

SNF-rapport nr. 07/18

**ØKONOMISK ANALYSE AV
ALTERNATIVE PRODUKSJONSFORMER
INNAN OPPDRETT**

**Trond Bjørndal
Amalie Tusvik**

SNF-prosjekt nr. 5730:
Analyse av landbasert oppdrett av laks

Denne rapporten er finansiert av FHF-prosjekt 901442:
Analyse av landbasert laks: produksjon, økonomi og risiko

**SAMFUNNS- OG NÆRINGSLIVSFORSKNING AS
BERGEN, OKTOBER 2018
ISSN 1503-2140**

© Materialet er vernet etter åndsverkloven. Uten uttrykkelig samtykke er eksemplarframstilling som utskrift og annen kopiering bare tillatt når det er hjemlet i lov (kopiering til privat bruk, sitat o.l.) eller avtale med Kopinor (www.kopinor.no)
Utnyttelse i strid med lov eller avtale kan medføre erstatnings- og straffeansvar.

ISBN 978-82-491-0987-6 (Trykt versjon)
ISBN 978-82-491-0988-3 (Elektronisk versjon)
ISSN 0803-4036

Innleiing

Denne rapporten er del av FHF prosjekt 901441 *Analyse av landbasert oppdrett av laks: produksjon, økonomi og risiko* som har vore gjennomført av NTNU Ålesund i samarbeid med SINTEF Ocean og SNF.

Prosjektet omfattar analyser av moglege konsekvensar av å flytte eksisterande og framtidig produksjon av laks til lukka landbaserte system, samt ved utbygging av kapasitet for storsmoltproduksjon til påvekst i sjø. Resultata skal gje eit fagleg grunnlag til debatten om oppdrett i lukka system og framtidig utvikling av næringa. Denne rapporten presenterer økonomiske analysar. Som del av same prosjekt, gjennomførte SINTEF Ocean tekniske og biologiske analysar. (SINTEF rapport OC2018 A-033).

Det har vore nedsett ei referansegruppe for prosjektet. Medlemer har vore Bendik Fyhn Terjesen (Cermaq Group AS), Per Gunnar Kvenseth (Smøla klekkeri og lakseavl), Trond Rosten (Marine Harvest), Ole Gabriel Kverneland (AKVA Group), Bjørn Myrseth (Vitamar), Bjørn Finnøy (Artec Aqua), Harald Sveier (Lerøy SFG), Eirik Welde (Nordlaks) og Stein Halstensen (Grieg Seafood), med Kjell Maroni som representant for FHF. Me vil takke alle medlemene i referansegruppa for deira interesse for og positive medverknad til prosjektet. I tillegg har det vore kontakt med mange andre representantar for næringa som har kome med viktige innspel undervegs. Ein rettar stor takk ogso til desse.

Me vonar mange lesarar vil finne rapporten interessant!

28. september 2018

Trond Bjørndal

Amalie Tusvik

SAMANDRAG

Denne rapporten er resultat av eit forskingsprosjekt utført på oppdrag for Fiskeri og Havbruksnæringas Forskningsfond (FHF). Hovudformålet har vore å analysere mogelege konsekvensar av å flytte all produksjon av atlantisk laks, både matfisk og storsmolt, over i lukka landbaserte system. I tillegg er sjøfase for post-smolt både i opne og lukka merdanlegg analysert. Hovudfokus når det gjeld teknologi har vore på resirkuleringsanlegg (RAS), men vurderingar knytta til gjennomstrøymingsanlegg med gjenbruk er også utført for enkelte faktorar. Denne rapporten har teke føre seg fire forskjellige produksjonskonsept for laks – matfisk på land (kapittel 1), stor settefisk frå landbaserte RAS-anlegg (kapittel 2), sjøbasert påvekst av stor settefisk (kapittel 3) og påvekst i lukka anlegg (kapittel 4).

I eit nasjonalt perspektiv er det stor interesse for landbasert oppdrett, særleg knytta til oppdrett av settefisk (smolt og post-smolt), men også for oppdrett av matfisk. Per i dag har omlag seks selskap fått løyve til landbasert produksjon av matfisk og mange andre er interessert. Det er store utfordringar når det gjeld finansiering, ettersom tilgang på investeringsvillig kapital er avgrensa.

Kostnadsanalysen for **landbasert oppdrett** av matfisk tek utgangspunktet i eit anlegg med produksjonskapasitet på 6 000 tonn. Analysen er basert på ein likevektssituasjon der produksjonen skjer utan vidare uhell. Dette som ein viktig føresetnad for å analysere om produksjonskonseptet kan vere konkurransedyktig i marknaden. Produksjonskostnad er estimert til kr 43,60 per kg, noko som er monaleg meir enn i sjøbasert oppdrett der siste estimat frå Fiskeridirektoratet er på kr 30,60 for 2016. Sensitivitetsanalysar tyder på at produksjonskostnaden vil kunne variere aller mest ved monalege endringar i svinn og kapasitetsutnytting der slike avvik ikkje kan kompensera for t.d. ved utsetjing av meir smolt.

I analysen er det understreka at det er grunnleggjande uvisse når det gjeld mange relasjonar innan landbasert oppdrett og at risikoen er stor. Som ei tilnærming til dette har ein gjort ein enkel analyse av uvisse og risiko i landbasert RAS. Med RAS kan ein ved eit uhell i anlegget risikere at all fisk i alle avdelingar går tapt. I analysen har ein skissert eit slikt uhell der all fisk dør. Dette inneber heile 20 månader utan slakt, gitt at anlegget må fyllast opp att ved hjelp av eigen produksjon, noko som vil medføre store tap og i verste fall føre til at bedrifta vil gå konkurs. Alternativt ser ein på eit scenario der anlegget er delt inn i fem smittesoner, og ein føreset at uhellet vert avgrensa til berre ein modul. Dette ville medføre mykje mindre tap. På den andre sida vil fem smittesoner innebere større investeringar og høgare produksjonskostnadar, slik at redusert risiko kjem til ein viss pris. Risikoanalysen viser at suksess innan landbasert oppdrett kjem an på ein god koordinasjon mellom biologi, teknologi, kjemi og økonomi.

Når det gjeld **settefiskproduksjon (smolt og post-smolt)**, viser industrien aukande interesse for å produsere post-smolt på opp til 1 000 gram, noko som viser seg gjennom store investeringar i slike anlegg. Analysen av stor settefisk på land ser på produksjonskostnad per settefisk som under gitte føresetnader er estimert til kr 26,20 og kr 45,80 per stk. for høvesvis 500-grams og 1 000-grams fisk. Denne kostnaden vert brukt vidare som utgangspunkt for kostnadsanalysen av påvekst i sjø. Sensitivitetsanalysar viser at konsekvensane for produksjonskostnaden er størst ved endringar i parametarar som har å gjere med kapasitetsutnytting i anlegget – særleg når det er tale om monaleg svinn. Ved tolking av tap og konsekvensar ved uhell i settefiskproduksjon må ein elles hugse å ta omsyn til den vidare påvekstdelen, og om eit eventuelt uventa svinn i produksjonen kan verte erstatta med alternative forsyningskjelder til påvekst i sjø.

I analysen av **påvekst i opne merdar** er det fyrst og fremst kostnaden per kg slakteklar fisk som er av interesse, og interessa for stor settefisk har grunnlag i eit ynskje om å betre produksjonen samla sett, anten ved å adressere flaskehalsar eller ved å redusere risiko, produksjonsutfordringar og kostnadar.

Påvekstanalysen er delt inn i to delar, utan og deretter med lusekostnadar, der ein tek utgangspunkt i ein bedriftsstruktur og produksjonsplan som er lik ved påvekstsscenario for både 100-grams, 500-grams og 1 000-grams settefisk. Når det gjeld bruk av ulike innsatsfaktorar, er det verdt å merke seg skilnader mellom alternative produksjonsmodellar. Skilnaden i lengda på produksjonssyklusen inneber at stor settefisk kan gje høve til produksjon av eit visst kvantum fisk med mindre beslag på areal/lokalitetar samanlikna med liten settefisk. Dette viser seg tydeleg i produksjonskvantum per lokalitet som varierar frå 1 783,9 tonn ved 100-grams settefisk på åtte lokalitetar, samanlikna med 3 161,4 tonn per lokalitet over fem lokalitetar (her må ein korrigere for utsettsstorleik dersom fokus er på tilveksten og eventuelt utsleppet som skjer ved lokaliteten).

Den andre delen av kostnadsanalysen av påvekst i sjø tek utgangspunkt i same investeringar og produksjonsplan, men med introduksjon av behandlingsskostnadar, svinn og veksttap ved ulike avlusingsscenario. For påvekst av 100-grams smolt er produksjonskostnaden for rund fisk estimert til kr 28,00/kg under det ein føreset som «normale/friske tilhøve» og inga avlusing. Ved fem lusebehandlingar aukar dette til kr 31,30, og ved 10 behandlingar til kr 33,80 ved ein avlusingsspris på kr 0,50 per kg biomasse til behandling. Ved bruk av 500 g settefisk, er produksjonskostnad utan avlusing kr 28,90/kg, noko som aukar til kr 30,70 ved tre avlusingar. For 1 000 g settefisk er produksjonskostnad utan avlusing kr 30,80/kg, noko som aukar til kr 32,40 ved to avlusingar.

I tillegg til verknad på produksjonskostnaden vert det gjort ei drøfting av potensielt inntektstap på bedriftsnivå ved nedklassing av kvalitet og pris som fylgje av røff handsaming og redusert helsetilstand for den behandla fisken. Ved bruk av 100 g settefisk er potensielt tap ved nedklassing estimert i storleiksorden 4 - 12,8 mill. kr ved fem avlusingar og 7,3 - 17,5 mill. kr ved 10 avlusingar. Dette er eit stort inntektstap.

Prisen på lusebehandlingar har og ein viktig innverknad på produksjonskostnadene. Dersom denne prisen aukar frå kr 0,50 til kr 1,00 per kg, vil produksjonskostnaden per kg rund fisk for påvekst av 100 g smolt auke frå kr 33,80 til kr 36,90 ved 10 behandlingar, dvs ein auke på knapt 10 %. Dette illustrerer at både talet på behandlingar og kostnad per behandling har stor innverknad på kostnadene.

Lukka eller semi-lukka oppdrettsanlegg er definert ved at dei har ei tett eller bortimot tett fysisk barriere mellom vassmiljøet til fisken og det omliggjande miljøet. Å skilje det ytre miljøet frå det interne i oppdrettsanlegget vert i aukande grad sett som ein fordel for laksevelferd, fiskehelse og oppdrettsøkonomi parallelt med aukande fiskehelse- og luseproblem i opne merdar.

I analysen av oppdrett i lukka anlegg ser ein på påvekst av 100-grams settefisk i lukka anlegg heilt fram til slakt, samt på ei todelt påvekstfase i lukka og opne merdar. Resultata av kostnadsanalysen for lukka oppdrett tyder på at lukka produksjon gjev høgare produksjonskostnad enn tradisjonelt oppdrett som fylgje av store investeringar og auka driftskostnadar. Med dei føresetnadene om investeringar som vert lagt til grunn for full produksjonssyklus i lukka anlegg finn ein at det vil vere vanskeleg å forsvare skilnaden i investeringsbeløp, med mindre ein opplever heilt spesielt krevjande utfordringar som ein kan adressere ved overgang til lukka produksjon. For lukka merdanlegg med full syklus kjem ein fram til ein produksjonskostnad på kr 37,90/kg. Med utsett av 100-grams settefisk til ei lukka eining og vidare påvekst fram til slakt vert syklusen for lang og snittvekta/snitt-tettleik per eining for låg til at dette er økonomisk. Ein vil difor truleg vurdere andre produksjonsmodellar ved bruk av denne typen anlegg – anten med utsett av større settefisk eller eventuelt som mellomstasjon for produksjon av postsmolt til vidare påvekst opne merdar. I eit scenario som er analysert med kombinert lukka og open produksjon finn ein at produksjonskostnaden vert kr 32,60/kg som er monaleg lågare enn for full syklus i lukka anlegg (også her er kapasitetsutnytting eit problem, ettersom anlegget ikkje har fisk mykje av tida).

Det står att å sjå om lukka einingar i sjø vil verte tekne i bruk kommersielt og finne sin plass i oppdrettsselskapa sine produksjonsplanar. Potensielt kan lukka anlegg opne for betre høve til å levere settefisk av ønska storleik til ønska tid, å korte ned eksponeringstida i opne anlegg og å auke utnytting og omlaupssnøggleiken ved matfisklokalitetane.

Innhald

| | |
|---|----|
| KAPITTEL 0. INTRODUKSJON TIL ØKONOMISKE ANALYSAR | 1 |
| KAPITTEL 1. ØKONOMISK ANALYSE AV LANDBASERT OPPDRETT AV LAKS..... | 3 |
| 1. Innleiing | 3 |
| 2. Landbasert oppdrettsteknologi | 4 |
| 3. Økonomisk analyse: Landbasert oppdrett av matfisk | 4 |
| 3.1 Investering..... | 4 |
| 3.2 Produksjonsplan..... | 8 |
| 3.3 Produksjonskostnadar | 12 |
| 3.4 Sensitivitetsanalyser – endring i variablar enkeltvis..... | 16 |
| 3.5 Teknologisk og biologisk risiko i RAS – omsyn, kontroll og førebygging..... | 21 |
| 4. Oppsummering – matfisk på land | 31 |
| KAPITTEL 2. ØKONOMISK ANALYSE AV PRODUKSJON AV STORSMOLT | 32 |
| 1. Innleiing | 32 |
| 2. Investering – 3 000-tonns landbasert settefiskanlegg | 32 |
| 2.1 500-grams settefisk | 33 |
| 2.2 Produksjonskostnad | 35 |
| 2.3 Sensitivitetsanalyser – kostnad per 500-grams settefisk..... | 38 |
| 3. 1 000-grams settefisk | 43 |
| 3.1 Produksjonsplan..... | 43 |
| 3.2 Produksjonskostnad – 1 000-grams settefisk..... | 44 |
| 3.3 Sensitivitetsanalyser – kostnad per 1 000-grams settefisk..... | 45 |
| 4. Oppsummering – stor settefisk på land..... | 49 |
| KAPITTEL 3. ØKONOMISK ANALYSE AV PÅVEKST I OPNE MERDANLEGG..... | 50 |
| 1. Innleiing | 50 |
| 2. Føresetnader for analysen | 50 |
| 2.1 Produksjonsplan..... | 51 |
| 2.2 Investering i sjøbasert påvekstanlegg | 52 |
| 2.3 Produksjonskostnadar | 52 |
| 2.4 Lusekostnadar | 53 |
| 3. Påvekst av 500-grams settefisk..... | 53 |
| 3.1 Produksjonsplan..... | 53 |
| 3.2 Investeringar | 59 |
| 3.3 Produksjonskostnadar | 60 |
| 4. Påvekst av 1 000-grams settefisk..... | 60 |

| | |
|--|-----------|
| 4.1 Produksjonsplan..... | 60 |
| 4.2 Investeringar | 62 |
| 4.3 Produksjonskostnadar | 62 |
| 5. Påvekst av 100-grams settefisk..... | 63 |
| 5.1 Produksjonsplan..... | 63 |
| 5.2 Investeringar | 63 |
| 5.3 Produksjonskostnadar | 64 |
| 5.4 Oppsummering – påvekst av stor settefisk | 64 |
| 6. Biologisk risiko: Lus og behandlingar – konsekvensar for produksjonskvantum, kvalitet og nedklassing..... | 65 |
| 6.1 Avlusing av 100-grams settefisk..... | 67 |
| 6.2 Avlusing av 500-grams og 1 000-grams settefisk..... | 70 |
| 6.3 Oppsummering og drøfting: Avlusing av 100-grams, 500-grams og 1 000-grams settefisk | 71 |
| 6.4 Inntektsvariablar, føresetnad om behandlingarkostnad og andre omsyn | 72 |
| KAPITTEL 4. ØKONOMISK ANALYSE AV PÅVEKST I LUKKA SJØANLEGG | 74 |
| 1. Innleiing | 74 |
| 2. Tildelte utviklingsløyve til oppdrett i lukka anlegg..... | 76 |
| 3. Analyse av oppdrett i lukka anlegg..... | 79 |
| 3.1 Føresetnader..... | 79 |
| 3.2 Påvekst av 100-grams settefisk ved full konvertering alle lokalitetar til lukka anlegg | 81 |
| 3.3 Påvekst av 100-grams settefisk ved kombinert drift av lukka og opne merdar – storsmolt i lukka anlegg og påvekst i tradisjonelle merdar..... | 84 |
| 4. Oppsummering og diskusjon | 85 |
| KAPITTEL 5. OPPSUMMERING..... | 88 |
| VEDLEGG..... | 97 |

KAPITTEL 0. INTRODUKSJON TIL ØKONOMISKE ANALYSAR

Dei økonomiske analysene i denne delen av rapporten vil ta føre seg fleire alternative produksjonsmodellar for oppdrett av laks, med fokus på produksjonskostnader. Analysene vil vidareføre enkelte av dei tekniske og biologiske problemstillingane som var tema for Sintef rapport OC2018 A-033¹, heretter referert til som Sintef rapport, og i tillegg ta opp nye problemstillingar. Ein vil sjå på ulike produksjonsmodellar og presentere Økonomisk analyse av landbasert oppdrett av laks (kap 1), Økonomisk analyse av produksjon av storsmolt (kap 2), Økonomisk analyse av påvekst i opne merdanlegg (kap 3) og Økonomisk analyse av påvekst i lukka sjøanlegg (kap 4). Resultata vert oppsummert i eit sluttkapittel (kap 5).

For dei ulike produksjonssystema vil ein i hovudsak leggje til grunn same analysemetode. Ein vil typisk sjå på naudsynte investeringar, deretter etablere ein produksjonsplan, og so analysere produksjonskostnad. I analysen vil ein leggje likevektsproduksjon til grunn, dvs. den forventa situasjonen der ei bedrift har kome i full drift og opererer utan særskilde uhell. Denne analysen er tufta på Asche og Bjørndal (2011). Hovudføremålet med dette er å analysere om eit produksjonssystem vil kunne vere konkurransedyktig i marknaden etter at det har kome i «normal» drift.

Separate oversikter over investeringsbeløp, produksjonsplan og driftskostnader for kvar av dei ulike produksjonsmodellane skal kunne hjelpe lesaren til å samanlikne og vurdere dei ulike faktorane sine bidrag til produksjonskostnader og kostnadsstruktur. Investeringar i eit visst oppdrettsvolum vil variere avhengig av produksjonsteknologi, utstyrsnivå og lokalisering, mm. Vidare vil eit gjeve oppdrettsvolum ved ulike produksjonsmetodar og utstyrsnivå kunne gje grunnlag for ulik produksjon per kubikk, grunna ulike biologiske tilhøve som vasskvalitet, temperatur, straumforhold, oksygen- og lystilhøve, med meir (inkludert operasjonelle faktorar, som god drift av anlegget). Dess større investeringa er per kubikk vassvolum, dess meir avgjerande vil det vere å ha ei god kapasitetsutnytting i form av produksjon per kubikk. Til slutt vil ein vente å ha ulike driftskostnader per år ved dei ulike produksjonsformene. I sum vil alle desse tre områda vere viktige suksessfaktorar for ein konkurransedyktig kostnadsstruktur – med balanse mellom investeringsnivå, kapasitetsutnytting og driftskostnader.

Til analysen av både opne (kapittel 3) og lukka (kapittel 4) anlegg er det definert eit «basis-oppsett» for eit sett av føresetnader og ein selskapsstruktur som kan brukast i varierte driftsscenario, både for påvekst i opne og lukka merdar. Tanken bak å presentere eit slikt utgangspunkt er at det kan illustrere på ein handfast måte korleis settefiskstorleiken og teknologiske konsept i seg sjølv har betydning for selskapet – når det gjeld kostnadsstruktur, tilpassing av lokalitetar, investeringar og utfordringar med MTB («alt anna likt»). Det uheldige ved valet av faste føresetnader er at ein gjerne eigentleg ikkje vil gjere ting heilt likt under ulike driftsscenario, slik som å nytte same tal utsett per år og same tal fisk i kvart utsett ved 100-grams settefisk som ved bruk av 1 000-grams settefisk, eller likt svinn og vekst i lukka og opne anlegg.

Utover produksjonskostnadene er det naturlegvis ogso andre økonomiske problemstillingar av interesse. Her skal ein nemne berre to. Den eine er investeringsanalyse, som ein har sett bort frå her både av tidsomsyn og grunna dei produksjonssystema ein ser på. Medan det er rimeleg rett fram å sjå på investeringsanalyse for fullskala lakseproduksjon på land (kapittel 1), er det meir krevande å gjere det for produksjon av storsmolt og påvekst i opne merdar. Dette fordi dei to sistnemnde aktivitetane som regel vert gjennomført i integrerte bedrifter, som gjer det mindre naturleg med separate investeringsanalysar for dei to delaktivitetane. Eit anna tema

¹ Sjå Hilmarsen, Ø., Holte, E.A., Brendeløkken, H., Høyli, R. og Hognes, E.S. (2018). Konsekvensanalyse av landbasert oppdrett av laks – matfisk og post-smolt. SINTEF rapport OC2018 A-033. <http://hdl.handle.net/11250/2564532>

ein ser bort frå er likviditetsbudsjettering. Dette er svært aktuelt for nystarta bedrifter, og kanskje særleg for ein del av dei problemstillingane som vert analysert her. For fullskala landbasert produksjon er tilgang på kapital ei stor utfordring. For fleire av systema kan uhell i produksjonen, t.d. uventa bortfall av ein heil generasjon, føre til store problem for likviditeten og i verste fall trong for refinansiering av bedrifta eller jamvel konkurs. Sjølv om dette er interessante og viktige problemstillingar, fell dei utanfor rama for denne rapporten.

I dei økonomiske analysane vil ein spesifikt vurdere risiko, eit tema som går igjen fleire gonger i denne rapporten (sjå Del I Sintef rapport). Det er difor naturleg å starte med ei kort avklaring av omgrep – risiko og uvisse («uncertainty»). Sjølv om desse omgrepa er relaterte, er dei konseptuelt ulike. Risiko kan definerast som målbart sannsyn for framtidige hendingar. Ofte kan risiko estimerast ved å observere frekvensen på ulike utfall og på det grunnlag kan ein kome fram til ei sannsyns- eller frekvensfordeling. Uvisse derimot kan ein ikkje kvantifisere fordi ein ikkje kan predikere framtidige hendingar – noko som typisk vil vere tilfellet når ein ikkje har historiske observasjonar som kan nyttast til å etablere ei frekvensfordeling. Uvisse referer og til situasjonar der ein manglar grunnleggjande kunnskap om dei aktuelle samanhengane.

Når det gjeld risiko i lakseoppdrett, kan ein nemne døme som sjukdom, tidleg kjønsmodning, luseutbrot og ulike typar svinn. Ein kan og ha marknadsrisiko. I denne rapporten vert det sett på ulike produksjonsmodellar, inkludert «nye» teknologiar som til dels ikkje er utprøvd i stor skala eller der ein har avgrensa erfaring. Her vil det vere skilnader i risikoprofil mellom ulike konsept, men ein har framleis begrensa kunnskap om desse skilnadene. Biologisk og teknisk uvisse gjer at det ikkje er mogeleg å etablere frekvensfordelingar for viktige variablar.

For ein oppdrettar og for næringa er det svært forskjellig korleis ein kan tilpasse seg risiko og uvisse. Det er verdt å merke seg at over tid, med meir erfaring og læring, vil uvisse i alle fall for ein del variablar sitt vedkomande i større grad kunne kvantifiserast. Forsking er og viktig særleg der ein ikkje fullt ut kjenner til eller forstår samanhengar mellom variablar. I økonomisk samheng vil sensitivitetsanalysar og kunne vere nyttige for å kaste lys over ein del relasjonar der det råder uvisse, sjølv om ein ikkje kan kvantifisere frekvensfordelingar og risiko. I denne analysen vil sensitivitetsanalyser verte nytta særleg når det gjeld økonomisk analyse av landbasert oppdrett. Utover dette vert det gjort meir kvalitative drøftingar av teknologisk og biologisk uvisse der risikoen er svært vanskeleg å kvantifisere.

KAPITTEL 1. ØKONOMISK ANALYSE AV LANDBASERT OPPDRETT AV LAKS

1. Innleiing

I dette kapittelet vil ein gjennomføre økonomiske analysar av landbasert lakseoppdrett i Noreg. Målet med analysen er å gje grunnlag for å vurdere rolla denne teknologien kan ha for den norske oppdrettsnæringa si vekst og utvikling framover.

Sidan Nærings- og fiskeridepartementet fastsette nye tildelingsreglar for landbasert akvakultur med laks, aure og regnbogeaure 1. juni 2016 har ein sett ein straum av søknader og prosjektskisser for etablering av lakseoppdrett på land i Noreg. Etter at endringane i forskriftene² vart fastsett, er det opna for fortløpande og vederlagsfri tildeling av løyve til landbasert oppdrett med laks, aure og regnbogeaure. Ettersom det har vore utlyst svært få nye løyve til tradisjonell merdbasert oppdrett i sjø dei siste åra, viser det seg at interessa for alternative produksjonsformer – inkludert landbasert – er stor. Frå fastsettinga av ny tildelingsforskrift i juni 2016 og fram til inngangen av mars 2018 var det sju bedrifter som hadde fått løyve til å etablere landbasert matfiskoppdrett av laksefisk i Noreg (sjå Sintef rapport, Tabell 1). I tillegg er fleire søknader under handsaming i fleire fylke.

Sjølv om ein har lite erfaring med matfiskoppdrett av laks i landbaserte anlegg, er bruk av landbasert produksjonsteknologi ikkje ukjent for næringa. Stamfisk, klekkeri og smoltproduksjon har vore drive i landbaserte anlegg i mange tiår. Både teknologisk utvikling og læring i skjeringspunktet mellom biologi og teknologi er truleg ein viktig del av grunnlaget for den aukande interessa ein no ser for landbasert lakseoppdrett. Avgrensa høve til ekspansjon av tradisjonelt matfiskoppdrett kombinert med reguleringar, konsesjonsfritak og god lønsemd dei seinare åra har gjeve insentiv til å utvikle alternative måtar å ekspandere, der landbasert matfiskoppdrett er éi av løysingane som vert vurdert.

Den største utbygginga av landbaserte anlegg i Noreg skjer likevel innan settefiskoppdrett. Oppdrettarar søker i aukande grad å halde smolten på land for ei lengre periode, med mål om å korte ned på produksjonstida i sjø og verte mindre eksponert for smittefare, parasittar og lusebehandling. For settefisk innebar forskriftsendringar i 2016 at den tidlegare vektavgrensinga på 250 gram før utsett av smolt til sjø vart oppheva. Frå 1. juni 2016 var det dermed ikkje lengre noko øvre vektgrense for settefisk (ein kan likevel ikkje slakte direkte til konsum/matfisk ved eit settefiskløyve).

Ei sentral utvikling innan landbasert oppdrettsteknologi gjeld gjenbruk av vatn, inkludert RAS (resirkuleringsanlegg) – noko som gjev lågare vassbehov. Tilgang til vassmengder vert dermed av mindre betydning som ein avgrensande faktor for landbasert oppdrett, og ein ser i dag at anlegg vert bygd med aukande kapasitet og kompleksitet. Teknologi, innovasjon og ekspansjon i oppdretts- og utstyrsindustri globalt medverkar vidare til at investeringskostnadar går ned medan produksjonskonseptane vert betre.

Framvekst av landbasert matfiskoppdrett har kome lengre i mange andre land enn i Noreg. Når det gjeld laks, er landbasert produksjon starta i Danmark, Canada, Polen og Sveits, medan anlegg er planlagd og til dels under utbygging i fleire land inkludert USA, Kina og Sør Afrika. Også andre artar vert oppdretta i landanlegg, m.a. røye (særeg på Island), sjøtunge i

² Laksetildelingsforskrifta, Akvakulturdriftsforskrifta og Forskrift om løyve til akvakultur av andre artar enn laks, aure og regnbogeaure.

Spania og Portugal³, piggvar i Frankrike og Portugal⁴, ål i Kina og reker i hyperintensiv produksjon i Japan⁵. Ulike teknologiar vert brukt for desse oppdrettsartane.

2. Landbasert oppdrettsteknologi

Type landbasert konsept og utstyrsnivå vil kunne ha betydning både for investeringsbeløp og driftsmessig funksjon. Som utgangspunkt har denne rapporten fokus på RAS-anlegg, det vil seie landbaserte anlegg der over 90 % av vatnet vert resirkulert. Dette gjeld både for landbasert matfisk og for oppdrett av stor settefisk. Vasskjelder samt tidspunkt og andre omsyn rundt smoltifisering vert ikkje diskutert her. I oppsummeringa av kapitlet vil det verte gjeve ei risikoanalyse med drøfting av teknologisk og biologisk risiko. For definisjonar av ulike typar landbaserte anlegg og utdjupande informasjon om produksjonsteknologi vert det vist til delrapport I.

3. Økonomisk analyse: Landbasert oppdrett av matfisk

I dette kapitlet skal me gjennomføre økonomiske analyser av fullskala produksjon av laks. Teknologien som vert lagt til grunn er resirkulering (RAS), som definert i teknisk rapport. Det stiller seg stor uvisse om føresetnadene i analysen, ettersom konseptet og teknologien framleis er under utprøving når det gjeld oppdrett av matfisk – og det er enno ingen som har oppnådd ein produksjonsskala tilsvarende utgangspunktet for denne analysen. Følgjeleg er det mangelfullt datagrunnlag for å estimere både vekst, overleving, mannskapsbehov og kostnader. Det følgjer og ein ekstra risiko i investeringa, ettersom utvikling og læring går fort framover – med sjanse for at det kan verte trong for å endre på eller oppdatere komponentar og installasjonar.

Som utgangspunkt for analysen ser ein på eit anlegg med produksjonskapasitet på 5-6 000 tonn laks per år. Det vert presentert investeringar, produksjonsplan og føresetnader om driftskostnader for anlegget, og på det grunnlaget vert produksjonskostnaden per kg slakteklar laks estimert. Både investeringar, produksjonsplan og driftskostnader vil kunne variere som følgje av teknologival, automasjonsnivå, lokalisering og ikkje minst leing og drift av anlegget. Slike variasjonar er det mest uråd å ta omsyn til med det kunnskaps- og erfaringsgrunnlaget ein har i dag. Ein vil difor å ta opp enkelte relevante punkt undervegs, og elles utføre sensitivitetsanalyser med mål om å kaste lys på viktige fokusområde som [risiko og kostnadskontroll.

Kostnadsanalysen er konsentrert om produksjonskostnad ved «farm gate», det vil seie før kostnader til slakt, sal, frakt, avgifter og liknande.

3.1 Investering

Trass stor interesse for etablering av landbaserte matfiskanlegg for laks, er det i praksis stort sett snakk om anlegg i ein tidleg planleggingsfase. Det er få anlegg som er ferdigstilte og endå færre i drift. Landbaserte anlegg er heller ikkje ei hyllevare, men ei betydeleg entrepris utforma med omsyn til den enkelte kunden sine krav og den spesifikke lokaliteten. Investeringssummen vil kunne spegle både lokale tilhøve, teknologileverandøren og den enkelte kunden sine val når det gjeld bygg og anlegg – til dømes vasskjelder, resirkulerings-

³ Sjø Bjørndal, T., Guillen, J. and Imsland, A. (2016). The potential of aquaculture sole production in Europe: Production costs and markets. *Aquaculture Economics & Management*, 20(1): 109–129. <http://dx.doi.org/10.1080/13657305.2016.1124939>.

⁴ Bjørndal, T. and Øiestad, V. (2010). The Development of a New Farmed Species – Production Technology and Markets for Turbot. SNF Working Paper No. 51/10. SNF, Institute for Research in Economics and Business Administration, Norway.

⁵ Sjø Shinji, J., Nohara, S., Yagi, N. og Wilder, M. (2018). Prediction of future problems and improved management plans on bioeconomic analysis of super-intensive closed shrimp farming: a case study in Japan. *Aquaculture* (i kjømda).

grad, automasjonsnivå, vedlikeholdsutstyr (reinseanlegg e.l.) og utstyr relatert til drifts-tryggleik (back-up i energitilførsel, knappleik eller margin i dimensjonering, løysingar for smittereduksjon og biotryggleik, samt gjennomtenkte system for jamn og stabil filtrering og sirkulering, etc.).

Ettersom landbaserte anlegg utgjer store, samansette prosjekt heller enn eit standard produkt, kan det vere utfordrande å samanlikne ulike prosjekt direkte. I tillegg vil ulike leverandørar kunne ha ulike kontraktsformat, inkludere eller ekskludere ulike ting frå overslaget (til dømes tomteutbygging, røropplegg, vassinntak- og uttak, osv.), ha ulik erfaring med å levere til tid og på budsjett, samt ulik praksis med å tilby opplæring, oppstartsstøtte og vidare oppfølging av kunden i ettertid. Når det er snakk om prosjekt i slik skala og omfang som dette kan desse punkta vere av stor betydning, men er vanskeleg å ta omsyn til i ei generell analyse. Elles vil skilnader i anleggsinvesteringar kunne ha direkte følgjer for driftskostnadene – noko som heller ikkje vert spegla i ei «generell» analyse – som til dømes ein auke i investeringar i automatisert reinhald, med tilhøyrande reduksjon i drift- og vedlikehaldskostnader.

Tabell 1 viser investeringar i RAS-anlegg med estimert årleg produksjonskapasitet frå 1 200 til 6 000 tonn levande vekt (kun bygg og anlegg, ikkje tomt). Estimata kjem frå Billund Aquaculture Services AS, ei av bedriftene med størst erfaring innan leveranse av landbaserte RAS-anlegg⁶. Samla investeringar aukar frå 120 mill. kr for eit 1 000-tonns anlegg til 580 mill. kr for eit 6 000-tonns anlegg. Når ein ser på investeringar per kg produksjonskapasitet, er desse fallande frå kr 125,00 per kg kapasitet for 1 200-tonns anlegget til kr 99,00 per kg ved 3 600-tonns og kr 97,00 per kg for både 4 800-tonns og 6 000-tonns anlegg. Dette er ein indikasjon på stordriftsfordelar i produksjonen for volum opp til 4 800 tonn, men utflating deretter.

Når det gjeld automasjon- og utstyrsnivå, vil desse estimata kunne inkludere Scada system med automatisert kontroll av pumper, trommelfilter mm., samt reinhaldssystem for biofilter og ph, salinitet- og temperaturkontroll. Skal ein i tillegg ha ulike løysingar for produksjonslinjer og integrering av viktige prosessar utanom sjølv RAS-systemet – som sortering og flytting av fisk, fôrsystem, innlaupssystem, slam og utlaup, temperaturstyring osv. – vil nok dette kome i tillegg⁷. Det er gjeve antydning om at skilnaden mellom det mest og minst avanserte utstyrsnivået kan vere om lag 20 %.

For 6 000-tonns anlegget utgjer kostnaden for bygning 159,7 mill. kr eller 27,5 % av investeringane. RAS-utstyret er 246,9 mill. kr, tilsvarande heile 42,5 % av investeringane. Investeringane inkluderer klekkeri, men ikkje slakteri.

⁶ Billund har over 30 års erfaring innan design, installasjon, drift og service av RAS. Prosjektreferansar inkluderer 500 RAS (125 prosjekt) i 28 ulike land. Medan selskapet har leveransar av RAS til over 25 ulike salt- og ferskvassartar, er 90 % av noverande inntekter relatert til laksenæringa.

⁷ I dei tidlege systema som er tekne i bruk har det gjerne ikkje vore etablert automatisering av slike prosessar.

Tabell 1. Investeringar i landbasert RAS anlegg for ein estimert produksjonskapasitet på 1,200-6,000 tonn levande vekt. NOK '000

| Produksjonsmål (tonn) | Investeringar, NOK ^{a)} | | | | |
|--|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 1 200 | 2 400 | 3 600 | 4 800 | 6 000 |
| Tankvolum (m³) | 9 000 | 18 000 | 27 000 | 36 000 | 45 000 |
| Bygg total: | | | | | |
| Bygning | 41 590 | 66 484 | 86 963 | 113 887 | 159 699 |
| Elektriske installasjonar | 9 249 | 17 069 | 20 250 | 26 519 | 31 679 |
| Andre inst. (ventilasjon etc.) | 7 676 | 13 991 | 15 013 | 19 661 | 22 220 |
| Betongarbeid (filter og fisketankar) | 19 379 | 63 105 | 70 660 | 92 536 | 109 043 |
| Sum bygg | 77 894 | 160 648 | 192 886 | 252 604 | 322 641 |
| Vassbehandling og div. utstyr: | | | | | |
| Vassbehandling | 67 448 | 110 690 | 157 022 | 205 636 | 246 886 |
| Ymse | 5 034 | 5 596 | 6 983 | 9 145 | 10 863 |
| Sum vassbehandling/div. utstyr | 72 482 | 116 287 | 164 005 | 214 780 | 257 749 |
| Sum investering | 150 375 | 276 935 | 356 891 | 467 384 | 580 391 |
| Investering, NOK per kg levande vekt | 125 | 115 | 99 | 97 | 97 |
| Investering, NOK per m ³ karvolum | 16 708 | 15 385 | 13 218 | 12 983 | 12 898 |

a) Investeringane er opprinneleg gjevne i Euro (€) og har vorte rekna om til NOK ved bruk av gjennomsnittslig NOK/EUR vekslingskurs i 2017: 9,3271 (Norges Bank, 2018).

Kjelde: Billund Aquaculture Service A/S. Sjø presentasjon av Bjarne Hald Olsen (daglig leiar), ved TEKSET – Innovasjon for settefisk, 15. Februar 2017: <http://tekset.no/wp-content/uploads/2017/02/25-Olsen.pdf>.

Som vist i Tabell 1, vil investeringane i dei ulike anlegga gje eit oppdrettsvolum som varierar frå 9 000 m³ til 45 000 m³. I kvart tilfelle inneber dette ein årleg produksjon på om lag 111,1 kg levande vekt per m³ produksjonskapasitet per år. Dette svarar til om lag 0,30 kg per m³ per døgn. Den faktiske produksjonen ein greier å oppnå per m³ i anlegget kjem an på både svinn, tilvekst og fisketettleik, som igjen kjem an på vasskvalitet, biologi, fiskehelse og trivsel, anleggsdesign, produksjonsplanlegging og god drift. Det er uvisse når det gjeld mange av desse faktorane, noko ein vil kome tilbake til under produksjonsplan og risikoanalyse.

Per i dag er det rapportert at prestasjonen i enkelte RAS-anlegg i drift ser ut til å kunne indikere ein produksjon på rundt 0,35 kg per m³ per døgn, ei betring på 40 % frå nivå på rundt 0,25 kg for 1-2 år sidan. Dersom produksjonen kunne verte betra tilsvarende som dei beste generasjonane som har vorte oppnådd til no, kan ein sjå føre seg eit mål om 0,5 kg per m³ per dag. Det som er viktig å notere seg i ein budsjetterings- og planleggingsfase er at produksjonskapasitet i landbaserte anlegg er eit estimat, og ein vil ha risiko for avvik frå dette estimatet. Forventningsnivået ein set for produksjonen vil vidare sette eit utgangspunkt for eksponering til avvik på oppsida eller nedsida.

Investeringane som skildra over er basert på eit RAS-anlegg med sentralisert vassbehandlingssystem, dvs. eitt RAS. Det vil innebere at vatnet i dei ulike tankane vert reinsa og resirkulert i same filtreringssystem før det går tilbake til fisketankane igjen. Med tanke på utbrot av bakteriar og smitte i systemet vil dette vere ein risiko, ettersom bakteriar vil verte sirkulert i eit sams vassystem for heile anlegget. Sjukdomsutbrot vil dermed kunne føre til store tap av fisk, samt nedetid i heile produksjonsanlegget dersom nedvask og desinfisering vert naudsynt. Ein investor som ynskjer å etablere kapasitet for å produsere eit visst kvantum vil

dermed måtte gjere ei avveging mellom investeringssum og risikoprofil i utforminga av eit slikt anlegg. Dette temaet vil ein kome tilbake til i risikoanalysen.

Med utgangspunkt i investeringsanslaget for eit 6,000-tonns RAS-anlegg som presentert ovanfor, vil me sjå på årlege kapitalkostnader. For å kunne kalkulere kapital-kostnadene, må ein og ta omsyn til investering i tomt og rentefot. Her legg ein fylgjande føresetnader til grunn:

-Tomt 54 mål.

-Pris kr 500.000,00 per mål.

-Rentefot: 4 % p.a.

Når det gjeld arealbruk, legg ein til grunn eit arealbehov for bygningsmasse på 6 m² per tonn produksjonskapasitet samt ein faktor på 1,5 for totalt arealbehov inkludert infrastruktur (sjå dimensjonerande kriterium i Tabell 3, SINTEF-rapport). For eit 6 000-tonns anlegg gjev dette eit arealbehov på 54 mål. Tomtepris vil variere svært mykje frå plass til plass. Pris per mål vert sett til kr 500 000, men tomteprisen på kr 27 mill. er likevel berre eit anslag på denne kostnaden. Når det gjeld rente, legg ein til grunn ei *realrente* på 4 %⁸. I sensitivitetsanalysane vil ein vurdere konsekvensane av ei høgare rente. Ettersom ein skal vurdere prosjektet over ei rimeleg lang levetid, er det naudsynt å operere med realverdiar.

Tabell 2 gjev årlege kostnader til rente og avskrivningar. Ein har her lagt til grunn annuitetsprinsippet slik at sum rente og avskrivning er det same frå år til år.

Tabell 2. Investering og årleg rente og avskrivning for eit 6,000-tonns RAS-anlegg

| INVESTERINGAR | Investeringsbeløp 6 000 tonn | Levetid | Årleg rente- og avskrivningskost ^{a)} |
|---|---------------------------------|---------|---|
| Tomt | 27 000 000 | - | 1 080 000 |
| Bygg: | | | |
| Bygning | 159 698 606 | 20 | 11 750 903 |
| Elektriske installasjonar | 31 679 495 | 15 | 2 849 289 |
| Andre installasjonar i (ventilasjon etc.) | 22 219 950 | 15 | 1 998 487 |
| Betongarbeid (filter og fisketankar) | 109 043 126 | 20 | 8 023 584 |
| Sum bygg | 322 641 178 | | 24 622 262 |
| Vassbehandling og div. utstyr | | | |
| Vassbehandling | 246 886 472 | 20 | 18 166 339 |
| Ymse | 10 863 003 | 10 | 1 339 310 |
| Sum vassbehandling/div. utstyr | 257 749 474 | | 19 505 649 |
| Sum investering | 607 390 652 | | 45 207 911 |
| NOK per kg prod.kapasitet (levande vekt) | 101.2 | | 7.5 |
| NOK per kg tankvolum (m ³) | 13 498 | | 1 005 |

a) Det er inga avskrivning av verdi på tomta, berre rente.

Økonomisk levetid for dei ulike komponentane av investeringane er gjeve i Tabell 2. Det er ikkje avskrivning på tomta. Levetida for dei ulike komponentane varierer mellom 10-20 år. Sjølv om den tekniske levetida vil kunne vere lenger, er den teknologiske utviklinga slik at økonomiske levetid vert kortare. For det aktuelle anlegget vil årleg rente og avskrivning utgjere kr 44,7 millionar. Dette tilsvarar kr 7,50 per kg produksjonskapasitet (levande vekt).

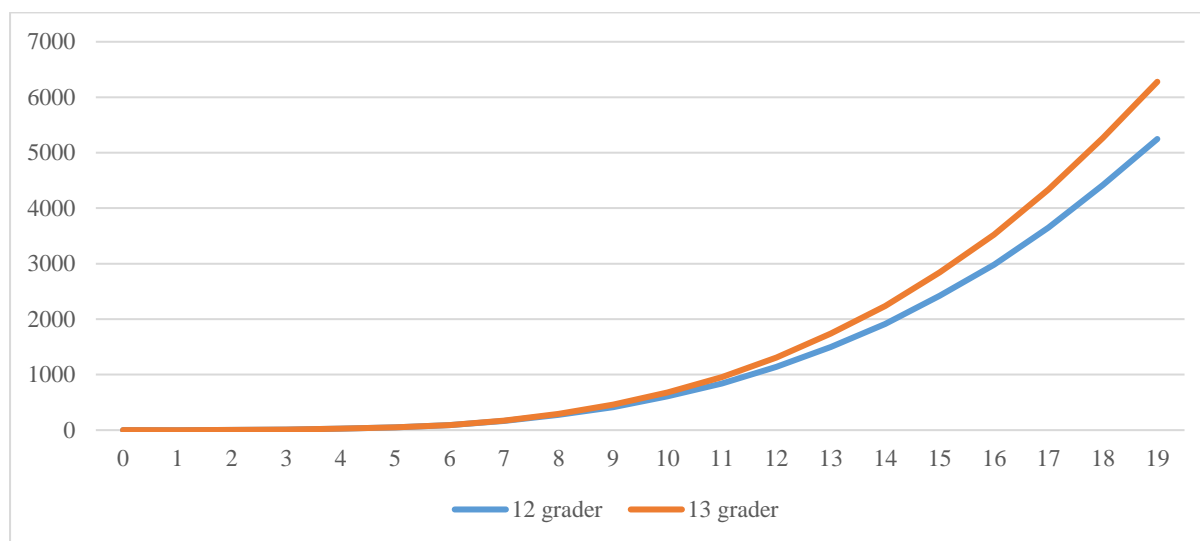
Me går no vidare med å utarbeide ein produksjonsplan og driftskostnader for dette eksempel-anlegget.

⁸ Dette inneber at ved inflasjon på t.d. 3 %, vil nominell rente vere 7 %.

3.2 Produksjonsplan

I lakseoppdrett er det den biologiske prosessen med å føre opp fisk frå rogn til slakteklar storleik som er kjerneverksemda for bedrifta. Produksjonsplanen består difor av variablar som innlegging av rogn, fôring, vekstrate, fiskedød og slakt – som igjen er grunnlag for produksjonskostnadar og lønsemd.

Med store investeringar i utstyr og anlegg er det sentralt å utnytte kapasiteten i produksjonsanlegget så godt som råd. For anlegget på 6 000-tonn har ein teke utgangspunkt i utsett og slakt av fire generasjonar fisk per år. På grunn av lite erfaringsdata er det vanskeleg å vite kor fort laksen vil vekse under dei vekstilhøva ein har i landbasert oppdrett. Figur 2 viser ei vekturve som per i dag kanskje er litt «optimistisk», med ei vekstperiode på 19 månader frå 0,2 gram til 5 kg ved ein temperatur på 12 grader. Den estimerte vekstkurva ved ein temperatur på 13 grader er også vist til samanlikning (det er antatt at ein temperatur på 12 grader er meir på den sikre sida med tanke på biologisk risiko, til dømes for tidleg kjønnsmodning).



Figur 1. Vekturve for laks – vekt i gram per fisk. Månad 0-19 (startvekt 0,2 gram)

Vekstkurver i produksjonsplanlegging vert gjerne estimert som ein funksjon av temperatur og vekstrate (vekstfaktorar) eller veksttabell. Eit eksempel på dette er TGC, *thermal growth factor*, som er lagt til grunn for å estimere vekst i denne analysen. Vekstkurvene i figuren over er utrekna ut frå ein TGC på 2.7 frå ca. 100 gram og oppover (som er vanleg å oppnå i sjø), samt ein vassstemperatur på høvesvis 12 og 13 grader heile året. Vekstprofilen til laks er svært avhengig av temperatur, og ein ser dermed monalege variasjonar i vekst mellom vinter og sommar for laks som står i sjø. Ein fordel i landbasert er at ein kan ha kontroll med viktige vekstilhøve som temperatur og lys, noko som gjer at ein kan vente å oppnå kortare produksjonssyklus i landbaserte anlegg.

Om ein skulle basere seg på erfaringar i RAS-anlegg så langt, burde ein kanskje leggje til grunn ei vekstperiode på nokre månader lengre, og/eller slakt ved ei lågare vekt enn 5 kg. Ei antyding kunne vere i overkant av 21 månader frå startfôr til slakt, som er lengre enn det som gjerne har vore «budsjettert» med i kalkylar for landbasert laks, inkludert i grafen ovanfor. Det er elles rapportert å vere betydeleg variasjon i vekstkurver, slaktestorleik og tid fram til slaktevekt for kvar generasjon⁹. Potensialet som ligg i å ha stor kontroll med vassinntak

⁹ Vekstutfordringar ser ut til å kome særleg frå ein storleik på 1,5 kg og oppover, ettersom fisken på dette stadiet verkar meir følsam for miljø, vasskvalitet og endringar (til dømes relatert til fôr) samanlikna med smolt og post-smolt.

(smittekjelder), temperaturstyring og diverse veksttilhøve er dermed enno ikkje demonstrert på konsistent basis i kommersiell produksjon, så vidt me veit.

For oppdrett av laks fram til 100 gram har ein betre erfaringsgrunnlag for vekst og overleving i landbaserte anlegg. I denne fasen av vekstsyklusen har ein lagt til grunn ei vekstkurve frå startfôr fram til 92 gram som vist under. Det er her estimert at laksen vil vekse frå yngel på 0.2 gram til smolt på 92 gram i laupet av seks månader (Tabell 3).

Tabell 3. Vektutvikling frå startfôr fram til 92 g

| Månad (start) | Vekt (g) per fisk |
|---------------|-------------------|
| 0 | 0.2 |
| 1 | 0.8 |
| 2 | 3.1 |
| 3 | 8 |
| 4 | 24 |
| 5 | 50 |
| 6 | 92 |

Tabell 4 viser vidare føresetnader for produksjonsplanen. Det er lagt opp til fire mottak av rogn per år, med 432 874 egg per levering. Det vil seie at ein over tid også vil slakte fire generasjonar per år. Over perioden frå utsett av rogn til slakt er det estimert eit svinn på 30 prosent, målt i tal individ¹⁰. Som vist i tabellen vert det teke utgangspunkt i eit svinn på 5 % frå rogn til 0.2 g; deretter 5 % per måned i dei tre fyrste månadene på startfôr. Vidare er det lagt til grunn 1 % månedleg svinn fram til vaksineringsmånad. Desse fiskane døyrr naturleg eller vert sortert ut etter kvart som ein ser levedugleiken til fisken. I vaksineringsmånad er det gjerne igjen litt høgare svinn; 5 % døyrr eller vert sortert ut grunna dårleg helse. Vidare er det rekna med at den fisken som er igjen vil vere sterke og greie seg godt, og ein går ut frå svinn på 0.5 % per måned fram til slakt.

Tabell 4. Føresetnader for produksjonsplan

| | |
|--------------------|---|
| Produksjonsperiode | Klekkeri: 6-10 veker til 0,2 g. Startfôring og påvekst: Utsett 0.2-g yngel i måned 0 med slakting over tre månader (månad 17-19). |
| Rogn per utsett | 432 874 egg |
| Svinn (i stk fisk) | Klekkeri (frå egg til 0,2 g): 5 % Tre fyrste månader på startfôr: 5 % per måned Vidare 1 % månedleg fram til vaksineringsmånad I vaksineringsmånad 5 % svinn Vidare 0.5 % dødelegheit per måned fram til slakt. Over livssyklusen gjev dette eit totalt svinn på 30 % (inkludert rognstadium), med mesteparten av tapet i tal fisk tapt i dei fyrste månadene. |
| Vaksineringsmånad | Vaksineringsmånad i måned 5, med startvekt 50 g. |
| Årleg produksjon | 6,000 tonn |

¹⁰ Denne produksjonsstrategien inneber at ein tek ut dei individa som ikkje viser optimal vekst og utvikling tidleg i produksjonsfasen. Dette vil i så fall vere venta å redusere smitterisiko frå mindre friske individ, samt legge til rette for best mogeleg vekst totalt sett, med lågt svinn blant stor fisk.

| | |
|--------------------------------------|--|
| Slakting | Månadleg slakt er ca 102 781 fisk, med slakt over tre månader per generasjon (fyrste slakt frå anlegget skjer fyrst i driftsår nummer to). |
| Slaktevekt | Snittvekt 4,9 kg (frå 3,7-6,2 kg frå starten av månad 17 til slutten av månad 19). |
| Biologisk førfaktor (FCR) | 0.9 i månader 0-11 (800 g), deretter 1.15. |
| Årleg forkvantum | 6 801 tonn |
| Vekstfaktor (TGC) og vassstemperatur | TGC 2.7 (frå 92 gram) og vassstemperatur 13 grader. |

At produksjonsplanen vert realisert er avgjerande på mange måtar – den vil bestemme salskvantum, realisert kapasitetsutnytting i anlegget og kostnad per kg produsert. Ved oppstart av eit nytt anlegg er det spesielt krevjande å predikere både overleving og vekst. Produksjonstida er lang – det vil kunne vere nær to år mellom tidspunktet ein kjøper inn rogn til tidspunktet ein har slakteklar fisk i siste produksjonsavdeling i anlegget. Utforming av produksjonsplan og dimensjonering av anlegg vil vere gjort basert på venta vekstkurve og fastsette tettleiksgrenser i kvar avdeling og vekstfase. Eit døme på inndeling av eit RAS-anlegg i ulike avdelingar er vist i Tabell 5.

Tabell 5. Døme på avdelingar i eit RAS-anlegg

| Avdeling | Vekt (g/fisk) | Tettleik (kg/m ³) |
|------------------|---------------|-------------------------------|
| Starforing | 2 | 22 |
| Yngel | 10 | 35 |
| Pre-smolt | 50 | 60 |
| Smolt | 100 | 50 |
| Uvekst/postsmolt | 400 | 65 |
| Påvekst 2 | 2 000 | 70-90 ^{a)} |
| Påvekst 3 | 5 000 | 70-90 ^{a), b)} |

a) Tettleik for stor fisk er uttalt å vere svært avhengig av systemdesign. Ved til dømes eitt vassutbyte per time bør ein truleg ikkje overstige 60 kg/m³, medan det er venta at to vassutbyte per time potensielt kan tillate 90 kg/m³.

b) Det er antyda òi påvekstavdeling per 1 000 tonn produksjonskapasitet.

Med vekst og svinn som stipulert vil ein nå planlagt maksimum tettleik i ei avdeling etter ei viss tid, og fisken vil gå over i neste avdeling, osv. Ved avvik frå stipulert vekst vil dette kunne verte eit problem. I eksisterande anlegg har ein til dømes hatt problem med at den største fisken ikkje har nådd slaktevekt til planlagt tid, og som konsekvens vert produksjonslinja forstyrta, med overfylte smoltavdelingar (der fisken har hatt god vekst), og stor fisk i den andre enden av anlegget som ikkje har vorte slakteklar innan nye settefisk skal inn i dei aktuelle påvekstavdelingane.

Slaktestrategien til det enkelte anlegget vil variere alt ettersom ein har eige slakteri eller leverer fisken til slakt eksternt. Her kjem det inn kapasitetsomsyn både i produksjonen og i slakteriet dersom ein har eige slakteri på huset. Anleggsutforming og logistikk vil nok vere svært viktig også i denne samanhengen, men i denne analysen vert det ikkje gått nærare inn på dette. I tillegg avgrensar ein detaljnivået til månadlege tal, noko som gjer at analysen vert simplifisert samanlikna med behovet for planlegging ved etablering av ei reell bedrift og produksjonslinjer. Desse forenklingane, saman med at ein ikkje har detaljert anleggsinndeling og dimensjonering på avdelingsnivå, gjer også at ein i realiteten ikkje har kartlagt tettleiks-

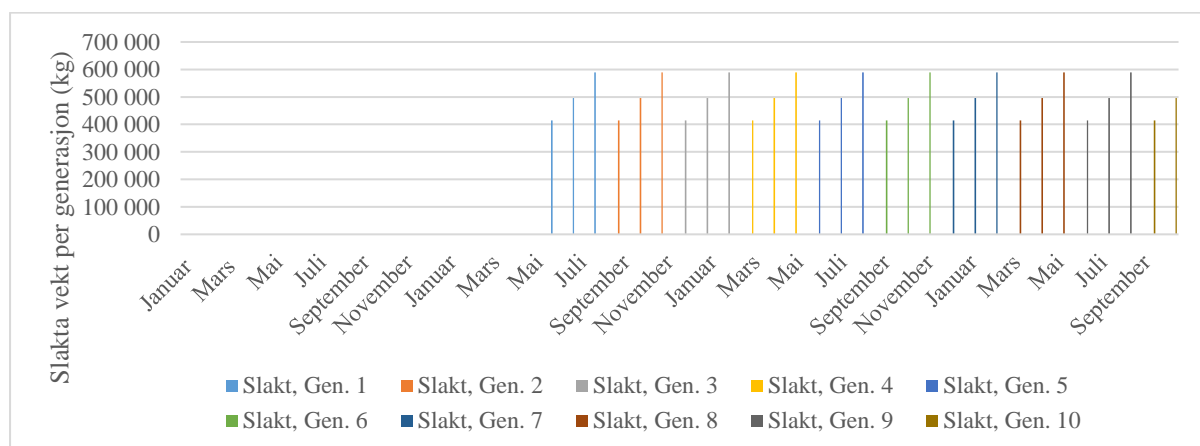
grensene som vil gjere seg gjeldande i koplinga mellom produksjonsplanen og produksjonsanlegget i eksempelet.

Dømet under skisserer ein situasjon med slakt kvar måned – noko som i så fall inneber at kvar generasjon vert slakta over ein periode på tre månader (månad 17 til og med 19) for å ha kontinuerleg slakting kvar måned. Slaktevekta vert då i snitt 4.9 kg, men med stor variasjon frå starten til slutten av slakteperioda som vist i Tabell 6. Som produksjonsplanen viser er det lagt opp til at ein slaktar ut like mange fisk per dag over tre månader for kvar generasjon. Slaktevekta per fisk aukar då frå eit snitt på 4,0 kg i fyrste slaktemånad til 4,8 kg i andre måned og 5,7 kg i måned tre (minimum ca 3,6 kg, maksimum ca 6,2 kg). Månadleg slaktekvantum aukar då frå 414,6 tonn i måned ein til 588,8 tonn i måned tre. Til saman får ein dermed eit estimert slaktekvantum på 1 500 tonn per generasjon, og 6 000 tonn totalt for fire generasjonar per år. Slakting per generasjon er vist i Tabell 6.

Tabell 6. Slakt per generasjon

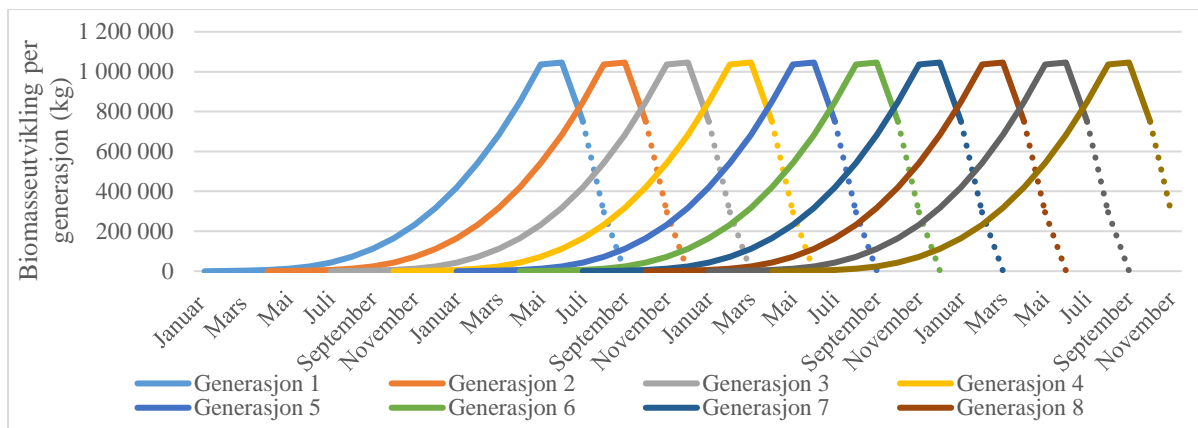
| | Snittvekt | Tal fisk (snitt) | Total slaktevekt (tonn) | Tonn per dag (snitt) | # per dag (30 dagar drift) |
|----------------------|-----------|------------------|-------------------------|----------------------|----------------------------|
| Mnd 1 | 4.0 | 102 782 | 414.6 | 13.8 | 3 426 |
| Mnd 2 | 4.8 | 102 782 | 496.6 | 16.6 | 3 426 |
| Mnd 3 | 5.7 | 102 782 | 588.8 | 19.6 | 3 426 |
| Per generasjon, sum: | 4.9 | 308 345 | 1 500 | | |

Over tid vil ein då ha ein slakteplan som skissert i Figur 2. Som figuren viser vil slakt målt i vekt – og dermed månedleg inntekt – variere ein god del frå måned til måned under denne strategien, medan talet fisk slakta per dag er sett likt. Trass variasjonar i slakta volum vil bedrifta kunne ha rimeleg jamn levering frå anlegget. I praksis vil både skala, logistikk, eventuelle vekstutfordringar og marknadspreferansar (pris på ulike storleikar av fisk og prisvariasjonar over tid) vere av betydning for bedrifta sin optimale slaktestrategi.



Figur 2. Slakteplan fire fyrste år

Under desse føresetnadene kjem ein fram til ei biomasseutvikling per generasjon i anlegget som illustrert i Figur 3 (basert på snittvekt og gjennomsnittleg tal fisk i månaden).



Figur 3. Biomasseutvikling per generasjon

3.3 Produksjonskostnader

Variable kostnader

Føresetnader for variable driftskostnader er gjeve i Tabell 7. Ein reknar med 22 tilsette som vil gje 11 tilsette per skift. Årleg lønskostnad inkludert sosiale kostnader er sett til kr 641.000,00. Det er i tillegg eit årsverk for førefallande arbeidsoppgåver som er løna noko mindre. Som tabellen viser, vil ein del kostnadsartar som fôr, oksygen og slamkvantum vere direkte relatert til produsert kvantum. Andre kostnader, t.d. lønskostnader, administrasjon og elektrisitet, vil derimot ikkje variere direkte med produsert kvantum. Det er difor avgjernade å oppnå god kapasitetsutnytting for å redusere gjennomsnittskostnaden per kg produsert.

Med utgangspunkt i produksjonsplanen kan me estimere eit årleg fôrkvantum på 6,743.6 tonn, som gjev ein økonomisk fôrfaktor på 1.12. Med ein fôrkostnad på 14 kr per kg vert den årlege fôrkostnaden kr 94.4 millionar.

Tabell 7. Føresetnader – variable kostnader

| | |
|---|---|
| Tilsette i produksjon | 22 tilsette (som gjev 11 tilsette per skift). Lønskost kr 640.900 per årsverk, inkl. 30 % sosiale kostnader. Årsløn basert på SSB (201 6) kategori 6221 akvakulturarbeidar, fulltid, privat sektor. Tal for 2015, justert til 2017-nivå (KPI 2015 = 100, januar 2017 = 104.2). |
| Evt. andre tilsette, t.d. reinhald (ikkje akvakultur-/produksjonsmedarb.) | 1 person Lønskost kr 455,000 per årsverk, inkl. 30 % sosiale kostnader |
| Pris på rogn | Kr 1.50 per egg (kr 1-1.6 avhengig av genetikk) Innkjøp ca 1 731 496 stk. egg per år |
| Pris på fôr | Kr 14 per kg Forbruk ca 6 800,9 tonn per år |
| Pris på vaksine | Kr 1.8 per vaksine (kr 1.5-2.0 per vaksine avhengig av innhald). Innkjøp ca 1 385 714 stk vaksiner per år. |
| Straum ^{a)} | NOK 0.80 per kwh. (inkludert nettleige) Forbruk 6 kwh per kg produksjonskapasitet |
| Oksygen | NOK 2.60 per kg Forbruk 0.9 kg per kg realisert produksjon (fôring) |

| | |
|--|---|
| Slamhandtering/avhending | NOK 800 per tonn (variasjonsområde kr 130-2000). Kvantum 1.5 kg slam (før tørking) per kg fôring, totalt ca 9,000 tonn slam per år |
| Trygding biomasse | 2,5 % av påkomne variable kostnader. <i>Det er viktig å påpeike at det her er stor uvisse og at dette ikkje er tufta på realisert trygdekostnad i landbasert matfisk. Det er døme på trygdelag som førebels ikkje vil trygde matfisk i RAS, og ein har difor ikkje reelle tal for faktisk forsikringspremie i landbasert matfiskoppdrett.</i> |
| Andre kostnader | |
| Lut/bikarbonat/PH-justering | Kr 1.7 per kg Forbruk 0,1 kg per kg realisert produksjon (fôring) |
| Medisin, laboratorium, veterinærtenester | Kr 500 000 |
| Diverse kostnader (trivsel/hushald/anna) | Kr 500 000 |

- a) Straumforbruk er her sett som bestemt av produksjonskapasitet og er dermed rekna som ein indirekte kostnad. Forbruk av oksygen, lut og slamhandtering er sett som bestemt av realisert produksjon, uttrykt ved fôrkvantum, og er dermed rekna som ein direkte kostnad. Ved avvik frå planlagt produksjonskvantum (sjå sensitivitetsanalyser) vil direkte kostnader som fôr, oksygen, lut og slambehandling samvarierte med produksjonsavvik, medan indirekte og faste kostnader på kort sikt ikkje vil gjere dette.

Faste kostnader

Leiting av bedrifta vert rekna som ein fast kostnad her. Ein har fem personar i leiarstilling med lønnskostnad kr 975.000,- per årsverk inkludert sosiale utgifter (Tabell 8).

Estimat på vedlikeholdsutgifter er 1,5 % av investeringskost per år over anlegget si levetid for å halde det i god stand¹¹. Det bør i praksis vere relativt lite vedlikehald tidleg i perioden, men behovet aukar etter kvart med slitasjen.

Rente og avskrivningar er klart viktigaste komponent av faste kostnader. For arbeidskapitalen er det brukt ei rente på 4 % - den same renta som er brukt på investeringa. Trygdekostnad for biomassen er estimert ut frå ein sats på 2.5 %, med variable produksjonskostnader som forsikringsgrunnlag. Denne satsen vil truleg kunne vise seg urealistisk, ettersom den er gjeve med tanke på settefisk og ikkje tek høgde for auka teknologisk og biologisk uvisse. Satsen føreset ein eigendel på 20 %. Ein eventuell auke i eigendelen til 30 % ville gje 15-20 % lågare forsikringskostnad.

For bygg er trygdesatsen 0.6 promille, og for maskiner og prosessutstyr 2.5 promille. Både når det gjeld fisk, bygg og anlegg er det viktig å notere at trygdepremien kan variere monaleg frå bedrift til bedrift, alt etter tidlegare hendingar og utbetalingar, samt lokalisering, type bygg og anlegg og andre faktorar som kan påverke vurderinga av risikoprofil. Ein viktig merknad når det gjeld forsikring er at tala her er basert på informasjon om forsikring av landbasert settefiskoppdrett. Det er grunn til å tru at desse forsikringstilbyderane ikkje vil vere villige til å forsikre matfiskoppdrett til vilkår som dette, og faktisk har nokon uttrykt skepsis til å forsikre slik drift i det heile på dette stadiet (sjå risikoanalyse avslutningsvis i dette kapitlet).

¹¹ Vedlikehald er prinsipielt sett ein variabel kostnad, men vert her rekna som fast.

Tabell 8. Føresetnader – faste kostnader

| | |
|---------------------------------|---|
| Leiing | 5 leiarar Lønnskost kr 975.000 per år, inkl. 30 % sosiale kostnader |
| Vedlikehald/service | Årleg kostnad 1.5 % av opprinneleg investeringsbeløp |
| Trygding bygg og anlegg per år: | Bygg: 0.6 promille Maskiner og prosessutstyr: 2.5 promille Sum kr 840 658 |

Produksjonskostnader per kg

Ein kan no estimere samla produksjonstkostnader per år (Tabell 9). Dette er gjort etter at bedrifta har kome i full drift og er i ein «likevektssituasjon». Det vil ta tid å nå ein slik situasjon, og i denne perioden kan behovet for driftskapital vere stort, særleg dersom ting ikkje utviklar seg som planlagt. Dette er forhold ein ser bort frå i denne delen av analysen, og føreset at produksjonen skjer utan vesentlege uhell slik at kapasiteten vert fullt utnytta. I sensitivitetsanalysane vil ein sjå på tilfelle der dette ikkje skjer.

Tabell 9. Totale produksjonskostnader per år og gjennomsnittskostnad per kg levande vekt

| | Kostnad per år | % | Kr/kg levande | Kr/kg WFE |
|---|--------------------|--------------|------------------|--------------|
| Rogn | 2 597 244 | 1 % | 0.4 | 0.5 |
| Fôr | 95 212 747 | 39 % | 15.9 | 16.9 |
| Vaksiner | 2 494 284 | 1 % | 0.4 | 0.4 |
| Lønnskostnad | 14 099 801 | 6 % | 2.3 | 2.5 |
| Energikostnad | 28 800 000 | 12 % | 4.8 | 5.1 |
| Oksygen | 15 914 131 | 6 % | 2.7 | 2.8 |
| Slambehandling | 8 161 093 | 3 % | 1.4 | 1.5 |
| Andre variable kostnader | 4 156 155 | 2 % | 0.7 | 0.7 |
| Trygding biomasse | 4 235 886 | 2 % | 0.7 | 0.8 |
| Rente på arbeidskapital | 7 699 914 | 3 % | 1.3 | 1.4 |
| Sum variable kostnader | 183 371 256 | 75 % | 30.6 | 32.6 |
| Leiing (løn) | 4 875 000 | 2 % | 0.8 | 0.9 |
| Diverse kontorhald, administrasjon og rapportering | 2 000 000 | 1 % | 0.3 | 0.4 |
| Trygding bygg og anlegg | 840 658 | 0 % | 0.1 | 0.1 |
| Vedlikehald/service | 9 110 860 | 4 % | 1.5 | 1.6 |
| Avskrivningar og rentekostnad på investering/fast kapital | 45 207 911 | 18 % | 7.5 | 8.0 |
| Sum faste kostnader | 62 034 429 | 25 % | 10.3 | 11.0 |
| Totale produksjonskostnader | 245 405 685 | 100 % | 40.9 | 43.6 |

Produksjonskostnad utgjer kr 40.30/kg levande vekt, noko som tilsvarar kr 43.00/kg WFE (omrekningsfaktor 1,067). Faste kostnader utgjer heile 25 % av dette, med avskrivningar og rente 18 %. Variable kostnader utgjer 75 %. Fôr er klart viktigaste kostnadsart (39 %). Andre viktige kostnadsartar er energi (12 %), løn (6 %) og oksygen (7 %).

Til samanlikning gjev Tabell 10 gjennomsnittleg produksjonskostnad i norsk oppdrett for 2016 basert på Fiskeridirektoratet sine undersøkingar. I 2016 er produksjonskostnaden kr 30,60/kg WFE, dvs. kr 12,40 lågare per kg enn i det landbaserte anlegget.

Her må ein ta omsyn til at tala til Fiskeridirektoratet er basert på rekneskapsdata. Netto rentekostnadar i Tabell 10 er null - eit resultat av svært stor soliditet i oppdrettsbedriftene. Verdi av løyve ("konsesjon") er heller ikkje teke med. Dersom ein set verdi per løyve til 90 mill. kr¹² og eit løyve gjev grunnlag for produksjon på ca. 1 300 tonn¹³, vil rente på løyve utgjere kr 2,8/kg. Rentekostnadene ville auke endå meir dersom ein rekna alternativkostnad og på annan kapital investert i bedrifta. Det er og rimeleg å tru at renter og avskrivningar på alternativkostnad ville vere høgare enn det som er presentert i tabellen. Dette vil medvirke til å redusere skilnaden mellom dei to alternative produksjonsformene.

Tabell 10. Produksjonskostnad per kg WFE. 2016

| | Kr/kg WFE, 2016 |
|----------------------------------|--------------------------------|
| Smoltkostnad pr. kg | 3.2 |
| Fôrkostnad pr. kg | 14.6 |
| Forsikringskostnad pr. kg | 0.1 |
| Lønnskostnad pr. kg | 2.3 |
| Avskrivningar per kilo | 1.8 |
| Annan driftskostnad pr. kg | 8.7 |
| Netto finanskostnad pr. kg | 0.0 |
| Produksjonskostnad pr. kg | 30.6 |

Kjelde: Fiskeridirektoratet.

Risiko- og sensitivitetsanalyse

Ei rekkje føresetnader ligg til grunn for kostnadsanalysen og mange av dei er usikre. Oppdrett er risikabelt av natur grunna biologiske prosessar med oppfôring, vekst og til tider tap av levande fisk. Ein manglar kunnskap på mange område – det er tale om uvisse om samanhengar mellom sentrale variablar, som omtalt i innleiinga.

Grunna usikre estimat er det nyttig å gjere sensitivitetsanalysar rundt viktige variablar som vekst, svinn og andre føresetnader for å undersøke den økonomiske konsekvensen av ulike variasjonar. I det følgjande vil ein fyrst presentere utslag av endringar i utvalde sentrale variablar enkeltvis. Deretter vert det gjort ei noko utvida analyse der ein går litt vidare og diskuterar risikofaktorar i skjeringspunktet mellom teknologi og biologi. Grunna uvisse er det vanskeleg å identifisere (og dess mindre å kvantifisere) frekvensen av ulike typar hendingar, årsakssamanhengane som ligg bak og konsekvensen/skadeomfanget. Difor vil framstilling og formulering av døme vere hypotetisk av natur. Over tid vil denne uvissa kunne reduserast, ettersom erfaringsgrunnlaget aukar og det vert utført meir forskning på sentrale samanhengar.

¹² Estimert basert på vederlagsbeløpet ved tilbod om produksjonsauke i sjøbasert oppdrett, der prisen er sett til kr 120 000 per tonn løyvet vert utvida med. For eit løyve på 780 tonn vil dette svare til kr 93 600 000.

¹³ Basert på samla slakt på 1 299.8 tonn WFE fordelt på 1 015 løyve var snittproduksjon per løyve på 1 281 tonn i 2017 (tal for laks og aure).

3.4 Sensitivitetsanalyser – endring i variablar enkeltvis

Dette vert gjort her for å undersøke effekten på kostnad og produksjon av følgjande endringar:

- Endring i investeringsbeløp (+/- 30 %)
- Auke i realrente til 7 % (frå 4 %)
- Energi- oksygen og slambehandlingskostnad +/- 30 %
- Endring i fôrkostnadar:
 - 1) Fôrpris +/- 30 %
 - 2) Biologisk fôrfaktor 1.0 for fisk større enn 1 kg (ned frå 1.15 i basis-scenario)

Med fokus på kapasitetsutnytting ser ein i tillegg på følgjande scenario:

- Svinn auka til høvesvis 1 % og 2 % per måned etter vaksinerings (gjeld for 12-14 månader før slakt)
- 10 %, 20 og 30 % svinn i sein syklus
- Endring i vekst og kapasitetsutnytting (+/- 30 %)

Ein viktig skilnad mellom dei ulike døma på redusert kapasitetsutnytting er at når ein ser på verknaden av svinn, så vil utslaget ha ein effekt på fôrfaktor i tillegg til produksjonskvantum og kapasitetsutnytting. Ved redusert vekst vert til samanlikning fôrfaktoren upåverka, medan tettleiken i anlegget vert lågare gjennom heile vekstsyklusen. Resultata er presentert i Tabell 11 og Tabell 12.

Tabell 11. Produksjonskostnad per kg WFE. Sensitivitetsanalyse

| Scenario | | Redusert kostnad | Basis-tilfelle. Kr/kg | Større kostnad |
|----------------------------------|-----------|------------------|-----------------------|----------------|
| Sum investering +/- 30 % | WFE | 40.7 | 43.6 | 46.6 |
| | Endring % | -6.8 % | | 6.8 % |
| Realrente 7 % | WFE | - | 43.6 | 46.9 |
| | Endring % | | | 7.6 % |
| Energikostnad +/- 30 % | WFE | 42.0 | 43.6 | 45.2 |
| | Endring % | -3.7 % | | 3.7 % |
| Oksygenkostnad +/- 30 % | WFE | 42.8 | 43.6 | 44.5 |
| | Endring % | -2.0 % | | 2.0 % |
| Slambehandling +/- 30 % | WFE | 43.2 | 43.6 | 44.1 |
| | Endring % | -1.0 % | | 1.0 % |
| Fôrpris +/- 30 % | WFE | 38.2 | 43.6 | 49.1 |
| | Endring % | -12.3 % | | 12.4 % |
| Biologisk fôrfaktor 1.0 frå 1 kg | WFE | 41.1 | 43.6 | - |
| | Endring % | -5.8 % | | |

Endring i investeringsbeløp (+/- 30 %)

Sensitivitetsanalysane viser at ei endring i investeringskostnadene på +/- 30 % medfører ei endring i produksjonskostnaden på +/- 6,8 %. Ei endring i totale investeringar gjev utslag i årlege avskrivningar og rente (kapitalkostnad) samt forsikringskostnad bygg og anlegg. I dette tilfellet påverkar endringa også årleg service- og vedlikehaldskostnad, ettersom denne vert estimert relativt til investeringssummen (sats 1,5 %).

Auke i realrente til 7 % (frå 4 %)

Dersom ein legg til grunn ei realrente på 7 % heller enn 4 % aukar produksjonskostnad per kg med 7.6 %. Renta påverkar både komponenten avskrivning og rente, samt renter på arbeidskapitalen. Som ein ser er produksjonskostnaden relativt sensitiv til føresetnaden om rentenivå.

Energi-, oksygen- og slambehandlingskostnadar +/- 30 %

Når det gjeld høvesvis energi-, og oksygen- og slambehandlingskostnadar, er det sett på ei 30 % endring i den totale kostnaden per år. Når det gjeld energi og oksygen, kan dette kome som følge av endring i både forbruk og pris. Kostnadskomponentane energi, oksygen og slam utgjør som andel av totalkostnaden 3 % for slam, 6 % for oksygen og 12 % for energi. Som vist i tabellen vil ei 30 % endring i respektive kostnadar medføre ei endring i totale produksjonskostnadar per kg på høvesvis 1 %, 2 % og 3,7 %. Kapitalbinding og arbeidskapital vil og verte påverka av auka/reduisert kapitalbehov.

Fôrkostnadar:

1) Fôrpris +/- 30 %:

Utslaget på produksjonskostnaden ved ei 30 % auke i prisen per kg fôr (frå kr 14 til kr 18,2) er berekna til ei endring på 12,4 % i produksjonskostnaden, til kr 49,1 per kg. Ved ein tilsvarende reduksjon i prisen (til kr 9,8) vert produksjonskostnaden 38,2 per kg.

2) Biologisk fôrfaktor 1.0 og 0,95 (ned frå 1.15 i basis-scenario):

I dette tilfellet ser me på effekta av ein lågare biologisk fôrfaktor for fisk frå 1 kg og oppover – med fôrfaktor 1.0 i staden for 1.15 som føresett i basis-scenario. Potensielt lågare fôrfaktor er ein av dei potensielle fortrinna ein reknar med det kan vere ved landbasert oppdrett. Effekta vert i dette tilfellet ein reduksjon på 5.8 % i produksjonskostnaden, til kr 41.1 per kg. Den økonomiske fôrfaktoren vert redusert til 1.01 (ned frå 1.13 i basis-scenario). Tilsvarende ved ein biologisk fôrfaktor på 0,95 vert kr 40,2 per kg og økonomisk fôrfaktor på 0,96.

Endra kapasitetsutnytting – variasjon i vekst og svinn

Analysene av avvik frå forventta kapasitetsutnytting i det landbaserte anlegget tek føre seg variasjonar i vekst og svinn. Når det gjeld svinn, ser ein både på ein jamn auke i månadleg svinn for alle storleikar av fisk i tillegg til å sjå på tap av ein betydeleg del av fisken seint i produksjonssyklusen.

Resultata er framstilt i Tabell 12.

Tabell 12. Sensitivitetsanalyser for endra kapasitetsutnytting – variasjon i vekst og svinn

| Scenario | | Redusert kostnad | Basis-tilfelle. Kr/kg | Større kostnad |
|--|-----------|------------------|-----------------------|----------------|
| Svinn 1 % per måned etter vaksineringsmånad (dobling frå 0.5) | WFE | - | 43.6 | 45.6 |
| | Endring % | | | 4.5 % |
| Svinn 2 % per måned etter vaksineringsmånad | WFE | - | 43.6 | 49.9 |
| | Endring % | | | 14.3 % |
| 10 % svinn i sein syklus | WFE | - | 43.6 | 47.5 |
| | Endring % | | | 8.8 % |
| 20 % svinn i sein syklus | WFE | - | 43.6 | 52.5 |
| | Endring % | | | 20.2 % |
| 30 % svinn i sein syklus | WFE | - | 43.6 | 58.9 |
| | Endring % | | | 35.0 % |
| 10 % +/- i vekst og årleg produksjon (endra kapasitetsutnytting) | WFE | 41.7 | 43.6 | 46.0 |
| | Endring % | -4.3 % | | 5.3 % |
| 20 % +/- i vekst og årleg produksjon (endra kapasitetsutnytting) | WFE | 40.2 | 43.6 | 48.8 |
| | Endring % | -7.9 % | | 11.9 % |
| 30 % +/- i vekst og årleg produksjon (endra kapasitetsutnytting) | WFE | 38.8 | 43.6 | 52.6 |
| | Endring % | -11.0 % | | 20.4 % |

Svinn 1 % per måned etter vaksineringsmånad

Basis-scenario i dette kapitlet tek utgangspunkt i stort svinn og utsortering tidleg i syklusen for å stå att med best mogeleg utgangspunkt for overleving og smittemotstand for biomassen som går vidare til påvekst. Siste betydelege svinn- og utsorteringsmånad er sett til måned fem (startvekt 50 g), der fisken vert vaksinert. Deretter er utgangspunktet eit månadleg svinn på 0.5 % over 13 månader før siste slakt.

Denne sensitivitetsanalysen ser på ei auka svinnsrate frå 0.5 % til 1 % i dei 14 månadane etter vaksineringsmånaden (frå og med 92-grams fisk). Utslaget på produksjonskostnaden er ein auke på 4.5 % til kr 45.6/kg. Svinnet i tal fisk aukar til 35 % (frå egg til utsett), opp frå 30 % i utgangspunktet. Totalt svinn vert 71.6 tonn per generasjon (286,6 tonn per år), opp frå 38,2 tonn per generasjon i basis-scenario. Realisert produksjon vert ca 5 620 tonn. Det vert altså ikkje kompensert med fleire fisk til utsett her, og i tillegg til kostnadsauken per kg har ein dermed eit inntektstap grunna lågare sal, som ikkje vert spegla i analysen av produksjonskostnader. Økonomisk førfaktor vert 1,16, opp frå 1,13 i basis-scenario.

| Månadleg svinn (etter vaksineringsmånad) | Basis 0,5 % | 1 % | 2 % |
|--|-------------|-------|-------|
| Produksjonskostnad per kg (kr) | 43,6 | 45,6 | 49,9 |
| Realisert produksjon (tonn) | 6 000 | 5 620 | 4 925 |
| Svinn totalt | 30 % | 35 % | 44 % |
| Økonomisk førfaktor | 1,13 | 1,16 | 1,22 |

Svinn 2 % per måned etter vaksinerings

Dette scenarioet tilsvarar analysen ovanfor, men no med eit svinn på 2 % per måned (mot 0,5 % i basis-scenario). Produksjonskostnaden aukar som følge av dette med 14,3 % til kr 49,9/kg. Svinnet i tal settefisk aukar til 44 % (frå egg til utsett), med totalt svinn på 129,6 tonn per generasjon (518,6 tonn per år). Realisert produksjon vert ca 4 925 tonn. Økonomisk fôrfaktor vert 1,22.

10 %, 20 % og 30 % svinn seint i syklus

Dette scenarioet ser på verknaden av eit større svinn på høvesvis 10 %, 30 % og 50 % av talet fisk. Utgangspunktet er at svinnet skjer i måned 16, der fiskane har ei startvekt på 3 kg. Som nemnt tidlegare er analysen av produksjonskostnadar over tid basert på «steady state», med jamn produksjon generasjon etter generasjon og år etter år. Når det vert lagt inn føresetnad om svinn gjeld dette dermed ikkje berre for ei enkelthending – det gjentek seg for alle dei fire generasjonane ein produserer i laupet av året. Det vert ikkje kompensert for tapet ved å auke talet fisk til utsett over tid, slik at ein får redusert kapasitetsutnytting i anlegget og i tillegg lågare sal og inntekt enn ein ville budsjettert med utan dette tapet. Marginen vert pressa både av auka kostnad og redusert inntekt.

| Tapsscenario (mnd. 16) | Basis | 10 % | 20 % | 30 % |
|---------------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| Produksjonskostnad per stk (kr) | 43,6 | 47,5 | 52,5 | 58,9 |
| Realisert produksjon (tonn) | 6 000 | 5 427 | 4 824 | 4 221 |
| Svinn totalt | 30 % | 38 % | 45 % | 53 % |
| Økonomisk fôrfaktor | 1,13 | 1,21 | 1,32 | 1,46 |

1) 10 % svinn:

Effekt på produksjonskostnaden per fisk i dette tilfellet vert ein auke på 8,8 % til kr 47,5 per kg. Den realiserte produksjonen vert ca. 5 427 tonn. Svinn vert i alt 38 % av talet egg, som utgjør 135,5 tonn per generasjon og ca 542 tonn per år, medan økonomisk fôrfaktor aukar til 1,21 (frå 1,13 i basis-scenario).

2) 20 % svinn:

Produksjonskostnaden per fisk i dette tilfellet vert ein auke på 20,2 % til kr 52,5 per kg. Den realiserte produksjonen vert ca. 4 824 tonn. Svinn vert i alt 45 % av talet egg, som utgjør 238 tonn per generasjon og ca. 952 tonn per år, medan økonomisk fôrfaktor aukar til 1,32.

3) 30 % svinn:

Produksjonskostnaden per fisk i dette tilfellet vert ein auke på 35,0 % til kr 58,9 per kg. Den realiserte produksjonen vert ca. 4 221 tonn. Svinn vert i alt 53 % av talet egg, som utgjør 340,4 tonn per generasjon og ca. 1 361,6 tonn per år, medan økonomisk fôrfaktor aukar til 1,46.

Som ein ser har desse produksjonsutfalla heilt klart den største effekten på produksjonskostnaden. Tapet av ein betydeleg del av talet fisk gjer at det vert færre kg å fordele dei faste kostnadane på. I tillegg må det reduserte talet av overlevande fisk bere dei variable kostnadene som gjekk med til å produsere den omkomne fisken (fôr, oksygen, vaksiner, osv.) fram til svinnet inntraff.

Endring i vekst, produksjon og kapasitetsutnytting (+/- 10 %, 20 % og 30 %)

Dette scenarioet ser på verknaden av ein lågare/høgare utnyttingsgrad i anlegget, som kan skje ved avvik frå forventa vekstkurve. Føresetnader om tal fisk til utsett, overleving og slaktetidspunkt er som før, medan månadleg individuell fiskevekt vert justert. Dette inneber at

ein opererer med ein lågare (eller alternativt greier å fungere med ein høgare) fisketettleik enn opprinneleg budsjettert for å oppnå ein viss vekst/fiskehelse/vasskvalitet¹⁴.

| Lågare utnyttingsgrad | Basis | 10 % | 20 % | 30 % |
|--------------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| Produksjonskostnad per kg (kr) | 43,6 | 46,0 | 48,8 | 52,2 |
| Realisert produksjon (tonn) | 6 000 | 5 400 | 4 800 | 4 200 |
| Slaktevekt (snitt) | 4,9 | 4,4 | 3,9 | 3,4 |

1) Lågare utnyttingsgrad - reduksjon på 10 % i vekst

Utslaget på kostnaden per kg er estimert til ein auke på 5,3 % til kr 46.0 per kg som fylgje av ein reduksjon i vekst og utnyttingsgrad på 10 %. Realisert produksjon per år vert 5 400 tonn, basert på ei slaktevekt på 4,4 kg i snitt (dermed og redusert inntekt).

2) Lågare utnyttingsgrad - reduksjon på 20 % i vekst

Ved 20 % reduksjon i vekst og utnyttingsgrad vert kostnaden per kg estimert til kr 48.8 per kg, ein auke på 11,9 %. Realisert produksjon vert 4 800 tonn, slaktevekt 3,9 kg.

3) Lågare utnyttingsgrad - reduksjon på 30 % i vekst

Ved 30 % reduksjon i vekst og utnyttingsgrad vert kostnaden per kg estimert til kr 52,2 per kg, ein auke på 20,4 %. Realisert produksjon vert 4 200 tonn, slaktevekt 3,4 kg.

| Høgare utnyttingsgrad | Basis | 10 % | 20 % | 30 % |
|--------------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| Produksjonskostnad per kg (kr) | 43,6 | 41,7 | 40,2 | 38,8 |
| Realisert produksjon (tonn) | 6 000 | 6 600 | 7 200 | 7 800 |
| Slaktevekt (snitt) | 4,9 | 5,4 | 5,8 | 6,3 |

4) Høgare utnyttingsgrad - auke på 10 % i vekst

Ved ein auke i utnyttingsgraden på 10 % er effekta estimert til ein reduksjon på 4.1 % i kostnaden per kg, til kr 41,7. Realisert produksjon per år vert 6 600 tonn, basert på ei slaktevekt på 5,4 kg i snitt (auka inntekt).

5) Høgare utnyttingsgrad - auke på 20 % i vekst

Ved 20 % auke i vekst og utnyttingsgrad vert kostnaden per kg estimert til kr 40,2 per kg, ein reduksjon på 7,9 %. Realisert produksjon vert 7 200 tonn, slaktevekt 5,8 kg.

6) Høgare utnyttingsgrad - auke på 30 % i vekst

Ved 30 % auke i vekst og utnyttingsgrad vert kostnaden per kg estimert til kr 38,8 per kg, ein reduksjon på 11,0 %. Realisert produksjon vert 7 800 tonn, slaktevekt 6,3 kg.

Oppsummering av sensitivitetsanalyser

I dei fleste alternativ over, ligg produksjonskostnaden per kg i området kr 40-47, dvs. pluss/minus 4-8.5 % rundt basisestimatet på kr 43 per kg WFE. Dette indikerer noko avgrensa sensitivitet til endringar i parameterverdiar. Når det er sagt er det her berre sett på endring i ein og ein parameter. Dersom fleire skulle slå ut samstundes i negativ retning, vil det ha større konsekvensar for produksjonskostnaden. Unntaka her er fôrpris, samt betydelege endringar i kapasitetsutnytting – i sær som følgje av svinn – som vil ha betydeleg innverkan på produksjonskostnaden. Det er igjen verdt å streke under at ein her ser på likevektsproduksjon.

I tillegg er det verdt å merke seg at endringar som slår ut på produksjonskvantum vil ha større effekt på resultatet til bedrifta enn det som vert reflektert i analysen av produksjonskostnad per kg, grunna bortfall av planlagt/budsjettert inntekt.

¹⁴ Tilsvarande analyse ville vere at vektkurva var uendra medan talet fisk til innsett og uttak redusert/auka med 10 %, 20 % eller 30 %.

3.5 Teknologisk og biologisk risiko i RAS – omsyn, kontroll og førebygging¹⁵

Ein del av risikobiletet som ein har observert i landbaserte RAS-prosjekt så langt vert ikkje godt spegla av sensitivitetsanalysene over. Dette gjeld særleg for «ekstraordinære» hendingar, dvs. grunnleggjande uvisse, som bakterieutbrot eller vasskjemiske reaksjonar som hydrogensulfid (H₂S), med momentan og total død som ein mogeleg konsekvens ved dei produksjonseiningane som vert råka.

For å vurdere risiko for skader, sjukdom og nedsett fiskehelse i settefiskanlegg med minimal vassutskifting (resirkuleringsanlegg) vart det for fleire år sidan utarbeidd ein omfattande rapport om risikofaktorar i RAS av Vitskapskomiteen for mattryggleik (VKM) på anmodning av mattilsynet (sjå VKM 2012)¹⁶. I rapporten vert det understreka at resirkuleringsanlegg er meir kompliserte enn gjennomstrøymingsanlegg og krev stor grad av overvaking og kunnskap.

Samtalar med forsikringstilbydarar til norsk settefisknæring i dag støttar opp om at nivået av kompleksitet og uvisse har auka ved overgang til meir og meir RAS, og at ein på generell basis enno ikkje har oppnådd den naudsynte kontrollen for å bygge og drive desse anlegga med konsistent tilfredsstillande suksess. Når det gjeld årsaker og bakgrunn for dei uhella ein ser kan det vere mange faktorar som ligg bak, og i mange tilfelle kan det vere vanskeleg å bestemme nøyaktig kva som har vore avgjerande og utløysande for det enkelte utfallet. I Gjensidige (privat kommunikasjon) vert det på overordna nivå vist til tre ulike typar skade og tap, som igjen kan ha ulike årsaker og forklaringar:

- Teknisk svikt: Reint teknisk ser ein døme på mange ulike typar svikt. Havari, feilmontasje, straumstans, pumper som stoppar, og problem med ventilar, vass-innlaup, m.m. Ved teknisk svikt vil ein gjerne sjå at all fisken går tapt innan 30 min. (i heile eller deler av anlegget, dvs. enten det aktuelle karet, RAS-eininga e.l., alt etter kva som sviktar og korleis anlegget er inndelt)¹⁷.
- Smitte, biologi, kjemi: Inkluderer hendingar som bakteriar og H₂S: Å få bakterie inn i anlegget medfører store utfordringar, og ein vil slite med resirkulering av bakterien i den aktuelle avdelinga. H₂S kan vere eit anna døme på stor, momentan død som følgje av forgifting i vatn.
- Eksterne risiki: Ekstern risiko gjeld, i motsetnad til annan risiko, ting som ikkje kan kontrollerast av selskapet; naturgjevne ting som rasfare eller hendingar i miljøet som til dømes ureining eller andre problem med vasskjelder (dette ser ein bort frå her).

Både teknisk svikt og utfordringar med å tilpasse vasskvalitet og biologi kan truleg henge saman med avgrensa erfaring og kompetanse, enten det er i design og konstruksjon eller i drift. Rett dimensjonering av anlegget i høve til biomassen er viktig, og ettersom overføring og feces ureinar vatnet er det naudsynt med tilstrekkeleg, rask og effektiv partikkelfjerning (VKM 2012). God drift av biofilteret er avgjerande for eit stabilt vassmiljø, og trygg drift (og truleg også design) av resirkuleringsanlegg krev god kjennskap til vasskjemi og dei potensielle truslane for dyrevelferd som kan gjere seg gjeldande i lukka system (VKM 2012). H₂S kan til dømes verte danna som følgje av akkumulering av biologisk materiale i anlegget og kan ha samanheng med både fôringsrutiner og anleggsdesign, inkludert biofilter, reingjering,

¹⁵ Diskusjonen i denne delen er i stor grad aktuell og sams både for matfisk og settefisk. I neste kapittel om settefisk vil omtalen av teknologisk og biologisk risiko difor verte meir avgrensa. Sjå elles Sintef teknisk rapport for utfyllande omtale av ulike fokusområde for teknologisk og biologisk risiko i RAS.

¹⁶ Sjå: VKM (2012). Risk Assessment of Recirculation Systems in Salmonid Hatcheries. Tilgjengeleg via: <https://vkm.no/download/18.3a33d0ea16122420c393dc33/1516971511354/Risk%20Assessment%20of%20Recirculation%20Systems%20in%20Salmonid%20Hatcheries.pdf>

¹⁷ Dette gjeld innrapporterte uhell. Det må typisk vere meir enn 20-30 % tap før forsikringsselskapet vert varsla, som følgje av eigenandelen.

sedimentasjon og partikkelfjerning og eventuell eksistens av soner for opphoping av avfallsstoff, medan giftigheita varierer i med salinitet, pH og temperatur (Per Anton Sæther, 2018)¹⁸. Ved uhell som følgje av forgifting vil ein i tillegg til tapet av fisk kunne risikere nedetid til avdekking av årsakssamanhengar, korrigerande tiltak som endring av rutiner, etablering av overvakingssystem og/eller tekniske installasjonar (t.d. modifisering av biofilter, eller utbetringar av reinsesystem for filter og anna).

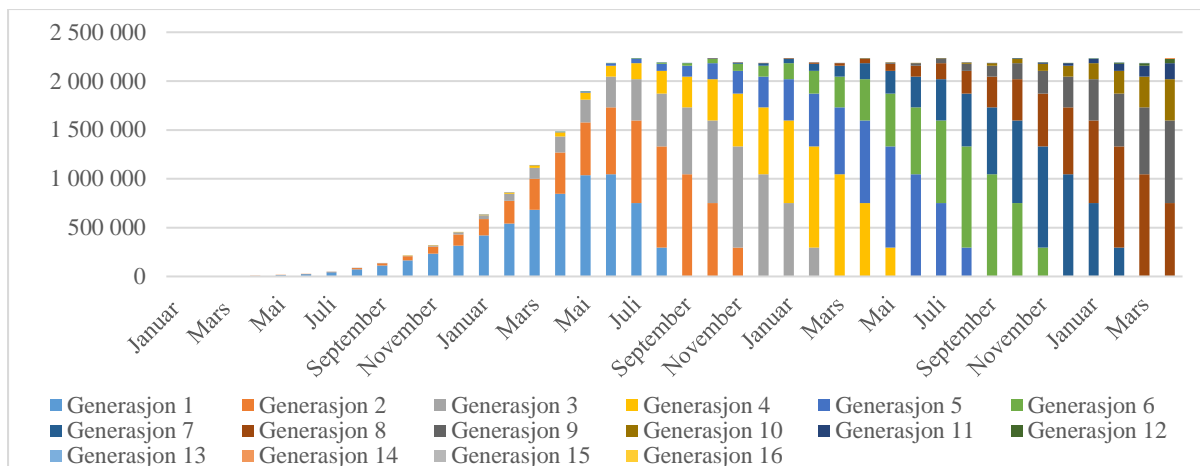
Bakterieutbrot vil og kunne medføre nedetid i anlegget, ettersom slik smitte kan føre til at total desinfeksjon vert naudsynt/pålagt. Næringsstoff i vatnet frå fôrrestar og avføring påverkar danninga av biofilm, eit overflatebelegg der smittestoff kan overleve i lang tid (Hjeltnes, 2012). Dette gjev andre og nye utfordringar enn ein er vant til frå tradisjonelle gjennomstrøymingsanlegg på land og merdar i sjø, og det er observert utbrot av både bakterie- og virussjukdomar i resirkuleringsanlegg. Smitten kan etablere seg i filter eller i andre område som er lite tilgjengeleg for rengjering og desinfisering¹⁹. Eventuell desinfeksjon av anlegget vil vidare kunne gå utover stabiliteten av biofilteret, som kan vere spesielt sårbart i oppstartsfasen, før bakteriekulturen har stabilisert seg (Hjeltnes, 2012). Ifølgje trygdslag har ein i samband med bakterieutbrot opplevd at eit heilt års settefiskproduksjon kan gå tapt (sjølvne nedvasken vil kunne vere overstått på ei veke, men grunna utfordringar med til dømes oppstart og gjenoppbygging av bakteriekultur kan nedetid likevel verte monaleg).

For å reflektere vidare rundt potensielle økonomiske utfall ved betydelege hendingar som massedød i eit anlegg, vil det i det følgjande bli presentert nokre hypotetiske døme på denne typen situasjonar. Ettersom ein i dette kapitlet har sett på eit investeringscase med sentralisert RAS kan ein i verste fall sjå føre seg tap av all biomasse i anlegget dersom det skulle oppstå forgifting (t.d. H₂S) eller bakterieutbrot i vatnet (dette såg ein døme på i matfiskoppdrett då ein fekk H₂S-forgifting ved Langsand i juli 2017 (Atlantic Sapphire, 2018)).

Med produksjonsplan som skissert tidlegare i kapitlet ville ein ved normal oppstart og drift kunne sjå føre seg ei biomasse i anlegget som vist i Figur 4. Kvar stolpe i figuren viser den totale biomassen i anlegget ved starten av den aktuelle månaden, fordelt på generasjonar (utsett). Det er vanskeleg å sjå generasjonane med lågast biomasse i kvar enkelt måned, men med produksjonsplan som skissert ovanfor vil kvar stolpe (månad) ha seks til sju generasjonar i ulike stadium frå startfôr til slaktefisk. Ved utbrot av bakteriesmitte eller H₂S vil ein risikere at heile stolpen – all fisk i alle avdelingar – går tapt i den aktuelle månaden, og ein må byggje opp att biomassen frå starten av, noko som i matfiskproduksjon vil innebere ei svært betydeleg gjenoppbyggingstid (sjå til venstre i grafen for illustrasjon av oppbyggingstida av biomasse).

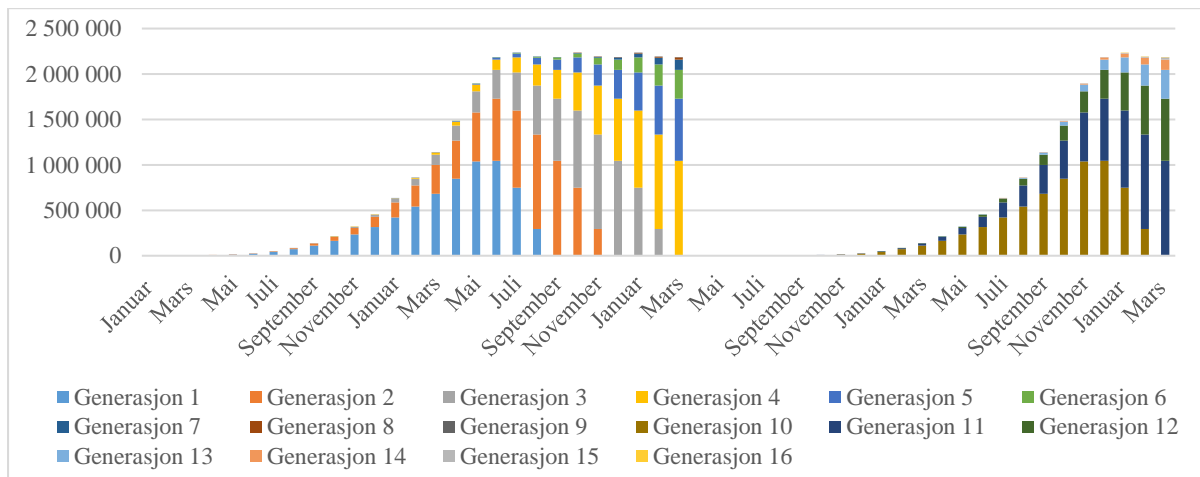
¹⁸ Sjå: <http://tekset.no/wp-content/uploads/2018/02/3-Per-Anton-S%C3%A6ther.pdf>

¹⁹ Fagdirektør Brit Hjeltnes ved Veterinærinstituttet, via ilaks.no: <https://ilaks.no/det-fundamentale-fettet/>.



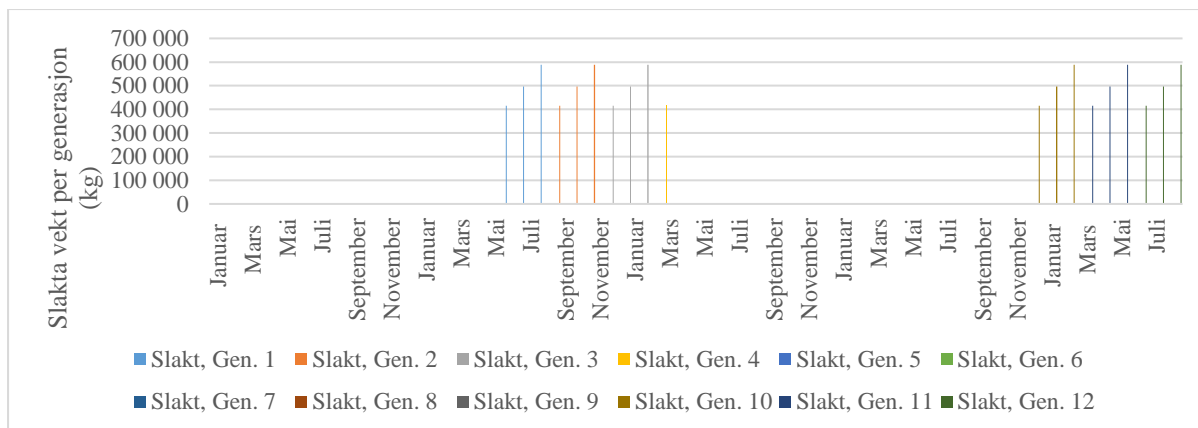
Figur 4. Biomasseutvikling

Ei økonomisk analyse av eit scenario der bedrifta sin produksjon for året vert redusert til null frå og med den dagen eit uhell inntreffer er truleg best illustrert ved analyse av likviditet og noverdi over ei prosjektperiode over fleire år, ettersom ei kostnadsanalyse med fokus på produksjonskostnad per kg i ein likevektssituasjon vil verte kunstig i denne samanheng avdi ein ikkje ville ha ein produksjon å fordele kostnadene mellom på eit meningsfullt vis (Asche og Bjørndal, 2011). Figur 5 viser døme på ei slik hending, der det er skissert momentan død for all fisk i april år 3. I dette dømet har ein deretter skissert gjenoppstart med fyrste batch av yngel til startfôr i juli, nokre månader seinare (som truleg kan vere meir eller mindre optimistisk avhengig av den aktuelle situasjonen). Dersom ein kjøper inn større fisk til anlegget eksternt ville nok biomasseoppbygginga kunne skje raskare.



Figur 5. Biomasseutvikling ved momentan død av all fisk i april år 3, med nedetid av anlegget fram til og med juni

Verknaden av ei slik produksjonsforstyrning på slakt og dermed produksjonskvantum er vist i Figur 6. Ikkje før desember år fire vert det slakt frå anlegget igjen. Dette inneber heile 20 månader utan slakt, gitt at anlegget må fyllast opp att ved hjelp av eigen produksjon (ingen slakt i uhellsmånaden april, deretter tre månader nedetid og 17 månader vekst for fyrste generasjon etter oppstart.). Planlagt slakt i denne perioden ville elles vore på 10 085,4 tonn.



Figur 6. Slakteplan ved momentan død av all fisk i april år 3, med nedetid av anlegget fram til og med juni

Biotryggleik – hypotetisk døme med fem RAS-modular

Ein måte å redusere risikoen for og konsekvensen av hendingar som dette kunne vere å investere i fleire separate resirkuleringsystem (RAS) for å etablere atskilde smittesoner. Dersom ein går tilbake til tabellen som vart presentert innleiingsvis (gjengjeve under), vil ytterpunktet vere å etablere fleire heilt separate mindre anlegg (t.d. to 3 000-tonns anlegg eller fem 1 200-tonns anlegg, tilsvarande 6 000 tonn), inkludert multiplisering av bygg, røropplegg og alt, sjå Tabell 13. I eit slikt ytterpunkt vil nok dette innebære multiplisert bemanning i tillegg, med drift, overvåking og tilsyn av fleire system. Eit spørsmål er om fordelene med å strekke seg så langt vil forsvare både investeringsauken og kostnadsauke i drift. Ein mellomting kunne vere at bygg er felles, med eigne RAS for vasstiltførsel per modul (eventuelt avdelingsvis) i anlegget. Bemanninga ville nok uansett måtte aukast for å halde tilsyn og kontroll med kvart system.

Når det gjeld nytte, vil totalt separate bygg og driftspersonale truleg kunne redusere enkelte formar for smitterisiko mellom kvar RAS-modul. For danning av H₂S eller bakteriar i den enkelte modulen kan ein på den andre sida tenkje seg at separate RAS-system i eit felles bygg ville gjere om lag same nytte som totalt åtskilte fasilitetar når det gjeld å redusere risiko for at alle produksjonslinjer vert H₂S-forgifta til same tid. I Tabell 13 har ein sett opp eit tenkt døme på investering dersom ein 6 000-tonns produksjon skal etablerast gjennom fem 1 200-tonns modular (bygg er redusert med 20 % basert på at ein ikkje treng å femdoble denne investeringskomponenten). Igjen er dette eit hypotetisk døme, med ei skissert modul-løysing basert på Tabell 1.

Tabell 13. Investeringar i 6 000 tonn anlegg – basis og 5x1200 tonn anlegg – med årlege renter og avskrivningar

| Produksjonsmål (tonn) | Investeringar, NOK | | | |
|---|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| | 6 000 (basis-døme) | Årleg avskr.&r (basis-døme) | 6 000 (5-modul) | Årleg avskr.&r (5-modul) |
| Tankvolum (m ³) | 45 000 | | 5 x 9 000 | |
| Tomt | 27 000 | 1 080 | 27 000 | 1 080 |
| Bygg total: | | | | |
| Bygning | 159 699 | 11 751 | 166 358 ^{a)} | 12 241 |
| Elektriske installasjonar | 31 679 | 2 849 | 46 246 | 4 159 |
| Andre inst. (ventilasjon etc.) | 22 220 | 1 998 | 38 381 | 3 452 |
| Betongarbeid (filter og fisketankar) | 109 043 | 8 024 | 96 895 | 7 130 |
| Sum bygg | 322 641 | 24 622 | 347 880 | 26 982 |
| Vassbehandling og div. utstyr: | | | | |
| Vassbehandling | 246 886 | 18 166 | 337 240 | 24 815 |
| Ymse | 10 863 | 1 339 | 25 168 | 3 103 |
| Sum vassbehandling/div. utstyr | 257 749 | 19 506 | 362 408 | 27 918 |
| Sum investering | 607 391 | 45 208 | 737 287 | 55 980 |
| NOK per kg prod.kapasitet (levande vekt) | 101,2 | 7,5 | 122,9 | 9,3 |
| NOK per m ³ karvolum | 13 498 | 1 005 | 16 384 | 1 244 |

a) Det er lagt til grunn ein reduksjon i bygg-komponenten på 20 % i forhold til bygging av fem 1 200-tonns anlegg. Det vil seie at investeringa i bygg her er sett til 80 % av det ein får ved å multiplisere bygg-kostnaden for 1 200-tonns anlegget i Tabell 1 med fem.

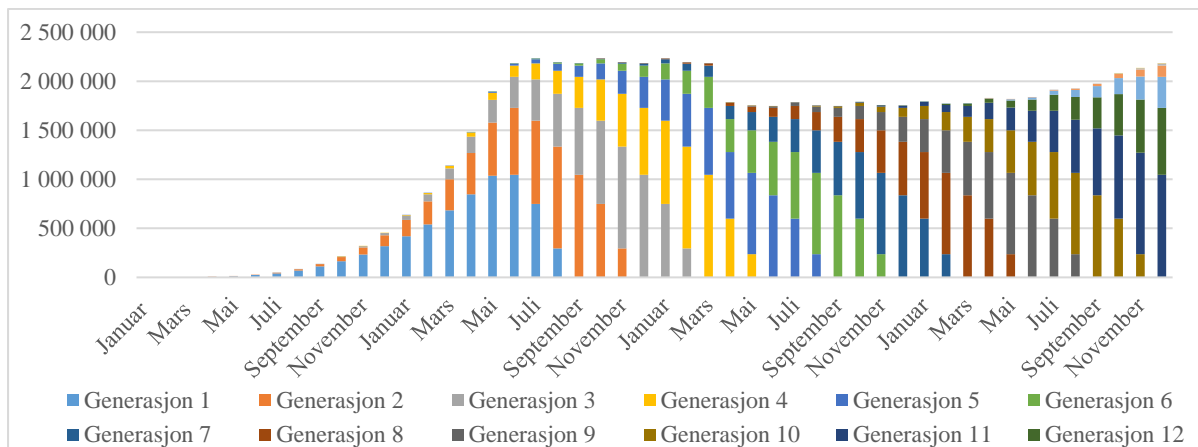
Eit sentralt poeng når det gjeld risikoreduserande og førebyggjande tiltak er relasjonen mellom risikofaktor, konsekvens og førebyggjande tiltak. Sjølv om separate RAS i seg sjølv burde innebære auka biotryggleik, så er det ikkje garantert at frekvensen og konsekvensen av uhell vert redusert tilsvarande som følgje av eit slikt anleggsdesign. Dersom årsaka til uhell i utgangspunktet er at ein har designsvikt, avgrensa kunnskap eller utilstrekkeleg kontroll og oversikt over vassparameter, så vert det ikkje automatisk enklare å halde oversikt over kritiske mål og følgje opp eventuelle avvik i fem individuelle system²⁰ (kanskje særleg relevant dersom ein i utgangspunktet har avgrensa praktisk driftserfaring å bygge på). I verste fall kan ein risikere suboptimal drift eller tekniske utfordringar med fleire system parallelt. Det er dermed mange omsyn å balansere. Produksjonsskala totalt sett og per modul vil nok og vere sentralt i denne vurderinga.

Medan investeringane i utgangspunktet var vel 607 mill. kr, aukar dei til 737 mill. kr når utbygginga skjer i fem modular som skissert. Årlege renter og avskrivningar aukar frå 45 til knapt 56 mill. kr. Investeringane i produksjonskapasitet aukar frå kr 101,20/kg til kr 122,90/kg, ein auke på 21 %.

Under det nye oppsettet med fem modular ser me føre oss at selskapet har parallelle produksjonslinjer med separate resirkuleringsystem. Ein tenkjer seg dermed at talet fisk i kvart

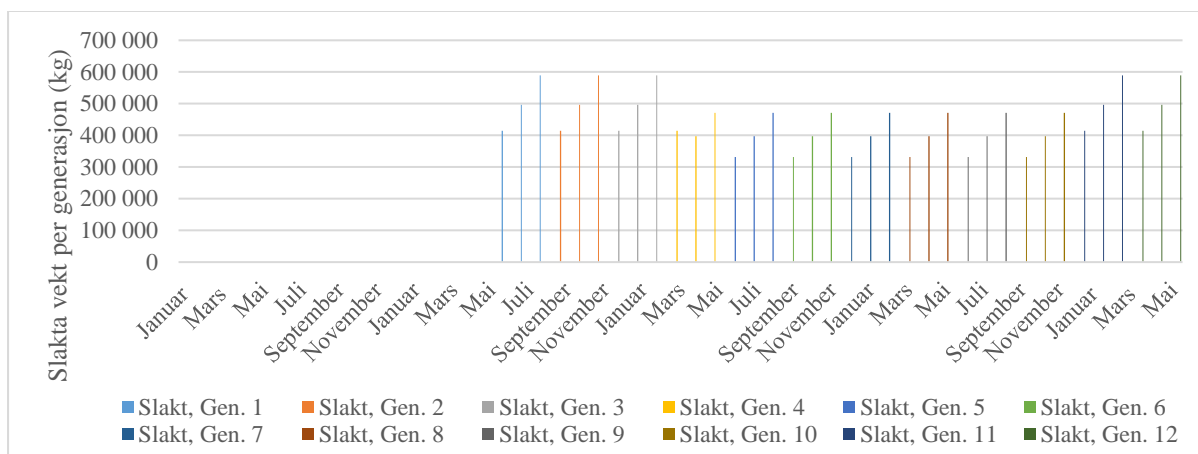
²⁰ Frå VKM (2012): Rutinemessig overvakning av viktige vasskvalitetsparametre (som t.d. oksygen, pH/CO₂, TAN (NH₄ + + NH₃), nitritt (NO₂ -), totalt gassmetning og temperatur) er naudsynt for å sikre dyrevelferd. Analysemetodane for måling av desse vasskvalitetsparametere må vere underlagt god kvalitetssikring (hyppig kontroll av at måleinstrumenta faktisk viser rette verdiar). I tillegg må fisken si atferd, morfologi (eksempelvis finnar, gjellar og skinn), produksjonsdata (eksempelvis tilvekst og førfaktor) og svinrate vurderast fortløpande.

utsett er fordelt over fem uavhengige produksjonslinjer/modular²¹. Kvar modul har dermed ein femtedel av biomassen på generasjonsnivå. Ved tilsvarende uhell som over i ein av dei fem modulane kan ein sjå føre seg biomassetap som illustrert i Figur 7. Den aktuelle modulen taper biomassen i april år 3, tilsvarende som ovanfor. Etter uhellet vert neste utsett av yngel til startfôr gjort i juli. I desember i år fire er anlegget tilbake til «normal» slakt.



Figur 7. Biomasseutvikling ved momentan død av all fisk i ein modul i april år 3, med nedetid av anlegget fram til og med juni

Konsekvensen på slaktekvantum er illustrert i Figur 8. Slakt over den aktuelle perioden med redusert drift er redusert til 8 068,3 tonn, samanlikna med 10 085,4 tonn dersom ein hadde full drift. Over tid er det vanskeleg å vite kor ofte ein må rekne med å ha uhell av denne typen i ein eller fleire av modulane, og kor stor skilnad det vil vere for selskapet og bemanninga å halde kontroll og tilsyn med vasskvalitet og drift i dei ulike vassbehandlingssystema, samanlikna med eit sentralisert anlegg.



Figur 8. Slakteplan ved momentan død av all fisk i ein modul i april år 3, med nedetid av anlegget fram til og med juni

²¹ Ein har ikkje sett seg grundig inn i korleis slik inndeling i smittesoner vil gjerast i praksis, men har utarbeidd eit døme her basert på Tabell 1, utan å innhente ytterlegare informasjon om alternativ for anleggsdesign og investeringsanslag.

Dei to alternative utformingane av eit 6 000-tonns/45 000 m³ RAS-anlegg er samanlikna i Tabell 13, med ei oppsummering av investeringar og tapsscenario som skissert ovanfor. Som alt nemnt, er investeringane større ved 5 x 1200 tonn enn ved 6 000 tonn. Det er i tillegg gjort ein freistnad på ei skjønsmessig estimering av produksjonskostnad per kg ved fem-moduls løysinga. Avskrivningar og rente er som gitt i Tabell 13. Ein føreset at alle variable kostnadar utanom løn er uendra. Som drøfta ovanfor, er det grunn til å rekne med at fem system vil medføre behov for å auke bemanninga. Ut frå skjøn reknar ein med at bemanninga aukar med 10 %. Trygding bygg og anlegg og vedlikehald er justert utfrå skilnaden i investeringsbeløp. Dette gjev opphav til ein produksjonskostnad på kr 46,10/kg, kr 2,50 meir per kg enn i utgangspunktet. Vel to tredelar av skilnaden skuldast auke i avskrivningar og rentekostnad. Det skal nemnast at fleire potensielt kostnadar også kan verte påverka av at ein har fem avdelingar heller enn ei. I tilfelle er det som vert presentert her eit nedre anslag.

Tabell 14. Samanlikning 6 000 tonn og 5 x 1200 tonn anlegg

| | Eitt 6 000-tonns anlegg | Fem 1 200-tonns modular |
|--|--------------------------------|--------------------------------|
| Investeringar | 607.4 mill. kr | 737.3 mill. kr |
| Produksjonskostnad (WFE) ^{a)} | kr 43,60 | kr 46,10 |
| Tap ved uhell | 10 085,4 tonn | 2 017,1 tonn |

a) Estimert basiskostnad, utan særskilde uhell.

Tap ved uhell - oppsummering

Ovanfor ser ein på situasjonen der det skjer eit uhell i april år tre med den konsekvens at all fisken i den aktuelle produksjonseininga dør (sjå Tabell 13). Under dei føresetnadene som er gjort, vil tapet ved eitt stort RAS-anlegg vere fem gonger større enn dersom ein har fem modular kvar på 1 200 tonn. Ein avgjerande føresetnad i andre alternativ er at uhellet skjer i berre ein av modulane.

Det er ikkje meiningsfullt å estimere produksjonskostnadar for desse to alternativa, ettersom ingen av dei representerer ein likevektssituasjon. Det som derimot er meiningsfullt er å sjå på inntektstapet. I analysen her har ein ikkje lagt prisar til grunn, men inntektstapet ved 6 000-tonns anlegg vil vere svært stort. Vidare vil situasjonen vere slik at ein er utan inntekt i 20 månader slik at drifta ikkje kan finansierast i det heile av salsinntekt. Dette vil sette likviditeten på sterk prøve og kunne føre til konkurs, sjølv om bedrifta kan vere levedyktig på lang sikt.

Ved å gå frå ein modul på 6 000 tonn til fem 1 200-tonns modular, aukar investeringane frå 607,4 mill. kr til 737,3 mill. kr. I ein likevektsstusjon aukar då produksjonskostnadene med kr 2,50/kg eller 5,7 %. Dersom det er ein korrekt føresetnad at fleire modular i praksis reduserer risikoen for uhell (i dette tilfellet proporsjonalt med mengda fisk per smitteining), vil ei investering som illustrert i dømet her kunne føre til ein monaleg reduksjon i risiko. Enkelt sagt er det i så måte tale om ei avveging mellom større investeringar og driftskostnadar som gjev høgare kostnadar per kg, men med redusert risiko. Eit stort spørsmål er likevel kva risikoen eller uhellsfrekvensen per modul vil vere når det kjem til stykket. Vel å merke har ein no fem komplekse system å overvake og halde kontroll med i staden for eitt.

Kontroll, førebygging og risikoreduksjon

Erfaring med kommersiell lakseoppdrett i RAS er avgrensa, og ein kan truleg karakterisere systema som vert bygd i dag som ein «ung teknologi», iallfall når det gjeld RAS i lakseoppdrett til stor settefisk og matfisk i stor skala. Av dette følgjer det at ein del relasjonar i kryssingspunktet mellom teknologi, biologi og vassmiljø er uvisse. Basert på den

erfaringa som fins synes det å vere døme på både lovande og krevjande utsikter. Når ein høyrer om ulike uhell inkludert tekniske problem, H₂S, bakterieutfordringar og momentan massedød er inntrykket at ein del årsakssamanhengar ikkje er godt forstått, eller i det minste at kunnskapen om dei ikkje er tilstrekkeleg kjend til at ein har kunne bygd og drive anlegg konsistent på ein god måte. Dette speglar seg mellom anna i utsagn frå trygdelaag om at ein vurderer innstramming i trygdevilkår for nybygde RAS-anlegg i settefiskoppdrett som følgje av for mykje tap. Når det gjeld matfisk, vil uvisse og risiko vere minst like stor.

Tidlege erfaringar med matfiskoppdrett er rapportert å ha hatt utfordringar med vekst m.a. som fylgje av låg forståing av CO₂, fôring, turbiditet og tidleg kjønnsmodning²². Ein fekk vidare problem i produksjonsplanlegginga med overfylte smoltavdelingar, ettersom storfisk ikkje nådde målsett vekt innan planlagt tid²³. Slaktevektar under desse tilhøva er rapportert å variere frå 0,5 til 5 kg, med ein produksjon i anlegget på 0,25 kg per m³ per dag. Fiskehelseproblem har særleg gjort seg gjeldande for stor fisk, der ein har sett mellom anna dårleg vekst og synsproblem/grå stær, forverra gjennom dårlege fôringsrutiner, uklart vatn (turbiditet) og CO₂-nivå. Det er likevel rapportert at ein med aukande erfaring har oppnådd monaleg betring i laupet av dei siste par åra, slik at produksjonsytinga er antyda å kunne liggje på om lag 0,35 kg/m³/dag, ei betring på 40 % over dei 1-2 siste åra. Betringane reflekterer truleg både utvikling av teknologiske konsept, samt kunnskap og driftsbetring gjennom rutiner og god produksjonspraksis. Fisken vert stort sett slakta ved 3-4 kg, grunna mangel på økonomisk nytte per i dag ved å halde fisken i anlegget utover dette. Same industrikjelde viser elles til forventningar om at dagens produksjonsyting potensielt kan betrast til ein produksjon på 0,5 kg/m³/dag på sikt dersom produksjonen vert «optimalisert» tilsvarande dei beste generasjonane ein har sett så langt. Dette vil i så fall utgjere ei 30 % betring frå dagens antyda nivå.

Tabell 15 oppsummerer ein del risikofaktorar og kontrollparameter som ein vil ynskje å tenkje på under konstruksjonsfasen samt vidare å halde kontroll med for å drive produksjonen optimalt og unngå uhell, veksttap og svinn. Oversikta kjem i hovudsak frå Atlantic Sapphire, men med enkelte tilleggspunkt som har kome fram av anna materiale og samtalar med kjelder frå næringa. Dette er dermed ei liste som er ufullstendig, men som likevel kan spegle noko av dei områda ein har fokus på i dei anlegga som er i drift i dag. Lista vil nok elles innehalde overlapp mellom variablar, kontrollparameter og risikofaktorar. Ein vel å presentere lista her, med reservasjon om at den omhandlar relasjonar som er uvisse, samt strengt tatt går utover kompetanseområdet til forfatarane (med fokus på produksjonsøkonomi). Det vert likevel vurdert slik at lesaren kan ha nytte og interesse av dette stoffet, og ikkje minst at potensielle investorar og andre involverte i landbaserte anlegg kan gjere seg opp ei meining om kva for risikoområde og variablar ein vil gå vidare å lære meir om undervegs i avgjerdsprosessen, samt eventuelt som støtte i utforminga av plan og strategiar for handtering og førebygging av risiko. For vidare fordjuping vert det igjen vist til Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM 2012) sin rapport «Risk Assessment of Recirculation Systems in Salmonid Hatcheries», som gjev ei langt meir utfyllande skildring og analyse av både typar risiko, erfaringar, kontrollparameter og eksisterande kunnskap om toleransegrenser og til dels moglege risikoreduserande tiltak.

²² Referanse når det gjeld produksjonserfaringar med matfisk er personleg kommunikasjon med industrikjelder.

²³ Fisk under 1 kg er rapportert å ha vist god overleving og vekst sjølv under svært suboptimale tilhøve (150kg/m³, CO₂ > 20 etc.). Til samanlikning ser ein teikn til at stor fisk er meir sensitiv enn smolt til gode veksttilhøve.

Tabell 15. Døme på biologisk-teknologisk driftsrisiko i landbasert oppdrett av laks

| Variabel | Risikoområde/ kontrollparameter | Måling | RAS eller generell risiko |
|--------------------------------------|---|--|--|
| Inntaksvatn | Smittorisiko, salinitet (fiskevelferd, samt kan ha samanheng med H ₂ S-risiko i RAS) | ppt, micron meters, cfu | Generell (men risiko ved salinitet større i RAS; vassmengd og smittefare større i gj.str.) |
| Oksygen | Biologi/fiskehelse | % saturation | Generell |
| Karbondioksid | Alkalinitet, fiskehelse | mg/litre | |
| Nitritt / Nitrat | Biofiltrering, fiskehelse | NO ₂ mg/litre, NO ₃ mg/litre | RAS |
| Vasskvalitet | Klarheit, partikulært materiale, alkalinitet, geosmin/MIB | UVT, ph, TAN, oC | RAS |
| Vasskvalitet (meir) | Bakteriar, algevekst, temperaturkontroll | | Generell |
| Fôringsregime | Type fôr (konsistens, partikkelstorleik, etc), fôrmengde, akkumulering/fjerning av partiklar frå vatn og anlegg | | Generell (risiko truleg ulik i RAS) |
| Vassfiltrering og sirkulering | Fjerning av partiklar, bakteriar og gass/biprodukt. Biofilm, sedimentasjon | TSS mg/litre, cfu | RAS |
| Design | Dimensjonering, funksjonalitet, hygiene og velferd | | |
| Bismak | Høgt innhald av Geosmin i kjøt – sjå og vasskvalitet. Bruk av «reinsetank» med gj.straum før slakt | | RAS |
| Tidleg kjønnsmodning | Lys, salinitet, temperatur og “mykje meir” | | |
| Smittesoner | Anleggsdesign, produksjonsrisiko – tal RAS (smittesoner) per anlegg | | RAS (større utfordring i RAS) |
| Fisketettleik | Fiskeatferd og velferd, systemrisiko | kg / m ³ | Generell, men toleransegrenser potensielt ulikt (avh. av vasskvalitet) |
| Sortering (grading) | Fiskehelse, unngå aggressiv atferd | Str./fisk | Generell |
| Tryggleiksmargin og back-up i system | Sikring mot straumstans, knapp eller romsleg dimensjonering og sikker vassforsyning. | | Generell |

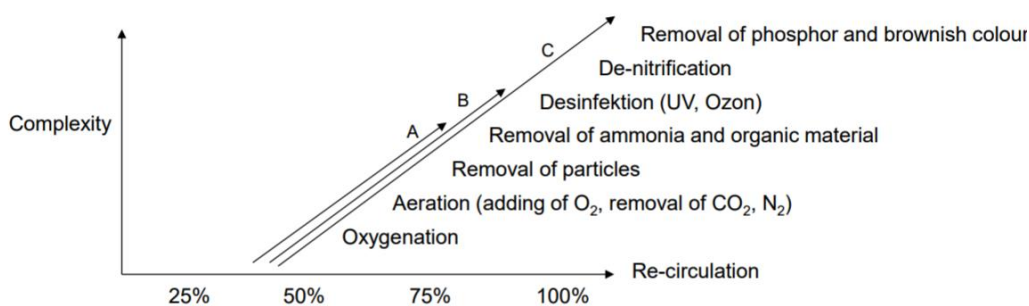
Kjelde: Atlantic Sapphire (2018), samt referansegruppe og andre kjelder ([VKM 2012](#); [Sæther, 2018](#)).

Risiko i RAS samanlikna med andre landbaserte vassbehandlingskonsept

Som det framgår av risikoanalysen, og som vist i tabellen over, ser ein at enkelte risikofaktorar har å gjere med RAS-system spesielt (heller enn landbaserte anlegg generelt), noko som kan kome av at ein framleis har ein del å lære om anleggsdesign, drift, vasskjemi og laksebiologi ved filtrering og resirkulering av så mykje som opp mot 99 % av oppdrettsvatnet. Høgare grad av resirkulering medfører auka kompleksitet når det gjeld teknologi, biologi og kjemi. Som nemnt vert dette også illustrert gjennom merknader frå forsikringsselskap om høgare frekvens av uhell og erstatningskrav frå nybygde RAS-anlegg (og særleg med bruk av saltvatn i tillegg).

I samband med risikoanalysen kan det difor vere på sin plass å nemne at ikkje alle landbaserte anlegg, verken eksisterande eller under utbygging, er intensive RAS-anlegg. Ein del eksisterande anlegg er tufta på gjennomstrauming, og det vert elles bygd anlegg med eit visst gjenbruk av vatn, men utan så høg resirkuleringsgrad at det vert behov for partikkel-fjerning og biologisk filtrering (omtalt mellom anna som «Semi-RAS», dels resirkulering eller gjenbruksanlegg (GB)).

Gjenbruksløysingar (dels resirkulering) gjer det mogeleg å redusere vassforbruk og auke fisketettleik uten bruk av biofiltrering for å oksydere ammonium/ammoniakk til nitrat (IRIS, 2012). Kun ved å tilsette oksygen og fjerne karbondioksid, kan opptil 70 % av det totale vassbehovet verte resirkulert i anlegg basert på sjøvatn²⁴ (Yngve Ulgenes, SINTEF. Referert i IRIS (2012)). Dette vil og motverke potensielle negative effekter på fisken ved brå endringar i sjøtemperatur (råvatn) før oppvarming. Vidare vil teknologien potensielt kunne bidra til å stabilisere vasskvalitet i oppdrettskar, noko som igjen gjer det mogeleg å halde høgare tettleik av fisk (IRIS, 2012). Figur 9 illustrerer skilnaden i kompleksitet i vassbehandlinga over aukande gjenbruksgrad, frå rein gjennomstrauming av vatn (til venstre i grafen) til aukande intensive RAS-anlegg med fleire og fleire steg i vassbehandlingsprosessen (mot høgre i grafen). Sjå elles rapport del I for skildring av ulike vassbehandlingsteknologi i landbasert oppdrett.



Kjelde. Billund Aquaculture Services.

Figur 9. Grad av kompleksitet i landbasert vassbehandlingsteknologi for ulike resirkuleringsgrad av vatn

Som det går fram av figuren, har RAS-anlegg fleire steg i vassbehandlingsprosessen dess høgare resirkuleringsgrad, og bruk av biofilter gjer at ein ikkje berre må røkte fisk, men og bakteriekultur. Kravet til kompetanse i drift av RAS-teknologi vert dermed større. Samstundes kan sentralisert vassbehandling og avgrensa høve til reinsing av filter innebere større konsekvensar ved smitte enn øvrige teknologiske løysingar.

Når det gjeld val av landbasert teknologi og resirkuleringsgrad, vil dermed gjerne fleire faktorar spele inn. Lokalisering, tilgjengelege vasskjelder og tilgjengeleg kompetanse for den enkelte bedrifta vil kunne vere avgjerande. RAS kan vere naudsynt av omsyn til vassbehov, spesielt i ferskvassfasen. Større resirkuleringsgrad opnar for eit større utfallsrom når det gjeld lokalisering, og for ein større samla produksjon gitt ei viss mengde vatn. Med tanke på risiko og drift kan på den andre sida ei lågare resirkuleringsgrad potensielt vere aktuelt å vurdere der

²⁴ Det eksisterar i dag fleire ulike metodar for å tilsette oksygen og fjerne CO₂ frå oppdrettskar basert på mekanisk lufting og fjerning av metabolske gassar. Vanlege teknologiar er ifølge IRIS (2012) bruk av airlifts, ejetorteknologi eller venturibaserte luftepumper.

vasskjeldene tillet dette, ut frå omsynet til lågare kompleksitet og kompetansebehov²⁵. Risikoprofil, fordelar og ulemper med alternative teknologiar for vassbehandling i landbaserte anlegg ser ut til å vere eit viktig område for vidare forskning og utgreiing. Det same gjeld forhold mellom teknologi, vasskjelder (salinitet) og biologisk risiko i landbaserte anlegg.

4. Oppsummering – matfisk på land

I dette kapitlet er det gjennomført økonomiske analysar av landbasert oppdrett av laks. Utgangspunktet har vore eit anlegg med produksjonskapasitet på 6 000 tonn. Etter etablering av ein produksjonsplan og med føresetnader om både variable og faste kostnader, vert produksjonskostnad estimert. Det er i tillegg gjennomført sensitivitetsanalysar for endringar i ulike parametarar. For dei fleste av desse er det slik at ei (mindre) endring vil ha relativt lite utslag på produksjonskostnaden. Unntaket er ved relativt store endringar i svinn og kapasitetsutnytting der desse ikkje kan kompenseras for t.d. ved utsetjing av meir smolt. Sensitivitetsanalysane er gjennomført for ein paramterer om gongen. Sjølv om verknaden av kvar enkelt kan vere liten, vil ein situasjon der fleire samtundes endrar seg i negativ lei kunne ha eit monaleg utslag på produksjonskostnaden.

Utgangspunktet for analysen er ein likevektssituasjon der produksjonen skjer utan vidare uhell og føremålet er å analysere om produksjonskonseptet kan vere konkurransedyktig i markanden. I kapitlet er det understreka at det gjer seg gjendalde grunnleggjande uvisse når det gjeld mange relasjonar innan landbasert oppdrett og at risikoen er stor. Som ei tilnærming til dette har ein sett på situasjonen der ein investerer i fem produksjonslinjer a 1 200 tonn heller enn eit enkelt anlegg med 6 000 tonn. Det vil medføre større investeringar og ein høgare produksjonskostnad per kg, men vil under gjevne tilhøve kunne medføre redusert risiko for tap i ein uventa uhellssituasjon.

²⁵ Sjø omtale av gjennomstrøymingsanlegg i rapport del I. Når det gjeld investeringar, er det antyda at dei totale investeringane i eit RAS-anlegg kan vere noko høgare enn ved GB med tilsvarende utstyrsnivå, sjølv om ein diverre har avgrensa informasjon om dette. Det som taler til fordel for lågare investering ved gjenbruk gjeld særleg grunnarbeid, betong og areal. På den andre sida vil røropplegg for inntak og uttak av vatn kunne krevje mindre dimensjonar ved RAS enn ved GB, som følgje av lågare vassinntak.

KAPITTEL 2. ØKONOMISK ANALYSE AV PRODUKSJON AV STORMOLT

1. Innleiing

Dette kapittelet tek føre seg økonomisk analyse av produksjon av stor settefisk frå landbaserte anlegg. Analysen konsentrerer seg om produksjonskostnadar i landbasert settefiskoppdrett, medan ein seinare går vidare med analyse av påvekst i sjø, der settefisken frå land vert ein innsatsfaktor i sjøbasert matfiskoppdrett (kapittel 3 og 4).

Bruk av stormsolt i kombinasjon med påvekst i sjø vert sett på som ein måte å redusere produksjonsrisiko. Større settefisk vil korte ned lengda på sjøfasen, noko som gjev mindre eksponering mot lakselus, behandlingsbehov og sjukdomssmitte. Ein sentralmotivator for investeringar i landbaserte anlegg for stor settefisk å unngå utfordringar og kostnadar knytta til lakselus, fiskehelse, avlusingsbehandingar, veksttap og svinn i sjøbasert oppdrett. Dette medfører store kostnadar for bedriftene, og gjev i tillegg opphav til tap av stor fisk og dermed bortfall av betydeleg inntekspotensiale. Ved å utvide den delen av vekstfasen og livsløpet som vert gjort i kontrollerte forhold i landbaserte anlegg har ein mål om å redusere desse risiko- og tapsfaktorane. Med større kontroll over sentrale produksjonsparametrar som vassinntak, temperatur og lys i dei tidlege stadia av laksen sin livssyklus, kan ein potensielt oppnå meir optimale vekstforhold på land i denne fasen, noko som vil kunne korte ned også på den totale varigheita av ein syklus.

Spørsmålet for ein lakseoppdrettar er om gevinsten ved stor settefisk – det vil seie betre vekst og overleving i sjø, samt lågare kostnadar til behandling mot lus – er tilstrekkeleg stor til å forsvare investering og drift av relativt kostbare landbaserte oppdrettsanlegg. Som utgangspunkt for analyser av produksjonskostnadar for stor settefisk i landbaserte anlegg vil ein her ta utgangspunkt i settefisk på høvesvis 500 og 1 000 gram ved overføring til sjø. I begge tilfelle ser ein på eit anlegg med kapasitet til å produsere 3 000 tonn per år.

Dette kapittelet er organisert som fylgjer: Ein vil ta føre seg investeringar i eit 3.000-tonns anlegg for produksjon av 500-grams settefisk eller 1 000-grams settefisk, respektivt. Vidare definerer me produksjonsplan og driftskostnadar for kvart av dei to settefisk-konsepta og estimerar ut frå dette produksjonskostnaden per settefisk.

2. Investering – 3 000-tonns landbasert settefiskanlegg

Når det gjeld produksjonsteknologi for settefisk, synest det å vere ein klar trend mot produksjon av større smolt i større anlegg med resirkulering og gjenbruk av vatn, med ein overgang til fleire RAS-anlegg (sjå kapittel 1). Likevel ser det framleis ut vil å vere skilnad i dei praktiske løysingane ved ulike smoltanlegg. Dette kan m.a. variere ut frå tilgjenge til vasskjelder (både når det gjeld sjøvotn og ferskvotn), kor store desse er, og i tillegg annan infrastruktur.

Ifylgje industrikjelder, kan ein føresetje at investeringar i eit smoltanlegg av denne dimensjonen – komplett med klekkeri – vil kome på kr 30 000 per m³ produksjonskapasitet, men grunna skilnader i produksjonskonsept, lokale tilhøve og teknologi er det vanskeleg å samanlikne og gje klare konklusjonar (personleg kommunikasjon). Likevel – investeringar per kg produksjonskapasitet varierer noko med storleiken på smolt ein vil produsere. Ifylgje eitt estimat, vil investeringar per kg kunne vere so høge som kr 4-500/kg produksjonskapasitet frå rogn og opp til ein storleik på 100 g, medan dette kan vere redusert til kr 60-94/kg produksjonskapasitet for vidare vekst frå 100 til 500 g. Stordriftsfordelar i investeringane gjeld gjerne opptil eit visst punkt og viser deretter ei utflating ved 3 000 – 5 000 tonn – slik at det er lite eller ingen ting å hente ved storleik utover dette.

Me vil her sjå på investeringar i eit anlegg med åreg produksjonskapasitet på 3 000 tonn, både for settefiskstorleik på 1 000 gram og 500 gram. I det eine tilfellet vil ein kunne produsere om lag 3 millionar settefisk på 1 kg, medan ein i det andre tilfellet vil kunne produsere om lag 6 millionar 500-grams settefisk. I begge tilfelle tek me utgangspunkt i fire

innsett/uttak per år. I praksis kan det og hende at ei integrert settefisk- og sjøbasert matfiskbedrift vil ynskje ulik settefiskstorleik på ulike årstider, tilpassa både lokale sesongvariasjonar i veksttilhøve i sjø samt den enkelte bedrifta si MTB-utnytting på sjøsida.

Investeringane er gjevne i Tabell 1. For eit slikt anlegg går ein ut frå at det trengst ei tomt på 15 mål. Tomtekostnaden er sett til kr 500 000 per mål. Samla investeringar utgjer knapt 500 mill. kr. Største posten er bygg, konstruksjon og prosjektrelaterte kostnadar med 240 mill. kr eller knapt 48 % av totalen. Deretter kjem akvakultursystem med 175 mill. kr, eller knapt 35 % av totalen.

Tabell 1. Investeringar i settefiskanlegg med 3.000 tonn kapasitet – 500-grams settefisk

| Investering | Kr | Økonomisk levetid | Årleg rente- og avskrivningskost |
|--|--------------------|-------------------|----------------------------------|
| Bygg, konstruksjon og prosjektrelaterte kostnadar | 240 000 000 | 20 | 17 659 620 |
| Akvakultur-utstyr (resirkulering, pumping, rør, filter, anna vassbehandling og elektrisk) | 179 100 000 | 20 | 12 876 806 |
| Fisketankar og utstyr | 30 000 000 | 20 | 2 207 453 |
| Ymse utstyr (automasjon og overvåking, sortering og handtering, vaksinasjon, reinhald, ensilasje, truck) | 16 900 000 | 10 | 2 083 617 |
| Klekkeri, slamhandtering, føring | 26 500 000 | 10 | 3 267 210 |
| Tomt | 7 500 000 | - | 300 000 |
| Samla investering | 500 000 000 | | kr 38 394 706 |

Når det gjeld arealbruk, legg ein til grunn eit arealbehov for bygningsmasse på 2,5 m² per tonn produksjonskapasitet samt ein faktor på 2 for totalt arealbehov inkludert infrastruktur (sjå dimensjonerande kriterium i SINTEF-rapport). For eit 3 000-tonns anlegg gjev dette eit arealbehov på 15 mål. Pris per mål vert som tidlegare sett til kr 500 000. Årleg rente og avskrivningskostnad er utrekna til 38,4 mill. kr. Også her er realrente på 4 % lagt til grunn og avskrivningane er rekna ut etter annuitetsprinsippet. Avskrivningstida varierer mellom 10 og 20 år.

Settefiskanlegget vil vere dimensjonert ut frå maksimal biomasse i anlegget, og investeringssummen er anslått å vere rimeleg lik enten settefiskstorleiken er 500 gram med eit stort tal fisk eller den dobbelte storleik med halvparten så mange fisk per år. Sistenemnde anlegg med produksjon av 1 000-g smolt kan likevel verte noko rimelegare – ifylgje industrikjelder kan investeringssummen vere opptil 10 % lågare samanlikna med 500-grams anlegget til rundt kr 500 millionar, dvs. ein investeringskostnad på omlag 450 mill. kr.

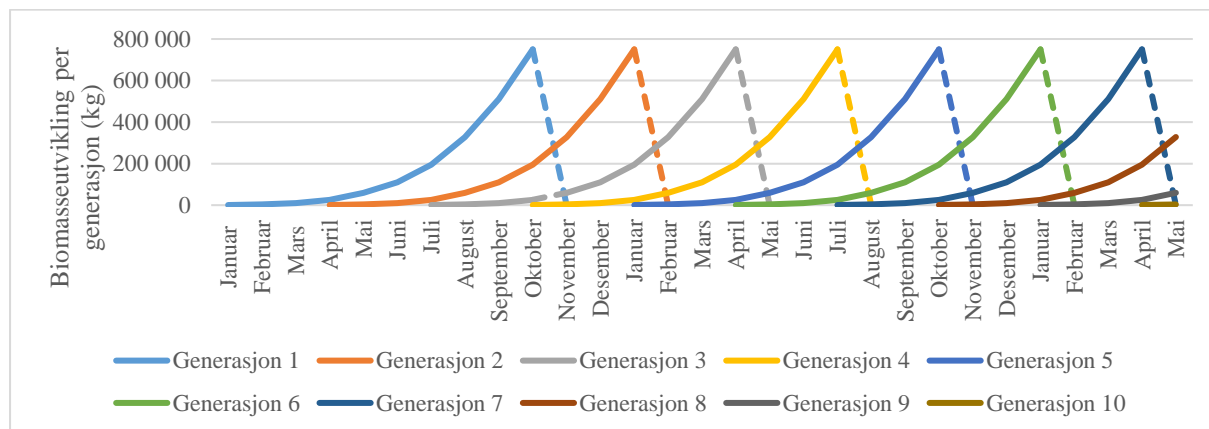
2.1 500-grams settefisk

Produksjonsplan

Produksjonsplanen for settefiskanlegget har mykje til felles med produksjonsplanen for matfiskanlegget som presentert tidlegare (kapittel 1). Syklusen per generasjon i eit settefiskanlegg er derimot langt kortare – om lag ni og ein halv månad²⁶ etter innsett av 0.2-grams yngel i anlegget vert settefisk på 500 gram levert til sjø. Anlegget legg inn rogn fire

²⁶ Ei periode på 6-10 veker i klekkeriet er ikkje rekna med her.

gongar i året og leverer fire generasjonar 500-grams settefisk til sjø per år. Gitt føresetnader om vekst og død som presentert i Tabell 2 under får me ei biomasseutvikling i settefiskanlegget som vist i Figur 1.



Figur 1. Biomasseutvikling per generasjon i anlegget over tid (kg) – fire utsett per år

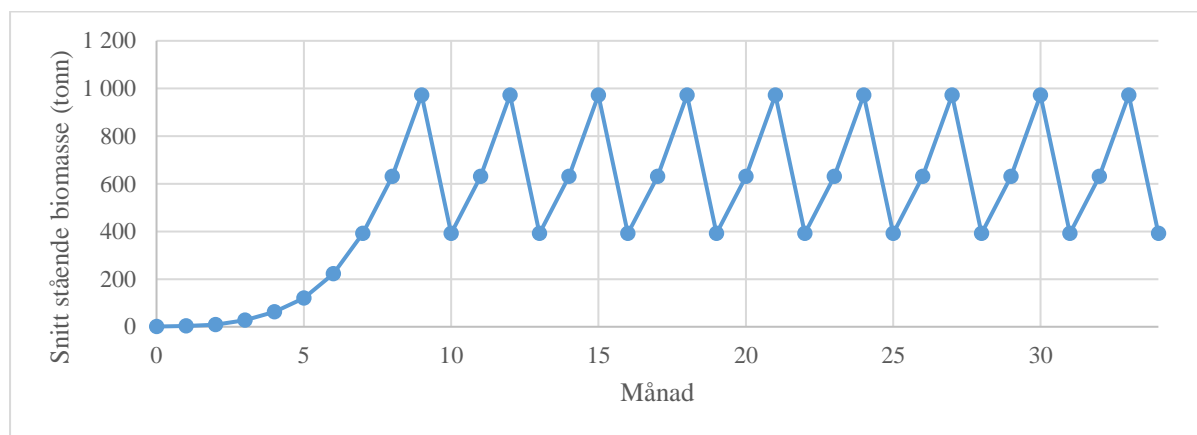
Som Figur 1 illustrerer vil ein ha eit anlegg som ganske raskt er i full drift – allereie frå andre driftsår (ei periode på 6-10 veker i klekkeriet er ikkje rekna med i figuren). Fyrste inntekt frå drifta kjem allereie fyrste driftsår, noko som gjer at kapitalbindinga er mindre krevande enn i fullsyklus matfiskoppdrett, der ein fyrst får inntekt frå sal av fisk etter minimum 19 månader.

Produksjonsflyten som kjem fram i figuren gjev og ein indikasjon på kapasitetsutfordringa (utnyttingsgrad) i landbasert oppdrett med ei biomasse som utviklar seg eksponentielt per generasjon. I tillegg vil eit integrert oppdrettsselskap sjå på settefiskstrategien som ein del av produksjonsstrategien i sjøbasert påvekst, der optimal utnytting av MTB-kapasiteten gjerne vil utgjere ein viktig avgrensande faktor. Eit slikt integrert selskap vil til dømes kunne ynskje 470-grams settefisk i fyrste levering, 340-grams settefisk i andre levering, 740-grams i tredje, osv. Ein slik produksjonsplan i det landbaserte anlegget kunne følgjast ved å justere tal fisk per generasjon (fleire fisk ved storleik mindre enn 500 gram; færre ved storleik større enn 500 gram) for å halde seg innanfor den maksimale ståande biomassen som anlegget er dimensjonert for. Alternativt kunne ein under-utnytte kapasiteten i anlegget ved redusert settefiskstorleik, og i tilfellet med større settefisk til dømes ta ut enkelte fisk tidlegare og i fleire omgangar når biomassetoppen nærmar seg. Føresetnadene for produksjonsplanen er oppsummert i Tabell 2.

Tabell 2. Føresetnader for produksjonsplan

| | |
|--------------------------------------|--|
| Produksjonsperiode | Klekkeri: 6-10 veker til 0,2 g. Startfôring og påvekst: Utsett yngel i måned 0 med levering av 500-g settefisk ca midt i måned 9. |
| Rogn per utsett | 2,001,300 egg |
| Svinn (i stk fisk) | Klekkeri (frå egg til 0,2 g): 5 % Tre fyrste månader på startfôr: 5 % per måned Vidare 1 % månedleg fram til vaksinering I vaksineringsmånaden 5 % svinn Vidare 0.5 % dødelegheit per måned fram til levering i sjø. Over livssyklusen gjev dette eit totalt svinn på 27 % (inkludert rognstadium), med mesteparten av tapet i tal fisk tapt i dei fyrste månadene. |
| Vaksinering | Vaksinering i måned 5, med startvekt 50 g. |
| Årleg produksjon | 3,000 tonn |
| Levering | Fire leveransar per år, med 1.495 millionar settefisk per levering, til saman ca. 5.980 millionar settefisk per år |
| Biologisk fôrfaktor (FCR) | FCR 0.9 (gjev her økonomisk fôrfaktor 0.92) |
| Vekstfaktor (TGC) og vassstemperatur | TGC 2.7 (frå 92 gram) og vassstemperatur 12 grader. |

Figur 2 viser ei forenkla framstilling av utviklinga av biomassen i anlegget over tid, basert på gjennomsnittet i kvar måned (inkludert maksimal biomasse i den månaden 500-grams settefisk vert levert til sjø). Som ein ser varierer biomassen ein del, og anlegget må dermed vere dimensjonert for ei maksimal biomasse som er ein god del større enn gjennomsnittsbiomassen i anlegget over tid.

**Figur 2. Utvikling i stående biomasse over tid (vekt i tonn)**

2.2 Produksjonskostnad

Variable kostnader

Føresetnader for variable driftskostnader er gjeve i Tabell 3. Ein reknar med 15 tilsette som vil gje 7-8 tilsette per skift. Årleg lønnskostnad inkludert sosiale kostnader er sett til kr 641.000,00, det same som i kapittel 1. Det er ein tillegg ein «alt mogeleg person» for førefallande arbeidsoppgåvar som er løna noko mindre.

Tabell 3. Føresetnader – variable kostnader

| | |
|---|---|
| Tilsette i produksjon | 15 tilsette (som gjev 7-8 tilsette per skift). Lønnskost kr 640,900 per årsverk, inkl. 30 % sosiale kostnader. |
| Andre tilsette, t.d. reinhald og forefallande oppgåver (ikkje akvakultur-/produksjonsmedarb.) | 1 person Lønnskost kr 455,000 per årsverk, inkl. 30 % sosiale kostnader |
| Pris på rogn | Kr 1.50 per egg (kr 1-1.6 avhengig av genetik) Innkjøp ca 8 005 200 stk egg per år |
| Pris på fôr | Kr 15 per kg Forbruk 2 802,6 tonn |
| Pris på vaksine | Kr 2 per vaksine (kr 1.5-2.0 per vaksine avhengig av innhald). Innkjøp ca 6 406 548 stk vaksiner per år. |
| Straum ^{a)} | NOK 0.80 per kwh. (inkludert nettleige) Forbruk 5 kwh per kg produksjonskapasitet |
| Oksygen | NOK 2.60 per kg Forbruk 0.7 kg per kg realisert produksjon (fôr) |
| Slamhandtering/avhending | NOK 800 per tonn (variasjonsområde kr 130-2000). Kvantum 1.5 kg slam (før tørking) per kg fôring, totalt ca 4,126 tonn slam per år |
| Trygding biomasse | 2,5 % av variable kostnader |
| Andre kostnader | |
| Evt. lut/bikarbonat/PH-justering | Kr 1.70 per kg Forbruk 0,1 kg per kg fôr (realisert produksjon) |
| Medisin, laboratorium, veterinærtjenester | Kr 500 000 |
| Diverse kostnader (trivsel/hushald/anna) | Kr 500 000 |
| Rente på arbeidskapital | 4 % |

a) Straumforbruk er her sett som bestemt av produksjonskapasitet og er dermed rekna som ein indirekte kostnad. Forbruk av oksygen, lut og slamhandtering er sett som bestemt av realisert produksjon, uttrykt ved fôrkvantum, og er dermed rekna som ein direkte kostnad. Ved avvik frå planlagt produksjonskvantum (sjå sensitivitetsanalyser) vil direkte kostnader som fôr, oksygen, lut og slambehandling samvariere med produksjonsavvik, medan indirekte og faste kostnader på kort sikt ikkje vil gjere dette.

Med utgangspunkt i produksjonsplanen vert årleg fôrkvantum på 2 750,6 tonn, som gjev ein økonomisk fôrfaktor på 0.92. Med ein fôrkostnad på 15 kr per kg vert den årlege fôrkostnaden kr 41.3 millionar.

Trygding av biomassen er estimert ut frå ein sats på 2.5 %, med variable produksjonskostnader som forsikringsgrunnlag. Satsen føreset ein eigendel på 20 %. Ein eventuell auke i eigendelen til 30 % ville gje 15-20 % lågare forsikringskostnad.

Faste kostnader

Leing av bedrift vert rekna som ein fast kostnad. Ein har 4 personar i leiarstilling med lønnskostnad kr 975.000,- per årsverk inkludert sosiale utgifter (Tabell 4).

Estimat på vedlikeholdsutgifter er 1,5 % av investeringskost per år over anlegget si levetid for å halde det i god stand²⁷. Det vil vere relativt lite vedlikehald tidleg i perioden, men behovet aukar etter kvart med slitasje.

²⁷ Vedlikehald er prinsipielt sett ein variabel kostnad, men vert her rekna som fast.

For bygg er trygdepremien 0.6 promille, og for maskiner og prosessutstyr 2.5 promille. Både når det gjeld fisk, bygg og anlegg er det viktig å notere at trygdepremien kan variere betydeleg frå bedrift til bedrift, avhengig av tidlegare hendingar og utbetalingar, samt lokalisering, type bygg og anlegg og andre faktorar som kan påverke vurderinga av risikoprofil

Rente og avskrivningar er klart viktigaste komponent av faste kostnader.

Tabell 4. Føresetnader – faste kostnader

| | |
|---------------------------------------|---|
| Leing | 4 leiarar Lønnskost kr 975.000 per år, inkl. 30 % sosiale kostnader |
| Diverse kontorhald, rapportering etc. | 1 000 000 |
| Vedlikehald/service | Årleg kostnad 1.5 % av opprinneleg investeringsbeløp |
| Sum trygding bygg og anlegg per år | Bygg: 0.6 promille Maskiner og prosessutstyr: 2.5 promille Sum kr 765 000 |

Ut frå desse føresetnadene kan me no estimere både totale kostnader per år, og dermed kostnaden per settefisk som vist i Tabell 5. I motsetnad til matfiskoppdrett der pris og kostnad vert gitt per kilo, vert settefisk omsett og prissett per fisk. Kostnaden per år og per fisk er basert på full produksjon og drift, det vil seie ein «likevektssituasjon» over tid. Som vist i figurane over vil bedrifta nå dette fyrst i år nummer to.

Tabell 5. Samla produksjonskostnad 500-grams settefisk. Per år og per fisk

| | Kostnad per år | % | Kr/stk |
|---|-----------------------|--------------|----------------|
| Rogn | kr 12 007 800 | 8 % | kr 2.0 |
| Fôr | kr 42 039 037 | 27 % | kr 7.0 |
| Vaksiner | kr 12 813 096 | 8 % | kr 2.1 |
| Lønnskostnad | kr 9 613 501 | 6 % | kr 1.6 |
| Energikostnad | kr 12 000 000 | 8 % | kr 2.0 |
| Oksygen | kr 5 100 737 | 3 % | kr 0.9 |
| Slambehandling | kr 3 363 123 | 2 % | kr 0.6 |
| Andre variable kostnader | kr 1 476 442 | 1 % | kr 0.2 |
| Forsikring biomasse | kr 2 460 343 | 2 % | kr 0.4 |
| Rente på arbeidskapital | kr 4 559 103 | 3 % | kr 0.8 |
| Sum variable kostnader | kr 105 433 183 | 67 % | kr 17.6 |
| Leing (løn) | kr 3 900 000 | 2 % | kr 0.7 |
| Diverse kontorhald, administrasjon og rapportering | kr 1 000 000 | 1 % | kr 0.2 |
| Forsikring bygg og anlegg | kr 765 000 | 0 % | kr 0.1 |
| Vedlikehald/service | kr 7 438 500 | 5 % | kr 1.2 |
| Avskrivningar og rentekostnad på investering/fast kapital | kr 38 394 706 | 24 % | kr 6.4 |
| Sum faste kostnader | kr 51 498 206 | 33 % | kr 8.6 |
| Sum produksjonskostnader | kr 156 931 389 | 100 % | kr 26.2 |

Når anlegget er kome i full drift, vil årlege produksjonskostnadar utgjere ca 157 mill. kr. Av det er 67 % variable og 33 % faste. Det er viktig å vere merksam på at dette føreset at produksjonen skjer utan uhell av noko slag. Produksjonskostnad per settefisk vert kr 26,2. Fôr er største kostnadsart med kr 7,0 eller 27 % av produksjonskostnaden. Deretter kjem rente og avskrivning med kr 6,4 (24 %) og vaksiner, rogn og energi med kr 2-2,1 (8 %).

Til orientering gjev Tabell 6 kostnad per settefisk for 2016 utifrå Fiskeridirektoratet si lønsemdsundersøking. Det er viktig å peike på at det her er tale om smolt som truleg i gjennomsnitt er omlag 100 gram og oppover (snittstorleik per fisk vert ikkje oppgitt). Kostnaden er estimert til kr 10,20 per stk. Ein noterer seg at netto rentekostnad er kr 0,3 per settefisk. Som for matfiskanlegg er dette ein indikasjon på god soliditet og at kapitalkostnadene og dermed produksjonskostnadene er undervurderte.

Tabell 6. Fiskeridirektoratet si lønsemdsundersøking - Kostnadar per settefisk

| | 2016 | % |
|------------------------------|------|-------|
| Rogn og yngelkostnad pr. stk | 1.8 | 16 % |
| Fôrkostnad pr. stk | 1.8 | 17 % |
| Forsikringskostnad pr. stk | 0.1 | 1 % |
| Vaksinasjonskostnad pr. stk | 1.4 | 13 % |
| Lønnskostnad pr. stk | 1.9 | 17 % |
| Avskrivningar pr. stk | 1.1 | 10 % |
| Elektrisitetskostnad pr. stk | 0.5 | 4 % |
| Annen driftskostnad pr. stk | 2.0 | 19 % |
| Netto rentekostnad pr. stk | 0.3 | 2 % |
| Produksjonskostnad pr. stk | 10.9 | 100 % |

2.3 Sensitivitetsanalyser – kostnad per 500-grams settefisk

Medan ein har mykje erfaring med settefiskoppdrett på land fram til 100-150 gram er det framleis få settefiskanlegg i ein så stor skala som dette, med RAS som produksjonsteknologi og med produksjon av så stor settefisk over tid. Det er difor uvisse rundt både biologiske og teknologiske variablar, samt drift og samhandling mellom desse faktorane. Oppdrett er elles ibuande risikabelt grunna samanhengen av biologiske prosessar med oppfôring, vekst og til tider tap av levande fisk. Som følgje av dette er det nyttig å gjere sensitivitetsanalyser rundt viktige variablar og føresetnader for å undersøke den økonomiske konsekvensen av ulike variasjonar. Sensitivitetsanalyser er gjennomført for fylgjande variablar og føresetnader, tilsvarende som for matfisk:

- Endring i investeringsbeløp (+/- 30 %)
- Auke i realrente til 7 % (frå 4 %)
- Energi-, oksygen- og slambehandlingskostnad +/- 30 %
- Fôrpris +/- 30 %

I tillegg vert det gjort fylgjande sensitivitetsanalyser med fokus på kapasitetsutnytting:

- Svinn på 1 % og 2 % per måned etter vaksinerings (gjeld for 3.5 månader før utsett til sjø)
- Svinn på 10, 20 og 30 % i sein produksjonssyklus
- Endring i årleg produksjon og kapasitetsutnytting (+/- 30 %).

Resultata er presentert i Tabell 7 og Tabell 8.

Tabell 7. Produksjonskostnad per 500-grams settefisk. Sensitivitetsanalyse

| Scenario | | Redusert kostnad | Basis-tilfelle. Kr/stk | Større kostnad |
|--------------------------|-----------|------------------|------------------------|----------------|
| Sum investering +/- 30 % | Per fisk | 23.9 | 26.2 | 28.6 |
| | Endring % | -9 % | | 9 % |
| Realrente 7 % | Per fisk | - | 26.2 | 28.5 |
| | Endring % | | | 9 % |
| Energikostnad +/- 30 % | Per fisk | 25.6 | 26.2 | 26.9 |
| | Endring % | -2 % | | 2 % |
| Oksygenkostnad +/- 30 % | Per fisk | 26.0 | 26.2 | 26.5 |
| | Endring % | -1 % | | 1 % |
| Slambehandling +/- 30 % | Per fisk | 26.1 | 26.2 | 26.4 |
| | Endring % | -1 % | | 1 % |
| Fôrpris +/- 30 % | Per fisk | 24.0 | 26.2 | 28.5 |
| | Endring % | -9 % | | 9 % |

Endring i investeringsbeløp (+/- 30 %)

Ei endring i investeringskostnadene på +/- 30 % medfører ei endring i produksjonskostnaden på +/- 9 % (Tabell 7). Ei endring i totale investeringar gjev utslag i årlege avskrivningar og rente (kapitalkostnad) samt trygdekostnad bygg og anlegg og årleg service- og vedlikehaldskostnad, ettersom denne vert estimert relativt til investeringssummen (sats 1.5 %).

Auke i realrente til 7 % (frå 4 %)

Dersom ein legg til grunn ei realrente på 7 % heller enn 4 % aukar produksjonskostnad per kg med 9 %. Renta påverkar både komponenten avskrivning og rente, samt renter på arbeidskapitalen. Som ein ser er produksjonskostnaden relativt sensitiv for føresetnaden om rentenivå.

Endring i energi-, oksygen- og slambehandlingsskostnad +/- 30 %

Når det gjeld energi og oksygen, vil ei 30 % endring i den totale kostnaden per år kunne kome som følgje av både endring av forbruk og av pris. For energi vil ei slik endring medføre ei endring i produksjonskostnad på omlag 2 %. Energikomponenten utgjer 8 % av totale kostnadar, om lag same del av totalen som både vaksiner og rogn er estimert å utgjere. Tilsvarende endringar i desse kostnadskomponentane vil dermed ha tilsvarende effekt. Når det gjeld oksygen og slam, er desse komponentane ein mindre del av totalkostnaden, og ei 30 % endring vil medføre ei effekt på totalkostnaden på berre ca. 1 %.

Fôrpris +/- 30 %

Utslaget på produksjonskostnaden ved ei 30 % auke i prisen per kg fôr (frå kr 15 til kr 19,5) er berekna til ei endring på 9 % i produksjonskostnaden, til kr 28,5 per stk. Ved ein tilsvarende reduksjon i prisen (til kr 10,5) vert produksjonskostnaden kr 24,0 per stk.

Endra kapasitetsutnytting – variasjon i vekst og svinn

Ved sensitivitetsanalyser for avvik frå forventa kapasitetsutnytting ser ein igjen på variasjonar i produksjonskvantum og svinn (tilsvarende som kap. 1). Medan ein for matfisk såg på avvik frå forventa vekst vert kapasitetsutnytting i dette tilfellet analysert ved å justere talet settefisk produsert, representert ved talet yngel til startfôr. Dette fordi kostnaden (og inntekta) for settefisk er på per stk-basis. Ved å gjere sensitivitetsanalyse for vekst i tilfellet med settefisk ville resultatet vise kostnaden per stk. for ein større/mindre settefisk, og ein vil til dømes kunne

risikere å mistyde eit negativt vekstavvik som positivt, ettersom talet settefisk er det same, medan kostnaden per settefisk går ned som følgje av lågare direkte kostnadar som fôr, lut, oksygen, slambehandling, forsikring og arbeidskapital.

Tabell 8. Sensitivitetsanalyser for endra kapasitetsutnytting – variasjon i vekst og svinn

| Scenario | | Redusert kostnad | Basis-tilfelle. Kr/stk | Større kostnad |
|--|-----------|------------------|------------------------|----------------|
| Svinn 1 % per måned etter vaksinerings (dobling frå 0.5 %) | Per fisk | - | 26.2 | 26.6 |
| | Endring % | | | 1 % |
| Svinn 2 % per måned etter vaksinerings (dobling frå 0.5 %) | Per fisk | - | 26.2 | 27.4 |
| | Endring % | | | 5 % |
| 10 % svinn i sein syklus | Per fisk | - | 26.2 | 28.5 |
| | Endring % | | | 8 % |
| 20 % svinn i sein syklus | Per fisk | - | 26.2 | 31.4 |
| | Endring % | | | 20 % |
| 30 % svinn i sein syklus | Per fisk | - | 26.2 | 35.1 |
| | Endring % | | | 34 % |
| 10 % +/- i årleg produksjon (endra kapasitetsutnytting) | Per fisk | 25.1 | 26.2 | 27.7 |
| | Endring % | -4 % | | 5 % |
| 20 % +/- i årleg produksjon (endra kapasitetsutnytting) | Per fisk | 24.1 | 26.2 | 29.4 |
| | Endring % | -8 % | | 12 % |
| 30 % +/- i årleg produksjon (endra kapasitetsutnytting) | Per fisk | 23.3 | 26.2 | 31.7 |
| | Endring % | -11 % | | 21 % |

Svinn 1 % per måned etter vaksinerings

Basis-scenario for produksjon og produksjonskostnadar per kg tek utgangspunkt i stort svinn og utsortering tidleg i syklusen, til og med måned fem (startvekt 50 g), der fisken også vert vaksinert. Deretter er utgangspunktet eit månedleg svinn på 0.5 % i tre og ein halv måned før leveringstidspunktet til sjø.

Dette scenarioet ser på ei auka svinrate frå 0.5 % til 1 % i dei 3.5 månadane etter vaksineringsmånaden og fram til utsett. Utslaget på produksjonskostnaden er ei auke på 1 % til kr 26,6/stk. Svinnet i tal settefisk aukar til 29 % (frå egg til utsett), opp frå 27 % i utgangspunktet. Totalt totalt svinn vert 25 tonn per generasjon, opp frå 16.3 tonn per generasjon i basis-scenario. Realisert produksjon vert ca 5 875 927 settefisk per år, samanlikna med ca 5 980 395 settefisk i basis-scenario²⁸. Det vert altså ikkje kompensert med fleire fisk til utsett her, og i tillegg til kostnadsauken per fisk har ein dermed eit inntekts-/margintap grunna lågare sal, som ikkje vert spegla i produksjonskostnaden. Økonomisk fôrfaktor er i dette scenarioet estimert til 0.93, opp frå 0.92 i basis-scenario.

| Månadleg svinn (etter vaksinerings) | 0,5 % (basis) | 1 % | 2 % |
|--------------------------------------|---------------|-----------|-----------|
| Produksjonskostnad per stk (kr) | 26,2 | 26,6 | 27,4 |
| Realisert produksjon (tal settefisk) | 5 980 395 | 5 875 927 | 5 671 019 |
| Svinn totalt | 27 % | 29 % | 32 % |
| Økonomisk fôrfaktor | 0,92 | 0,93 | 0,94 |

²⁸ Dette inneber ein reduksjon på knapt 105,000 settefisk, eit potensielt inntektstap i storleiksorden 2,5-3,0 mill. kr dersom prisen er i storleiksorden 25-27 kr per smolt.

Svinn 2 % per måned etter vaksinerings

Tilsvarande effekt ved eit svinn på 2 % per måned vert ei auke i produksjonskostnaden på 5 % til kr 27,4/stk. Svinnet i tal settefisk aukar til 32 % (frå egg til utsett), med totalt svinn på 42 tonn per generasjon. Realisert produksjon vert ca. 5 671 019 stk. settefisk. Økonomisk førfaktor vert 0,94.

Svinn seint i produksjonssyklusen

Dette scenarioet ser på effekten av eit større tap av talet settefisk. Utgangspunktet er at svinnet skjer i måned 7, der fiskane har ei startvekt på 165 g. Som nemnt tidlegare er analysen av produksjonskostnadar over tid basert på «steady state», med jamn produksjon generasjon etter generasjon og år etter år. Når det vert lagt inn føresetnad om eit visst svinn gjeld dette ikkje berre for ei enkelthending – det gjentek seg likt for alle dei fire generasjonane ein produserar i laupet av året.

| Tapsscenario (mnd. 7) | Basis | 10 % | 20 % | 30 % |
|--------------------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| Produksjonskostnad per stk (kr) | 26,2 | 28,5 | 31,4 | 35,1 |
| Realisert produksjon (tal settefisk) | 5 980 395 | 5 409 402 | 4 808 358 | 4 207 313 |
| Svinn totalt | 27 % | 34 % | 42 % | 50 % |
| Økonomisk førfaktor | 0,92 | 0,96 | 1,01 | 1,09 |

1) Svinn på 10 % av talet settefisk

Effekta på produksjonskostnaden per fisk i dette tilfellet vert ei auke på 8 % til kr 28.5 per settefisk. Den realiserte produksjonen vert ca. 5 409 402 settefisk per år. Altså er det ikkje kompensert for tapet ved å auke talet fisk utsett over tid, slik at ein dermed får ei redusert kapasitetsutnytting i anlegget og eit inntektstap grunna lågare sal. Svinn vert i alt 34 % av talet egg, som utgjer 47 tonn per generasjon eller 189 tonn per år, medan økonomisk førfaktor aukar til 0,96 (frå 0.92 i basis-scenario).

2) Svinn på 20 % av talet settefisk

Produksjonskostnaden aukar med 20 % til kr 31,4 per settefisk. Den realiserte produksjonen vert ca. 4 808 358 settefisk per år²⁹. Svinn vert i alt 42 % av talet egg, som utgjer 80 tonn per generasjon eller 319 tonn per år, medan økonomisk førfaktor aukar til 1.01

3) Svinn på 30 % av talet settefisk

Produksjonskostnaden aukar med 34 % til kr 35,1 per settefisk. Den realiserte produksjonen vert ca. 4 207 313 settefisk per år. Svinn vert i alt 50 % av talet egg, som utgjer 112 tonn per generasjon eller 449 tonn per år, medan økonomisk førfaktor aukar til 1.09

Som ein igjen ser i tabellen har desse scenarioa den største effekta på produksjonskostnaden. Tapet av ein betydeleg del av talet fisk gjer at det vert færre individ å fordele dei faste kostnadane på. I tillegg må dette reduserte talet av overlevande fisk bere dei variable kostnadene som gjekk med til å produsere den omkomne fisken (fôr, oksygen, vaksiner, osv.) fram til svinnet inntraff. Vidare vil som sagt konsekvensar kunne ramme påvekstfasen i sjø, dersom den aktuelle bedrifta ikkje er i stand til å erstatte planlagde leveransar av settefisk.

Endring i årleg produksjon og kapasitetsutnytting (+/- 30 %)

Dette scenarioet ser på effekten av ein lågare/høgare utnyttingsgrad i anlegget, der talet fisk til innsett og uttak er redusert/auka med ein viss prosent. Føresetnader om overleving og vekstkurve er som planlagt, men ein må til dømes basere seg på ein lågare (eller alternativt

²⁹ Dette inneber ein reduksjon på knapt 1,2 mill. settefisk, eit potensielt inntektstap i storleiksorden 31-32 mill. kr med pris på 25-27 kr per smolt.

greier å fungere med ein høgare) fisketettleik enn tiltenkt for å oppnå tilstrekkeleg vekst/fiskehelse/vasskvalitet. Svinn i prosent og fôrfaktor er uendra.

| Lågare utnyttingsgrad | Basis | 10 % | 20 % | 30 % |
|--------------------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| Produksjonskostnad per stk (kr) | 26,2 | 27,7 | 29,4 | 31,7 |
| Realisert produksjon (tal settefisk) | 5 980 395 | 5 382 355 | 4 784 316 | 4 186 276 |

1) Lågare utnyttingsgrad - reduksjon på 10 % i tal individ til innsett og uttak:

Utslaget på kostnaden per settefisk er estimert til ei auke på 5 % til kr 27.7 per fisk som følgje av ein reduksjon i utnyttingsgrad på 10 %. Realisert produksjon per år vert ca 5 382 355 settefisk.

2) Lågare utnyttingsgrad - reduksjon på 20 % i tal individ til innsett og uttak:

Ved ein reduksjon i utnyttingsgrad på 10 % vert kostnaden per settefisk auka med 12 % til kr 29.4 per fisk. Realisert produksjon per år vert 4 784 316 settefisk.

3) Lågare utnyttingsgrad - reduksjon på 30 % i tal individ til innsett og uttak:

Ein 30 % reduksjon i utnyttingsgraden gjev kostnadsauke på 21 % til kr 31.7 per settefisk. Produksjon vert 4 186 276 settefisk.

| Høgare utnyttingsgrad | Basis | 10 % | 20 % | 30 % |
|--------------------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| Produksjonskostnad per stk (kr) | 26,2 | 25,1 | 24,1 | 23,3 |
| Realisert produksjon (tal settefisk) | 5 980 395 | 6 578 434 | 7 176 474 | 7 774 513 |

4) Høgare utnyttingsgrad - auke på 10 % i tal individ til innsett og uttak:

Ved ei auke i utnyttingsgraden på 10 % er verknaden estimert til ein reduksjon på 4 % i kostnaden per settefisk til kr 25,1. Realisert produksjon vert ca 6 578 434 settefisk i året.

5) Høgare utnyttingsgrad - auke på 20 % i tal individ til innsett og uttak:

Ved ei auke i utnyttingsgraden på 20 % vert kostnaden per settefisk redusert med 8 % til kr 24,1. Produksjon vert 7 176 474 settefisk.

6) Høgare utnyttingsgrad - auke på 30 % i tal individ til innsett og uttak:

Ei 30 % betring i utnyttingsgraden gjev kostnadsreduksjon på 11 % til kr 23,3 per settefisk. Produksjon vert 7 774 513 settefisk.

Oppsummering av sensitivitetsanalyser

I dei fleste alternativa ein har sett på, ligg produksjonskostnaden per smolt i området kr 23,9 – 25,6 ved ei endring i enkeltvariablar på 30 %, dvs. +/- 9 % rundt basisestimatet på kr 26,20. Dette indikerer noko avgrensa sensitivitet til endringar i parameterverdiar enkeltvis. Dersom fleire variablar skulle slå ut samstundes i negativ retning, vil dette naturlegvis ha større konsekvensar for produksjonskostnaden. Meir sensitive er scenario for endra kapasitetsutnytting, og særleg ved større tap av fisk. Som i kapittel 1, er det slik at stor auke i svinn eller stor endring i kapasitetsutnytting vil ha større innverknad på produksjonskostnaden, og ein vil ha eit mindre kvantum å fordele faste og indirekte kostnader på. Desse utfalla vil i tillegg ha betydeleg effekt på inntekta.

På sett og vis kan tap og produksjonsavvik i settefiskanlegget i fyrste omgang framstå mindre dramatisk enn i matfiskproduksjon, særleg med omsyn til biomasse og med tanke på inntektstap. I den samanheng kan det vere høveleg å nemne potensielle vidare konsekvensar ved større, uventa tap i settefiskanlegg – nemleg produksjonsforstyringar i den sjøbaserte påvekstdelen som eventuelt skulle ha motteke settefisk frå det aktuelle anlegget. Desse problemstillingane kjem ikkje fram gjennom sensitivitetsanalysene, men er ikkje dess mindre aktuelle av den grunn (sjå kapittel 2.5 «Teknologisk og biologisk risiko i RAS», samt Sintef

rapport for refleksjonar om uvisse og risiko i landbasert oppdrett). Dette er eit viktige tema for vidare utgreiing.

3.1 000-grams settefisk

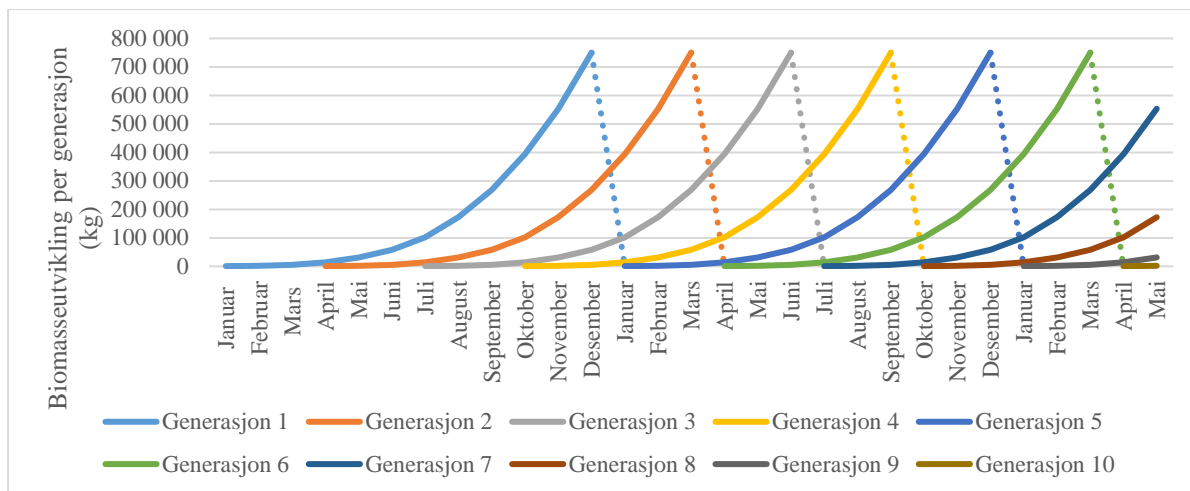
3.1 Produksjonsplan

Når det gjeld produksjonsplanen for 1 000-grams settefisk, er føresetnadene i hovudsak som for 500-grams fisk – med unntak for tal egg per utsett og per år, samt tal fisk som leverast til sjø og storleiken ved utsett. Produksjonsplanen for 1 000-grams settefisk er presentert i Tabell 9.

Tabell 9. Føresetnader for produksjonsplan

| | |
|--------------------------------------|--|
| Produksjonsperiode | Klekkeri: 6-10 veker til 0,2 g. Startfôring og påvekst: Utsett 0.2-g yngel i månad 0 med levering av settefisk ca midt i månad 11, med ein storleik estimert til om lag 966 gram |
| Rogn per utsett | 1 050,000 egg |
| Svinn (i stk fisk) | Klekkeri (frå egg til 0,2 g): 5 % Tre fyrste månader på startfôr: 5 % per månad Vidare 1 % månadleg fram til vaksinering I vaksineringsmånaden 5 % svinn Vidare 0.5 % dødelegheit per månad fram til levering i sjø. Over livssyklusen gjev dette eit totalt svinn på 28 % (inkludert rognstadium), med mesteparten av tapet i tal fisk tapt i dei fyrste månadene. |
| Vaksinering | Vaksinering i månad 5, med startvekt 50 g. |
| Årleg produksjon | 3,000 tonn |
| Levering | Fire leveransar per år, med ca 776 592 settefisk per levering, til saman ca. 3.106 millionar settefisk per år |
| Biologisk fôrfaktor (FCR) | FCR 0.9 (gjev økonomisk fôrfaktor 0.92) |
| Årleg fôrkvantum | 2 815 tonn |
| Vekstfaktor (TGC) og vassstemperatur | TGC 2.7 (frå 92 gram) og vassstemperatur 12 grader |

Ut frå denne produksjonsplanen kan me skissere ei forenkla biomasseutvikling som vist i Figur 3. Som figuren viser har dette tilfellet ei lengre produksjonstid per syklus, og kapitalbindinga i produksjonen er dermed også større enn ved 500-grams smolt. Ved oppstart må kostnadene for dei fire fyrste utsetta dekkjast inn utan inntekter frå produksjonen før i den tolvte månaden etter innsett av fyrste 0.2-grams yngel. Dette inneber at bedrifta treng stor driftskapital under oppstarten.



Figur 3. Biomasseutvikling per generasjon i anlegget over tid (kg) – fire utsett per år

3.2 Produksjonskostnad – 1 000-grams settefisk

Investering

Som diskutert under del 2 Investering ovanfor er det estimert at investeringar og dimensjonering av 3 000-tonns anlegg for 1 000-grams settefisk vil vere svært likt som eit tilsvarende settefiskanlegg utforma for 500-grams settefisk. Investeringssummen vil jamvel kunne vere noko lågare ved produksjon av færre, men større fisk – opptil ein 10 % skilnad. Som utgangspunkt for investeringar i dette tilfellet går me difor ut frå ein reduksjon i den totale investeringa på 5 % samanlikna med 500-grams anlegget av same skala (med unntak av tomtkostnad, som er uendra).

Oversikt over investeringar er gjeve i [Tabell 10](#). Totalinvesteringar er estimert til 471,5 mill. kr, som er 24,4 mill. kr lågare enn i tilfellet med produksjon av 500 g smolt. Årlege rente- og avskrivningskostnadar er estimert til 36,5 mill. kr.

Tabell 10. Investeringar i settefiskanlegg med 3.000 tonn kapasitet – 1 000-grams settefisk

| Investering | NOK ^{a)} | Økonomisk levetid | Årleg rente- og avskrivningskost |
|--|--------------------|-------------------|----------------------------------|
| Bygg, konstruksjon og prosjektrelaterte kostnadar | 228 000 000 | 20 | 16 776 639 |
| Akvakultur-utstyr (resirkulering, pumping, rør, filter, anna vassbehandling og elektrisk) | 166 250 000 | 20 | 12 232 966 |
| Fisketankar og utstyr | 28 500 000 | 20 | 2 097 080 |
| Ymse utstyr (automasjon og overvåking, sortering og handtering, vaksinasjon, reinhald, ensilasje, truck) | 16 055 000 | 10 | 1 979 436 |
| Klekkeri, slamhandtering, fôring | 25 175 000 | 10 | 3 103 850 |
| Tomt | 7 500 000 | - | 300 000 |
| Total investering | 471 480 000 | | kr 36 489 971 |

a) Komponentar og sum er redusert med 5 % samanlikna med investeringane presentert for anlegget av tilsvarende skala for produksjon av 500-grams settefisk.

Variable og faste kostnader

For variable kostnader er ingen endringar gjort samanlikna med føresetnadene gitt tidlegare for produksjon av 500-grams settefisk. Alle skilnader i variable kostnader kjem dermed som følgje av endringane i produksjonsplanen. Når det gjeld faste kostnader, er det heller ikkje gjort endringar i føresetnadene. Det er likevel skilnader i vedlikehald og forsikring som følgje av at investeringane er redusert med 5 %. Med desse føresetnadene får me totale kostnader per år og kostnader per fisk som i Tabell 11.

Tabell 11. Samla produksjonskostnad 1 000-grams settefisk. Per år og per fisk

| | Kostnad per år | % | Kr/stk |
|---|-----------------------|--------------|----------------|
| Rogn | kr 6 300 000 | 4 % | kr 2.0 |
| Fôr | kr 42 226 343 | 30 % | kr 13.6 |
| Vaksiner | kr 6 722 506 | 5 % | kr 2.2 |
| Lønnskostnad | kr 9 613 501 | 7 % | kr 3.1 |
| Energikostnad | kr 12 000 000 | 8 % | kr 3.9 |
| Oksygen | kr 5 123 463 | 4 % | kr 1.6 |
| Slambehandling | kr 3 378 107 | 2 % | kr 1.1 |
| Andre variable kostnader | kr 1 478 565 | 1 % | kr 0.5 |
| Forsikring biomasse | kr 2 171 062 | 2 % | kr 0.7 |
| Rente på arbeidskapital | kr 4 068 500 | 3 % | kr 1.3 |
| Sum variable kostnader | kr 93 082 048 | 65 % | kr 30.0 |
| Leiting (løn) | kr 3 900 000 | 3 % | kr 1.3 |
| Diverse kontorhald, administrasjon og rapportering | kr 1 000 000 | 1 % | kr 0.3 |
| Forsikring bygg og anlegg | kr 726 750 | 1 % | kr 0.2 |
| Vedlikehald/service | kr 7 072 200 | 5 % | kr 2.3 |
| Avskrivningar og rentekostnad på investering/fast kapital | kr 36 489 971 | 26 % | kr 11.7 |
| Sum faste kostnader | kr 49 188 921 | 35 % | kr 15.8 |
| Totale produksjonskostnader | kr 142 270 969 | 100 % | kr 45.8 |

Som Tabell 11 viser, vil årlege produksjonskostnader når anlegget er kome i full drift utgjere 142,3 mill. kr. Kostnadene fordelar seg med ca. 1/3 faste og 2/3 variable. Til samanlikning var årleg produksjonskostnad kr 156,9 mill. ved produksjon av 500-grams settefisk – ein differanse på nærare kr 15 mill. Av dette utgjør innkjøp av rogn og vaksiner ca 11.8 mill. (ettersom talet fisk produsert er større (dobbelt) ved 500-grams settefisk). Skilnad i avskrivning og renter som følgje av lågare investeringsbeløp i 1 000-grams anlegget utgjør ca kr 1.9 mill.

Produksjonskostnad per 1.000 g smolt utgjør kr 45,8. Skilnaden i kostnad per fisk mellom 500-grams- og 1 000-grams settefisk er dermed kr 19,6 per stk.

3.3 Sensitivitetsanalyser – kostnad per 1 000-grams settefisk

På same måte som for 500-grams settefisk har ein undersøkt effektane på produksjonskostnaden ved endringar i føresetnader for 1 000-grams fisk. Resultata er vist i Tabell 12.

Tabell 12. Produksjonskostnad per 1 000-grams settefisk. Sensitivitetsanalyse

| Scenario | | Redusert kostnad | Basis-tilfelle. Kr/stk | Større kostnad |
|--------------------------|-----------|------------------|------------------------|----------------|
| Sum investering +/- 20 % | Per fisk | 43.0 | 45.8 | 48.6 |
| | Endring % | -6 % | | 6 % |
| Realrente 7 % | Per fisk | - | 45.8 | 49.9 |
| | Endring % | | | 9 % |
| Energikostnad +/- 30 % | Per fisk | 44.6 | 45.8 | 47.0 |
| | Endring % | -3 % | | 3 % |
| Oksygenkostnad +/- 30 % | Per fisk | 45.3 | 45.8 | 46.3 |
| | Endring % | -1 % | | 1 % |
| Slambehandling +/- 30 % | Per fisk | 45.5 | 45.8 | 46.1 |
| | Endring % | -1 % | | 1 % |
| Fôrpris +/- 30 % | Per fisk | 41.5 | 45.8 | 50.1 |
| | Endring % | -9 % | | 9 % |

Endring i investeringsbeløp (+/- 30 %)

Ei endring i investeringskostnadene på +/- 30 % medfører ei endring i produksjonskostnaden på +/- 9 % (Tabell 7). Ei endring i totale investeringar gjev utslag i årlege avskrivningar og rente (kapitalkostnad) samt trygdekostnad bygg og anlegg og årleg service- og vedlikehaldskostnad, ettersom denne vert estimert relativt til investeringssummen (sats 1.5 %).

Auke i realrente til 7 % (frå 4 %)

Dersom ein legg til grunn ei realrente på 7 % heller enn 4 % aukar produksjonskostnad per kg med 9 %. Renta påverkar både komponenten avskrivning og rente, samt renter på arbeidskapitalen. Som ein ser er produksjonskostnaden relativt sensitiv for føresetnaden om rentenivå.

Endring i energi-, oksygen- og slambehandlingskostnad +/- 30 %

Når det gjeld energi og oksygen, vil ei 30 % endring i den totale kostnaden per år kunne kome som følgje av både endring av forbruk og av pris. For energi vil ei slik endring medføre ei endring i produksjonskostnad på 3 %. Oksygen og slam utgjer ein mindre delar av totalkostnaden per fisk, og ei 30 % endring enkeltvis i kvar av desse vil medføre ei effekt på totalkostnaden på ca. 1 %.

Fôrpris +/- 30 %

Utslaget på produksjonskostnaden ved ei 30 % auke i prisen per kg fôr (frå kr 15 til kr 19,5) er berekna til ei endring på 9 % i produksjonskostnaden, til kr 50,1 per stk. Ved ein tilsvarende reduksjon i prisen (til kr 10,5) vert produksjonskostnaden kr 41,5 per stk.

Deretter ser me på sensitivitetsanalysar for endra kapasitetsutnytting i form av varisjon i vekst og svinn.

Tabell 13. Sensitivitetsanalyser for endra kapasitetsutnytting – variasjon i vekst og svinn

| Scenario | | Redusert kostnad | Basis-tilfelle. Kr/stk | Større kostnad |
|--|-----------|------------------|------------------------|----------------|
| Svinn 1 % per måned etter vaksinerings (dobling frå 0.5 %) | Per fisk | - | 45.8 | 46.8 |
| | Endring % | | | 2 % |
| Svinn 2 % per måned etter vaksinerings (dobling frå 0.5 %) | Per fisk | - | 45.8 | 48.9 |
| | Endring % | | | 7 % |
| 10 % svinn i sein syklus | Per fisk | - | 45.8 | 49.2 |
| | Endring % | | | 7 % |
| 20 % svinn i sein syklus | Per fisk | - | 45.8 | 53.7 |
| | Endring % | | | 17 % |
| 30 % svinn i sein syklus | Per fisk | - | 45.8 | 59.4 |
| | Endring % | | | 30 % |
| 10 % +/- i årleg produksjon (endra kapasitetsutnytting) | Per fisk | 43.6 | 45.8 | 48.4 |
| | Endring % | -5 % | | 6 % |
| 20 % +/- i årleg produksjon (endra kapasitetsutnytting) | Per fisk | 41.8 | 45.8 | 51.7 |
| | Endring % | -9 % | | 13 % |
| 30 % +/- i årleg produksjon (endra kapasitetsutnytting) | Per fisk | 40.3 | 45.8 | 56.0 |
| | Endring % | -12 % | | 22 % |

Svinn 1 % per måned etter vaksinerings

Som følge av ei auke i månedleg svinn frå 0.5 % til 1 % over dei siste 5.5 mnd. før utsett vert effekten ein 2 % auke i kostnaden per 1 000-g settefisk til kr 46.8. Realisert produksjon vert redusert til ca. 3 021 509 settefisk per år, med årleg svinn ca 105,1 tonn og økonomisk førfaktor 0.93. Svinn totalt i stk. fisk frå egg til levering vert 30 % per generasjon. Som i døma ovanfor vert det i tilfella som vert vurdert her ogso tale om eit inntektstap som kan verte monaleg.

| Månadleg svinn (etter vaksinerings) | 0,5 % (basis) | 1 % | 2 % |
|--|----------------------|------------|------------|
| Produksjonskostnad per stk (kr) | 45,8 | 46,8 | 48,9 |
| Realisert produksjon (tal settefisk) | 3 106 369 | 3 021 509 | 2 857 527 |
| Svinn totalt | 28 % | 30 % | 35 % |
| Økonomisk førfaktor | 0,92 | 0,93 | 0,95 |

Svinn 2 % per måned etter vaksinerings

Tilsvarande effekt ved eit svinn på 2 % per måned vert ei auke i produksjonskostnaden på 7 % til kr 48.9 /stk. Svinnet i tal settefisk aukar til 35 % (frå egg til utsett), med totalt svinn på 189 tonn per år. Realisert produksjon vert ca. 2 857 527 stk. settefisk. Økonomisk førfaktor vert 0,95.

Svinn midt/seint i produksjonssyklusen

Eit betydeleg svinn av stor fisk har det største utslaget på produksjon og kostnadar per fisk. Utgangspunktet er som før at svinnet skjer i måned sju, der fiskane har ei startvekt på 165 g (som i 500-g analysen tidlegare).

| Tapsscenario (mnd. 7) | Basis | 10 % | 20 % | 30 % |
|--------------------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| Produksjonskostnad per stk (kr) | 45,8 | 49,2 | 53,7 | 59,4 |
| Realisert produksjon (tal settefisk) | 3 106 369 | 2 809 781 | 2 497 583 | 2 185 386 |
| Svinn totalt | 28 % | 35 % | 43 % | 51 % |
| Økonomisk førfaktor | 0,92 | 0,94 | 0,97 | 1,0 |

1) Svinn på 10 % av talet settefisk

Verknaden av eit svinn på 10 % av talet settefisk i månad sju vert ei auke på 7 % i kostnaden per settefisk til kr 49,2. Realisert produksjon vert då ca. 2 809 781 settefisk per år, med totalt svinn om lag 123 tonn per år, 35 % av talet settefisk frå egg til utsett. Økonomisk førfaktor vert 0.94.

2) Svinn på 20 % av talet settefisk

Produksjonskostnaden aukar med 17 % til kr 53,7 per settefisk. Den realiserde produksjonen vert ca. 2 497 583 settefisk per år. Svinn vert i alt 43 % av talet egg, som utgjer 189 tonn per år, medan økonomisk førfaktor aukar til 0,97.

3) Svinn på 30 % av talet settefisk

Produksjonskostnaden aukar med 30 % til kr 59,4 per settefisk. Den realiserde produksjonen vert ca. 2 185 386 settefisk per år. Svinn vert i alt 51 % av talet egg, som utgjer 255 tonn per år, medan økonomisk førfaktor aukar til 1.0

Endring i årleg produksjon og kapasitetsutnytting (+/- 30 %)

Tilsvarande som for 500-gram ser dette scenarioet på effekten av ein lågare/høgare utnyttingsgrad i anlegget, der talet yngel til innsett vert redusert/auka med ein viss prosent.

| Lågare utnyttingsgrad | Basis | 10 % | 20 % | 30 % |
|--------------------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| Produksjonskostnad per stk (kr) | 45,8 | 48,4 | 51,7 | 56 |
| Realisert produksjon (tal settefisk) | 3 106 369 | 2 795 733 | 2 485 096 | 2 174 459 |

1) Lågare utnyttingsgrad - reduksjon på 10 % i tal individ til innsett og uttak:

Utslaget på kostnaden per settefisk er estimert til ei auke på 6 % til kr 48,4 per fisk som følgje av ein reduksjon i utnyttingsgrad på 10 %. Realisert produksjon per år vert ca. 2 795 733 settefisk.

2) Lågare utnyttingsgrad - reduksjon på 20 % i tal individ til innsett og uttak:

Ved ein reduksjon i utnyttingsgrad på 10 % vert kostnaden per settefisk auka med 13 % til kr 51,7 per fisk. Realisert produksjon per år vert 2 485 096 settefisk.

3) Lågare utnyttingsgrad - reduksjon på 30 % i tal individ til innsett og uttak:

Ein 30 % reduksjon i utnyttingsgraden gjev kostnadsauke på 22 % til kr 56 per settefisk. Produksjon vert 2 174 459 settefisk.

| Høgare utnyttingsgrad | Basis | 10 % | 20 % | 30 % |
|--------------------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| Produksjonskostnad per stk (kr) | 45,8 | 43,6 | 41,8 | 40,3 |
| Realisert produksjon (tal settefisk) | 3 106 369 | 3 417 006 | 3 727 643 | 4 038 280 |

4) Høgare utnyttingsgrad - auke på 10 % i tal individ til innsett og uttak:

Ved ei auke i utnyttingsgraden på 10 % er verknaden estimert til ein reduksjon på 5 % i kostnaden per settefisk til kr 43,6. Realisert produksjon vert ca 3 417 006 settefisk i året.

5) Høgare utnyttingsgrad - auke på 20 % i tal individ til innsett og uttak:

Ved ei auke i utnyttingsgraden på 20 % vert kostnaden per settefisk redusert med 9 % til kr 41,8. Produksjon vert 3 727 643 settefisk.

6) Høgare utnyttingsgrad - auke på 30 % i tal individ til innsett og uttak:

Ei 30 % betring i utnyttingsgraden gjev kostnadsreduksjon på 12 % til kr 40,3 per settefisk. Produksjon vert 4 038 280 settefisk.

Oppsummering av sensitivitetsanalyser

I dei fleste tilfella utan avvik i kapasitetsutnytting varierer produksjonskostnaden mellom kr 43,00 – 48,60, dvs. om lag +/- 6 % rundt estimatet på kr 45,8. Det indikerer moderat sensitivitet til endringar i parametar (ein må igjen understreke at ein her berre har sett på endring i ein parameter om gongen).

Sensitiviteten er elles større når ein ser på døma med betydelege produksjonsavvik, der utslaga er betydelege særleg ved svinn eller produksjonsreduksjon på 20 % og oppover. I desse døma må faste kostnadar dermed fordelast på mindre kvantum. Igjen er det slik at stor endring i svinn og utnyttingsgrad ikkje berre har større innverknad på produksjonskostnad, men i tillegg vil ha ei inntektseffekt via redusert kvantum.

4. Oppsummering – stor settefisk på land

I dette kapitlet er det gjennomført økonomisk analysar av produksjon av stor settefisk frå landbaserte anlegg. Analysen konsentrerer seg om produksjonskostnadar i ein likevekts-situasjon, men det er gjennomført ei rekkje sensitivitetsanalyser for å finne ut kor robuste estimate er til endringar i viktige parametar. Analysane av 500 og 1000 grams settefisk er samanlikna med produksjon av «tradisjonell» settefisk på 100 g. Resultata frå landbasert settefiskoppdrett er utgangspunkt for vidare analyse av påvekst i sjø, der settefisken frå land vert ein innsatsfaktor i sjøbasert matfiskoppdrett (kapittel 3 og 4). Dette er neste tema.

KAPITTEL 3. ØKONOMISK ANALYSE AV PÅVEKST I OPNE MERDANLEGG

1. Innleiing

Dette kapitlet tek føre seg økonomisk analyse av stor settefisk i tradisjonelle, sjøbaserte påvekstanlegg, nemleg produksjonskostnadar for slakteklar laks (ca 5 kg), med bruk av høvesvis 500-grams og 1000-grams settefisk frå landbaserte settefiskanlegg (sjå kapittel 2). Bruk av større settefisk vert sett på som ein måte å redusere produksjonsrisiko gjennom kortare sjøfase, noko som gjev lågare eksponering mot lakselus og sjukdomssmitte.

Kostnadsanalysen vert gjort med utgangspunkt i etablering av eit sjøbasert oppdrettsanlegg med 9 oppdrettsløyve, lik 7 020 tonn MTB. For dette anlegget utarbeidar ein investeringsanslag, produksjonsplan og kostnadsbudsjett for påvekst av settefisk på høvesvis 500 gram og 1,000 gram.

Ved utforming av ein produksjonsplan er det svært mange omsyn som går inn i analysen. Dette gjeld både bedrifts- og lokalitetsspesifikke tilhøve – som til dømes den enkelte bedrifta sine tilgjengelege løyve, lokalitetar og slaktekapasitet, samt lokale sesongvariasjonar i sjø, inkludert straum-, temperatur- og smitterisikoprofil over året.

Eit viktig mål for produksjonsplanen til den enkelte bedrifta er å utnytte produksjonskapasiteten maksimalt. Med ein laksemarknad der tilbodssida har vore knapp, lakseprisane høge og marginane gode har hovudfokus vore på å få størst mogeleg produksjon per løyve, gitt dei føresetnadene og avgrensingane den enkelte bedrifta står overfor. I den samanhengen kjem større settefisk gjerne inn i biletet i hovudsak i to samanhengar: å redusere tap i produksjonen (dvs. veksttap og svinn av stor fisk i sjø), samt i nokre tilfelle å skape større fleksibilitet dersom til dømes tilgjenge til lokalitetar eller koordinerte brakkleggingsperiodar utgjer ein avgrensande faktor for MTB-utnytting.

Gitt at avgrensande faktorar og produksjonstilhøve varierar for ulike oppdrettarar kan det vere krevjande å definere gode føresetnader og utgangspunkt for produksjonsplanlegging på generelt nivå. Det vil også vere fleire måtar å formulere ei slik analyse, alt etter om ein ynskjer å sjå på produksjons- eller profittmaksimering for òi enkelt bedrift under aktuelle føresetnader og avgrensingar – eller om ein vil vektlegge å sjå på konsekvensar av ulike produksjonsstrategiar for bruk av innsatsfaktorar og areal. Eit døme på dette er bruk av sjøareal (lokalitetar) og landareal. Ei produksjonsanalyse på bedriftsnivå kan definere løyvud MTB som ein avgrensande faktor, og «optimalisere» produksjonsstrategien gitt ein føresetnad om tilgjengeleg areal. Både omfanget av tilgjengeleg areal, samt lokalitetsspesifikke tilhøve (temperatur, lokalitets-MTB, straumtilhøve, smitteprofil, eventuelle tidspunkt for koordinerte brakkleggingar, osv.) vil i så fall variere frå bedrift til bedrift og vere av betydning for optimal strategi i det enkelte tilfelle. Samstundes kan ein alternativt stille spørsmål om bruk av sjøareal og landareal på eit meir generelt og mindre bedriftsspesifikt nivå, der ein til dømes snur om perspektivet frå å definere bedrifta sitt tilgjengelege areal til å undersøke *behov* for areal under ulike produksjonsstrategiar. Vidare kan ein analysere dette ut frå eit samfunnsøkonomisk perspektiv der føremålet vil vere å utnytte aktuelle ressursar på ein måte som gjev størst nettoverdiar for samfunnet.

Luseproblem representerer ei form for produksjonsrisiko og er ein viktig grunn for utvikling mot bruk av større settefisk. Dette vil verte gjort til gjenstand for særskild analyse i dette kapitlet.

2. Føresetnader for analysen

Denne analysen vil samanlikne produksjonsplanlegging i sjø med høvesvis 100-grams, 500-grams og 1 000-grams settefisk. Føresetnadene for analysen er som sagt ei bedrift med ni oppdrettsløyve, lik 7 020 tonn MTB. Det vert og fastsett bestemte månader for utsett av settefisk. Utover dette vert det ikkje lagt vekt på å definere vidare bedriftsspesifikke eller lokale

avgrensande faktorar for produksjonen. For eksempelbedrifta utarbeidar ein investeringsanslag, produksjonsplan og kostnadsbudsjett for påvekst av settefisk der det vert teke utgangspunkt i fire settefiskutsett per år, med gitte utsettmånader i januar, april, juli og oktober.

2.1 Produksjonsplan

Viktige føresetnader for produksjonsplanen er oppsummert i Tabell 1. Estimering av vekst og vektutvikling er basert på temperaturprofilen ved Bud på Vestlandet, målt ved ei måledjupne på 5 meter.

Tabell 1. Føresetnader for analysen

| | |
|---------------------------------|---|
| MTB Løyve | 9 løyve på 780 tonn per stk, til saman 7 020 tonn MTB |
| Tal utsett per år | 4 utsett, 775 000 settefisk per utsett |
| Månader for utsett | Januar, april, juli og oktober |
| Normalt svinn | 0,75 % per måned |
| Ekstra svinn ved lusebehandling | 0,5 % i månader med lusebehandling |
| Vekstfaktor | Fyrste måned i sjø: TGC= 2,2 Deretter TGC = 2,7 |
| Temperatur | Frå målestasjon Bud, 5 meter djup (Havforskningsinstituttet). Sjå vedlegg A1. |

Produksjonsplanen tek utgangspunkt i eit mål om å produsere om lag to gongar MTB. Med 9 løyve og 7 020 tonn MTB selskapsnivå kan me dermed sette eit mål om å produsere om lag 14-15 000 tonn per år. Dersom svinn i sjø er på 8 % over ein syklus vil bedrifta måtte sette ut rundt 3,1 millionar settefisk i året for å nå dette målet gitt ein slaktestorleik på 5 kg. Med fire utsett per år vert talet settefisk per utsett dermed rundt 775 000 fisk³⁰.

Som Tabell 1 viser er det teke føresetnad om utsett ved faste tidspunkt og intervall over året, medan uttaksmønsteret kjem som ein konsekvens av desse vala. Slaktekvantum vert på den måten bestemt ut frå ståande biomasse og løyvd MTB. Ein vil til ei kvar tid halde ei ståande biomasse mest mogeleg lik MTB, med kontinuerlig uttak av månedleg tilvekst – noko som vil verte skildra nærare i det følgjande under produksjonsplanar.

Når det gjeld føresetnaden om dei gitte årlege utsettstidspunkta, er det viktig å merke at på grunn av både variasjonar i lengda på vekstsyklusen, temperatur og tilvekst gjennom året og smitteprofil/risiko i sjøen, vil det i praksis vere grunnlag for ei enkeltbedrift å justere både utsettstidspunkt, settefiskstorleik og tal fisk per utsett ut frå ulike omsyn – inkludert maksimal nettotilvekst, ønska uttaksmønster og uttakstidspunkt, samt eventuelle avgrensingar i forhold til slaktekapasitet og tilgjenge til settefisk.

Analysen vert gjennomført ulike alternativ for storleik på settefisk under same sett av føresetnader. Felles føresetnader for investeringar i sjøbaserte anlegg vert presentert i det følgjande, før ein ser på produksjonsplanlegging og tilhøyrande kostnadar separat.

³⁰ Modellen er formulert med eit gitt svinn per måned, der svinnet er gitt som ein prosentdel av talet fisk per lokalitet. Som følgje av dette vil ein tape fleire stk fisk i sjøfasen ved utsett av mindre settefisk, ettersom desse står lenger i sjø (medan større settefisk til samanlikning har hatt fleire månader med svinn i landfasen). Eit naturleg spørsmål som følgje av denne føresetnaden vert dermed om ein skal kompensere med å sette ut fleire fisk ved bruk av mindre settefisk, for å ta omsyn til at fleire fell bort før slakt. I dette dømet vert det sett ut like mange fisk i kvart alternativ, men det kan diskutast om dette er den beste måten å samanlikne dei ulike alternativa på.

2.2 Investering i sjøbasert påvekstanlegg

Investeringar i sjøbaserte påvekstanlegg er anslått som vist i Tabell 2. Informasjonen er i hovudsak henta frå Akva Group og oppdrettarar. I tillegg er nokre estimat som tomt- og kaiområde, landstraum og kontorbygg henta frå medieoppslag og offentlege skriv om transaksjonar.

Ein del investeringar er per lokalitet, medan ein del er for selskapet som heilskap. Med føresetnader som over, er det venta at talet lokalitetar ein vil trenge ved bruk av høvesvis 100, 500 og 1000-grams settefisk vil variere. Tabellen viser difor berre sum per lokalitet, medan totalen vil variere mellom ulike scenario alt etter estimert behov for lokalitetar. Kvar lokalitet er i dette tilfellet utstyrt med 130-metringar med oppdrettsvolum på ca. 25 000 m³ per merd. Kvar merd er forankra og utstyrt med notpose, belysning, noko sensorikk og fôrslange. Me let talet på merdar stå opent for å tillate variasjon i naudsynt oppdrettsvolum per lokalitet mellom ulike scenario slik dei er definert gjennom føresetnadene over. I tillegg har kvar lokalitet ein fôrflåte og ein liten arbeidsbåt. Selskapet har og ein stor arbeidsbåt, og ein reknar med at denne kan delast mellom lokalitetane og at den tidsplan fordelinga av krevjande operasjonar mellom anlegga vil tillate dette.

Elles har selskapet investeringar knytta til eit kontorbygg, tomt- og kaiområde og infrastruktur til straum. Den største investeringa er likevel dei ni produksjonsløyva. Som tabellen viser er desse høgt verdsett – her til prisen på vekst gjennom det nye produksjonsreguleringsregimet (kr 120 000 per tonn MTB).

Tabell 2. Investeringar i sjøbaserte påvekstanlegg

| <i>Per lokalitet</i> | Stk. | Pris | Levetid |
|---|------|------------|---------|
| Merdar, 130-metring (inkl. oppankring) | X | 1 375 000 | 8 |
| Notpose | X | 300 000 | 3 |
| Belysning, sensorikk, fôrslange | X | 157 500 | 3 |
| Fôrflåte | 1 | 20 000 000 | 10 |
| Arbeidsbåt – liten | 1 | 450 000 | 10 |
| <i>Sum per lokalitet</i> | | | |
| Sum alle lokalitetar i selskapet | Y | | |
| Arbeidsbåt – stor | 1 | 3 000 000 | 10 |
| Kontorbygg | 1 | 15 000 000 | 20 |
| Total investering utstyr og produksjonsfasilitetar | | | |
| Tomt og kaiområde | 1 | 20 000 000 | - |
| Straum (landstraum) | 1 | 20 000 000 | - |
| Produksjonsløyve | 9 | 93 600 000 | - |
| Total tomt og infrastruktur | | | |

2.3 Produksjonskostnadar

Dei to neste tabellane gjev føresetnader for enkelte variable og faste kostnadar. Desse føresetnadene er sams for all analysane.

Tabell 3. Føresetnader – variable kostnader

| | |
|--|--|
| Kostnad per årsverk | Årsløn basert på SSB (2016) kategori 6221 akvakulturarbeidar, fulltid, privat sektor. Tal for 2015, justert til 2017-nivå (KPI 2015 = 100, januar 2017 = 104.2). |
| Pris på fôr | Kr 12 per kg |
| Straum | Kr 0.80 per kwh. (inkludert nettleige) Elektrisk kraft (sjø og adm.): 51 kwh per tonn fôr. |
| Diesel | Kr 10 per liter. Dieselforbruk sjøanlegg (utan brønnbåt): 21 liter per tonn fôr. |
| Service og vedlikehald | 5 % av investering i anleggsutstyr |
| Andre kostnader | |
| Medisin, laboratorium, veterinærtenester | Kr 2 500 000 |
| Diverse kostnader | Kr 1 000 000 |
| Trygding biomasse | 2,5 % av variable kostnader |
| Rente på arbeidskapital | 4 % |

Tabell 4. Føresetnader – faste kostnader

| | |
|-------------------------------------|--|
| Leiing | 5 leiarar Lønnskost kr 975.000 per år, inkl. 30 % sosiale kostnader |
| Sum trygding bygg og anlegg per år: | For bygg er trygdepremien 0.6 promille, og for maskiner og prosessutstyr 2.5 promille. |
| Rente | 4 % rente for all kapital |

2.4 Lusekostnader

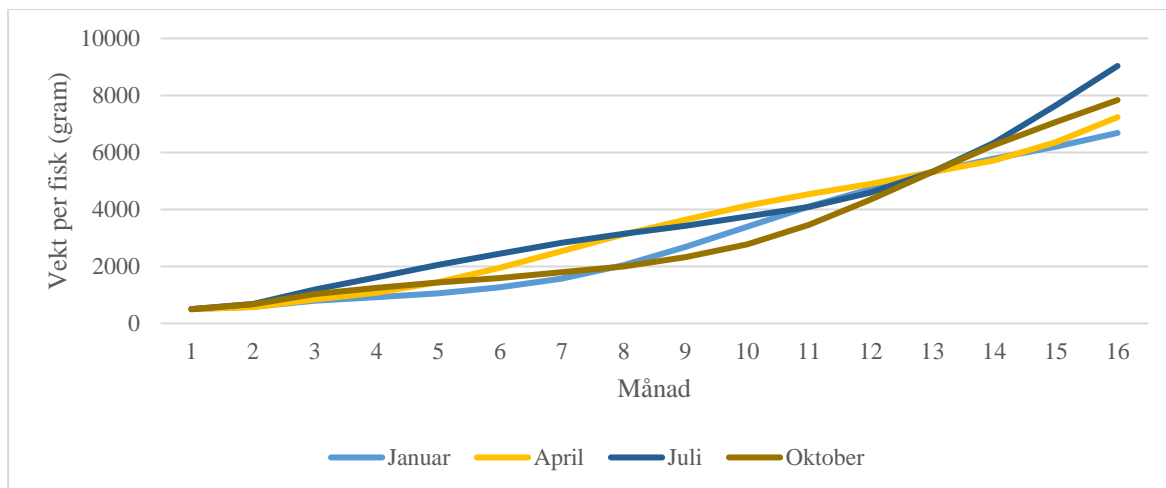
Produksjonsplanar og kostnadsanalyse vert fyrst presentert utan omsyn til avlusing. Føresetnader for og utslag i produksjonskostnader som følgje av ulikt behov for avlusing vert presentert i eigen seksjon til slutt. Ei utfordring er at «baisanalysene» potensielt kan innehalde kostnadsestimat som i realiteten inneber luserelaterte kostnader, som til dømes kan vere tilfellet med talet tilsette (henta frå Fiskeridirektoratet sin statistikk for 2016), og elles det noko høge utgangspunktet for svinn, som er sett til 0,75 % av talet fisk per månad.

3. Påvekst av 500-grams settefisk

Me har no sett på investeringar i den aktuelle bedrifta og sentrale føresetnader for produksjonsplanen. Me går vidare og ser på påvekst av 500-grams settefisk.

3.1 Produksjonsplan

Produksjonsplanen ved utsett av 500-grams settefisk er tufta på føresetnader som gjeve i Tabell 1. Dermed ser ein føre seg eit sjøbasert anlegg med 9 MTB-løyve, på til saman 7 020 tonn ståande biomasse. Det er fire utsett per år, med 775 000 settefisk per utsett. Tida det tek for kvar generasjon å nå ei individvekt på 5 kg vil variere avhengig av utsett-tidspunkt og startvekt. Figur 1 viser den venta vektutviklinga ved utsett av 500-grams settefisk i høvesvis januar, april, juli og oktober.



Figur 1. Vekstkurver for 500 grams smolt

Som figuren viser konvergerer vekstkurvene etter 12 måneder i sjø (dvs. ved byrjinga av månad 13, då fisken, utan omsyn til utsettstidspunkt, har stått i sjøen alle årstider. I dette punktet har fisken nådd ein storleik på 5,3 kg. Det er viktig å merke seg at vekstformelen tek omsyn berre til temperatur, og ikkje smitterisiko, parasittar eller andre relevante veksttilhøve.

Kvart av dei fire utsetta treng dermed i underkant av 12 månader på lokaliteten for å nå ein estimert storleik på rundt 5 kg. Kvar sjølokalitet må deretter ligge brakk i minimum 2 månader, slik at ein må rekne med minimum 14 månader per generasjon ved ein lokalitet. For ein lokalitet som har utsett i januar i eitt år vil det dermed bli knapt å sette ut fisk i april neste år. Som utgangspunkt set me derfor utsett i januar fyrste år, juli andre år, januar tredje år, osv. Gitt ein slik utsettsplan med fire utsett à 775 000 settefisk, vil selskapet dermed trenge seks lokalitetar.

Tabell 5 viser utsettsplan og vektutvikling for dei to fyrste åra. Selskapet vil etter planen nå full produksjon allereie i andre driftsåret.

Tabell 5. Utsettsprogram og vektutvikling (gram per fisk ved starten av månaden)

| Månad | Lokalitet 1 | Lokalitet 2 | Lokalitet 3 | Lokalitet 4 | Lokalitet 5 | Lokalitet 6 |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Januar | 500 | | | | | |
| Februar | 581 | | | | | |
| Mars | 797 | | | | | |
| April | 924 | 500 | | | | |
| Mai | 1056 | 571 | | | | |
| Juni | 1267 | 838 | | | | |
| Juli | 1576 | 1076 | 500 | | | |
| August | 2048 | 1446 | 682 | | | |
| September | 2684 | 1955 | 1193 | | | |
| Oktober | 3390 | 2532 | 1614 | 500 | | |
| November | 4102 | 3122 | 2056 | 668 | | |
| Desember | 4713 | 3633 | 2446 | 1027 | | |
| Januar | 5307 | 4134 | 2834 | 1248 | 500 | |
| Februar | 5779 | 4535 | 3146 | 1431 | 581 | |
| Mars | 6197 | 4892 | 3427 | 1598 | 797 | |
| April | 6682 | 5307 | 3755 | 1798 | 924 | 500 |

| | | | | | | |
|-----------|------|------|-------|------|------|------|
| Mai | 7164 | 5721 | 4085 | 2001 | 1056 | 571 |
| Juni | | 6356 | 4594 | 2321 | 1267 | 838 |
| Juli | 500 | 7236 | 5307 | 2778 | 1576 | 1076 |
| August | 682 | 8494 | 6336 | 3457 | 2048 | 1446 |
| September | 1193 | | 7647 | 4345 | 2684 | 1955 |
| Oktober | 1614 | 500 | 9033 | 5307 | 3390 | 2532 |
| November | 2056 | 668 | 10378 | 6258 | 4102 | 3122 |
| Desember | 2446 | 1027 | | 7062 | 4713 | 3633 |

Medan Tabell 5 viser den estimerte utviklinga i fiskestorleik per lokalitet, viser Tabell 6 utviklinga i talet fisk per lokalitet, under føresetnad av eit månadleg svinn på 0,75 % av talet fisk per måned.

Tabell 6. Utsettsprogram og utvikling i tal fisk per lokalitet over tid (tal fisk ved starten av månaden gitt 0,75 % månadleg svinn)

| Månad | Lokalitet 1 | Lokalitet 2 | Lokalitet 3 | Lokalitet 4 | Lokalitet 5 | Lokalitet 6 |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Januar | 775000 | | | | | |
| Februar | 769188 | | | | | |
| Mars | 763419 | | | | | |
| April | 757693 | 775000 | | | | |
| Mai | 752010 | 769188 | | | | |
| Juni | 746370 | 763419 | | | | |
| Juli | 740772 | 757693 | 775000 | | | |
| August | 735217 | 752010 | 769188 | | | |
| September | 729702 | 746370 | 763419 | | | |
| Oktober | 724230 | 740772 | 757693 | 775000 | | |
| November | 718798 | 735217 | 752010 | 769188 | | |
| Desember | 713407 | 729702 | 746370 | 763419 | | |
| Januar | 708056 | 724230 | 740772 | 757693 | 775000 | |
| Februar | 702746 | 718798 | 735217 | 752010 | 769188 | |
| Mars | 697475 | 713407 | 729702 | 746370 | 763419 | |
| April | 692244 | 708056 | 724230 | 740772 | 757693 | 775000 |
| Mai | 687053 | 702746 | 718798 | 735217 | 752010 | 769188 |
| Juni | | 697475 | 713407 | 729702 | 746370 | 763419 |
| Juli | 775000 | 692244 | 708056 | 724230 | 740772 | 757693 |
| August | 769188 | 687053 | 702746 | 718798 | 735217 | 752010 |
| September | 763419 | | 697475 | 713407 | 729702 | 746370 |
| Oktober | 757693 | 775000 | 692244 | 708056 | 724230 | 740772 |
| November | 752010 | 769188 | 687053 | 702746 | 718798 | 735217 |
| Desember | 746370 | 763419 | | 697475 | 713407 | 729702 |

Utviklinga i vekt per fisk og tal fisk per lokalitet gjev grunnlag for å estimere biomasseutvikling på lokalitets- og selskapsnivå, som er gjort i Tabell 7. Dette vil gje grunnlag for å fastsetje ein slakteplan. Etersom selskapet har ein MTB på 7 020 tonn ståande biomasse, må slakteplanen utformast slik at den samla ståande biomassen til ei kvar tid er innanfor denne grensa. Som Tabell 7 viser vil dette innebære at selskapet må starte å slakte i oktober i år 1, for

å unngå at MTB vert overskriden ved inngangen til november, ettersom biomassen då utan slakting ville vere meir enn 7 300 tonn (sjå november, siste kolonne).

Tabell 7. Estimert potensiell biomasse basert på Tabell 1 og 2 – før slakt og MTB-tilpassing

| Månad | Lokalitet 1 | Lokalitet 2 | Lokalitet 3 | Lokalitet 4 | Lokalitet 5 | Lokalitet 6 | Potensiell biomasse (kg) |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------------------|
| Januar | 387 500 | - | - | - | - | - | 387 500 |
| Februar | 447 252 | - | - | - | - | - | 447 252 |
| Mars | 608 556 | - | - | - | - | - | 608 556 |
| April | 699 952 | 387 500 | - | - | - | - | 1 087 452 |
| Mai | 793 820 | 439 457 | - | - | - | - | 1 233 278 |
| Juni | 945 481 | 639 654 | - | - | - | - | 1 585 135 |
| Juli | 1 167 777 | 814 919 | 387 500 | - | - | - | 2 370 196 |
| August | 1 506 001 | 1 087 177 | 524 544 | - | - | - | 3 117 723 |
| September | 1 958 622 | 1 459 418 | 910 693 | - | - | - | 4 328 733 |
| Oktober | 2 455 263 | 1 875 636 | 1 223 086 | 387 500 | - | - | 5 941 486 |
| November | 2 948 627 | 2 295 310 | 1 546 310 | 513 543 | - | - | 7 303 791 |
| Desember | 3 362 180 | 2 651 202 | 1 825 812 | 784 227 | - | - | 8 623 421 |
| Januar | 3 757 427 | 2 994 209 | 2 099 003 | 945 635 | 387 500 | - | 10 183 774 |
| Februar | 4 061 009 | 3 259 780 | 2 313 225 | 1 076 218 | 447 252 | - | 11 157 483 |
| Mars | 4 322 318 | 3 489 739 | 2 500 478 | 1 192 987 | 608 556 | - | 12 114 078 |
| April | 4 625 579 | 3 757 427 | 2 719 622 | 1 331 695 | 699 952 | 387 500 | 13 521 774 |
| Mai | 4 922 312 | 4 020 504 | 2 936 523 | 1 471 411 | 793 820 | 439 457 | 14 584 027 |
| Juni | - | 4 432 898 | 3 277 646 | 1 693 653 | 945 481 | 639 654 | 10 989 332 |
| Juli | 387 500 | 5 008 815 | 3 757 427 | 2 012 247 | 1 167 777 | 814 919 | 13 148 684 |
| August | 524 544 | 5 835 595 | 4 452 470 | 2 484 633 | 1 506 001 | 1 087 177 | 15 890 421 |
| September | 910 693 | - | 5 333 707 | 3 099 520 | 1 958 622 | 1 459 418 | 12 761 961 |
| Oktober | 1 223 086 | 387 500 | 6 253 318 | 3 757 427 | 2 455 263 | 1 875 636 | 15 952 230 |
| November | 1 546 310 | 513 543 | 7 129 897 | 4 397 798 | 2 948 627 | 2 295 310 | 18 831 485 |
| Desember | 1 825 812 | 784 227 | - | 4 925 822 | 3 362 180 | 2 651 202 | 13 549 243 |

Slakting i oktober månad vert bestemt ut frå den potensielle biomassa per 1. november, som er estimert til 7 303,8 tonn dersom ingen fisk vert slakta ut. Dette er 283,8 tonn meir enn løyvvd MTB på 7 020 tonn. Gitt ei individvekt per 1. november på 4,1 kg ved lokalitet 1 (der fisken er størst), må ein dermed ta ut om lag 69 200 fisk for å halde seg på MTB per 1. november (283,8 tonn/4,1 kg). Slakting vert deretter fastsett på tilsvarande vis for kvar månad, slik at biomassen ved starten av kvar månad er 7 020 tonn for selskapet som heilskap. Med slakt inkludert i modellen vert dermed utviklinga i biomasse som vist i Tabell 8.

Tabell 8. Utvikling i biomasse per lokalitet og totalt over tid – tilpassa MTB på selskapsnivå

| Månad | Lokalitet 1 | Lokalitet 2 | Lokalitet 3 | Lokalitet 4 | Lokalitet 5 | Lokalitet 6 | Sum biomasse |
|-----------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------|--------------|
| Januar | 387 500 | - | - | - | - | - | 387 500 |
| Februar | 447 252 | - | - | - | - | - | 447 252 |
| Mars | 608 556 | - | - | - | - | - | 608 556 |
| April | 699 952 | 387 500 | - | - | - | - | 1 087 452 |
| Mai | 793 820 | 439 457 | - | - | - | - | 1 233 278 |
| Juni | 945 481 | 639 654 | - | - | - | - | 1 585 135 |
| Juli | 1 167 777 | 814 919 | 387 500 | - | - | - | 2 370 196 |
| August | 1 506 001 | 1 087 177 | 524 544 | - | - | - | 3 117 723 |
| September | 1 958 622 | 1 459 418 | 910 693 | - | - | - | 4 328 733 |
| Oktober | 2 455 263 | 1 875 636 | 1 223 086 | 387 500 | - | - | 5 941 486 |
| November | 2 664 836 | 2 295 310 | 1 546 310 | 513 543 | - | - | 7 020 000 |
| Desember | 1 758 759 | 2 651 202 | 1 825 812 | 784 227 | - | - | 7 020 000 |
| Januar | 593 653 | 2 994 209 | 2 099 003 | 945 635 | 387 500 | - | 7 020 000 |
| Februar | - | 3 183 305 | 2 313 225 | 1 076 218 | 447 252 | - | 7 020 000 |
| Mars | - | 2 717 979 | 2 500 478 | 1 192 987 | 608 556 | - | 7 020 000 |
| April | - | 1 881 232 | 2 719 622 | 1 331 695 | 699 952 | 387 500 | 7 020 000 |
| Mai | - | 1 378 788 | 2 936 523 | 1 471 411 | 793 820 | 439 457 | 7 020 000 |
| Juni | - | 463 567 | 3 277 646 | 1 693 653 | 945 481 | 639 654 | 7 020 000 |
| Juli | 387 500 | - | 2 637 557 | 2 012 247 | 1 167 777 | 814 919 | 7 020 000 |
| August | 524 544 | - | 1 417 645 | 2 484 633 | 1 506 001 | 1 087 177 | 7 020 000 |
| September | 910 693 | - | - | 2 691 267 | 1 958 622 | 1 459 418 | 7 020 000 |
| Oktober | 1 223 086 | 387 500 | - | 1 078 514 | 2 455 263 | 1 875 636 | 7 020 000 |
| November | 1 546 310 | 513 543 | - | - | 2 664 836 | 2 295 310 | 7 020 000 |
| Desember | 1 825 812 | 784 227 | - | - | 1 758 759 | 2 651 202 | 7 020 000 |

Maksimal biomasse per lokalitet varierer frå 2 664,8 tonn (lokalitet ein) til 3 277,6 tonn (lokalitet tre), som vist i Tabell 8. Planlagt uttak i tal fisk er som vist i Tabell 9 (berre fisk som vil overleve til neste månad kan verte slakta i denne modellen).

Tabell 9. Uttaksprogram i tal fisk per lokalitet, gitt ei planlagt ståande biomasse på 7 020 tonn ved starten av kvar måned («steady state» frå og med år 2)

| Månad | Lokalitet 1 | Lokalitet 2 | Lokalitet 3 | Lokalitet 4 | Lokalitet 5 | Lokalitet 6 |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Januar | | | | | | |
| - | | | | | | |
| September | | | | | | |
| Oktober | 69181 | | | | | |
| November | 271561 | | | | | |
| Desember | 258516 | | | | | |
| Januar | 111030 | 16863 | | | | |
| Februar | | 141034 | | | | |
| Mars | | 196966 | | | | |
| April | | 110845 | | | | |
| Mai | | 166254 | | | | |
| Juni | | 72391 | 211030 | | | |
| Juli | | | 269548 | | | |
| August | | | 222073 | 93966 | | |
| September | | | | 411558 | | |
| Oktober | | | | 201713 | 69181 | |
| November | | | | | 271561 | |
| Desember | | | | | 258516 | |

Ved å gjere føresetnader om korleis uttaket fordeler seg gjennom månaden kan ein estimere slaktekvantumet målt i vekt. Dette er gjort i Tabell 10 der ein tek som utgangspunkt at slaktevekta er lik snittvekta per fisk per måned ved kvar enkelt lokalitet³¹.

Tabell 10. Slakta biomasse per lokalitet og totalt per måned – basert på månedleg snittvekt. Kg

| Månad | Lokalitet 1 | Lokalitet 2 | Lokalitet 3 | Lokalitet 4 | Lokalitet 5 | Lokalitet 6 | Slakt (snittvekt) |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|
| Januar | - | - | - | - | - | - | - |
| - | - | - | - | - | - | - | - |
| September | - | - | - | - | - | - | - |
| Oktober | 259 162 | - | - | - | - | - | 259 162 |
| November | 1 196 908 | - | - | - | - | - | 1 196 908 |
| Desember | 1 295 103 | - | - | - | - | - | 1 295 103 |
| Januar | 615 409 | 73 096 | - | - | - | - | 688 505 |
| Februar | - | 664 743 | - | - | - | - | 664 743 |
| Mars | - | 1 004 362 | - | - | - | - | 1 004 362 |
| April | - | 611 188 | - | - | - | - | 611 188 |
| Mai | - | 1 003 904 | - | - | - | - | 1 003 904 |
| Juni | - | 491 941 | 1 044 709 | - | - | - | 1 536 650 |
| Juli | - | - | 1 569 103 | - | - | - | 1 569 103 |
| August | - | - | 1 552 619 | 366 531 | - | - | 1 919 151 |
| September | - | - | - | 1 986 043 | - | - | 1 986 043 |
| Oktober | - | - | - | 1 166 375 | 259 162 | - | 1 425 537 |
| November | - | - | - | - | 1 196 908 | - | 1 196 908 |
| Desember | - | - | - | - | 1 295 103 | - | 1 295 103 |

³¹ I månader med uttak frå fleire lokalitetar kan dette potensielt innebere at vekta i siste slaktemånad på kvar enkelt lokalitet vert overvurdert, ettersom ein truleg vil slakte ut denne fisken tidleg i denne månaden, før slakting tek til frå neste lokalitet i same måned.

Ved å summere siste kolonne i Tabell 10 for år 2 finn ein årleg produksjon, gitt føresetnadene over. For år 1 utgjer slaktekvantum 2 751,2 tonn. Ein når likevektsproduksjon i år 2 med slakta biomasse på 14 901,2 tonn per år, med ei snittvekt per fisk på 5,28 kg. Dette er oppsummert i Tabell 11.

Tabell 11. Årleg likevektsproduksjon

| | |
|--------------------------|------------------------------|
| Slakta biomasse per år | 14 901,2 tonn |
| Snittvekt | 5,28 kg |
| Tal fisk | 2 824 528 (91,1 % av utsett) |
| Produksjon per MTB | 2,12 kg per kg MTB |
| Produksjon per lokalitet | 2 483,5 tonn |

3.2 Investeringar

Som produksjonsplanen viste vil ein her ta utgangspunkt i å nytte seks lokalitetar til påvekst av 500-grams fisk. Den maksimale biomassen ved ein enkelt lokalitet var anslått til 3 277,6 tonn. Med maksimal tettleik på 25 kg per m³ vil det vere behov for oppdrettsvolum per lokalitet på rundt 131 100 m³ som eit minimum. Gitt 130-metringar med volum per stk. på rundt 25 000 kubikk tek me utgangspunkt i seks merdar per lokalitet. Dette gjev samla investeringar som vist i Tabell 12.

Tabell 12. Investeringar i sjøbasert anlegg (påvekst av 500-grams settefisk)

| Per lokalitet | Stk | Pris | Sum | Levetid | Årleg avskr. og rente |
|---|-----|------------|----------------------|---------|-----------------------|
| Merdar, 130-metring (inkl. oppankring) | 6 | 1 375 000 | 8 250 000 | 8 | 1 225 355 |
| Notpose | 6 | 300 000 | 1 800 000 | 3 | 648 627 |
| Belysning, sensorikk, fôrslange | 6 | 157500 | 945 000 | 3 | 340 529 |
| Fôrflåte | 1 | 20 000 000 | 20 000 000 | 10 | 2 465 819 |
| Arbeidsbåt – liten | 1 | 450 000 | 450 000 | 10 | 55 481 |
| Sum per lokalitet | | | 31 445 000 | | 4 735 811 |
| Sum alle lokalitetar i selskapet | 6 | 31 445 000 | 188 670 000 | | 28 414 867 |
| Arbeidsbåt – stor | 1 | 3 000 000 | 3 000 000 | 10 | 369 873 |
| Kontorbygg | 1 | 15 000 000 | 15 000 000 | 20 | 1 103 726 |
| Total investering utstyr og produksjonsfasilitetar | | | 206 670 000 | | 29 888 466 |
| Tomt og kaiområde | 1 | 20 000 000 | 20 000 000 | - | 800 000 |
| Straum (landstraum) | 1 | 20 000 000 | 20 000 000 | - | 800 000 |
| Produksjonsløyve | 9 | 93 600 000 | 842 400 000 | - | 33 696 000 |
| Total tomt, løyve og infrastruktur | | | 882 400 000 | | 35 296 000 |
| Sum, heile selskapet | | | 1 089 070 000 | | 65 184 466 |
| Investering per m ³ | | | 1 210 | | 72 |

Investeringar vert til saman kr 1,089 mrd., og av dette er 882,4 mill. utgjort av verdien av ni produksjonsløyve. Fire prosent rente er nytta for all oppbunden kapital. Avskrivningar på utstyr og produksjonsfasilitetar er utrekna som ein annuitet (likt årleg beløp). Med dette vert årleg avskrivning og rente på 65,2 millionar.

3.3 Produksjonskostnader

Føresetnader for variable driftskostnader er gjeve i Tabell 13, og under felles føresetnader for analysen i del 2.3. Ein reknar med 38 tilsette, basert på gjennomsnittleg tal årsverk per løyve i 2016 frå Fiskeridirektoratet. I tillegg reknar vi med 5 leiarar/administrativt tilsette³². Årleg lønnskostnad inkludert sosiale kostnader er sett til kr 641.000,00, det same som i landbasert matfisk.

Tabell 13. Føresetnader – variable kostnader

| | |
|-----------------------|---|
| Tilsette i produksjon | 4,2 tilsette per løyve: $9 \cdot 4,2 = 38$ tilsette (sjå vedlegg A3). |
| Pris på settefisk | Kr 27,4 per stk. (frå rapport II Landbasert settefisk) |
| Fôrbehov | 15 443,9 tonn (sjå vedlegg A2). |

På dette grunnlaget kan ein sette opp kostnader per år og per kg fisk (Tabell 14). Totale kostnader utgjer 404 mill. kr når anlegget er i likevektsproduksjon med høvesvis 83 % og 17 % variable og faste. Produksjonskostnaden er kr 28,990 per kg rund fisk.

Tabell 14. Totale kostnader per år og per kg. 500-grams settefisk

| | Kostnad | Per kg (levande) | Per kg (rund,WFE) | Prosent av tot. |
|--|--------------------|---------------------|----------------------|--------------------|
| Settefisk | 84 940 000 | 5.7 | 6.1 | 21 % |
| Fôr | 185 326 963 | 12.4 | 13.3 | 46 % |
| Lønnskostnad | 24 354 200 | 1.6 | 1.7 | 6 % |
| Energi (elektrisk kraft) | 635 228 | 0.0 | 0.05 | 0 % |
| Diesel | 3 316 769 | 0.2 | 0.2 | 1 % |
| Service/vedlikehald | 10 333 500 | 0.7 | 0.7 | 3 % |
| Andre variable driftskostnader | 3 500 000 | 0.2 | 0.3 | 1 % |
| Forsikring biomasse | 7 810 167 | 0.5 | 0.6 | 2 % |
| Rente på arbeidskapital | 13 007 478 | 0.9 | 0.9 | 3 % |
| Sum variable kostnader | 333 224 304 | 22.4 | 23.9 | 83 % |
| Leiang | 4 875 000 | 0.3 | 0.3 | 1 % |
| Forsikring bygg og anlegg | 95 113 | 0.0 | 0.0 | 0 % |
| Avskrivning og rentekostnad på investering | 65 184 466 | 4.4 | 4.7 | 16 % |
| Sum faste kostnader | 70 154 579 | 4.7 | 5.0 | 17 % |
| Produksjonskostnader pr. kg | 403 378 883 | 27.1 | 28.9 | 100 % |

4. Påvekst av 1 000-grams settefisk

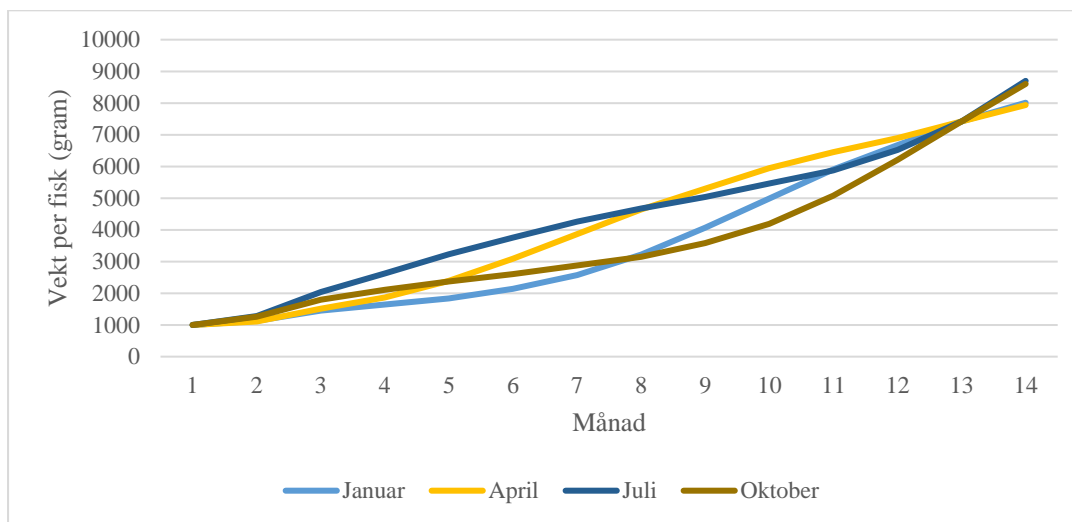
Me går no vidare og ser på utsett av 1000 g settefisk etter same metode som for 500 g settefisk.

4.1 Produksjonsplan

Figur 2 viser den forventta vektutviklinga ved utsett av 1 000-grams settefisk i høvesvis januar, april, juli og oktober. Alle fire utsettstidspunkt gje slakteklar fisk på under eitt år i sjøen. Ein ser og at etter 12 månader i sjøen – når fisken har vore eksponert for alle årstider uavhengig av utsettstidspunkt – konvergerer vektkurvene med ei fiskevekt på rundt 7,4 kg. Ettersom me tek utgangspunkt i ei slaktevekt på omlag 5 kg, vil ein difor setje i gong med slakting etter mindre enn eitt år i sjøen. Det vil dermed vere ein viss skilnad mellom dei ulike utsetta i kor stor fisken

³² Som i kapittel 1 vert dette rekna som ein fast kostnad til kr 975,000 per årsverk.

er blitt etter eit visst tal månader i sjøen. Ein ser til dømes at etter 10 månader i sjøen (dvs. i starten av månad 11 i figuren) vil januar-utsettet ha nådd ei vekt på 5,9 kg, april-utsettet 6,5 kg, juli-utsettet 5,9 kg og oktober-utsettet 5,1 kg (sjå og Tabell 15 nedanfor).



Figur 2. Vekstkurver for 1000 g smolt

Dei fire ulike utsetta treng frå åtte til 10 månader før fisken når 5 kg. I tillegg må kvar syklus avsluttast med ei brakklegging av lokaliteten etter utslakt før neste generasjon kan verte sett ut. Kvar generasjon vil dermed legge beslag på ein lokalitet i omlag eit år. For å kunne ha fire utsett per år vil ein dermed trenge 5 lokalitetar (ettersom lokalitet/utsett nummer ein i januar vil gje for lite tid til brakklegging til å sette ut fisk allereie i januar neste år). Med desse føresetnadene tek me som utgangspunkt at lokalitet 1 får utsett nr. 1 i januar fyrste året, neste år utsett nr 2 i april, deretter utsett nr 3 i juli, osv. Likeeins får lokalitet 2 utsett nr. 2 i april i år, utsett nr 3 i juli neste år, osv. Vidare analyse er gjennomført etter same metode som for 500 g (sjå vedlegg for detaljert gjennomgang³³).

Likevektsproduksjon med årleg slakt på 15 807 tonn vert oppnådd frå og med år to, med månadleg slakt som varierar frå 580 tonn i april til 2 224 tonn i september. Snittvekta er 5,5 kg (Tabell 15).

Tabell 15. Årleg produksjon

| | |
|--------------------------|------------------------------|
| Slakta biomasse per år | 15 807,1 tonn |
| Snittvekt | 5,5 kg |
| Tal fisk | 2 875 490 (92,8 % av utsett) |
| Produksjon per MTB | 2,25 kg per kg MTB |
| Produksjon per lokalitet | 3 161,4 tonn |

Likevektsproduksjonen ved utsett av 1 000-g smolt (15 807 tonn) er 905,8 tonn eller 6 % større enn ved produksjon tufta på 500-g smolt (14 901,2 tonn). Sjølv om utsetta er like ved dei to alternativa, slaktar ein fleire fisk med 1 000-grams smolt (2 875 490) enn ved 500-grams (2 824 528) grunna mindre svinn fordi sjøfasen er kortare. Dette gjev 50 962 fleire slaktefisk med ei slaktevekt på vel 280,3 tonn. Resten av differansen består av at slaktevekta er større ved 1 000-grams smolt (sjå tabell).

³³ Vedlegg med utdjupande informasjon om produksjonsplanane er tilgjengeleg frå forfatarane.

Skilnaden er eit resultat av føresetnader som er lagt til grunn for analysen. I begge tilfelle står biomassebeholdninga på 7 020 tonn ved starten av kvar måned. Slaktekvantumet utgjer den nettotilveksten som ein er i stand til å ta ut kvar måned. I denne modellen vert det påverka av sesongmessig slakteprofil, temperaturprofilen og vekstformelen som er lagt til grunn, samt fordeling og utvikling i tal fisk gjennom året. Skilnader i kvantum mellom ulike settefisk-scenarior kjem truleg i hovudsak av at *talet fisk til utsett er sett likt* i alle døme, medan talet månader med svinn er ulikt. Dermed vert talet fisk ved slakt ulikt. I tillegg er *tidspunkta for utsett sett likt* i alle døme, noko som ved ulik settefiskstorleik og vekstperiode gjer at den temperatur- og sesongmessige eksponeringa, og derigjennom tilvekstprofilen, vert ulik for ulike scenarior i analysen.

4.2 Investeringar

Medan seks lokalitetar var utgangspunktet for 500-grams settefisk, baserer produksjonsplanen med 1 000-grams settefisk seg på fem lokalitetar. Den maksimale biomassen ved ein enkelt lokalitet er anslått til 3 673,8 tonn. Med maksimal tettheit på 25 kg per m³ vil det vere behov for oppdrettsvolum per lokalitet på rundt 147 000 m³ som eit minimum. Gitt 130-metringar med volum per stk. på rundt 25 000 kubikk kan ein dermed framleis ta utgangspunkt i seks merdar per lokalitet, sjølv om det kan hende ein oppdrettar vil velje å leggje opp til lågare tettheit av omsyn til fisken (opne merdar i sjø gjev rimeleg oppdrettsvolum og utslaget på totalinvestering og kapitalkostnader er lite, så ein vil truleg ikkje «spare» på dette området så lenge det kan vere biologisk vinst å hente ved lågare tettheit). Dette gjev samla investeringar på 882,4 mill. kr (sjå vedlegg). Årlege avskrivningar og rente er estimert til kr 60 448 655, samanlikna med 62 469 449 i tilfellet med 500-grams settefisk.

4.3 Produksjonskostnader

For produksjonskostnader ved påvekst av 1 000-grams settefisk vert dei same føresetnadene lagt til grunn som ved utsett av 500-grams settefisk. Etersom investeringar, storleik på smolt, tilvekst og produsert kvantum vil vere noko forskjellig, vil kostnadene likevel vere noko ulike. Tabell 16 gjev ein del føresetnader for variable kostnader.

Tabell 16. Føresetnader – variable kostnader

| | |
|-----------------------|---|
| Tilsette i produksjon | 4,2 tilsette per løyve: $9 \cdot 4,2 = 38$ tilsette (sjå statistikk i vedlegg). |
| Pris på settefisk | Kr 48 per stk (frå rapport II Landbasert settefisk) |
| Fôrbehov | 14 732,9 tonn |

Med desse føresetnadene, vert kostnaden per år i likevektsproduksjon og per kilo estimert som i Tabell 17. Årlege kostnader utgjer vel 456 mill. kr, av det 86 % variable og 14 faste. Produksjonskostnad per kg rund fisk er kr 30,80.

Tabell 17. Totale kostnader per år og per kg 1 000-grams settefisk

| | Kostnad | Kostnad per kg (levande) | Kostnad per kg (rund,WFE) | Prosent av tot. kost. |
|--|--------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Settefisk | 148 800 000 | 9.4 | 10.0 | 33 % |
| Fôr | 176 794 815 | 11.2 | 11.9 | 39 % |
| Lønnskostnad | 24 354 200 | 1.5 | 1.6 | 5 % |
| Energi (elektrisk kraft) | 605 983 | 0.04 | 0.04 | 0 % |
| Diesel | 3 164 070 | 0.2 | 0.2 | 1 % |
| Service/vedlikehald | 8 761 250 | 0.6 | 0.6 | 2 % |
| Andre variable driftskostnader | 3 500 000 | 0.2 | 0.2 | 1 % |
| Forsikring biomasse | 9 149 508 | 0.6 | 0.6 | 2 % |
| Rente på arbeidskapital | 15 218 196 | 1.0 | 1.0 | 3 % |
| Sum variable kostnader | 390 348 022 | 24.7 | 26.3 | 86 % |
| Leiging | 4 875 000 | 0.3 | 0.3 | 1 % |
| Forsikring bygg og anlegg | 450 063 | 0.03 | 0.03 | 0 % |
| Avskrivning og rentekostnad på investering | 60 448 655 | 3.8 | 4.1 | 13 % |
| Sum faste kostnader | 65 773 717 | 4.2 | 4.4 | 14 % |
| Produksjonskostnader pr. kg | 456 121 739 | 28.9 | 30.8 | 100 % |

5. Påvekst av 100-grams settefisk

Som referanse og samanlikningsgrunnlag vil ein og presentere produksjonsplanen og investeringane for 100-grams settefisk under tilsvarende føresetnader som over.

5.1 Produksjonsplan

Med fire utsett i året som før, samt lengre vekstperiode, er det trong for åtte lokalitetar for å gjennomføre same produksjonsplan med 100-grams utsett. Meir informasjon om produksjonsplanene er gjeve i vedlegg. Årleg likevektsproduksjon vert 14 271 tonn med ei gjennomsnittleg slaktevekt på 5,32 kg, sjå Tabell 18.

Tabell 18. Årleg likevektsproduksjon

| | |
|--------------------------|------------------------------|
| Slakta biomasse per år | 14 271,3 tonn |
| Snittvekt | 5,32 kg |
| Tal fisk | 2 683 890 (86,6 % av utsett) |
| Produksjon per MTB | 2,03 kg per kg MTB |
| Produksjon per lokalitet | 1 783,9 tonn |

5.2 Investeringar

Den maksimale biomassen ved ein enkelt lokalitet er anslått til 3 080 tonn. Med maksimal tettheit på 25 kg per m³ vil det vere behov for oppdrettsvolum per lokalitet på rundt 123 200 m³ som eit minimum. Gitt 130-metringar med volum per stk. på rundt 25 000 kubikk vil ein berre heilt knapt kunne ta utgangspunkt i fem merdar per lokalitet, så me let seks merdar stå som utgangspunkt her og. Investeringar og årlege kapitalkostnader vert dermed som vist i Tabell 19. Sum investeringar utgjer 1 152 mill. kr, noko som gjev opphav til årlege renter og avskrivningar på 74,7 mill. kr (sjå vedlegg).

5.3 Produksjonskostnader

Føresetnader når det gjeld produksjonskostnader er gjeve i Tabell 19 og elles som innleiingsvis.

Tabell 19. Føresetnader – variable kostnader

| | |
|-----------------------|---|
| Tilsette i produksjon | 4,2 tilsette per løyve: $9 \cdot 4,2 = 38$ tilsette |
| Pris på settefisk | Kr 12 per stk |
| Fôrbehov | 16 117,4 tonn. |

Med dette vert produksjonskostnader totalt per år og per kg som i Tabell 20 (minner om slaktekvantumet som vart bestemt gjennom produksjonsplanen og som er lågare enn ved større settefisk grunna fleire månader med svinn og likt tal fisk til utsett). Samla produksjonskostnader per år vert 375 mill. kr, med høvesvis 79 % og 21 % variable og faste. Produksjonskostnad per kg rund fisk vert kr 28,00.

Tabell 20. Totale kostnader per år og per kg. 100-grams settefisk

| | Kostnad | Kostnad per kg (levande) | Kostnad per kg (rund,WFE) | Prosent av tot. kost. |
|--|--------------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Settefisk | 37 200 000 | 2.6 | 2.8 | 10 % |
| Fôr | 193 409 026 | 13.6 | 14.5 | 52 % |
| Lønnskostnad | 24 354 200 | 1.7 | 1.8 | 6 % |
| Energi (elektrisk kraft) | 662 930 | 0.0 | 0.05 | 0 % |
| Diesel | 3 461 412 | 0.2 | 0.3 | 1 % |
| Service/vedlikehald | 13 478 000 | 0.9 | 1.0 | 4 % |
| Andre variable driftskostnader | 3 500 000 | 0.2 | 0.3 | 1 % |
| Forsikring biomasse | 6 901 639 | 0.5 | 0.5 | 2 % |
| Rente på arbeidskapital | 11 541 004 | 0.8 | 0.9 | 3 % |
| Sum variable kostnader | 294 508 212 | 20.6 | 22.0 | 79 % |
| Leing | 4 875 000 | 0.3 | 0.4 | 1 % |
| Forsikring bygg og anlegg | 682 900 | 0.0 | 0.05 | 0 % |
| Avskrivning og rentekostnad på investering | 74 656 088 | 5.2 | 5.6 | 20 % |
| Sum faste kostnader | 80 213 988 | 5.6 | 6.0 | 21 % |
| Produksjonskostnader pr. kg | 374 722 201 | 26.3 | 28.0 | 100 % |

5.4 Oppsummering – påvekst av stor settefisk

Analysen av påvekst av 100, 500 og 1 000-grams settefisk i sjø viste at ein del av den høgare kostnaden per settefisk vert motverka av fôrkostnaden (reduisert del av tilveksten skjer i sjø) samt redusert behov for investeringar grunna bruk av færre lokalitetar samanlikna med liten settefisk. Ein del resultat er oppsummert i Tabell 21. Produksjonskostnaden for det tre ulike settefisk-alternativa var estimert til høvesvis 28 kr, 28,9 kr og 30,8 kr per kg rund vekt (WFE). Ein merknad når det gjeld produksjonskostnad per kilo er at smoltkostnaden og alle andre kostnader per kg er estimert med basis i slaktekvantum, utan å korrigere for inngangsvekta til settefisk (dvs. basis i *produsert* kvantum per fisk i sjø, som til dømes ville vere 4,9 kilo for ein 5-kg slaktefisk med utsettsvekt på 100 gram – eller 4,0 kilo for ein 5-kg slaktefisk med utsettsvekt på 1 000 gram).

Tabell 21. Årleg likevektsproduksjon, påvekst av 100 stk 100-grams, 500-grams og 1 000-grams settefisk i opne merdar. Utan avlusing

| | 100-grams settefisk | 500-grams settefisk | 1 000-grams settefisk |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Produksjonskostnad per kg (rund, WFE) | 28 kr | 28,9 kr | 30,8 kr |
| Slakta biomasse | 14 271,3 tonn | 14 901,2 tonn | 15 807,1 tonn |
| Snittvekt (kg) | 5,32 | 5,28 | 5,5 |
| Tal fisk | 2 683 890 (86,6 %) | 2 824 528 (91,1 %) | 2 875 490 (92,8 %) |
| Produksjon (kg) per kg MTB | 2,03 | 2,12 | 2,25 |
| Produksjon (kg) per m ³ | 11,9 | 16,6 | 21,1 |
| Tal på lokalitetar | 8 | 6 | 5 |
| Slakt per lokalitet | 1 783,9 tonn | 2 483,5 tonn | 3 161,4 tonn |
| Svinn biomasse | 690,9 tonn | 688,7 tonn | 686,5 tonn |

Ein vidare interessant observasjon ved samanlikning av dei ulike produksjonsmodellane er bruken av areal og lokalitetar. Skilnaden i lengda på produksjonssyklusen gjer at stor settefisk kan gje høve til produksjon av ei viss mengde fisk med mindre beslag av areal/lokalitetar samanlikna med liten settefisk. Dette kjem fram i produksjonskvantum per lokalitet (Tabell 21) som varierar frå 1 783,9 tonn ved 100-grams settefisk på åtte lokalitetar, samanlikna med 3 161,4 tonn per lokalitet over fem lokalitetar (her må ein eventuelt korrigere for storleiken ved utsett dersom fokus er på tilveksten som skjer ved lokaliteten). I dette dømet er utsettmønsteret identisk, med fire utsett per år i same fire utsettsmånader. Potensielt kan skilnaden vere endå større dersom ein til dømes har ekstra beskrinkingar på utsettvindauge ved bruk av 100-grams settefisk – som kan vere tilfelle dersom utsettstemperatur hindrar utsett i vintermånadene (som føresett gjennomført her i januar).

Når det gjeld bruken av areal, vil større produksjon per lokalitet i utgangspunktet vere ein føremon frå eit økonomisk perspektiv. Dette gjeld både bedriftsøkonomisk, med omsyn til investeringar, og for næringa, der større samla produksjon kan verte realisert på dei lokalitetene landet som heilskap har til rådvelde. Frå eit miljøperspektiv er skilnaden også interessant: på den eine sida vil brakklegging kunne skje med kortare mellomrom, noko som er fordelaktiv med tanke på smitte og reingjering av sjøbotnen. På den andre sida vil intensiv omlaupssnøggleik og auka produksjon per lokalitet innebere at mengda utslepp per lokalitet over tid kan verte større.

6. Biologisk risiko: Lus og behandlingar – konsekvensar for produksjonskvantum, kvalitet og nedklassing

Lus representerer ei form for biologisk risiko. Dette medfører ei rekkje kostnadar grunna behandling, redusert vekst og auka svinn. Lusebehandling kan og medføre nedklassing av fisken. Det er omfanget av og tidspunkt for luseutbrot som vil avgjere kor store desse kostnadene er.

Produksjonskostnadene vil vere påverka m.a. av større svinn grunna lus. Nedklassing er derimot ein verknad på inntekts- heller enn kostnadssida. Det er likevel fullt mogeleg å gjere estimat av desse konsekvensane. Dette inntektstapet er enklast å analysere på bedriftsnivå under føresetnad om ein bestemt laksepris. På industrinivå er inntektstapet litt meir problematisk å talfeste, ettersom biomassetapet kan påverke samla inntekt i næringa gjennom

ein høgare laksepris som fylgje av redusert tilbod i marknaden³⁴. I tillegg vil lusebehandingar kunne medføre at slaktevekta går ned. Dette inneber at ein god del fisk vil kome i lågare vektclasser som dermed vil gje lågare pris per kg og ein konsekvens på inntektssida.

Analysene ovanfor vart presentert utan spesielt omsyn til eller diskusjon av lusekosnader. «Andre variable driftskostnader» i analysane overfor inneheld kr 2,5 mill. til helse- og veterinærtenester, noko som truleg ikkje inkluderer «ekstraordinære» utfordringar og behandling, men heller eit forsøk på å spegle ein «normal» driftssituasjon. Samstundes er tal som til dømes årsverk per løyve henta frå offisiell statistikk, og kan dermed likevel spegle av kostnader som er relatert til «ekstraordinære» utfordringar. Det månadlege svinnet på 0,75 % som er sett som basis er heller ikkje ubetydeleg, og burde kanskje vere lågare enn dette ved den graden av luseproblem som ein vil ynskje å sjå som «normalt».

I dag er innsatsen som vert lagt ned for å førebygge og behandle lus svært store og medfører tilpassingar i alle deler av drifta (Iversen mfl., 2017). Tidlegare har lusekostnadene i stor grad blitt lest ut frå auken i «andre driftskostnader», men i dag er meir eller mindre alle kostnadspostar påverka av lusesituasjonen. Høge lusetal har i ein del tilfelle gitt utslakting på lågare vekt - gjennomsnittleg slaktevekt gjekk ned frå 4,6 kg i 2014 til under 4,3 kg i 2016 (Iversen mfl., 2017). På grunn av svinn relatert til behandling har snittvekta på død fisk auka. Saman med redusert produksjon, som gjev færre kilo å fordele kostnadene på, gjer dette at kostnadsbiletet vert påverka på mange måtar (Iversen mfl., 2017). Dette inkluderer mindre kvantum produsert som vil gje høgare kostnad per kg, kostnader til førebygging og behandling og lågare slaktevekt. Bruk av dyrare fôr kan og gje kostnadsauke.

I denne delen analysen vil ein forsøke å få inntrykk av omfang og kostnader av luserelaterte problem ved bruk av ulike produksjonsmodellar. Som utgangspunkt ser me på estimat på talet avlusningar per generasjon i dei ulike produksjonsmodellane. Dette talet vil nok variere geografisk og mellom lokalitetar, og det vil vere ulikt kva for verknad ulike aktørar ventar seg ved overgang frå til dømes 100-grams til 1 000-grams settefisk. Me har sett føresetnader i Tabell 22 som eit utgangspunkt når det gjeld tidspunkt for avlusingane. For 100-g settefisk, reknar ein med høvesvis fem og ti avlusingar. Dette vert redusert til tre for 500-g og to for 1 000-g settefisk.

Tabell 22. Tal behandlingar og avlusingstidspunkt per syklus ved høvesvis 100-grams, 500-grams og 1 000-grams settefisk

| Behandling | 100-g settefisk | | 500 g settefisk | 1 000 g settefisk |
|------------|-----------------|--------------|-----------------|-------------------|
| | 10 avlusingar | 5 avlusingar | 3 avlusingar | 2 avlusingar |
| Nr. 1 | Mnd. 9 | Mnd 9 | Mnd. 7 | Mnd. 7 |
| Nr. 2 | Mnd. 10 | Mnd 11 | Mnd 9 | Mnd 9 |
| Nr. 3 | Mnd. 11 | Mnd 13 | Mnd 11 | |
| Nr. 4 | Mnd. 12 | Mnd 15 | | |
| Nr. 5 | Mnd. 13 | Mnd 16 | | |
| Nr. 6 | Mnd. 14 | | | |
| Nr. 7 | Mnd. 15 | | | |
| Nr. 8 | Mnd. 16 | | | |
| Nr. 9 | Mnd. 17 | | | |
| Nr. 10 | Mnd. 18 | | | |

³⁴ Sjukdomsutbrot er ein parallell til dette: sjukdom kan medføre tap for enkeltoppdrettarar, men dersom dei er av stort omfang, kan redusert produksjonskvantum før til høgare pris. Sjå t.d. Aunsmo, A. (2008). *Health Related Losses in Sea Farmed Atlantic Salmon*. Norwegian School of Veterinary Science, Paper V.

I dei økonomiske analysane vil fylgjande føresetnader verte lagt til grunn når det gjeld ulike kostnader i samband med lusebehandling:

Tabell 23. Føresetnader om kostnader og tap per avlusing

| | |
|--|--|
| Tap av fisk per avlusing (%) | 0,5 % per behandling (ved behandlingstidspunkt) |
| Tap av vekst per avlusing (uttrykt i tid, vekt, fôrdøgn, etc.) | 4,5 døgn per behandling (4-5 døgn). |
| Estimert kostnad per avlusing ^{a)} | Termisk: 0,30/kg Spyling: 0,23 kr/kg Ferskvatn: 1,11 kr/kg Badebehandling: 0,31 kr/kg Hydrogenperoksid (bad): 0,57 kr/kg Snitt: 0,5 kr/kg |
| Nedklassing av kvalitet per avlusing (%) | 0,5 % per behandling. |

a) Estimert henta frå Holan mfl. (2017): Nofima Rapport 10/2017. *Beste praksis for medikamentfrie metoder for lakseluskontroll*, samt Iversen mfl. (2017): Nofima Rapport 24/2017. *Kostnadsutvikling i lakseoppdrett*. Kostnad er rekna som sum av innkjøp, bruk av utstyr, kapitalkostnad og utført arbeid. Per kg ved behandling av 4 000-tonns lokalitet med relativt stor fisk.

6.1 Avlusing av 100-grams settefisk

Som vist ovanfor tek me utgangspunkt i fem avlusingar per generasjon for 100-grams settefisk. Den direkte kostnaden ved avlusing vert sett til kr 0,50 per kg. Dette er eit gjennomsnitt for dei ulike behandlingane som nemnt i tabell ovanfor. Kostnaden er tufta på avlusing av ein 4 000-tonns lokalitet med stor fisk, og me har her teke denne kostnaden per kg som utgangspunkt for behandling både av liten og stor fisk. (Andre alternativ vil verte vurdert nedanfor). Ved avlusingstidspunktet er det lagt til grunn at ein ekstra 0,5 % av fisken dør, slik at svinnet i desse månadene vert 1,25 % totalt. Grunna svolt og stress vert det teke utgangspunkt i at ein taper 4,5 døgn med fôring i kvar behandlingsmånad (vekstfaktoren er elles ikkje endra). Tidspunkt for avlusing vert sett til månad 9, 11, 13, 15 og 16 ved fem behandlingar, og månadleg frå månad ni til 19 ved 10 behandlingar.

Den estimerte verknaden av 4,5 tapte fôringsdøgn ved kvar av dei fem avlusingane er illustrert i Tabell 24, med kvar av dei fire årlege utsettsmånadene i eigne kolonnar. Avlusingmånadane er merka i raudt (startvekt i påfølgjande månad vert påverka). To av utsetta har planlagt slakt for månad 16, der den siste avlusinga skjer, medan dei to andre har slakt fyrst seinare.

Tabell 24. Samanlikning av estimert vektutvikling for 100-grams settefisk før og etter 5 avlusingar med 4,5 tapte fôringsdøgn per avlusing

| Mnd. | Januar | | April | | Juli | | Oktober | |
|------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
| | Avlusing | Normal | Avlusing | Normal | Avlusing | Normal | Avlusing | Normal |
| 1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2 | 129 | 129 | 125 | 125 | 167 | 167 | 161 | 161 |
| 3 | 213 | 213 | 231 | 231 | 391 | 391 | 314 | 314 |
| 4 | 268 | 268 | 336 | 336 | 600 | 600 | 417 | 417 |
| 5 | 327 | 327 | 514 | 514 | 836 | 836 | 507 | 507 |
| 6 | 426 | 426 | 781 | 781 | 1 055 | 1 055 | 592 | 592 |
| 7 | 581 | 581 | 1 104 | 1 104 | 1 279 | 1 279 | 696 | 696 |
| 8 | 832 | 832 | 1 451 | 1 451 | 1 465 | 1 465 | 806 | 806 |
| 9 | 1 192 | 1 192 | 1 762 | 1 762 | 1 635 | 1 635 | 984 | 984 |
| 10 | 1 544 | 1 613 | 2 027 | 2 075 | 1 807 | 1 837 | 1 205 | 1 247 |
| 11 | 1 974 | 2 054 | 2 278 | 2 330 | 2 011 | 2 044 | 1 602 | 1 653 |
| 12 | 2 294 | 2 444 | 2 468 | 2 560 | 2 283 | 2 368 | 2 061 | 2 208 |
| 13 | 2 665 | 2 831 | 2 733 | 2 831 | 2 736 | 2 831 | 2 657 | 2 831 |
| 14 | 2 921 | 3 144 | 2 959 | 3 106 | 3 304 | 3 518 | 3 172 | 3 465 |
| 15 | 3 188 | 3 424 | 3 372 | 3 531 | 4 167 | 4 416 | 3 689 | 4 013 |
| 16 | 3 454 | 3 753 | 3 863 | 4 132 | 4 955 | 5 388 | 4 118 | 4 547 |
| 17 | 3 719 | 4 083 | 4 573 | 5 007 | 5 726 | 6 349 | 4 459 | 4 974 |
| 18 | 4 197 | 4 591 | 5 636 | 6 134 | 6 485 | 7 161 | 4 811 | 5 353 |
| 19 | 4 869 | 5 303 | 6 774 | 7 336 | 7 217 | 7 941 | 5 222 | 5 793 |
| 20 | 5 843 | 6 332 | 7 888 | 8 509 | 7 795 | 8 557 | 5 632 | 6 232 |
| 21 | 7 087 | 7 643 | 8 824 | 9 493 | 8 304 | 9 099 | 6 260 | 6 903 |

Kostnaden per avlusing er estimert utfrå biomassen per avlusing, samt kostnaden per kg som gitt ovanfor. Avlusingsplan og estimert direkte behandlingkostnad over ein generasjon 100-grams settefisk er vist i Tabell 25 a) og b) for høvesvis fem og 10 behandlingar. I likevekt vert kostnaden per år i vårt døme tilsvarande fire generasjonar.

Tabell 25 a). Avlusingsplan og kostnad per avlusing. 100-grams settefisk, fem avlusingar per generasjon

| Behandling | Månad i sjø | Snittvekt (kg, månadsstart) | Tal fisk | Biomasse (kg) | Kostnad ved avlusing |
|--------------------------|-------------|-----------------------------|----------|---------------|----------------------|
| Nr. 1 | 9 | 1.4 | 729 702 | 1 016 490 | 508 245 |
| Nr. 2 | 11 | 2.0 | 715 177 | 1 406 376 | 703 188 |
| Nr. 3 | 13 | 2.7 | 700 940 | 1 890 971 | 945 486 |
| Nr. 4 | 15 | 3.6 | 686 987 | 2 475 711 | 1 237 856 |
| Nr. 5 | 16 | 4.1 | 575 662 | 2 358 839 | 1 179 419 |
| Sum per generasjon | | | | | 4 574 193 |
| Fire generasjonar per år | | | | | 18 296 773 |

Tabell 25 b). Avlusingplan og kostnad per avlusing. 100-grams settefisk, 10 avlusingar per generasjon

| Behandling | Månad i sjø | Snittvekt (kg, månadsstart) | Tal fisk | Biomasse (kg) | Kostnad ved avlusing |
|--------------------------|-------------|-----------------------------------|----------|---------------|-------------------------|
| Nr. 1 | 9 | 1.4 | 729 702 | 1 016 490 | 508 245 |
| Nr. 2 | 10 | 1.6 | 720 581 | 1 185 888 | 592 944 |
| Nr. 3 | 11 | 1.9 | 711 574 | 1 363 976 | 681 988 |
| Nr. 4 | 12 | 2.2 | 702 679 | 1 560 636 | 780 318 |
| Nr. 5 | 13 | 2.6 | 693 896 | 1 783 587 | 891 794 |
| Nr. 6 | 14 | 2.9 | 685 222 | 2 020 669 | 1 010 334 |
| Nr. 7 | 15 | 3.4 | 676 657 | 2 280 939 | 1 140 469 |
| Nr. 8 | 16 | 3.8 | 614 080 | 2 360 480 | 1 180 240 |
| Nr. 9 | 17 | 4.3 | 472 812 | 2 054 477 | 1 027 238 |
| Nr. 10 | 18 | 4.9 | 243 697 | 1 190 594 | 595 297 |
| Sum per generasjon | | | | | 8 408 868 |
| Fire generasjonar per år | | | | | 33 635 471 |

For å rekne ut samla verknad på produksjonskostnaden per kg fisk må ein estimere endringa i produksjonskvantum som følgje av svinn og veksttap. Ved å la talet settefisk og utsettplan vere som før, må ein ta stilling til om slakteplanen skal endrast som følgje av biomassetapet eller ikkje. Dersom slakt skjer på same tidspunkt som før, vil den ståande biomassen verte lågare enn løyvd MTB (grunna behandlingsrelatert veksttap og svinn). Tabell 26 viser det estimerte resultatet høvesvis med uttaksmønster som før, og med tilpassing til MTB til samanlikning (dvs. ståande biomasse lik MTB på 7 020 tonn ved inngangen til kvar månad, gitt at fisken på slutten av syklusen er antatt å halde fram med å vekse og overleve normalt i månader utan avlusing). I analysen vidare har ein vald å berre presentere tal for scenario med slaktetidspunkt som før, noko som verkar rimeleg ettersom redusert slaktevekt er nemnd som ein av konsekvensane av luseproblem.

Tabell 26. Produksjon ved ulike avlusingsscenario. 100-grams settefisk

| | Utan avlusing | 5 avlusingar | | 10 avlusingar |
|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | Slakt etter MTB | Uttak som før | Uttak som før |
| Produksjonskostnad per kg | 28,0 | 30,7 | 31,3 | 33,8 |
| Produksjon per lokalitet (kg) | 1 783 914 | 1 665 488 | 1 595 113 | 1 518 224 |
| Produksjon (kg per kg MTB) | 2.03 | 1.90 | 1.82 | 1.73 |
| Snittvekt per fisk (kg) | 5.32 | 5.01 | 4.78 | 4.66 |
| Tal fisk slakta per år (stk.) | 2 683 890 (89,6 %) | 2 658 834 (85,8 %) | 2 666 988 (86,0 %) | 2 603 859 (84,0 %) |
| Slakt per år (kg): | 14 271 311 | 13 323 903 | 12 760 905 | 12 145 792 |
| Svinn biomasse | 690 888 | 886 970 | 845 000 | 1 011 999 |

Som tabellen viser vil det kunne vere ein viss skilnad i slakta kvantum avhengig av om ein kan la fisken stå lengre i sjø (i tabellen, sjå under fem avlusingar på slakt etter MTB samanlikna med uttak som før). For analysen vidare har ein teke utgangspunkt i uttakstidspunkt som før, dvs. med slakt av mindre fisk grunna veksttap og ei ståande biomasse som vert lågare enn før. I denne situasjonen ved fem avlusingar vert produksjonskostnad per kg rund vekt kr

31,3, samanlikna med kr 28,0 i situasjonen utan lus. Ved 10 avlusingar vert totale produksjonskostnaden kr 33,8 per kg.

Eit anna resultat av analysen er at svinnet i tal fisk i nokså avgrensa grad er påverka av avlusingane under føresetnad om berre 0,5 % ekstra svinn per avlusing (avlusingsmånadene har dermed svinn på 1,25 % til saman). Dette ekstra svinnet gjev ikkje så stor auke i totalt tap samanlikna med «basisestimaten» som har 0,75 % månadleg svinn, ingen avlusingsmånader og eit totalt tap på 10,4 % over ein syklus. Med fem avlusingar og 100-grams fisk vert svinnet i tal fisk estimert til 14 % med fem avlusingar og 16 % ved 10 avlusingar. Svinnet målt i biomasse er estimert til 690,9 tonn utan avlusing, 845 tonn med fem avlusingar og 1 012 tonn ved 10 avlusingar.

6.2 Avlusing av 500-grams og 1 000-grams settefisk

Som skrive innleiingsvis vert det lagt til grunn at kortare sjøbasert produksjonssyklus vil medføre ein reduksjon i behandlingsbehov til tre avlusingar for 500-grams settefisk og to avlusingar ved 1 000-grams utsett. For både 500 grams- og 1 000-grams settefisk er veksttap, svinn og uttak tilpassa gjennom same prosess som for 100-grams settefisk ovanfor (sjå vedlegg for meir informasjon). Ein kjem då fram til avlusingsplanar som vist i Tabell 27 og 28.

Direkte lusebehandlingskostnadar vert på kr 13 mill. per år for 500-grams settefisk med tre behandlingar og kr 11,2 mill. med 1 000-grams settefisk og to behandlingar. Her er utfallet sensitivt til føresetnader om avlusingstidspunkt og fiskestorleik ved avlusing (særleg ettersom ein tek utgangspunkt i behandlingskostnadar per kg fisk til avlusing), noko som vil kunne gjere at analysemetoden påverkar kostnadssummen. Som tabellane viser er det i dette tilfellet slik at større fisk vert behandla i 1 000-grams eksempelet enn i 500-grams dømet.

Tabell 27. Avlusingsplan og kostnad per avlusing. 500-grams settefisk, tre avlusingar per generasjon

| Behandling | Vekt (ved månadsstart) | Antatt vekt | Tal fisk | Biomasse (kg) | Kostnad per avlusing |
|--------------------------|------------------------|-------------|----------|---------------|----------------------|
| Nr. 1 - mnd. 7 | 1.6-2.8 kg | 2.2 | 740 772 | 1 629 699 | 814 850 |
| Nr. 2 - mnd 9 | 2.3-3.6 kg | 3.0 | 726 026 | 2 141 778 | 1 070 889 |
| Nr. 3 - mnd 11 | 3.3-4.5 kg | 3.9 | 695 386 | 2 712 005 | 1 356 002 |
| Sum per generasjon | | | | | 3 241 741 |
| Fire generasjonar per år | | | | | 12 966 964 |

Tabell 28. Avlusingsplan og kostnad per avlusing. 1 000-grams settefisk, to avlusingar per generasjon

| Behandling | Vekt (ved månadsstart) | Antatt vekt | Tal fisk | Biomasse (kg) | Kostnad per avlusing |
|--------------------------|------------------------|-------------|----------|---------------|----------------------|
| Nr. 1 - mnd. 7 | 2.6-4.3 kg | 3.5 | 740 772 | 2 555 665 | 1 277 832 |
| Nr. 2 - mnd 9 | 3.6-5.3 kg | 4.5 | 682 306 | 3 036 260 | 1 518 130 |
| Sum per generasjon | | | | | 2 795 963 |
| Fire generasjonar per år | | | | | 11 183 850 |

I likevektsproduksjon vil kostnadene for 500-grams settefisk no utgjere kr 31,0 per kg, og for 1 000-grams settefisk kr 32,4 per kg (Tabell 29).

Tabell 29. Produksjonstal ved ulike avlusingsscenario. 500 og 1 000-grams settefisk

| | 500-gram settefisk | | 1 000-gram settefisk | |
|---|--------------------|--------------|----------------------|--------------|
| | Utan avlusing | 3 avlusingar | Utan avlusing | 2 avlusingar |
| Produksjonskostnad per kg ^{a)} | 28,9 | 31,0 | 30,8 | 32,4 |
| Produksjon per lokalitet (kg) | 2 483 533 | 2 320 711 | 3 161 414 | 3 031 807 |
| Produksjon (kg per kg MTB) | 2.1 | 2.0 | 2.25 | 2.16 |
| Snittvekt per fisk (kg) | 5.3 | 5.0 | 5.50 | 5.32 |
| Tal fisk slakta per år (stk) | 2 824 528 | 2 781 862 | 2 875 490 | 2 847 254 |
| Slakt per år (kg): | 14 901 199 | 13 924 267 | 15 807 069 | 15 159 036 |
| Svinn biomasse | 688 723 | 803 798 | 686 477 | 792 459 |

a) Minner til samanlikning om produksjonskostnaden ved 100-grams settefisk: kr 28,0 utan avlusing; kr 31,3 med fem behandlingar og kr 33,8 ved 10 behandlingar.

Produksjonskostnaden per kg aukar med aukande smoltstorleik. Dette skuldast at smoltprisen er aukande, medan analysene også er påverka av snittvekta til fisken ved dei avlusingstidspunkta ein har lagt til grunn.

6.3 Oppsummering og drøfting: Avlusing av 100-grams, 500-grams og 1 000-grams settefisk
 Analysen av biologisk risiko i sjø har i desse avsnitta skissert kva luseproblem kan ha å seie for produksjonskostnadene. Ein del resultat frå analysen er oppsummert i Tabell 30. Kostnadsauken ved lusebehandling varierer mellom kr 5,8 for 100-grams settefisk med 10 behandlingar og kr 1,60 per kg ved 1 000-grams settefisk og òi behandling. Variasjonen mellom døma skuldast både tal behandlingar og tidspunkt for avlusing. Av dette er mellom kr 0,8 og 3,0 utgjort av direkte behandlingarkostnaden. For påvekst av 100-grams smolt er produksjonskostnaden for rund fisk estimert til kr 28,00/kg under det som ein føresette som «normale tilhøve». Ved fem lusebehandlingar aukar dette til kr 31,3, og ved 10 behandlingar til kr 33,8, gitt ein avlusingpris på 0,5 kr/kg behandla.

Som det framgår av tabellen utgjer differansen i kostnad per kg mellom døma med og utan lusebehandling ein god del meir enn den direkte behandlingarkostnaden per kg – skilnaden er opptil dobbelt så stor som direkte behandlingarkostnadar. Årsaka til dette er produksjonstapet som skjer grunna veksttap og svinn, som gjer at det vert færre kilo å fordele kostnadene på. Produksjonstapet vil også medføre at ein realiserer ei lågare inntekt enn ein elles kunne gjort.

Tabell 30. Årleg likevektsproduksjon, påvekst av 100-grams, 500-grams og 1 000-grams settefisk i opne merdar. Med avlusing

| Vekt ved utsett | 100 gram | | | 500 gram | 1 000 gram |
|--------------------------------------|----------------|--------------|---------------|----------------|----------------|
| | Ingen avlusing | 5 avlusingar | 10 avlusingar | 3 avlusingar | 2 avlusingar |
| <i>Produksjonskost – u/avlusing</i> | <i>Kr 28,0</i> | | | <i>Kr 28,9</i> | <i>Kr 30,8</i> |
| Produksjonskostnad - avlusing | - | Kr 31,3 | Kr 33,8 | Kr 30,7 | Kr 32,4 |
| Differanse (med/utan avlusing) | - | Kr 3,3 | Kr 5,8 | Kr 1,8 | Kr 1,6 |
| Direkte avlusingarkostnad/kg | - | Kr 1,5 | Kr 3,0 | Kr 1,0 | Kr 0,8 |
| Slakta biomasse (tonn) ^{a)} | 14 271,3 | 12 760,9 | 12 145,8 | 13 924,3 | 15 159,0 |
| Snittvekt (kg) | 5,32 | 4,78 | 4,66 | 5,01 | 5,32 |

a) Minner om at talet settefisk er likt i kvart scenario, medan talet månader med svinn er ulikt.

For 100-grams settefisk vert snittvekt per slakta fisk redusert frå 5,32 kg i «basis-scenario» utan lus til 4,78 kg med fem lusebehandingar og 4,66 kg med 10 lusebehandingar. Likevekt slakt vert redusert frå 14 271,3 tonn (inga behandling) til 12 145,8 tonn (10 lusebehandingar), ein reduksjon på knapt 15 %. Svinn i biomasse aukar frå 690,9 tonn (inga avlusing) til 1 012,2 tonn (10 avlusingar), ein auke på 55,5 %. Produksjonskostnad aukar frå kr 28,0/kg til kr 30,7/kg (fem behandlingar) til kr 33,80 (10 behandlingar), ein auke på kr 5,0 eller 17,4 % i tilfellet med 10 behandlingar. Totale produksjonskostnadar per år aukar med omlag 10 mill. kr.

Ved å sjå på produksjonskostnad og kvantum kan ein gjere ei enkel samanlikning av dei ulike alternativa. Ved 100-grams settefisk og 10 avlusingar er både 500-grams og 1 000-grams settefisk (med høvesvis tre og to behandlingar) estimert å kome fordelaktig ut – på produksjonskostnad per kg så vel som slakta kvantum³⁵. 500-grams settefisk kjem fordelaktig ut både på slaktekvantum og produksjonskostnad per kg også ved fem avlusingar. Med 1 000-grams settefisk er produksjonskostnaden estimert å vere noko høgare enn 100-grams settefisk med fem behandlingar, medan slakta biomasse talar i motsett retning og er fordelaktig.

Ein merknad til analysen er at estimering og samanlikning av kostnadene ved avlusing er krevjande, ettersom modellen i seg sjølv ikkje kan estimere smitterisiko og lusepopulasjonsdynamikk. Ein tek til dømes ikkje stilling til om det er skilnad i sesong, biomassetettleik, tidsperiode sidan siste brakklegging eller anna som er av betydning for når behandlingsbehovet oppstår. Utan dette må ein gjere føresetnader på andre måtar om når og kor ofte avlusing skjer, slik som er gjort ovanfor. Eit problem med dette er at dei føresetnadene som ein på andre måtar legg til grunn om avlusingstidspunkt og fiskestorleik gjev utslag i kostnaden og i skilnaden mellom alternativa.

Skilnaden i føresetnader mellom 100-grams, 500-grams og 1 000-grams settefisk må dermed vere korrekt definert – ikkje berre i form av talet avlusingar ein sparar per generasjon, men og kva fiskestorleik som vil verte utsett for behandling i dei ulike alternativa. Dette er vanskeleg å slå fast, ettersom det er få som har erfaring med utsett av ulik settefiskstorleik over tid. I praksis vil det og vere ulike sesongmessige omsyn. Skilnaden i avlusingskostnadar i denne analysen vert dermed estimert mest på basis av kva ein ventar seg frå ulike produksjons-scenario, der me har fått informasjon om at større settefisk vil kunne spare eit visst tal avlusingar per generasjon som følgje av kortare eksponeringstid og hyppigare brakklegging. Med tanke på vidare forskning kan ein dermed forestille seg at ein modell som i tillegg kunne ta omsyn til faktorar som lokale smittetilhøve, populasjonsdynamikk og dermed sesongmessig risikoprofil i sjø ville vere meir høveleg for å tilpasse produksjonsplanar i praksis, og til å anslå avlusingsbehovet ved ulike produksjonsplanar. Noko slikt ville elles vere svært interessant med tanke på å kaste lys over problemstillingar som næringa står overfor med omsyn til brakkleggingsintervall og bruk av lokalitetar.

I prinsippet kunne ein også i denne analysen variere føresetnader om talet på behandlingar og avlusingstidspunkt i større grad som ei utvida risikoanalyse, basert på same modell som presentert over. Dette vil likevel framleis ikkje ta omsyn til dei lokale tilhøva og avgrensingane som den enkelte oppdrettar i praksis vil stå overfor når det gjeld sesongmønster, lokalitetar og eventuelle bedriftsspesifikke tilhøve som i kan vere utslagsgjevande for optimal settefiskstrategi individuelt sett.

6.4 Inntektsvariablar, føresetnad om behandlingarkostnad og andre omsyn

I denne delen vil ein sjå på to ting: Potensielt inntektsstap på bedriftsnivå ved nedklassing og føresetnaden om behandlingarkostnad per kg fisk til avlusing. Følgjande vert undersøkt (med utgangspunkt i 100-grams settefisk):

³⁵ Minner i den samanheng igjen om føresetnadene om likt tal lsettefisk til utsett og månadleg svinn.

- Kvalitetsnedklassing på høvesvis 2,5 % og 8 % av kvantum ved fem lusebehandlinger
- Kvalitetsnedklassing på høvesvis 5 % og 12 % av kvantum ved 10 lusebehandlinger
- Behandlingskostnad på kr 1,0 per kg biomasse til avlusing (ei dobling frå 0,5 i utgangspunktet)

I Tabell 23 (under føresetnader) er det nemnt ei nedklassing på 0,5 % per lusebehandling, noko som ville gje 2,5 % og 5 % samla nedklassing ved høvesvis fem og 10 behandlingar. Ifylgje Senstad og Bolstad (2017)³⁶ er desse tala monaleg større – dei gjev uttrykk for 8 % nedklassing ved fem lusebehandlinger og 12 % nedklassing ved 10 lusebehandlinger. Begge desse alternativa vil verte vurdert her. Ein føreset ein prisreduksjon på kr 12,00/kg på den nedklassa fisken³⁷. Inntektstap grunna redusert slaktevekt per fisk er ikkje teke omsyn til her.

Med dei føresetnadene som er gjort, er potensielt tap ved nedklassing i storleiksorden 4 - 12,8 mill. kr ved fem avlustingar og 7,3 - 17,5 mill. kr ved 10 avlusingar (Tabell 31). Dette er eit monaleg tap. Analysen er gjennomført berre for 100 g smolt ettersom konsekvensar for auke i produksjonskostnad m.m. er størst der.

Tabell 31. Døme på inntektstap som følgje av nedklassing (100-grams settefisk med høvesvis fem og 10 behandlingar)

| | Prod kost per kg – beh.kost kr 0,50/kg | Prod kost per kg – beh. kost kr 1/kg | Inntektstap, nedklassing hhv. 2,5 % og 5 % | Inntektstap, nedklassing hhv. 8 % og 12 % |
|---------------------|--|--|--|---|
| Inga behandling | 28,0 | 28,0 (n/a) | - | - |
| Fem behandlingar | 31,3 | 33,0 | 3 997,2 | 12 790,9 |
| Ti behandlingar | 33,8 | 36,90 | 7 287,5 | 17 490,0 |

Prisen på lusebehandlingar har og ein viktig innverknad på produksjonskostnadene. Dersom denne prisen aukar frå kr 0,50 til kr 1,00 per kg, vil produksjonskostnaden per kg rund fisk auke frå kr 33,8 til kr 36,9 ved 10 behandlingar, dvs ein auke på knapt 10 %. Dette illustrerer at både talet på behandlingar og kostnad per behandling har stor innverknad på kostnadene – kr 28,80 per kg utan behandling til kr 36,80 i situasjonen med 10 behandlingar til kr 1,00 per kg.

³⁶ Sjå Senstad og Bolstad Norsk Fiskeoppdrett 10-2017, del 1 av 3.

³⁷ Denne føresetnadene er henta frå Senstad og Bolstad Norsk Fiskeoppdrett 10-2017, del 1 av 3.

KAPITTEL 4. ØKONOMISK ANALYSE AV PÅVEKST I LUKKA SJØANLEGG

1. Innleiing

Dette kapittelet ser på påvekst av laks i lukka sjøanlegg. Innhaldet omfattar bakgrunnsinformasjon om lukka og semi-lukka oppdrettsteknologi, omtale av enkelte konsept under utvikling og uttesting, samt ei meir hypotetisk kostnadsanalyse for eit scenario der ein skiftar høvesvis heile eller ein del av påvekstfasen til lukka anlegg. Analysen er gjort som ved påvekst i opne merdar, men ettersom teknologiane er ulike, er det ulike føresetnader for investeringar og driftskostnadar. Når det gjeld vekst, sjukdom og svinn, vert det vist til erfaringar frå utprøving av enkelte konsept i praksis. I dømet har ein likevel lagt til grunn same vekstkurve som ved påvekst i opne merdar, ettersom erfaringsgrunnlaget framleis er noko avgrensa, og dei teknologiske konseptane så ulike. Gitt variasjonane i teknologiske og drifts- konsept vil estimat og anslag på investeringar og driftskostnadar vere både så usikre og så varierte at kostnadsestimering vil vere eit grovt anslag. Å sjå på investeringar, driftsplanlegging og driftskostnadar i lukka samanlikna med opne anlegg er likevel ei nyttig øving når det gjeld å reflektere over høve, avgrensingar og potensiale for implementering av slik teknologi i kommersiell samanheng.

Lukka eller semi-lukka oppdrettsanlegg er definert ved at dei har ei tett eller bortimot tett fysisk barriere mellom vassmiljøet til fisken og det omliggjande miljøet. Barrierane kan vere ein karvegg, ein dukvegg eller liknande. Lukka anlegg i sjø vert gjerne omtala som ”lukka, flytande anlegg” (Rosten mfl., 2011). Alt etter material og teknologi, kan dette inkludere (om enn utan å vere avgrensa til): lukka, fleksible poseanlegg; lukka, stive anlegg (plast og betong) og lukka anlegg basert på rørteknologi (Rosten mfl., 2011). For definisjon og klassifisering av lukka anlegg vert det vist til Sintef rapport.

Ettersom lukka anlegg framleis er på utviklings- og konseptstadiet er det mest teknologiske vyer og investeringsvilje som set grenser for korleis ein kan tenkje seg slike anlegg i framtida – noko som vert demonstrert i søknadslista for utviklingsløyve frå Fiskeridirktoratet³⁸. Forslag til nye anleggskonsept i Noreg har inkludert utformingar og material som kompositt, heilduk og not, tankskip, plastrør, fleksibel polymer-plastikk, kar, betong og stål (Rosten mfl., 2013).

Å skilje det ytre miljøet frå det interne i oppdrettsanlegget vert i aukande grad sett som ein fordel for laksevelferd, fiskehelse og oppdrettsøkonomi parallelt med aukande fiskehelse- og luseproblem i opne merdar. Sentralt for dette er ei formeining om at oppdrett i lukka sjøanlegg vil kunne tilpasse vassinntaket til ønska djupne, og på den måten redusere tilkomst av lus til anlegget (Rosten mfl., 2011). Førebels resultat frå uttesting av lukka anlegg med djupare vassinntak gjev indikasjon om at luseproblemet kan reduserast (Rosten mfl. 2011), og gjennom uttesting av ulike lukka konsept er det også støtte for dette (t.d. AkvaDesign og Preline). Gjennom høve til jamn og hyppig utskifting av mykje vatn og oksygentilsetjing vert det elles venta at vasskvaliteten i desse anlegga kan tillate større fisketettleik enn opne merdar, der ein er avgrensa av naturleg vassutskifting og oksygeninnhald i sjøen.

Vidare bør lukka anlegg kunne utnytte at temperaturen er meir stabil dersom vatnet vert henta frå ei viss djupne. På den måten kan ein i større grad regulere vasstemperaturen i høve til årstidsvariasjonar i overflatetemperatur, noko som kan vere gunstig for tilvekst, trivsel og overleving ved dei varmaste og kaldaste periodane og lokalitetane. Inntak av djupare vatn er likevel ofte kaldare i enkelte perioder av året, noko som også kan redusere tilvekst i desse periodane. Mindre temperaturvariasjon kan samstundes potensielt gje auka fleksibilitet og

³⁸ Sjå: <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Tildeling-og-tillatelse/Saertillatelse/Utviklingstillatelse/Brev-og-vedtak>.

kapasitetsutnytting mellom settefisk- og påvekstproduksjonen i dei tilfella der ytterpunktta i sjøtemperatur er til hinder for utsett i visse periodar (Rosten mfl., 2011).

Av dei avgrensa erfaringstala ein kan vise til i lukka anlegg, kan det vere rom for å argumentere for betre vekst- og overlevingstilhøve enn det som vert realisert i opne merdar i dag. Ein studie gjennomført av AkvaDesign i samarbeid med Veterinærinstituttet, IRIS og Universitetet i Nordland skisserer kva ein ventar på dette området³⁹. Der viser ein til resultat som tyder på at oppdrett i lukka merdar kan ha fylgjande potensiale:

- Ingen eller lite lus
- God vasskvalitet
- God fiskevelferd
- Betre tilvekst
- Høgare overlevingsgrad (97-99 % under normale tilhøve)
- Lågare fôrfaktor (ca. 1,0)
- Redusert produksjonstid i opne merdar
- Redusert utslepp
- Redusert/inga røming

Ein skal likevel vere merksam på at det ikkje er spesifisert kva for tettleik og vassutskifting forsøka er basert på, og om desse verdiane tilsvarar det ein vil legge til grunn for kommersiell produksjon i lukka anlegg over tid. Det knyter seg difor uvisse til bruk av desse punktta som føresetnader for produksjon i lukka anlegg generelt sett. Når det gjeld funksjon, driftsstabilitet og havaririsiko, er det nok tidleg å trekkje slutningar om korvidt ulike lukka konstruksjonar vil vere meir eller mindre pålitelege enn tradisjonelle merdar over tid, eller kor mykje prøving og feiling som må til før ein finn svar på dette.

Driftserfaring frå uttesting av ei semilukka merd på 21.000 m³ ved Molnes i Hordaland (FOU-løyve) er oppe i 40 % av ønska tettleik for storsmolt (anlegget er ikkje testa for matfiskproduksjon). Det er vidare planlagt å utprøve anlegget med 60 % av tettleiksmålet på 50 kg/m³ i neste forsøksgenerasjon (Trond Rosten, Marine Harvest AS, personleg kommunikasjon).

Marine Harvest har driftserfaring med produksjon av tre generasjonar storsmolt opptil 1 kg i anlegget ved Molnes. Resultat så langt tyder på at settefisk i dette systemet oppnår god tilvekst og kvalitet, men post-smolten har ikkje blitt like stor som referansesmolt i opne merdar over seks måneder, grunna lågare temperatursum (her vil sesongvise temperaturvariasjonar spele inn, og ein vil ha forskjellig temperatureksponering – og kanskje også ulik temperatursum samla sett gjennom året – for fisk i lukka anlegg med djupt vassinntak samalikna med fisk i opne anlegg nærare overflata med større temperatursvingingar).

Produksjonskostnadene ved uttesting av lukka anlegg er førebels langt høgare enn det som vil vere konkurransedyktig. Ein har heller ikkje alltid unngått behandling mot AGD eller lus. Erfaringar frå fyrste generasjon med slakting ved Molnes tyder på færre totale behandlingar enn referansefisk frå utsett til slakting. Intensjonen vidare for dette konseptet er å fortsette uttestinga ved FoU-konsesjonen, gradvis auke tettleiken av smolt og sjå om det er råd å kome tilstrekkeleg ned i produksjonskostnad, samt om opphald i semilukka merd før utsett til opent merdanlegg kan gje større produksjon og redusert helsekostnad. Når det gjeld slam, utgjer fangst og levering ein monaleg meirkostnad samanlikna med produksjon i opne anlegg. Det ser elles ikkje ut som ein vil oppnå like stor oppsamling/rensing per kg produsert biomasse som frå landbaserte kar (industrikkjelder, personleg kommunikasjon).

³⁹ Sjå søknad om klarering av lokalitetar til Akvadesign AS: <https://einnsyn.evps.no/einnsyn-bro/RegistryEntry/ShowDocument?registryEntryId=1476&documentId=2380>

Gjennom Lerøy er det lukka konseptet “Preline”, der åtte generasjonar storsmolt er produsert frå ein utsettsstorleik på 100 gram opp til 600 gram før overføring til påvekst i opne merdar, utprøvde over dei siste tre-fire åra. Maksimal tettleik er oppgitt til 75 kg per m³, og med påvekst fra 100 til 600 gram kan ein rekke om lag to produksjonar per år. Preline er utforma som lengdestraumsrør og er teknologisk og i design ulikt frå dei runde, lukka merdane under utprøving gjennom AkvaFuture og Marine Harvest.

I staden for å gjenbruke vatn og tilsette oksygen er Preline basert på gjennomstrøyming med svært rask utskifting av vatnet. Anlegget har eit volum på 2 000 m³ og med ein vasstraum på 400 m³ per minutt vert vatnet utskifta kvart femte minutt (langt lågare opphaldstid og større vassforbruk enn andre lukka konsept som er omtalt her. Anlegget vil vere basert på rask utskifting heller enn oksygentilsetting i vatnet for å oppretthalde god vasskvalitet, og vil på den måten avhenge av færre kritiske system som potensielt kan svikte). Gjennomstrøyminga inneber elles ein jamn straum gjennom anlegget og god mosjon for fisken - noko som i tur kan ha verknad på muskulatur og vidare vekst etter utsett frå anlegget. Når det gjeld energibruk, fungerer dette prinsippet ulikt frå lukka merdar med mykje pumping for løfting, sirkulasjon og oksygentilsetting av vatn – Preline er i staden basert på straumsetting og “skyving” av vatn.

Inntaksvatnet kjem i dette konseptet frå 30-40 meters djup, som medfører monaleg lågare risiko for å ta inn patogen i systemet samanlikna med vatn nærare overflata. Erfaringar så langt tyder på eit godt potensiale når det gjeld biologi, fiskehelse og risikoreduksjon i anlegget - til no har ein lusebehandla fisk i anlegget berre ein gong. Dette tilfellet skjedde i samband med kollaps av eit inntaksrør og dermed inntak av grunnare vatn/overflatevatn. Slik sett kan hendinga vere illustrativ for det vern ein faktisk kan oppnå gjennom styring av inntaksvatn ved lukka produksjon, samt kor viktig rett og påliteleg design og konstruksjon er for å realisere dette potensialet på konsistent basis.

Når det gjeld overleving, har ein observert svinn under 1 % i påvekstperioden frå 100 til 600 gram, samanlikna med 4-10 % i referansegrupper i opne merdar. Saman med kontrollert føring og slamfeller til oppsamling av førspill bidreg dette og til ein betre økonomisk førfaktor - kanskje frå 1,1 i opne anlegg til 0,85 i Preline.

Funksjonalitet og driftsprosessar kan vere ein annan skilnad mellom ulike konsept. Preline har til dømes heilt andre prosessar for reingjering og brakklegging enn ein del andre lukka merdkonsept, ettersom Preline kan heve den delen av anlegget som held fisk over vassflata for spyling, desinfisering og tørrlegging. I andre tilfelle kan prosessar relatert til reinhald utgjere ein monaleg kostnadspost, ettersom det kan vere påkrevd med monalege undervassoperasjonar med dykking og krevjande arbeidstilhøve.

Ut frå gjennomgangen av nokre få døme på utviklingskonsept (sjå nedanfor) og utprøving av lukka anleggsdesign ovanfor, kan ein indikere stor variasjon i konsept og føresetnader for teknologi, skala, utforming og driftsfunksjonar i lukka anleggskonsept. Å gjere ei generell økonomisk analyse av lukka anlegg på dette stadiet er dermed vanskeleg, med så stor uvisse om både investeringar, produksjonsvariablar, kostnadar og kostnadsdrivarar i drift. Det er elles uvisst korleis selskap i næringa i praksis vil implementere lukka anlegg i sine driftsplanar.

Føresetnadene som vert lagt til grunn om produksjon i lukka anlegg i denne analysen vert presentert i nedanfor. Men fyrst vil ein kort presentere nokre av dei lukka konseptane som er under planlegging og utvikling, og som er tildelt utviklingsløyve gjennom Fiskeridirektoratet si tildeling av løyve til særskilde føremål.

2. Tildelte utviklingsløyve til oppdrett i lukka anlegg

Av dei lukka konseptane som er under utvikling og utprøving i dag, skjer produksjonen gjerne gjennom spesielle produksjonsløyve, som FOU-løyve. Ein konsekvens av at det vart iverksett ei søknadsordning for tildeling av utviklingsløyve er stor grad av innovasjonen, både når det

gjeld lukka og andre innovative produksjonskonsept. Utviklingsløyve er ei mellombels ordning som kan tildelast prosjekt med betydeleg innovasjon og investeringar. Under denne ordninga vert utviklingsløyve tildelt utan vederlag som eit insentiv til å utvikle nye teknologiar som kan kome næringa som heilskap til gode. Etter endt prosjektperiode kan Fiskeridirektoratet bestemme at eit utviklingsløyve kan verte konvertert til ordinært løyve, gitt at fastsette prosjektkriterium er oppfylt. Ved konvertering skal det betalast eit vederlag på 10 mill. kroner per løyve til staten, justert i tråd med konsumprisindeksen.

Ulike konsept er under utvikling og det er per 2018 tildelt utviklingsløyve til åtte omsøkte konsept, medan sju søknader ventar avklaring, 46 er til handsaming og 43 har fått avslag. Av dei åtte innvilga søknadane er fire til utvikling av lukka anlegg (Tabell 1 a) og b). Talet på utviklingsløyve per konsept varierer så langt mellom eitt og 10. Med unntak for eitt tilfelle, er alle løyve på 780 tonn MTB. Det er ein føresetnad for å ta tilsagnet i bruk at lokalitet er klarert og løyvedokument er utferda. Utviklingsløyve er elles løyve som er tildelt til særleg formål og kan ikkje inngå i selskapsbiomasse med ordinære kommersielle matfiskløyve eller i konsernbiomasse.

Tabell 1 a). Oversikt over tildelte utviklingsløyve til lukka/semi-lukka anlegg, per 1. august 2018

| Firma og tal på utviklingsløyve | Lokalisering | Konsept | Investeringar og informasjon om produksjonsplan |
|---|--|--|--|
| Hydra Salmon Company AS – 4 løyve for 4 år. | Frøya. Tank vil tillate signifikant bylgjehøgde på 2,5 m og eit spekter av bylgjeperioder fra 5 til 7 sekund. | Produksjonstank. Produksjonseining med tett tak og veggjar ned til 20 m under havoverflata. Botnen vil vere samansett av ein ramestruktur med stålnetting og ein tilsvarande vertikalt bevegeleg struktur som kan hevast og senkast. Indre diameter 60, ytre diameter 72, ytre omkrins 226 m. | 306 mill. kr til ein tank. Utsett av fisk 4 gonger i året, 600 000 fisk ved kvart utsett som gjev eit slaktevolum på ca. 2900 tonn sløgd vekt frå kvart utsett. Fisketettleik på 36 kg/m ³ . |
| MNH Produksjon AS – 4 løyve for 7 år. | Nærøy | Aquatraz I er ei stiv semi-lukka merd i stål, der dei øvste meterane av merdveggen er tett, medan resten av merda er open. Merden har hevbar botnkonstruksjon for trenging og tøming av fisk. Heile merda kan hevast ut av vatnet for å muliggjere desinfisering, inspeksjon og vedlikehold. | 359 mill. kr for åtte løyve som det vart søkt om; uklart investeringsbehov for fire løyve. |
| Akvadesign AS – 2 løyve for 15 år. | - | Semi-lukka anlegg i sjø | |
| Marine Harvest Norway AS – 6 løyve for 15 år. | | Egget® semi-lukka anlegg med stiv skallkonstruksjon, permanent inntak av djupvatn i store mengder. Lukka også i topp. Mesteparten av anlegget under vatn. Uttak av fisk i topp med spesialkonstruert rist, vil kunne tillate batchvis slakting. | Egget skal testast ut for drift i klynge med 5 egg à 21.000 m ³ . MH vonar å sette ut fisk i 2020. |

Tabell 1 b). Andre utviklingsløyve, ikkje lukka konsept

| | | | |
|--|--|--|--|
| Ocean Farming AS (SalMar Norway AS) – 8 løyve for 7 år. | Frohavet. Robust anlegg som er konstruert for å kunne innstallerast og operast i havnære område. Gjennom teknologien kan ein ta i bruk nye, meir eksponerte område til akvakultur. | Havmerden. Konseptet bygg på dei same grunnleggjande eigenskapar som halvt nedsenkbare installasjonar i offshorenæringa. | 690 mill. kr for pilotanlegg. |
| Nordland Oppdrett AS – 10 løyve for 15 år. | Ein berande grunnidé for konseptet er å flytte deler av havbruksproduksjonen lengre ut frå land til meir eksponerte lokalitetar, og slik ta i bruk nye område til akvakultur. | Havfarm I. Stålkonstruksjon beståande av ein baug med bofasilitetar og verkstad, eit midtparti med merdar, og eit hekkparti med t.d. ensilasjesystem og generatorkapasitet. | Investeringskostnadene for Havfarm 1 er estimert til 817 mill. kr. Utsett av fisk > 1 kg. |
| Atlantis Subsea Farming AS – 1 løyve for 4 år. | - | Atlantis: eit nedsenkbart oppdrettsanlegg for oppdrett av laks i industriell skala. Merdane på storleik med dei i kommersielle platanlegg (160-metringer – 200 000 fisk). Anlegget skal vere nedsenka ca. 90 % av tida og berre hevast til overflateposisjon ved gjennomføring av naudsynte operasjonar. | Investeringskostnadar 79,9 mill. kr. |
| Norwegian Royal Salmon ASA/Aker ASA – 7 løyve pluss eitt på 530 tonn for 7 år. | Troms/Finmark. Det er planlagt å teste konseptet på ein lokalitet med signifikant bølgehøgde på 6.5m, men det er intensjonen at konseptet skal kunne operere i situasjonar med bylggehøgde opp til 15 m. | Arctic Offshore Farming: oppdrettsanlegg for lokalitetar i område som er opne mot hav og sjø. Anlegget er utformet slik at heile nota vert halde nedsenka under normal drift. Prosjektet inneber utvikling av eit sirkulært halvt nedsenkbart oppdrettsanlegg som baserer seg på offshoreteknologi. | To merdar. Usatt av fisk på 1 kg. Produksjonskapasitet per merd 3 000 tonn, 600 000 fisk per merd. |

Kjelde: www.fiskeridir.no/Akvakultur/Tildeling-og-tillatelser/Saertillatelser/Utviklingstillatelser/Brev-og-vedtak (konsultert 1.8.2018).

Ein kan også trekkje ein del interessante observasjonar frå Tabell 1 b). Minst to av konseptta tek sikte på utsetjing av storsmolt på 1 kg eller større noko som vil innebere ei kortare sjøfase. Fleire av anlegga er tiltenkt plassert i eksponerte lokalitetar, jamvel utaskjers, noko som kan medvirke til å opne nye område for oppdrett og dermed skape vidare ekspansjon i næringa. I utviklinga har ein trekt vekslar på offshoreteknologi. I alle konsept, ogso dei som ikkje primært er tiltenkt eksponert lokalisering, er det lagt stor vekt på løysingar som gjev mindre interaksjon med havmiljøet rundt anlegget som derigjennom m.a. vil redusere lusepresset, og det er tale om vassinntak frå større djupner som og kan medvirke til meir stabil temperatur over året. Mange av desse karakteristikaene finn ein igjen ogso i søknader som har fått heilt eller delvis avslag og dei som framleis er under vurdering.

Det er vanskeleg å få fullgod informasjon om dei ulike konseptta frå Fiskeridirektoratet sine nettsider, og investeringstala er svært usikre. Når det kjem til praktisk erfaring med produksjonssyklusar i stor skala over tid, har ein avgrensa kunnskap om kva som fungerer. Det er neppe grunnlag for å peike ut meir eller mindre representative eller typiske lukka anleggsløysingar på dette stadiet. I analysen vidare tek me utgangspunkt i eit anleggsvolum, investeringsanslag og føresetnader om tettleik inspirert av AkvaDesign, av den grunn at dette konseptet ser ut til å ha kome lengst i utprøving så langt, og ein har tilgang både til investeringsanslag via offentlege dokument, samt publiserte forsøksdata (Nilsen et al. 2017; einnsyn.evps.no; fiskeridir.no).

3. Analyse av oppdrett i lukka anlegg

Denne analysen vil sjå på påvekst av 100-grams settefisk i lukka anlegg heilt fram til slakt, samt på ei todelt påvekstfase i lukka og opne merdar. Gitt den store uvissa og variasjonen i lukka driftskonsept kan ein stille spørsmål om kor meningsfullt det er å sette opp eit estimat for produksjonskostnadar på dette stadiet. Ein har tvilsamt grunnlag både for å gjere ei «generell» analyse, og det same gjeld grunnlag for å analysere døme på lukka konsept enkeltvis. Det ein har gjort i det følgjande er difor å ta utgangspunkt i produksjonsplan og føresetnader frå tidlegare analyser i kapittel tre (påvekst av 100-grams settefisk i opne merdar), for så å undersøke verknaden på produksjonskostnaden dersom ein justerer investeringane til eit estimat for lukka heller enn open merdkapasitet, med anslag over driftskostnadar som energi, oksygen, vedlikehald, bemanning og slam.

Analysen er oppbygd som i kap. 3. Ettersom dei teknologiske konseptta og konstruksjonane er under utvikling vil både investeringar, driftskostnadar og dimensjonerande kriterium vere usikre. Reknedømet baserer seg på eit semi-lukka konsept som kan nyttast i samband med eksisterande lokalitetar og infrastruktur.

3.1 Føresetnader

Biologi og teknologi

I analysen av lukka anlegg er føresetnader om vekst og temperatur sett likt som i tidlegare analysar, dvs. basert på temperatur frå Bud på Vestlandet, 5 meter djup og vekstfaktor på 2,7 (2,2 fyrste månad ved utsett). Det er dermed ikkje gjort tilpassingar for temperaturprofil over året eller at ein ventar raskare vekst. Svinn er og sett likt som i opne merdar, på 0,75 % per månad. Både når det gjeld vekstrate og svinn vert altså same utgangspunktet lagt til grunn som for oppdrett i opne merdar.

Føresetnader om fisketettleik og vasskvalitet i analysen og i lukka konsept generelt er usikre. Mogeleg fisketettleik i eit anlegg er avhengig av vasskvaliteten, som i lukka anlegg mellom anna vert påverka av inntaksvatn, utskiftingstid og oksygentilsetting. I tillegg vil utskiftingstid og derigjennom straumsnøggleik (trim) påverke oksygenkonsumet til fisken i anlegget. Desse relasjonane har me ikkje høve til å ta omsyn til i denne analysen, som er

avgrensa til å nytte ein vekstfaktor (TGC) og anslag for maksimal fisketettleik som grunnlag for å beregne produksjon i anlegget.

Dimensjonering og infrastruktur til lukka merdanlegg

Tabell 2 viser tre døme på lukka anleggskonsept, basert på to konseptskisser som er tildelt utviklingsløyve av Fiskeridirektoratet, samt eitt som ventar avklaring (tal i tabellen er svært usikre og baserer seg på dokumentasjon som framgår av offentlege saksbehandlingsdokument, med estimat meint for søknader om utviklingsløyve). Det eine konseptet, eit semi-lukka merdanlegg som vil vere samansett av 12 tilstøytande merdar, er basert på AkvaDesign, eit anlegg under utprøving gjennom AkvaFuture. Det andre er basert på ei større lukka eining kjent som Egget frå Hauge Aqua og planlagt for utprøving i Marine Harvest⁴⁰. Begge døme er meint å kunne nyttast saman ved eksisterande lokalitetar og infrastruktur. Tredje døme er basert på Lerøy si skisse for «Pipefarm», ei vidareutvikling av det lukka konseptet Preline, som omtalt ovanfor.

I analysen vidare tek ein utgangspunkt i dimensjonering og investeringsanslag som skissert for merdanlegget i fyrste linje i tabellen under, med eit anlegg på 12 merdar og 72 000 m³ per lokalitet.

Tabell 2. Døme – investeringsestimater, oppdrettsvolum og tiltenkt fisketettleik i semi-lukka anlegg

| Type anlegg | Volum | Investering | Investering per m ³ | Maks biomasse |
|--|-----------------------|-------------|--|--|
| AkvaDesign: Anlegg på 12 merdar | 72 000 m ³ | 150 mill. | Kr 2 083 (berre merdanlegg kr 1 389) | 2 520 – 3 600 tonn (gitt 35-50 kg/m ³) |
| Egget: Større lukka eining | 20 000 m ³ | 50-90 mill. | Kr 2 500-4 500/m ³ | 1 000 tonn (50 kg/m ³) |
| Preline: Mindre lengdestraumsdesign | 6 000 m ³ | 40 mill. | Kr 6 666/m ³ | 450 tonn (75 kg/m ³) |

Samanlikna med tradisjonelt oppdrett vil lukka merdteknologi kreve meir straum til pumping/flytting av vatn, evt. tilførsel av oksygen, samt infrastruktur til å behandle og ta vare på slam (oppsamling av slam og tilhøyrande kostnad vil vere avhengig av om ein har utsleppsløyve eller vil/må rense avlaupsvatnet). Det kan dermed vere trong for å etablere ein utstyrsbase i relativ nærleik til sjøanlegget. Ifylgje dokumentasjon relatert til AkvaDesign sine anlegg vil denne kunne inkludere:

- Ein større oksygentank på land med tilkomst frå offentleg vegnett, eller eventuelt på flåte (oksygenanlegg, tankar og kondensatorar).
- Straumforsyning/trafo.
- Det kan og vere aktuelt med etablering av mindre lagerbygg for fôr og oppsamling/handsaming/avhenting av slam. Pauserom og sosiale fasilitetar vert lagt på flåte.
- Fôrsilo

⁴⁰ Samanlikna med Egget ser AkvaDesign sine anlegg meir ut som dagens anlegg, med ein open flytekrage i havoverflata. Egget er derimot fullstendig lukka også over havoverflata, med 90 prosent av produksjonseininga sitt volum fylt av vatn, og 10 prosent fylt av luft. Egget er framleis på konseptstadiet, medan tidlegare versjonar av AkvaDesign og Lerøy sine konsept er utprøvd i ei viss grad. (Marine Harvest har elles som nemnt erfaring frå produksjon av post-smolt gjennom ein FoU-konsepjon i Hordaland).

Investeringar i utstyrbase er sett til 20 millioner kroner per anlegg med slamanlegg til 30 millionar kroner. Ved lokaliteten trengst og andre investeringar, m.a.

- Båtar
- Fortøyning av flåte og merdanlegg
- Brakkerigg / kontor

3.2 Påvekst av 100-grams settefisk ved full konvertering alle lokalitetar til lukka anlegg

I analysen vert det nytta same føresetnader og produksjonsplan som i tidlegare døme for påvekst i opne merdar. Det inneber eit selskap med ni produksjonsløyve på til saman 7 020 tonn MTB og fire utsett i året, høvesvis januar, april, juli og oktober, med 775 000 fisk per utsett og same månadlege svinn som før (0,75 %)⁴¹.

Investeringar

Tabell 3 viser estimerte investeringar ved bruk av semi-lukka merdanlegg for drift ved sju lokalitetar, med 72 000 m³ oppdrettsvolum per lokalitet, jf. Tabell 2 fyrste linje ovanfor. Av totalinvesteringa på kr 2,03 mrd. utgjer utstyr og produksjonsfasilitetar 55 % medan verdien av produksjonsløyve er 44 %. Med basis i dette vert årlege avskrivningar og rente estimert til kr 161 mill. Som illustrert i Tabell 3 er det teke utgangspunkt i ei generøs økonomisk levetid for både merdanlegg og slamanlegg.

Tabell 3. Investeringar i lukka merdanlegg

| Per lokalitet | Stk. | Pris | Sum | Leve- tid | Årleg avskrivning og rente |
|------------------------------------|------|-------------|---------------|--------------|----------------------------------|
| Semi-lukka merdanlegg (per merd) | 12 | 7 635 000 | 91 620 000 | 10 | 11 295 916 |
| Slamanlegg | 1 | 30 000 000 | 30 000 000 | 15 | 2 698 233 |
| Fôrbase og fortøyning | 1 | 25 820 000 | 25 820 000 | 10 | 3 183 372 |
| Arbeidsbåt – liten | 1 | 450 000 | 450 000 | 10 | 55 481 |
| Sum per lokalitet | | | 147 890 000 | | 17 233 002 |
| Sum alle lokalitetar i selskapet | 7 | 147 890 000 | 1 035 230 000 | | 120 631 017 |
| Kontorbygg | 1 | 15 000 000 | 15 000 000 | 20 | 1 103 726 |
| Straum (landstraum) | 7 | 20 000 000 | 140 000 000 | - | 5 600 000 |
| Produksjonsløyve | 9 | 93 600 000 | 842 400 000 | - | 33 696 000 |
| Total tomt, løyve og infrastruktur | | | 862 400 000 | | 34 496 000 |
| Sum, heile selskapet | | | 2 032 630 000 | | 161 030 743 |
| Investering per m ³ | | | 4 033 | | 320 |

⁴¹ Føresetnaden om lik vekstrate og død som ved 100-grams settefisk i open merd er uviss og kan potensielt vere konservativt fastsett, ettersom betre vekst og mindre smitte og svinn vil vere blant dei gevinstane ein ser føre seg ved overgang til denne typen anlegg.

Produksjonsplan

Det vert det lagt til grunn ein maksimal fisketettleik på 40 kg/m³ i det lukka merdanlegget, som er i øvre del av oppgitt fisketettleik under tidlegare forsøk⁴². Med 72 000 m³ per merdanlegg vil ein kunne ha ei maksimal biomasse på 2 880 tonn per lokalitet. Med sju lokalitetar og utsett og uttak som skissert skal produksjonsplanen tilfredsstille det generelle kravet om to månader brakklegging mellom kvar syklus (per i dag er det nok vanskeleg å vite kva som vert praksis og prosedyre når det gjeld slam frå lukka anlegg i sjø). Sjølve produksjonsplanen vert dermed stort sett lik som ved bruk av opne merdar. Produksjonen vert såleis som vist i Tabell 4, med tal frå påvekst i opne merdar til samanlikning. I dette dømet vert maksimal tettleik per lokalitet høvesvis 36 kg/m³ (jan.-utsett), 40 kg/m³ (april-utsett), 40 kg/m³ (juli-utsett) og 39 kg/m³ (okt.-utsett) for dei ulike utsetta. Grunnen til at maksimal tettleik ikkje vert nådd ved kvart utsett er at ein slaktar ut for å halde seg innan MTB.

Tabell 4. Årleg likevektsproduksjon

| | Lukka merdanlegg (u/avlusing) | Open merd u/avlusing | Open merd, 5 avlusingar | Open merd, 10 avlusingar |
|--|-------------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------|
| Produksjon (kg) per kg MTB | 2,0 | 2,0 | 1,82 | 1,73 |
| Produksjon (kg) per m ³ merdvolum | 28 | 12 | 11 | 10 |
| Snittvekt per fisk (kg) | 5,3 | 5,3 | 4,8 | 4,7 |
| Tal fisk slakta per år (stk) | 2 683 986 | 2 683 890 | 2 666 988 | 2 603 859 |
| Slakt per år (tonn): | 14 266,9 | 14 271,3 | 12 760,9 | 12 145,8 |

Tabell 4 viser estimat for likevektsproduksjon i lukka anlegg samanlikna med opne merdar med ulik grad av luseproblem. Som ein ser er årleg produksjon tilnærma lik anten ein nyttar opne eller lukka merdar så lenge ein føreset lite sjukdomsutfordringar i begge tilfelle (inga avlusing). Skilnaden når det gjeld produksjon per m³ merdvolum kjem av at ein for same produksjonskvantum og produksjonsplan vil gje fisken større volum i opne enn i lukka merdar.

Produksjonskostnader

Tabell 5 gjev ei oversikt over føresetnader for variable kostnader i lukka oppdrett. Biologisk fôrfaktor er sett til 1,0, mot 1,1 i opne merdar. Oksygenforbruk er sett til 0,5 kg per kg fôr og pris er sett likt som i landbasert oppdrett (kap. 1). Straumforbruk inneheld ein komponent som er lik føresetnaden i opne merdar (51 kwh per tonn fôr og dieselforbruk på 21 liter per tonn fôr), samt i tillegg 0,75-2,11 kwh per kg produksjon i lukka anlegg. Det store spriket i estimat for straumforbruk reflekterer kor usikre tala er, og at føresetnadene truleg vil vere svært ulike ved bruk av ulike konsept. Me legg her til grunn middelveirdien på 1,43. Variable kostnader per kg slam er og svært usikre, ettersom det står att å etablere utstyr og praksis for dette i stor skala. Me legg her til grunn ein kostnad på 2 kr per kg slam generert, og ei mengde på 0,65 kg per kg fôr. Mengde oppsamla slam per kg fôr er dermed venta å vere monaleg lågare enn i

⁴² Sjø: A. Nilsen et al. / Aquaculture 466 (2017) 41–50: The closed cages were supplied with 2 water pumps (2.7–5.5 kW, Xylem Norway AS), each with a maximum theoretical capacity from 10 m³ · min⁻¹, used in the 1550 m³ cage in 2012, to 20 m³ · min⁻¹, used in the 3 000 m³ cages during the rest of the project. The water was pumped from 25 m depth and pushed into the cages 0.5 m below the surface, to avoid the extra energy cost of lifting water above sea level. At stocking date, the density of smolts in the closed cages was low (1.7–5.3 kg·m⁻³), but when density reached 25 to 40 kg·m⁻³ the cages were emptied and the fish harvested or moved to open cages or other closed cages.

landbasert oppdrett, ettersom det er meir krevjande å oppnå høg reinsegrad i sjø. Eitt ekstra årsverk er lagt til per lokalitet grunna meir avansert teknologi.

Tabell 5. Føresetnader – variable kostnader i lukka anlegg

| | |
|------------------------|--|
| Pris på fôr | Kr 12,5 per kg. Biologisk fôrfaktor sett til 1,0, mot 1,1 i open not. |
| Oksygen | Kr 2,6 per kg oksygen. Forbruk 0,5 kg per kg fôr (likt som i landbasert anlegg). (NB – ikkje alle anlegg vil trenge å tilsette oksygen) |
| Straum | Kr 0.80 per kwh. (inkludert nettleige). Elektrisk kraft (sjø og adm.): 51 kwh per tonn fôr (likt som ved open not). I tillegg: 0,75-2,11 kwh per kg brutto tilvekst. Middel: 1,43 |
| Slam | Kostnader på kr 2 per kg levert slam. Mengde 0,65 kg slam per kg fôr (6 % TS). |
| Service og vedlikehald | 5 % av investering i anleggsutstyr |
| Andre kostnader | |
| Ekstra bemanning | 1 årsverk |

Andre føresetnader er som i opne merdar. Ein del kostnader som service, vedlikehald, avskrivning og rente er føresettt å variere med investeringsnivå og er dermed høgare i lukka enn i open oppdrett. Det same gjeld (i mindre grad) trygding av biomasse og rente på arbeidskapital, som vert påverka av at dei medgåtte driftskostnadene (oksygen og energi) er noko høgare, medan fôrkostnaden virkar i motsett retning.

Totale kostnader per år vert estimert til kr 506,6 mill., fordelt på 67 % variable og 33 % faste kostnader. Per kg rund vekt vert kostnaden kr 37,90. Avskrivningar og rente utgjer heile 12 kr – som nærmar seg like mykje som fôrkostnaden. Til samanlikning var tilsvarande produksjonskostnad for påvekst av 100-grams settefisk i opne anlegg estimert til kr 28 utan avlusingar eller sjukdomsutfordringar, 31,30 med fem avlusingar og kr 33,80 med ti avlusingar. I praksis vil dei høge investeringane og driftskostnadane i lukka anlegg dermed truleg innebere at det vert naudsynt å utnytte anleggskapasiteten langt meir effektivt enn i dette produksjonsscenarioet dersom ein skal kunne vere konkurreransedyktig med tradisjonell oppdrett – med mindre ein har heilt ekstraordinære utfordringar i sjø, anten med sjukdom eller på andre område som kan adresserast effektivt gjennom lukka teknologi.

Ettersom lukka anlegg i liten grad er utvikla og utprøvd i stor skala, er det som nemnt stor uvisse om både investeringsbeløp og driftskostnader som til dømes energibruk og slambehandling. Ein har difor presentert sensitivitetsanalyser for nokre variablar i Tabell 6.

Tabell 6. Sensitivitetsanalyse

| | | Lågare kostnad | Basis-scenario | Høgare kostnad |
|-------------------------|-----------|----------------|----------------|----------------|
| Investering +/- 30 % | WFE | 34,3 | 37.9 | 41,5 |
| | Endring % | -9,5 % | | 9,5 % |
| Energi, oksygen og slam | WFE | 36,5 | 37.9 | 39,3 |
| | Endring % | -3,7 % | | 3,7 % |
| Lønnskostnad | WFE | 37,2 | 37.9 | 38,6 |
| | Endring % | -1,8 % | | 1,8 % |

Av kategoriene som vist i Tabell 6 er produksjonskostnadene mest sensitive til endringer i investeringar (av den totale investeringa utgjør nesten halvparten verdien på produksjonsløyve). Ei endring i totale investeringar på +/- 30 % medfører ei endring i produksjonskostnaden per kg på +/- 9,5 %.

Ved tilsvarende prosentvis endring i kostnader til energi, oksygen og slam (alle tre kostnadskomponentar samtidig) vert utslaget på 4 %, medan utslaget ved ei 30 % endring i lønskostnader svarar til ei endring på 2 %.

3.3 Påvekst av 100-grams settefisk ved kombinert drift av lukka og opne merdar – storsmolt i lukka anlegg og påvekst i tradisjonelle merdar

Grunna store investeringar vert lukka einingar gjerne tiltenkt ulik bruk samanlikna med tradisjonelle merdar. Ved full påvekstsyklus i lukka anlegg vil kapasitetsutnyttinga bli altfor dårleg i snitt til å forsvare investeringane, ettersom biomassen i anlegget er langt mindre enn maks tettleik mesteparten av tida.

Ein måte å utnytte den lukka kapasiteten betre på er å avgrense bruken av lukka merdar til ein mellomstasjon mellom settefiskanlegg på land og opne merdar. På dette vekststadiet er langt mindre kapasitet naudsynt, og alt etter korleis selskapet planlegg innsett og uttak i anlegget kan potensielt også omlaupssnøgleiken og snittbiomassen i anlegget over tid verte høgare. Vinsten elles vil vere at eksponeringstida i open sjø vert redusert, men ikkje eliminert for kvart smoltutsett. Eit døme på denne produksjonsmodellen kan analyserast noko enkelt med utgangspunkt i produksjonsoppsettet over (dvs. same utsetts- og uttaksmønster), men med mindre omfang av lukka produksjonskapasitet samt full kapasitet av opne merdar installert ved den enkelte lokaliteten. Kapasiteten i opne merdar per lokalitet vert i dette tilfellet lik som ved full påvekst i opne merdar – totalt ca. 150 000 m³ per lokalitet (sjå kap. 3) – ettersom maksimal biomasse i opne merdar ved lokaliteten vert det same som den ville vere utan bruk av lukka merdar som mellomstasjon.

Ved å ta utgangspunkt i oppsettet over kan ein sjå føre seg to måtar å tilnærme seg eit slikt produksjonsopplegg på ein forenkla måte:

- 1) Kvar lokalitet har permanent installert lukka merdkapasitet for produksjonsfasen fram til ca. 1 000 gram
- 2) Selskapet har tilgjengeleg lukka merdkapasitet for å produsere kvart utsett i lukka anlegg fram til ca. 1 000 gram, men kan dele denne merdkapasiteten mellom lokalitetane

Andre alternativ kan vere å reorganisere utsettsplan og disponering av lokalitetar fullstendig til høvesvis lukka post-smolt lokalitetar og opne påvekstlokalitetar, men dette vert ikkje sett på her.

Me tek her utgangspunkt i at den lukka anleggskapasiteten er fast installert ved lokaliteten (dette inneber dermed at dei lukka merdane står tome frå fisken er 1 kg og fram til slakt). Dersom kvart utsett skal stå i opne merdar fram til 1 kg, kan den naudsynte lukka merdkapasiteten per utsett røft reknast ved å ta utgangspunkt i maks individvekt på ein kilo multiplisert med utsettsstorleiken på 775 000 fisk. Gitt maksimal tettleik på 40 kg per kubikk, vert behovet i overkant av 21 300 m³. I merdanlegget frå døma over er kvar merd på 6 000 m³, slik at fire merdar vil vere tilstrekkeleg per lokalitet. Investeringane vert dermed som vist i Tabell 7 – totale investeringar på kr 1 682 mill, tilsvarende ca. kr 1 381 per m³ merdvolum (open og lukka kapasitet).

Tabell 7. Investeringar og tilhøyrande årleg avskrivning og rente

| Per lokalitet | Stk. | Pris | Sum | Levetid | Årleg avskrivning og rente |
|---|----------|-------------------|----------------------|---------|----------------------------|
| Semi-lukka merdanlegg (per merd) | 4 | 7 635 000 | 30 540 000 | 10 | 3 765 305 |
| Slamanlegg | 1 | 30 000 000 | 30 000 000 | 15 | 2 698 233 |
| Merदार, 130-metring (inkl. oppankring) | 6 | 1 375 000 | 8 250 000 | 8 | 1 225 355 |
| Notpose | 6 | 300 000 | 1 800 000 | 3 | 648 627 |
| Belysning, sensorikk, fôrslange | 6 | 157500 | 945 000 | 3 | 340 529 |
| Fôrbase og fortøyning | 1 | 25 820 000 | 25 820 000 | 10 | 3 183 372 |
| Arbeidsbåt – liten | 1 | 450 000 | 450 000 | 10 | 55 481 |
| Sum per lokalitet | | | 97 805 000 | | 11 916 903 |
| Sum alle lokalitetar i selskapet | 7 | 97 805 000 | 684 635 000 | | 83 418 320 |
| Kontorbygg | 1 | 15 000 000 | 15 000 000 | 20 | 1 103 726 |
| Straum (landstraum) | 7 | 20 000 000 | 140 000 000 | - | 5 600 000 |
| Produksjonsløyve | 9 | 93 600 000 | 842 400 000 | - | 33 696 000 |
| Total tomt, løyve og infrastruktur | | | 982 400 000 | | 39 296 000 |
| Sum, heile selskapet | | | 1 682 035 000 | | 123 818 047 |
| Investering per m ³ | | | 1 381 | | 102 |

For å gjere eit overslag over produksjonskostnadar per kg ved dette oppsettet er det teke utgangspunkt i føresetnader som over. Ettersom driftskostnadar til oksygen, slam og pumping og energi i lukka anlegg er rekna på basis av kilo produsert, vert desse kostnadene justert for delen av tilveksten som skjer i lukka anlegg – her estimert til 17 % (0,9 kg av totalt 5,2 kg tilvekst i sjø). Tilsvarande vert andelen fôring med biologisk fôrfaktor høvesvis 1,0 og 1,1 justert mellom lukka og open tilvekst. Med desse tilpassingane vert produksjonskostnaden estimert til kr 32,60 per kg produsert (WFE), fordelt på 70 % variable og 30 % faste kostnadar.

Dersom ein alternativt tek utgangspunkt i at den lukka anleggskapasiteten kan delast mellom lokalitetane i selskapet vil det vere tilstrekkeleg å investere i lukka anleggskapasitet for tre til fire lokalitetar for selskapet som heilskap (framleis fire merदार per lokalitet). I så fall vert investeringane redusert til 1 590,4 mill. (1 306 per m³) og produksjonskostnaden vert redusert til kr 31,70 per kg WFE (utan å justere for kostnadar til flytting av merdanlegg – ein kostnad som potensielt kan føre til at vinninga går opp i spinninga her).

4. Oppsummering og diskusjon

Det står att å sjå om lukka einingar i sjø vil verte tekne i bruk kommersielt og finne sin plass i oppdrettsselskapa sine produksjonsplanar. Potensielt kan lukka anlegg opne for betre høve til å levere settefisk av ønska storleik til ønska tid, å korte ned eksponeringstida i opne anlegg og å auke utnytting og omlaupssnøggleiken ved matfisklokalitetane.

Resultata av kostnadsanalysen for lukka oppdrett viser at lukka produksjon gjev høgare produksjonskostnad enn tradisjonelt oppdrett, som fylgje av store investeringar og auka driftskostnadar (Tabell 8). Med dei føresetnadene om investeringar som vert lagt til grunn for full produksjonssyklus i lukka anlegg – med elles like føresetnader om tilvekst, svinn og selskapsstruktur – finn ein at det vil vere vanskeleg å forsvare skilnaden i investeringsbeløp, med mindre ein opplever heilt spesielt krevjande utfordringar som ein kan adressere ved overgang til lukka produksjon.

Tabell 8. Samanlikning av scenario og estimat – påvekst av 100-grams settefisk i lukka og open merd

| | Lukka merdanlegg – full syklus | Kombi. lukka/open | Open merd u/ avlusing | Open merd, 5 avlusingar | Open merd, 10 avlusingar |
|---|--------------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|
| Produksjonskostnad per kg | 37,9 | 32,6 | 28,0 | 31,3 | 33,8 |
| Slakt per år (tonn): | 14 267 | 14 267 | 14 271 | 12 761 | 12 146 |
| Produksjon (kg) per kg MTB | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 1,82 | 1,73 |
| Produksjon (kg) per m ³ merdvolum | 28 | 12 | 12 | 11 | 10 |
| Investering per m ³ merdvolum (kr) | 4 033 | 1 381 | 960 | 960 | 960 |

Med utsett av 100-grams settefisk og påvekst fram til slakt vert syklusen for lang og snittvekta per eining for låg til at dette er økonomisk. Ein vil difor truleg vurdere andre produksjonsmodellar ved bruk av denne typen anlegg – anten med utsett av større settefisk eller eventuelt som mellomstasjon for produksjon av postsmolt til vidare påvekst opne merdar. På den måten kan snittvekta på biomassen i anlegget verte høgare, omloopssnøggleiken større og ein får større produksjon og kapasitetsutnytting per kubikk.

Eit estimat for bruk av lukka merdar i kombinasjon med tradisjonell påvekst vart også gjort, og i dette tilfellet vart det antyda ein meir konlurransedyktig produksjonskostnad – kr 32,60 per kg, samanlikna med kr 37,90 per kg ved full påvekstsyklus i lukka anlegg. Også i dette tilfellet vert det eit spørsmål om kapasitetsutnytting, og korleis den lukka anleggs-kapasiteten og produksjonskapasiteten skal innpassast i selskapet sin andre produksjon. Dersom ein skal ha den lukka anleggs-kapasiteten permanent installert ved den enkelte lokaliteten vil denne gjere lite nytte av seg etter at fisken har nådd 1 kg. I ein slik situasjon vil truleg selskapet velje å la delar av fisken stå lengre i det lukka anlegget for å utnytte kapasiteten, i staden for å overføre heile utsettet til opne merdar og la dei lukka einingane stå tomme.

Eit alternativ kan vere å dele den lukka anleggs-kapasiteten mellom fleire lokalitetar, med flytting av merdane til ein ny lokalitet etter utsett av storsmolt ved ein annan. Her kjem det både praktiske, kostnads- og regulatoriske spørsmål inn i biletet, og medan ein del lukka anlegg kanskje kan vere praktiske å reingjere og flytte effektivt, vil andre konsept gjerne ikkje oppfylle desse kriteria. Skulle ein i staden tenkje seg at anlegget er fast installert ved ein eigen lukka lokalitet medan settefisk kan verte flytta vidare til påvekst ved opne påvekstlokalitetar, så er det også usikre moment ved ein slik strategi. Som fylgje av nye PD-forskrifter kan det potensielt verte avgrensa fleksibilitet for flytting av fisk frå lukka anlegg til vidare påvekst⁴³. Både dette og MTB-omsyn kan vere potensielle bremser eller flaskehalsar for kommersiell implementering av lukka anlegg.

Å innpasse post-smolt produksjonen i lukka anlegg i selskapet sin eksisterande MTB-kapasitet og lokalitetar på ein gunstig og effektiv måte kan truleg vere utfordrande i mange tilfelle. Per i dag er teknologiutvikling og produksjon i lukka anlegg gjerne basert på særlyøve som FoU-løyve og etter kvart utviklingsløyve, utan at det går utover kommersiell produksjon og ordinære produksjonsløyve. Vidare er det eit spørsmål om korleis driftstilhøve og regelverk rundt lukka anlegg vil verte på sikt, og om det eventuelt vil verte spesielle vilkår for slik produksjonsteknologi over tid. Brakkleggingsregime er eitt av spørsmåla som kan vere aktuelle i så måte, når det gjeld kor lenge dei varer og krav for brakkleging samt eventuelt om smitterisikoen frå slike anlegg inneber grunnlag for mindre restriktive krav på andre måtar.

Når det gjeld slam, er det per i dag ein betydeleg kostnad knytta til ivaretaking og transport av dette. Dette må sjåast i samanheng med at metoder, prosedyrer og infrastruktur til

⁴³ Mattilsynet skiljer mellom settefisk frå landbaserte RAS-anlegg med desinfisert inntaksvatn og settefisk frå sjøvatn, og gjev ulike føringar for flytting av fisk frå desse to produksjonsteknologiane.

dette gjerne ikkje er godt utvikla enno, samt at ein heller ikkje har utvikla marknaden og bruksområde for å utnytte slam som ein ressurs så godt som ein vil ha som mål over tid. Trass kostnaden som går med til slambehandling i dag, er det uvisst om det i framtida kan vere bruksområde for slam-avfallet som kan redusere eller utlikne denne kostnaden. I tillegg må ein ta omsyn til fordelene med omsyn til miljø som kan ligge i å redusere fotavtrykket gjennom utslepp til sjø. Dersom ein på sikt kan oppnå lågare utslepp og betre biotryggleik i lukka anlegg kan dette elles tenkjast å føre til redusert brakkleggingskrav.

KAPITTEL 5. OPPSUMMERING

Denne rapporten har teke føre seg fire forskjellige produksjonskonsept for laks – matfisk på land (kapittel 1), stor settefisk frå landbaserte RAS-anlegg (kapittel 2), sjøbasert påvekst av stor settefisk (kapittel 3) og påvekst i lukka anlegg (kapittel 4). I dette oppsummerande kapitlet vil me kome med ein del generelle merknader til analysen, deretter sjå på dei ulike konseptane enkeltvis, før me til slutt ser på ein del aktuelle problemstillingar for vidare analyse.

Generelle merknader

Rapporten presenterer samanliknande kostnadsanalyser av eksisterande og framvaksande produksjonsmodellar for lakseoppdrett i Noreg. Produksjonen av laks har flata ut både i Noreg og Chile dei siste åra. Marknadssituasjonen har likevel gjort at lønsemda er god, til trass for aukande produksjonskostnadar og biologiske utfordringar. God lønsemd vil normalt gje insentiv til auka produksjon, men produksjonsutfordringar og bindande reguleringar har hindra ekspansjon gjennom konvensjonell produksjonsteknologi. I denne situasjonen vert det søkt mot nye produksjonsmodellar og teknologiar som kan adressere utfordringane og opne for å auka produksjon.

Studien konsentrerer seg om å samanlikne produksjonskostnadar, og presenterer føresetnader om investeringar, produksjonsplan og driftskostnadar for dei ulike produksjonsmodellane enkeltvis. Eit føremål med dette er å kunne seie noko om konkurransevna til dei ulike konseptane over tid, etter at ein har oppnått likevektsproduksjon. I tillegg til kostnads-estimat, viser ein korleis kapitalstruktur og bruk av innsatsfaktorar varierar mellom ulike konsept. Å illustrere skilnader i bruk av innsatsfaktorar er spesielt nyttig der enkelte innsatsfaktorar er «flaskehalsar» for næringa eller for einskildaktørar, noko som i så fall vil vere av betydning for optimal tilpassing og val av produksjonsmodell. Døme på slike flaskehalsar kan vere produksjonsløyve (MTB) eller lokalitetar.

Analyse av sjøbasert påvekst i opne (kapittel 3) og lukka (kapittel 4) anlegg er gjort ut frå eit «basis-oppsett» for selskapsstruktur, produksjonsplan og andre føresetnader. Dette vert lagt til grunn for varierte driftsscenario med mål om å illustrere korleis variablar som settefiskstorleik og skilnader i investering og teknologiske konsept har betydning for selskapet – når det gjeld kostnadsstruktur, kapasitetsutnytting, behov for lokalitetar og utfordringar med MTB («alt anna likt»). I praksis vil ein derimot gjerne ikkje sette dei aktuelle føresetnadene like under ulike driftsscenario – noko som inneber at analysen fokuserer på samanlikning mellom ulike produksjonsmodellar, heller enn optimering av dei enkelte produksjonsplanane. Ein fordel ved sams selskapsstruktur og føresetnader er også at eventuelle nivåfeil på produksjonskostnadene til ei viss grad vert felles mellom scenario, slik at samanlikninga vil ha verdi i seg sjølv – trass potensielle veikskapar i føresetnader. I dei fleste tilfelle er det presentert tilstrekkeleg informasjon til at lesaren sjølv kan vurdere datagrunnlaget og eventuelt justere komponentar for pris eller forbruk og relativt enkelt gjere seg opp ei oppfatning av utslaget på totalkostnadar og kostnad per kg.

Rapporten omhandlar i vesentleg grad «nye» teknologiar som ikkje er utprøvd i stor skala eller der ein har avgrensa erfaring. Uvisse og risiko er difor tema som går igjen, og som spesielt er drøfta i samband med landbasert oppdrett (kapittel 1). Risikoprofil vil i seg sjølv kunne vere ein viktig skilnad mellom ulike konsept og produksjonsstrategiar, men ein har framleis avgrensa kunnskap om desse skilnadene. Sensitivitetsanalyser vert nytta for å analysere usikre variablar, særleg når det gjeld økonomisk analyse av landbasert oppdrett. I økonomisk samanheng er sensitivitetsanalyser nyttige for å kaste lys over ein del relasjonar der det råder uvisse. Utover dette er det gjort meir kvalitative drøftingar av teknologisk og biologisk uvisse, både i SINTEF rapport og i denne delrapporten.

Når det gjeld oppdrett i sjø (opne merdar), har ein fokusert på biologisk risiko i form av lus og lusebehandlingar, medan sjukdom ikkje er omtalt. Ettersom dette også gjeld for dei

økonomiske analysene av ulike settefiskstorleik tyder dette at ein fyrst og fremst analyserer postsmoltstrategi i lys av utfordringar med lus og fordelene ved å unngå lang eksponeringstid i sjø. Settefiskstrategi og genvinstar i samband med flaskehalsar for MTB-utnytting vert dermed ikkje kvantifisert eller analysert direkte i denne samanheng (til dømes i situasjonar med få lokalitetar og avgrensa utsettsvindaue).

Kort kapittelgjennomgang

Kap 1 – Økonomisk analyse av landbasert oppdrett av laks

Kapittel 1 presenterer ein kostnadsanalyse for landbasert oppdrett av matfisk. Utgangspunktet er eit anlegg med produksjonskapasitet på 6 000 tonn. Analysen er basert på ein likevektssituasjon der produksjonen skjer utan vidare uhell, med føremål å analysere om produksjonskonseptet kan vere konkurransedyktig i marknaden. Produksjonskostnad er estimert til kr 43,60 per kg, noko som er monaleg meir enn i sjøbasert oppdrett der siste estimat frå Fiskeridirektoratet er på kr 30,60 for 2016.

Sensitivitetsanalyser for endringar i ulike parametrar tydar på at ei (mindre) endring i ulike variablar enkeltvis vil ha relativt avgrensa utslag på produksjonskostnaden. Unntaket er fôr, renter og investeringskostnad, men aller mest ved monalege endringar i svinn og kapasitetsutnytting der slike avvik ikkje kan kompenseras for t.d. ved utsetting av meir smolt (Tabell 1). I desse tilfella vert det eit stort utslag på produksjonskostnaden. I tillegg har desse utfalla konsekvensar på inntektssida, noko som ikkje vert reflektert i ein kostnadsanalyse.

Tabell 1. Sensitivitetsanalyser for endra kapasitetsutnytting – variasjon i vekst og svinn

| Scenario | | Redusert kostnad | Basis-tilfelle. Kr/kg | Større kostnad |
|--|-----------|------------------|-----------------------|----------------|
| Svinn 1 % per måned etter vaksineringsmånad (dobling frå 0.5) | WFE | | | 45.6 |
| | Endring % | - | 43.6 | 4.5 % |
| Svinn 2 % per måned etter vaksineringsmånad | WFE | | | 49.9 |
| | Endring % | - | 43.6 | 14.3 % |
| 10 % svinn i sein syklus | WFE | | | 47.5 |
| | Endring % | - | 43.6 | 8.8 % |
| 20 % svinn i sein syklus | WFE | | | 52.5 |
| | Endring % | - | 43.6 | 20.2 % |
| 30 % svinn i sein syklus | WFE | | | 58.9 |
| | Endring % | - | 43.6 | 35.0 % |
| 10 % +/- i vekst og årleg produksjon (endra kapasitetsutnytting) | WFE | 41.7 | | 46.0 |
| | Endring % | -4.3 % | 43.6 | 5.3 % |
| 20 % +/- i vekst og årleg produksjon (endra kapasitetsutnytting) | WFE | 40.2 | | 48.8 |
| | Endring % | -7.9 % | 43.6 | 11.9 % |
| 30 % +/- i vekst og årleg produksjon (endra kapasitetsutnytting) | WFE | 38.8 | | 52.6 |
| | Endring % | -11.0 % | 43.6 | 20.4 % |

I kapitlet er det understreka at det er grunnleggjande uvisse når det gjeld mange relasjonar innan landbasert oppdrett og at risikoen er stor. Som ei tilnærming til dette har ein gjort ein analyse av uvisse og risiko i landbasert RAS, inkludert å skissere eit hypotetisk, ekstraordinært tapsscenario med potensielle konsekvensar for ei nystarta bedrift.

Med den produksjonsplanen som er lagt til grunn vert produksjonsperioden på 19 månader for kvart utsett av fisk, frå startfôr til slakt. Oppbyggingstida frå fyrste utsett av fisk og fram til fyrste slakt er dermed svært lang. Med sentralisert vassbehandlingssystem (RAS) kan ein ved eit uhell i anlegget risikere at all fisk i alle avdelingar går tapt. I kaptiell 1 har ein skissert eit slikt uhell all fisk dør i april i år to. Gjenoppstart med fyrste utsett av yngel til startfôr er skissert i juli, nokre månader seinare. Ikkje før desember år fire vert det slakt frå anlegget igjen. Dette inneber heile 20 månader utan slakt, gitt at anlegget må fyllast opp att ved hjelp av eigen produksjon. Planlagt slakt i denne perioden ville elles vore på 10 085,4 tonn. I kapittel 1 ser ein vidare på eit alternativt scenario der anlegget er delt inn i fem smittesoner, og ein føreset at uhellet vert avgrensa til berre ein modul. Slakt over den aktuelle perioden er i dette tilfelle redusert til 8 068,3 tonn (samanlikna med 10 085,4 tonn ved full drift), altso monaleg mindre. På den andre sida vil fem smittesoner innebere større investeringar og høgare produksjonskostnadar, slik at redusert risiko kjem til ein viss pris.

Risikoanalysen viser at landbasert oppdrett kjem an på ein god koordinasjon mellom biologi, teknologi, kjemi og økonomi.

Kap 2 – Økonomisk analse av produksjon av storsmolt

Analysen av stor settefisk på land ser på produksjonskostnad per settefisk for høvesvis 500-grams og 1 000-grams settefisk. Føremålet med analysen er å estimere produksjonskostnadar per kg slakteklar laks ved vidare påvekst i sjø. Dette vert gjort i kapittel 3 for ulike storleik av settefisk og under ulike avlusingsscenario.

Under gitte føresetnader er kostnaden per settefisk estimert til kr 26,20 og kr 45,80 per stk. for høvesvis 500-grams og 1 000-grams fisk. Denne kostnaden vert brukt vidare som utgangspunkt for kostnadsanalysen av påvekst i sjø (internpris er sett lik produksjonskostnad i denne analysen).

Tilsvarande som for landbasert matfiskproduksjon er det utført sensitivitetsanalyser for endringar i ulike variablar. Også i denne analysen er konsekvensane størst ved endringar i parametarar som har å gjere med kapasitetsutnytting i anlegget – særleg når det er tale om monaleg svinn. Desse har i tillegg til å påverke kostnadene konsekvensar for salskvantum og dermed inntekt. Kostnaden er og sensitiv til investeringsnivå, avkastningskrav og førkostnad. Ved tolking av tap og konsekvensar ved uhell i settefiskproduksjon må ein elles hugse å ta omsyn til den vidare påvekstdelen, og korvidt eit eventuelt uventa svinn i produksjonen kan verte erstatta med alternative forsyningskjelder til påvekst i sjø.

Kap 3 – Økonomisk analyse av påvekst av i opne merdanlegg

Analysen av påvekst i opne merdar er ei vidareføring av kapitlet om stor settefisk på land. Det er fyrst og fremst kostnaden per kg slakteklar fisk som er av interesse, og interessa for stor settefisk har grunnlag i eit ynskje om å betre produksjonen samla sett, anten ved å adressere flaskehalsar eller ved å redusere risiko, produksjonsutfordringar og kostnadar.

Påvekstanalysen er delt inn i to delar, utan og deretter med lusekostnadar, der ein fyrst tek utgangspunkt i ein bedriftsstruktur og produksjonsplan som er lik ved påvekstsscenario for både 100-grams, 500-grams og 1 000-grams settefisk. Ut frå den gitte utsettsplanen vert det estimert kor mange lokalitetar ein vil ha trong for i kvart scenario, og investeringane vert fastsett deretter. I denne delen av kostnadsanalysen vert det sett bort frå avlusingar og relaterte kostnadar i alle tre scenario.

Når det gjeld bruk av ulike innsatsfaktorar, er det verdt å merke seg skilnader mellom alternative produksjonsmodellar. Skilnaden i lengda på produksjonssyklusen inneber at stor settefisk kan gje høve til produksjon av eit visst kvantum fisk med mindre beslag på areal/lokalitetar samanlikna med liten settefisk. Dette viser seg tydeleg i produksjonskvantum per lokalitet som varierar frå 1 783,9 tonn ved 100-grams settefisk på åtte lokalitetar, samanlikna med 3 161,4 tonn per lokalitet over fem lokalitetar (her må ein korrigere for utsettsstorleik dersom fokus er på tilveksten og eventuelt utsleppet som skjer ved lokaliteten). Potensielt kan skilnaden i slakt per lokalitet vere endå større dersom ein til dømes har ekstra beskrinkingar og lågare MTB-utnytting ved bruk av 100-grams settefisk – som kan vere tilfelle dersom koordinert brakklegging, utsettvindauge eller temperaturtilhøve hindrar utsett i visse periodar (i våre døme er utsettsmønster likt og månadleg ståande biomasse sett lik MTB i alle tre settefisk-scenarior).

Større produksjon per lokalitet er ein fordel frå eit økonomisk perspektiv både med omsyn til investeringar og kapasitetsutnytting. Frå eit miljøperspektiv er skilnaden også interessant: på den eine sida vil brakklegging kunne skje med kortare mellomrom og over lengre perioder, medan på den andre sida kan intensiv omlaupssnøggleik og auka produksjon per lokalitet innebere at den samla mengda utslepp per lokalitet over tid vert større (her må ein igjen korrigere for utsettsvekt og tilvekst som ikkje skjer ved sjølokaliteten).

Den andre delen av kostnadsanalysen av påvekst i sjø tek utgangspunkt i same investeringar og produksjonsplan, men med introduksjon av behandlingsskostnader, svinn og veksttap ved ulike avlusingsscenarior. Ein del resultat frå analysen er oppsummert i Tabell 2. For påvekst av 100-grams smolt er produksjonskostnaden for rund fisk estimert til kr 28,00/kg under det ein ovanfor føresette som «normale/friske tilhøve» og ingen avlusing. Ved fem lusebehandlingar aukar dette til kr 31,30, og ved 10 behandlingar til kr 33,80 ved ein avlusingsspris på kr 0,50 per kg biomasse til behandling.

Kostnadsauken ved lusebehandling varierer mellom kr 5,80 for 100-grams settefisk med 10 behandlingar og kr 1,60 per kg ved 1 000-grams settefisk og to behandlingar. Variasjonen mellom døma skuldast både tal behandlingar og tidspunkt for avlusing. Av kostnadsauken er mellom kr 0,80 og 3,00 utgjort av direkte behandlingsskostnader. Som det framgår av tabellen utgjer differansen i kostnad per kg ein god del meir enn den direkte behandlingsskostnaden per kg – skilnaden er opptil dobbelt så stor som direkte behandlingsskostnader. Årsaka til dette er produksjonstapet som skjer grunna veksttap og svinn, som gjer at det vert færre kilo å fordele totale produksjonskostnader på. Produksjonstapet vil utover dette medføre at ein får ei lågare inntekt enn ein elles kunne gjort.

Tabell 2. Årleg likevektsproduksjon, påvekst av 100-grams, 500-grams og 1 000-grams settefisk i opne merdar. Med avlusing

| Vekt ved utsett | 100 gram | | 500 gram | 1 000 gram |
|--------------------------------------|----------------|---------------|----------------|----------------|
| | 5 avlusingar | 10 avlusingar | 3 avlusingar | 2 avlusingar |
| <i>Produksjonskost – u/avlusing</i> | <i>Kr 28,0</i> | | <i>Kr 28,9</i> | <i>Kr 30,8</i> |
| Produksjonskostnad - avlusing | Kr 31,3 | Kr 33,8 | Kr 30,7 | Kr 32,4 |
| Differanse (med/utan avlusing) | Kr 3,3 | Kr 5,8 | Kr 1,8 | Kr 1,6 |
| Direkte avlusingsskostnad/kg | Kr 1,5 | Kr 3,0 | Kr 1,0 | Kr 0,8 |
| Slakta biomasse (tonn) ^{a)} | 12 760,9 | 12 145,8 | 13 924,3 | 15 159,0 |
| Snittvekt (kg) | 4,78 | 4,66 | 5,01 | 5,32 |

a) Minner om at talet settefisk til utsett er likt i kvart scenarior, medan talet månader med svinn er ulikt.

I tillegg til verknad på produksjonskostnaden vert det gjort ei drøfting av potensielt inntektstap på bedriftsnivå ved nedklassing av kvalitet og pris som følge av røff behandling og redusert helsetilstand for den behandla fisken. Følgjande er undersøkt (med utgangspunkt i 100-grams settefisk):

- Kvalitetsnedklassing på høvesvis 2,5 % og 8 % av kvantum ved fem lusebehandingar
- Kvalitetsnedklassing på høvesvis 5 % og 12 % av kvantum ved 10 lusebehandingar

Ein føreset ein prisreduksjon på kr 12,00/kg på nedklassa fisk. Med dei føresetnadene som er gjort, vert potensielt tap ved nedklassing estimert i storleiksorden 4 - 12,8 mill. kr ved fem avlusingar og 7,3 - 17,5 mill. kr ved 10 avlusingar. Dette er eit stort inntektstap. Analysen er gjennomført berre for 100-g smolt ettersom konsekvensar for auke i produksjonskostnad m.m. er størst der. Inntektstap grunna redusert slaktevekt per fisk er ikkje teke omsyn til her.

Prisen på lusebehandingar har og ein viktig innverknad på produksjonskostnadene. Dersom denne prisen aukar frå kr 0,50 til kr 1,00 per kg, vil produksjonskostnaden per kg rund fisk auke frå kr 33,8 til kr 36,9 ved 10 behandlingar, dvs ein auke på knapt 10 %. Dette illustrerer at både talet på behandlingar og kostnad per behandling har stor innverknad på kostnadene – kr 28,00 per kg utan behandling til kr 36,80 i situasjonen med 10 behandlingar til kr 1,00 per kg.

Kap 4 – Økonomisk analyse av påvekst i lukka sjøanlegg

Lukka eller semi-lukka oppdrettsanlegg er definert ved at dei har ei tett eller bortimot tett fysisk barriere mellom vassmiljøet til fisken og det omliggjande miljøet. Å skilje det ytre miljøet frå det interne i oppdrettsanlegget vert i aukande grad sett som ein fordel for laksevelferd, fiskehelse og oppdrettsøkonomi parallelt med aukande fiskehelse- og luseproblem i opne merdar.

Ettersom lukka anlegg framleis er på utviklings- og konseptstadiet er det mest teknologiske vyer og investeringsvilje som set grenser for korleis ein kan tenkje seg slike anlegg i framtida. Ei oversikt over utviklingskonsept og utprøving av lukka anleggsdesign indikerer solies monaleg variasjon i konsept og føresetnader for teknologi, skala, utforming og driftsfunksjonar. Å gjere ei generell økonomisk analyse av lukka anlegg er dermed vanskeleg, ettersom det er stor uvisse om både investeringar, produksjonsvariablar, kostnadar og kostnadsdrivarar i drift. Det er elles uvisst korleis selskap i næringa i praksis vil implementere lukka anlegg i sine driftsplanar.

Av dei lukka konseptane som er under utvikling og utprøving i dag, skjer produksjonen gjerne som FOU-løyve. Ein konsekvens av at det i tillegg er blitt iverksett ei søknadsordning for tildeling av utviklingsløyve er stor grad av teknologisk innovasjon, både når det gjeld lukka og andre innovative produsjonskonsept.

I analysen av oppdrett i lukka anlegg tek ein utgangspunkt i eit anleggsvolum, investeringsanslag og føresetnader om tettleik inspirert av AkvaDesign, ettersom dette konseptet har vore mellom dei fyrste til å kome i gang med utprøving og dokumentasjon. Analysen ser på påvekst av 100-grams settefisk i lukka anlegg heilt fram til slakt, samt på ei todelt påvekstfase i lukka og opne merdar. Det er teke utgangspunkt i produksjonsplan og føresetnader frå tidlegare analysar i kapittel tre, for så å undersøke verknaden på produksjonskostnaden dersom ein justerer investeringane til eit estimat for lukka heller enn open merdkapasitet, med anslag over driftskostnadar som energi, oksygen, vedlikehald, bemanning og slam.

Resultata av kostnadsanalysen for lukka oppdrett viser at lukka produksjon gjev høgare produksjonskostnad enn tradisjonelt oppdrett som fylgje av store investeringar og auka driftskostnadar. Med dei føresetnadene om investeringar som vert lagt til grunn for full produksjonssyklus i lukka anlegg finn ein at det vil vere vanskeleg å forsvare skilnaden i investeringsbeløp, med mindre ein opplever heilt spesielt krevjande utfordringar som ein kan

adressere ved overgang til lukka produksjon. For lukka merdanlegg med full syklus kjem ein fram til ein produksjonskostnad på kr 37,90/kg. Til samanlikning er estimert produksjonskostnad for open merd utan avlusing kr 28,00/kg og kr 33,80/kg ved 10 avlusingar.

Tabell 3. Samanlikning av scenario og estimat – påvekst av 100-grams settefisk i lukka og open merd

| | Lukka merdanlegg – full syklus | Kombi. lukka/open | Open merd u/ avlusing | Open merd, 5 avlusingar | Open merd, 10 avlusingar |
|---|--------------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------|--------------------------|
| Produksjonskostnad per kg | 37,9 | 32,6 | 28,0 | 31,3 | 33,8 |
| Slakt per år (tonn): | 14 267 | 14 267 | 14 271 | 12 761 | 12 146 |
| Produksjon (kg) per kg MTB | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 1,82 | 1,73 |
| Produksjon (kg) per m ³ merdvolum | 28 | 12 | 12 | 11 | 10 |
| Investering per m ³ merdvolum (kr) | 4 033 | 1 381 | 960 | 960 | 960 |

Med utsett av 100-grams settefisk til ei lukka eining og vidare påvekst fram til slakt vert syklusen for lang og snittvekta/snitt-tettleik per eining for låg til at dette er økonomisk. Ein vil difor truleg vurdere andre produksjonsmodellar ved bruk av denne typen anlegg – anten med utsett av større settefisk eller eventuelt som mellomstasjon for produksjon av postsmolt til vidare påvekst opne merdar. På den måten kan snittvekta på biomassen i anlegget verte høgare, omlaupssnøggleiken større og ein får større produksjon og kapasitetsutnytting per kubikk. I eit scenario som er analysert med kombinert lukka og open produksjon finn ein at produksjonskostnaden vert kr 32,60/kg som er monaleg lågare enn for full syklus i lukka anlegg (også her er kapasitetsutnytting eit problem, ettersom anlegget ikkje har fisk mykje av tida).

Det står att å sjå om lukka einingar i sjø vil verte tekne i bruk kommersielt og finne sin plass i oppdrettsselskapa sine produksjonsplanar. Potensielt kan lukka anlegg opne for betre høve til å levere settefisk av ønska storleik til ønska tid, å korte ned eksponeringstida i opne anlegg og å auke utnytting og omlaupssnøggleiken ved matfisklokalitetane.

Samanlikning av resultat

Ein del resultat frå rapporten er oppsummert i Tabell 4. Matfisk på land har den klart største produksjonskostnad med kr 43,60/kg, medan lukka merd har kr 37,90/kg. Dei andre alternativa, påvekst av 100-g smolt med fem avlusingar, 500-g smolt med tre avlusingar, 1 000-g smolt med to avlusingar og bruk av lukka- og open merd i kombinasjon har produksjonskostnadar som varierer mellom kr 31,30 – 32,60, medan ein for 100-g smolt med 10 avlusingar er oppe i kr 33,80/kg.

Tabell 4. Samanlikning av produksjonskostnadar, investeringskostnad per kubikkmeter og produksjonskvantum per kubikkmeter

| | Matfisk land | Lukka merd | Lukka/ open kombi | 100-g 5 avlus. | 100-g 10 avlus. | 500-g 3 avlus. | 1 000-g 2 avlus. |
|---------------------|--------------|------------|-------------------|----------------|-----------------|----------------|------------------|
| Prod.kost./kg | 43,60 | 37,90 | 32,60 | 31,30 | 33,80 | 31,00 | 32,40 |
| Kg/m ³ | 133 | 28 | 12 | 11 | 10 | 15 | 20 |
| Inv./m ³ | 13 498 | 4 033 | 1 381 | 960 | 960 | 1 210 | 1 410 |

Investeringar per m³ er absolutt størst for matfisk land (kr 13 498) etterfulgt av lukka merd (kr 4.033), medan andre alternativ varierer mellom kr 960-1.410. Dei største investeringane er naturlegvis med på å forklare høgare produksjonskostnad for matfisk på land og i lukka merd. Til gjengjeld er produksjon per kubikkmeter klart størst for matfisk land.

Vidare analyse

Potensialet for nye produksjonsmodellar i lakseoppdrett introduserer mange interessante problemstillingar – og langt fleire enn ein har hatt høve til å analysere her. Risikoanalysen viser at landbasert oppdrett kjem an på god koordinasjon mellom biologi, teknologi, kjemi og økonomi. RAS-teknologi kan opne for både høve og utfordringar i dette kryssingspunktet, og ein ser ut til å vere på eit stadium i læreprosessen der både teknologi og biologi vil halde fram med å vere i utvikling, medan viktige relasjonar mellom vasskjelder, teknologi og biologi i aukande grad vert kartlagt og forstått. Frå industrien har det vore uttrykt stor interesse for auka kunnskap på desse områda.

Det ser framleis ut til å gjenstå å demonstrere tilfredsstillande kontroll med produksjon i kommersielt landbasert matfiskoppdrett av laks på konsistent basis. Samstundes kan ein kanskje heller ikkje vente at potensialet er teke ut på eit så tidleg stadium, verken når det gjeld utviklinga av teknologiske konsept, bruk og behandling av riktige vasskjelder, vassbehandlingssystem eller variablar som biologisk seleksjon og tilpassing av fisk for dei tilhøva som ein har i RAS og øvrige landbaserte produksjonskonsept.

Mange problemstillingar er interessante for vidare analyse i denne samanheng, inkludert skilnader i teknologisk og biologisk risiko mellom alternative vassbehandlingssystem og vasskjelder (RAS og gjennomstraumings-/gjenbruksløyningar), samt skilnader i bruk av viktige innsatsfaktorar som vatn og energi, driftsvenlegheit, høve og løysingar for biotryggleik, samt investeringar og driftskostnadar ved ulike teknologiske konsept. Medan risikovurderingar og problemstillingar i landbaserte anlegg vil kunne vere ulike for produksjon av matfisk samanlikna med settefisk har ein i denne delrapporten ikkje presentert separat teknologisk og biologisk risikoanalyse for produksjon av stor settefisk.

Som nemnt innleiingsvis er det fleire interessante og viktige økonomiske problemstillingar utover kostnadsanalyse som fell dei utanfor rama for denne rapporten. Dette omfattar likviditetsbudsjettering og investeringsanalyse. Likviditet er særleg relevant for ein del av dei problemstillingane som vert analysert her med store investeringar og relativt ny teknologi. For fullskala landbasert produksjon, der det tek fleire år før ein når opp i likevektsproduksjon, er tilgang på kapital ei stor utfordring. Eventuelle uhell i produksjonen, t.d. uventa bortfall av ein generasjon, kan føre til store problem for likviditeten og i verste fall refinansiering av bedrifta eller jamvel konkurs. Investeringsanalyse er heller ikkje gjennomført. Investeringsanalyse for samanlikning av alternative produksjonsmetodar kan vere krevande særleg når det gjeld produksjon av storsmolt og påvekst i opne merdar. Dette mellom anna fordi dei to aktivitetane gjerne vert gjennomført i integrerte bedrifter, som gjer det mindre naturleg med separate investeringsanalyser for dei to delaktivitetane.

Når det gjeld analysane av oppdrett i sjø (opne merdar), har ein fokusert på biologisk risiko i form av lus og lusebehandlingar, medan sjukdom og andre omsyn ikkje er omtalt eksplisitt. Dette gjeld også i dei økonomiske analysane. Dette inneber at ein fyrst og fremst analyserer postsmoltstrategien i lys av utfordringar med lus, og dermed fordelen ved å unngå lang eksponeringstid til desse problema i sjø. I den samanheng kan det nemnast at det kan vere skilnader i motivasjonen til bruk av postsmolt: ifylgje industrikjelder synest det som om foretak i nord primært nyttar postsmolt for å tette MTB-hol, medan ein i sør primært er interessert i å redusere kostnadar ved lus. Vidare kan det som nemnt vere avgrensingar på utsettsvindaug, både som fylgje av pålagte restriksjonar og samkøyring av brakklegging, samt eventuelt val om å unngå utsett i periodar med stor sjukdomsrisiko.

Det kan her vere på sin plass å nemne at verkty som simuleringsmodellar med høve til optimering mot ein eller fleire variablar, gjerne kan kome fram til betre kombinasjonar av postsmolt-storleik, utsettstidspunkt og tal fisk per utsett, tilpassa aktuelle avgrensingar og føresetnader på bedriftsnivå. I motsetnad til analysen i denne rapporten med tre faste scenario – 100-gram, 500-gram og 1 000-gram settefisk – kan ein la optimerings-verkty jobbe motsett veg for å finne best mogeleg løysing. Enkelte aktørar i industrien nyttar slik modellar for evaluering av settefiskstrategiar. Vidare strategiar som bruk av ulike settefiskstorleikar i kombinasjon er heller ikkje analysert i denne rapporten. Kombinasjonar av storleikar kan gje auka fleksibilitet til å optimalisere mot MTB-taket samanlikna med berre ein storleik, spesielt der ein står overfor avgrensingar i form av utsettsvindaug og lokalitetar.

Ein merknad til analysen av avlusingskostnadar er at analysemodellen i seg sjølv ikkje kan estimere smitterisiko og populasjonsdynamikk. Ein tek til dømes ikkje stilling til om det er skilnad i sesong, biomassettleik, tidsperiode sidan siste brakklegging eller anna som er av betydning for når behandlingsbehovet oppstår. Utan dette må ein gjere føresetnader på andre måtar om når og kor ofte avlusing skjer. Eit problem med dette er at dei føresetnadene som ein legg til grunn om avlusingstidspunkt og fiskestorleik gjev utslag i kostnaden og i skilnaden mellom alternativa.

Med tanke på vidare forskning vil modellar som kan ta omsyn til faktorar som lokale smittetilhøve, populasjonsdynamikk og dermed sesongvis risikoprofil i sjø vere meir høvelege for å tilpasse produksjonsplanar i praksis, og til å estimere avlusingsbehovet ved ulike produksjonsplanar. Dette er og svært interessant med tanke på å kaste lys over problemstillingar som næringa står overfor med omsyn til førebyggjande tiltak, geografisk koordinering og tilnærmingar til brakklegging og bruk av lokalitetar, ikkje minst under dei nye soneforskriftene.

VEDLEGG**A.1 Vedlegg 1: Temperaturprofil ved Bud, 5 meter djup**

| Månad | Dagar i månaden | Snittemperatur (Bud, 5m) |
|-------|-----------------|--------------------------|
| Jan | 31 | 6.0 |
| Feb | 30 | 5.6 |
| Mar | 31 | 5.6 |
| Apr | 30 | 5.5 |
| May | 31 | 7.6 |
| Jun | 30 | 10.1 |
| Jul | 31 | 12.7 |
| Aug | 31 | 14.3 |
| Sept | 30 | 13.9 |
| Oct | 31 | 11.8 |
| Nov | 30 | 9.4 |
| Dec | 31 | 8.1 |

A.2 Vedlegg 2: UTREKNING AV FÔRBEHOV

= bFCR * Brutto tilvekst per år (ved full produksjon):

= bFCR * (årleg slakt + svinn biomasse - vekt biomasse ved utsett)

A.3 Vedlegg 3: Bemanning i sjøbasert oppdrett (Fiskeridirektoratet)

Salg og andre lønnsomhetsmål

Gjennomsnittstall pr. tillatelse - hele landet

| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|----------------|------|------|------|------|
| Antall årsverk | 3.6 | 3.7 | 3.8 | 4.2 |

Vedlegg med utdjupande informasjon om produksjonsplanane frå og med kapittel 3 er tilgjengeleg frå forfattarane.