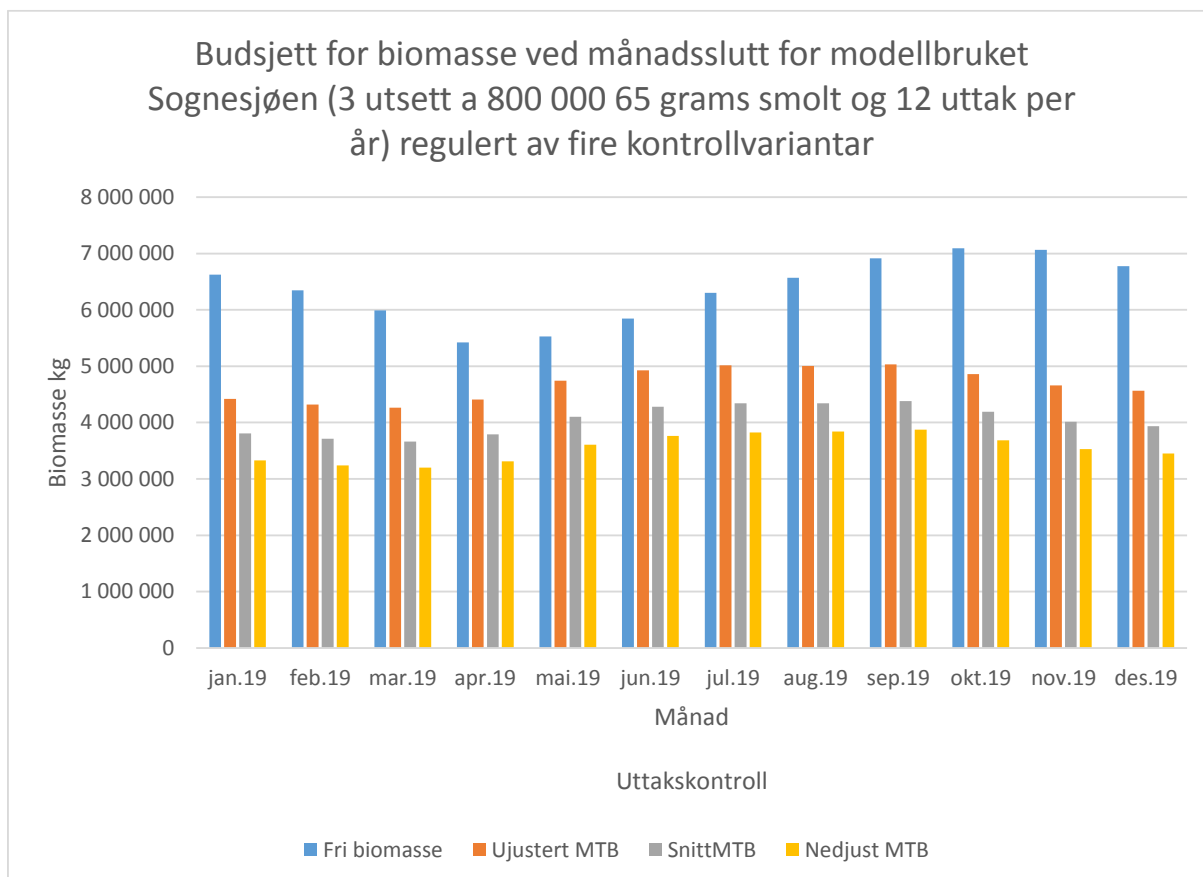
Biomassevariasjonane i dette driftsopplegget går fram av figur 3. Det viser seg at varianten 'Med margin til MTB' kjem opp til, men aldri over MTB på 3900 tonn.

Dei andre kurvene viser korleis selskapsbiomassen varierer når vi legg dei andre uttaksgrensene til grunn:

- Den *nest lågaste* kurva syner variasjonane i selskapsbiomasse når uttaksgrensa blir lagt på 3300 tonn for å oppnå gjennomsnittsbioasse lik MTB. Dette tilsvarar 100% utnytting av løyvud kapasitet.
- Den *nest øvste* kurva syner største månadleg biomasse når ein ikkje justerer uttaksgrensa for siste månads eller gjennomsnittleg månadstilvekst og difor kjem over MTB, om ein ikkje gjorde alle uttak første dag i månaden. Her har vi rekna på uttak siste dag i månaden og då vil maksimal biomasse ligge ein månads tilvekst over MTB kvar månad. Her varierer biomassetala mellom 4400 og 5100 tonn over året.
- Den siste kurva syner korleis selskapsbiomassen ville ha variert om ein hadde oppheva biomassereguleringane, men basert seg på «input-kontroll» i staden. Til dømes ved å regulerer kor mykje smolt ein kan sette ut per løyve per år. Her har vi gått ut frå at grensa går ved 2 400 000 smolt per år i tråd med dei føresetnadane vi legg til grunn for andre delar av budsjetteksperimentet. Då har ein høve til å sette ut 480 000 smolt per løyve per år. Vi går ut frå at uttaket er fritt og vel uttak over fire månadar per utsett og tek ut om lag like stor biomasse kvar månad. For å få dette til må talet på fisk i uttaket gå ned over uttaksmånadene medan vektene stig frå 4-5 kg i første uttaksmånad til 6-7 kg i fjerde uttaksmånad. Det ville truleg vore både meir lønsamt og enklare å gjere eitt uttak per lokalitet ved ønskt fiskevekt, men vi valde å rekne på uttak over fire månader for å kunne gjere meir realistiske samanlikningar mellom alternativet fri biomasse og produksjonar underlagt gjeldande MTB-restriksjonar.



Figur 3 Budsjettert selskapsbiomasse for modellbruket ved varierte uttaksgrenser mellom 2900 og 3900 tonn MTB .



Figur 4 Utdrag på eitt normalår av Budsjettert selskapsbiomasse for modellbruket ved varierte uttaksgrenser mellom 2900 og 3900 tonn MTB

I figur 4 har vi trekt ut data for 3. driftsår, 2019, for å gjere det enklare å samanlikne korleis biomassen legg seg i høve til MTB-grensa på 3900 tonn for dei fire kontrollvariantane. ‘Nedjustert MTB’ ligg som planlagt anten opp mot eller godt under grensa. ‘Gjennomsnittleg MTB’ ligg mellom 3800 og 4400 tonn og ‘Ujustert MTB’ vil kome opp i maksimal biomasse på om lag 5000 tonn seks månadar i året og ligge mellom 4300 og 4800 tonn resten av året. ‘Fri biomasse’ ville ha ført til selskapsbiomasse varierende mellom 5400 og 7100 tonn.

Verknader av biomassereguleringar. Samanfatning av budsjetteksperimentet

Så langt har vi vore opptekne av å utvikle ein budsjettmodell som gjer det mogleg å halde ein viss kontroll på biomassen i matfiskoppdrett på merd/utsett og lokalitets- og selskapsnivå. Slike budsjett kan, eller burde kunne, nyttast av styresmaktene ved godkjenning av driftsplanar på alle nivå. Om oppdrettaren så oppfyller utsett-, fôrings- og uttaksplanene vil det ikkje vere grunnlag for straffereaksjonar om det skulle syne seg i ettertid at biomassen må ha vore noko høgare enn løyvd kapasitet. Det kan kome pålegg om at ein må rekne med betre vekstvilkår og eventuelt mindre svinn i framtidig budsjettering, men også det er det grunn til å rekne med vil bli sjeldsynt. Variasjonar i vør og sjøtemperaturar og andre vilkårlege hendingar som påverkar vektutvikling og svinntal vil gjere det vanskeleg å avdekke systematiske feil i slike budsjett. Oppdrettarar som ikkje følger godkjent driftsplan kan likevel kome i konflikt med kontrollinstansane, så det er like stor grunn som tidlegare for å halde seg til planane og dokumentere dette.

Ved å simulere uttak etter tre tolkingar av MTB-reglementet og uttak utan biomasserestriksjonar har vi fått eit betre grunnlag for å drøfte samanhengar mellom innsats og resultat i matfiskoppdretten og korleis biomassekontrollen påverkar desse. Med bakgrunn i desse simuleringane kan ein oppsummere og diskutere forholda på basis av resultatsamandraget i tabell 6.

Nøkkeltal for drift av modellbruket Sognesjøen				
3 utsett av 800 000 65 grams smolt og 12 uttak per år				
	Biomassekontroll			
	Fri biomasse	Ujustert MTB	SnittMTB	Nedjust MTB
Uttaksgrense	Fri	3900 tonn	3200 tonn	3000 tonn
Årsprognose:				
Ant slaktefisk	2 123 000	2 150 000	2 168 000	2 174 000
Biomasse uttak	11 500 000	9 435 000	8 374 000	8 071 000
Snittvekt (kg)	5,4	4,4	3,9	3,7
Utnytting av MTB	160 %	120 %	100 %	94 %
Rate biom/MTB	2,9	2,4	2,1	2,0
Tapt daudfisk	11,5 %	10,4 %	9,7 %	9,4 %

Tabell 6 Nøkkeltal for drift av modellbruket i Sognesjøen ved uttak etter fire prinsipp for biomassekontroll. Alle tal per år med full kapasitetsutnytting.

Tabellen er basert på budsjetta og resultatene er dermed prognosar. Med det valde driftsopplegget vil produksjonen stabilisere seg og prognosane bli like frå år til år. Vi kan difor nøye oss med å studere sumdata for eitt år. Måltala 'Antal slaktefisk' og 'Biomasseuttak' er summert direkte frå biomassebudsjettet medan dei andre tala er kalkulert på grunnlag av desse summene.

$$\text{Snittvekt} = \frac{\text{Biomasseuttak}}{\text{Antal slaktefisk}}$$

Utnytting av MTB =

$$\frac{\text{Årsum av budsjettert månedleg 'Utgående biomasse' + Biomasseuttak}}{12 * \text{MTB}(= 46\,800 \text{ tonn})}$$

$$\text{Rate biom/MTB} = \frac{\text{Biomasseuttak}}{\text{MTB}(= 3\,900 \text{ tonn})}$$

$$\text{Tappt daudfisk} = \frac{\text{Utsett antal fisk (= 2,4 mill)} - \text{Antal slaktefisk}}{\text{Utsett antal fisk}}$$

Tala for produksjon utan biomasserestriksjonar avvik litt frå tabell 4 og kommentarane til den fordi det her er rekna på månedlege uttak. Det fører til at gjennomsnittleg fiskevekt går ned til 5,4 kg og at biomassetalet på årsbasis hamnar 60 % over ordinær MTB på 46 800 tonn. Her er det fullt mogleg å oppnå endå større produksjon ved å la fisken stå lenger i sjøen.

Både total biomasse og biomasseuttak er produkt av dei to faktorane 'antal fisk' og 'fiskevekt'. Begge er avhengige av tidsfaktoren. Vekta går opp dess lenger fisken står i sjøen og blir føra medan talet på fisk går ned på grunn av svinn, her er det berre rekna med stipulert dødsrate. Når biomassen i selskapet går mot MTB må produsenten ta ut den eldste fisken sjølv om han langt frå har nådd 'idealvekt' og jo meir han må ta ut dess færre fisk får tid til å oppnå 'normal' slaktevekt. Dette er den største ulempa ved biomassebasert volumkontroll. Rett nok hjelper det litt at tidleg uttak av fisk reduserer talet på daudfisk, men langt frå nok til å kompensere for konsekvensane av at det blir slakta for ung og lett fisk i store mengder.

Tabell 6 syner korleis uttaksgrensene påvirkar dei to faktorane. Vi ser at tap av fisk i form av daudfisk berre er marginalt mindre ved sjølv lågaste uttaksgrense enn ved alternativet 'fri biomasse', medan gjennomsnittsvekta går ned heile 46 %, frå 5,4 kg til 3,7 kg, når fisken blir teken ut ved uttaksgrense på 3000 tonn.

Vidare kan vi av tal i tabell 6 rekne oss fram til at det er mogleg å produsere knapt 1700 tonn fisk per løyve per år innan rammene av gjeldande 'Gjennomsnittleg MTB'. Dette tilsvarar 2,1 kg per løyvd kg MTB. Med dette nøkkeltalet ønskjer vi å seie noko om kor godt næringa utnyttar potensialet i ordninga. Forholdstalet har utvikla seg kraftig dei siste år og viser at oppdrettsnæringa har auka uttaket av slakteferdig fisk frå knapt 1 kg fisk per år per kg MTB i

2005 til 1,8 kg i 2015. Dette siste talet i resultatet kunne ein oppnådd i modellbruket ved å legge seg på same driftsnivå som i dei andre budsjetteksperimenta og sett ut 480 000 smolt per løyve for så å ta ut 440 000 fiskar på gjennomsnittleg 3,3 kg, om lag 1430 tonn per løyve. Då utnyttar ein berre 80% av MTB-kapasiteten på årsbasis. På eit så lågt produksjonstal vil det vere både betre og meir realistisk å gå ned på fisketalet, til dømes til 390 000 smolt per løyve. Då kan ein halde biomassen på gjennomsnittleg 90% av MTB og ta ut same volum i form av 350 000 fiskar på gjennomsnittleg 4,1 kg.

Ved å maksimere produksjonen, slik vi legg opp til i budsjetteksperimentet, og ta ut 1700 tonn fisk per løyve, ville oppdrettaren ha auka produksjonen per løyve og år med godt 20%, innanfor gjeldande reglar for maksimalt tillaten biomasse. For bransjen ville dette i 2015 utgjere 300 000 tonn meir enn registrert produksjon på 1,3 millionar tonn. Med ein kg-pris på 34 kr er det snakk om eit inntektsbortfall på 10 milliardar kroner i høve til løyvd MTB. Totalkostnadene gjekk dette året opp mot 25 kr per kg, så resultatet låg om lag 3 milliardar kroner under potensialet.

I eit siste eksperiment har vi rekna på kva næringa kunne fått ut av det driftsopplegget vi har lagt til grunn for produksjonsbudsjetta dersom biomasserestriksjonane var oppheva. Dette gjev eit rimeleg realistisk bilete av kor mykje biomassekontrollen kuttar produksjonspotensialet månad for månad. Alternativt kan vi indikere kor mykje ein kunne vinne ganske umiddelbart ved å erstatte MTB-kontrollen med ei grense for kor mange smolt ein kan sette ut per løyve.

Her er det viktig å vere merksam på at uttaket i prinsippet ikkje er regulert av anna enn kor lenge oppdrettarane finn det lønsamt å fóre fisken, det vil seie kor stor dei let fisken bli før han blir teken ut til slakt. Vi lagt til grunn for budsjettet at oppdrettarane ville ha nytta høvet til å gå opp til ei slaktevekt på gjennomsnittleg 5 kg. Då vil det etter våre overslag vere mogleg å ta ut meir enn 2,1 millionar tonn fisk, meir enn 500 000 tonn laks og aure over det ein kan oppnå under dagens regime og meir enn 800 000 tonn over det næringa faktisk tek ut. Då ville det vorte produsert 30% meir enn potensialet under gjeldande MTB-regime og 60% over faktisk uttak. I 2015 ville dette heva førstehandsverdien 27 milliardar kroner over registrert verdi.

Biomassekontroll under alternative driftsopplegg

Så langt har vi berre sett på korleis norske konsesjonsreguleringar gjer seg gjeldande for eitt modellbruk i temperatursona i Sognesjøen og kva utslag ulike regeltolkingar får for produksjonspotensialet ved utsett av 'standard' smolt på 65 gram tre gongar i året og månadlege uttak av fisk til slakt diktert av gjeldande MTB-reglar. Denne konsekvente innstramminga av føresetnadene er gjort for å kunne rekne aritmetisk på dynamiske og svært variable tilhøve og for å kunne syne korleis ein ganske enkelt kan tilpasse modellen til lokale tilhøve og individuelle driftsopplegg.

Nå skal vi gå eit steg vidare og undersøke om biomassekontrollen verkar nokonlunde likt under andre driftsvilkår enn dei som er lagt til grunn for modellbruket og om endring av driftsopplegget, som til dømes overgang til monaleg større smolt, endrar verknadene av kontrollen. Her kan ein tenkje seg både at restriksjonane talar for og mot andre driftsopplegg enn dei vi har lagt til grunn i modellbruket.

Det er tale om svært enkle eksperiment, endring av ein og ein faktor i driftsopplegget for eit modellbruk og standard budsjetteringsopplegg. Vi nyttar høvet til å bruke 'gjennomsnitt-MTB' som uttakskriterium og overser dei andre tolkingsalternativa. I tillegg budsjetterer vi eit produksjonsforløp med 'fri biomasse' for dei ulike driftsopplegga.

Overgang til utsett av større settefisk, 'postsmolt'

Settefiskproduksjonen er utvikla gjennom fleire tiår og kan nå, ifølge ein av dei leiande produsentane, levere settefisk for utsetting over heile året. Tidlegare var utsettet styrt av at gyting og befruktning gjekk føre seg om våren og at ein då kunne sette ut 12-16 månader gamal smolt i sommarhalvåret året etter. Då hadde settefisken komme opp i 30-140 gram. Nå har oppdrettarane teke i bruk ulike metodar for å kunne levere 'normalsmolt' med ønskt storleik så godt som heile året. I tillegg er det utvikla anlegg der ein kan fore settefisken i ferskvatn til han når både 200, 300 og 400 gram. Enkelte tek sikte på å kunne tilby 'postsmolt' på opp til 1 kg.

Det blir stilt store forventningar til denne utviklinga, mellom anna at det blir mogleg å ta ut fisk til slakt over heile året. Dette er ønskjeleg for å tilpasse seg kapasitetane i transportsystema og fiskeindustrien, men også å kunne ta omsyn til eventuelle sesongsvingingar i etterspørselen i eit omfattande internasjonalt marknadssystem. I tillegg vil tilbodet av 'storsmolt' gjere det mogleg å kutte produksjonstida i matfiskoppdretten. Det vil ta kortare tid før smolten når slaktevekt når han veg 400 gram ved utsett enn om han hadde vege til dømes 100 gram. Dette aukar den teoretiske produksjonskapasiteten i eit anlegg og tillet hyppigare utsett (fleire fiskekull) eller lengre opphald med tomme merder, såkalla brakkleggingsperiodar. Lange brakkleggingsperiodar blir sett som gunstig miljømessig. Minstekravet for brakklegging er to månader, men vi har sett at næringa har organisert produksjonen slik at større fjord- og sjøområde får opp til eit heilt år utan matfiskoppdrett. Vi går ikkje inn på substansen i desse vurderingane, men biomassebudsjetteringa vi nyttar gir direkte og eintydige tal for kva storsmolten kan bidra med under gjeldane biomassekontroll og kva auka smoltstorleik kunne føre til om produksjonen ikkje var underlagt MTB-restriksjonar.

Lakselusproblema er eit anna punkt som talar for bruk av storsmolt. Redusert foringstid gjer det mogleg å redusere talet på fisk i sjøen når lakselusa er på frammarsj ved å framskande uttak og ved justering av tidene for utsetting av smolt. Vi har ikkje hatt høve til å ta dette inn i budsjetteksperimenta, men nevner poenget som eit døme på faktorar som kan vere med og balansere verdien av dei funna vi har gjort.

Vi starta med å rekne på at det blir sett ut 2,4 mill storsmolt på 200 gram og på 400 gram i staden for smolt på 65 gram som vi rekna på tidlegare. Alle andre tilhøve enn smoltstorleiken er heldne konstant, men MTB-restriksjonane gjer at vi må starte uttaket tidlegare for å halde biomassen på det lovlege årsgjennomsnittet. Når vi reknar på alternativet med fri biomasse treng vi ikkje ta dette omsynet, men då held vi oss til eit uttaksopplegg der ein tek ut om lag like mange fisk kvar månad i året. Då vil første uttak vere avgjerandefor kor høg gjennomsnittsvakta til slaktefisken blir. Tabell 7 viser resultata av budsjetteksperimentet.

Biomassebudsjett for modellbruket 'Sognesjøen'				
Tal per år ved 3 utsett og månadlege uttak, etter smoltstorleik				
Utsett i sjø				
	Smoltvekt	65 gram	200 gram	400 gram
	Tal smolt	2,4 mill	2,4 mill	2,4 mill
Uttak til slakt				
a) Gjennomsnitt MTB 3900 tonn				
	Tal fisk	2 168 000	2 205 000	2 230 000
	Volum (tonn)	8 375	8 455	8 590
	Gjennomsnittsvekt (kg)	3,9	3,8	3,9
	Utnyttingsrate	2,1	2,2	2,2
	Brakklegging (antal månader)	7-9	10-11	11-13
	MTB-utnytting	100 %	100 %	100 %
	Svinn % av talet på utsett smolt	10 %	8 %	7 %
b) Fri biomasse				
	Tal fisk	2 120 000	2 140 000	2 155 000
	Volum (tonn)	11 550	13 150	14 100
	Gjennomsnittsvekt (kg)	5,4	6,1	6,5
	Brakklegging (antal månader)	6	7	8
	Svinn % av talet på utsett smolt	12 %	11 %	10 %
c) Fri biomasse*				
	Tal fisk	2 060 000	2 060 000	2 060 000
	Volum (tonn)	16 200	19 050	21 000
	Gjennomsnittsvekt (kg)	7,9	9,2	10,2
	Brakklegging (antal månader)	2	2	2
	Svinn % av talet på utsett smolt	14 %	14 %	14 %
* Maksimal produksjonstid, uttak med sikte på 2 månaders brakklegging midt i ein 4-års syklus				

Tabell 7 Biomassebudsjett for modellbruket 'Sognesjøen' etter smoltstorleik

Før vi ser på resultatene vil vi presisere føresetnadene. Vi nyttar modellen som er dokumentert i tabell 5 til minste detalj når vi set ut 800 000 smolt på 65 gram i februar, juni og oktober kvart år og let vekta utvikle seg etter vekstskjema for valde utsettingsmånad og smoltvekt. Uttaket blir styrt slik at budsjettet biomasse i månadsskifta + månadleg uttak kjem opp i 3900 tonn per månad i gjennomsnitt. Dette oppnår vi ved å ta ut all biomasse over 3200 tonn rett før månadsslutt. Her har vi altså auka uttaksgrensa frå 3000 tonn frå dokumentasjonen i tabell 4 av di vi reknar på 'gjennomsnittleg MTB' og ikkje lenger på 'nedjustert MTB'.

Vi pressar så mykje volum ut av produksjonen som mogleg ved å sette uttaksgrensa så høgt som mogleg utan å kome over 100 % gjennomsnittleg MTB-utnytting. Då må summen av 12 månadsuttak og 12 gongar uttaksgrensa vere lik 12 gongar MTB. Det framgår av tabellen at dette er tilfelle for alle tre smoltklassene.

Budsjettet viser at ein kan rekne med å få ut 2 168 000 slaktefisk på gjennomsnittleg 3,9 kg og eit volum på 8 375 tonn, om ein satsar på 65 grams smolt. Ved å gå opp til 200 grams smolt vil ein kunne få ut 2 205 000 av dei 2,4 mill smolt ein hadde sett ut. Uttaksregimet gjer

imidlertid at gjennomsnittleg uttaksvekt i staden for å stige går ned til 3,8 kg. Uttaksvolumet blir liggande 80 tonn høgare enn for 65 gramsoppsettet. Aukar vi så smoltstorleiken til 400 gram må vi akseptere same uttaksstorleik på gjennomsnittleg 3,9 kg, men ein ytterlegare auke i talet på fisk gjer at produksjonsvolumet aukar med 135 tonn i høve drift med 200 grams smolt og 215 tonn jamført med drift med 65 grams smolt. Begge delar er lite, ikkje minst med tanke på at smoltvekta må aukast med 324 tonn, frå 156 tonn til 480 tonn ved å gå frå 65 til 200 gram og ytterlegare med 480 tonn ved å auke smoltstorleiken til 400 gram. Summasumarum tapar ein 650 tonn biomasse på å auke smoltstorleiken frå 65 til 400 gram.

Vi innser at desse tala går på tvers av kva dei fleste vil rekne med på førehand. Vi meinte det ville vere av stor verdi å kunne presse ned tida fisken står i sjøen før han når slaktevekt, og at det ville innebære mindre aggregert biomasse og auka produksjonspotensiale. Nå viser budsjetteksperimenta at dette ikkje er tilfelle. Biomasserestriksjonane set ei kontant og effektiv sperre for det: Når ein aukar smoltstorleiken kjem ein fortare til det punktet der ein må ta ut fisk for ikkje å sprengje MTB-grensa, ein må ta ut fisk av same storleik uavhengig av kor stor smolten var då den vart sett ut. Det blir nødvendig å ta ut den store fisken litt raskare enn den som er basert på normalsmolt og då unngår ein nokre veker eller månader med regelmessig svinn. Det er likevel langt frå nok til å kompensere for biomassen og kostnadene knytta til forskjellen i utsett.

Det einaste positive ein kan oppnå med å satse på 'postsmolt' er at ein kan innvilge seg lengre brakkleggingstid mellom kvart utsett. I dette modellbruket er det tale om å gå frå 7-9 månader om drifta er basert på 65 grams smolt til 11-13 månader ved utsett av 400 grams smolt. Tidsspennet er knytta til at februarutsett gir to månader mindre brakkleggingspotensiale enn dei andre valde utsettidspunkta. Kor viktig og verdifull ei auke i brakkleggingspotensialet på gjennomsnittleg 4 månader er veit vi ikkje, men vi meiner at auken frå 8 til 12 månader må bli vurdert i høve til at påbode minste brakkleggingstid er fastsett til to månader. Ein må vel også kunne trekke inn at nyare granskingar viser at ureiningsproblema som gjev grunnlag for å pålegge brakklegging av lokalitetar er såpass marginale at heile ordninga burde bli revurdert. På den andre sida kan det vere at brakklegging er eit nyttig og kostnadseffektivt verkemiddel i arbeidet for å gi næringa betre omdøme.

Budsjetteringane av *drift utan biomasserestriksjonar* viser som venta at det ville vorte rom for stor produksjonsauke utan at ein trengde å auke smoltmengden eller å korte dramatisk ned på brakkleggingsperiodane. Dette gjeld for både normalsmolt og 'postsmolt' av ulike storleikar. Desse resultatane er imidlertid ikkje like bastante som dei vi finn for drift under MTB-kontroll. Oppdrettaren kunne ha boltra seg i alternative opplegg med fri biomasse og ganske sikkert funne gunstigare opplegg enn det vi har lagt til grunn. Vi held i alle høve fram med å gjere både utesett og uttaksopplegga samanliknbare med drift under MTB-kontroll.

Vi ser at det ved fri selskapsbiomasse kan takast ut vel 2500 tonn meir slaktefisk ved utsett av 400 grams smolt enn ved drift basert på 65 grams smolt. Her vil ein altså kunne få igjen om lag tre gongar meir biomasse enn dei 800 tonna 2,4 mill storsmolt veg meir enn 2,4 mill normalsmolt. Det er likevel langt frå sikkert at ein økonomisk oppdrettar ville sjå seg tent med å nytte postsmolten. Det viser seg nemleg at han ved å la normalsmolten stå to månader lengre i sjøen og likevel ha høve til 4 månaders brakklegging for kvar lokalitet kunne hente ut nestan like stor biomasse til slakt som ved å la storsmolten vekse til 6,5 kg. Budsjettet viser at

det ville vore mogleg å ta ut knappe 2,1 mill fisk med ei gjennomsnittleg uttaksvekt på 6,6 kg og nå eit produksjonsvolum på 13 900 tonn. Då hadde ein jo langt frå fått att for ekstra smoltinnsats. Nå kunne ein sjølvsagt ha forlenga veksttida for storsmolten òg, om det då ikkje er grenser for kor høgt ein kan og bør gå opp i slaktevekt. Det vil utan tvil oppstå mange interessante alternative driftsløysingar om styresmaktene skulle sjå seg tent med å ta MTB-kontrollen ut av reguleringa av oppdrettsnæringa. Kvifor får vi så uventa, for ikkje å seie ulogiske resultat på biomassebudsjetteringa? Bruk av storsmolt vil jo føre til at ein treng mindre tid i sjøen på å nå ønska slaktevekt, alternativt at ein når høgare slaktevekt på ei fastlagt tid i sjøen. Akkurat kor store gevinstar ein kan vente er det vanskelegare å prognostisere. Prosessane er ganske kompliserte fordi dei impliserar stadfikserte, men likefullt variable klima- og værtilhøve og biologiske prosessar som varierer med desse. I tillegg vil oppdrettaren bidra med val av utsettingsprogram, tilpassingar til konsesjonsvilkåra og til sist val av uttaksprogram. Det er likevel først når vi prøver å ta omsyn til restriksjonane i systemet, MTB-grensen og brakkleggingskrava, at situasjonen virkeleg krev system-dynamisk analyse, noko reknearkmodellen vår er sett opp for for å gjere.

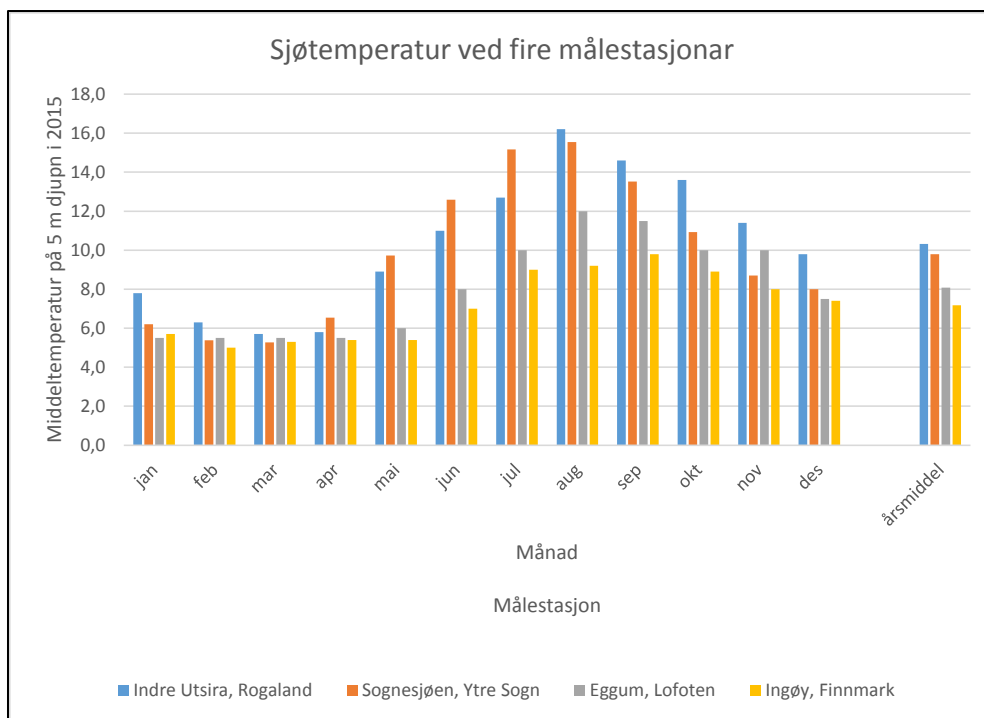
Korleis slår MTB-reglane ut ved dårlegare tilvekstvilkår?

Utviklinga av tilveksttabellane viser kor avgjerande sjøtemperaturen er for vektutviklinga til oppdrettslaksen. 100 grams fisk legg på seg 30 gram per måned ved vintertemperatur på 5°C i sjøen og 100 gram om dei blir sett ut ved 15°C sommarstid. Tilsvarande vil laks på 1 kg legge på seg 150 gram ved 5° og 430 gram ved 15°. Fisk på 5 kg vil vekse med om lag 300 gram ved 5° og nær 800 gram på ein måned med 15° i vatnet. Vi ser altså at ein auke i temperaturen på 10° minst tredoblar tilveksten for fisk på inntil 1 kg for så å bli gradvis relativt mindre for større fisk ned til om lag ei dobling av tilvekstfaktoren for fisk på 5 kg.

Når sjøtemperaturane har så stor innverknad på tilveksten må vi vente monalege variasjonar mellom anlegg som ligg i ulike temperatursoner. Det ligg føre data frå omfattande målingar av sjøtemperaturene langs norskekysten. Vi har nøgd oss med å hente fram data frå Havforskningsinstituttet for fire målestasjonar langs kysten frå Rogaland til Finnmark for å vise kor store variasjonar det er snakk om. Sjå Figur 5.¹

1

Havforskningsinstituttet: <http://www.imr.no/forskning/forskningsdata/stasjoner/view/initdownload>



Figur 5 Sjøtemperaturar langs norskekysten i 2015 (Kjelde: Havforskningsinstituttet)

Vi ser at sjøtemperaturane ligg lågt og jamnt på 5 - 6°C vinterstid, medan dei tidleg på våren stig raskare og kraftigare i Sør-Norge enn i Nord-Norge. Sognesjøen har til dømes 5 månader med temperaturar over 12°C, med 15,5°C som høgaste gjennomsnittstemperatur i august. I Lofoten kjem til samanlikning ikkje gjennomsnittstemperaturen over 12°C ein einaste månad, men når 10° i 5 månader frå juli til november. Årsmiddelverdi for sjøtemperaturane låg på 8,1° i Lofoten og 9,8° i Sognesjøen i 2015, så det er snakk om markante forskjellar.

Kor mykje temperaturforskjellar slår ut i oppdrettsproduksjonen finn vi ved å kalkulere tilveksttabellar for dei ulike temperaturprofilane. I praksis vil det vere aktuelt å bygge opp områdespesifikke tilveksttabellar, kanskje til og med lokalitetsspesifikke data. I dette tilfellet har vi berre vore ute etter eit alternativt modellbruk og har valt å rekne på temperaturprofilen til Eggum i Lofoten. Når vi så kopiere budsjetteksperimentet for modellbruket Sognesjøen med dei nye tilveksttala blir det ganske enkelt å vurdere både utslaga av alternative sjøtemperaturprofilar og i kva grad biomassereguleringane slår ulikt ut i dei ulike temperatursonene.

Biomassebudsjett for modellbruket 'Lofoten'				
Tal per år ved 3 utsett og månedlege uttak, etter smoltstorleik				
Utsett i sjø				
	Smoltvekt	65 gram	200 gram	400 gram
	Tal smolt	2,4 mill	2,4 mill	2,4 mill
Uttak til slakt				
a) Gjennomsnitt MTB 3900 tonn				
	Tal fisk	2 142 000	2 185 000	2 218 000
	Volum (tonn)	7 680	7 765	7 970
	Gjennomsnittsvekt (kg)	3,6	3,6	3,6
	Utnyttingsrate	2,0	2,0	2,0
	Brakklegging (antal månader)	6-7	9-10	10-12
	MTB-utnytting	100 %	100 %	100 %
	Svinn % av talet på utsett smolt	11 %	9 %	8 %
b) Fri biomasse*				
	Tal fisk	2 060 000	2 060 000	2 060 000
	Volum (tonn)	13 000	16 000	18 100
	Gjennomsnittsvekt (kg)	6,3	7,8	8,8
	Brakklegging (antal månader)	2	2	2
	Svinn % av talet på utsett smolt	14 %	14 %	14 %
* Maksimal produksjonstid, uttak med sikte på 2 månaders brakklegging midt i ein 4-års syklus				

Tabell 8 Biomassebudsjett for modellbruket 'Lofoten' etter smoltstorleik og biomasseregulering

Før vi samanliknar med budsjettala for modelbruket Sognesjøen kan vi slå fast at det er like liten grunn til å gå over til postsmolt i Lofoten som i Sognesjøen, i alle fall så lenge biomasserestriksjonane pressar fram uttak av fisk i eit omfang som fører til gjennomsnittvekter på 3,6 kg uavhengig av smoltstorleik. Ekstremvarianten med fri biomasse og uttak etter 22 månader i sjøen viser at gjeldande biomasserestriksjonar fører til at uttaket berre kjem opp i 45% av potensialet for 400 grams smolt, men talet stig til 50% for 200 grams smolt og 60% for 65 grams smolt.

Ved å kalkulere differansar mellom driftsbudsjetta til dei to modellbruka blir det mogleg å gjere direkte og kvantifiserte samanlikningar.

Differansar mellom modellbruka ('Sognesjøen' - 'Lofoten')				
	Smoltvekt	65 gram	200 gram	400 gram
	Tal smolt	0	0	0
Uttak til slakt				
a) Gjennomsnitt MTB 3900 tonn				
	Tal fisk	26 000	20 000	12 000
	Volum (tonn)	695	690	620
	Gjennomsnittsvekt (kg)	0,3	0,3	0,3
	Utnyttingsrate	0,2	0,2	0,2
	Brakklegging (antal månader)	1	1	1
	MTB-utnytting	0 %	0 %	0 %
	Svinn%	-1,1 %	-0,8 %	-0,5 %
b) Fri biomasse, 2 mnd brakklegging				
	Tal fisk	0	0	0
	Volum (tonn)	3 200	3 050	2 900
	Gjennomsnittsvekt (kg)	1,6	1,5	1,4
	Brakklegging (antal månader)	0	0	0
	Svinn%	0	0	0
c) Relative avvik (Sognesjøen =100 %)				
	Produksjonspotensiale	20 %	16 %	14 %
	Gjennomsnitt MTB 3900 tonn	8 %	8 %	7 %

Tabell 9 Differansar mellom biomassebudsjett for modellbruka 'Sognesjøen' og 'Lofoten' med utgangspunkt i smoltstorleik og biomasseregulering

Budsjetta for uttak utan omsyn til biomassereguleringane (pkt b) gir eit godt mål på kor mykje dei ulike tilvekstvilkåra har å seie for produksjonspotensialet. Ved kontinuerleg drift basert på utsett av 2,4 mill smolt per år og foringstid på 22 månader og deretter to månaders brakklegging av i alt seks lokalitetar vil fisken ha vokse seg om lag 1,5 kg tyngre i Sognesjøen enn i Lofoten. Sidan vi reknar med like lang veksttid og like stort svinn på begge modellbruka vil også uttakstala vere like. Uttaksvekta, som vi går ut frå at berre er avhengig av tilvekstvilkåra, er altså den einaste faktoren som skil seg ut i dei parvise budsjetta for oppdrett med smolt mellom 65 og 400 gram. Utslaget er størst for normalsmolt, men berre marginalt større enn ved bruk av smolt på 200 gram eller meir. Vi kan altså gå ut frå at dei nominelle utslaga av vekstvilkåra er avhengig av smoltstorleiken. Då stiller det seg anleis om vi ser på dei relative tala, kor mykje vekt differansane slår ut når vektene aukar med aukande smoltstorleik. Dette finn vi tal for i seksjon c) i tabellen som viser at 'Produksjonspotensialet' var 20 % høgare i Sognesjøen enn i Lofoten ved utsett av 65 grams smolt og berre rundt 15 % høgare ved utsett av smolt på 200-400 gram. Sagt på ein annan måte har oppdrettsanlegg med temperaturprofil som i Eggum i Lofoten 80 % av tilvekstpotensialet til eit anlegg i Sognesjøen når begge nyttar 65 grams smolt, men 85 % av potensialet når begge nyttar storsmolt på 200 til 400 gram.

Denne potensialutjamninga er ikkje til stades når produksjonen er underlagt gjeldande biomassekontroll. Det ser vi av siste linje i tabellen. Ved tvungne månadlege uttak i tråd med reglane for gjennomsnittleg MTB vil modellbruket i Lofoten ligge på vel 90 % av produksjonsresultatet for tilsvarande driftsopplegg ved modellbruket i Sognesjøen, same kva smoltstorleik som blir nytta.

Korleis slår oppjusterte løyveverdiar ut på uttakspotensialet?

Dei to nordlegaste fylka i landet har oppnådd ei lemping av MTB-regimet ved at kvart løyve er på 950 tonn biomasse i staden for dei 780 tonn som er knytte til eit løyve elles i landet. Grunngevinga er sjølv sagt å kompensere for kaldare sjøvatn og dårlegare tilveksttilhøve i nord.

Vi har rekna på korleis dette slår ut som isolert tiltak. Det gjer vi ved å ta i bruk eit tredje modellbruk, 'Eggum i T'. Dette er tenkt lokalisert like nord for 'Lofoten', men i Troms fylke. Dermed kan vi nytte tilvekstdata for Eggum og 'Lofoten', og MTB-reglane for Troms.

Vi kan altså nytte vekstutviklingsdata og driftsopplegg uendra, men må justere/heve uttaksgrensa for å nå gjennomsnittleg MTB-utnytting på 100 % av 4750 tonn, frå 3900 tonn som gjeld for oppdrettsanlegg med fem løyve i Nordland.

Driftsresultata for 'Eggum i T' er samla i tabell 10. Det viser seg at det er mogleg å få ut mellom 8 750 tonn med 65 grams smolt og 9 000 tonn med 400 grams smolt per år, innanfor rammene av gjennomsnittleg MTB på 4 750 tonn (5 løyve à 950 tonn). Mønsteret frå dei andre modellbruka går igjen ved at gjennomsnittsvakta på utteken fisk er uavhengig av smoltstorleiken. Vidare ser vi at svinnet minkar og tida til brakklegging aukar med storleiken på smolten, begge delar som eit resultat av at større smolt brukar mindre tid på å nå den vekta som fører til tvungne uttak på grunn av biomasserestriksjonane. At MTB-utnyttinga ligg på 100 % for alle smoltstorleikar er ein premiss for eksperimentet, men er teke inn i tabellen for å dokumentere at den er oppfylt.

Ved å kalkulere differansar i resultata for 'Lofoten' og 'Eggum i T' får vi fram effektane av endringar i biomasserestriksjonane, i dette tilfellet om lag 20 % auke som ligg i ein oppgang frå 780 tonn til 950 tonn per løyve. Differansane går fram av tabell 11.

Biomassebudsjett for modellbruket 'Eggum i T'				
Tal per år ved 3 utsett og månadlege uttak, etter smoltstorleik				
Utsett i sjø				
	Smoltvekt	65 gram	200 gram	400 gram
	Tal smolt	2,4 mill	2,4 mill	2,4 mill
Uttak til slakt*				
a) Gjennomsnitt MTB 4750 tonn				
	Tal fisk	2 123 000	2 168 000	2 197 000
	Volum (tonn)	8 755	8 835	9 020
	Gjennomsnittsvekt (kg)	4,1	4,1	4,1
	Utnyttingsrate	1,8	1,9	1,9
	Brakklegging (antal månader)	5-6	8-9	9-11
	MTB-utnytting	100 %	100 %	100 %
	Svinn % av talet på utsett smolt	12 %	10 %	8 %
* Uttak ved drift utan biomasserestriksjonar blir som for modellbruket 'Lofoten'				

Tabell 10 Biomassebudsjett for modellbruk 'Eggum i T' basert på uttak diktert av gjennomsnittleg MTB på 5 løyve à 950 tonn, etter smoltstorleik

Differansar 'Lofoten' - 'Eggum i T'				
	Smoltvekt	65 gram	200 gram	400 gram
	Tal fisk	19 000	17 000	21 000
	Volum (tonn)	-1 075	-1 070	-1 050
	Gjennomsnittsvekt (kg)	-0,5	-0,5	-0,5
	Utnyttingsrate	0,1	0,1	0,1
	Brakklegging (antal månader)	1	1	1
	MTB-utnytting	0 %	0 %	0 %
	Svinn%	-1 %	-1 %	-1 %
	Per løyve volum tonn	-179	-178	-175

Tabell 11 Differansar mellom biomassebudsjett for modellbruka 'Lofoten' og 'Eggum i T' (same driftsopplegg og vekstvilkår, men ulike biomasserestriksjonar), etter smoltstorleik

Ved å heve biomassegrensa med om lag 20 % ville ein i Lofoten kunne ha venta til fisken nådde 0,5 kg meir enn kva som var tilfelle med det alternative opplegget. Dette ville ta lengre tid, i gjennomsnitt ein månad ekstra og medføre 1 % auke i svinnet. Produksjonsvolumet ville auke med 1 070 tonn (215 tonn per løyve). Dette er for lite til at modellbruket hadde utnytta biomasseløyvet like godt som referansebruket 'Lofoten'. Det er snakk om ein «svikt» i

utnyttingsratene på 0,1 gonger løyvd biomasse. For å få full utnytting av auken i biomasseløyvinga måtte ein ha auka innsatsen i form av talet på smolt. Her ville det vore snakk om å auke smolttalet med 22 %, frå 2,4 mill per år til 2,9 mill per år. Då ville ein kome i ein situasjon der ein måtte ta ut fisken til gjennomsnittsvekt 3,6 kg og oppnådd den same svinnprosenten og brakkleggingstiden som i referansebruket. Då ville ein òg ha fått same utnyttingsrate som i 'Lofoten'. Dette inneber at ein ikkje oppnår «full utnytting» av auka biomasseløyvingar utan å auke innsatsfaktorane tilsvarande. Alternativt må anlegg med utvida løyve i nord nytte større ressursar for å få same resultat som oppdrettarar lengre sør. MTB-løyvinga gjev høve til å auke produksjonen, men ein får ikkje utnytta løyvet på same måte utan å ta på seg større kostnader.

Diskusjon

Det ligg, etter det vi kan sjå, ikkje ute informasjon om kva konsekvensar MTB-kontrollen får for produksjonspotensialet i oppdrettsnæringa. Ingen har publisert noko som helst om dette. Tvert om har vi kome over informasjon som tyder på at nokon, ein eller fleire instansar, ser seg best tent med at det rår uvisse om kva biomassekontroll består i, korleis han verkar og kva konsekvensar ordninga har, eller får, for næringa og eventuelt andre omsyn og interesser. Dette fekk oss til å skrive at det kviler mystikk over MTB-regimet. Ingen ønskjer å utfordre lovgivinga sjølv om det er ganske opplagt at det manglar mykje på den klarleiken som burde ligge til grunn når byråkratiet får kontroll- og domstolsmyndigheit. Vidare fann vi det merkeleg at så mange og så store aktørar i mange år såg seg best tente med å legge produksjonen sin langt under det det var rom for. Ingen såg ut til å vite kor mykje denne «varsamheita» kostar i form av tapt produksjon og inntekt til næringsdrivande og samfunnet.

Vi hadde heller ikkje ambisjonar om å søke svar på desse spørsmåla, men i løpet av arbeidet med å finne svar på korleis biomassekontrollen fungerer kom vi til at vi også kunne avdekke konsekvensar av ordninga. Det gjer vi ved å presentere *biomassebudsjett utan MTB-restriksjonar*. Vi samanlikningar med dei regulerte alternativa ved halde oss på same produksjonsvolumet og rekne på utsett av like mange og like store smolt på dei same tidspunkta som i dei. Vi har altså ikkje hatt som målsetting å finne fram til maksimaltal for produksjon, berre kva ein kunne få ut av dagens produksjonsnivå om ein fått høve til å sjå bort frå etablerte grenser for samla selskapsbiomasse.

Vi har registrert at oppdrettsnæringa har auka uttaket av slakteferdig fisk frå knapt 1 kg fisk per år per kg MTB i 2005 til 1,8 kg i 2015. Dette resultatet kunne ein oppnådd i modellbruket ved å legge seg på same driftsnivå som i dei andre budsjetteksperimenta og sett ut 480 000 smolt per løyve for så å ta ut 440 000 fiskar på gjennomsnittleg 3,3 kg. Dette opplegget inneber at ein berre utnyttar 80% av MTB-kapasiteten på årsbasis. Om ein siktar seg inn på eit så lågt produksjonstal som dette vil det vere både betre og meir realistisk å gå ned på fisketalet, til dømes til 390 000 smolt per løyve. Då kan ein halde biomassen på gjennomsnittleg 90% av MTB og ta ut 350 000 fiskar på gjennomsnittleg 4,1 kg.

Innan rammene av 'Gjennomsnittleg MTB' er det, etter våre budsjett, mogleg å auke uttaket til 2,2 kg per kg MTB utan å bryte løyvegrensa. Då måtte ein ha sett ut 480 000 smolt per løyve og ha «hausta» vel 430 000 fiskar på gjennomsnittleg 4 kg. Slik kunne oppdrettaren ha auka produksjonen per løyve og år frå 1 430 til 1 730 tonn innanfor gjeldande reglar for

maksimalt tillaten biomasse, noko som utgjer ein auke på 20 %. I 2015 ville produksjonen ha kome opp i 1,6 millionar tonn, 300 000 tonn meir enn registrert produksjon på 1,3 millionar tonn. Med ein kilopris på 34 kr er det snakk om eit inntektsbortfall på 10 milliardar kroner i høve til total MTB. Totalkostnadene gjekk dette året opp mot 25 kr per kg, så det dreier seg om ein resultatsvikt på 3 milliardar kroner.

Vi ser ingen grunn til å spekulere i kva som kan ligge bak dette avviket, men har tru på at budsjetteksperimenta våre kan vise at det er mogleg å produsere monaleg meir oppdrettsfisk innanfor eksisterande regelverk. Vidare meiner vi å ha vist korleis ein oppdrettar med relativt enkle midlar bør kunne oppnå godkjenning av planar for produksjon av 1700 tonn fisk per år per løyve under gjeldande MTB-regime om han ser seg tent med det.

Her har vi rekna på same smoltmengde som i dei andre eksperimenta, men måtte finne ein annan måte å regulere uttaket på enn det å hindre overskriding av MTB. Med det driftsprogrammet som blir nytta her med konsentrert utsett i halvparten av lokalitetane kvart andre år har vi ikkje noko å halde oss til. Det er fullt mogleg å la fisken stå i 20-22 månader utan å kome i konflikt med krav om reinhald og brakklegging, og då kan vi, i alle fall med sjøtemperaturar som i Sognesjøen, oppnå fiskevekter på 8 kg og meir. Då vil ein sjølvsagt også sprengje alle produksjonsrekordar.

Vi legg oss på ei meir nøktern linje og går ut frå at oppdrettarane er nøgde med fiskevekter opp mot 5,5 kg. Då vil det etter våre overslag vere mogleg å ta ut meir enn 2,1 millionar tonn fisk, meir enn 500 000 tonn laks og aure over det ein kan oppnå under dagens regime og meir enn 800 000 tonn over det nærings faktisk tek ut. 30% over potensialet og 60% over faktisk uttak. I 2015 ville førstehandsverdien vore 27 milliardar kroner høgare enn registrert verdi.

Det er ingen tvil om at MTB-regimet kan legge sterke restriksjonar på lakseoppdretten i Norge. Spørsmålet er i kva grad restriksjonane er gjort gjeldande. Vi registrerer at produksjonsvolumet i bransjen er dobla sidan kontrollen vart sett inn for meir enn ti år sidan og meiner å kunne dokumentere at det er meir å gå på før ein når taket totalt sett. Dette tilseier at bransjen i mange år har hatt eit monaleg unytta produksjonspotensiale. Kvifor det ikkje er produsert mykje meir fisk i denne perioden er det ikkje mogleg å finne svar på i dei data vi har hatt tilgjengeleg, men det er vanskeleg å sjå at MTB-regimet kan vere eit hovudelement. Dette er vel også ein grunn til at det har vore lite merksemd om kontrollelementet. Nå står nærings i ein marknadssituasjon som gjev grunnlag for stor og lønsam ekspansjon. Dermed blir restriksjonane raskt eit større problem med store økonomiske konsekvensar for bransjen, først for dei mest ekspansive selskapa, men raskt for alle. Her er det lite som hindrar også små aktørar å ta del i rushet. Då er det rimeleg å krevje at ein synleggjer og verdset alle effektar av MTB-ordninga og set desse opp mot verditapa knytte til nedjustering av potensialet for norsk matfiskproduksjon.

Det andre elementet ved arbeidet vårt var å få betre innsikt i korleis MTB-ordninga gjer seg gjeldande i driftsopplegget i matfiskproduksjonen og korleis ein kan leve med dei vanskelege kontrollproblema som er knytte til ordninga. På dette feltet vil vi hevde å ha lagt fram eit relativt enkelt og realistisk budsjettesystem som både tek omsyn til dei biologiske og dei «administrative» faktorane som gjer seg sterkast gjeldande. Vi reknar med at sambandet mellom bransjen og kontrollapparatet er basert på driftsplanar med tilsvarande element og at det gjev grunnlag for trygge og forutsigbare arbeidstilhøve for begge partar.

Tilvisingar

Bjørndal, Trond and Amalie Tusvik (2017). Land Based Farming of Salmon: Economic Analysis. NTNU Norwegian University of Science and Technology, Ålesund

Asche, Frank and Trond Bjørndal (2011). The Economics of Salmon Aquaculture. Second Edition. Wiley-Blackwell

Dahl, Rolf og Johannes Idsø (2016). «Oppdrettsnæringa i Sogn og Fjordane - Utvikling, ressursgrunnlag, verdiskaping og ringvirkninger». *Økonomisk fiskeriforskning: Ledelse, marked, økonomi* 2016, Volum 26.(1)

Høy, Sunde og Bjelland (red) (2013): «Hvor mye laks er det egentlig i merden?», Norsk Fiskeoppdrett nr 2, 2013

Lovdata (2014) Høgsterettsdom mot Selsøyvik Havbruk
<https://lovdata.no/pro/#document/HRSIV/avgjorelse/hr-2014-1296-a>

Lovdata (2008) Forskrift om drift av akvakulturanlegg
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2008-06-17-822>

Skretting (2012) «Fôr», s.76, Atlantisk laks Tilvekst (% per dag) og biologisk fôrfaktor for atlantisk laks (basert på resultater fra Skretting Rmax-databasen)
<http://www.skrettingguidelines.com/readimage.aspx?pubid=cd8a45bd-0e6e-409c-a2ee-1da2b7d19b06>.

SINTEF FISKERI og havbruk AS (2009) Konsekvensanalyse – utredning rundt følgene av feilestimering av biomasse i sjøbasert oppdrett. Oppdragsrapport September 2009

Aarhus (2009): «Konsekvensanalyse –utredning rundt følgene av feilestimering av biomasse i sjøbasert oppdrett» SINTEF Fiskeri og havbruk as (2009), Åpen rapport nr SFH A096045.