

Hydrogenperoksid – siste utvei?

- En lønnsomhetsanalyse av behandling i presenning kontra brønnbåt

Marius Brandal Hansen og Robin Mek Halsebakk

Veileder: Øyvind Helgesen

Masterutredning i Økonomisk styring og Finansiell økonomi

NORGES HANDELSHØYSKOLE

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

Forord

Denne utredningen markerer slutten på 18 års skolegang, og er skrevet som et ledd i masterstudiet i økonomi og administrasjon ved Norges Handelshøyskole. Arbeidet strekker seg over ett semester, og utgjør 30 studiepoeng innenfor profilene Økonomisk styring og Finansiell økonomi.

Ved valg av emne la vi vekt på at det skulle være en interessant og dagsaktuell problemstilling. Oppdrettsnæringen er blitt svært viktig for norsk økonomi og er spådd å være den neste oljen. Lakselusen er imidlertid en stor utfordring og et hinder for videre vekst i næringen. Det at vi har kunnet bidra til å belyse denne utfordringen ved hjelp av økonomiske teorier og modeller, har derfor vært både svært utfordrende og givende.

Utredningen bygger i hovedsak på informasjon innhentet fra aktører i oppdrettsbransjen, og vi vil derfor rette en stor takk til alle respondenter og intervjuobjekter. Uten deres deltagelse ville ikke denne utredningen ha blitt en realitet.

Vi ønsker også å rette en stor takk til Skretting Studentfond for deres betydelige bidrag til denne utredningen. Gjennom midlene vi ble tildelt, fikk vi muligheten til å delta på konferanser hvor vi knyttet kontakter med sentrale personer i bransjen. Dette var til stor hjelp da datainnsamlingen skulle gjennomføres. Vi vil også takke representanter fra Skretting for å ha vært behjelpelige med svar på spørsmål vi har hatt, relatert til oppgaven.

Sist, men ikke minst, ønsker vi å rette en spesiell takk til vår veileder, Øyvind Helgesen, som har viet mye av sin tid til oss. Med sine grundige og konstruktive tilbakemeldinger gjennom hele prosessen har han vært en viktig bidragsyter for utredningens kvalitet.

Ålesund, juni 2015

Marius Brandal Hansen

Robin Mek Halsebakk

Sammendrag

I senere tid har bruken av medikamenter i norsk lakseoppdrett eksplodert i takt med veksten i næringen og det stadig voksende luseproblemet. Lakselusen er blitt en kilde til kostnader og frustrasjon, da den påfører næringen store tap. Det er derfor utviklet en rekke tiltak i håp om å løse dette problemet. Denne studien undersøker lønnsomheten knyttet til behandling av lakselus ved bruk av legemiddelet hydrogenperoksid. Videre vurderes det om denne behandlingen bør gjennomføres i brønnbåt eller i presenning.

Studien baseres i hovedsak på informasjon innhentet fra syv ulike oppdrettsselskaper. Ytterligere informasjon er blitt samlet inn fra leverandører og offentlig tilgjengelige kilder. Ved innhenting av data er både kvantitative og kvalitative tilnærminger tatt i bruk. Dette bidrar til at problemstillingen besvares på et bredt grunnlag.

Funnene fra nåverdianalysen indikerer at det er lønnsomt for oppdrettsselskapene å gjennomføre avlusning ved bruk av hydrogenperoksid, uavhengig av behandlingsmetode. Dette følger av at en ved å iverksette tiltak mot lakselus, kan fullføre en hel produksjonsyklus. Videre viser følsomhetsanalysen at det er knyttet usikkerhet til flere av variablene, og at endringer i basisforutsetningene kan gi store utslag på lønnsomheten. Funnene viser at marginen, gitt som forskjellen i markedspris og produksjonskostnad, har stor betydning for lønnsomheten av å fullføre produksjonssyklusen. Videre er antall sultedager og antall behandlinger av vesentlig betydning for lønnsomheten.

Nåverdianalysen viser at behandling i presenning er mest lønnsomt. I oppdrettsnæringen går imidlertid økonomiske og biologiske faktorer hånd i hånd. For å motvirke utvikling av resistens, er det avgjørende å optimalisere bruken av hydrogenperoksid for å bevare effekten av medikamentet lengst mulig. Det argumenteres for at resistensutvikling i større grad kan unngås ved behandling i brønnbåt, da en her destruerer eller fjerner lusen fra anleggene. Det kan derfor hevdes at behandling i brønnbåt er mest lønnsomt på sikt.

Innholdsfortegnelse

Forord	I
Sammendrag	III
Innholdsfortegnelse	V
Figurer og tabeller	IX
Kapittel 1 – Introduksjon	1
1.1 Bakgrunn og hensikt med studien.....	1
1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål	1
1.3 Utredningens struktur	3
Kapittel 2 – Teoretisk rammeverk	4
2.1 Hva er lønnsomhet?	4
2.1.1 Mål på lønnsomhet - relevante kostnader for beslutningstaking.....	5
2.1.2 Tid.....	7
2.1.3 Usikkerhet	8
2.1.4 Kontekst	10
2.2 Hvordan måle lønnsomhet?	11
2.2.1 Informasjonskilder og ulike tilnærminger til måling av lønnsomhet.....	11
2.2.2 Kostnadsgrunnlag.....	14
2.2.3 Deskriptive økonomimodeller – estimeringsmetoder	15
2.3 Tidligere forskning	22
2.4 Teoretisk modell	23
Kapittel 3 – Kontekst	25
3.1 Norsk oppdrettsnæring.....	25
3.1.1 Oppdrettsnæringens historie og utvikling	25
3.1.2 Laksen som matkilde og laksens produksjonssyklus.....	27
3.1.3 Prisdannelse og prisutvikling	29
3.1.4 Kostnadstrend og kostnadsstruktur	30
3.2 Lakselusen	33
3.2.1 Om lakselusen.....	33
3.2.2 Lusesituasjonen i norsk oppdrettsnæring	34
3.2.3 Resistensproblemet	36
3.2.4 Myndighetenes rolle i lakselusbekjempelsen	37
3.3 Tiltak mot lakselus.....	42
3.3.1 Medikamentelle tiltak.....	42
3.3.2 Ikke-medikamentelle tiltak	47

Kapittel 4 – Metode	49
4.1 Forskningsdesign	49
4.2 Studieobjekt: Norske oppdrettsselskaper	50
4.3 Datainnsamling	51
4.3.1 Innsamling av primærdata	51
4.3.2 Innsamling av sekundærdata	55
4.4 Evaluering av datamaterialet	55
4.3.1 Reliabilitet	55
4.3.2 Validitet	56
4.5 Analyseteknikk av det kvantitative datamaterialet	58
Kapittel 5 – Analyser og resultater	59
5.1 Beslutningsrelevante inntekter og kostnader	59
5.1.1 Generelle forutsetninger	59
5.1.2 Vekstfunksjon	63
5.1.3 Beslutningsrelevante inntekter	66
5.1.4 Beslutningsrelevante kostnader	70
5.1.5 Noen avsluttende bemerkninger	82
5.2 Lønnsomhetsvurderinger	84
5.2.1 Tidsperspektiv	84
5.2.2 Diskonteringsrente	85
5.2.3 Nåverdianalyse	86
5.3 Følsomhetsanalyse	88
5.3.1 Sensitivitetsanalyse	89
5.3.2 Scenarioanalyse	93
5.3.3 Noen avsluttende bemerkninger	95
5.4 Oppsummering av analysen	96
Kapittel 6 – Diskusjon	98
6.1 Oppsummering av hovedfunn og drøfting av resultater	98
6.2 Ledelsesmessige implikasjoner	104
6.3 Begrensninger og forskningsmessige implikasjoner	107
6.4 Konklusjoner	110
Litteraturliste	111
Vedlegg	122
Vedlegg 1: Bioassay – Hydrogenperoksid	122
Vedlegg 2: Utfyllende informasjon om andre behandlingsmetoder	123
Vedlegg 3: Utfyllende informasjon om andre behandlingsmetoder	129
Vedlegg 4: Skrettings vekstkalkulator	130

Vedlegg 5: Omregningsfaktorer	130
Vedlegg 6: Veiledende tabell for maksimal fisketetthet ved avlusning i brønnbåt.....	130
Vedlegg 7: Veiledende tabell for konsentrasjon i brønnbåt og merd	131
Vedlegg 8: Sultematrise.....	131
Vedlegg 9: Utfyllende forklaringer for valg av variabler i følsomhetsanalysen	132
Vedlegg 10: Absolutte endringer (sensitivitetsanalyse)	137
Vedlegg 11: Relative endringer i forhold til nåverdi (sensitivitetsanalyse)	137
Vedlegg 12: Relative endringer i forhold til direkte kostnader (sensitivitetsanalyse).....	138

Figurer og tabeller

Figur 1 - Modell for studien.....	3
Figur 2 - Teoretiske elementer i «deskriptive lønnsomhetsbilder»	5
Figur 3 - Optimalt kostnadssystem	21
Figur 4 - Teoretisk modell	24
Figur 5 - Produksjonsvekst 1994-2013.....	26
Figur 6 - Ti største selskaper i Norge basert på slaktevolum	27
Figur 7 - Laksens livssyklus	28
Figur 8 - Prisutvikling for ulike vektclasser	30
Figur 9 - Kostnadstrend i løpende priser 1986-2013	30
Figur 10 - Produksjonskostnader 2005 vs. 2013	31
Figur 11 - Utvikling i gjennomsnittlig driftsmargin 1986-2013.....	32
Figur 12 - Lakselusens livssyklus.....	34
Figur 13 - Behandling vs. produksjon	35
Figur 14 - Avlusning i brønnbåt	45
Figur 15 - Avlusning i presenning.....	46
Figur 16 - Resistensutvikling.....	47
Figur 17 - Optimal vekstfunksjon.....	63
Figur 18 - Stjernediagram (1) brønnbåt	90
Figur 19 - Stjernediagram (1) presenning.....	90
Figur 20 - Stjernediagram (2) brønnbåt	91
Figur 21 - Stjernediagram (2) presenning.....	91
Figur 22 - Rensefisk i aksjon	136
Figur 23 - Optisk avlusning	137
Figur 24 - Luseskjørt	137
Figur 25 - Snorkelmerd.....	138
Tabell 1 – Informasjonskilder og metoder for måling av lønnsomhet	12
Tabell 2 - Utvikling i bruk av hydrogenperoksid	36
Tabell 3- Generelle forutsetninger.....	52
Tabell 4 - Behandling i presenning.....	53
Tabell 5 - Behandling i brønnbåt	54
Tabell 6 – Temperaturprofil C °	61
Tabell 7 - Generelle forutsetninger knyttet til vekstmodellen	63

Tabell 8 - Nøkkelinformasjon fra vekstmodell (Presenning)	64
Tabell 9 - Nøkkelinformasjon fra vekstmodell (Brønnbåt)	65
Tabell 10 - Resultat ved nullalternativ	68
Tabell 11 - Resultat ved behandling og ved optimal syklus	69
Tabell 12 – Beslutningsrelevante netto inntekter	70
Tabell 13 - Kostnader knyttet til leie av brønnbåt	71
Tabell 14 - Kostnader knyttet til røktere	72
Tabell 15 - Kostnader knyttet til leie av arbeidsbåt	73
Tabell 16 - Kostnader knyttet til forbruk av hydrogenperoksid ved behandling i brønnbåt	74
Tabell 17 - Pris på presenning	75
Tabell 18 - Kostnad presenning	76
Tabell 19 - Kostnader knyttet til røktere	77
Tabell 20 – Kostnader i knyttet til leie av arbeidsbåter	77
Tabell 21 - Kostnad knyttet til forbruk av hydrogenperoksid ved behandling i presenning	78
Tabell 22 - Kostnader knyttet til dødelighet	79
Tabell 23 - Tapt biomasse målt i kg	80
Tabell 24 - Spart fôrforbruk i kg	81
Tabell 25 - Konsekvenser av å sulte fisken	82
Tabell 26 - Oppsummering direkte kostnader ved behandling i brønnbåt	83
Tabell 27 - Oppsummering direkte kostnader ved behandling i presenning	83
Tabell 28 - Oppsummering indirekte kostnader	84
Tabell 29 - Nåverdi ved behandling i brønnbåt	87
Tabell 30 - Nåverdi ved behandling i presenning	87
Tabell 31 - Sammenligningsgrunnlag for følsomhetsanalysen	89
Tabell 32 - Tapt tilvekst	92
Tabell 33 - Antall behandlinger	93
Tabell 34 - Lastekapasitet på brønnbåt og tetthet i presenning	95

Kapittel 1 – Introduksjon

1.1 Bakgrunn og hensikt med studien

Norsk lakseoppdrett har hatt en eventyrlig vekst de siste årene og er en bransje preget av god lønnsomhet. I den senere tid har imidlertid kostnader knyttet til behandling av lakselus økt betraktelig, og truer nå lønnsomheten. Deler av denne kostnadsøkningen kan tilskrives økt bruk av legemiddelet hydrogenperoksid (H_2O_2). I løpet av de siste to årene har oppdrettsnæringen mer enn tidoblet forbruket av dette legemiddelet (Folkehelseinstituttet, 2015). Dette skyldes blant annet at lakselusen har utviklet nedsatt følsomhet mot hydrogenperoksid. Som en konsekvens tvinges oppdretterne til økte doseringer, lenger behandlingstid og hyppigere behandlinger (Mattilsynet, 2014). Til tross for dette anses fortsatt virkemiddelet for å være effektivt i lakselusbekjempelsen. Avlusning ved bruk av hydrogenperoksid kan gjennomføres på to ulike måter. Fisken kan enten behandles i lukkede presenninger direkte i merden, eller om bord i en brønnbåt. Hensikten med denne utredningen er å undersøke om behandling ved bruk av hydrogenperoksid er en lønnsom investering for oppdrettsselskapene. Er det i så fall behandling i presenning eller brønnbåt som er mest lønnsomt?

Med denne studien ønskes det å bidra til at det tas flere kloke beslutninger ved valg av behandlingsmetode, når målet er å maksimere den langsiktige bedriftsøkonomiske lønnsomheten.

1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål

Problemstillingen som drøftes i utredningen er:

Kan bruk av hydrogenperoksid for lakselusbekjempelse bidra til økt langsiktig lønnsomhet for oppdrettsnæringen?

Myndighetene stiller strenge krav til tillatt mengde lus i anleggene. Uten tiltak vil lusenivået etter all sannsynlighet overstige den fastsatte grensen, og dermed tvinge oppdretterne til å slakte ut fisken før ønsket tidspunkt. Til tross for store kostnader knyttet til lakselusbekjempelse, vil alternativet om å slakte ut fisken tidlig sannsynligvis medføre større tap. Det legges derfor ned betydelige ressurser i forskning og utvikling for å finne løsninger på problemet. Som et resultat, er det utviklet flere ulike behandlingsmetoder. I denne utredningen

er imidlertid hovedfokuset behandling ved bruk av hydrogenperoksid, et virkemiddel som så langt har vist seg å være effektivt i lakselusbekjempelsen. Likevel berøres noen av de alternative behandlingsmetodene, da dette setter bruken av hydrogenperoksid i et større perspektiv på både kort og lang sikt. Kjemiske behandlingsmetoder utgjør per i dag hovedtyngden i lusebekjempelsen, men det er ikke gitt at dette vil være tilfelle også i fremtiden. Dette behandles senere i studien.

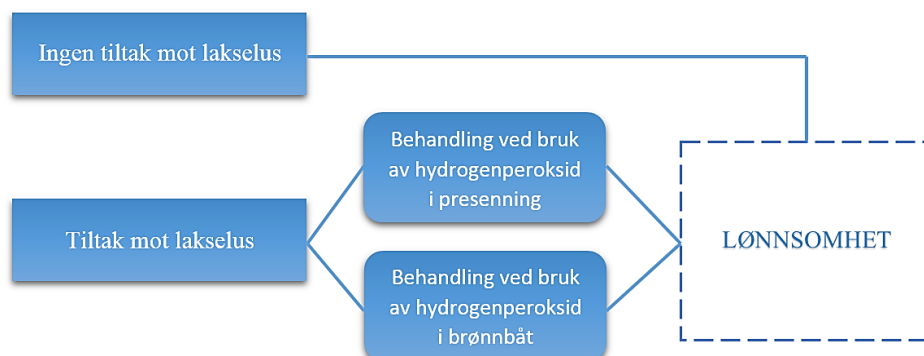
En beslutning om å ta i bruk hydrogenperoksid vil få konsekvenser for foretakets fremtidige inntekter og kostnader, og med det kontantstrømmen. For å betrakte lønnsomheten foretas det en nåverdianalyse, noe som innebærer at relevante inn- og utbetalinger må identifiseres. Usikkerhet knyttet til kontantstrømmen vurderes ved at det benyttes et risikojustert avkastningskrav, samt ved å gjennomføre en følsomhetsanalyse. Her betraktes de variabler som antas å ha størst innvirkning på nåverdien. Videre vil krav fra myndighetene, utfordringer knyttet til resistens og alternative behandlingsmetoder være med på å prege hydrogenperoksidens rolle som avlusningsmiddel.

For å besvare problemstillingen, er dermed følgende fire forskningsspørsmål formulert:

1. Hva er de relevante inntektene og kostnadene knyttet til beslutningsalternativene?
2. Gir behandling ved bruk av hydrogenperoksid positive nåverdier, og i så fall: hvilken av de to behandlingsmetodene skaper størst verdier?
3. Hvilke variabler har størst innvirkning på nåverdien ved de to behandlingsmetodene?
4. Hvilken rolle vil de to metodene ha i fremtidig lusebekjempelse?

De beslutningsrelevante inntektene og kostnadene inngår som approksimasjoner for de fremtidige kontantstrømmene i nåverdianalysen. Basert på informasjon innhentet fra oppdrettsselskapene i utvalget samt andre aktører i næringen, er det foretatt en rekke forutsetninger som har til hensikt å representere en «typisk» norsk oppdrettslokalitet. Videre antas det at en ved denne lokaliteten står overfor to valg: enten behandle ved bruk av hydrogenperoksid, eller ikke behandle i det hele tatt. Sistnevnte omtales i det følgende som nullalternativet, der oppdretterne kan bli tvunget til å slakte ut fisken før produksjonssyklusens slutt, som følge av for høye lusenivåer. I denne studien betraktes lønnsomheten knyttet til behandling av én merd i løpet av én produksjonssyklus.

Figur 1 illustrerer beslutningsalternativene som ligger til grunn for studien, hvor lønnsomhet er betraktet som den avhengige variabelen.



Figur 1 - Modell for studien

1.3 Utredningens struktur

Utredningen er inndelt i seks kapitler. Det første kapitlet gir en introduksjon til oppgaven og presenterer utredningens hensikt og struktur. I kapittel 2 presenteres teorigrunlaget for studien og tidligere forskning. Videre gis en presentasjon av oppdrettsnæringen og lakselusproblemet i kapittel 3. I kapittel 4 forklares og begrunnes valg av metode, samt at det foretas en evaluering av det innhentede datamaterialet. Det innhentede datamaterialet systematiseres og analyseres i kapittel 5. Kapittel 6 oppsummerer hovedfunnene og diskuterer ledelsesmessige- og forskningsmessige implikasjoner. Avslutningsvis gis en konklusjon.

Kapittel 2 – Teoretisk rammeverk

For å finne svar på problemstillingene reist i innledningen, er det naturlig å ta utgangspunkt i teorier og resultater fra tidligere studier som en kan trekke veksler på. Den avhengige variabelen i studien er lønnsomhet, og det anses derfor som naturlig med en diskusjon av lønnsomhetsbegrepet innledningsvis.

2.1 Hva er lønnsomhet?

Lønnsomhet oppfattes gjerne som et subjektivt begrep, da et objekts beregnede lønnsomhet vil kunne variere avhengig av hvilke forutsetninger en legger til grunn, samt hvilke faktorer en inkluderer i lønnsomhetsanalysen. Videre kan lønnsomhet beregnes på ulike måter og i ulikt omfang, men uansett angrepsmåte og detaljeringsnivå vil lønnsomhetsberegningene som regel bare kunne gi et tilnærmet bilde av den faktiske lønnsomhetssituasjonen (Helgesen, 1999).

Lønnsomhetsanalyser kan utarbeides for en rekke ulike objekter, som for eksempel kunder, produkter og tjenester. Det kan også legges til grunn ulike aggregeringsnivåer. En lønnsomhetsanalyse kan derfor ta for seg både enkeltkunder og kundesegmenter. Videre kan lønnsomhetsanalyser gjennomføres på ulike nivå i foretaket, fra avdelingsnivå til konsernnivå (Helgesen, 1999). Det er dermed en rekke objekter som kan gjøres til gjenstand for lønnsomhetsvurderinger i et foretak.

Lønnsomhet kan også relateres til investeringer. Dette innebærer at objekter kan oppfattes som investeringsprosjekter (Bøhren & Michalsen, 1995). Objektets lønnsomhet vil således avhenge av den kontantinntjening som kan relateres til objektet. Foretakets utfordring blir dermed å identifisere de tiltakene som skaper positive nåverdier.

Lønnsomhetsbegrepet kan belyses ved å ta utgangspunkt i en enkel finansøkonomisk modell.

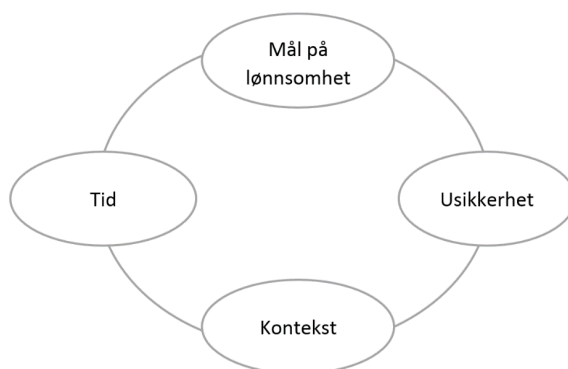
$$NV(I) = \sum_{t=0}^T \frac{E(i_t - u_t)}{(1 + k_t)^t}$$

Denne sier at lønnsomheten av en investering kan beregnes som den neddiskonterte verdien av de fremtidige forventede innbetalinger (i_t) fratrukket de fremtidige forventede utbetalinger (u_t) fra investeringen, der kapitalkostnaden (k_t) og den aktuelle tidshorisonten (T) er

bestemmende for neddiskontering. Dette innebærer at en kan tillate seg å sammenligne alle verdier i dag (Bøhren & Gjørsum, 2009).

Relasjonen over, omtalt som nåverdiuttrykket, kan gi svar på hvorvidt en investering bør gjennomføres eller ikke. En positiv nåverdi indikerer at investeringen skaper økonomiske verdier for foretaket, og at den dermed bør gjennomføres. Dersom nåverdien er negativ, bidrar investeringen til økonomisk verdiforringelse for foretaket og bør følgelig forkastes. Investeringen vil dermed være attraktiv dersom den gir en avkastning høyere enn kapitalkostnaden. Kapitalkostnaden kan dermed sees på som et minstekrav til avkastning på de investerte midlene (Bøhren & Gjørsum, 2009).

Ifølge Helgesen (1999) kan det teoretiske lønnsomhetsbegrepet analyseres gjennom følgende fire elementer: mål på lønnsomhet, tid, usikkerhet og kontekst. De fire elementene inngår i det som med en samlebetegnelse blir omtalt som «deskriptive lønnsomhetsbilder», og er illustrert i figur 2. I det følgende drøftes hva som ligger i hvert av disse elementene.



Figur 2 - Teoretiske elementer i «deskriptive lønnsomhetsbilder» (Helgesen, 1999)

2.1.1 Mål på lønnsomhet - relevante kostnader for beslutningstaking

I foretak gjøres det daglig valg som på et eller annet tidspunkt vil kunne få konsekvenser. Noe forenklet kan forrige periodes lønnsomhet sies å være økonomiske konsekvenser av beslutninger gjort på et tidligere tidspunkt. Tilsvarende vil fremtidig lønnsomhet være avbildninger av både tidligere og dagens beslutninger. Beslutninger og lønnsomhet kan derfor sies å være nært tilknyttet (Helgesen, 1999).

«... attention must be concentrated on the variations which will result if a particular decision is taken, and the variations that are relevant to business decisions are those in costs and/or receipts» (Coase, 1938, s. 106).

Utgangspunktet for den bedriftsøkonomiske tilnærmingen til begrepet lønnsomhet er beslutningsrelevante inntekter og kostnader, det vil si endringer i inntekter og kostnader som følge av en beslutning (Coase, 1938). De inntekter og kostnader som ikke endres, kan således ignoreres. Beslutningsrelevante kostnader er dermed fremtidige kostnader som er forskjellige for ett handlingsalternativ i forhold til andre alternativ. Tilsvarende er beslutningsrelevante inntekter fremtidige inntekter som er forskjellige for ett handlingsalternativ i forhold til andre alternativer (Kvamsdahl, 1997). For å gi svar på hva som inngår i de relevante kostnadene, er det imidlertid nødvendig å definere ytterligere tre kostnadsbegreper: differansekostnader, særkostnader og alternativkostnader.

Differansekostnader defineres som forskjellen i fremtidige kostnader mellom to handlingsalternativer. Tilsvarende er differanseinntekter forskjeller i fremtidige inntekter mellom to handlingsalternativer (Kvamsdahl, 1997). I beslutningssituasjoner hvor det foreligger flere handlingsalternativer fremkommer dermed differansekostnaden og differanseinntekten via parvise sammenligninger av alternativer (Helgesen, 1999). Differansekostnaden betraktes gjerne som summen av særkostnader og alternativkostnader.

Særkostnader kan defineres som fremtidige kostnader som er forskjellige for ett handlingsalternativ i forhold til «nullalternativet» (Kvamsdahl, 1997). Analogt er særinntekter fremtidige inntekter som er forskjellige for ett handlingsalternativ i forhold til nullalternativet. Relevante inntekter vil alltid være lik særinntektene (Helgesen, 1999). Forskjellen mellom særinntekter og særkostnader benevnes gjerne dekningsbidrag etter svensk/tysk tradisjon. Etter angloamerikansk tradisjon er det imidlertid vanlig å definere dekningsbidrag som inntekter minus variable kostnader (ibid.).

Forskjellen mellom de relevante kostnadene og særkostnadene, er at særkostnadene vurderes opp mot nullalternativet, til forskjell fra de relevante kostnadene som vurderes opp mot flere alternativer. Dette betyr at særkostnader ikke inkluderer alternativkostnader, som av Kvamsdahl (1997) defineres som «*det potensielle resultatbidrag man ofrer ved å ikke utnytte en ressurs i sin beste alternative anvendelse*» (s.12). Dette innebærer følgelig at de totale beslutningsrelevante kostnadene består av både særkostnader og alternativkostnader, og at de dermed er synonyme med differansekostnader (ibid.).

Basert på diskusjonen over, kan det formuleres tre ekvivalente beslutningsregler som vil gi optimale beslutninger. Ved å vurdere alle alternativer og velge det alternativet som gir høyest

dekningsbidrag, vil en implisitt ta hensyn til alternativkostnaden og således velge det optimale alternativet. Videre vil det være optimalt å vurdere alle alternativer, gjennomføre parvise sammenligninger av disse alternativene og gå fra ett alternativ til et annet, så lenge differanseinntekten er større enn differansekostnaden. Den tredje beslutningsregelen innebærer at det vil være optimalt å velge det alternativet som gir høyere inntekter enn totale relevante kostnader (Kvamsdahl, 1997).

Det vil være krevende og lite kostnadseffektivt å få oversikt over alle mulige alternativer. Som en konsekvens er de to første beslutningsreglene ansett som lite anvendelige i praksis, og det tas derfor gjerne utgangspunkt i den tredje beslutningsregelen (Kvamsdahl, 1997). De beslutningsrelevante inntektene og kostnadene vil dermed inngå i nåverdiuttrykkets teller som approksimasjoner for de fremtidige inntekter og kostnader. Det er imidlertid utfordringer knyttet til estimering av relevante kostnader, da både særkostnader og alternativkostnader kan beregnes ved hjelp av ulike estimeringsmetoder. Dette behandles i delkapittel 2.2.3.

Begrepene som er diskutert over er ikke tilstrekkelig til å gi en helhetlig teoretisk forståelse av begrepet lønnsomhet. I de neste delkapitlene diskuteres tre ulike analytiske problemer som ifølge Coase (1938) kan relateres til beslutningstaking basert på relevante kostnader:

«These difficulties centre around the fact that costs and receipts cannot be expressed unambiguously in money terms since courses of action may have advantages and disadvantages which are not monetary in character, because of the existence of uncertainty and also because of differences in the point of time at which payments are made and receipts obtained» (s. 470).

De tre forholdene Coase (1938) refererer til vil i det følgende bli omtalt som tid, usikkerhet og kontekst.

2.1.2 Tid

I lønnsomhetsanalyser vil tidshorisonten som legges til grunn i analysen være av betydning for objektets lønnsomhet. Dette henger sammen med de ulempene det vil ha å utsette inntekter til et senere tidspunkt. For det første vil det være en tidskostnad knyttet til det å vente. Penger mottatt i dag kan umiddelbart gå til forbruk, eller de kan plasseres og gi renteinntekt. For det andre er det en inflasjonskostnad som innebærer at pengenes kjøpekraft reduseres. Til sammen utgjør disse to kostnadene det risikofrie elementet i kapitalkostnaden, uttrykt som nominell risikofri rente (Bøhren & Gjørnum, 2009).

Som det vil gå frem av neste delkapittel, vil det være usikkerhet knyttet til estimater av fremtidige inntekter og kostnader. Jo lenger tidshorisont, desto større er usikkerheten knyttet til disse estimatene i lønnsomhetsanalysen. Tidsaspektet fører derfor isolert sett til at usikkerhet er inkludert i lønnsomhetsanalysen. Det er imidlertid normalt at usikkerheten trekkes eksplisitt inn i lønnsomhetsvurderingene (Helgesen, 1999).

2.1.3 Usikkerhet

Lønnsomhetsanalyser utarbeides på bakgrunn av en rekke forutsetninger, hvor inntekter og kostnader baseres på approksimasjoner (Bøhren & Gjærum, 2009). Det er fremtidige inntekter og kostnader som er relevante, og siden fremtiden er usikker vil en ikke med sikkerhet kunne fastslå hva disse inntektene og kostnadene vil bli. Utfordringen blir dermed å gjennomføre lønnsomhetsanalysen på en slik måte at risikoen forbundet med investeringen kommer med i beslutningsgrunnlaget. I slike tilfeller kan det være nyttig å inkludere følsomhetsanalyser for å undersøke konsekvensene av uforventede endringer i kontantstrømmen.

Følsomhetsanalyser omfatter både sensitivitetsanalyser og scenarioanalyser. Sensitivitetsanalyser er trolig den mest brukte metoden når det kommer til å måle effekten av usikkerhet (Bøhren & Gjærum, 2009). Hensikten med slike analyser er å kartlegge hvor sensitivt investeringsprosjektet er overfor endringer i basisforutsetningene. Første steg i en sensitivitetsanalyse er å undersøke hva som skjer med kontantstrømmen når variablene endres én og én i forhold til basisforutsetningene. Neste steg er å vise hvilken innvirkning avviket har på lønnsomheten gjennom endringer i nåverdien. Dette gjøres ved å beregne kontantstrømmen for flere alternative verdier av variablene som inngår i analysen, og deretter beregne nåverdien for hvert av disse kontantstrømutfallene. En får da et spekter av potensielt oppnåelige nåverdier, hvor spredningen er et uttrykk for investerings risiko. Som et resultat, vil slike analyser gjennomføres med utgangspunkt i risikofri kapitalkostnad, jamfør (jf.) delkapittel 2.1.2. Årsaken til dette, er at en ved å bruke risikojustert kapitalkostnad i følsomhetsanalysene, teller risikoen dobbelt. Analysen kan fremstilles i et stjernediagram, som er en grafisk illustrasjon av hvordan nåverdien endres på bakgrunn av prosentvise endringer i de enkelte variablene. Ved å samle flere variabler i samme diagram, illustreres variablenes relative betydning for nåverdien (Bøhren & Gjærum, 2009).

Scenarioanalyser er en annen variant av følsomhetsanalyser. Her kan flere parametere i modellen endres samtidig. Først vurderes effekten på kontantstrømmen, før en undersøker konsekvensene dette har på lønnsomheten gjennom nåverdien (Bøhren & Gjærum, 2009). I

denne typen analyser ser en gjerne på tilfeller der flere parametere endres til beste eller verste utfall.

Følsomhetsanalyser har imidlertid sine begrensninger. Analysene sier ingenting om hva sannsynligheten for en endring er ut i fra basisforutsetningene (Bøhren & Gjærum, 2009). Simulering er en metode som eliminerer denne begrensningen, men er ofte mer krevende å gjennomføre enn følsomhetsanalyser. Denne studien begrenser seg til å gjennomføre følsomhetsanalyser, og tar således ikke hensyn til sannsynlighetene knyttet til de ulike utfallene.

Som det går frem av diskusjonen over er det ønskelig å inkludere risiko i lønnsomhetsanalyser, som en følge av usikkerheten knyttet til de fremtidige inntektene og kostnadene. Det er allerede hevdet at følsomhetsanalyser kan være en hensiktsmessig metode for å uttrykke investeringens risiko. Her ble usikkerheten hensyntatt gjennom nåverdiuttrykkets teller. Usikkerhet knyttet til kontantstrømmen kan imidlertid også trekkes inn i lønnsomhetsvurderingene gjennom et risikojustert avkastningskrav i nåverdiuttrykkets nevner. Dette avkastningskravet stilles enten til egenkapitalen eller til totalkapitalen. Det gis ingen utledning av hverken egenkapitalens eller totalkapitalens avkastningskrav, da det i analysen legges til grunn allerede eksisterende estimater. En kort presentasjon av modellene er imidlertid på sin plass.

Kapitalverdimodellen er en enkel teoretisk modell, som kan benyttes for å legge usikkerhet knyttet til kontantstrømmer inn i avkastningskravet som et risikotillegg (Bøhren & Gjærum, 2009). Selv om modellen bygger på en rekke forutsetninger, som gjør at den har lite empirisk støtte, er det den klart mest brukte modellen for estimering av avkastningskrav til egenkapitalen (Norli, 2011). Dette henger sammen med at mer komplekse modeller, som flerfaktormodeller, bare forklarer avkastningen til aksjen noe bedre. Dermed blir kapitalverdimodellen ofte foretrukket grunnet sin enkelhet. Avkastningskravet til egenkapitalen uttrykkes som summen av risikofri rente og risikotillegget, og viser sammenhengen mellom risiko og forventet avkastning.

Kapitalverdimodellen er følgelig knyttet til estimering av avkastningskravet k . Det er imidlertid normalt at det i lønnsomhetsanalyser benyttes forventet kontantstrøm til

totalkapitalen, og med det et totalkapitalavkastningskrav¹. Dette beregnes som summen av selskapets egenkapitalandel multiplisert med avkastningskravet til egenkapitalen, og selskapets gjeldsandel multiplisert med gjeldsrenten. Avkastningskravet tar dermed hensyn til investeringens finansiering ved å vekte egenkapital og gjeld. Formelt kan avkastningskravet til totalkapitalen før skatt formuleres som:

$$r_T = k * \frac{E}{E+G} + r_G * \frac{G}{E+G}$$

Komponentene i kapitalkostnaden er en tidskostnad og en inflasjonskostnad, som inkluderes gjennom den risikofrie diskonteringsrenten, samt en risikokostnad hensyntatt gjennom den risikojusterte diskonteringsrenten. En kan dermed legge til grunn både risikofri og risikojustert kapitalkostnad i utarbeidelsen av lønnsomhetsanalyser, der denne kan være enten før eller etter skatt. Videre kan kapitalkostnaden beregnes for egenkapitalen eller for totalkapitalen. I denne studien legges det til grunn et risikojustert avkastningskrav til totalkapitalen før skatt. I følsomhetsanalysen er det imidlertid risikofri kapitalkostnad før skatt som benyttes.

Det fremgår av diskusjonen over at beslutningssituasjoner innebærer en viss grad av usikkerhet. Omfanget av denne usikkerheten avhenger imidlertid av hvor god innsikt beslutningstakeren har i beslutningssituasjonen. Ved å tilegne seg tilstrekkelig innsikt i beslutningssituasjonen kan dermed beslutningstakeren redusere deler av denne usikkerheten. Dette vil i sin tur bidra til at det tas bedre beslutninger (Helgesen, 1999).

2.1.4 Kontekst

Ikke alle forhold ved en investering lar seg tallfeste, og noen lar seg først tallfeste på et senere tidspunkt. Det betyr ikke at disse forholdene skal ignoreres. Det er viktig at slike forhold fremkommer i analysen, da disse kan ha stor innvirkning på beslutningssituasjonen og investeringens lønnsomhetsvurdering. Kontekstuell innsikt er derfor avgjørende for at alle relevante forhold inkluderes i beslutningsgrunnlaget. Det er en rekke forhold og momenter som kan trekkes inn i en beslutningssituasjon. I det følgende betraktes forhold relatert til eksterne virkninger og strategiske valg.

¹ Totalkapitalavkastningskravet uttrykkes gjerne som Weighted Average Cost of Capital (WACC), eller vektet gjennomsnittlig kapitalkostnad.

Ifølge Helgesen (1999) kan eksterne virkninger tolkes som bieffekter av beslutninger, der disse kan være enten positive eller negative. Positive eksterne virkninger er først og fremst følger av en beslutning, som på et senere tidspunkt vil være til gunst for foretaket. Eksempelvis kan forebyggende arbeid mot lus bidra til at færre behandlinger må gjennomføres i tiden som kommer, og kan således bidra til økte resultater. Dette relaterer seg også til ledelsens strategiske valg. Motsatt er negative eksterne virkninger konsekvenser av en beslutning, som på et senere tidspunkt vil være til ugunst for foretaket. Både høyt forbruk og feilbruk av medikamenter i avlusningsarbeidet er resistensskapende. Dette innebærer at en ved senere anledninger er avhengig av å øke doser, behandlingstid og antall behandlinger. Således vil handlinger i dag ha konsekvenser for fremtidige resultater. Slike forhold er viktig å ta i betraktning, da ignorering av eksterne forhold vil kunne gi ufullstendige lønnsomhetsbilder.

Utredningens kontekst og empirigrunnlag er hentet fra norsk oppdrettsnæring. Dette utdypes først i neste kapittel, som har til hensikt å gi økt innsikt i beslutningssituasjonen og forhold relatert til de problemstillingene studien tar opp.

Det går frem av fremstillingen ovenfor at lønnsomhet er nært knyttet til beslutningssituasjoner. Med utgangspunkt i bedriftsøkonomisk teori og bedriftsøkonomiske mål for lønnsomhet, kan lønnsomhetsbegrepet oppfattes på en rekke ulike måter. Videre avhenger lønnsomhet av tidshorizonten som legges til grunn, usikkerhet og kontekstuelle forhold. Diskusjonen så langt tyder på at lønnsomhet er et komplekst og sammensatt begrep som det er vanskelig å gi noen entydig definisjon på.

Nå som hovedtrekkene knyttet til begrepet lønnsomhet er betraktet, kan det videre drøftes hvordan lønnsomhet kan estimeres.

2.2 Hvordan måle lønnsomhet?

2.2.1 Informasjonskilder og ulike tilnærminger til måling av lønnsomhet

Ved gjennomføring av lønnsomhetsanalyser kan informasjon samles inn fra en rekke ulike kilder, både interne og eksterne. Informasjon kan således være basert på både primærdata og sekundærdata. Videre kan metoder for måling av lønnsomhet sies å være enten objektive eller perseptuelle (Venkatraman & Ramanujam, 1987). Objektive metoder for måling av lønnsomhet refererer til bruk av faktabaserte styringsdata, rapporter og analyser, der disse kan stamme fra både interne og eksterne kilder. Perseptuelle metoder refererer derimot til

ledelsens eller andre eksterne kilders subjektive oppfatninger av lønnsomhet. Dette fremgår av den skjematiske fremstillingen i tabell 1, der det også er gitt eksempler på hver av de fire kombinasjonene.

Tabell 1 – Informasjonskilder og metoder for måling av lønnsomhet (Venkatraman & Ramanujam, 1987)

	Primærdata	Sekundærdata
Objektive	Interne regnskapssystemer	Årsrapporter
Perseptuelle	Ledelsens subjektive vurderinger av lønnsomhet	Subjektive vurderinger av lønnsomhet gjort av bransjeanalytikere eller andre eksterne «eksperter»

De fire tilnærmingene i tabellen over kan sies å være likestilte, da de alle har sine fordeler og ulemper. Ved utarbeidelse av lønnsomhetsbilder vil det være en fordel å innhente informasjon fra alle de fire kombinasjonene, da disse kan brukes til å kontrollere og støtte opp om hverandre. Dette utdypes i det følgende.

Primærdata er informasjon som forskeren selv samler inn for første gang direkte fra informasjonskilden (Jacobsen, 2005). Fordelen ved å hente inn data selv er at informasjonen samles inn til den aktuelle studien. Materialet som samles inn er dermed mer konsistent med både formålet og problemstillingen i studien (Ghauri & Grønhaug, 2010). Ulempen er at dette kan være tidkrevende og kostbart. *Sekundærdata* er informasjon innhentet av andre, ofte til andre formål enn den aktuelle undersøkelsen. Fordelen med å bruke sekundærdata er følgelig den tids- og kostnadsbesparelsen dette innebærer. Datamaterialet er ofte lett tilgjengelig, og er i mange tilfeller profesjonelt utført samt mer omfattende enn det forskeren hadde hatt anledning til å samle inn selv. Ulempen er at en hele tiden må være bevisst på kildenes troverdighet (ibid.).

I forbindelse med beslutningstaking har ledere som regel gjort seg opp noen formeningene om beslutningssituasjonen og de økonomiske konsekvensene knyttet til beslutningen på forhånd. Spørsmålet er om disse oppfatningene er i overensstemmelse med det som avdekkes gjennom lønnsomhetsanalyser. Studier viser at dette ikke alltid er tilfelle (Dess & Robinson, 1984; Venkatraman & Ramanujam, 1986; 1987; Helgesen, 1999). På tross av at det er funnet statistisk signifikante sammenhenger mellom objektive og perseptuelle mål, er en objektiv tilnærming ofte å foretrekke. Som en følge av manglende tilgjengelighet på data er det

imidlertid ikke alltid mulig med en slik tilnærming. Der Dess og Robinson (1984) argumenterer for bruk av objektive mål, hevder Venkatraman og Ramanujam (1997) at en skal være forsiktig med å favorisere det ene målet fremfor det andre.

Det er i løpet av de siste tiårene utviklet en rekke tilnærminger til måling av lønnsomhet. Mot slutten av 1980-tallet og på begynnelsen av 1990-tallet ble det rettet omfattende kritikk mot de eksisterende styringssystemene gjennom den såkalte Relevance Lost-debatten. Den første delen av Relevance Lost-debatten omhandlet først og fremst kritikk av produktkalkyler og hvordan disse kunne brukes i lønnsomhetsanalyser (Bjørnenak, 2010). Dette behandles nærmere i delkapittel 2.2.3. Den andre delen gjaldt kritikk mot den utstrakte bruken av finansielle måltall, noe som diskuteres kort i det følgende.

Ifølge Lev og Daum (2004) representerte materielle eiendeler 62 % av industrielle bedrifiers markedsverdi i 1982. Ti år senere var denne andelen redusert til 38 %. Dette innebærer at en stadig større andel av bedrifiers totale markedsverdi består av immaterielle eiendeler. Rent finansielle prestasjonsmål er dermed ikke lenger tilstrekkelig for å fange opp verdiendringer i et foretaks immaterielle eiendeler (Atkinson et al., 2012).

Som en følge av kritikken mot de finansielle måltallene, ble det forsøkt innført nye forbedrede finansielle prestasjonsmål. Et annet utviklingstrekk var innføring av flere ikke-finansielle måltall, der formålet var å evaluere prestasjoner i foretaket. *«For eksempel mente man at økt vektlegging av prestasjonsmål knyttet til kvalitet og innovasjon var bedre mål på fremtidig lønnsomhet, og dermed bedre mål på dagens verdiskapning enn for eksempel regnskapsmessig resultat»* (Bjørnenak, 2010).

Kaplan og Norton (1992) argumenterer for at det ikke er et spørsmål om hvorvidt en skal benytte seg av finansielle eller ikke-finansielle indikatorer for måling av lønnsomhet, men heller hvordan en kan balansere indikatorene og anvende dem sammen. De inkluderer derfor finansielle indikatorer i styringsverktøyet, der disse representerer økonomiske avbildninger av beslutninger som er gjort tidligere. Disse komplementeres med operasjonelle indikatorer, der de operasjonelle indikatorene er drivere for fremtidig lønnsomhet. Det presiseres at balansert målstyring ikke er den første modellen som inkluderer bruk av ikke-finansielle måltall. General Electric kombinerte finansielle og ikke-finansielle prestasjonsmål allerede på 1950-tallet. Franskmennene var enda tidligere ute, som allerede i 1930-årene tok i bruk et styringssystem som ikke var utelukkende basert på finansielle indikatorer. Dette er omtalt som

Tableau de Bord (Epstein & Manzoni, 1998; Greenwood, 1974). Kaplan og Norton (1993) hevder det er koblingen mellom bedriftens strategi og de ikke-finansielle måltallene, som skiller balansert målstyring fra tidligere bruk av ikke-finansielle måltall.

Elkington (1994) presenterer en annen vinkling til måling av lønnsomhet gjennom konseptet «Tripple Bottom Line» (TBL). TBL-rammeverket utvider den tradisjonelle finansielle rapporteringen og inkluderer også sosiale og miljømessige resultater. De to sistnevnte relaterer seg til det mer kjente begrepet «Corporate Social Responsibility», og er blitt stadig mer aktuelt ettersom fokus på bærekraftig vekst har økt i samfunnet generelt. Argumentet for at lønnsomhet skal måles etter disse tre elementene er at foretak ikke bare står til ansvar overfor sine aksjonærer, men også til samfunnet og miljøet rundt dem. Dette gjelder også for oppdrettsselskaper. Alle de store selskapene i næringen har derfor utarbeidet egne prinsipper og indikatorer for måling av lønnsomhet. Eksempelvis har Marine Harvest formulert følgende fire likeverdige prinsipper: «profit», «people», «planet» og «product». Videre har selskapet satt ulike mål for alle de fire prinsippene, der de måles ved hjelp av ulike indikatorer (deriblant lakselus).

Som fremstillingen ovenfor viser, foreligger en rekke ulike tilnærminger til måling av lønnsomhet. Hvorvidt den ene tilnærmingen er bedre enn den andre er det vanskelig å trekke slutninger om på generelt grunnlag. Det vil i mange tilfeller avhenge av blant annet tilgjengelighet på data, organisasjonsform og hvilket objekt som er gjenstand for lønnsomhetsvurderingen. I denne studien vil lønnsomhet måles ved hjelp av nåverdi-beregninger, basert på informasjon innhentet fra både interne og eksterne kilder.

I delkapittel 2.1.1 ble ulike mål for lønnsomhet diskutert ved hjelp av sentrale kostnadsbegreper. Disse kostnadsbegrepene kan operasjonaliseres ut i fra ulike kostnadsgrunnlag og ved hjelp av ulike estimeringsmetoder.

2.2.2 Kostnadsgrunnlag

Dersom en legger til grunn budsjetterte eller historiske kostnader i forbindelse med lønnsomhetsanalyser, risikerer en at disse gir misvisende kostnadsdata. Dette har sammenheng med at kostnadene ikke nødvendigvis er representative for kostnadsnivået på lenger sikt. Ekstraordinære forhold, innovasjoner og teknologiutvikling er bare noen av faktorene som kan bidra til at slike kostnadsdata mister relevans. I bransjer hvor innovasjonstakten er rask vil dette kunne by på utfordringer for vedkommende som skal utarbeide

lønnsomhetsanalysene. Dette gjør seg gjeldende i denne utredningen, ettersom oppdrettsnæringen er en næring i rask utvikling. Et alternativ kan da være å benytte erfaringsbaserte gjennomsnittskostnader (Lang, 1947). Utfordringen med denne tilnærmingen er at en i lønnsomhetsanalysene legger til grunn gjennomsnittstall som kan dekke over større reelle kostnadsvariasjoner fra objekt til objekt (Edwards, 1937). I denne utredningen legges historiske kostnader til grunn til tross for utfordringene nevnt over. Dette er kjente kostnader og kan fungere som et surrogat for fremtidige kostnader:

«The costs that need to be known by the manager who is making a decision are future costs, but past and present costs are often helpful as surrogates for future costs» (Staubus, 1971, s. 8).

Det går frem av fremstillingen ovenfor at lønnsomhetsanalyser kan baseres på ulike kostnadsgrunnlag. Uavhengig av hvilket grunnlag en tar utgangspunkt i, kan beslutningsrelevante kostnader estimeres på ulike måter. I det følgende behandles *bidragsmetoden* og *selvkostmetoden*, som gjerne omtales som de tradisjonelle estimeringsmetodene. Videre betraktes også *aktivitetsbasert kalkulasjon* (ABC) og *tidsdreven aktivitetsbasert kalkulasjon* (TDABC), som gjerne omtales som de aktivitetsbaserte estimeringsmetodene.

2.2.3 Deskriptive økonomimodeller – estimeringsmetoder

Estimeringsmetoder omhandler hvordan kostnader og inntekter tilordnes objekter. Valg av estimeringsmetode er en sentral del av arbeidet med å utarbeide lønnsomhetsanalyser, da de ulike metodene påvirker reliabiliteten til lønnsomhetsanalysen. Jo mer reliabel lønnsomhetsanalysene er, desto bedre blir beslutningsgrunnlaget. Valg av estimeringsmetoder har således konsekvenser for hvilke lønnsomhetsbilder analysene gir. Lønnsomhetsanalysens reliabilitet øker når det eksisterer et årsak-virkningsforhold mellom fordelingsnøkkelen og de kostnader som fordeles. Ved fordeling av direkte kostnader skaper dette sjelden problemer, men ved fordeling av indirekte kostnader er det en utfordring å vite hvordan disse skal fordeles til lønnsomhetsobjektet (Boye et al., 2011).

Kostnader som kan knyttes direkte til lønnsomhetsobjekter, kalles direkte kostnader. Kostnader som ikke kan relateres direkte, kalles derimot indirekte kostnader. Det er fordelingen av de indirekte kostnadene til lønnsomhetsobjekter som kalles kostnadsallokering (Helgesen, 1999). Det ideelle er følgelig at alle kostnadene kan relateres direkte.

«The allocation of overhead has received more attention than any other cost accounting topic and has been a hotly debated problem since accountants have been recording indirect expenses» (Zimmerman, 1995, s. 288).

Kostnadsallokeringer er ifølge Zimmerman et hett og omdiskutert tema i regnskapslitteraturen, hvor uenigheten om hvorvidt kostnadsallokeringer er formålstjenlige eller ikke *«... bunner ut i en uenighet om hvordan man best skal få fram tilnærminger til de relevante kostnadene»* (Kvamsdahl, 1997, s. 20).

Ifølge Horngren et al. (2014) er det fire ulike formål knyttet til kostnadsallokeringer: (1) beslutningsstøtte, (2) motivering av ledere og ansatte, (3) kostnadslegitimering og (4) ekstern rapportering. Ved allokering for beslutningsformål er målet å få frem tilnærminger til objektets relevante kostnader på en best mulig måte. Allokering av kostnader for motivering av ansatte, er allokeringer som søker å påvirke atferd. Videre vil det i noen tilfeller være foretak som er pålagt å allokere kostnader for å kunne legitimere den prisen de tar. Det kan også være nedfelt i ulike lands regnskapslover at kostnader skal allokere i tilknytning til den eksterne regnskapsrapporteringen. I denne utredningen er det allokeringer for beslutningsformål som er hovedfokus.

Bidrag og selvkost – de tradisjonelle estimeringsmetodene

Etter *bidragsmetoden* tildeles kostnadsobjektet kun de variable kostnadene. De faste kostnadene behandles som periodekostnader og fordeles ikke på kostnadsobjektet (Bjørnenak et al., 2005). En bidragskalkyle er i utgangspunktet en særkostnads kalkyle, men på grunn av utfordringer knyttet til å beregne særkostnader blir variable kostnader ofte brukt som et surrogat for særkostnadene (Bergstrand & Bjørnenak, 1995). Bidragsmetoden kritiseres for å ha et for kortsiktig syn på variabilitet. Argumentene bygger på at bidragsmetoden ikke tar hensyn til at også de faste kostnadene kan variere på lang sikt:

«It strikes us as peculiar that the costs that have varied (increased) the most are costs that accountants have classified as fixed» (Kaplan et al., 1990, s. 4)

Etter selvkostmetoden tilordnes kostnadsobjektet alle kostnader, også felleskostnader. Disse er normalt ikke relevante i en beslutningssituasjon, men allokere ofte som approksimasjoner til alternativkostnadene. Ved bruk av bidragsmetoden er det bare særkostnader som inngår i kalkylene. Dette innebærer imidlertid ikke at alternativkostnadene ignoreres. Disse kan

inkluderes gjennom å styre størrelsen på dekningsbidraget gjennom størrelsen på kapasitetskostnadene (Hansen, 1987). At faste kostnader ikke tas hensyn til i bidragsmetoden er dermed ikke først og fremst en svakhet ved bidragsmetoden, men et resultat av at metoden ikke brukes riktig. Forskjellen mellom selvkost- og bidragsmetoden er dermed om en skal la tilnærminger til alternativkostnader inngå i kalkylesystemet eller om alternativkostnaden skal overlates til en vurdering utenfor kalkylesystemet (Kvamsdahl, 1997).

På 1950- og 1960-tallet tok kritikken av kostnadsallokeringer for alvor fart, hvor academia kritiserte praksis for å være for opptatt av å fordele irrelevante kostnader (Bjørnenak, 2005). Edwards (1937) hevdet blant annet at «... *cost accountants have spent too much effort in trying to arrive at total cost by building up complicated and delicate oncost structures which depend on arbitrary assumptions*» (s. 101). Videre hevder Thomas (1969) at ingen allokeringsmetoder kan forsvares teoretisk, fordi det ikke finnes én fordelingsmetode for alle beslutningssituasjoner. Kritikken har sammenheng med at fordelingen av kostnader ikke baseres på hva som forårsaker kostnadene. For å få en god tilnærming til de relevante kostnadene, er det derfor avgjørende at kostnadene allokeres ut fra kausalitetsprinsippet. Mer eller mindre tilfeldige fordelinger av kostnader vil kunne gi et misvisende kostnadsbilde.

«Any assignment of cost that doesn't reflect causality is incorrect for managerial use and is potentially dangerous» (Shillinglaw, 1989, s. 35).

Til tross for denne kritikken, er selvkostkalkulasjon fortsatt svært utbredt i praksis². Zimmerman (1979) argumenterer for at det i hovedsak er to årsaker til at en fordeler kostnader. For det første kan kostnadsallokeringer fungere som en engangsskatt for å redusere overforbruk av ledes tilleggs-goder. Dette er i tråd med Horngren (2014), hvor det ble uttrykt at ett av formålene ved allokeringer var å påvirke atferd. Fokuset i denne studien er imidlertid allokeringer for beslutningsformål, og da er den andre årsaken av større betydning. Det andre argumentet til Zimmermann går ut på at fordelingen av faste kostnader i visse tilfeller kan være et surrogat for vanskelig observerbare alternativkostnader. Spørsmålet er om fordelingen av de faste kostnadene gir en fornuftig tilnærming til alternativkostnaden (Bjørnenak, 1994). Alle de tre estimeringsmetodene, selvkost, ABC og TDABC, fordeler faste kostnader, og kan således forsvares ut i fra Zimmermans argumentasjon. Hvilken av metodene en bør benytte, sier imidlertid Zimmerman ingenting om.

² Gjelder ikke i like stor utstrekning i Norge. Det synes som de eneste landene i den vestlige verden som har hatt stor utbredelse av bidragskalkulasjon har vært Danmark, Finland og Norge. Se Bjørnenak (1994).

Johnson og Kaplan (1987) argumenterte for at de tradisjonelle kalkulasjonsmetodene var utdatert og at de derfor var uegnet for ledere til å ta viktige, strategiske beslutninger. Én av de mest sentrale innvendingene mot de tradisjonelle kalkylene var at de produserte for lite nøyaktige kostnadsdata.

«Today's management accounting information, driven by the procedures and cycle of the organization's financial reporting system, is too late, too aggregated, and too distorted to be relevant for managers' planning and control decisions» (Johnson & Kaplan, 1987, s. 1).

Aktivitetsbasert kalkulasjon

Aktivitetsbasert kalkulasjon³ kan sies å representere en videreføring av de to tradisjonelle metodene. ABC har klare likhetstrekk med bidragsmetoden, hvor kostnadene kan henføres til ulike nivåer i et hierarki (Kvamsdahl, 1997). Utgangspunktet i ABC er imidlertid at alle kostnader er relevante og må bevises å være irrelevante for å holdes utenfor. Således har ABC også likhetstrekk med selvkostkalkylen (Bjørnenak, 2005).

Det grunnleggende prinsippet i ABC er å spore kostnader til kostnadsobjekter gjennom aktiviteter (Bjørnenak, 1993). Kostnadene blir fordelt til aktiviteter i forhold til aktivitetenes forbruk av ressurser, og videre til kostnadsobjekter i forhold til kostnadsobjektene forbruk av aktiviteter. Én av de viktigste årsakene bak utviklingen av ABC er knyttet til endringer i bedriftenes kostnadsstruktur. De tradisjonelle kalkylesystemene ble utviklet i en tid hvor de direkte kostnadene utgjorde en langt større andel av de totale produksjonskostnadene sammenlignet med i dag. Fordeling av indirekte kostnader er derfor blitt viktigere (Bjørnenak, 1994). Til tross for dette fortsetter mange bedrifter med den samme kalkulasjonspraksisen som før.

I de tradisjonelle kalkylesystemene anvendes kun et fåtall kostnadssteder og fordelingsnøkler. Dette innebærer at kostnadene fordeles mer eller mindre tilfeldig, og at de ikke nødvendigvis fordeles basert på et årsak-virkningsforhold. Som et resultat av dette, vil kostnadene knyttet til et objekt ofte over- eller underestimeres. Dette leder til det som kalles kryss-subsidiering, hvor noen objekter tildeles mindre kostnader enn de forårsaker og andre objekter tildeles mer enn de forårsaker. Med andre ord subsidieres objektene som tildeles en for lav andel kostnader av objektene som tilordnes en for høy andel. Den vanligste situasjonen er at standardprodukter og høyvolumprodukter subsidierer spesialprodukter og lavvolumprodukter.

³ I Bjørnenak (1994) diskuteres ABC mer inngående, der han blant annet skiller mellom to ulike versjoner av ABC. Dette skillet behandles ikke i denne utredningen.

Således vil noen objekter fremstå som mer lønnsomme enn de i realiteten er, der andre vil fremstå som mindre lønnsomme. Hovedargumentet for å benytte ABC er at de tradisjonelle estimeringsmetodene fordeler indirekte kostnader på en måte som gir systematiske skjevheter, og at disse skjevhetene blir betydelige som en følge av at andelen indirekte kostnader har økt (Bjørnenak, 1994).

Aktivitetsbasert kalkulasjon skiller seg fra de tradisjonelle kalkylene ved at ressursbruken beskrives i form av aktiviteter. Videre fokuserer ABC på flerfaktor variabilitet, noe som innebærer at det er en rekke ulike faktorer som driver kostnader. Dette er også bakgrunnen for innføringen av kostnadshierarkiet. Spesielt vektlegges det faktum at kompleksitet driver kostnader. ABC søker også å skille ut organisatorisk slakk, slik at ikke kostnadsobjektene belastes med kostnader for ubenyttet kapasitet (Bjørndal et al., 2003). Et slikt system vil ifølge Cooper og Kaplan (1991) ha flere fordeler:

«Managers associate three major classes of benefits with activity-based costing. These benefits are improved decision making due to more informative product cost information, improved insights into managing the activities that lead to overhead, and easier access to relevant costs for a wider range of decisions» (s. 276).

Basert på diskusjonen over kan aktivitetsbasert kalkulasjon synes å ha en rekke fordeler sammenlignet med de tradisjonelle estimeringsmetodene. Til tross for dette er det rettet en hel del kritikk mot ABC.

For noen foretak vil kostnadene ved å innføre ABC overstige nytten kalkylene gir tilbake. Foretaket bør derfor vurdere om et mer nøyaktig kalkylesystem, og med det økte målekostnader, vil kunne forsvares ut fra den nytten som forventes oppnådd. Dette behandles nærmere mot slutten av delkapittelet. Cooper og Kaplan (1991) argumenterer for at bedrifter vil ha størst nytte av aktivitetsbasert kalkulasjon dersom de bruker *«... large amounts of indirect resources in its production processes; and the organization has significant diversity in products, production processes, and customers» (s. 277).*

En implementering av ABC innebærer videre at det må foretas intervjuer av de ansatte for å estimere hvor stor andel av tiden sin de bruker på de aktuelle aktivitetene. Dette byr på flere utfordringer. For det første kan det være svært kostbart å gjennomføre slike intervjuer, spesielt for foretak med mange ansatte. For det andre vil det være meget kostbart å oppdatere systemet når systemet først er på plass, da en må gjennomføre intervjuprosessen på nytt. En

konsekvens av dette er at systemene sjelden oppdateres. Kaplan og Anderson (2007) hevder at dette er en stor ulempe for foretak som stadig står overfor endringer. For det tredje bygger intervjuene på subjektive vurderinger som forutsetter at de ansatte kan gi et godt estimat på hvor stor andel av tiden sin de bruker på de aktuelle aktiviteter. Dette vil, i kombinasjon med at systemet sjelden oppdateres, føre til målefeil og dermed unøyaktige kostnadsestimater.

En annen ulempe ved ABC er at det, basert på erfaringer, viser seg at de ansatte sjelden oppgir at de har ledig tid. Kostnadsdriverratioene estimeres derfor på bakgrunn av at de ansatte utnytter all sin kapasitet. Som et resultat av at de ansatte skjuler ledig kapasitet, vil aktivitetene tildeles en for stor andel kostnader. Således vil ABC kunne føre til en undervurdering av lønnsomhet, og dermed bidra til at lønnsomme objekter fjernes. Det er også en ulempe at metoden bygger på relativt strenge antagelser knyttet til linearitet, homogenitet og separabilitet.

Kaplan og Anderson (2004) argumenterer for at løsningen på problemene knyttet til ABC ikke er å forlate konseptet, men å endre det. Dette har gitt opphav til det som omtales som tidsdreven aktivitetsbasert kalkulasjon.

Tidsdreven aktivitetsbasert kalkulasjon

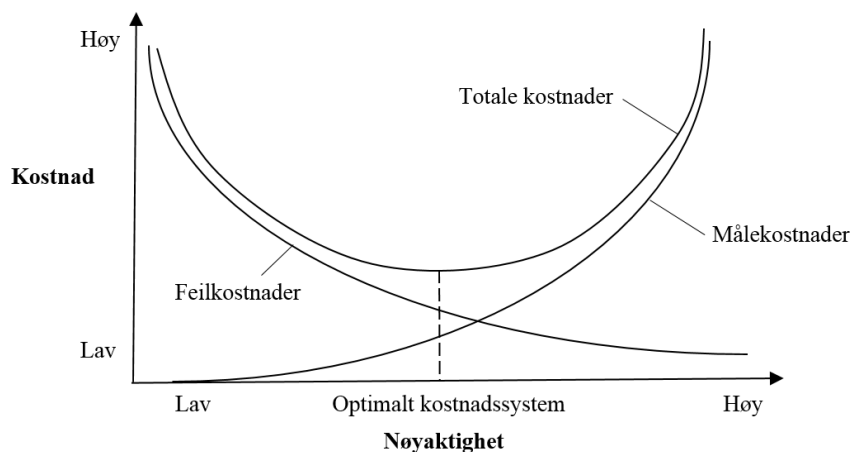
Tidsdreven aktivitetsbasert kalkulasjon representerer en forenklet versjon av den opprinnelige aktivitetsbaserte metoden. Det grunnleggende prinsippet i TDABC er å fordele kostnader knyttet til ressursbruk direkte til kostnadsobjektene, fremfor å gå veien om aktiviteter som ved tradisjonell ABC. Dette innebærer at en står igjen med kun to parametere når kostnadene skal fordeles: kostnad per tidsenhet og forbruk av antall tidsenheter. Eksempelvis kan kostnaden per tidsenhet for den ansatte beregnes uavhengig av aktiviteten som utføres. Den ansattes tidsforbruk er således dimensjonerende for objektets kostnad. TDABC er derfor mindre tidkrevende og mer fleksibel (Kaplan & Anderson, 2004).

TDABC har til hensikt å eliminere rigiditeten ved tradisjonell ABC. Fremfor å estimere andelsmessig tidsbruk på ulike aktiviteter, beregnes nå den absolutte tidsbruken. Dersom en ny aktivitet dukker opp, er en ikke lenger avhengig av å gjennomføre alle prosessene på ny. En kan enkelt estimere tidsbruk for den nye aktiviteten, og tilordne den en kostnad basert på tidsbruken. På samme måte kan kostnadsdriverne oppdateres. Eksempelvis vil en økning i lønnskostnader føre til at en oppjusterer kostnaden per tidsenhet tilsvarende. Der tradisjonell

ABC er rigid og kostbar å oppdatere, er TDABC en mer dynamisk modell som kan oppdateres fortløpende.

Noen avsluttende bemerkninger

Det går frem av fremstillingen ovenfor at de ulike estimeringsmetodene fordeler de indirekte kostnadene etter ulike prinsipper. Det er også presentert kritikk rettet mot de ulike metodene, og litt om bakgrunnen for hvorfor en fordeler kostnader. Det er vanskelig å gi et generelt svar på hvilken metode en bør benytte. Valg av estimeringsmetode avhenger av hva kalkylen skal brukes til (Boye et al., 2011). Det er likevel slik at jo mer nøyaktig kalkulasjonsarbeidet gjøres, desto mer arbeid er det i utformingen av kalkylene. Ofte må det foretas avveininger mellom detaljeringsgraden i kalkylene, og kostnadene knyttet til å utarbeide dem. Figur 3 illustrerer avveiningen en må gjøre i forbindelse med valg av estimeringsmetode.



Figur 3 - Optimalt kostnadssystem (Cooper & Kaplan, 1999)

Jo mer nøyaktig kostnadssystemet er utformet, desto lavere blir feilkostnaden. Samtidig har utviklingen innen IT gjort at kostnaden ved å måle har falt, slik at den relative fordelingen med de nye metodene øker. Når kostnaden ved å måle faller, kan det være fordelaktig å ta i bruk mer nøyaktige kostnadssystemer. På den annen side vil et mer nøyaktig kostnadssystem uansett øke målekostnadene sammenlignet med et mindre nøyaktig system. Det optimale kostnadssystemet vil derfor være der hvor summen av feilkostnaden og målekostnaden er lavest.

Det fremgår av diskusjonen ovenfor at deskriptive lønnsomhetsbilder kan utarbeides med utgangspunkt i ulike teoretiske elementer, kostnadsgrunnlag og estimeringsmetoder. Det er

derfor en rekke angrepsmåter for estimering av lønnsomhet, noe som resulterer i ulike deskriptive lønnsomhetsbilder.

2.3 Tidligere forskning

Oss bekjent er dette den første studien i Norge som går i dybden og undersøker lønnsomheten knyttet til hydrogenperoksidbehandling i brønnbåt og presenning. Vi er heller ikke kjent med tidligere studier som drøfter resistensproblemet i tilknytning til de to behandlingsmetodene. Det eksisterer imidlertid forskning som en kan trekke veksel på, og som kan fungere som et sammenligningsgrunnlag for de resultater som fremkommer i denne studien.

Costello (2009) estimerer at de globale økonomiske kostnadene påført oppdrettsnæringen som følge av lakselusen utgjør USD 423 millioner. Videre estimerer han kostnaden per kilo (kg) i Norge til å være 0,19 EUR/kg, noe som i skrivende stund⁴ tilsvarer 1,59 kr/kg. Senere beregninger viser imidlertid at denne kostnaden har økt betraktelig siden den gang, og at den i 2013 kan være oppe i 2,45 kr/kg (Jensen, 2013). Basert på økningen i legemiddelbruken fra 2013 til 2014, er det sannsynlig at kostnaden i dag er enda større. Kostnaden vil imidlertid variere fra region til region og fra lokalitet til lokalitet.

Liu og Bjelland (2014) har nylig gjennomført en casestudie der de undersøker hvordan behandling av lakselus påvirker oppdretternes profitt. Studien tar utgangspunkt i norske reguleringer og forhold, og kartlegger kostnadene knyttet til å behandle én merd i løpet av én produksjonssyklus. Syklusen deles inn i tre faser, hvor det ved hver av fasene undersøkes tre ulike behandlingsstrategier. Rensefisk og medikamentell før- og badebehandling inngår i alle strategiene. Det som skiller de tre strategiene, er tidspunkt for behandling og hvordan behandlingene er satt sammen i de tre fasene. Hovedfunnene fra studien indikerer at kostnader knyttet til behandling er betydelige. Størrelsen på kostnadene avhenger i stor grad av hvilke type behandlinger som gjennomføres og når i produksjonssyklusen de utføres. For å vise påvirkningen på lønnsomhet, sammenligner de med en situasjon hvor det ikke behandles. Kostnadsøkningen som følge av behandlingene reduserer profitten med 16,10 % og 17,88 % for henholdsvis strategi 1 og 2. For strategi 3 reduseres lønnsomheten med nær 50 %. Funnene indikerer at kostnadene knyttet til medikamentell badebehandling blir svært høye, noe som i stor grad skyldes kostnader forårsaket av dødelighet og tapt tilvekst. Videre viser

⁴ 1 EUR = 8,3815 kr, 08. mai 2015.

resultatene at det å iverksette behandling tidlig i produksjonssyklusen er mer økonomisk enn å behandle sent i syklusen.

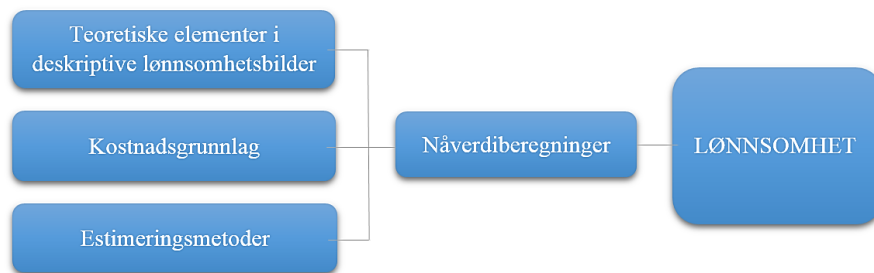
Bing og Aronsveen (2014) har gjennomført en lignende studie, der de undersøker lønnsomheten av å benytte kjemiske badebehandlinger opp mot bruk av rensefisk. Studien tar utgangspunkt i informasjon innhentet fra 7 ulike oppdrettsselskaper og er gjennomført som en lønnsomhetsanalyse ved bruk av nåverdiberegninger. I studien har de, i likhet med Liu og Bjelland (2014), sett på behandling av én merd i løpet av én produksjonssyklus. Resultatene fra studien viser at bruk av rensefisk er mer lønnsomt enn kjemiske badebehandlinger. Videre finner de at det ved bruk av medikamenter er endringer i antall sultedager, antall behandlinger og bruk av spesialfôr som i størst grad påvirker lønnsomheten. I forbindelse med bruk av rensefisk er det vedlikehold av noten som gir størst utslag på lønnsomheten.

Det vil være naturlig å trekke veksler på studiene presentert ovenfor, og se deres resultater opp mot resultatene som kommer frem i denne utredningen. Denne studien skiller seg imidlertid fra tidligere studier ved at det kun benyttes ett virkemiddel i avlusningsarbeidet gjennom hele produksjonssyklusen. Implikasjonene av dette diskuteres i delkapittel 6.3. Videre har denne studien i større grad tatt for seg konsekvensene av resistensproblemet, og hva dette innebærer for valg av behandlingsmetode og langsiktig lønnsomhet.

Oss bekjent er de fleste studiene på området relativt fersk, og det levnes derfor liten tvil om at det er et ønske og behov for økt kunnskap på området. Dette underbygges av at interessen for utredningens tema er stor. I tillegg til to av oppdretterne i utvalget, har to brønnbåtselskaper uttrykt et ønske om å få utredningen tilsendt. Videre har MSD Animal Health og Skretting bedt om en kopi av studien.

2.4 Teoretisk modell

Det teoretiske rammeverket presentert ovenfor kan sammenfattes i figur 4 på neste side. Den avhengige variabelen i studien er lønnsomhet, der nåverdi benyttes som mål på lønnsomhet. Nåverdiberegningene tar utgangspunkt i de teoretiske elementene i deskriptive lønnsomhetsbilder, samt valg av kostnadsgrunnlag og estimeringsmetoder.



Figur 4 - Teoretisk modell

For å belyse problemstillingen reist i innledningen, er det tatt utgangspunkt i den finansøkonomiske modellen presentert i delkapittel 2.1. Modellen ble forklart ut fra de fire elementene mål på lønnsomhet, tid, usikkerhet og kontekst, som sammen utgjør det som ble omtalt som deskriptive lønnsomhetsbilder. Mål på lønnsomhet er første element, og omfatter de beslutningsrelevante inntektene og kostnadene. Disse inngår videre som approksimasjoner for fremtidige inn- og utbetalinger i kontantstrømmen. Kostnadsgrunnlaget er basert på historiske kostnader, og er hentet inn fra både primær- og sekundærkilder.

De fleste kostnadene i tilknytning til investeringen er forskjellige fra nullalternativet, og betraktes derfor som særkostnader eller variable kostnader. I så henseende er bidragsmetoden en egnet fordelingsmetode. For å ta hensyn til at ressurser har en alternativ anvendelse, kan imidlertid selvkostmetoden anses for å være en mer egnet metode. Som en følge av at det er få indirekte kostnader knyttet til behandlingen, anses ABC og TDABC som lite hensiktsmessige metoder for tilordning av kostnader på bakgrunn av kost- nytte vurderingen drøftet i delkapittel 2.2.3. Kostnadene fordeles dermed etter selvkostmetoden. Videre benyttes et risikojustert avkastningskrav for å ta hensyn til usikkerhet knyttet til de fremtidige kontantstrømmene. Usikkerheten knyttet til de ulike kostnadskomponentene undersøkes gjennom en følsomhetsanalyse, hvor en risikofri diskonteringsrente blir benyttet.

Kontekstuelle forhold vil også ha betydning i lønnsomhetsanalyser. I det følgende presenteres derfor konteksten som problemstillingene reist i innledningen er relatert til.

Kapittel 3 – Kontekst

For å kunne anvende de teoretiske lønnsomhetsbegrepene på en hensiktsmessig måte, er det avgjørende å ha god innsikt i beslutningssituasjonen. Empirisk eller kontekstuell innsikt er derfor av stor betydning ved utarbeidelse av lønnsomhetsanalyser. Det er den kontekstuelle innsikten som legger grunnlaget for at en kan trekke veksler på relevante teoretiske lønnsomhetsbegreper for en gitt beslutningssituasjon. Hensikten med dette kapitlet er derfor å gi innsikt i oppdrettsnæringen og utfordringene den har knyttet til lakselus.

3.1 Norsk oppdrettsnæring

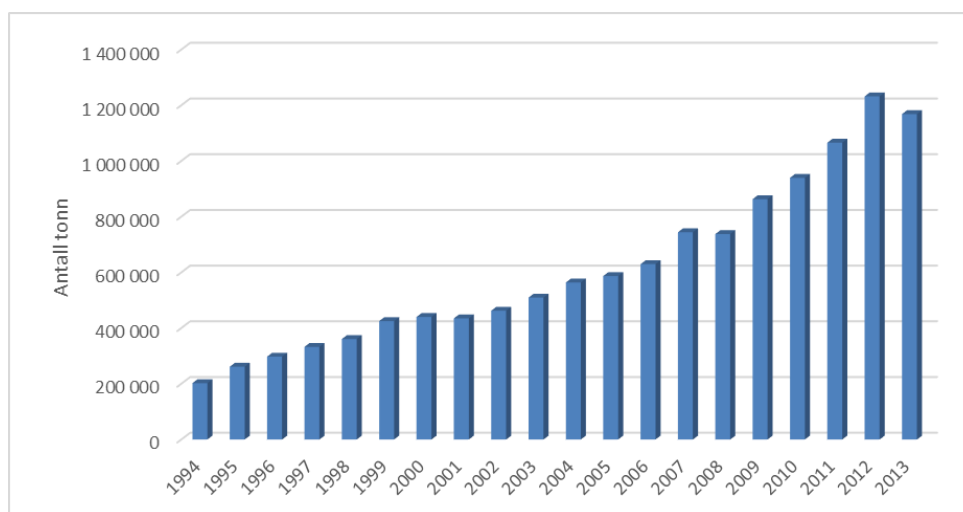
3.1.1 Oppdrettsnæringens historie og utvikling

Norsk lakseoppdrett er en ung næring som på kort tid har utviklet seg til å bli Norges nest største eksportnæring. I 2014 ble det eksportert norsk sjømat for 68,8 milliarder kr, hvorav to tredeler stammet fra salg av oppdrettsfisk (Norges Sjømatråd, 2015). Norsk laks er blitt en viktig merkevare for Norge, noe også statsminister Erna Solberg understreket tidligere i år da hun uttalte at «... *laksen er Norges Ikea*» (Furuset, 2015a).

Grunnlaget for det norske lakseeventyret ble lagt allerede på 1950-tallet. Oppdrett i ferskvann hadde vært kjent lenge, men det var brødrene Olav og Karstein Vik fra Sykkylven på Sunnmøre som tok spranget fra oppdrett i ferskvann til oppdrett i sjø (Berge, 2014a). På midten av 1950-tallet gravde de to brødrene ut tre jorddammer: én for sjøvann, én for ferskvann og én for brakkvann. I ferskvannsdammen gjorde de forsøk med oppdrett av regnbueørret, men det viste seg at regnbueørreten vokste atskillig raskere i sjøvann. I 1959 startet de derfor forsøk der ørret og laks ble satt ut i sjøen i flytekasser av tre. Dette dannet grunnlaget for den senere utviklingen av merder. Samme året etablerte de selskapet Nor-Laks som de senere solgte til den multinasjonale matvaregiganten Unilever (ibid).

Det kommersielle gjennombruddet for norsk fiskeoppdrett regnes imidlertid for å være på begynnelsen av 1970-tallet. Brødrene Sivert og Ove Grøntvedt konstruerte åttekantede flytemerder som har fått tilnavnet «Grøntvedt-merden». Våren 1970 satte de ut smolt i sjøen og opplevde raskt suksess. Ikke lenge etter begynte flere oppdrettere å bygge seg opp etter brødrenes mønster (Berge, 2014b). Nå, 45 år senere, drives lakseoppdrett etter de samme prinsippene, riktignok i vesentlig større skala. Figur 5 på neste side viser utviklingen i produksjon av atlantisk laks i Norge i perioden 1994-2013. Dersom estimerer for

produksjonen i 2014 viser seg å stemme, vil det i perioden 1994-2014 ha vært en årlig vekst i næringen på hele 9 % (Marine Harvest, 2014).



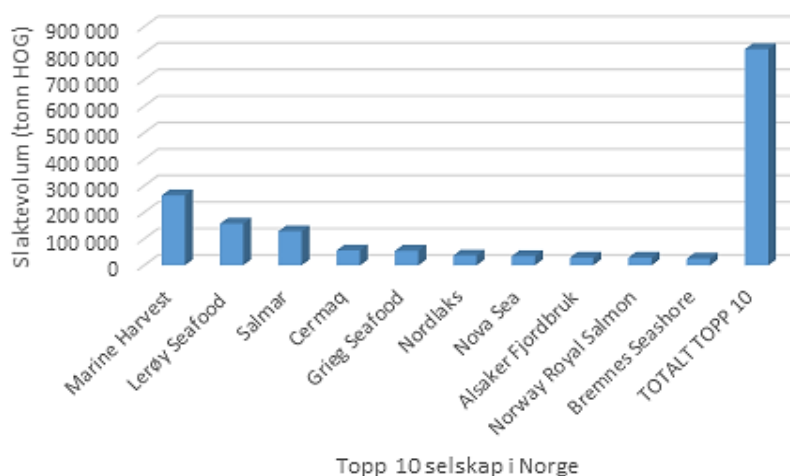
Figur 5 - Produksjonsvekst 1994-2013 (Fiskeridirektoratet, 2014)

Det er lite trolig at næringen vil oppleve en tilsvarende årlig vekst i produksjonen fremover. I rapporten «Verdiskaping basert på produktive hav i 2050» konkluderer forskere med at det er mulig å oppnå en produksjon på fem millioner tonn laks og ørret innen 2050, noe som tilsvarer en årlig vekst på om lag 4 %. Forskerne legger til grunn at det må komme gode løsninger på miljøutfordringene for at en slik vekst skal kunne oppnås (Nærings- og Fiskeridepartementet, 2012).

Debatten rundt hva en skal leve av i Norge etter oljen har for alvor blomstret opp i takt med den fallende oljeprisen. Selv om oljealderen trolig vil fortsette i mange år, har utfordringene i bransjen vært en vekker for mange. Ifølge Næringslivets Hovedorganisasjon (NHO), kan fiskeoppdrett være en erstatning for oljevirkosomhet i fremtiden (FiskeribladetFiskaren, 2015). Denne uttalelsen bygger på en rapport som viser hvilke verdier som skapes i, og rundt, næringen. Nofima har, på oppdrag fra Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond, utarbeidet rapporten «Nasjonale ringvirkninger av havbruksnæringen». I denne rapporten kommer det frem at havbruksnæringen skaper store positive økonomiske ringvirkninger gjennom salg, innkjøp og sysselsetting både i egen næring og hos leverandørindustrien. Ifølge rapporten ga havbruksnæringen eksportinntekter og skatteinnbetalinger på henholdsvis 42 milliarder kr og 3,2 milliarder kr i 2013. Videre ble det samme år gjort innkjøp av varer og tjenester i Norge for 34 milliarder kr. Næringen sysselsatte selv 9621 årsverk, i tillegg til 14.678 årsverk i leverandørindustrien (Andreassen & Robertsen, 2014).

På bakgrunn av de store verdiene som skapes i, og rundt, havbruksnæringen og det potensialet som ligger i næringen, er det et ønske fra både myndigheter og næringsliv at det tilrettelegges for vekst i næringen. Hvordan regjeringen planlegger å tilrettelegge for denne veksten behandles nærmere i delkapittel 3.2.4.

I løpet av de siste årene har det vært en tydelig konsolideringstrend i bransjen, noe som har medført at aktørene er blitt større og færre. De ti største selskapene i Norge produserte i 2013 omtrent 70 % av det totale produksjonsvolumet innenfor landets grenser. Figur 6 nedenfor viser de ti største selskapene i Norge i 2013, basert på antall tonn sløyet fisk (HOG)⁵. Marine Harvest er det desidert største, med et slaktevolum på rundt 23 % av totalen for Norge. Det er ventet at trenden med økt konsentrasjon på eiersiden vil fortsette, da strengere reguleringer og skalafordeler gjør det fordelaktig å være store aktører (Marine Harvest, 2014).



Figur 6 - Ti største selskaper i Norge basert på slaktevolum (Marine Harvest, 2014)

3.1.2 Laksen som matkilde og laksens produksjonssyklus

FNs organisasjon for mat og landbruk, Food and Agriculture Organization (FAO), anslår at rundt 870 millioner mennesker i verden ikke har tilgang på nok mat (FN-sambandet, 2014). Videre er det, ifølge FN's siste prognoser, ventet at befolkningen i verden vil stige til over 9 milliarder mennesker i 2050 fra dagens befolkningstall på omtrent 7,2 milliarder. Dette innebærer at det vil være nødvendig å øke matproduksjonen med 60 % for å dekke verdens matbehov. Samtidig er det begrenset med egnet jordbruksareal til å dekke dette behovet. Til tross for at 70 % av kloden er dekket av vann, er det bare rundt 2-3 % av verdens

⁵ Head on gutted (HOG) er en benevnelse for slaktevekt.

matproduksjon som kommer fra havet (Fylling-Jensen, 2015). Potensialet for matproduksjon i havet er derfor stort. Fangst av villfisk nærmer seg tålegrensen for bærekraft, og oppdrett av blant annet laks er derfor en mulig løsning på dette problemet.

Skal det være mulig å sikre fremtidens generasjoner nok mat, er det avgjørende at matproduksjonen skjer på en effektiv og klimavennlig måte. Sammenlignet med produksjon av svin, storfe, sau og kylling er førfaktoren i lakseoppdrett lav (Nærings- og Fiskeridepartementet, 2015). Videre utnytter laksen energi og protein fra føret mer effektivt i forhold til andre husdyr. Produksjon av laks gir også lavere utslipp av drivhusgasser enn kjøttproduksjon på land (ibid). Det er dermed gode grunner til at Norge bør satse på havbruk. For at denne satsingen skal lykkes, må de biologiske utfordringene løses.

Produksjonssyklusen til laksen består av flere ulike faser. Fra klekking av øyerogn til ferdig spiseklar laks tar det til sammen to til tre år (Laksefakta, 2014). Prosessen starter ved et settefiskanlegg, der en velger ut stamfisk etter strenge kriterier som eksempelvis vekst og farge. Rognen befruktes og utvikles i inkubasjonstanker i ferskvann, og ligger deretter til klekking i rundt 60 dager ved 8 °C. Etter klekking får yngelen næring gjennom en sekk på magen. Noen uker senere kan yngelen begynne å ta til seg næring i form av tørrfôr, og flyttes deretter over i større kar (ibid.). Når yngelen er blitt fem gram (g) defineres stadiet som parr, og i denne perioden vil fisken vaksineres for å være bedre rustet mot sykdommer. Det er nå svært viktig med riktig vannkvalitet, fôring og nøye oppfølging for en stabil vekst (Marine Harvest, 2014). Figur 7 illustrerer laksens utvikling fra rogn til fullvoksen fisk.



Figur 7 - Laksens livssyklus (Marine Harvest, 2014)

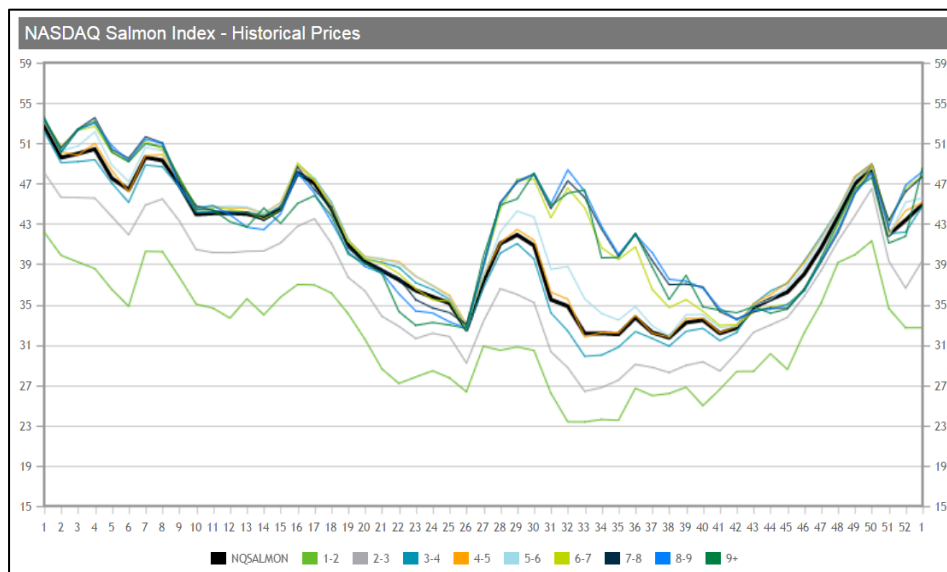
I den siste perioden før levering fra settefiskanlegget tilpasses fisken til et liv i sjøen. Denne prosessen kalles smoltifisering. Etter 10 til 16 måneder i ferskvann er smolten klar for å fraktes til matfiskanlegg i sjøen med brønnbåt. Under transporten vil den gradvis utsettes for et økende saltinnhold i vannet for å tilvenne den et liv i sjøen. Laksen holdes så i merder langs norskekysten i 14-22 måneder, til den har nådd en vekt på 4-6 kg. Da fraktes den igjen med brønnbåt, denne gangen til slaktning. Her blir den først bedøvet, avlivet og sløyd. Deretter blir

den vasket og sortert etter størrelse og kvalitet, før den til slutt legges på is og sendes til kunder over hele verden (Laksefakta, 2014).

3.1.3 Prisdannelse og prisutvikling

Markedsprisen på laks påvirkes i stor grad av tilbud, etterspørsel og sesongvariasjoner. Som en følge av laksens lange produksjonssyklus og korte holdbarhet som ferskvarer, er tilbudet av laks vanskelig å påvirke på kort sikt. Norge og Chile står sammen for rundt 80 % av verdens produksjon av atlantisk laks (Marine Harvest, 2014). Endringer på tilbudssiden er derfor primært drevet av disse to landene. I Norge legger miljømessige hensyn store begrensninger på vekst i produksjonen. Det er derfor ventet en lavere veksttakt i tiden som kommer, og dermed et tilnærmet konstant tilbud. Etterspørselen er imidlertid vanskeligere å spå. Russland innførte på sensommeren i fjor importforbud på en rekke norske matvarer, deriblant laks. Selv om Russland var ett av Norges viktigste markeder maktet næringen å finne nye kunder til å ta unna det som ble produsert. Dette kan tyde på at det er en økende etterspørsel etter norsk laks på verdensbasis. En stadig økende befolkning, en voksende middelklasse i fremvoksende økonomier og økt fokus på helse bidrar blant annet til å øke etterspørselen etter laks. Tilnærmet uendret tilbud og økt etterspørsel gir derfor høye priser (Nærings- og fiskeridepartementet, 2015). Fiskesykdommer og svekket omdømme kan imidlertid raskt dempe etterspørselen, og påvirke prisen i negativ retning.

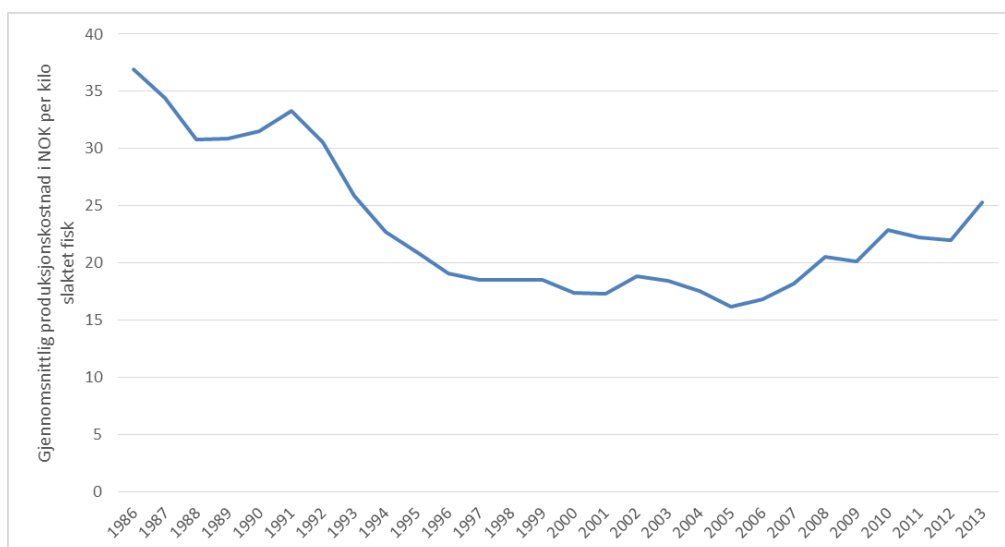
Lakseprisen er svært volatil og svinger mye fra år til år. Gjennomsnittsprisen for ett år skjuler i tillegg store svingninger innen hvert enkelt år. Dette skaper stor usikkerhet for aktørene i næringen i forhold til hvilke marginer en kan oppnå. Figur 8 på neste side viser prisutviklingen fra uke 1 i 2014 til og med uke 1 i 2015 for ulike vektclasser (NASDAQ Salmon Index, 2015). Gjennomsnittlig laksepris for alle vektclasser er uttrykt ved den svarte, tykke linjen i figuren. Denne viser at lakseprisen ved inngangen til 2014 var over 50 kr/kg, men at den i løpet av høsten sank til rundt 32 kr/kg, og holdt seg der i flere uker. Et slikt prisnivå vil kunne føre til at hele marginen blir spist opp av stadig økende produksjonskostnader. Mot slutten av 2014 steg imidlertid prisene igjen, og var ved inngangen til 2015 rundt 45 kr/kg. Tall hentet fra NASDAQ Salmon Index (2015) gir i perioden januar 2010 til og med desember 2014 en gjennomsnittlig laksepris på 27,08 kr/kg for vektclassen 1-2 kg. Prisen i vektclassen 4-5 kg var 35,48 kr/kg i samme periode. Oppdretterne oppnår følgelig en langt lavere pris per kg dersom de blir tvunget til å slakte ut deler av eller hele biomassen før optimalt slaktetidspunkt. Årsaken til dette er at laks med lav vektclassen blir sett på som et mindreverdig produkt av kjøperne.



Figur 8 - Prisutvikling for ulike vektklasser (NASDAQ Salmon Index, 2015)

3.1.4 Kostnadstrend og kostnadsstruktur

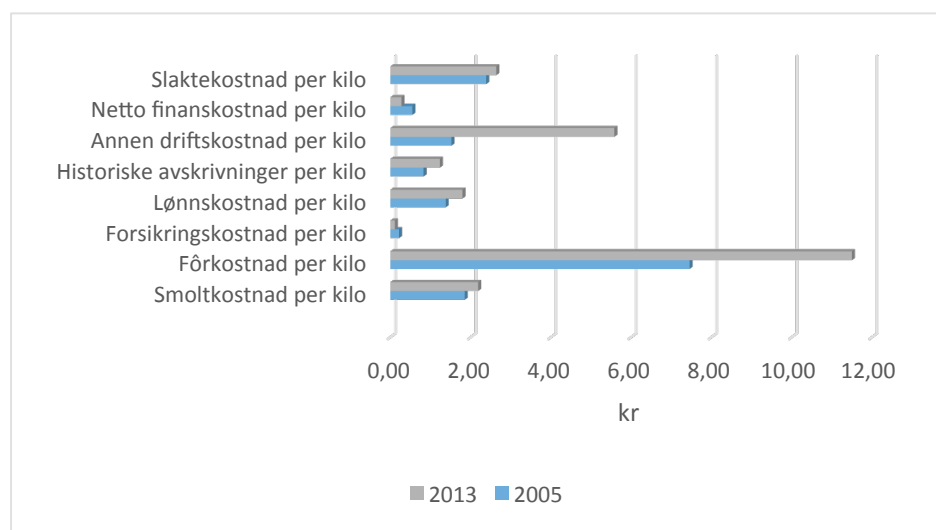
Innovasjon og effektivisering skal ha mye av æren for oppdrettsnæringens vekst de siste tiårene. Utvikling innen avlsarbeid, fiskefôr, fôringsutstyr, informasjonsteknologi og merder, har bidratt til økt vekstrate for laksen, lavere dødelighet, høyere produktkvalitet og lavere produksjonskostnader (Asche & Tveterås, 2011). Figur 9 illustrerer imidlertid at år 2005 markerer et vendepunkt, der kostnadene begynner å stige. Figuren viser utviklingen i gjennomsnittlig produksjonskostnad i rundvekt i perioden 1986 til 2013. Fra et bunnivå på 16,19 kr/kg i 2005, har kostnadene steget til 25,33 kr/kg i 2013 (Fiskeridirektoratet, 2014).



Figur 9 - Kostnadstrend i løpende priser 1986-2013 (Fiskeridirektoratet, 2014)

I en fersk bransjeanalyse med tittelen «Seafood: The best is past; cost eruption burning margins» skriver Nordea Markets at de forventer en ytterligere økning i kostnadsnivået. De har estimert en kostnad på 28,8 kr/kg i 2014 og en kostnad i 2015 på 31,6 kr/kg. Samtidig nedjusterer de forventningene til gjennomsnittlig prisnivå, noe som vil bety lavere marginer. Kostnadsøkningen i 2014 er i størst grad relatert til lusebekjempelse, til forskjell fra økningen for 2015 som ventes å være relatert til økte fôrpriser. Gjennomsnittlig produksjonskostnad de siste fem år er 26,02 kr/kg HOG (Giskeødegård & Tønnesen, 2015). I Nordeas rapport er beregningene for gjennomsnittlig produksjonskostnad basert på kostnad per kg sløydvekt, i motsetning til tallene hentet fra Fiskeridirektoratet som er i rundvekt. Dette innebærer at tallene i rapporten vil være noe inflatert sammenlignet med tallene fra Fiskeridirektoratet, nærmere bestemt med omtrent 10 %, ettersom 1 kg WFE (rundvekt) \approx 0,9 kg HOG (sløydvekt), jf. vedlegg 5.

Bakgrunnen for den negative trenden fra 2005 kan avdekkes ved å sammenligne kostnadene for 2005 med kostnadene for 2013. Figur 10 illustrerer at økningen hovedsakelig skyldes økte fôrkostnader og en økning i andre driftskostnader. Andre driftskostnader er en post som blant annet inkluderer lusebehandling. Fra å utgjøre 1,52 kr/kg i 2005 har den økt til 5,58 kr/kg i 2013, noe som innebærer en økning på 267 % (Fiskeridirektoratet, 2014).



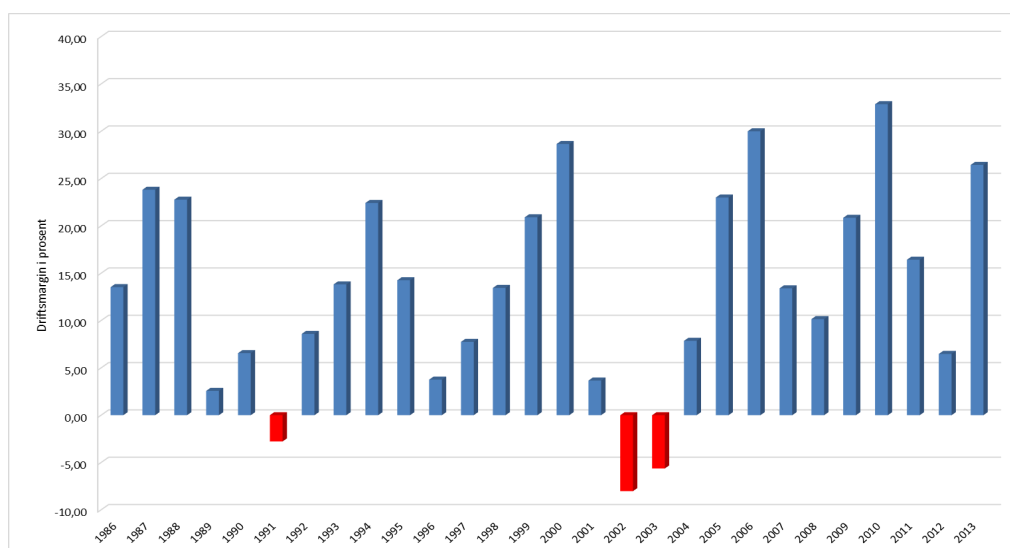
Figur 10 - Produksjonskostnader 2005 vs. 2013 (Fiskeridirektoratet, 2014)

Marine Harvest har estimert at de for fjerde kvartal i 2014 alene hadde kostnader relatert til lakselus på 117 millioner kr. Til sammenligning var kostnaden for samme periode i 2013 på 62 millioner kr (Nodland, 2015a). Dette tilsvarer nesten en dobling på ett år. Nøyaktig hvor

stor andel av andre driftskostnader lusebehandling utgjør, vil variere fra selskap til selskap og fra lokalitet til lokalitet. Ifølge Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse for 2013 utgjorde fiskehelse og miljø i snitt 18 % av produksjonskostnaden. Dette tilsvarer ca. 1 kr/kg. I noen regioner er det imidlertid registrert kostnader knyttet til behandling av lakselus helt opp i 5 kr/kg (Nærings- og fiskeridepartementet, 2015).

En nærmere analyse av produksjonskostnadene i figur 10 viser at kategorien annen driftskostnad har gått fra å utgjøre 9 % av de totale produksjonskostnadene i 2005 til å utgjøre 22 % i 2013. Fôrkostnaden er imidlertid størst, og utgjør nesten 50 % av produksjonskostnaden.

Hva har så denne utviklingen i kostnadsnivået hatt å si for lønnsomheten i bransjen? Figur 11 viser utviklingen i gjennomsnittlig driftsmargin i perioden 1986-2013, og vitner om en lønnsom bransje (Fiskeridirektoratet, 2014). Gjennomsnittlig driftsmargin i perioden 1988-2013 var på 13,1 %, og på hele 20 % perioden 2005-2013 (Nærings- og Fiskeridepartementet, 2015). Det er viktig å presisere at tallene, som er presentert over, er gjennomsnittstall, og kan variere mye mellom selskaper og regioner. Selv om ferske tall viser at 2014 var et gullår for næringen, er ikke dette representativt for alle lokaliteter. Eksempelvis hadde Lerøy Seafood Group i Hordaland ekstrakostnader knyttet til lakselus på minst 5 kr/kg i 2014. Fjerde kvartal var spesielt utfordrende med et nullresultat på en omsetning på 607 millioner kroner (Furuset, 2015b). Dette er med på å illustrere hvor store utfordringer lakselusen kan medføre.



Figur 11 - Utvikling i gjennomsnittlig driftsmargin 1986-2013 (Fiskeridirektoratet, 2014)

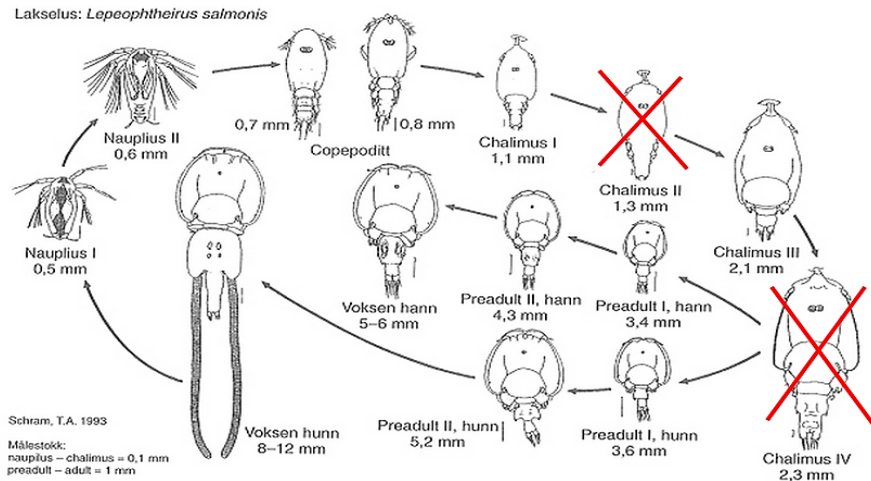
Det er imidlertid viktig at oppdretterne ikke lar de gode tidene bli en sovepute, men sørger for å ta hånd om den negative utviklingen i kostnadene, slik at de står bedre rustet til å møte en prisnedgang. Da gjelder det å være bevisst sine valg, også når det gjelder bekjempelse av lakselus. Biologiske utfordringer truer både laksen som merkevare, oppdretternes marginer og mulighetene for videre vekst i næringen, og den største utfordringen av dem alle er lakselusen.

3.2 Lakselusen

3.2.1 Om lakselusen

Lakselus er et lite krepsdyr som tilhører hoppekrepsfamilien, og er den vanligste parasitten på laksefisk (Havforskningsinstituttet, 2014). Den finnes naturlig i havområdene på den nordlige halvkule og ernærer seg på fiskens slim, skinn og blod. Når lusen fester seg til skinnet på laksen, kan den påføre sår som vil gi laksen problemer med saltbalansen. Samtidig øker det faren for infeksjoner. Fester det seg tilstrekkelig mange lus på fisken, kan det i ytterste konsekvens være dødelig (Fiskeri- og havbruksnæringens landsforening, 2009). Lakselusen er imidlertid avhengig av et liv i sjøvann og trives dårligere dess mindre saltinnhold det er i vannet. Dette innebærer at lusen vil dø etter en tid når den eksponeres for ferskvann, og at den da vil ramle av laksen når laksen går opp i elven for å gyte. Lakselusen er vertsspesifikk, og er i løpet av livsløpet avhengig av å finne seg en vert for å overleve (Havforskningsinstituttet, 2014). Det at den er vertsspesifikk innebærer at den lever og formerer seg på kun én art, i dette tilfellet laksefisk. Behandling med hydrogenperoksid har kun effekt i visse stadier av lusens livsløp, og det er derfor en fordel å være kjent med lusens biologi.

Før livsløpet beskrives, er det behov for en oppklaring. Lakselusen utvikler seg gjennom flere stadier, og vokser ved å skifte skall. Tidligere trodde en at lakselusen gjennomgikk ti slike vekststadier. Nyere forskning viser imidlertid at dette er feil, og at lakselusen bare skifter skall åtte ganger (Hamre et al., 2013). Resultatene fra forskningen viser at det bare er to Chalimus-stadier, mot den tidligere oppfatningen av at det eksisterte fire slike stadier. Selv om lusen riktignok vokser og utvikler noen forskjeller mellom stadiene, skifter den ikke skall mellom Chalimus I og II, eller mellom Chalimus III og IV. Det eksisterer dermed kun to slike stadier, nå kalt Chalimus I og Chalimus II (ibid.). Lakselusens livssyklus er illustrert i figur 12 på neste side.



Figur 12 - Lakselusens livssyklus⁶

Lakselusen blir til ved at de kjønnsmodne lusene parrer seg på selve fisken (Havforskningsinstituttet, 2013). Hunnlusen slipper så de befruktede eggene ned i to lange eggstrenger som henger ned fra lusen. Fra eggklekking og frem til lusen fester seg på fisken, går lusen gjennom de tre frittsvømmende stadiene Naupilius I og II og Copepoditt. I løpet av disse stadiene flyter den med vannmassene og kan spres over store områder. Lakselusen kan leve rundt 100 – 150 døgngader, før den må finne seg en vert eller dør. Ved en sjøtemperatur på 10 grader innebærer det at lusen må finne seg en vert før det er gått 10 -15 dager (ibid.). Det er i løpet av Copepoditt-stadiet at lusen finner og infiserer fisken (Veterinærinstituttet, 2015). I de neste stadiene, Chalimus I og II, er lusen festet til fiskehuden gjennom en tråd. Allerede her begynner den å ernære seg av fisken. Fasene Preadult I og II og Adult er de fasene hvor lusen beveger seg rundt på fisken og gjør størst skade. Hvor omfattende disse skadene blir, avhenger av fiskens størrelse, helsetilstand og antall lus som befinner seg på fisken (ibid.).

Livssyklusen til lakselusen påvirkes blant annet av sjøtemperaturen. Høy temperatur medfører en reduksjon i tiden fra lusen klekker til den er kjønnsmoden. Dette innebærer at det blir økt lusepress når det er varmt i sjøen, og mindre når det er kaldt (Havforskningsinstituttet, 2014).

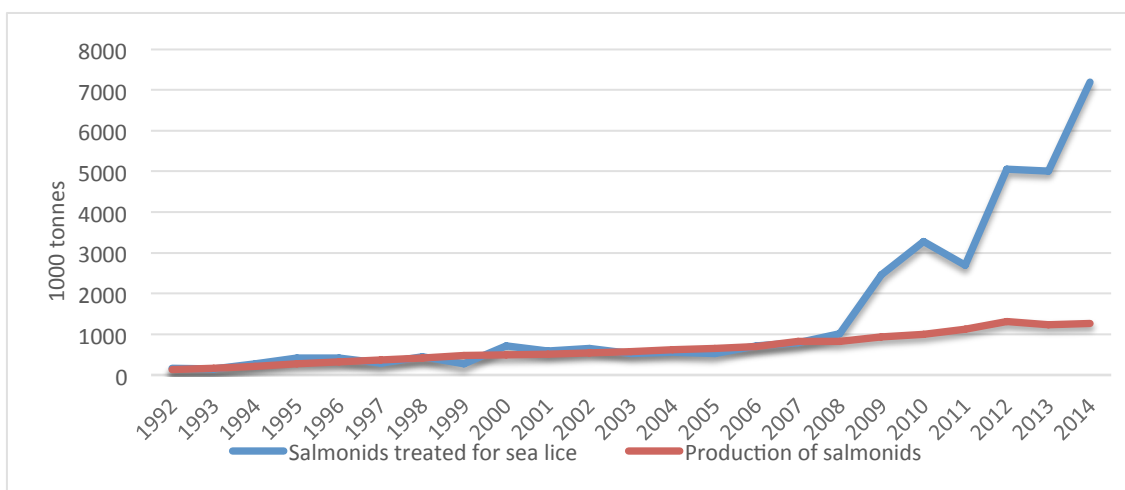
3.2.2 Lusesituasjonen i norsk oppdrettsnæring

Lakselusen er en helt naturlig parasitt som har levd på vill laksefisk til alle tider (Havforskningsinstituttet, 2013). Veksten i norsk oppdrettsnæring de siste årene har imidlertid

⁶ Modifisert figur etter samtaler med Tor Einar Horsberg ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

ført til at antallet oppdrettsfisk langs Norskekysten har økt betydelig. Økte mengder fisk i sjøen er synonymt med at antallet verter for lakselusen øker. Denne utviklingen gjør at også lusepresset øker, og at arbeidet med å begrense lusemengdene i sjøen blir desto viktigere. Økosystemet er kommet i en ubalanse, hvor en risikerer at antallet lakselus i sjøen blir større enn det de ville fiskebestandene kan tåle (ibid.). Oppdrettsnæringen er viktig for norsk økonomi, men Norge har også viktige villaksstammer. Det er derfor viktig å ivareta både oppdrettsnæringen og villaksstammen etter beste evne.

I tillegg til de skadene lusen påfører fisken ved å ernære seg av den, påfører den oppdrettsnæringen betydelige kostnader i form av behandlingsutgifter og redusert tilvekst. (Skretting, 2010). Lus er derfor en av de viktigste tapsårsakene i norsk lakseoppdrett.



Figur 13 - Behandling vs. produksjon⁷

Figur 13 viser at det fra 2008 blir behandlet mer tonn fisk for lakselus enn det som produseres. Økningen i bruk av medikamenter skyldes flere faktorer. For det første har antallet fisk i sjøen økt, noe som øker antallet verter for lakselusen. Dette bidrar til at lusen kan formere seg i mye større grad, sammenlignet med om det var færre fisk i sjøen. En annen årsak er at lusen har utviklet nedsatt følsomhet og resistens mot flere legemidler. Dette betyr at effekten av behandlingen er redusert. Mindre effekt medfører flere behandlinger og økte doser. Samtidig har myndighetene stadig stilt strengere krav, noe som har medført at oppdretterne tvinges til å behandle oftere. En siste årsak er at det i større grad benyttes kombinasjonsbehandlinger, noe som betyr at to eller flere legemidler benyttes sammen. På denne måten øker mengden legemidler for hver behandling.

⁷ Mottatt gjennom personlig kommunikasjon med Tor Einar Horsberg

Bruken av hydrogenperoksid har hatt en eksplosiv økning, og bare de to siste årene har bruken mer enn tidoblet seg. Dette skyldes mye av de samme årsakene diskutert i tilknytning til figur 13. Hydrogenperoksid brukes imidlertid også til å behandle Amoebic Gill Disease (AGD), som er en amøbegjellesykdom (Veterinærinstituttet, 2015). Denne sykdommen kan kun behandles med ferskvann og hydrogenperoksid, og siden det foreløpig mangler effektive metoder for å behandle med ferskvann, er det i hovedsak hydrogenperoksid som benyttes.

Amøben tåler ikke de samme konsentrasjonene som lakselusen, noe som innebærer at en del oppdrettere benytter svakere konsentrasjoner når de behandler for AGD. Dette vil imidlertid føre til at lakselusen blir enda sterkere og utvikler resistens, siden de lave konsentrasjonene ikke vil ta livet av lusen. Derfor argumenteres det for at en bør behandle med full dose for å «slå to fluer i en smekk» (Berge, 2015a). Dette kan imidlertid by på andre utfordringer. AGD fører til at laksen svekkes, noe som gjør at den ikke tåler like røff behandling som om den hadde vært helt frisk. Dersom en benytter sterke doser på laks som er svekket av gjellessykdommen, kan en i verste fall ta livet av fisken. Dette illustrerer ett av mange vanskelige valg oppdretterne står overfor. Selv om økningen i bruk av hydrogen-peroksid i hovedsak skyldes forhold knyttet til lakselusen, er det også andre forhold som har bidratt til økningen. Tabell 2 viser utviklingen i bruk av hydrogenperoksid de siste seks år. Det går frem av tabellen at det har vært en markant økning i bruken av legemiddelet.

Tabell 2 - Utvikling i bruk av hydrogenperoksid (Folkehelseinstituttet, 2015)

Utvikling i bruk av hydrogenperoksid i oppdrettsnæringen (Antall tonn)					
2009	2010	2011	2012	2013	2014
308	3 071	3 144	2 538	8 262	31 577

Lusepåslag kan påvirke oppdrettsfiskens helsetilstand og vekst, og dermed også verdiskapningen i havbruket. Det å holde lusenivået i anleggene lavest mulig er derfor noe som også vil være i oppdretternes interesse. Dette er ikke nødvendigvis en enkel oppgave. En stadig økende utfordring er at en opplever redusert effekt av de tiltakene en har til rådighet når det gjelder å bekjempe lakselusen.

3.2.3 Resistensproblemet

Resistens kan defineres som *«mangelfull behandlingseffekt som skyldes at deler av eller hele den aktuelle lakselusepopulasjonen har arvbar nedsatt følsomhet for det farmasøytiske*

virkestoff som benyttes, slik at deler av eller hele populasjonen kan overleve en dose legemiddel som er dødelig for majoriteten av individene i en normalt følsom populasjon» (Forskrift om lakselusbekjempelse, 2012).

For bare noen få år tilbake var aktørene i næringen av den oppfatning at lakselusen ikke ville bli resistent mot behandling med hydrogenperoksid. Realiteten ble en helt annen. På få år har lakselusen utviklet nedsatt følsomhet også mot dette virkemiddelet, noe som har skjedd mye raskere enn næringen forventet (Berglihn, 2014a). Forsøk viser at dette er i ferd med å bli et stort problem for næringen. I et bioassay ble et lite antall lakselus utsatt for forskjellige konsentrasjoner av hydrogenperoksid i 30 minutter. Gjennomsnittlig prosentandel som ble slått ut, men våknet til live igjen i løpet av 24 timer, var på hele 60 %. Så sant lakselusen ikke destrueres, er det dermed mulig at den «kvikner til» igjen og kan finne seg en ny vert. Resultatene fra dette bioassayet finner leseren i vedlegg 1. Forsøket understreker at resistens er et reelt problem, noe som også bekreftes fra praksis der administrerende direktør i Marine Harvest, Alf Helge Aarskog, tidligere har uttalt at:

«Vi har mange steder der vi har resistensproblemer. Der slakter vi ut fisk på to og tre kilo. Det er forferdelig. Lakselus er det som holder oss våken om natten» (Berge, 2015b).

Sannsynligheten for at lakselusen utvikler nedsatt følsomhet og resistens mot enkelte avlusningsmidler øker ved feilbehandling. Slik feilbehandling er knyttet til hyppig bruk av samme avlusningsmiddel og bruk av for lave doser, slik at lusen overlever behandlingen (Mattilsynet, 2012a). På den andre siden vil for store doser kunne ta livet av fisken. Riktig bruk er derfor helt avgjørende for effektiv behandling.

3.2.4 Myndighetenes rolle i lakselusbekjempelsen

Det kreves tillatelse fra myndighetene for å drive med lakseoppdrett. Oppdrettsnæringen er en strengt regulert næring, hvor myndighetene setter klare rammer for drift. Veksten i næringen har helt siden 1970-tallet blitt regulert ut i fra ulike hensyn. Tidligere var blant annet distriktpolitikk, næringsstruktur og markedshensyn av stor betydning for hvordan næringen skulle vokse. De siste årene har imidlertid hensynet til miljø og fiskevelferd blitt stadig viktigere (Norsk Fiskerinæring, 2014).

Myndighetene ser på utfordringene knyttet til lakselus som så alvorlig at de har satt en rekke krav til oppdretterne, nedfelt i en egen forskrift om lakselusbekjempelse. Formålet med denne forskriften er å *«reduere forekomsten av lakselus slik at skadevirkningene på fisk i*

akvakulturanlegg og i viltlevende bestander av laksefisk minimaliseres, samt redusere og bekjempe resistensutvikling hos lakselus» (Forskrift om lakselusbekjempelse, 2012). Noen av de mest sentrale elementene i forskriften vil diskuteres nærmere i det følgende.

Som følge av hunnlusens reproduksjonsevne, er det mengden av voksne hunnlus i anleggene som skaper størst bekymring. Lakselusforskriften tillater maks 0,5 voksne hunnlus per fisk. Før den nye lakselusforskriften trådte i kraft 1. januar 2013, var grensen på 0,5 voksne hunnlus en tiltaksgrense, noe som innebar at oppdretterne kunne vente med å iverksette tiltak til grensen var overskredet. De nye reglene innebærer imidlertid at det til enhver tid skal være under 0,5 voksne hunnlus i anleggene. Hensikten med overgangen fra en tiltaksgrense til en maksgrense er at oppdretterne nå må jobbe mer forebyggende for å holde lusetallene nede (Mattilsynet, 2012b).

Lakselusforskriften inneholder også en bestemmelse om samordnet avlusning om våren (Forskrift om lusebekjempelse, 2012). Denne avlusningen sees på som spesielt viktig av hensyn til utvandrende villakssmolt. Av den grunn er grensen for lakselus satt til 0,1 voksne hunnlus per fisk. Avlusning er ikke nødvendig dersom en befinner seg under denne grensen. Dersom lusenivået overstiger denne grensen, skal kjemisk eller mekanisk behandling gjennomføres. Grensen på 0,1 hunnlus per fisk anses å være svært streng, og mange mener denne grensen er for lav. Ifølge Havforskningsinstituttet har færre enn ni prosent av alle lokaliteter klart å holde seg under en slik grense fra 2010 til 2013. Mange ser derfor på grensene som urealistiske (Alexandersen, 2015). Tor Einar Horsberg mener at de strenge grensene tvinger oppdretterne til å behandle unødige mye, og at dette til dels er skyld i resistensutviklingen (Nodland, 2015b). Mattilsynet innrømmet i 2015 at lave lusenivåer har vært prioritert foran risikoen for resistensutvikling. Dette ønsker de imidlertid å gjøre noe med, og har derfor åpnet for bruk av ikke-medikamentelle metoder for å opprettholde allerede lave nivåer av lus i våravlusningsperioden (Mattilsynet, 2015a).

I forskriften stilles det krav om at det skal telles lakselus hver uke dersom sjøtemperaturen er over 10 °C og annenhver uke dersom temperaturen er 4-10 °C. Det stilles imidlertid ikke krav til telling dersom temperaturen er lavere enn 4 °C (Forskrift om lakselusbekjempelse, 2012). Telling av lakselus er basert på stikkprøver fra enkeltmerder. I perioden 1. juni - 31. januar skal det telles lakselus på minst 10 tilfeldig valgte fisk fra alle de utvalgte merdene hos lokaliteten ved hver telling. I perioden 1. februar - 31. mai skal det telles lakselus på minst 20

tilfeldig valgte fisk fra de utvalgte merdene. Fisken må derfor fanges på en måte som gjør at tellingen baseres på et representativt utvalg fisk (ibid).

Lusetall rapporteres ukentlig til Mattilsynet. Det er Mattilsynets oppgave å føre tilsyn med at oppdretterne holder lakselusnivået under grensen i oppdrettsanleggene, og at bestemmelsene i lakselusforskriften overholdes (Mattilsynet, 2014). Mattilsynet skisserte derfor i fjor høst tre satsingsområder i kampen mot lakselusen. Dette innebar forsterket tilsyn med legemiddelbruk, økt tilsyn med internkontrollen på selskapsnivå og reduksjon i produksjonsvolum hos lokaliteter som ikke har kontroll med nivået på lakselus i anleggene sine. Dette ble sett på som nødvendig, da det har vært en eksplosiv økning i bruk av legemidler, spesielt hydrogenperoksid, og fordi mange oppdrettere fortsatt oppfattet lusegrensen som en tiltaksgrense og ikke maksgrense (ibid).

Brudd på forskriften kan få store konsekvenser for den enkelte oppdretter. Tidligere i år ble det avsagt en historisk dom om miljøkriminalitet i oppdrettsnæringen (Nationen, 2015). Mattilsynet anmeldte i 2011 Grieg Seafood Finnmark for uriktig rapportering til myndighetene. På bakgrunn av lakserømninger og brudd på internkontroller, ble selskapet ilagt en bot på 2,3 millioner kroner. Selskapet vedtok boten høsten 2013. Samtidig ble produksjonssjefen anmeldt for feilrapportering knyttet til telling av lakselus og fisketetthet, forhold som hun senere tilsto (Mortensen, 2014). Etter en lang behandling i rettssystemet, avgjorde Høyesterett i år at kvinnen dømmes til 60 dagers fengsel, hvorav 30 dager gjøres betinget (Berglihn, 2015a). I mars i år meldte Mattilsynet nok en oppdretter til politiet, denne gang i Sogn og Fjordane, etter manglende samsvar mellom lusetallene selskapet har registrert i sine egne system og de tallene som er innrapportert til Mattilsynet (Svanes, 2015). Det er også flere tilfeller hvor Mattilsynet har beordret tvangsslakt av fisk, grunnet for høye lusenivå i anleggene (Berge, 2015c). Dette illustrerer hvor alvorlig tilsynsmyndighetene ser på lakselusutfordringen.

Tidligere i år la regjeringen frem en stortingsmelding med tittelen «Forutsigbar og miljømessig bærekraftig vekst i oppdrettsnæringen». Målet med meldingen, også omtalt som Havbruksmeldingen, er at næringen skal vite hvilke kriterier som ligger til grunn for vekst, og hvor ofte vekst skal vurderes (Nærings- og Fiskeridepartementet, 2015). Dette skal gi forutsigbarhet for aktørene i næringen. Videre skal dette skje på en miljømessig bærekraftig måte, ved at det er miljøindikatorer som styrer vekstvurderingene. Tidligere har vekst i næringen blitt gitt basert på vekslende kriterier fra myndighetene, noe som har gitt uklare

signaler om vilkårene for vekst (ibid). Det er dermed et ønske fra både næringen og myndighetene at denne usikkerheten skal bort.

Regjeringen foreslår at kapasitetsendringer skal knyttes til en handlingsregel som bygger på et modulbasert system med miljøindikatorer og produksjonsområder. Dette systemet følger trafikklysmodellen, og innebærer at næringens produksjonskapasitet bør øke i områder med liten påvirkning på miljøet, fryses i områder med moderat påvirkning og reduseres i områder med uakseptabel påvirkning (Nærings- og Fiskeridepartementet, 2015). Her illustrerer en økning, frysing eller reduksjon henholdsvis grønt, gult eller rødt lys. Miljøindikatorer og produksjonsområder er to nøkkelord i det nye systemet, og diskuteres nærmere i det følgende.

Regjeringen vektlegger at miljøindikatoren har god korrelasjon med produksjonskapasiteten i et område. Endringer i produksjonskapasiteten i sjøen skal henge sammen med miljøpåvirkningen i området, både ved økninger og reduksjoner i produksjonen. Regjeringen argumenterer for at det er et godt samsvar mellom mengden oppdrettsfisk i sjøen, nivå av lakselus i anleggene og hvor stor påvirkning lakselusen har på ville laksebestander. Lakselus anses derfor som en egnet miljøindikator, og det er dermed nivået på lakselus innen et produksjonsområde som avgjør vekstmulighetene. Den potensielle veksten er på 6 %, og skal vurderes annethvert år (Nærings- og Fiskeridepartementet, 2014).

For å kunne innføre et indikatorbasert system, er det en forutsetning at det finnes et geografisk område der miljøpåvirkningene kan måles. Havforskningsinstituttet har delt inn norskekysten i 11-13 produksjonsområder som de mener påvirker hverandre i begrenset grad. Det er miljøstatusen i disse produksjonsområdene som skal avgjøre om næringens produksjonskapasitet skal endres eller ikke, og ikke statusen hos den enkelte lokalitet. Bakgrunnen for en slik inndeling er at lokaliteter innen et gitt område alltid vil påvirke hverandre. Selv om den enkelte lokalitet drives innenfor akseptable rammer isolert sett, kan likevel den samlede miljøbelastningen i området være uakseptabel. Næringen skal derfor forvaltes basert på hva som kan aksepteres av miljøpåvirkning i et definert område (Nærings- og Fiskeridepartementet, 2015).

Av stortingsmeldingen går det frem at regjeringen også vil tilby en engangsutlysning i 2015 for allerede etablerte oppdrettere, tilsvarende en produksjonsøkning på fem prosent (IntraFish, 2015). Denne engangsutlysningen gis imidlertid på strenge miljømessige vilkår. For å kunne benytte seg av dette tilbudet, krever regjeringen en lusegrense på i snitt 0,1 voksne hunnlus

per fisk og et vederlag på 1 million kroner, hvorav halvparten går til kommunene. Lusegrensen på 0,1 må overholdes med maksimalt to medikamentelle behandlinger per produksjonssyklus, noe regjeringen håper vil bidra til å redusere resistensutviklingen mot medikamentene. Lusegrensen gjelder for hele konsesjonen der det blir gitt vekst (ibid).

En del av forslagene har allerede møtt sterk kritikk. Signaler fra næringen er at lusekravene er for tøffe, noe som innebærer at de i liten grad vil benytte seg av tilbudet om vekst (Berge, 2015d). I tillegg kritiseres det at tillatelser skal bli gitt basert på produksjonsområder, noe mange ser på som en kollektiv avstraffelse, da et anlegg uten luseproblemer vil kunne nektes vekst dersom naboanlegget har mye lus (Furuset, 2015c).

Stortingets næringskomité avga sin innstilling til stortingsmeldingen mandag 08. juni 2015. Innstillingen gir uttrykk for en bred politisk enighet om hovedpunktene i meldingen. Likevel slår komiteen fast at det er for mange usikre forhold til at den nye modellen kan etableres på det nåværende tidspunkt. Komiteen kommer videre med en rekke tilrådninger til regjeringen, der den mest aktuelle for denne studien er knyttet til resistensproblemet (Næringskomiteen, 2015).

«Komiteen er redd for at den utstrakte legemiddelbruken kan forårsake resistens mot medikamentene som brukes. [...] Komiteen peker på at både næringen og myndighetene har et felles mål om at medikamentelle behandlinger skal begrenses, og at det i dag pågår stor FoU-aktivitet knyttet til utvikling av ikke-medikamentelle metoder mot lakselus. [...] Ingen oppdrettere bør ha så omfattende medisinerer, med samme medikament så mange ganger, at det utvikles resistens for de medikamentene som brukes. [...] Komiteen understreker viktigheten av at oppdrettere tar i bruk ikke-medikamentelle metoder i så stort omfang som mulig» (Næringskomiteen, 2015, s. 13-14).

På bakgrunn av argumentasjonen ovenfor har Stortinget bedt regjeringen legge frem en handlingsplan mot resistens. Selv om innføringen av regjeringens modell lar vente på seg, er det bred politisk enighet om at miljøhensyn er det klart viktigste vurderingskriteriet i forhold til om vekst skal tilbys eller ikke. Dette innebærer at markedshensyn eller andre hensyn, som distriktpolitikk, normalt ikke skal tillegges vekt i myndighetenes vurdering. Det er dermed lusenivået som skal være dimensjonerende for veksten i Norges nest største eksportnæring. Det store spørsmålet blir dermed hva som kan gjøres i denne sammenheng for å løse utfordringene relatert til lakselusen.

3.3 Tiltak mot lakselus

Tildeling av nye konsesjoner og vekst i næringen fordrer at det kommer gode løsninger på lakselusproblemet. Det legges derfor ned betydelige ressurser i forskning og utvikling. Som et resultat er det utviklet en rekke forebyggende og akutte metoder for avlusning. Tiltak mot lakselus deles gjerne inn i to kategorier: medikamentelle tiltak og ikke-medikamentelle tiltak.

3.3.1 Medikamentelle tiltak

Bruken av legemidler i oppdrettsnæringen er strengt regulert. Oppdretterne kan kun benytte legemidler som er godkjent av Statens Legemiddelverk, og resepter må skrives ut av autoriserte veterinærer og fiskehelsebiologer. Det stilles også strenge krav til å overholde tilbakeholdelsestiden, som er tiden det skal gå mellom medisiner og slakting av oppdrettsfisken. Dette skal sikre at fisken ikke inneholder skadelige stoffer som kan overføres til forbrukeren (Mattilsynet, 2015b). Bruk av legemidler beskrives gjerne som akutte tiltak, da de fleste kun har effekt i behandlingsøyeblikket. Medikamentene kan tilsettes fôret eller vannet som laksen oppholder seg i. I denne studien er imidlertid hovedfokuset behandling ved bruk av hydrogenperoksid, som er et medikamentelt tiltak benyttet av oppdrettsnæringen for lakselusbekjempelse.

Badebehandling ved bruk av hydrogenperoksid

Hydrogenperoksid (H_2O_2) er et vanlig desinfeksjonsmiddel, som blant annet brukes i landbruket, husholdninger og industrien. Virkestoffet benyttes imidlertid også til avlusning og behandling av AGD i presenning og i brønnbåt. Det er et sterkt oksiderende stoff, og forårsaker interne strukturforstyrrelser hos lusene, noe som gjør at den løsner fra fisken eller dør. Det gir imidlertid kun effekt på de bevegelige stadiene av lakselusen. Ved lave sjøtemperaturer er nedbrytningstiden av stoffet lang, og motsatt kort ved høye temperaturer. Dette betyr at konsentrasjonen må være høyere ved lave temperaturer enn ved høye temperaturer. Stoffet regnes for å være miljøvennlig, da det spaltes til oksygen og vann i løpet av timer eller dager, avhengig av temperatur. En rekke rekefiskere hevder imidlertid at stoffet ødelegger rekebestandene. Det forskes derfor nå på effekten av hydrogenperoksid, og om det er så miljøvennlig som først antatt (Berglihn, 2014b).

En skal være varsom med å behandle med hydrogenperoksid ved sjøtemperaturer over 14 grader, da dette kan ha en toksisk effekt på fisken. Som en følge av at hydrogenperoksid er et kraftig virkestoff må det behandles med forsiktighet, både fra personell og i forhold til fisken.

Ved behandling vil det alltid være en mulighet for at noe kan gå galt, og dette kan skyldes både menneskelig svikt og utstyret. Eksempler på dette kan være personskader, feilmålinger knyttet til tilførsel av oksygen og dosering, skade på merd eller bruk av feil utstyr. Eksempelvis mistet en lokalitet 50 tonn fisk under årets våravlusning, som en følge at det ble benyttet feil størrelse på presenningen. Behandling ved bruk av hydrogenperoksid kan enten gjennomføres i brønnbåt eller i presenning.

Behandling i brønnbåt⁸

En brønnbåt er et fraktefartøy hvis hovedoppgave er transport av slaktefisk fra sjølokalitet til slakteri. Den utfører imidlertid også annet viktig arbeid som parasittbehandling og transport av smolt. Fordelingen av de ulike virkeområdene kan grovt deles i 60 % transport av slaktefisk, 30 % parasittbehandling og 10 % transport av smolt. Brønnbåtflåten består av både små og store båter, der lastekapasiteten varierer fra 650 m³ til 4 500 m³ når det gjelder hydrogenperoksidbehandling. Tiden det tar å behandle én merd er derfor avhengig av fiskens størrelse på avlusningstidspunktet og brønnbåtens lastekapasitet. Videre vil værforhold og erfaring være avgjørende for tidsbruken.

Det er generelt underkapasitet på brønnbåter, særlig for båter med stor lastekapasitet. Når det gjelder badebehandling mot lus, er det i oppdretternes interesse å leie båter med kapasitet til å tømme hele merden på kortest mulig tid. Eksempelvis er en brønnbåt på 4 500 m³ klart mer effektiv enn en båt på 650 m³, da den kan behandle mer fisk i én omgang. Videre er de fleste store brønnbåter utlånt på faste kontrakter, og på denne måten vil de være prioritet for det aktuelle oppdrettsselskapet den tilhører. Det er kostbart å leie brønnbåt, men konsekvensene av å være uten kan bli langt større dersom behovet melder seg. Dette favoriserer de store oppdretterne med tilstrekkelig kapital til å leie båter på faste kontrakter, og som dermed er sikret båt ved behov.

En stor fordel ved avlusning i brønnbåt er at både biomassen⁹ og størrelsen på brønnene er kjent, og dermed er også behandlingsvolumet kjent. Dette innebærer at doseringen av virkestoffet kan beregnes nøyaktig, noe som reduserer risikoen for under- og overdosering. Riktig dosering bidrar til å hindre både resistensutvikling og død. På den annen side må som regel én merd behandles i flere etapper som følge av brønnbåtens gitte lastekapasitet, noe som gjør det til en tidkrevende operasjon. Videre kan svikt i rengjøring og mangelfull desinfeksjon utgjøre en smitterisiko ettersom båtene alternerer mellom flere anlegg.

⁸ Dette delkapittelet er i sin helhet basert på personlig kommunikasjon med brønnbåtrederier og oppdrettere

⁹ Biomassen måles ved hjelp av fisketellere som måler antall fisk og fiskens vekt

Ved avlusning i brønnbåt pumpes fisken fra merden og over i brønnbåten. For å utføre denne operasjonen, er en avhengig av å tvinge fisken mot den siden av merden som brønnbåten ligger på. Dette gjøres ved hjelp av en kastenot, også kalt orkast. Fisken trenges da sammen mot ønsket side av merden, der et pumpesystem basert på undertrykk fører fisken over i båten. En slik prosess fører til økt stress for fisken og redusert oksygentilgang per fisk. Det er denne trengingen, og ikke selve pumpingen, som gir størst påkjenning for fisken. Det er derfor viktig at lastingen skjer raskt, slik at fisken utsettes for minst mulig stress. For at fisken skal være godt rustet mot dette stresset, sultes den noen dager før behandling. Dette behandles mer inngående i delkapittel 5.1.4.

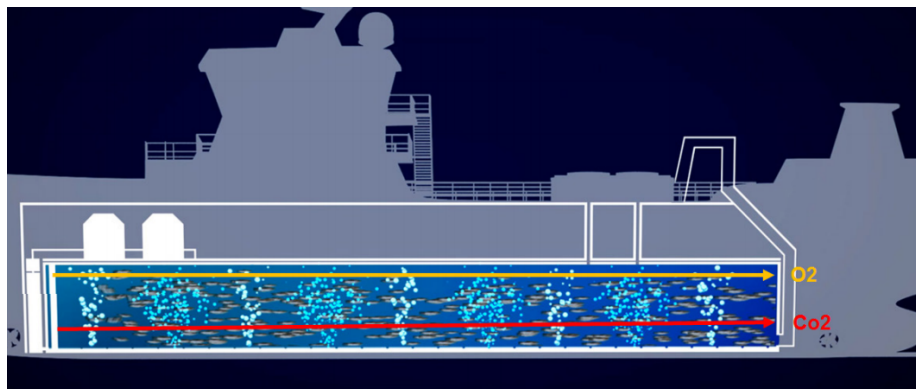
Når fisken er blitt lastet inn i båten går skipet mot anvist område, også kalt droppsoner. Dette er et område hvor det anses å være forsvarlig å tømme behandlingsvannet. Droppsonene fastsettes på bakgrunn av strømmålinger i sjøen og avstand til oppdrettsanlegget og naboanlegg. Dette har sammenheng med at lusen ikke skal ha muligheten til å svømme eller flyte tilbake til anlegget eller til andre anlegg i nærheten. Således reduseres risikoen for påslag i etterkant av behandlingen. Videre unngår en at rester av virkemiddelet kommer i kontakt med fisk på anlegget, og en unngår dermed fare for resistensutvikling.

Når båten nærmer seg droppsonen, tilsettes hydrogenperoksid i brønnen. Dette er illustrert i figur 14 på neste side. Dosering og holdetid bestemmes ut fra veiledende tabeller, og i samråd med veterinær. Om bord i brønnbåten er det montert avansert utstyr som overvåker alle aspekter ved behandlingen. Ved hjelp av disse vil temperatur, oksygen- og hydrogenperoksidnivå hele tiden være under overvåking av personell om bord. Behandlingsvannet skal skiftes ut så snart holdetiden er nådd, der holdetiden er antall minutter fisken skal bade i behandlingsvannet. Det betyr at dersom holdetiden er fastsatt til et sted mellom 20 og 30 minutter, så skal avstand til droppsoner være mellom 20 og 30 minutter når stoffet tilsettes i brønnen.

Så snart behandlingsvannet er byttet ut med friskt vann, går båten tilbake til anlegget. De nyeste båtene har imidlertid lusefilter¹⁰, noe som innebærer at lusen fanges opp og destrueres på selve lokaliteten. En unngår således å dra til de nevnte droppsonene for å tømme behandlingsvannet. Under lossing av fisken skyves fisken mot en åpning i brønnen der losseslangen er. Dette skjer ved at vann pumpes inn i båten slik at det skapes overtrykk.

¹⁰ Lusefilteret er et UV-filter på 150 micron som blant annet benyttes til oppsamling av lus. Dette fanger opp alle stadier av lakselusen.

Samtidig kjøres skyveskottet mot åpningen, og fisken pumpes over i merden igjen. Hele prosessen knyttet til én last tar tre til fem timer. Dette vil variere i forhold til størrelse på brønnbåt, størrelse på biomasse og erfaringen til de som gjennomfører behandlingen.



Figur 14 - Avlusning i brønnbåt¹¹

Som en følge av at kapasiteten på store brønnbåter er begrenset, og at det kan ta lang tid å behandle én merd, er det ikke alle som har mulighet eller som ønsker å benytte seg av brønnbåt. Videre er det noen ganger behov for akutte avlusninger. Da er det ikke alltid det vil være brønnbåter tilgjengelig på kort varsel. Et alternativ er derfor å behandle i presenning.

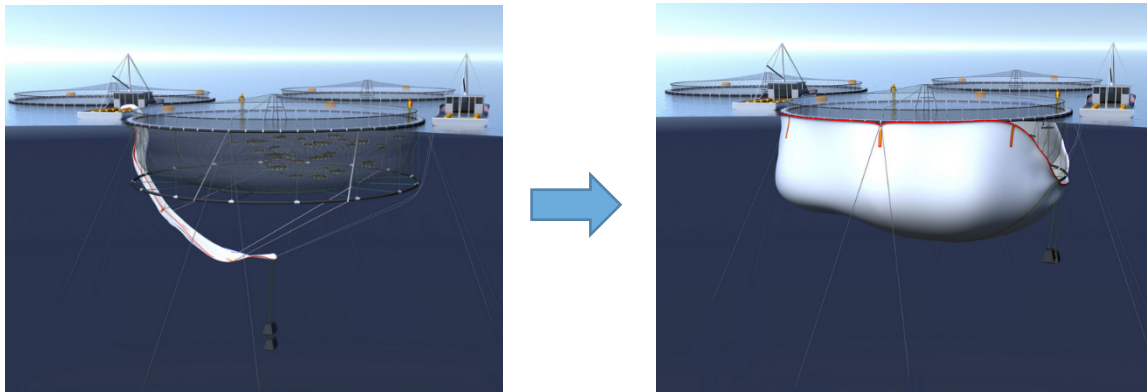
Behandling i presenning

Avlusning i presenning utføres ved at hele noten dekkes av en presenning. Dette er illustrert i figur 15 på neste side. Deretter tilsettes hydrogenperoksid, hvor doseringen er bestemt ut fra behandlingsvolum, temperatur og fiskens generelle helse. Selv om hydrogenperoksid oksiderer og blir spaltet til rent oksygen og vann, vil en måtte tilføre oksygen i merden i begynnelsen av prosessen og ha jevnlig kontroll utover i behandlingen. Dette skyldes økt forbruk av oksygen hos fisken når den blir stresset, samt at fisken befinner seg i en lukket presenning hvor vannet ikke skiftes ut. Ved bruk av måleinstrumenter er en hele tiden oppdatert på oksygennivå, fiskens atferd og konsentrasjon av H_2O_2 i vannet. I likhet med brønnbåt fører denne påkjenningen til at fisken sultes noen dager før behandling.

Til en slik operasjon brukes det normalt fire arbeidsbåter, én ved hver 90°, og minimum åtte mann. Etter behandling slippes presenningen fri fra merden, og en av båtene trekker denne inn. En annen båt bruker propellkraft medstrøms for å gi rask utskifting av vannet i merden. Dette gjøres for å unngå at fisken eksponeres mot stoffet for lenge, da dette kan være skadelig for fisken. Hele prosessen tar to til fire timer (Lusedata, 2013).

¹¹ Mottatt gjennom personlig kommunikasjon med Sølvtrans AS

Den største fordelen knyttet til avlusning i presenning er at en kan behandle hele merden i én operasjon. Dette medfører imidlertid en betydelig større risiko dersom noe skulle gå galt under behandlingen. Videre er det større begrensninger i forhold til når en kan behandle som følge av eksterne faktorer som vær, vind og strømretning. Mengden hydrogenperoksid som går med til en behandling er vesentlig større sammenlignet med brønnbåt, noe som gjør behandlingen kostbar. Selv om stoffet fortsatt regnes for å være miljøvennlig, er det stor usikkerhet til hvordan store mengder påvirker miljøet rundt.



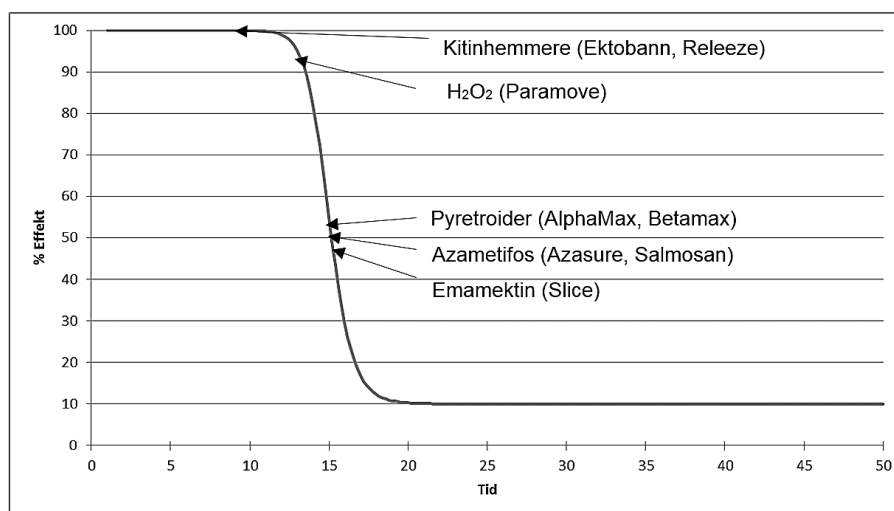
Figur 15 - Avlusning i presenning (Botngaard, 2015)

Fremstillingen ovenfor er basert på generelle veiledere. Det presiseres at det er variasjoner ut i fra hvordan ulike lokaliteter velger å operere. I kapittel 5 vil de ulike aspektene ved behandlingsmetodene gjennomgås mer i detalj, idet inntekter og kostnader som kan relateres til avlusningene analyseres.

Andre medikamentelle metoder

Slice, *Ektobann* og *Releeze* er navnene på de tre mest brukte medikamentene som tilsettes føret til fisken. De to sistnevnte er effektiv mot lakselusen, men er dessverre også effektiv mot andre skalldyr, som krabbe og hummer, og anses derfor som lite miljøvennlig. *Slice* er det eneste av førene med langvarig effekt, men som følge av resistensutvikling anses dette virkemiddelet som lite effektivt mange steder. *AlphaMax*, *Betamax* og *Salmosan* er, sammen med hydrogenperoksid, de fire mest brukte medikamentene som benyttes til medikamentelle badebehandlinger. De tre førstnevnte har alle nedsatt effekt som følge av at lakselusen har utviklet nedsatt følsomhet og resistens mot virkestoffene. Selv om hydrogenperoksid er hovedfokuset i denne studien, er innsikt i de andre metodene avgjørende for en helhetlig forståelse av hydrogenperoksidens rolle i lakselusbekjempelsen, både nå og i fremtiden. For ytterligere innsikt i de andre medikamentelle tiltakene henvises leseren til vedlegg 2.

De medikamentelle tiltakene, både ved fôr og badebehandling, preges av store utfordringer knyttet til resistens. Per i dag er det fôrene Ektobann og Releeze, samt badebehandlingsmiddelet hydrogenperoksid som har størst effekt. Det er viktig å presisere at det her er store regionale forskjeller. Eksempelvis kan AlphaMax ha god effekt noen steder, og ingen effekt andre steder. Figur 16 nedenfor gir et grovt estimat på hvilken effekt de ulike virkemidlene har på lusen, basert på funn fra hele norskekysten. Således representerer tallene et snitt for Norge.



Figur 16 - Resistensutvikling¹²

For å motvirke utvikling av resistens unngår en gjerne å behandle fisken med det samme legemiddelet to ganger på rad, og en roterer derfor mellom midlene (Intrafish, 2012). Noen steder er imidlertid hydrogenperoksid det eneste middelet med tilstrekkelig effekt, noe som gjør slike rotasjonsbehandlinger vanskelig.

3.3.2 Ikke-medikamentelle tiltak

Et alternativ til de kjemiske behandlingsmetodene er bruk av ikke-medikamentelle metoder. Det er utviklet et stort antall alternative metoder til kjemisk behandling. Denne utviklingen er imidlertid preget av mye prøving og feiling og de fleste metodene er fortsatt på forsøksstadiet. Det vil derfor ikke være hensiktsmessig å gå inn på alle disse metodene i denne utredningen. Det er imidlertid et ønske fra både næringen og myndighetene å erstatte medikamentell avlusning med ikke-medikamentelle metoder. Innsikt i hvilke alternativer oppdretterne har, er derfor avgjørende for å kunne diskutere hydrogenperoksidens rolle som avlusningsmiddel, og

¹² Mottatt gjennom personlig kommunikasjon med Tor-Einar Horsberg

hvorvidt dette medikamentet kan bidra til langsiktig lønnsomhet. Denne diskusjonen tas opp igjen i kapittel 6. For å gi innsikt i noen av de ikke-medikamentelle tiltakene, som oppdretterne har til rådighet, er de mest aktuelle metodene presentert i vedlegg 2.

Noen avsluttende bemerkninger

Av fremstillingen ovenfor går det tydelig frem at oppdretterne har flere muligheter i lakselusbekjempelsen. De fleste ikke-medikamentelle tiltakene er imidlertid fortsatt på forsøksstadiet, samtidig som det er store utfordringer knyttet til resistens for de medikamentelle tiltakene. Behandling med hydrogenperoksid er således bare en liten del av det store bildet i kampen mot lakselusen.

Så langt er det opparbeidet teoretisk og kontekstuell innsikt relatert til problemstillingene reist i innledningen. For å kunne gi svar på disse problemstillingene, er det behov for empiriske data.

Kapittel 4 – Metode

I arbeidet med å fremskaffe empiriske data som kan bidra til å besvare studiens problemstillinger, er det gjort en rekke valg knyttet til forskningsmetode. Hensikten med denne delen av utredningen er derfor å beskrive den metodiske tilnærmingen som er benyttet i studien.

4.1 Forskningsdesign

Ifølge Jacobsen (2005) kan forskningsdesignet anses som en overordnet plan for hvordan en skal gå frem for å besvare studiens problemstilling best mulig. Forskningsdesignet klassifiseres som enten *utforskende*, *beskrivende* eller *forklarende* (Saunders et al., 2012). Valg av forskningsdesign bør ta utgangspunkt i formålet med studien. Denne studiens formål er å undersøke om avlusning ved bruk av hydrogenperoksid for lakselusbekjempelse er lønnsomt, og om denne avlusningen bør gjennomføres i presenning eller i brønnbåt. Studien har dels et beskrivende design, da en beskriver lakselusproblematikken, resistenssituasjonen og aktuelle tiltak på nåværende tidspunkt, og dels et utforskende design, da det dannes forventninger om hva som blir viktig fremover. Studien har imidlertid først og fremst et utforskende design, da formålet er å øke forståelsen for et fenomen som det er forsket lite på tidligere (Gripsrud et al., 2010).

Ifølge Johannessen et al. (2011) er tidsdimensjonen avgjørende for hvordan undersøkelser gjennomføres. På bakgrunn av tidsdimensjonen, skilles det mellom tverrsnittsundersøkelser og longitudinelle undersøkelser. Førstnevnte er undersøkelser som benytter data fra ett bestemt tidspunkt, eller en avgrenset og kort periode, og vil således bare gi et øyeblikksbilde av det fenomenet som studeres. Longitudinelle undersøkelser, derimot, er undersøkelser som benytter data som er samlet inn på ulike tidspunkt (ibid.). På bakgrunn av tidsrammen for utredningen, vil det bare samles inn data én gang, og studien vil følgelig karakteriseres som en tverrsnittsundersøkelse.

Ved innhenting av data er det vanlig å skille mellom en *induktiv* og en *deduktiv* tilnærming. En induktiv tilnærming innebærer at forskeren har et åpent sinn i forhold til det som undersøkes (Jacobsen, 2005). En deduktiv tilnærming innebærer at forskeren på forhånd har dannet seg forventninger om hvordan virkeligheten ser ut på bakgrunn av teorier og tidligere funn. Deretter innhentes data for å se om forventningene stemmer overens med virkeligheten.

Denne tilnærmingen kritiseres imidlertid for å kunne lede forskeren til å selektere ut informasjon som støtter opp om de forventningene forskeren hadde i utgangspunktet (ibid.). I denne studien benyttes en kombinasjon av de to tilnærmingene, også kalt *abduktiv* tilnærming. Med utgangspunkt i teori og tidligere studier er det dannet forventninger om hvorvidt det er lønnsomt å iverksette tiltak mot lakselus, og hvilke faktorer som kan være betydningsfulle. Deretter er det innhentet data for å vurdere forventningene opp mot virkeligheten. Det er også inkludert forhold som er vurdert å være relevant for studiens formål, uten at dette er begrunnet i tidligere teori.

I metodelitteraturen skilles det mellom *kvalitative* og *kvantitative* forskningsmetoder (Jacobsen, 2005). Det prinsipielle skillet mellom de to metodene er hvordan data registreres og analyseres (Johannessen et al., 2011). Kvantitative undersøkelser er studier hvor informasjon innhentes og formidles i tallstørrelser, til forskjell fra kvalitative undersøkelser hvor informasjonen innhentes og formidles i ord. Det er også mulig å kombinere de to metodene, gjennom såkalt triangulering (Jacobsen, 2005). Triangulering «... refers to the combination of methodologies in the study of the same phenomenon» (Ghauri & Grønhaug, 2010, s. 212). I denne studien benyttes både kvalitativ og kvantitativ metode. En nærmere beskrivelse av hvordan dette er gjennomført følger i delkapittel 4.3.

4.2 Studieobjekt: Norske oppdrettsselskaper

Studieobjektet for denne utredningen er norske oppdrettsselskaper. Utvalget består av syv små og store selskaper, lokalisert i ulike regioner i landet. Alle oppdretterne i utvalget benytter seg av hydrogenperoksid i lakselusbekjempelsen. Retningslinjer og veiledere legger føringer for hvordan behandling med hydrogenperoksid i presenning og brønnbåt kan utføres. Som en følge av resistensproblemet, jf. delkapittel 3.2.3, eksisterer det store regionale forskjeller knyttet til behandlingseffekten ved bruk av hydrogenperoksid. Dette innebærer at noen vil benytte seg av flere behandlinger og større doser enn andre i løpet av én produksjonssyklus. Det vil derfor ha lite for seg å undersøke bare én lokalitet. Ved å innhente informasjon fra flere oppdrettere lokalisert på ulike steder i landet, tar studien hensyn til denne skjevheten. Den metodiske tilnærmingen benyttet i studien er både tid- og ressurskrevende, noe som har lagt føringer for antall respondenter i utvalget. Basert på de syv selskapene i utvalget er det formulert en «typisk» oppdrettslokalitet.

4.3 Datainnsamling

Datagrunnlaget for denne utredningen bygger i hovedsak på informasjon hentet direkte fra informasjonskilden, da det eksisterer lite sekundærdata på kostnader knyttet til hydrogenperoksidbehandling.

4.3.1 Innsamling av primærdata

Ved innsamling av primærdata er det benyttet metodetriangulering. Dette innebærer bruk av både kvalitative og kvantitative tilnæringer, for å veie opp for svakhetene knyttet til å benytte metodene isolert (Jacobsen, 2005). De to metodene utfyller hverandre på to måter. For det første kan én og samme undersøkelse være en blanding av de to metodene, og for det andre kan det gjennomføres flere delundersøkelser. Eksempelvis kan en kvalitativ forundersøkelse øke gyldigheten til en spørreskjemaundersøkelse, og på den måten gjøre forskeren sikrere på at de rette spørsmålene stilles. På samme måte kan en kvalitativ undersøkelse benyttes i etterkant av en spørreskjemaundersøkelse, noe som kan bidra til å oppklare uklarheter (ibid.).

Ved å kontakte en rekke personer tilknyttet næringen, ble det innhentet relevant informasjon vedrørende bruk av hydrogenperoksid. Gjennom deltakelse på en konferanse i regi av førselskapet Skretting, ble det opparbeidet ytterligere bransjeinnsikt. Dette dannet grunnlaget for utarbeidelse av en intervjuguide. Videre ble aktuelle oppdrettsselskaper kontaktet via både e-post og telefon, hvor formålet med studien ble presentert. Flere sa seg villig til å dele både erfaringer og økonomiske data knyttet til behandling ved bruk av hydrogenperoksid. Etter ønske fra respondentene, ble spørsmålene sendt via e-post. Således kunne de hente frem informasjon fra selskapenes systemer ved anledning.

Før undersøkelsen ble sendt ut, ble det gjennomført en pretest. Bakgrunnen for dette var et ønske om å undersøke hvorvidt noen av spørsmålene kunne feiltolkes eller oppfattes som uklare. Til å begynne med ble derfor undersøkelsen kun sendt til én av oppdretterne i utvalget. Basert på svarene fra denne respondenten, ble det foretatt små justeringer, noe som bidro til å forbedre enkelte elementer i undersøkelsen. Videre ble undersøkelsen sendt ut per e-post til de resterende oppdretterne i utvalget, der det samtidig ble lagt inn en forespørsel om muligheten for et kort intervju over telefon i etterkant av tilbakemeldingene. Samtlige var positive til dette. Etter å ha organisert og systematisert svarene fra oppdretterne, ble spørsmålene til telefonintervjuene forberedt. Formålet med disse telefonsamtalene var å oppklare eventuelle

uklarheter i spørreskjemaet. Som følge av den geografiske spredningen til oppdretts-selskapene i utvalget, ble intervjuene gjennomført over telefon innenfor en fastsatt tidsramme på maks 30 minutter. Etter ønske fra oppdretterne, er det innhentede tallmaterialet anonymisert. Denne informasjonen er organisert i en tabell i vedlegg 3.

I tabell 3 til 5 er spørsmålene fra undersøkelsen presentert sammen med årsaken til at de ble inkludert. Det forklares dermed kort hvordan spørsmålene kan bidra til å besvare problemstillingene, samt gi annen relevant innsikt. Det kan være andre forhold enn de rent økonomiske som bidrar til at oppdretterne handler som de gjør. For å få en helhetlig forståelse for beslutningssituasjonen, er det avgjørende å få frem også disse forholdene. I analysedelen vil dette komme tydeligere frem når kostnadene knyttet til behandlingene beskrives nærmere. Spørsmålene plasseres i kategoriene generelle forutsetninger, behandling i presenning og behandling i brønnbåt.

Tabell 3- Generelle forutsetninger

Spm. #	Generelle forutsetninger	Forklaring
1	Når på året setter dere ut smolt?	Er grunnlaget for at det kan gjøres en realistisk forutsetning knyttet til produksjonssyklusens start. Tidspunkt for utsett har betydning for laksens vekstfunksjon, og dermed slaktetidspunkt. Fungerer som input i vekstmodellen utviklet av Skretting. Denne presenteres i delkapittel 4.5.
2	Hva er gjennomsnittlig vekt på smolt ved utsett?	Danner grunnlaget for hvor stor fisken er ved avlusningstidspunktene, og er en forutsetning som inngår i Skrettings vekstmodell.
3	Hvor mange smolt setter dere ut per merd?	Antall smolt i en merd multiplisert med vekten på laksen gir biomassen i en merd. Innbetalingene er gitt ved produktet av biomassen og den aktuelle kiloprisen. Fungerer som input i Skrettings vekstmodell
4	Hva er gjennomsnittlig dødelighet fra utsett frem til slaktetidspunkt?	Dødelighet reduserer fiskemengden og dermed biomassen. Informasjon om dødelighet gjør at en kan beregne biomassen ved produksjonssyklusens slutt. Fungerer som input i Skrettings vekstmodell.
5	Hva er den vanligste størrelsen på merdene dere har?	Størrelsen på merden danner basis for biomassen i merden, maksimal tetthet av fisk, bruk av oksygen, bruk av hydrogenperoksid og bruk av arbeidsbåter og mannskap.
6	Hvor ofte behandler dere med hydrogenperoksid i løpet av en produksjonssyklus, og når på året behandler dere normalt?	Bidrar til å danne et bilde over hvor mange ganger en typisk oppdrettslokalitet behandler i løpet av én generasjon. Den andre delen av spørsmålet gir grunnlag for å sette realistiske avlusningstidspunkt.
7	Hva betaler dere per liter hydrogenperoksid?	Bidrar til å finne kostnaden knyttet til hydrogenperoksid ved behandling. Oppstår utelukkende som følge av behandlingen, og er dermed en relevant kostnad.
8	Benytt dere spesialfôr i forbindelse med behandling? Hvis nei, se bort fra spørsmål 9 og 10.	Noen oppdrettere benytter spesialfôr i forkant og etterkant av badebehandlinger, fordi behandlingen er en stor påkjenning for fisken. Spesialfôr er dyrere enn vanlig fôr og er derfor en relevant kostnad knyttet til behandling.
9	Hvor lenge i forkant og etterkant av behandling benyttes spesialfôr?	Er med på å avgjøre hvor mye større kostnaden er ved å benytte spesialfôr fremfor vanlig fôr.
10	Hva er prisdifferansen mellom vanlig fôr og spesialfôr?	Se spørsmål 9

11	Hva er vekt på slaktetidspunkt?	Er inntektsgrunnlaget ved produksjonssyklusens slutt.
12	Hvor høyt er sløyvesvinnet?	Salgspris er oppgitt i HOG. Sløyvesvinnet er derfor avgjørende for å vite hvor mye av fisken som forsvinner ved slaktning for å kunne beregne de korrekte innbetalingene.
13	Hvordan behandler dere med hydrogenperoksid? I presenning i merd, i brønnbåt, eller benytter dere begge metoder? Hvorfor gjør dere det på denne måten?	Danner grunnlaget for hvordan respondenten skal besvare de resterende spørsmålene i undersøkelsen, og bidrar med innsikt til å drøfte om det er andre faktorer enn de rent økonomiske som ligger til grunn for valg av metode. Kan for eksempel brønnbåtkapasitet ha noe å si?
Dersom dere kun behandler i brønnbåt, vennligst se bort fra spørsmål 14 til 24. Dersom dere kun behandler i presenning, vennligst se bort fra spørsmål 25 til 32. Benytter dere begge metoder, vennligst svar på alle spørsmålene nedenfor.		Skal bidra til at respondenten kan gjennomføre undersøkelsen på en rask og effektiv måte, uten å måtte lese gjennom spørsmål han eller hun uansett ikke kan svare på.

Tabell 4 - Behandling i presenning

Spm. #	Spørsmål knyttet til behandling i presenning	Forklaring
14	Hvor mange menn er det behov for ved behandling med hydrogenperoksid i presenning?	Antall ansatte som deltar på behandlingen danner grunnlaget for de totale lønnskostnadene knyttet til avlusningen. Lønnskostnader knyttet til behandling er dermed en relevant kostnad.
15	Hvor mange arbeidsbåter er det behov for, og hva koster det å leie inn arbeidsbåter per time?	Ved behandling i presenning er det som forklart i kontekstdelen behov for arbeidsbåter. Antallet båter og timepris danner grunnlaget for de totale kostnadene knyttet til bruk av arbeidsbåter ved behandling.
16	Hvor lang tid tar en behandling i presenning, inkludert forberedelser og arbeid i etterkant av selve behandlingen?	Det totale antallet timer knyttet til en behandling er avgjørende for hvor store kostnadene knyttet til bruk av arbeidskraft og arbeidsbåter blir.
17	Hva er størrelsen på presenningene?	Biomassen i merden er bestemmende for størrelsen på presenningen, og dermed behandlingsvolum. Dette påvirker i sin tur mengden hydrogenperoksid.
18	Hva koster de ulike presenningene?	Presenningene kjøpes inn utelukkende for behandlingsformål, og er derfor en relevant kostnad.
19	Hvor mange behandlinger holder normalt en presenning til?	Bidrar til å gi svar på hva kostnaden knyttet til presenning er per avlusning.
20	Hva er kostnaden for oksygen knyttet til en behandling?	Under behandlingen må det tilføres oksygen, da fisken trenges sammen i et lite område i presenningen. Dette gjør fisken stresset og bidrar til økt oksygenforbruk. Oksygenbruken utgjør dermed en relevant kostnad.
21	Hvor lenge blir fisken sultet i forkant av behandling?	I forkant av en behandling sultes fisken for å øke fiskens stresstoleranse, og for å unngå avføring og fôrrester i vannet. Dette gjør at fisken taper tilvekst, og at oppdretterne ikke oppnår optimal slaktevekt.
22	Er det noen begrensninger i forhold til når en kan behandle?	Bidrar til en diskusjon rundt fordeler og ulemper knyttet til de to metodene.
23	Hvordan påvirkes fisken av behandlingen? Spiser den som normalt etter endt behandling?	Dersom fisken ikke har normalt fôropptak etter endt behandling vil den tape tilvekst, noe som vil utgjøre en relevant kostnad knyttet til behandlingen.
24	Er det noen andre kostnader knyttet til behandling i presenning som ikke er tatt opp til nå? Er det andre forhold du mener er relevant å få frem knyttet til denne behandlingsmetoden?	Bidrar til at relevante forhold som ikke fanges opp av spørsmålene ovenfor kan komme til overflaten. Dette bidrar til at alle kostnadene knyttet til behandling kommer frem, samt det gir et bedre grunnlag for diskusjonen som kommer i etterkant av de rent tekniske beregningene.

Tabell 5 - Behandling i brønnbåt

Spm. #	Spørsmål knyttet til behandling i brønnbåt	Forklaring
25	Hvor mange menn er det behov for ved behandling med hydrogenperoksid i brønnbåt?	Se spørsmål 14.
26	Er det behov for arbeidsbåter i tillegg til brønnbåten? I tilfelle hvor mange, og hva er leiepris per time?	Bidrar til å gi svar på om det er behov for arbeidsbåter ved behandling i brønnbåt. Antallet båter og timepris vil danne grunnlaget for de totale kostnadene knyttet til bruk av arbeidsbåter ved behandling.
27	Hva er den vanligste lastekapasiteten på brønnbåten(e) dere bruker?	Brønnbåter har ulik lastekapasitet. Lastekapasitet har stor betydning for hvor mange operasjoner som trengs for å behandle én merd, noe som igjen har betydning for tiden det tar. For å få et inntrykk av hvilken størrelse den «typiske» oppdretter bruker, er dette et relevant spørsmål i så henseende.
28	Hva koster det å leie en brønnbåt per time?	Danner grunnlaget for kostnaden ved å bruke brønnbåt til avlusning ved bruk av hydrogenperoksid.
29	Hvor lang er en behandling ved bruk av brønnbåt?	Tiden det tar å behandle én merd multiplisert med kostnaden per time i leie, gir kostnaden knyttet til selve bruken av brønnbåten.
30	Er det begrensninger i forhold til når en kan behandle? Tid på døgnet, generelle forhold?	Se spørsmål 22.
31	Hvor lenge blir fisken sultet i forkant av en behandling? Spiller årstid inn?	Se spørsmål 21.
32	Er det noen andre kostnader knyttet til behandling i brønnbåt som ikke er tatt opp til nå? Er det andre forhold knyttet til denne behandlingsmetoden som du mener er relevant å få frem?	Se spørsmål 24.

I forbindelse med datainnsamlingen, ble også en rekke leverandører kontaktet. Hensikten med dette var å kontrollere tallene som ble oppgitt av oppdrettsselskapene, mot tall fra leverandørene. Dette har bidratt til å øke kvaliteten på tallgrunnlaget, som analysen bygger på. Det er viktig å presisere at dette er gjennomsnittlige tall, da de ulike oppdrettsselskapene forhandler frem individuelle priser. Plany AS, Rantex AS og Botngaard AS, som er leverandører av presenninger til oppdrettsnæringen, ble kontaktet for pris og holdbarhet på presenning. Videre ble de fire brønnbåtrederiene Sølvtrans AS, Rostein AS, Norsk Fisketransport AS og Bømlo Brønnbåtsservice AS kontaktet for leiepriser på brønnbåt. Chemco og Aqua Pharma AS, leverandører av hydrogenperoksid til næringen, ble kontaktet for nærmere informasjon om pris og veiledende doseringstabeller. Basert på dette oppleves tallene fra oppdrettsselskapene og leverandørene som sammenfallende. For ytterligere innsikt i bransjen er også representanter fra blant annet Mattilsynet, Veterinærinstituttet, PatoGen

Analyse AS, Kontali Analyse AS og Skretting kontaktet. De har alle bidratt med kunnskap som har vært med på å øke forståelsen for bransjen, og dermed kvaliteten på analysen.

4.3.2 Innsamling av sekundærdata

Innhenting av sekundærdata er først og fremst gjort gjennom offentlig tilgjengelige kilder som Fiskeridirektoratet, Statistisk sentralbyrå, NASDAQ prisindekser, samt andre relevante kilder.

4.4 Evaluering av datamaterialet

For å sikre utredningens kredibilitet, er det foretatt en vurdering av datamaterialet som er benyttet i studien. Ifølge Saunders et al. (2012) er det to kriterier som bør vurderes: *reliabilitet* og *validitet*.

4.3.1 Reliabilitet

Reliabilitet er et uttrykk for hvor pålitelig datamaterialet er, og knytter seg til hvilke data som benyttes, hvordan dataene samles inn og hvordan de bearbeides (Johannessen et al., 2011). Et sentralt spørsmål for å avgjøre undersøkelsens reliabilitet, er hvorvidt den ville gitt samme resultat dersom den ble gjennomført på nytt, eller av en annen forsker (Saunders et al., 2012).

I utredningen er det kvantitative tallmaterialet først og fremst innhentet gjennom en undersøkelse sendt ut på e-post og gjennom oppfølgingsintervjuer. Tallmaterialet er hovedsakelig hentet inn gjennom primærkilder, og tilpasset studiens problemstilling, noe som bidrar til å styrke reliabiliteten. Det er imidlertid vanskelig å kontrollere om de tallene som er oppgitt, stemmer overens med tallene fra selskapenes egne systemer. Det kan være flere årsaker til at respondenten ikke ønsker å oppgi de korrekte tallene. Én årsak kan være at noe av tallmaterialet som ønskes oppgitt, anses å være konkurransesensitivt. Dette kan bidra til at tallene modereres eller tilpasses, slik at de ikke samsvarer med virkeligheten. Dette vil være med på å svekke tallmaterialets reliabilitet. På den annen side ble intervjuobjektene gjort oppmerksom på at kostnadstallene anonymiseres i utredningen, og respondentene hadde således ingen insentiver til å oppgi feilaktige tall. Videre er det utelatt lydopptak i telefonintervjuene, noe som kan ha bidratt til at respondentene var mer avslappet, og i mindre grad følte behov for å tilbakeholde informasjon. Utfordringen med dette er at en kan ha gått glipp av relevant informasjon som ellers ville vært fanget opp. Som en følge av at intervjuene ble gjennomført av to personer, anses imidlertid risikoen for utelatt informasjon som lav.

Som en følge av at det er innhentet tall fra flere oppdrettere, har det vært anledning til å sammenligne de ulike tallstørrelsene. Dette har gjort det mulig å identifisere eventuelle «mistenkelige» avvik. Ved store avvik er de aktuelle respondentene kontaktet, noe som har bidratt til å oppklare slike forhold. Videre er det samlet inn data fra en rekke leverandører, for å bekrefte eller avkrefte om de samsvarer med oppdrettsselskapenes opplysninger. Tallene er også sammenlignet med det som har fremkommet i lignende studier, jf. delkapittel 2.3. Dette har bidratt til å styrke studiens reliabilitet.

Noe av det kvantitative tallmaterialet er innhentet som sekundærdata ved bruk av offentlig tilgjengelige kilder, som anses å være pålitelige kilder. Den største trusselen mot studiens reliabilitet er knyttet til usikkerheten om hvorvidt de oppgitte tallene samsvarer med de reelle tallene i bedriftens interne systemer. Dette er forsøkt løst ved å sammenligne tallene fra de ulike oppdretterne opp mot hverandre, samt innhente tall fra leverandører og foreta en kryssjekk.

Studios reliabilitet er ikke nødvendigvis i samsvar med studiens validitet (Gripsrud et al., 2010). Datamaterialet som samles inn kan være svært pålitelig, men likevel måle noe helt annet enn hva en hadde til hensikt å måle. Det er derfor avgjørende at også studiens validitet vurderes på en kritisk og hensiktsmessig måte (ibid.).

4.3.2 Validitet

Validitet refererer til gyldigheten i undersøkelsen. Ifølge Jacobsen (2005) er det vanlig å skille mellom *begrepsvaliditet*, *intern validitet* og *ekstern validitet*.

Begrepsvaliditet definerer hvorvidt studien måler det den har til hensikt å måle. Kvalitative tilnærminger vil ofte ha høy begrepsvaliditet, fordi forskeren ikke påtvinger den som undersøkes faste spørsmål og faste svaralternativer (Jacobsen, 2005). På denne måten er den som undersøkes med på å definere hva som vil være viktig for å få en «riktig» forståelse av et fenomen eller en situasjon. På den andre siden, vil kvantitative tilnærminger ofte ha problemer med begrepsvaliditeten. En ulempe med denne tilnærmingen er at en risikerer å gå glipp av relevant informasjon, fordi en på forhånd definerer hva som er relevant å svare på (ibid.).

Den avhengige variabelen i studien er lønnsomhet, som i denne utredningen måles ved hjelp av nåverdier. For å være sikre på at studien måler det den har til hensikt å måle, ble relevant kunnskap innhentet fra ulike kilder før utforming av spørreskjemaet. Dette gjorde det mulig å

identifisere de beslutningsrelevante inntektene og kostnadene knyttet til hydrogenperoksidbehandling. Videre bidro telefonintervjuene til å oppklare eventuelle misforståelser. Således har metodetriangulering bidratt til å styrke datamaterialets gyldighet.

Intern validitet omhandler hvorvidt det innhentede datamaterialet gir dekning for de konklusjoner som trekkes i studien. Det er to måter å gå frem på for å teste den interne validiteten. Den første er å kontrollere undersøkelsen og konklusjonene opp mot tidligere forskning, til forskjell fra den andre som innebærer en kritisk vurdering av de mest sentrale fasene i forskningsprosessen (Jacobsen, 2005).

Utvalget i denne utredningen er plukket ut basert på samtaler med ulike oppdrettere i forkant av undersøkelsen. Dermed kunne en være sikre på at de undersøkte har hatt problemer med lakselus og erfaring med bruk av hydrogenperoksid. Dette bidrar til å styrke den interne validiteten. Disse respondentene oppga informasjon og tallmateriale som kan oppfattes som konkurransesensitivt. Selv om dette er relevante kilder, er det ikke gitt at disse kildene gir riktige opplysninger. For å vurdere dette, må det foretas en kritisk drøfting av respondentens kunnskap om temaet og vilje til å gi fra seg riktig informasjon. Det er i hovedsak kontaktet regionssjefer og daglig ledere, som står i en posisjon til å ha fullmakt til å uttale seg på vegne av foretaket og oppgi aktuelle opplysninger. Gitt anonymitet har de vært villig til å dele tallmateriale. Basert på denne anonymiteten, kan det hevdes at tallmaterialet som er oppgitt ikke er vesentlig feil. Det er likevel vanskelig å være sikker på om tallmaterialet er helt korrekt, noe som svekker den interne validiteten. Ved å sammenligne denne studien med tidligere forskning (Bing & Aaronsven, 2014), finnes det dekning for flere av kostnads-komponentene. Dette bidrar til å styrke den interne validiteten.

Ekstern validitet uttrykker hvorvidt undersøkelsens resultater kan generaliseres (Jacobsen, 2005). Resultatene kan bare generaliseres til den populasjonen utvalget er trukket fra, som i denne studien er norske oppdrettsselskaper, under forutsetning av at utvalget er representativt for hele populasjonen (ibid.).

Utvalget i denne studien består av både små og store selskaper som befinner seg i ulike deler av landet. Dette, i kombinasjon med at det finnes klare retningslinjer for hvordan hydrogenperoksidbehandling skal foregå, gir muligheter for generalisering. Til tross for dette, hevdes det at de funn og resultater som fremkommer i denne studien, vanskelig lar seg generalisere til bransjen. Utvalget anses for å være utilstrekkelig til å kunne påstå at funnene

er representative for bransjen som helhet. Når det er sagt, har ikke denne utredningen først og fremst hatt en målsetning om å gjøre funnene mest mulig generaliserbare, men i større grad skaffe innsikt i et komplekst fenomen i en kompleks bransje. Selv om utvalget er lite, forventes det at funnene vil være av stor verdi, da de gir god innsikt i de problemstillingene studien tar opp, og vil kunne benyttes av, om ikke alle, en rekke oppdrettere.

4.5 Analyseteknikk av det kvantitative datamaterialet

For å gjennomføre lønnsomhetsanalysen, er det gjennomført nåverdi- og følsomhetsberegninger i Excel. Disse analyseverktøyene ble presentert under delkapittel 2.1, og gjentas ikke her. Tallene som er innhentet har til hensikt å representere en «typisk» oppdrettslokalitet basert på skjønsmessige vurderinger ved bruk av typetall og gjennomsnittlige verdier. Et problem knyttet til gjennomsnitt er forekomsten av ekstremverdier. Dette er verdier som skiller seg klart fra de andre verdiene, og kan skyve gjennomsnittet i den retningen. (Jacobsen, 2005). Det er likevel ansett som hensiktsmessig å benytte gjennomsnittsverdier. Årsaken til dette er at det ikke opplevdes å være store problemer knyttet til ekstremverdier i det innhentede tallmaterialet.

Modellerings ekspert Liv Håland i Skretting har utarbeidet en vekstmodell i Excel, kalt «AquaSim Growth Calculations». Modellen beregner fiskens vekstbane, på bakgrunn av en rekke forutsetninger som legges inn i regnearket. Kalkulatoren er Skrettings eiendel, og er derfor passordbeskyttet. Som en konsekvens, har det kun vært anledning til å fylle inn de nødvendige parameterne i regnearkmodellen. De ulike parameterne er dato for smoltutsett, antall smolt, vekt ved utsett, temperatur, prosentvis dødelighet og ønsket slaktedato, eventuelt slaktevekt. Dødelighet er i analysen beregnet lineært over produksjonssyklusen. Fra modellen kan en hente ut fiskens vekt, antall fisk, total biomasse, temperatur og fôrforbruk på daglig basis. Hvordan modellen kalkulerer fiskens vekst, er imidlertid ikke kjent. Ettersom Skretting bruker denne modellen til eget bruk, anses den likevel som egnet for studiens formål. Et skjermbilde av kalkulatorens utforming er, etter samtykke fra Skretting, lagt ved i vedlegg 4.

Videre er det, av hensyn til en ryddig presentasjon, valgt å ikke inkludere desimaler i tallene som presenteres, med mindre de er av vesentlig betydning for utregningene. Dette innebærer at beregningene som gjøres bærer preg av avrundinger.

Når den metodiske tilnærmingen benyttet i studien nå er gjennomgått, vil det i det følgende foretas en gjennomføring av analyser og tolkning av resultater.

Kapittel 5 – Analyser og resultater

Lønnsomhet, som er den avhengige variabelen i studien, analyseres gjennom de fire elementene mål på lønnsomhet, tid, usikkerhet og kontekst, jf. delkapittel 2.1. I nåverdianalysen inngår mål på lønnsomhet som approksimasjoner til de fremtidige kontantstrømmene. Disse baseres på beregninger før skatt, noe som innebærer at det ikke tas hensyn til avskrivninger. For å identifisere de fremtidige kontantstrømmene tas det dermed utgangspunkt i forskningsspørsmål 1:

Hva er de relevante inntektene og kostnadene knyttet til beslutningssituasjonene?

5.1 Beslutningsrelevante inntekter og kostnader

For å identifisere de relevante inntektene og kostnadene, har det vært nødvendig å gjøre noen forutsetninger. Forutsetningene er gjort på bakgrunn av innhentet informasjon, og har til hensikt å representere en «typisk» oppdretter. Flere av forutsetningene er blitt brukt som inndata i vekstfunksjonen i påfølgende delkapittel, og er basert på innhentet informasjon, jf. vedlegg 3. I det følgende vil forutsetningene som ligger til grunn i studien presenteres.

5.1.1 Generelle forutsetninger

Merdstørrelse

Det benyttes ulike størrelser på merdene i næringen. I de senere år er imidlertid merdene blitt større, og inneholder dermed en høyere biomasse enn tidligere. I intervjuene med oppdretterne kom det klart frem at de i hovedsak opererer med en omkretsstørrelse på 160 meter, og dermed legges denne størrelsen til grunn i analysen. Videre antas det at inntektene og kostnadene knyttet til én merd er lik for merder av samme størrelse. Det forutsettes derfor at det er tilstrekkelig å se på behandling av én merd.

Smoltutsett

Oppdretterne setter ut smolt kontinuerlig gjennom store deler av året, hovedsakelig ved stigende og høye temperaturer, da dette gir fisken gode vekstvilkår. I henhold til akvakulturdriftsforskriften (2008) § 26, er det forbudt å sette ut smolt ved temperaturer under 7 °C, dersom temperaturen er synkende. Dette innebærer at spesielt månedene desember, januar og februar er lite egnet for utsett. For mange av oppdretterne er første utsett på nyåret i

slutten av mars eller begynnelsen av april. I denne studien forutsettes derfor tidspunkt for utsett å være 1. april.

Antall fisk ved smoltutsett

Av akvakulturdriftsforskriftens (2008) § 47a følger det at: «*Antall fisk per produksjonseenhet i sjø skal ikke overstige 200 000*». Videre er det ifølge § 46 en pålagt maksimal tetthet på 25 kg/m³. Mange oppdrettere velger derfor å sette ut færre fisk for å holde seg under grensen for maksimal tetthet. På denne måten sparer en tid og arbeid i forhold til å sortere ut fisk ved høy biomasse. Gjennom intervjuene med oppdretterne kom det frem at det er store variasjoner i forhold til hvor mange smolt som settes ut. De fleste setter imidlertid ut mellom 150 000 og 200 000 smolt per merd. I denne studien legges det til grunn et snitt av dette, og det forutsettes dermed at det settes ut 175 000 smolt per merd.

Vekt ved utsett

Frem til fisken settes ut i merdene, lever den i beskyttende omgivelser på land eller i semi-lukkede anlegg i sjøen. Laksen er i denne fasen ikke like eksponert mot virus og sykdommer, som den er i de åpne merdene i havet. Oppdretterne oppgir at vekten ved utsett er alt fra 60 g til 600 g. Årsaken til den store variasjonen er at det den siste tiden er blitt et økt fokus på såkalt postsmolt, som kan sies å være en mellomting mellom smolt og matfisk. Ved å produsere stor smolt på land kan oppdretterne redusere sjøfasen for laksen, og reduserer dermed tiden laksen eksponeres for lusepåslag. I tillegg til å kunne gi færre lusebehandlinger viser studier utført av Nofima at laksens evne til å overleve øker når smolten er stor ved utsett. Postsmolten er dermed mer robust, noe som kan bidra til at svinn og dødeligheten reduseres (Kraugerud, 2014). Det gis ikke noen ytterligere utgreiing om postsmoltfasen i denne studien, forutenom å konstatere hva som er årsaken til den store variasjonen. På det nåværende tidspunkt er et mer representativt anslag for vekt ved utsett mellom 60 og 200 g. De fleste ligger imidlertid rundt 100 g, noe som også legges til grunn i denne studien.

Temperaturprofil

Laksens veksthastighet vil avhenge av temperaturen i sjøen, noe som innebærer at tidspunkt for utsett vil ha betydning for laksens vekstkurve. I denne utredningen tas det utgangspunkt i en temperaturprofil utarbeidet av Skretting for region Midt-Norge. Denne temperaturprofilen, vist i tabell 6, antas å være nærmest snittet for landet som helhet.

Tabell 6 – Temperaturprofil C°

Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Des.
6,3	5	5	6,1	8,2	10,7	11,9	13,5	13,4	11,1	8,8	6,3

Slaktetidspunkt

Ettersom utsett antas å være 1. april, er laksen eksponert mot lakselus store deler av vår og sommermånedene. Dette er en periode med stigende og høye sjøtemperaturer, som ikke bare gir gode vekstforhold for laksen, men også for lakselusen. Det antas derfor at lusenivåene vil komme over myndighetenes fastsatte lusegrense relativt tidlig uten behandling. Luse-situasjonen varierer imidlertid fra region til region og lokalitet til lokalitet, noe som gjør det vanskelig å estimere tidspunktet for når lusegrensen er nådd. Flere av oppdretterne i utvalget gir imidlertid uttrykk for at oktober er et godt estimat for første behandling. Alternativet til å behandle, er at oppdretterne ikke iverksetter noen tiltak mot lakselusen. Som en følge av strenge lusekrav fra myndighetene, antas det dermed at oppdretterne tvinges til å slakte ut fisken tidlig, en situasjon som i denne utredningen omtales som nullalternativet. Tidspunkt for tidlig slakting/første behandling settes derfor til 15. oktober, det vil si i overkant av seks måneder etter utsett. De fleste oppdretterne oppgir at ønsket slaktevekt er på om lag 5 kg. Det forutsettes at oppdretterne, ved å behandle fisken tre ganger med hydrogenperoksid, får fullført produksjonssyklusen, og at en dermed oppnår ønsket slaktevekt. Basert på Skrettings vekstmodell, jf. delkapittel 4.5, kan ønsket slaktevekt oppnås etter nær 17 måneder i sjø med utsett 1. april. Slaktetidspunkt fastsettes derfor til 30. august.

Avlusning

I henhold til forskrift om lakselusbekjempelse (2012) § 7 skal det gjennomføres samordnet avlusning om våren dersom det påvises 0,1 lakselus, eller flere av bevegelige lus og voksen hunnlus i snitt per fisk i det aktuelle tidsrommet. Den koordinerte avlusningen skal videre gjennomføres på et angitt tidspunkt, ut i fra lokalitetens regionale plassering. Det er kun våravlusningen som er pålagt, men det kreves i tillegg flere behandlinger dersom lusenivåene når maksgrensen på 0,5. Basert på intervjuene varierer antall hydrogenperoksid-behandlinger fra null til seks, og det forutsettes derfor at tre behandlinger er et representativt antall for en «typisk» syklus. Første avlusning gjennomføres 15.oktober. Den andre antas å bli foretatt i forbindelse med våravlusningen i midten av april, ett år etter sjøsetting av smolt. Den siste avlusningen vil gjennomføres i begynnelsen av juli, som følge av høye påslag i løpet av vår- og sommermånedene.

Antall sultedager ved behandling

Som en følge av den påkjenningen fisken utsettes for under behandling, sultes fisken noen dager i forkant av behandlingen. Av datainnsamlingen fremkommer det at antall sultedager varierer fra to til syv dager. Antallet dager varierer i forhold til temperatur, om behandlingen utføres i brønnbåt eller i presenning og om uforutsette hendelser dukker opp. Temperaturen knyttet til avlusning 1 og 3 er tilnærmet lik, og det gjøres derfor en forenkling der antall sultedager settes lik for alle avlusningene. Det forutsettes imidlertid ett ekstra sultedøgn ved behandling i brønnbåt, noe som er i samsvar med opplysningene fra oppdretterne. Det legges derfor til grunn tre sultedager ved behandling i presenning og fire ved behandling i brønnbåt.

Dødelighet/svinn

Gjennomsnittlig dødelighet fra utsett til slakteklar fisk er i gjennomsnitt 10 %, ifølge Marine Harvest Industry Handbook (2014). Til tross for stor variasjon, samsvarer dette med de tallene som er innhentet fra oppdrettsselskapene. Det forutsettes derfor 10 % lineær dødelighet over produksjonssyklusen. Dette behandles mer inngående senere.

Sløyesvinn

Sløyesvinn er en betegnelse på hvor mye av fiskens vekt som reduseres ved slakting. Slaktevekten som oppgis på rundfisk er eksklusiv blod og innvoller, men med hodet på og omtales som HOG. I tillegg vil sløyesvinnet inkludere tapt tilvekst, da fisken sultes før den fraktes med brønnbåt til slakteri. Oppdretterne opererer med et sløyesvinn på i snitt 17 %, noe som også legges til grunn i denne studien. Dette samsvarer med de omregningsfaktorer analytikere bruker i sine beregninger, jf. vedlegg 5.

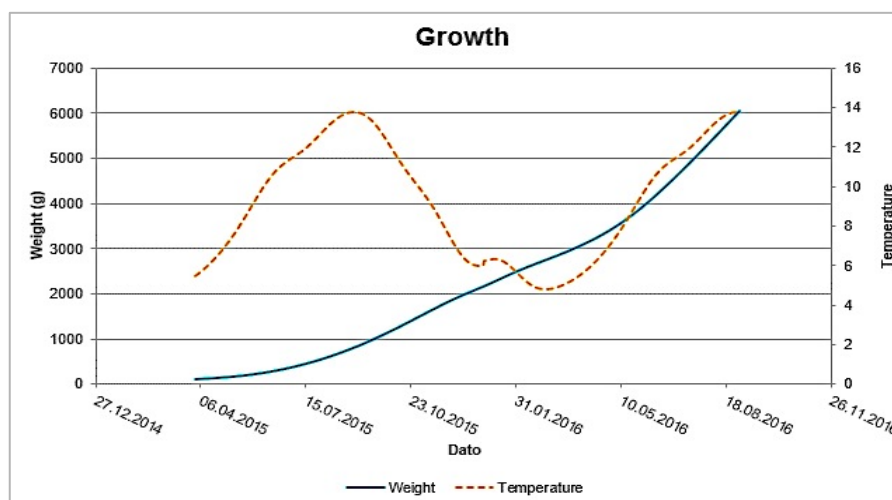
Forutsetningene presentert ovenfor har til hensikt å representere en «typisk» syklus, og danner grunnlaget for videre analyse og vekstmodell i påfølgende delkapittel. Det presiseres at det er merkbare forskjeller mellom regioner, bedrifter og også lokaliteter. Det er derfor svært vanskelig å gjøre nøyaktige beregninger, som er representative for næringen som helhet. Det argumenteres imidlertid for at de forutsetningene som er gjort er gode approksimasjoner for utvalget som studien baseres på. For ordens skyld, er forutsetningene knyttet til vekstmodellen samlet i tabell 7 på neste side. Det presiseres at det vil gjøres ytterligere forutsetninger underveis i utredningen der det er nødvendig.

Tabell 7 - Generelle forutsetninger knyttet til vekstmodellen

Forutsetninger	Spesifikasjon
Merdstørrelse	160 meter
Smoltutsett	01. april 2015
Antall smolt satt ut i merden	175 000
Vekt per fisk	100 g
Slaktetidspunkt nullalternativ	15. oktober 2015
Slaktetidspunkt full syklus	30. august 2016
Produksjonssyklus v/behandling	01. april 2015 – 30. august 2016
Avlusning 1	15. oktober 2015
Avlusning 2	15. april 2016
Avlusning 3	01. juli 2016
Antall sultedager brønnbåt	4
Antall sultedager presenning	3
Dødelighet/svinn	10 %
Sløyesvinn	17 %

5.1.2 Vekstfunksjon

For å estimere de relevante inntektene og kostnadene, er det tatt utgangspunkt i vekstmodellen presentert i delkapittel 4.5. Dette er en Excel-modell som benytter ulike inndata for å beregne fiskens vekstbane, der forutsetningene i delkapittel 5.1.1 danner grunnlaget for studiens inndata. Figur 17 illustrerer fiskens vekstbane dersom produksjonssyklusen fullføres uten sulting av fisken.



Figur 17 - Optimal vekstfunksjon

Produksjonssyklusen illustrert i figur 17 omtales videre som optimal produksjonssyklus. Denne syklusen er sammenligningsgrunnlaget når kostnaden knyttet til tapt tilvekst, som følge av behandlingene, skal beregnes senere. Den gule stiplede linjen viser temperaturprofilen, og den blå linjen viser hvordan vekten utvikler seg underveis i syklusen. Grafen illustrerer at fisken vokser mest i perioder med stigende og høye temperaturer. Fisken vokser dermed fortere sør i landet, på grunn av høyere gjennomsnittlige temperaturer. Bieffekten er imidlertid at også lakselusen trives bedre.

Fra modellen kan en hente ut temperatur, fiskens vekt, antall fisk, total biomasse og antall kg fôr ved ulike tidspunkt i produksjonssyklusen, jf. vedlegg 4. Videre tar modellen hensyn til antall sultedøgn ved at en i Excel-modellen setter et kryss i dagene før behandling der det ikke vil være fôring. Siden det er ulikt antall sultedøgn for behandling i brønnbåt og presenning, er det foretatt fire beregninger: én for avbrutt syklus, én for optimal syklus, én for full syklus ved behandling i brønnbåt og én for full syklus ved behandling i presenning. Det forutsettes med andre ord at en ved å avluse tre ganger i løpet av syklusen, kan fullføre hele produksjonssyklusen.

I tabellene 8 og 9 er det gitt en oppsummering av nøkkelinformasjonen som er hentet ut fra vekstmodellen, og som er avgjørende for estimering av de relevante inntektene og kostnadene.

Tabell 8 - Nøkkelinformasjon fra vekstmodell (Presenning)

Nøkkelfaktorer	Tidlig slakting	Slaktedato ved optimal syklus	Avlusning 1	Avlusning 2	Avlusning 3	Slaktedato ved behandling
Tidspunkt	15.10.15	30.08.16	15.10.15	15.04.16	01.07.16	30.08.16
Temperatur °C	11,1	13,8	11,1	6,2	11,4	13,8
Vekt (g)	1 293	6 022	1 254	3 110	4 389	5 806
Ant. fisk	168 357	157 534	168 357	162 187	159 591	157 534
Biomasse (kg)	217 686	948 670	211 120	504 402	700 445	914 642
Ant. sultedager	0	0	3	3	3	Sum 9

Tabell 9 - Nøkkelinformasjon fra vekstmodell (Brønnbåt)

Nøkkelfaktorer	Tidlig slakting	Slaktedato ved optimal syklus	Avlusning 1	Avlusning 2	Avlusning 3	Slaktedato ved behandling
Tidspunkt	15.10.15	30.08.16	15.10.15	15.04.16	01.07.16	30.08.16
Temperatur °C	11,1	13,8	11,1	6,2	11,4	13,8
Vekt (g)	1 293	6 022	1 241	3 077	4 326	5 735
Ant. fisk	168 357	157 534	168 357	162 187	159 591	157 534
Biomasse (kg)	217 686	948 670	208 931	499 049	690 391	903 457
Ant. sultedager	0	0	4	4	4	Sum 12

Kolonne nummer to og tre er lik for de respektive tabellene, og presenterer henholdsvis data for tidlig slakting og for optimal produksjonssyklus. De fire siste kolonnene representerer informasjon i tilknytning til de ulike avlusningene på de aktuelle tidspunkt, og blir inngående forklart i det følgende. Som en følge av at fiskene i merden vokser ulikt, er det viktig å presisere at det er gjennomsnittlige tall som blir presentert i det følgende.

Den andre kolonnen viser nøkkeltallene i det tilfellet oppdretterne blir tvunget til å slakte ut fisken tidlig som følge av høye lusenivå (nullalternativet). Fisken vil i dette tilfelle bare være rundt 1,3 kg, noe som får konsekvenser for lakseprisen oppdretterne oppnår. Videre vil antall fisk i merden være redusert fra 175 000 til 168 357 som følge av dødelighet. Produktet av antall fisk i merden (168 357) og vekten på fisken (1 293 g) gir den totale biomassen i merden (217 686 kg). I den tredje kolonnen presenteres tallene for en optimal produksjonssyklus, det vil si en syklus som kan fullføres uten behandling av lakselus. Dette vil gi slakteklar fisk på om lag 6 kg, og 157 534 fisk i merden. Antallet fisk i merden er følgelig redusert i forhold til tidlig slakt, grunnet dødelighet over en lengre periode. Fisken er imidlertid vesentlig større ved den optimale produksjonssyklusen, og gir en betydelig høyere total biomasse (948 670 kg).

I den fjerde, femte og sjette kolonnen presenteres de ulike parameterne ved de ulike avlusningstidspunktene. Temperatur er avgjørende for konsentrasjonen av hydrogenperoksid, og den totale biomassen som skal behandles er bestemmende for størrelse på presenning og antall lasteoperasjoner for brønnbåten. Dette behandles nærmere i de neste delkapitlene. Ved badebehandling må oppdretterne sulte fisken x antall dager i forkant av lusebehandlingen. Siste rad for de ulike avlusningene betegner antall sultedager for de to behandlingsmetodene, og summert gir dette en total differanse på tre ekstra sultedager for behandling i brønnbåt.

Konsekvensen av å sulte fisken blir betegnet som tapt tilvekst, og er gjenspeilet i sluttvekten for henholdsvis brønnbåt (5 735 g) og presenning (5 806 g). Behandling i brønnbåt, som har flere dager uten fôring, gir en lavere sluttvekt og dermed en mindre total biomasse ved endt syklus.

Den totale biomassen er utgangspunktet for beregning av inntektene, og blir presentert mer inngående i neste delkapittel. Kostnader knyttet til tapt tilvekst, vil inngå som en reduksjon i inntektene. Videre har den totale biomassen stor betydning for kostnadene knyttet til behandling i brønnbåt og behandling i presenning, noe som vil bli nærmere forklart i delkapittel 5.1.4. I det følgende benyttes informasjonen fra tabell 8 og 9 til å identifisere de beslutningsrelevante inntektene.

5.1.3 Beslutningsrelevante inntekter

I kapittel 2 ble det forklart hva som ligger i begrepet beslutningsrelevante inntekter. Dette er endringer i inntekter som følge av en beslutning. Inntekter, som ikke endres som følge av beslutningen, skal derfor ignoreres. Det ble også nevnt at relevante inntekter alltid vil være lik særinntekter, der særinntekter ble definert som fremtidige inntekter som er forskjellige for ett handlingsalternativ i forhold til nullalternativet. Dette reiser spørsmål om hva nullalternativet innebærer.

Nullalternativet

Nullalternativet beskriver en situasjon der oppdretterne velger å ikke iverksette tiltak mot lakselus. Uten tiltak vil lusenivåene etter all sannsynlighet overskride den maksimale grensen på i snitt 0,5 bevegelige hunnlus per laks lengde før produksjonssyklusens slutt. Som en konsekvens av dette, vil oppdretterne bli tvunget til å slakte ut fisken før den når optimal slaktevekt. Verdien av biomassen som sendes til slakting er derfor vesentlig lavere enn ved optimal syklus. Dette har sammenheng med at den totale biomassen som sendes til slakting vil være lavere enn ved optimalt slaktetidspunkt. Videre vil prisen per kg være lavere som følge av at kjøperne ikke verdsetter liten fisk i samme grad som stor fisk, jf. delkapittel 3.1.1. Således vil den solgte biomassen selges til en lavere margin. En annen konsekvens er at tvangsslakting kan gi negativ omtale i media, og dermed svekke næringens omdømme. Det vil imidlertid ikke gjøres noe forsøk på å tallfeste kostnader knyttet til rennometap i denne utredningen, da dette ligger utenfor kjernen i oppgavens problemstilling.

Nullalternativet beskriver dermed en situasjon der oppdretterne beslutter å ikke iverksette tiltak mot lakselus, noe som innebærer at de må slakte ut når lusenivåene overstiger maksgrensen. En slik antagelse vil vanskelig la seg overføre til virkeligheten. Ingen oppdrettere ønsker å avbryte produksjonssyklusen, da verdien av biomassen vil reduseres betraktelig. Hensikten er imidlertid å se hva konsekvensene vil bli dersom oppdretterne velger å ikke foreta seg noe i forhold til luseproblemet, noe som kan bidra til å forklare hvorfor de iverksetter tiltak.

Fisk, som slaktes ut tidlig grunnet høye lusenivåer, vil frigjøre kapasitet. En kan tenke seg at denne ledige kapasiteten kan brukes til å sette i gang en ny syklus med nytt smoltutsett. Dette er imidlertid ikke tilfelle. I henhold til akvakulturdriftsforskriften § 40 (2008) skal alle lokaliteter i sjøvann tømmes og brakklegges i minimum 2 måneder etter hver produksjonssyklus. Videre kan Mattilsynet treffe vedtak om lengre brakkleggingstid av den enkelte lokalitet, og koordinert brakklegging av et område dersom forholdene tilsier det (ibid.). Det forutsettes derfor at strenge krav til koordinert brakklegging i lokalitetens sone, bidrar til at det vil være tomt i merden frem til 30. august, og at det da blir felles brakklegging i sonen. Denne perioden vil dermed ikke generere inntekter.

Tidligere ble det forutsatt at fisken ved nullalternativet må slaktes ut 15. oktober som følge av høye lusenivåer, noe som tilsvarer litt over et halvt år etter utsett. Oppdretterne mister dermed over 10 måneder av produksjonssyklusen. På dette tidspunktet veier laksen 1 293 g, og antall fisk i merden er 168 357. Den totale biomassen er derfor på 217 686 kg. Med et sløyvesvinn på 17 %, vil slaktevekten (HOG) være på 1 073 g, noe som gir et inntektsgrunnlag på 180 679 kg, jf. tabell 10.

I delkapittel 3.1.3 ble gjennomsnittlig pris for de siste fem år beregnet til å være 27,08 kr for laks i vektclassen 1 - 2 kg (HOG). Siden lakseprisen svinger fra år til år, og også mye i løpet av ett år, er det valgt å bruke dette gjennomsnittet for å få en mest mulig representativ pris. Figur 10 i kapittel 3 viste kostnadsstrukturen per kg solgt fisk, der både variable og faste kostnader er fordelt ut per kg etter selvkostmetoden. Det forutsettes at disse er lineære og påløper kontinuerlig gjennom produksjonssyklusen, men at de ikke utgiftsføres før slaktetidspunkt. Dette medfører at kostnaden per kg vil være lik for nullalternativet og for optimal produksjonssyklus.

Frem mot 2005 var det en nedadgående trend i kostnaden per kg, men siden har trenden gått i motsatt retning, jf. delkapittel 3.1.4. Utfordringer knyttet til sykdommer og lakselus, samt økning i pris på innsatsfaktorer drar i retning av høyere kostnader. Samtidig er innovasjonstakten i næringen rask, noe som gjør at kostnadene kan reduseres. Selv om kostnaden per kg ikke svinger i like stor grad som prisen, er det valgt å basere kostnaden på et gjennomsnitt for de siste fem år. Basert på tall fra Nordea er denne på 26,02 kr/kg HOG, jf. delkapittel 3.1.4. I denne kostnaden inngår imidlertid alle kostnader knyttet til en produksjonssyklus, inklusiv kostnader som følge av behandling. Denne må derfor trekkes ut, siden det forutsettes at oppdretterne ikke gjennomfører noen tiltak. Kostnaden knyttet til behandling tilsvarer rundt 1 kr/kg, jf. delkapittel 3.1.3. Det er dermed forutsatt 25,02 kr/kg. Marginen er videre behandlet som forskjellen mellom pris og kostnad per kg.

$$\text{Inntektsgrunnlag} = (\text{Biomasse på slaktetidspunkt} \times (1 - \text{sløyevinn})) = \text{biomasse HOG}$$

Tabell 10 - Resultat ved nullalternativ

Vektklasse 1-2 kg	
Pris per kg (1)	27,08
Kostnad per kg (2)	25,02
Margin per kg (3)	2,06
Inntektsgrunnlag (4)	180 679
Inntekt (1) x (4)	4 892 789
Kostnad (2) x (4)	4 520 590
Resultat (3) x (4)	372 199

Inntektene og kostnadene, fremstilt i tabell 10, er beregnet som henholdsvis prisen per kg og kostnad per kg multiplisert med inntektsgrunnlaget. Differansen mellom inntektene og kostnadene er videre betegnet som resultatet for nullalternativet.

Inntekter ved full produksjonssyklus

Under forutsetning av at tre behandlinger fører til fullført produksjonssyklus, blir slaktetidspunktet 30. august. Laksen har da en vekt på 5 806 g ved behandling i presenning og 5 735 g ved brønnbåt. Dette tilsvarer henholdsvis 4 819 g og 4 760 g HOG, noe som plasserer laksen i vektlassen 4-5 kg. Prisen, vist i tabell 11 på neste side, er beregnet på samme måte som for nullalternativet.

Det fremgår av tabell 11 at biomassen på slaktetidspunktet er mindre for begge behandlingsmetodene sammenlignet med optimal syklus. Videre er den minst for brønnbåt som følge av de ekstra sultedøgnene. Kostnaden ved optimal produksjonssyklus er satt til 25,02 kr/kg basert på et snitt for de siste fem år, fratrukket behandlingkostnaden. Multipliseres denne kostnaden med biomassen (HOG) på slaktetidspunktet, blir den totale kostnaden knyttet til produksjons-syklusen 19 700 645 kr. Tapt tilvekst fører imidlertid til at kostnaden per kg vil bli høyere for behandling i brønnbåt og presenning, sammenlignet med optimal produksjonssyklus, og høyest for brønnbåt der biomassen er minst. Marginen vil derfor være lavere på den solgte biomassen dersom det behandles. Netto inntekter er således gitt som forskjellen i inntekter og kostnader, eksklusiv behandlingkostnaden.

Tabell 11 - Resultat ved behandling og ved optimal syklus

Vektklasse 4-5 kg			
	Presenning	Brønnbåt	Optimal
Pris per kg (1)	35,48	35,48	35,48
Kostnad per kg (2)	25,95	26,27	25,02
Margin per kg (3)	9,53	9,21	10,46
Biomasse på slaktetidspunkt (kg)	914 642	903 457	948 670
Sløyesvinn (%)	0,17	0,17	0,17
Inntektsgrunnlag (4)	759 153	749 870	787 396
Inntekt (1) x (4)	26 934 755	26 605 378	27 936 806
Kostnad (2) x (4)	19 700 645	19 700 645	19 700 645
Netto inntekter (3) x (4)	7 234 110	6 904 732	8 236 161

De beslutningsrelevante inntektene er forskjellen mellom inntekt ved behandling og inntekt ved nullalternativet. Inntektene ved behandling inkluderer tapt tilvekst, men er i påfølgende delkapittel behandlet som en indirekte kostnad for å illustrere hvordan denne fremkommer. Kostnadene, eksklusiv hydrogenperoksidbehandling, vil imidlertid påløpe uavhengig av om en behandler eller ikke, og behandles som en reduksjon i de beslutningsrelevante inntektene. Kostnadene som påløper mellom tidlig slakting og full produksjonssyklus er forskjellige fra kostnadene ved nullalternativet, og betraktes dermed som en særkostnad. Disse må følgelig inkluderes i analysen som beslutningsrelevante kostnader. Videre er differansen mellom inntekter ved full produksjonssyklus og inntekter ved nullalternativ betegnet som beslutningsrelevante netto inntekter. Dette kommer frem av tabell 12 på neste side.

Tabell 12 – Beslutningsrelevante netto inntekter

Vektklasse 4-5 kg	Preseining	Brønnbåt
Netto inntekter ved full produksjonssyklus	7 234 110	6 904 732
- Nullalternativ	372 199	372 199
= Beslutningsrelevante netto inntekter	6 861 911	6 532 533

Tidshorisonen fra tidlig slakting til full produksjonssyklus er på om lag ti måneder. Det vil være rimelig å anta at inntektene generert ved nullalternativet kan plasseres til avkastningskravet i denne perioden, noe som får konsekvenser for regnestykket i tabell 12. Dette behandles nærmere i delkapittel 5.2.3.

5.1.4 Beslutningsrelevante kostnader

Analogt med beslutningsrelevante inntekter ble beslutningsrelevante kostnader definert som endringer i kostnader som følge av en beslutning. Kostnader som ikke endres av beslutningen skal dermed ignoreres. Særkostnader er imidlertid ikke det samme som relevante kostnader, på samme måte som særinntekter er lik de relevante inntektene. Der særkostnaden vurderes opp mot nullalternativet, vurderes de relevante kostnadene opp mot flere alternativer. Relevante kostnader består derfor av både særkostnader og alternativkostnader.

I valg av estimeringsmetode er det tatt utgangspunkt i en kost-nytte vurdering, jf. delkapittel 2.2.3. Som en følge av at det er identifisert få indirekte kostnader knyttet til behandlingene, anses tradisjonell aktivitetsbasert kalkulasjon å være lite hensiktsmessig for tilordning av kostnader. På den annen side kan tidsdrevne aktivitetsbasert kalkulasjon, som representerer en forenkling av den tradisjonelle ABC, gi et innsiktsfullt beslutningsgrunnlag til en lavere kostnad. De fleste kostnadene kan imidlertid henføres direkte til behandlingen, og dermed vil én av de tradisjonelle estimeringsmetodene kunne gi et like riktig kostnadsbilde til en enda lavere kostnad. Bidragsmetoden er en hensiktsmessig estimeringsmetode, da de fleste kostnadene knyttet til behandlingene er særkostnader. Noen av kostnadene er imidlertid faste, og det kan dermed argumenteres for at selvkostmetoden er en egnet fordelingsmetode. I denne studien benyttes sistnevnte estimeringsmetode.

Direkte kostnader ved behandling i brønnbåt

Leie av brønnbåt: I den nåværende brønnbåtflåten er det mulig å leie båter med en lastekapasitet fra 650 m³ til 4 500 m³. Leiekostnaden per time er høyere for en båt med stor lastekapasitet enn en med liten. Siden brønnbåten har en gitt lastekapasitet, vil denne

kapasiteten, sammen med anbefalt fisketetthet, være bestemmende for hvor mange tonn fisk som kan lastes om bord i én last. Lastekapasiteten er derfor avgjørende for antall lasteoperasjoner per merd. Med liten lastekapasitet må en laste og losse fisken i flere omganger for å behandle hele merden. For å få en mest mulig effektiv behandling, er det derfor ønskelig med en brønnbåt som kan behandle hele merden i én omgang.

Lastekapasiteten på brønnbåtene, som benyttes i forbindelse med avlusning, varierer fra oppdretter til oppdretter. Det samme gjør prisene. Leiepris avhenger i stor grad av om båten går på charter eller spot, og hva de enkelte oppdretterne forhandler seg frem til. I denne studien legges spottprisene til grunn i analysen. Videre baseres analysen på at det benyttes en mellomstor brønnbåt, nærmere bestemt en med lastekapasitet på 1 800 m³. Basert på samtaler med rederiene som har denne størrelsen i sin flåte, estimeres en timespris på 7 500 kr¹³ og en tidsbruk tilsvarende fire timer per last. I denne leieprisen inngår alle kostnader knyttet til bruk av båtens utstyr, også oksygentilførsel under avlusningene.

I tabell 13 presenteres kostnadene knyttet til leie av brønnbåt for de ulike avlusningene. Det går frem av tabellen at større biomasser krever at det gjennomføres flere operasjoner, noe som øker tidsbruken, og dermed leiekostnaden. Eksempelvis vil en ved første avlusning benytte totalt åtte timer, noe som tilsvarer en total kostnad på 60 000 kr med en leiepris på 7 500 kr per time. Dette er kostnader som ikke oppstår ved nullalternativet, og følgelig betraktes de som en særkostnad.

Tabell 13 - Kostnader knyttet til leie av brønnbåt

	Antall timer per last	Antall laster ¹⁴	Antall timer per avlusning	Leiekostnad per time	SUM
Avlusning 1	4	2	8	7 500	60 000
Avlusning 2	4	3	12	7 500	90 000
Avlusning 3	4	4	16	7 500	120 000

¹³ Basert på samtaler med Petter Gunnarstein i Sølvtrans

¹⁴ Antall lasteoperasjoner per avlusning er beregnet med utgangspunkt i vedlegg 6, og brønnbåtens lastekapasitet. Tabellen i vedlegget viser maksimal tetthet av fisk ved ulike vektklasser, der maksimal tetthet er anbefalt antall kg fisk per m³. Maksimal biomasse i brønnen er beregnet som produktet av lastekapasitet og maksimal tetthet. Videre er antall last beregnet som biomassen ved avlusningstidspunktet dividert med maksimal biomasse som går i brønnen på de ulike tidspunktene. Eksempelvis er maksimal tetthet 60 kg/m³ ved avlusning 1, noe som innebærer at maksimal biomasse som går i brønnen er 1 800 m³ x 60 kg/m³ = 108 000. Biomassen i merden er på samme tidspunkt 208 931. Dette betyr at det kreves 208 931/108 000 = 1,93 = 2 laster ved avlusning 1.

Mannskap på merd: Ved behandling i brønnbåt anslår oppdretterne at det vil være behov for mellom to og seks røktere til å gjennomføre behandlingen. De fleste oppgir behovet til å være fire røktere og det er dette estimatet som benyttes videre i analysen. Videre antas det at tre av disse røkterne representerer faste lønnskostnader, siden de er tilgjengelig på merden uavhengig av behandlingen. Det betyr ikke at de ikke er en relevant kostnad. De aktuelle røkterne kunne utført annet viktig arbeid, hadde det ikke vært for behandlingen. De representerer med andre ord en alternativkostnad. Den siste røkteren hentes imidlertid inn kun for at behandlingen skal kunne gjennomføres, og må derfor betraktes som en særkostnad. De totale relevante kostnadene vil derfor inkludere alle de fire røkterne. Alle lønnskostnadene kan knyttes direkte til behandlingen.

Ifølge Statistisk sentralbyrås lønnsstatistikk per 1. oktober 2014, er gjennomsnittlig månedslønn, eksklusiv overtid, på 37 800 kr for fiskeoppdrettere og røktere (SSB, 2015). Det vil normalt være flere kostnader knyttet til et arbeidsforhold, men det er i denne studien valgt å se bort fra dette. Med utgangspunkt i en normal arbeidsuke på 37,5 timer, og en antagelse om at hver måned består av fire arbeidsuker, vil antall arbeidstimer per måned være 150. Dette gir en timelønn på 252 kr. Med våre forutsetninger, vil brønnbåten måtte gjennomføre flere lasteoperasjoner for å behandle hele merden, og jo høyere biomassen er ved de ulike avlusningstidspunktene, desto flere lasteoperasjoner må til, jf. tabell 13. Dette gir seg utslag i tidsbruken, og dermed også lønnskostnadene.

Tabell 14 viser lønnskostnadene knyttet til de tre avlusningene. Det går frem av tabellen at den totale lønnskostnaden er dobbelt så høy for avlusning tre som for avlusning én. Dette skyldes at biomassen ved den siste avlusningen er så stor at den krever dobbelt så mange lasteoperasjoner. Dette gir seg utslag i tidsbruken og dermed lønnskostnaden.

Tabell 14 - Kostnader knyttet til røktere

	Antall røktere	Antall timer per last	Antall last	Antall timer per avlusning	Lønnskostnad per time	SUM
Avlusning 1	4	4	2	8	252	8 064
Avlusning 2	4	4	3	12	252	12 096
Avlusning 3	4	4	4	16	252	16 128

*Leie av arbeidsbåter*¹⁵: Ved avlusning i brønnbåt er det behov for arbeidsbåter som frakter oppdretterne til og fra merden. De fleste oppdretterne oppgir at det er nødvendig med én slik båt, og med utgangspunkt i intervjuene forutsettes det en leiepris på 3 000 kr per time. Båten er tilgjengelig under hele avlusningen, noe som innebærer at den leies det samme antallet timer som brønnbåten. De totale kostnadene for bruk av arbeidsbåt per avlusning blir betegnet som særkostnader, og er oppsummert i tabell 15.

Tabell 15 - Kostnader knyttet til leie av arbeidsbåt

	Antall arbeidsbåter	Antall timer per last	Antall last	Antall timer per avlusning	Leiekostnad per time	SUM
Avlusning 1	1	4	2	8	3 000	24 000
Avlusning 2	1	4	3	12	3 000	36 000
Avlusning 3	1	4	4	16	3 000	48 000

Hydrogenperoksid: Kostnaden knyttet til bruk av hydrogenperoksid er en kostnad som er forskjellig fra nullalternativet, og er følgelig en relevant kostnad knyttet til behandling. Kostnaden er en funksjon av pris og dosering, hvor sistnevnte blant annet avhenger av konsentrasjon og behandlingsvolum. Videre bestemmes konsentrasjonen ut i fra temperaturforhold, fisketetthet, følsomhetssituasjonen og fiskens generelle helse. Veiledende tabeller gir retningslinjer for hvordan en skal dosere, men det er opp til veterinærene å avgjøre hva som er forsvarlig dosering ved den enkelte lokalitet. Retningslinjene sier blant annet at det ved lave temperaturer skal benyttes sterkere konsentrasjon enn ved høye temperaturer. Den veiledende tabellen i vedlegg 7 er utgangspunktet for beregning av dosering. Ved valg av konsentrasjon er ulike veterinærer blitt kontaktet, for å sikre at valg av konsentrasjon er realistisk på generell basis. Følgende formel brukes for beregning av dosering:

$$(1)^{16} \text{ Antall liter H}_2\text{O}_2 = \frac{(\text{Konsentrasjon (ppm)} \times \text{behandlingsvolum}) \times 2}{1\,200}$$

¹⁵ I oppdrettsnæringen er det vanlig å skille mellom arbeidsbåter og servicebåter. I denne utredningen er det valgt å ikke skille mellom de to båttypene, og at alle båter betraktes som arbeidsbåter.

¹⁶ Konsentrasjon (ppm) er målt i g/m³. For å beregne antall liter H₂O₂, må en dele på massetettheten 1 200 g/L. PPM er en betegnelse for parts per million.

Beregningen av behandlingsvolum er basert på følgende formel:

$$(2)^{17} \text{ Behandlingsvolum} = \frac{\text{Lastekapasitet brønnbåt} - \left(\frac{\text{Biomasse ved aktuell avlusning}}{1\,000} \right)}{\text{Antall brønnbåtlaster per avlusning}}$$

Videre er den totale kostnaden avhengig av prisen per liter. Prisen er bestemt ut fra tilbuds- og etterspørselsforhold, og varierer ut i fra hvilke avtaler den enkelte oppdretter har med leverandørene. En siste faktor, som er bestemmende for prisen, er fraktekostnaden. Basert på samtaler med oppdrettere og leverandører, er en gjennomsnittlig pris på syv kroner literen beste approksimasjon.

Den totale kostnaden knyttet til forbruk av hydrogenperoksid for de ulike avlusningene, er presentert i tabell 16. Konsentrasjonen bestemmes ut fra sjøtemperaturen på avlusningstidspunktet. Videre benyttes formel (2) ovenfor til å beregne behandlingsvolumet. Når behandlingsvolum og konsentrasjon er kjent, kan en ved hjelp av formel (1) på foregående side beregne antall liter hydrogenperoksid per last. Den totale kostnaden beregnes ved å multiplisere antall last per avlusning, antall liter virkestoff per last og pris. Det kommer frem av tabellen at kostnaden er størst for den andre avlusningen til tross for at det benyttes én ekstra last ved avlusning tre. Dette har sammenheng med at konsentrasjonen er sterkere ved lave temperaturer.

Tabell 16 - Kostnader knyttet til forbruk av hydrogenperoksid ved behandling i brønnbåt

	Avlusning 1	Avlusning 2	Avlusning 3
Sjøtemperatur °C	11,1	6,2	11,4
Konsentrasjon (PPM)	1 400	1 900	1 350
Behandlingsvolum (m ³)	1 696	1 634	1 627
Antall laster per behandling (1)	2	3	4
Antall liter H ₂ O ₂ per last (2)	3 956	5 173	3 662
Pris per liter (3)	7	7	7
Kostnad H ₂ O ₂ (1) x (2) x (3)	55 387	108 638	102 526

¹⁷ Ved å dele på antall brønnbåtlaster vil biomassen fordeles likt på hver last, og på denne måten unngår en at siste last blir en liten restlast. Samtaler med oppdretterne viser at dette har sammenheng med at effekten av avlusningen er bedre dersom tettheten av fisk er større. Videre forutsettes det at 1 kg fisk tilsvarer 1 liter vann, og dermed at 1 000 kg fisk tilsvarer 1 m³.

Nå som de beslutningsrelevante direkte kostnadene knyttet til behandling i brønnbåt er identifisert, vil en tilsvarende betraktning gjennomføres for behandling i presenning.

Direkte kostnader ved behandling i presenning

Presenning: For å beregne kostnaden knyttet til selve presenningen er det estimert en kostnad per avlusning. Kostnaden per behandling er avhengig av levetiden på presenningen, uttrykt i antall behandlinger. Basert på samtaler med leverandører og oppdrettere, er det forutsatt en generell gjennomsnittlig levetid på 80 behandlinger. Presenningen anskaffes utelukkende for behandlingsformål, noe som innebærer at kostnaden er forskjellig fra nullalternativet. Følgelig betraktes den som en særkostnad.

Oppdretterne bruker enten spesialsydd eller standardisert presenning. Mange velger imidlertid spesialsydd, og begrunner dette med bedre kvalitet. Videre er tiden det tar å tilpasse presenningen til den aktuelle biomassen kortere. Prisene på de spesialsydde presenningene varierer ut i fra kvalitet, størrelse og utforming. Presenningsleverandøren Plany påpeker at 5 000 m³ er den minste operative størrelsen til behandling i en merd med omkrets 160 m¹⁸. Ut fra samtaler med disse leverandørene benyttes et prisoppsett som vist i tabell 17.

Tabell 17 - Pris på presenning

Størrelse på presenning (m ³)	Pris
5 000 – 7 000	210 000
7 000 – 10 000	240 000
10 000 – 13 000	280 000
13 000 →	300 000

Ved behandling i presenning opereres det med veiledende fisketetthet, det vil si maks kg/m³ i presenningen. Denne varierer mye mellom ulike oppdrettere, men basert på samtaler med leverandører, som har deltatt i en rekke avlusninger, benyttes et snitt på 60 kg/m³ i analysen. Størrelsen på presenningen er beregnet med utgangspunkt i total biomasse i merden på avlusningstidspunkt, dividert med maksimal fisketetthet¹⁹. Videre er prisen på presenningen en funksjon av størrelsen, som vist i tabell 17. Pris dividert med levetid, uttrykt som antall behandlinger, gir gjennomsnittlig kostnad per behandling. Dette er oppsummert i tabell 18.

¹⁸ Basert på personlig kommunikasjon med Kenneth Brandal i Plany.

¹⁹ For avlusning 1 er den totale biomassen på avlusningstidspunktet 211 120 kg, jf. tabell 8. Dividert med maksimal fisketetthet på 60 kg/m³ tilsvarer dette en presenningsstørrelse på 3 519 m³. På bakgrunn av dette benyttes den minste operative størrelsen på 5 000 m³. Presenningsstørrelsen for avlusning 2 og 3 er beregnet på tilsvarende måte.

Tabell 18 - Kostnad presenning

	Avlusning 1	Avlusning 2	Avlusning 3
Størrelse på presenning (m ³)	5 000	8 407	11 674
Pris på presenning	210 000	240 000	280 000
Levetid i antall behandlinger	80	80	80
Kostnad per behandling	2 625	3 000	3 500

Oksygenbatteri: I motsetning til behandling i brønnbåt, der kostnaden knyttet til oksygenforbruk er inkludert i leieprisen, utgjør den en separat kostnad ved behandling i presenning. Oppdretterne må derfor leie oksygenbatterier, der ett oksygenbatteri er en samling av 12 eller 16 flasker med komprimert oksygen.

Kostnaden knyttet til oksygenbatteriet består av kostnaden for selve oksygenet, en kostnad knyttet til leie av batteriene og til slutt en fraktekostnad. Forbruket av oksygen avhenger blant annet av størrelsen på fisken og sjøtemperatur. Gjennom samtaler med både oppdretterne i utvalget og leverandører av oksygen, estimeres et forbruk på et halvt batteri per merd. Videre varierer prisene knyttet til oksygenbatteriene fra 5 200 kr per batteri til 9 480 kr, inkludert leie og fraktekostnad. Prisvariasjonen avhenger av den enkelte avtale hver oppdretter har med den aktuelle leverandør, og ikke minst fraktekostnaden. Dette gir en snittkostnad på 7 340 kr per batteri. Under forutsetning om at det brukes et halvt batteri per merd, blir kostnaden per merd følgelig 3 670 kr.

Under avlusningene benyttes måleinstrumenter til å måle oksygennivå og innblandingsprosent av virkemiddelet. Oppdretterne informerer om at oksygenmålere er utstyr de må ha, uavhengig av om det behandles eller ikke. Dette medfører at de ikke skiller seg fra nullalternativet og at de dermed ikke kan betraktes som særkostnader. De har heller ingen alternativ anvendelse under avlusningen. Titratorer, som måler innblandingsprosenten av hydrogenperoksid, benyttes kun i tilknytning til behandling og betraktes dermed som en særkostnad. Oppdretterne opplyser imidlertid om at kostnadene for disse instrumentene er relativt små og levetiden svært lang. Kostnaden per behandling er derfor svært lav, og anses dermed som ubetydelig.

Kostnadene knyttet til mannskap på merd, leie av arbeidsbåter og hydrogenperoksid behandles på tilsvarende måte som ved behandling i brønnbåt. Dette innebærer at alle

kostnadene behandles som særkostnader, med unntak av tre røktere som behandles som faste kostnader.

Mannskap på merd: Sammenlignet med brønnbåt er behandlingsprosessen i presenning mer mannskapskrevende, der oppdretterne opplyser om et behov for mellom 10 og 15 røktere. Samtidig er den mindre tidkrevende da hele merden behandles i én og samme operasjon. De fleste oppdretterne opplyser at en avlusning i presenning typisk tar rundt 4 timer. I denne studien er det lagt til grunn et gjennomsnittlig anslag på 13 røktere, som hver jobber i 4 timer. Dette er oppsummert i tabell 19, og gir følgende lønnskostnader knyttet til behandling i presenning:

Tabell 19 - Kostnader knyttet til røktere

	Antall røktere	Antall timer per avlusning	Lønnskostnad per time	SUM
Avlusning 1	13	4	252	13 104
Avlusning 2	13	4	252	13 104
Avlusning 3	13	4	252	13 104

Leie av arbeidsbåter: De fleste oppdretterne i utvalget tar i bruk 4 arbeidsbåter ved avlusning i presenning. Dette skyldes en mer krevende operasjon, sammenlignet med behandling i brønnbåt. Det legges derfor til grunn 4 båter i analysen, der disse leies til 3 000 kr per time. Med utgangspunkt i en avlusning på 4 timer, gir dette en kostnad per behandling tilsvarende 48 000 kr. Som vist i tabell 20, er denne kostnaden lik for alle de tre avlusningene.

Tabell 20 – Kostnader i knyttet til leie av arbeidsbåter

	Antall arbeidsbåter	Antall timer per avlusning	Leiekostnad per time	SUM
Avlusning 1	4	4	3 000	48 000
Avlusning 2	4	4	3 000	48 000
Avlusning 3	4	4	3 000	48 000

Hydrogenperoksid: Konsentrasjon og dosering av virkestoffet beregnes på tilsvarende måte som for brønnbåt. I presenning behandles imidlertid hele merden i én omgang, og en har således ikke behov for å ta hensyn til antall operasjoner. Behandlingsvolumet beregnes derfor med utgangspunkt i følgende formel:

$$(3) \text{ Behandlingsvolum} = \text{Størrelse på presenning} - \left(\frac{\text{Biomasse ved aktuell avlusning}}{1\ 000} \right)$$

Ved avlusning 3 er biomassen vesentlig større enn ved avlusning 1, noe som krever større volum på presenningen. Dette vil videre resultere i økt behandlingsvolum, økt forbruk av hydrogenperoksid og med det høyere kostnad. I tabell 21 er det vist hvordan kostnaden knyttet til hydrogenperoksid fremkommer, ved å multiplisere forbruket av H₂O₂ med prisen.

Tabell 21 - Kostnad knyttet til forbruk av hydrogenperoksid ved behandling i presenning

	Avlusning 1	Avlusning 2	Avlusning 3
Størrelse på presenning (m ³)	5 000	8 407	11 674
Sjøtemperatur °C	11,1	6,2	11,4
Konsentrasjon (PPM)	1 400	1 900	1 350
Behandlingsvolum (m ³)	4 789	7 902	10 974
Antall liter H ₂ O ₂ (1)	11 174	25 024	24 691
Pris per liter (2)	7	7	7
Kostnad H ₂ O ₂ (1) x (2)	78 218	175 167	172 835

Ved å sammenligne tabell 16 og 21, kommer det klart frem at de totale kostnadene knyttet til hydrogenperoksid er vesentlig større ved behandling i presenning. Dette henger sammen med at behandlingsvolumet er mindre når en behandler i brønnbåt.

Nå som de beslutningsrelevante direkte kostnadene er identifisert for begge behandlingsalternativene, betraktes de beslutningsrelevante indirekte kostnadene i det følgende. Disse ble behandlet som en reduksjon i de beslutningsrelevante inntektene, jf. delkapittel 5.1.3. Hensikten med fremstillingen er å vise hvordan disse fremkommer, og deres bidrag til de totale kostnadene.

Indirekte kostnader ved behandling i presenning og brønnbåt

I forbindelse med badebehandling ved bruk av hydrogenperoksid, er det to indirekte kostnader med stor betydning for lønnsomheten. Dette gjelder uavhengig av hvilken metode en benytter. I det følgende betraktes de indirekte kostnadene knyttet til dødelighet samt kostnadene ved å sulte fisken ved behandling i brønnbåt kontra presenning.

Dødelighet/svinn: Under avlusning vil det normalt forekomme tap av fisk, enten som følge av dårlig helse eller feilbehandling. Eksakte tall på dødelighet har imidlertid vist seg å være

vanskelig å frembringe. I løpet av produksjonssyklusen vil det også forekomme naturlig dødelighet, noe som blant annet skyldes sykdommer og taperfisk. I denne studien er det dermed forutsatt lik dødelighet knyttet til de to metodene. Dødeligheten fra tidlig slakt til fullført produksjonssyklus representerer tapte innbetalinger, og er dermed en beslutningsrelevant kostnad.

Marine Harvest (2014) har i sine beregninger forutsatt en gjennomsnittlig dødelighet i sjø på 10 %. Av respondentene i datainnhentingene varierer dødeligheten mellom 4 % og 27 %. De fleste observerer imidlertid mellom 5 % og 15 % dødelighet. I denne studien legges det derfor til grunn et gjennomsnittlig anslag på 10 % lineær dødelighet, noe som innebærer at den er likt fordelt over hele syklusen. Forutsetningen representerer således en forenkling av virkeligheten, da det under normale omstendigheter forekommer størst dødelighet de første én til to månedene. Dette skyldes svakere fisk, som i denne perioden forsøker å tilpasse seg omgivelsene (Marine Harvest, 2014).

Antall smolt ved utsett er 175 000, noe som med 10 % lineær dødelighet gir 17 500²⁰ færre fisk ved produksjonssyklusens slutt. Dette tilsvarer en daglig dødelighetsrate på om lag 34 fisk per dag, gitt en produksjonssyklus på 518 dager. Ved nullalternativet slaktes imidlertid fisken ut etter 198 dager, noe som gir en total dødelighet på 6 689 fisk. Slaktevekten er beregnet som rundt vekt på slaktetidspunkt, jf. tabell 8 og 9, fratrukket sløyesvinnet på 17 %. Denne er multiplisert med antall død fisk, noe som gir total dødelighet i kg. For å beregne kostnaden knyttet til dødelighet, som vist i tabell 22, multipliseres dødeligheten i kg med marginen for de respektive alternativene.

Tabell 22 - Kostnader knyttet til dødelighet

10 % lineær dødelighet	Brønnbåt	Presenning	Nullalternativ
Dødelighet fisk	17 500	17 500	6 689
Slaktevekt (g)	4 760	4 819	1 073
Dødelighet (kg) (1)	83 301	84 332	7 179
Margin (2)	9,21	9,53	2,06
Kostnad dødelighet (1) x (2)	767 027	803 617	14 788
Beslutningsrelevant kostnad	752 239	788 828	

²⁰ Skrettings vekstmodell gir en dødelighet på rett i underkant av 17 500 fisk over syklusen. Dette innebærer at beregningene gjort her avviker noe fra Skrettings vekstmodell. Avviket er imidlertid så lite at det vurderes som ubetydelig i denne sammenheng.

Kostnadsdifferansen mellom full produksjonssyklus ved behandling og nullalternativet representerer en særkostnad, og må betraktes som en relevant kostnad. Som vist i tabell 22, utgjør disse kostnadene hele 752 239 kr og 788 828 kr for henholdsvis behandling i brønnbåt og behandling i presenning. Forskjellen skyldes ulikt antall sultedager i forkant av behandlingene, og dermed ulik slaktevekt ved endt produksjonssyklus.

Konsekvenser av å sulte fisken: I forkant av badebehandlinger sultes fisken i x antall dager, avhengig av blant annet temperatur og behandlingsmetode. Årsaken til dette er, ifølge oppdretterne, å øke fiskens stresstoleranse, redusere fiskens oksygenbehov og sørge for at behandlingsvannet er rent. Antall sultedager i denne studien er bestemt ut fra sultematriksen i vedlegg 8, samt det oppgitte tallmaterialet fra intervjuene. Begge kildene antyder at antall sultedager er forskjellig for de to behandlingsmetodene. Oppdretterne oppgir at de normalt sulter fisken ett ekstra døgn ved behandling i brønnbåt. Dette har sammenheng med den ekstra påkjenningen fisken utsettes for ved lasting. De dagene fisken sultes vokser den ikke som normalt, og dermed oppnås ikke optimal slaktevekt. Tapt tilvekst må derfor behandles som en relevant kostnad i forbindelse med behandling.

Flere av oppdretterne nevner at det også må tas hensyn til at fisken, i etterkant av en behandling, ikke er i stand til å utnytte fôret i like stor grad. Det er derfor tapt tilvekst også knyttet til dette. På bakgrunn av dette antar Liu og Bjelland (2014), i sin studie, to ekstra sultedager, i tillegg til de i forkant av behandlingen. Andre oppdrettere mener at fisken utnytter fôret fullt ut, umiddelbart etter behandling. Som en følge av usikkerheten knyttet til den reelle effekten av behandlingen, er det valgt å se bort fra dette forholdet i denne studien.

På bakgrunn av intervjuene med oppdretterne legges det til grunn 3 sultedager for behandling i merd, og 4 sultedager for behandling i brønnbåt, jf. delkapittel 5.1.1. Dette innebærer at biomassen på slaktetidspunktet er lavere for brønnbåt enn for presenning, jf. tabell 8 og 9. Den tapte tilveksten i kg er, som vist i tabell 23, beregnet som differansen mellom total biomasse, med og uten behandling.

Tabell 23 - Tapt biomasse målt i kg

	Brønnbåt (kg)	Presenning (kg)
Biomasse optimal slaktevekt (1)	948 670	948 670
Biomasse på slaktetidspunkt ved behandling (2)	903 457	914 642
Tapt biomasse (1) – (2)	45 213	34 028

Den tapte tilveksten i kg danner grunnlaget for å beregne tapt tilvekst i kr. Det er viktig å presisere at den tapte tilveksten er større i de periodene av syklusen der fisken vokser raskest, det vil si i perioder med høye temperaturer. Således er tidspunkt for behandling avgjørende for omfanget av den indirekte kostnaden (Liu & Bjelland, 2014). Videre fører tapt tilvekst til økt kostnad per kg, og dermed redusert margin, jf. tabell 11.

Som en følge av at oppdretterne ikke fører fisken i dagene før behandling, sparer de førkostnaden de normalt ville hatt disse dagene. Daglig førforbruk ved de ulike avlusningene er hentet fra Skrettings vekstmodell. Som det går frem av tabell 24 er det én ekstra sultedag ved behandling i brønnbåt for hver av de tre avlusningene.

Tabell 24 - Spart førforbruk i kg

Brønnbåt		Presenning				
Fôr (Kg)	Avlusning 1	Avlusning 2	Avlusning 3	Avlusning 1	Avlusning 2	Avlusning 3
Dag 1	1 846	2 139	4 456	1 853	2 173	4 512
Dag 2	1 853	2 162	4 479	1 859	2 196	4 535
Dag 3	1 859	2 185	4 501	1 866	2 220	4 557
Dag 4	1 866	2 209	4 523			
SUM	7 424	8 695	17 959	5 578	6 589	13 604

Sulting av fisken, som følge av behandling, har således tre implikasjoner. For det første reduseres biomassen på grunn av tapt tilvekst. For det andre gir tapt tilvekst lavere margin på solgt biomasse, som i tabell 11 er omtalt som inntektsgrunnlag. Dette innebærer at oppdretterne selger hele biomassen til en redusert margin, tilsvarende 1,25 kr og 0,93 kr for henholdsvis brønnbåt og presenning, jf. tabell 11. På den andre siden vil oppdretterne spare førkostnader, som en følge av sultingen. De tre ligningene nedenfor viser hvordan beregningene er gjennomført, og tabell 25 oppsummerer konsekvensene av å sulte fisken.

- (1) Tapt biomasse i kr = (tapt biomasse i kg x (1 – sløyesvinn)) x (margin)
- (2) Tap som følge av redusert margin = forskjell i margin x solgt biomasse
- (3) Sparte førkostnader = fôrpris²¹ per kg x antall kg fôr spart

²¹ Fôrprisen er beregnet til ca. 8,95 kr/kg basert på et gjennomsnitt for de siste 5 år (Fiskeridirektoratet, 2015).

Tabell 25 - Konsekvenser av å sulte fisken

	Brønnbåt	Presenning
Tapt biomasse	392 524	295 419
Tapt margin	938 905	706 632
SUM (tapt tilvekst)	1 331 429	1 002 051
Spart førkostnad	305 100	230 728
Netto kostnad	1 026 329	771 323

Tapt tilvekst er vesentlig høyere ved behandling i brønnbåt enn ved behandling i presenning. Denne differansen er på om lag 330 000 kr, noe som illustrerer betydningen av ett ekstra sultedøgn. Dette gjelder imidlertid kun for denne syklusen, da differansen avhenger av tidspunktet for avlusningene. Den sparte førkostnaden er størst for brønnbåter, da det her sultes ett døgn ekstra per avlusning. Tapt tilvekst er imidlertid høyere enn de sparte kostnadene knyttet til føring. Dette resulterer i at differansen i netto kostnad utgjør om lag 260 000 kr. Kostnader knyttet til det å sulte fisken oppstår kun ved behandling, og er dermed forskjellig fra nullalternativet. Følgelig må disse inkluderes som relevante kostnader, da de kan betraktes som særkostnader.

I forbindelse med hydrogenperoksidbehandling, er det noen oppdrettere som benytter seg av spesialfôr. Dette er et fôr som øker slimlaget til fisken, noe som gjør den mer motstandsdyktig mot påslag av lus i etterkant av behandlingen. Hydrogenperoksid bryter ned slimlaget til fisken, og gjør den mer sårbar for påslag etter behandling. Spesialfôret er normalt mellom 1 og 2 kroner dyrere enn vanlig fôr. Det store flertallet av oppdretterne i studiens utvalg benytter ikke spesialfôr i forbindelse med behandling. Siden utvalget skal være representativt for den «typiske» oppdretter, er det dermed besluttet å se bort fra dette i denne utredningen.

5.1.5 Noen avsluttende bemerkninger

I fremstillingen over er de relevante inntektene og kostnadene knyttet til beslutningen om å gjennomføre hydrogenperoksidbehandling betraktet. Alle kostnadene kan relateres direkte til behandlingen. Som en følge av dette er det besluttet at det er hensiktsmessig å benytte en av de tradisjonelle estimeringsmetodene, og at det dermed kan oppnås en god tilnærming til kostnadene til en lav målekostnad. De relevante kostnadene er derfor fordelt etter selvkostmetoden, da det eksisterer både faste og variable kostnader knyttet til behandlingene. Med unntak av kostnadene knyttet til de tre røkterne, som representerer en approksimasjon til alternativkostnaden, behandles alle kostnader som særkostnader.

Tabell 26 og 27 oppsummerer de beslutningsrelevante direkte kostnadene for behandling i henholdsvis brønnbåt og presenning. Det fremgår av tabellene at de totale direkte kostnadene ved behandling i brønnbåt er 680 840 kr, i motsetning til behandling i presenning der de beløper seg til 629 667 kr. Dette indikerer at det er små forskjeller i de direkte kostnadene knyttet til behandling ved bruk av hydrogenperoksid. Forskjellen skyldes i hovedsak kostnadene ved den siste avlusningen, noe som følger av tidsbruken ved den siste avlusningen i brønnbåt. Kostnaden knyttet til hydrogenperoksid utgjør, som vist i tabell 26, den klart største andelen ved behandling i presenning. For behandling i brønnbåt er det imidlertid de to kostnadskomponentene knyttet til brønnbåt og hydrogenperoksid som sammen utgjør den største andelen.

Tabell 26 - Oppsummering direkte kostnader ved behandling i brønnbåt

Brønnbåt					
Avlusning	Avlusning 1	Avlusning 2	Avlusning 3	Totalt	Relativ størrelse
Kostnad brønnbåt	60 000	90 000	120 000	270 000	0,40
Kostnad røktare	8 064	12 096	16 128	36 288	0,05
Kostnad arbeidsbåter	24 000	36 000	48 000	108 000	0,16
Kostnad hydrogenperoksid	55 387	108 638	102 526	266 552	0,39
Sum direkte kostnader	147 451	246 734	286 654	680 840	1,00

Tabell 27 - Oppsummering direkte kostnader ved behandling i presenning

Presenning					
	Avlusning 1	Avlusning 2	Avlusning 3	Totalt	Relativ størrelse
Kostnad presenning	2 625	3 000	3 500	9 125	0,01
Kostnad røktare	13 104	13 104	13 104	39 312	0,06
Kostnad arbeidsbåter	48 000	48 000	48 000	144 000	0,23
Kostnad hydrogenperoksid	78 218	175 167	172 835	426 220	0,68
Kostnad oksygenbatteri	3 670	3 670	3 670	11 010	0,02
Sum direkte kostnader	145 617	242 941	241 109	629 667	1,00

Tabell 28 på neste side oppsummerer de beslutningsrelevante indirekte kostnadene som beløper seg til 1 778 568 kr ved behandling i brønnbåt og 1 560 151 kr ved behandling i presenning. Dette indikerer at de indirekte kostnadene er lavere ved behandling i presenning.

Differansen er på hele 260 000 kr. Sammenlignet med de direkte kostnadene, der differansen bare er på om lag 50 000 kr, fremkommer det at det i hovedsak er de indirekte kostnadene som skiller de to metodene. Det fremgår av tabell 28 at kostnaden knyttet til det å sulte fisken utgjør store deler av denne differansen.

Tabell 28 - Oppsummering indirekte kostnader

	Brønnbåt	Presenning
Tapt biomasse	392 524	295 419
Tapt margin	938 905	706 632
Spart førkostnad	-305 100	-230 728
Dødelighet	752 239	788 828
Sum indirekte kostnader	1 778 568	1 560 151

I dette delkapittelet er alle de beslutningsrelevante inntektene og kostnadene betraktet, og inngår videre som kontantstrømmer i lønnsomhetsvurderingene.

5.2 Lønnsomhetsvurderinger

For å vurdere hvorvidt det vil være lønnsomt for oppdretterne å benytte hydrogenperoksid i lakselusbekjempelsen, besvares forskningsspørsmål 2:

Gir behandling ved bruk av hydrogenperoksid positive nåverdier, og i så fall: hvilken av de to behandlingsmetodene skaper størst verdier?

Nåverdien beregnes ved å neddiskontere de forventede fremtidige kontantstrømmene. Det må dermed fastsettes en tidshorisont og et avkastningskrav.

5.2.1 Tidsperspektiv

I denne studien betraktes alle inntekter og kostnader som påløper i løpet av én produksjonssyklus. Denne er forutsatt å være nær 17 måneder, eller 518 dager, jf. forutsetningene foretatt i delkapittel 5.1.1. Ved endt syklus sendes fisken til slaktning, og lokaliteten vil dermed stå tom. På grunn av strenge krav til koordinert brakklegging, kan ikke oppdretterne sette ut ny fisk før det er gått minimum 2 måneder, jf. delkapittel 5.1.3. Etter endt brakklegging, antas det at ny fisk settes ut, og får et tilsvarende hendelsesforløp. Dette er dermed betraktet som en repeterende investering, noe som gjør det tilstrekkelig å se på kun én

syklus i nåverdiberegningen. Til tross for et relativt kort tidsperspektiv, neddiskonteres kontantstrømmene for å kunne sammenligne verdiene i dag.

5.2.2 Diskonteringsrente

I årsrapportene²² til Marine Harvest, Lerøy og SalMar, er de tre selskapenes total kapitalavkastningskrav før skatt oppgitt å være henholdsvis 10,2 %, 7,7 % og 8,97 %. I denne studien tas det utgangspunkt i et avkastningskrav basert på et snitt av disse, noe som tilsvarer 8,96 %. Dette er de tre største selskapene i Norge målt i slaktevolum, jf. delkapittel 3.1.1. Etersom de tre selskapene til sammen utgjør en stor andel av den totale oppdrettsvirksomheten, er det i utgangspunktet rimelig å basere seg på et snitt av de tre. Videre er selskapenes produksjon spredd utover store deler av norskekysten, og kan i så måte være en god proxy for et gjennomsnitt for bransjen. Det er imidlertid en rekke faktorer som trekker i ulike retninger når det kommer til å estimere WACC. En sentral driver for WACC er fundingkostnaden, som har senket rentene generelt og for næringen spesielt, da inntjeningen har økt og blitt mer stabil. Dette trekker i retning av en lavere WACC. På den annen side består oppdrettsnæringen også av en rekke små og mellomstore selskaper, noe som også er tilfellet for vårt utvalg. De mindre selskapenes lokaliteter er i større grad konsentrert innenfor et begrenset område, og er dermed ikke like diversifisert som de store. Det er derfor naturlig å anta at eierne her vil kreve større avkastning på investert kapital, som en følge av risikoen dette medfører. Med utgangspunkt i en småbedriftspremie antas det, i henhold til en undersøkelse gjennomført av PwC Deals og Norske Finansanalytikeres Forening, et risikotillegg for et mellomstort selskap på 2,04 % (Johansen & Gardehall, 2013). Dette gir et samlet total kapitalavkastningskrav før skatt på 11 %, og representerer her avkastningskravet til en «typisk» oppdretter i Norge. Videre forutsettes det at investeringens risiko er lik selskapsrisikoen, og at risikoen knyttet til de to ulike metodene er lik.

Det er imidlertid viktig å presisere at WACC som oftest er ganske arbitrært. I dette ligger det at estimater av WACC som regel preges av skjønnsmessige vurderinger (Schølberg, 2009). Dette er også tilfellet for avkastningskravet som benyttes i denne studien. Både selskapenes estimater for total kapitalavkastningskravet og vår begrunnelse for en småbedriftspremie på i overkant av 2 % er et resultat av slike skjønnsmessige vurderinger. Det argumenteres imidlertid for at avkastningskravet som er lagt til grunn er representativt for næringen.

22

<http://hugin.info/209/R/1915630/684760.pdf> (Marine Harvest)

<http://hugin.info/138695/R/1917404/685879.pdf> (SalMar)

<http://hugin.info/131537/R/1912100/682394.pdf> (Lerøy)

5.2.3 Nåverdianalyse

Laks er en ferskvare, og selges vanligvis kort tid etter slakting. I de store oppdrettsselskapene skjer dette salget normalt via egne selgere, til forskjell fra de mindre aktørene der det skjer gjennom etablerte salgslag som for eksempel Coast Seafood AS eller Norwell AS. Det antas at oppgjøret skjer umiddelbart etter salg, og at det dermed er kontantprinsippet som legges til grunn. Videre antas det at alle kostnader, som ikke er relatert til behandlingene, blir utgiftsført og utbetalt på samme tidspunkt. Kostnadene knyttet til behandlingene forutsettes imidlertid utgiftsført og utbetalt på de ulike behandlingstidspunktene. Det antas at leverandørgjelden som oppstår i sammenheng med antagelsen om at kostnadene påløper lineært fra delkapittel 5.1.4 ikke medfører noen ekstrakostnader. Forskjellen mellom kundefordringer og leverandørgjeld er dermed ubetydelig i denne utredningen. Videre er de sparte førkostnadene skilt ut, og direkte henført til de respektive behandlingene. Det forutsettes dermed at netto inntekter er lik netto innbetalinger, og at kostnader er lik utbetalinger. Dette danner grunnlaget for kontantstrømmene i analysen.

De ulike avlusningene foretas til ulike tidspunkt i produksjonssyklusen, og det er derfor benyttet en diskonteringsfaktor på daglig basis. Det er ulike tilnærminger til hvordan denne beregnes (NASDAQ OMX, 2015). I finans legges det normalt til grunn 30 dager i måneden, og dermed 360 dager i året. I denne studien benyttes tilnærmingen «actual/365fixed», og dermed 365 dager i året, enten det er skuddår eller ikke. Dette gir en daglig diskonteringsfaktor på 0,0286 %.

De beslutningsrelevante netto inntektene, her omtalt som netto innbetalinger, ble beregnet og presentert i tabell 12, jf. delkapittel 5.1.3. Ettersom innbetalingene ved nullalternativet mottas i overkant av ti måneder før slaktedato ved behandling, antas det at pengene alternativt kan plasseres til en avkastning lik daglig diskonteringsrente. Innbetalingene knyttet til nullalternativet er derfor justert til verdien på slaktetidspunkt ved behandling, noe som tilsvarer 407 859 kr²³. Dette innebærer at netto innbetaling reduseres til 6 496 873 kr og 6 826 251 kr, for behandling i henholdsvis brønnbåt og presenning.

Basert på diskonteringsfaktoren og de aktuelle kontantstrømmene, er nåverdiene for behandling i brønnbåt og presenning beregnet og presentert i tabellene 29 og 30. De to metodene er behandlet som gjensidig utelukkende, noe som innebærer at alle avlusningene enten gjennomføres i brønnbåt eller i presenning.

²³ $372\,199 \times 1,0286^{(518-198)} = 407\,859$

Tabell 29 - Nåverdi ved behandling i brønnbåt

Dager	198	376	457	518
Måned	Oktober	April	Juli	August
Netto innbetaling				6 496 873
Avlusning 1 (15.oktober)	-147 451			
Avlusning 2 (15.april)		-246 734		
Avlusning 3 (1.juli)			-286 654	
Spart førkostnad	66 467	77 846	160 787	
Kontantstrøm	-80 984	-168 887	-125 867	6 496 873
Diskonteringsfaktor	0,0286 %			
Neddiskontert kontantstrøm	-76 527	-151 673	-110 450	5 602 515
Nåverdi	5 263 864			

Tabell 30 - Nåverdi ved behandling i presenning

Dager	198	376	457	518
Måned	Oktober	April	Juli	August
Netto innbetaling				6 826 251
Avlusning 1 (15.oktober)	-145 617			
Avlusning 2 (15.april)		-242 941		
Avlusning 3 (1.juli)			-241 109	
Spart førkostnad	49 940	58 991	121 797	
Kontantstrøm	-95 678	-183 950	-119 312	6 826 251
Diskonteringsfaktor	0,0286 %			
Neddiskontert kontantstrøm	-90 412	-165 200	-104 698	5 886 551
Nåverdi	5 526 241			

Tidspunktene for behandling er lik for de to metodene, der den første gjennomføres 198 dager etter smoltutsett. De direkte kostnadene knyttet til denne avlusningen er 147 451 kr og 145 617 kr for henholdsvis brønnbåt og presenning. Videre sultes fisken i x antall dager i forkant av behandlingen, jf. delkapittel 5.1.4, noe som gir sparte førkostnader ved de tre ulike behandlingstidspunktene. For avlusning 1 tilsvarer dette 66 467 kr ved behandling i brønnbåt og 49 940 kr ved behandling i presenning. Ved endt produksjonssyklus, som i dette tilfellet tilsvarer 518 dager, mottas netto innbetaling på 6 496 873 kr og 6 826 251 kr ved behandling i

henholdsvis brønnbåt og presenning. I disse størrelsene inngår også kostnadene knyttet til tapt tilvekst og dødelighet.

De neddiskonterte kontantstrømmene gir positive nåverdier på 5 263 864 kr ved behandling i brønnbåt og 5 526 241 kr ved behandling i presenning. Dette indikerer at en beslutning om å gjennomføre hydrogenperoksidbehandling kan betegnes som lønnsomt, uavhengig av behandlingsmetode. Det er derfor i oppdretternes interesse å holde lusenivåene under tillatt grense ved hjelp av hydrogenperoksid for å unngå tidlig slakting. Størrelsen på nåverdiene indikerer videre at næringen kan legge ned betydelige ressurser for å bekjempe lakselus. Dette skyldes at netto innbetalinger er vesentlig større enn kostnadene knyttet til avlusningene. Nåverdiene viser også at behandling i presenning, basert på studiens forutsetninger, er mest lønnsomt. Nåverdien er i dette tilfellet 262 377 kr høyere enn alternativet brønnbåt.

Som en følge av usikkerheten knyttet til kontantstrømmene samt diskonteringsfaktoren, gjennomføres en følsomhetsanalyse.

5.3 Følsomhetsanalyse

I nåverdiberegningene foretatt i delkapittel 5.2.3 ble det benyttet en årlig risikojustert diskonteringsfaktor på 11 %. Denne faktoren tar hensyn til usikkerheten knyttet til de fremtidige kontantstrømmene gjennom nevneren i nåverdiuttrykket, som det ble vist til i delkapittel 2.1. En kan imidlertid sjelden slå fast at diskonteringsfaktoren fanger opp all usikkerhet. Dette leder til forskningsspørsmål 3:

Hvilke variabler har størst innvirkning på nåverdien ved de to behandlingsmetodene?

For å undersøke konsekvensene av et avvik fra basisforutsetningene på den avhengige variabelen lønnsomhet, er det dermed foretatt en følsomhetsanalyse. I denne analysen blir usikkerheten hensyntatt i nåverdiuttrykkets teller. Dette bidrar til å øke nåverdianalysens robusthet, og er spesielt nyttig når det er knyttet usikkerhet til diskonteringsfaktoren.

For å unngå at risiko telles dobbelt, benyttes risikofri rente i analysen tilsvarende 2,5 %. Tabell 31 på neste side presenterer nåverdiene for brønnbåt og presenning, beregnet med utgangspunkt i basisforutsetningene og risikofri rente. Dette danner sammenligningsgrunnlaget for de nåverdier som fremkommer ved å endre usikre variabler fra basisforutsetningene. Videre viser tabellen de totale neddiskonterte direkte- og indirekte

kostnadene knyttet til behandlingene. Disse er inkludert for å illustrere hvordan de påvirkes av endringer i de usikre variablene. I dette delkapitlet inkluderer endringer i de indirekte kostnadene kun endringer som følge av antall sultedager, da det antas at dødeligheten ligger fast. Dødelighet er derfor utelatt fra de indirekte kostnadene i tabell 31, da det er ønskelig å observere den relative endringen i forhold til antall sultedager. Årsaken til dette er at forskjellen i dødelighet som følge av behandling ikke er hensyntatt i denne utredningen, jf. delkapittel 5.1.4. Det presiseres dermed at de relative endringene kun uttrykker endringene i kostnadene knyttet til sulting av fisken. Dersom dødelighet var inkludert, ville de relative endringene i de indirekte kostnadene gitt mindre utslag.

I følsomhetsanalysene som følger, uttrykkes alle verdier som neddiskonterte størrelser.

Tabell 31 - Sammenligningsgrunnlag for følsomhetsanalysen

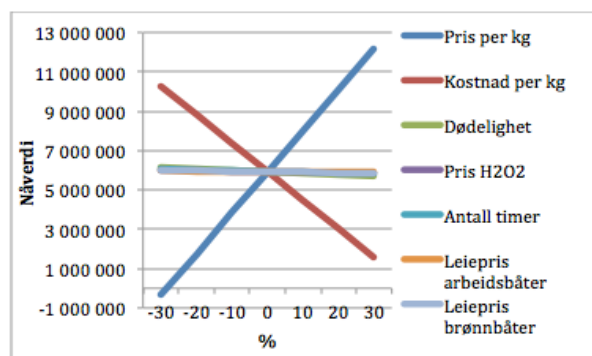
	Brønnbåt	Presenning
Nåverdi	5 933 124	6 228 333
Neddiskonterte indirekte kostnader	988 213	742 670
Neddiskonterte direkte kostnader	663 954	614 288

Følsomhetsanalyser dekker både sensitivitetsanalyser og scenarioanalyser. Sensitivitetsanalysen skiller seg imidlertid fra scenarioanalysen ved at den kun betrakter hvordan endringer i én og én variabel påvirker nåverdien. I delkapitlene 5.3.1 og 5.3.2 gis det kun en kort begrunnelse for valg av de ulike variablene. Utfyllende begrunnelser finner leseren i vedlegg 9. Følsomhetsanalysen innledes med en sensitivitetsanalyse.

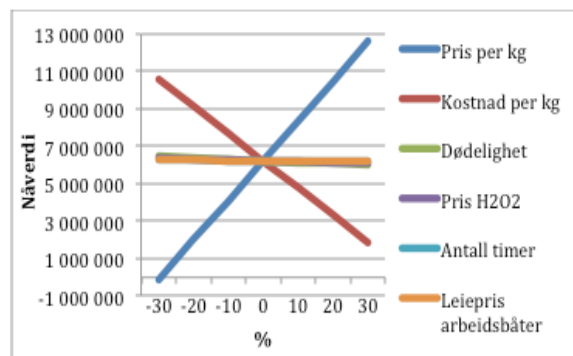
5.3.1 Sensitivitetsanalyse

I denne analysen betraktes de variablene det antas å være knyttet størst usikkerhet til. Lakseprisen varierer fra år til år, og også betydelig innenfor ett og samme år, jf. delkapittel 3.1.3. Kostnaden per kg, som her er eksklusive behandlingskostnader, varierer i mindre grad enn prisen, men har likevel vist en stigende trend de siste årene, jf. delkapittel 3.1.4. Videre viser datainnhenting at dødeligheten varierer fra 4 % til 27 %, noe som illustrerer usikkerheten knyttet til denne variabelen. Oppdretterne har individuelle avtaler med leverandører, og har egne erfaringer med hva som gir den mest effektive behandlingen. Det er dermed knyttet usikkerhet til flere av de direkte kostnadene i forbindelse med behandlingene. Disse representerer de resterende variablene som undersøkes i det følgende. I figur 18 og 19 er variablene presentert i stjernerdiagram. Helningen på kurvene i diagrammene illustrerer

hvilke variabler som har størst effekt på nåverdien, der en bratt kurve indikerer stor påvirkning.



Figur 18 - Stjernediagram (1) brønnbåt

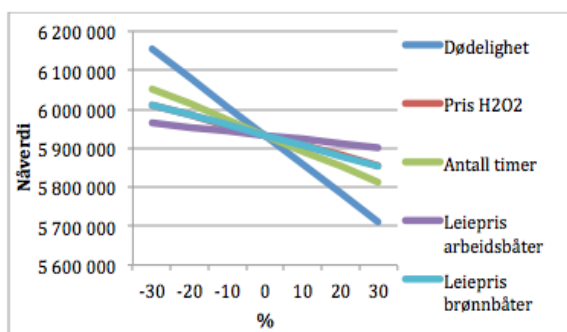


Figur 19 - Stjernediagram (1) presenning

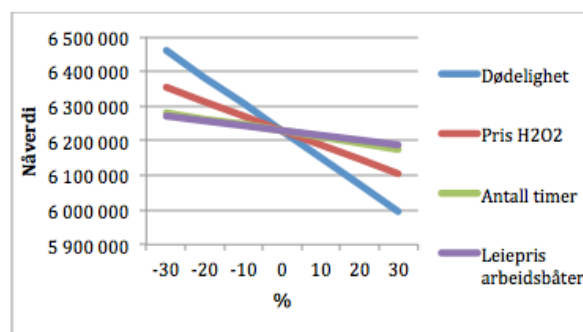
Det fremgår av figurene over at variablene pris og kostnad per kg har størst effekt på nåverdien. Eksempelvis fører en prisreduksjon på 20 % til en reduksjon i nåverdien på hele 70,32 % ved behandling i brønnbåt, og på 68,01 % ved behandling i presenning. I absolutte verdier tilsvarer denne reduksjonen 4 172 300 kr for brønnbåt, og 4 235 907 kr for presenning. Sammenlignet med tabell 31 oppnås dermed en nåverdi på henholdsvis 1 760 824 kr og 1 992 426 kr. På samme måte har endringer i kostnader vesentlig betydning for nåverdien. Eksempelvis vil en kostnadsøkning på 20 % resultere i en reduksjon i nåverdien på 49,09 % ved behandling i brønnbåt, og på 46,76 % ved behandling i presenning. De store utslagene i nåverdien henger sammen med at det med mindre marginer ikke vil være like attraktivt å fullføre produksjonssyklusen. Motsatt vil høye marginer gjøre det svært kostbart å måtte slakte ut tidlig.

Som en følge av at endringer i pris og kostnad per kg har betydelig innvirkning på nåverdien, er det vanskelig å betrakte endringene i de resterende variablene fra figur 18 og 19. Disse er derfor skilt ut og behandlet isolert i figur 20 og 21.

Som en følge av at endringene i variablene «Pris H₂O₂» og «Leiepris brønnbåter» gir tilnærmet like utslag på nåverdien, overlapper de hverandre i figur 20.



Figur 20 - Stjernediagram (2) brønnbåt



Figur 21 - Stjernediagram (2) presenning

Det fremkommer av figurene 20 og 21 at dødelighet er den variabelen med størst påvirkning på nåverdien, uavhengig av om behandlingen gjennomføres i brønnbåt eller i presenning. En økning i dødelighet på 20 % tilsvarer en total dødelighet på 12 %, noe som innebærer en reduksjon i nåverdien på 2,50 % ved behandling i brønnbåt og på 2,49 % ved behandling i presenning²⁴. Sett bort i fra variabelen dødelighet, fremgår det av figur 21 at det er antall timer som påvirker nåverdien mest for behandling i brønnbåt. Dersom behandlingstiden øker med 20 %, reduseres nåverdien med 1,34 %. Dette tilsvarer en reduksjon i nåverdien på 80 798 kr. De direkte kostnadene øker tilsvarende, noe som gir en økning i direkte kostnader på 13,86 %. Ved behandling i presenning er det prisen på hydrogenperoksid som gir størst endring i nåverdi, etter variabelen dødelighet. Eksempelvis fører en 20 % økning i pris til en reduksjon i nåverdien på 1,33 %, noe som tilsvarer 83 104 kr målt i absolutt endring, og en økning på 13,53 % i direkte kostnader. Videre har de resterende variablene også moderat eller liten påvirkning på nåverdien. Det er derfor besluttet at disse ikke behandles noe mer inngående. For fullstendig oversikt over relativ og absolutt endring i de ulike variablene, henvises leseren til vedlegg 10, 11 og 12.

I denne analysen er det valgt å behandle antall sultedager separat. Dette skyldes at endringen ikke er lineær, og at den dermed ikke er sammenlignbar med de andre variablene.

²⁴ Oppdretterne oppgir at dødeligheten varierer fra 4 % til 27 %. En økning i dødeligheten til 27 %, fører til en reduksjon i nåverdien på hele 21,98 % og 21,93 % ved behandling i henholdsvis brønnbåt og presenning.

Antall sultedager

For å betrakte hvordan antall sultedager påvirker nåverdien og de indirekte kostnadene, er det tatt utgangspunkt i ekstremverdiene fra datagrunnlaget. Oppdretterne oppgir at de normalt sulter fisken mellom 2 og 7 dager i forkant av en behandling. Konsekvensene av dette er tapt tilvekst, noe som påvirker de indirekte kostnadene (IK) og dermed nåverdien (NV). Tabell 32 viser resultatet av denne påvirkningen.

Tabell 32 - Tapt tilvekst

	Presenning			Brønnbåt		
	Endring NV	Endring IK	Absolutt endring	Endring NV	Endring IK	Absolutt endring
2 sultedager	3,90 %	- 32,70 %	242 888 kr	8,23 %	-49,43 %	488 431 kr
7 sultedager	-15,82 %	132,66 %	- 958 238 kr	-12,47 %	74,85 %	-739 694 kr

Utgangspunktet for behandling i brønnbåt var 4 sultedager, til forskjell fra 3 sultedager ved behandling i presenning. Reduseres antall sultedager til 2, økes nåverdien med 242 888 kr ved behandling i presenning, og med 488 431 kr ved behandling i brønnbåt. Dette tilsvarer en endring i nåverdi på henholdsvis 3,90 % og 8,23 %, og en reduksjon i de indirekte kostnadene på 32,70 % og 49,43 %. Økningen er dermed størst for brønnbåt, noe som skyldes at antall sultedager reduseres med to døgn, i motsetning til ett døgn ved behandling i presenning. Med tre avlusninger i løpet av produksjonssyklusen utgjør dette samlet 6 døgn for brønnbåt, og 3 døgn for presenning. Som vist i tabellen, gir syv sultedager en reduksjon i nåverdien på 958 238 kr ved behandling i presenning og 739 694 kr ved behandling i brønnbåt. Her er økningen i antall sultedager størst for presenning, noe som gir en større reduksjon i nåverdien sammenlignet med brønnbåt. De relativt store endringene i nåverdiene indikerer at antall sultedager har stor betydning for lønnsomheten av å behandle. Dette kan bidra til å forklare hvorfor det er et ønske i næringen om å komme bort fra kjemiske behandlingsmetoder som krever sulting av fisken.

En svakhet ved sensitivitetsanalysen ovenfor, er at det ikke tas hensyn til endringer i flere variabler samtidig. For å inkludere samvariasjon mellom ulike variabler, foretas derfor en scenarioanalyse.

5.3.2 Scenarioanalyse

Antall behandlinger

Lusepresset varierer fra år til år, fra region til region og fra lokalitet til lokalitet. Dette vil, sammen med følsomhetssituasjonen hos den enkelte lokalitet, være bestemmende for antall avlusninger som må til for å få fullført produksjonssyklusen. I basisforutsetningene er det lagt til grunn tre behandlinger. Basert på datainnhentingene er det valgt å undersøke konsekvensene av å endre antall behandlinger til én og seks. Økes eller reduseres antall behandlinger, endres både de direkte- og indirekte kostnadene (DK og IK), og dermed nåverdien (NV). Konsekvensene av disse endringene er presentert i tabell 33 nedenfor.

Tabell 33 - Antall behandlinger

B = Brønnbåt P = Presenning	Absolutt endring			Relativ endring		
	Endring NV	Endring DK	Endring IK	Endring NV	Endring DK	Endring IK
B:1 behandling	1 175 804	-423 781	-752 024	19,82 %	-63,83 %	-76,10 %
B: 6 behandlinger	-1 631 114	811 642	819 472	-27,49 %	122,24 %	82,92 %
P:1 behandling	937 807	-374 207	-563 600	15,06 %	-60,92 %	-75,89 %
P: 6 behandlinger	-1 284 433	674 341	610 103	-20,62 %	109,78 %	82,15 %

Lønnsomheten av å behandle reduseres betraktelig dersom antall behandlinger øker fra tre til seks. Ved behandling i brønnbåt øker de direkte kostnadene med 811 642 kr (122,24 %) og de indirekte kostnadene med 819 472 kr (82,92 %). Sammen gir dette en økning i de totale kostnadene knyttet til behandlingene, og dermed en reduksjon i nåverdien, på 1 631 114 kr. Dette tilsvarer en reduksjon i nåverdien på hele 27,49 %. Ved behandling i presenning derimot reduseres nåverdien med 1 284 433 kr, noe som tilsvarer 20,62 %. Det går frem av tabell 33 at nåverdien reduseres mest ved behandling i brønnbåt, noe som skyldes at endringene i både de direkte- og indirekte kostnadene er høyere ved behandling i brønnbåt enn ved behandling i presenning. Dette skyldes at kostnadsdifferansene mellom de totale kostnadene ved behandling i brønnbåt og presenning fra basisforutsetningene i tabell 31, forsterkes ved økt antall behandlinger. Motsatt vil differansen reduseres ved færre behandlinger.

En reduksjon i antall behandlinger fører til en vesentlig forbedring i lønnsomheten. Ved å redusere antall behandlinger fra tre til én, reduseres både de direkte- og indirekte kostnadene.

I dette tilfellet øker nåverdien med 19,82 % og 15,06 % for behandling i henholdsvis brønnbåt og presenning. Nåverdien øker mest for brønnbåt på bakgrunn av de samme argumentene som ble brukt ved økt antall behandlinger. Antall behandlinger har dermed stor betydning for lønnsomheten, og påvirkes mest i forbindelse med avlusning i brønnbåt. Dette innebærer at det er størst usikkerhet knyttet til behandling ved bruk av brønnbåt. I det følgende betraktes konsekvensene av endringer i lastekapasitet ved behandling i brønnbåt, og fisketetthet ved behandling i presenning.

Lastekapasitet på brønnbåt og tetthet i presenning

Så langt i analysen er det tatt utgangspunkt i en brønnbåt med en lastekapasitet på 1 800 m³, der denne størrelsen er lagt til grunn ved alle de tre avlusningene. Det er imidlertid i oppdretternes interesse å benytte seg av en lastekapasitet som minimerer antall operasjoner. Det er derfor naturlig å tenke seg at lastekapasitet varierer med biomassen, og at en dermed bruker ulike størrelser til de ulike behandlingene. I denne scenarioanalysen benyttes derfor optimale brønnbåtstørrelser ved de ulike avlusningene, én på 3 200 m³ og én på 4 500 m³, jf. vedlegg 9. Disse har leiepriser på henholdsvis 9 500 kr og 12 000 kr per time i snitt²⁵. Motsatt vil en som følge av begrenset kapasitet på store brønnbåter, kunne se seg nødt til å benytte en brønnbåt med liten lastekapasitet. Den minste brønnbåten med muligheter for hydrogenperoksidbehandling innehar en lastekapasitet på 650 m³, jf. vedlegg 9. I dette scenarioet benyttes denne lastekapasiteten ved samtlige avlusninger, der båten har en leiepris på 5 000 kr per time²⁶.

Ved behandling i presenning er det den maksimale tettheten som er avgjørende for behandlingsvolumet. Basert på samtaler med leverandører av presenninger, antas 80 kg/m³ å være maksimal fisketetthet og 45 kg/m³ å være minimal fisketetthet.

Konsekvensene av å benytte en lastekapasitet som avviker fra basisforutsetningen er fremstilt i tabell 34. I samme tabell presenteres konsekvensene av å endre fisketetthet i presenning.

²⁵ Basert på personlig kommunikasjon med Petter Gunnarstein i Sølvtrans.

²⁶ Ibid.

Tabell 34 - Lastekapasitet på brønnbåt og tetthet i presenning

B = Brønnbåt P = Presenning	Absolutt endring			Relativ endring		
	Endring NV	Endring DK	Endring IK	Endring NV	Endring DK	Endring IK
B: Optimal størrelse	221 590	-221 590		3,73 %	-33,37 %	
B: Liten størrelse	-393 446	254 751	138 695	-6,63 %	38,37 %	14,03 %
P: Høy fisketetthet	90 835	-90 835		1,46 %	-14,79 %	
P: Lav fisketetthet	-120 709	120 709		-1,94 %	19,65 %	

Ved å benytte en brønnbåt med liten lastekapasitet, kan hver operasjon gjennomføres på tre timer. Den lave lastekapasiteten medfører imidlertid flere operasjoner ved de ulike behandlingene, noe som øker tidsbruken betraktelig. En konsekvens av dette er at behandlingen strekker seg over flere dager, og medfører således ekstra sultedager. Det går frem av tabell 34 at dette gir økte indirekte kostnader på 138 695 kr, tilsvarende en endring på 14,03 %. Videre økes de direkte kostnadene med 254 751 kr (38,37 %). Sammen utgjør de en reduksjon i nåverdien på 393 446 kr, noe som tilsvarer en endring i nåverdien på 6,63 %. Ved å benytte optimal lastekapasitet, minimeres antall operasjoner og dermed tidsbruken for behandlingene. Som en følge av dette forblir de indirekte kostnadene uforandret, til forskjell fra de direkte kostnadene som øker med 221 590 kr, jf. tabell 34. Ved å benytte brønnbåter med lastekapasiteter som er bedre tilpasset biomassen ved behandling, oppnås en økning i nåverdien på 3,73 %.

Som en følge av at tidsbruken er lik for presenning, uavhengig av fisketetthet, er det kun de direkte kostnadene som endres. Det går frem av tabell 34 at høy fisketetthet reduserer de direkte kostnadene med 90 835 kr, noe som øker nåverdien med 1,46 %. Lav fisketetthet reduserer imidlertid nåverdien med 120 709 kr, tilsvarende 1,94 %. Dette skyldes økt behandlingsvolum, og dermed større kostnader knyttet til forbruk av hydrogenperoksid.

5.3.3 Noen avsluttende bemerkninger

Ved bruk av hydrogenperoksid til avlusning er det store forskjeller i hvordan de usikre variablene påvirker de to tiltakenes lønnsomhet. I sensitivitetsanalysen gir endringer i de direkte kostnadene små utslag på nåverdien. Det går imidlertid frem av den samme analysen at endringer i pris og kostnad per kg, har betydelig påvirkning på lønnsomheten. Videre følger det at endringer i dødelighet og antall sultedager gir relativt store utslag på nåverdien. Det

presiseres at antall sultedager ikke er behandlet lineært, og at denne variabelen dermed ikke kan sammenlignes direkte opp mot de andre variablene i sensitivitetsanalysen. Dette endrer imidlertid ikke det faktum at den er av stor betydning for lønnsomheten knyttet til behandlingene.

I scenarioanalysen går det frem at antall behandlinger er av vesentlig betydning for størrelsen på nåverdien, og dermed lønnsomheten av å behandle. Ved en endring i antall behandlinger, er det størst endring i nåverdiene knyttet til behandling i brønnbåt. Dette indikerer at det er en større risiko forbundet med denne behandlingsmetoden, sammenlignet med alternativet behandling i presenning. Det samme argumentet gjør seg gjeldende ved valg av lastekapasitet på brønnbåt og fisketetthet i presenning. Utslagene på nåverdiene er større ved endringer i brønnbåtens lastekapasitet, enn ved endringer i fisketetthet. Avlusning i presenning fremstår dermed som et sikrere alternativ ved valg av behandlingsmetode.

5.4 Oppsummering av analysen

Lønnsomhetsvurderingen tar utgangspunkt i elementene i deskriptive lønnsomhetsbilder, jf. delkapittel 2.1. Basert på de generelle forutsetningene for en ”typisk” produksjonssyklus, som i denne utredningen er definert som 17 måneder i sjø, ble de ulike beslutningsrelevante inntektene og kostnadene betraktet. Disse danner grunnlaget for kontantstrømmene som utgjør telleren i nåverdiuttrykket. Risikoen knyttet til de fremtidige kontantstrømmene ble videre hensyntatt, og inkludert gjennom en diskonteringsrente på 11 %. Nåverdien ble beregnet ved å neddiskontere de fremtidige kontantstrømmene, der størrelsen på nåverdien indikerer hvilken investering som er mest lønnsom. Nåverdien ved behandling i presenning ble 5 526 241 kr, til forskjell fra nåverdien ved behandling i brønnbåt som ble 262 376 kr lavere. Dette tyder på at det er mer lønnsomt å behandle i presenning. Lønnsomheten er likevel stor, uavhengig av behandlingsmetode.

Resultatene fra studien indikerer at det er lønnsomt å benytte hydrogenperoksid i lakselusbekjempelsen, sett i forhold til alternativet der en tvinges til å slakte ut tidlig. For å inkludere andre relevante forhold, som ikke ble tatt hensyn til i lønnsomhetsvurderingen, ble det gjennomført en følsomhetsanalyse. I denne kom det frem at de usikre variablene pris og kostnad per kg, hadde klart størst innvirkning på nåverdien. Videre ga endringer i dødelighet, antall behandlinger og antall sultedager store utslag på nåverdien.

Analysene som er foretatt i dette kapitlet, og resultatene som fremkommer av disse, danner bakteppet for studiens påfølgende kapittel. I analysen er lønnsomhetsvurderingene basert utelukkende på nåverdi- og følsomhetsberegninger med utgangspunkt i de fire elementene i deskriptive lønnsomhetsbilder. Det er imidlertid flere relevante forhold knyttet til behandling ved bruk av hydrogenperoksid som ikke er diskutert. Ved å sammenstille resultatene fra følsomhetsanalysen med kontekstuelle forhold, og ta dette med i lønnsomhetsvurderingen styrkes beslutningsgrunnlaget for ledelsen i oppdrettsselskapene. Dette bidrar til at ledelsen kan ta langsiktige strategiske beslutninger knyttet til hvordan en skal angripe luseproblemet. Videre er det gjort en rekke forutsetninger i analysene som legger føringer for de resultater som fremkommer. Dette er blant de temaer som berøres i studiens avsluttende kapittel.

Kapittel 6 – Diskusjon

6.1 Oppsummering av hovedfunn og drøfting av resultater

Hensikten med denne studien har vært å vurdere lønnsomheten knyttet til behandling av lakselus ved bruk av legemiddelet hydrogenperoksid. Med utgangspunkt i dette ble følgende problemstilling reist i introduksjonen til studien:

Kan bruk av hydrogenperoksid for lakselusbekjempelse bidra til økt langsiktig lønnsomhet for oppdrettsnæringen?

Strengt krav fra myndighetene tvinger oppdretterne til å slakte ut fisken tidlig, dersom de ikke iverksetter tiltak for å holde lusenivåene i oppdrettsanleggene under tillatt grense. Hydrogenperoksid ble tidligere i utredningen omtalt som ett av flere legemidler som benyttes i lakselusbekjempelsen. Virkestoffet blir i hovedsak benyttet ved akutte behov, og har kun effekt på de bevegelige stadiene av lakselusen. Avlusning ved bruk av hydrogenperoksid regnes for å være miljøvennlig, og gjennomføres enten i brønnbåt eller i presenning. Som en følge av redusert effekt ved bruk av de andre medikamentelle behandlingsmetodene, har bruken av hydrogenperoksid økt betraktelig de siste årene. En konsekvens av dette er at lakselusen også har vist nedsatt følsomhet mot hydrogenperoksid. Som en følge av det økende resistensproblemet, er det utviklet en rekke ikke-medikamentelle behandlingsmetoder, jf. delkapittel 3.3.2 samt vedlegg 2. De fleste er imidlertid fortsatt på forsøksstadiet, noe som gjør det vanskelig å fremskaffe empiriske data til forskningsformål. Denne utredningens fokus har derfor vært på virkemiddelet hydrogenperoksid, og dens rolle i fremtidig lakselusbekjempelse.

For å vurdere hvorvidt bruk av hydrogenperoksid for lakselusbekjempelse kan bidra til økt langsiktig lønnsomhet for oppdrettsnæringen, tas det utgangspunkt i forskningsspørsmålene reist i innledningen.

Forskningsspørsmål 1: *Hva er de relevante inntektene og kostnadene knyttet til beslutningsalternativene?*

De beslutningsrelevante inntektene er behandlet som differansen mellom de inntektene en kan vente seg dersom en velger å behandle, og de inntektene en kan vente seg dersom en lar være å behandle. Produksjonskostnadene eksklusiv kostnader knyttet til selve behandlingen samt de

indirekte kostnadene knyttet til dødelighet og tapt tilvekst inngår som en reduksjon i inntektene. Det går frem av analysen at de beslutningsrelevante inntektene utgjør om lag 6,5 millioner kr ved behandling i brønnbåt og om lag 6,8 millioner kr ved behandling i presenning. Disse inntektene er generert i løpet av én produksjonssyklus, som i denne studien er 17 måneder i sjø. Forskjellen i inntektene skyldes ulikt antall sultedager for de to behandlingsmetodene.

De beslutningsrelevante kostnadene ble identifisert gjennom samtaler med oppdretterne. Her ble alle særkostnadene og alternativkostnadene relatert til behandlingen betraktet som relevante. De direkte kostnadene utgjør om lag 680 000 kr og om lag 630 000 kr for henholdsvis brønnbåt og presenning. De direkte kostnadene er forholdsvis like for de første to avlusningene der biomassene er relativt små. Differansen skyldes i hovedsak mange operasjoner i tilknytning til den siste avlusningen ved behandling i brønnbåt. De mange operasjonene er en konsekvens av begrenset behandlingsskapasitet og høy biomasse, noe som resulterer i økt tidsbruk.

De indirekte kostnadene er i overkant av dobbelt så høye som de direkte kostnadene, og beløper seg til om lag 1,8 millioner kr ved behandling i brønnbåt og 1,6 millioner kr ved behandling i presenning. Forskjellen skyldes i hovedsak ulikt antall sultedøgn for de to ulike alternativene.

De relevante inntektene og kostnadene ble antatt lik inn- og utbetalinger, og inngikk videre i nåverdianalysen.

Forskningsspørsmål 2: Gir behandling ved bruk av hydrogenperoksid positive nåverdier, og i så fall: hvilken av de to behandlingsmetodene skaper størst verdier?

Med utgangspunkt i elementene fra deskriptive lønnsomhetsbilder, er lønnsomheten blitt betraktet gjennom en nåverdianalyse. De beslutningsrelevante inntektene og kostnadene inngikk som approksimasjoner til kontantstrømmen i analysen, og ble videre neddiskontert med et avkastningskrav lik 11 %. Tidshorisonten for nåverdianalysen er på om lag 17 måneder, og representerer sjøfasen i produksjonssyklusen. Nåverdien av behandlingene utgjør om lag 5,3 millioner kr ved behandling i brønnbåt, og 5,5 millioner ved behandling i presenning. Resultatene fra analysen viser således at avlusning ved bruk av hydrogenperoksid er et lønnsomt tiltak, uavhengig av behandlingsmetode. Verdien av biomassen som sendes til slaktning etter bare litt over et halvt år i sjø, er betydelig mindre enn ved fullført produksjons-

syklus. Videre er behandlingskostnadene beskjedne relativt til den verdiøkningen en kan oppnå ved å unngå tidlig slakting.

Med utgangspunkt i de generelle forutsetningene som ble fastsatt innledningsvis, viser lønnsomhetsvurderingen at behandling i presenning er mest lønnsomt. Det er imidlertid ikke alle forhold knyttet til behandlingene som har latt seg tallfeste, og noen lar seg først tallfeste på et senere tidspunkt. Disse kan ikke utelates fra lønnsomhetsvurderingen, da de kan ha stor betydning for lønnsomheten, her uttrykt ved nåverdien. Ved å inkludere disse forholdene, styrkes beslutningsgrunnlaget. Med utgangspunkt i kontekstuelle forhold og funn fra analysen diskuteres dette nærmere under forskningsspørsmål 3 og 4. Det innledes med en presentasjon av funnene fra følsomhetsanalysen.

Forskningsspørsmål 3: *Hvilke variabler har størst innvirkning på nåverdien ved de to behandlingsmetodene?*

Av følsomhetsanalysen fremgår det at endringer i pris og kostnad per kg er de variablene med størst utslag på nåverdien, der endringer i pris gir størst utslag. Ettersom det er knyttet stor usikkerhet til lakseprisene på det fremtidige slaktetidspunktet, utgjør denne faktoren en betydelig risiko. Kostnadene fluktuerer i mindre grad enn lakseprisene, men er svært avhengig av utviklingen i fôrprisen som utgjør om lag 50 % av kostnaden per kg. En endring i fôrprisen kan dermed gi store utslag på nåverdien. Usikkerheten rundt fremtidige laksepriser er likevel den største risikofaktoren. Små marginer innebærer at det ikke vil være like attraktivt å fullføre produksjonssyklusen, til forskjell fra høye marginer som vil gjøre det svært kostbart å måtte slakte ut tidlig.

Videre fremgår det av analysen at marginen også er av stor betydning for størrelsen på de indirekte kostnadene. Følsomhetsanalysen indikerer at endringer i antall sultedager og dødelighet har stor påvirkning på nåverdien, og at disse endringene forsterkes ytterligere ved høyere marginer. Det er knyttet stor usikkerhet til antall sultedager, da denne faktoren i stor grad påvirkes av eksterne faktorer som sjøtemperatur, vær og strømforhold. Videre er det knyttet stor usikkerhet til både den naturlige dødeligheten, og dødeligheten i forbindelse med avlusning. Ettersom disse faktorene er upåvirkelige, utgjør de en stor risiko for den enkelte oppdretter. Dette kan bidra til å forklare hvorfor det er et ønske i næringen om å gå bort fra kjemiske behandlingsmetoder. En god start i realiseringen av dette ønsket, vil derfor være å jobbe for å redusere antall behandlinger.

Antall behandlinger er en variabel med stor påvirkning på lønnsomheten, da det innebærer en økning i både de direkte- og indirekte kostnadene. Høye sjøtemperaturer fører til at lusene formerer seg raskere, og bidrar således til økt lusepress. Ekstern smitte, som følge av høye lusenivåer ved nabolokaliteter, øker lusepresset ytterligere. Dette resulterer i flere behandlinger, noe som kan bidra til at lusene utvikler nedsatt følsomhet overfor hydrogenperoksid. En konsekvens av dette er flere behandlinger og behov for sterkere konsentrasjoner. I noen tilfeller kreves et så stort antall behandlinger at det ikke lenger er lønnsomt, noe som innebærer at oppdretterne velger å slakte ut før fullført produksjonssyklus. Som en følge av at det eksterne lusepresset er utenfor den enkelte oppdretters kontroll, er det knyttet stor usikkerhet til antall behandlinger i løpet av en produksjonssyklus.

I følsomhetsanalysen går det frem at lastekapasitet ved behandling i brønnbåt, har moderat til stor påvirkning på nåverdien. Som en følge av begrenset kapasitet i brønnbåtflåten, er det stor risiko for at det ikke er tilgjengelig brønnbåter med ønsket lastekapasitet. En konsekvens av at en ikke kan benytte optimale brønnbåttørrelser, er økt antall operasjoner og dermed redusert lønnsomhet. Fisketetthet ved behandling i presenning har derimot relativt liten innvirkning på lønnsomheten. I noen tilfeller vil forhold knyttet til helse og fiskevelferd føre til at en vil unngå å presse fisken for tett sammen, da dette er stressende for fisken. Sannsynligheten for sykdomsutbrudd bestemmes av flere faktorer, men sett i forhold til innvirkningen på lønnsomhet anses risikoen som moderat. Videre er sjøtemperaturen en ekstern faktor, som påvirker forbruket av hydrogenperoksid for både behandling i brønnbåt og behandling i presenning. Som en følge av større behandlingsvolum, har sjøtemperaturen størst betydning for alternativet presenning.

Følsomhetsanalysen viser at det er knyttet usikkerhet til flere av variablene som inngår i kontantstrømmene. Det at antall behandlinger og antall sultedager er av stor betydning for lønnsomheten, er i henhold til tidligere forskning, jf. Bing og Aaronsveen (2014). Med utgangspunkt i de andre forskningsspørsmålene og kontekstuelle forhold, vil det i det følgende drøftes hvilken rolle behandling med hydrogenperoksid vil ha i fremtiden, samt hvordan behandling ventes å bli gjennomført. På bakgrunn av dette er det oppstilt et fjerde forskningsspørsmål.

Forskningsspørsmål 4: *Hvilken rolle vil de to metodene ha i fremtidig lusebekjempelse?*

Havbruksmeldingen, omtalt i delkapittel 3.2.4, inneholder prinsipper for hvordan veksten i oppdrettsnæringen ønskes regulert i fremtiden. Det går frem av meldingen at det er lusenivået innenfor et produksjonsområde, som skal være bestemmende for vekst i det aktuelle området. Målet med meldingen er å oppnå økt koordinering mellom oppdretterne og gi insentiv til økt samarbeid i lakselusbekjempelsen. Stortingets Næringskomité har imidlertid satt Havbruksmeldingen på vent, da det er for mange usikre forhold knyttet til den nye modellen. Komiteen er spesielt bekymret for resistensutviklingen, og begrunner dette med den utstrakte bruken av legemidler i næringen. De har derfor bedt regjeringen utarbeide en handlingsplan for å motvirke resistens, og oppfordrer til bruk av ikke-medikamentelle metoder.

Utredningens funn indikerer at det er svært lønnsomt å iverksette tiltak mot lakselus, da dette bidrar til at en får fullført produksjonssyklusen. Funnene viser imidlertid at det er store kostnader knyttet til bruk av hydrogenperoksid i lakselusbekjempelsen. De indirekte kostnadene utgjør den største andelen av de totale kostnadene, der kostnadene i tilknytning til antall sultedager er relativt store. Eksempelvis vil det, basert på denne studiens forutsetninger, være kostnader knyttet til tapt tilvekst på hele 2,3 millioner per merd med tre avlusninger og syv sultedager ved hver avlusning. Denne kostnaden kan unngås ved å benytte ikke-medikamentelle metoder. Det vil dermed være i oppdretternes interesse å begrense antallet medikamentelle behandlinger.

Det er utviklet en rekke ikke-medikamentelle metoder, som benyttes til både forebyggende og akutt lusebekjempelse. Flere av de ikke-medikamentelle metodene er imidlertid fortsatt på forsøksstadiet, og det er lite som tyder på at disse fullt ut vil erstatte de medikamentelle. Dette skyldes at de ikke-medikamentelle metodene ikke har tilstrekkelig effekt når lusepresset blir stort. Det vil dermed være behov for kjemiske behandlingsmetoder også i fremtiden. Det at hydrogenperoksid regnes for å være miljøvennlig, i kombinasjon med at resistensutviklingen er kommet lengre hos de andre legemidlene, innebærer at hydrogenperoksid sannsynligvis vil være det foretrukne legemiddelet i tiden som kommer. Dette medfører økt bruk av virkestoffet, noe som øker risikoen for resistens. For å unngå ytterligere resistensutvikling, er det derfor avgjørende at en optimaliserer bruken av hydrogenperoksid.

Forsøk fra bioassay viser at dersom lusen ikke destrueres, kan den «kvikne til igjen» og finne seg en ny vert. Ved å fjerne den lusen som ikke blir drept under behandling, kan oppdretterne

dermed redusere risikoen for utvikling av resistens. I denne sammenheng kan valg av behandlingsmetode spille en stor rolle. Ved avlusning i brønnbåt fjernes lusen fra anleggene. Enten samles lusen opp ved hjelp av et lusefilter og destrueres, eller så kjøres den bort til en forhåndsbestemt forsvarlig droppsone. Som en følge av at lusen er en dårlig svømmer, vil ikke lusen finne tilbake til anleggene. Dermed reduseres sannsynligheten for påslag i etterkant av behandlingen.

Ved behandling i presenning er det per i dag ingen muligheter for oppsamling av lus. Ved endt behandling slippes behandlingsvannet på selve lokaliteten. Det vil dermed være lus som blir værende igjen på anlegget eller følger strømmen til nærliggende anlegg, noe som øker sannsynligheten for intern og ekstern smitte. Dette innebærer at lusen som overlever behandlingen formerer seg, noe som igjen bidrar til utvikling av resistens. For å motvirke resistens er det derfor av stor betydning at det benyttes sterke nok konsentrasjoner til å drepe lusen. På den annen side kan for høye konsentrasjoner skade fisken. Som en følge av at behandlingsvolumet i brønnbåt er kjent, kan doseringen beregnes med stor sikkerhet. Ved behandling i presenning er imidlertid behandlingsvolumet mindre kjent, noe som kan føre til feildosering og dermed utvikling av resistens.

Det argumenteres med andre ord for at behandling i presenning er mer resistensskapende og øker faren for påslag i etterkant av behandlingen. Dette vil i sin tur føre til økte doseringer, lenger behandlingstid og økt antall behandlinger. Det gikk frem av følsomhetsanalysen at antall behandlinger gir store utslag på nåverdien, da både de direkte- og indirekte kostnadene øker. Som en følge av dette kan lønnsomheten reduseres betraktelig.

Det går frem av drøftingen ovenfor at en i fremtiden ønsker å begrense antallet medikamentelle behandlinger, da dette kan bidra til økt lønnsomhet. En ønsket løsning er derfor at de medikamentelle metodene kun benyttes til å ta toppene, og at de ikke-medikamentelle benyttes som preventive tiltak for å holde lusenivåene nede. Etersom hydrogenperoksid fortsatt er en viktig del av lakselusbekjempelsen, er det viktig å optimalisere bruken for å begrense resistensutviklingen. I den forbindelse er destruering av lusen et viktig tiltak. Dette er mulig ved å benytte brønnbåter med lusefilter i avlusningsarbeidet. Dette får støtte fra en av landets fremste eksperter på lakselus, Tor Einar Horsberg som tidligere har utalt at «ved bruk av hydrogenperoksid er brønnbåt definitivt best» (Jensen, 2012). Det er imidlertid begrenset kapasitet på store brønnbåter. Videre viser lønnsomhetsberegningene at behandling i presenning er mest lønnsomt, gitt likt antall behandlinger. Flere

oppdrettere velger derfor å benytte seg av alternativet presenning. Hvorvidt oppdretterne vil behandle i brønnbåt eller presenning i fremtiden, er imidlertid vanskelig å spå.

6.2 Ledelsesmessige implikasjoner

Hele næringen har et felles samfunnsansvar når det kommer til bekjempelse av lakselus. Av bærekraftsrapportene til de store selskapene går det frem at bekjempelse av lakselus er høyt prioritert, da lusen potensielt kan ha stor negativ påvirkning på villaksbestanden. Videre nevnes det at effektiv håndtering av lakselus er en forutsetning for bærekraftig havbruk. Tiltak for reduksjon av lakselus omtales som en kritisk prestasjonsindikator, noe som vitner om at oppdretterne tar utfordringene knyttet til lakselus på alvor. Kontroll med lakselusen er imidlertid viktig også med tanke på næringens renommé. Et svekket renommé kan svekke etterspørselen, og dermed lakseprisen, noe som igjen vil påvirke lønnsomheten.

Lakselusen medfører store tap for oppdretterne. Eksempelvis hadde Marine Harvest kostnader knyttet utelukkende til lakselus på hele 117 millioner kr i fjerde kvartal 2014, jf. delkapittel 3.1.4. Kostnader knyttet til lakselus er med andre ord betydelige, og noe oppdretterne ønsker å unngå. Dette reiser spørsmål om hva ledelsen kan gjøre for å unngå eller begrense lakselusproblemet.

I senere tid er det forsket mye på hvordan en kan unngå lakselusproblemet. Ett av forslagene har vært å flytte oppdrettsanleggene på land. Ett annet forslag er å flytte produksjonen til havs. Dette vil trolig bidra til å minimere problemene knyttet til blant annet lakselus. En utfordring ved disse to metodene er imidlertid at de vil kreve betydelige investeringer. På den annen side kan de bidra til langsiktig lønnsomhet, dersom den stigende kostnadstrenden ved dagens oppdrett i kystnære områder fortsetter. Disse alternativene er ventet å ha stor betydning for å unngå lakselusproblemet i fremtiden. Oppdrett av laks i kystnære områder vil imidlertid etter all sannsynlighet fortsette å utgjøre en betydelig andel av den totale lakseproduksjonen i tiden som kommer. Det vil dermed være utfordringer knyttet til lakselus også i fremtiden. Som en følge av at lakselusen er en miljøindikator for videre vekst i næringen, er det knyttet flere ledelsesmessige implikasjoner til hvordan en skal angripe luseproblemet.

Hovedfunnet i denne studien er at behandling ved bruk av hydrogenperoksid er lønnsomt, uavhengig av om behandlingen gjennomføres i brønnbåt eller i presenning. Ved behandling antas det at oppdretterne kan fullføre hele produksjonssyklusen og slakte ut fisken på ønsket tidspunkt. Dette har imidlertid sin pris. Et annet hovedfunn fra denne studien er at det å sulte

fisken medfører store kostnader for oppdretterne. Denne effekten forsterkes ved økt antall behandlinger. Det er derfor et ønske i næringen om å redusere omfanget av kjemiske badebehandlinger, som blant annet behandling ved bruk av hydrogenperoksid. Økt fokus på å begrense legemiddelbruken, er noe som vies stor oppmerksomhet i den nye Havbruksmeldingen, da redusert bruk av legemidler vil være med på å begrense resistensutviklingen.

Den nye Havbruksmeldingen oppfordrer til økt samarbeid, organisering og koordinering på tvers av oppdrettsselskaper. Som en følge av ekstern smitte av lakselus, er ingen oppdrettere bedre enn det svakeste ledd. Ved å synkronisere produksjonen og brakkleggingen, kan dette bidra til å redusere både internt og eksternt smittepress. Ledelsen i oppdrettsselskapene er derfor avhengig av å identifisere smitekildene, kontinuerlig overvåke lusenivå og sammen vurdere hvordan en best kan anvende de tiltakene en har til rådighet.

Postsmolt er et alternativ som bidrar til å redusere problemet med lakselus. En forlenger da fiskens beskyttende fase på land, eller i såkalte semi-lukkede anlegg i sjø. Ved å korte ned sjøfasen, reduseres også tiden hvor fisken er eksponert for lusepåslag. Det er også utviklet såkalte luseskjørt og snorkelmerder, som har til hensikt å redusere påslag av lakselus. Dette kan bidra til å redusere antall behandlinger, noe som kan være med på å begrense resistensutviklingen. Selv om disse tiltakene begrenser risikoen for lusepåslag, er det ikke gitt at en unngår høye lusenivåer. En kan da benytte seg av ikke-medikamentelle tiltak som eksempelvis renseskjørt og optisk avlusning. Disse tiltakene benyttes som preventive tiltak for å holde lusenivåene nede, da lave nivåer medfører redusert internt smittepress. Om lusenivåene likevel overstiger tillatt lusegrense, må det iverksettes akutte tiltak. Oppdretterne har da mulighet til å benytte seg av mekanisk behandling, ferskvannsbehandling eller medikamentell behandling. Usikkerhet knyttet til effekten av mekanisk behandling og ferskvannsbehandling, medfører at medikamentell behandling fortsatt er å foretrekke.

Som en følge av resistensutviklingen har lusen vist nedsatt følsomhet ovenfor mange av legemidlene som brukes i lusebekjempelsen. Hydrogenperoksid er imidlertid fortsatt regnet for å være et effektivt avlusningsmiddel. Dette, i kombinasjon med at det regnes for å være miljøvennlig, har bidratt til utstrakt bruk av virkestoffet. Når det kommer til anvendelsen av virkestoffet, må imidlertid ledelsen foreta noen strategiske valg. Ved bruk av hydrogenperoksid mister laksen deler av sitt naturlige slimlag, og blir derfor i større grad utsatt for påslag av lakselus i etterkant av behandling. Ved å ta i bruk spesialfôr kan en øke fiskens slimproduksjon, noe som reduserer sannsynligheten for påslag. Dette fôret koster imidlertid

mer enn vanlig fôr, og en må dermed foreta en kost-nytte vurdering. Videre kan en gjennom rotasjonsbehandlinger redusere resistensutviklingen.

Behandling ved bruk av hydrogenperoksid kan gjennomføres i brønnbåt og i presenning. Oppdretterne må derfor foreta et valg vedrørende hvordan de ønsker å gjennomføre behandlingen. Det går frem av funnene i denne studien at presenning er det mest lønnsomme alternativet når en velger å avluse med hydrogenperoksid. Videre viser følsomhetsanalysen at utslagene på nåverdien er størst ved behandling i brønnbåt, og at det dermed er knyttet størst usikkerhet til denne metoden. Ved å inkludere kontekstuelle forhold i beslutningsgrunnlaget, indikerer imidlertid flere faktorer at det vil være mer lønnsomt å behandle i brønnbåt på lang sikt. Dette begrunnes først og fremst med de ulike metodenes bidrag til resistensutviklingen. Som en følge av brønnbåtens filterløsninger, kan det argumenteres for at en ved å behandle i brønnbåt kan begrense utviklingen av resistens. Motsatt er det foreløpig ingen løsninger for oppsamling av lus ved behandling i presenning, noe som kan bidra til å trigge resistensutvikling. Økt resistens gir i sin tur flere behandlinger og økte konsentrasjoner. Funnene fra følsomhets-analysen vitner om at endringer i antall behandlinger gir betydelige utslag på lønnsomheten. Ved å benytte brønnbåt kan det dermed antas at det oppnås økt langsiktig lønnsomhet, gitt basisforutsetningene, da det kan tenkes at en ved denne metoden må gjennomføre færre behandlinger.

Som en følge av begrenset kapasitet på store brønnbåter er det imidlertid ikke mulig for oppdretterne å benytte seg av båter med ønsket lastekapasitet til enhver tid. En kan dermed risikere at det kun er brønnbåter med liten lastekapasitet på det aktuelle avlusningstidspunktet. Oppdretterne står da overfor valget om å benytte seg av en liten brønnbåt eller å behandle i presenning. Ved å benytte små brønnbåter viser følsomhetsanalysen at nåverdien reduseres betraktelig. Det er derfor mer lønnsomt for oppdretterne å benytte seg av presenning, da store biomasser medfører et svært ugunstig antall operasjoner og stress for fisken.

Diskusjonen ovenfor tar for seg det som med en fellesbenevnelse ofte omtales som integrert lusekontroll²⁷. Dette er en tilnærming til luseproblemet der en først og fremst søker å unngå lakselusen ved å ta i bruk forebyggende tiltak, noe som i sin tur bidrar til å minimere bruken av kjemiske midler. Dersom en likevel er avhengig av å ta i bruk medikamenter i avlusningen er det helt sentralt at legemidlene benyttes «riktig». Dette innebærer å ta i bruk midler med gode miljøegenskaper og gjennomføre nødvendige tiltak for å motvirke resistensutvikling. I

²⁷ Omtales ofte som Integrated Pest Management (IPM)

så måte er det svært viktig å optimalisere behandlingene gjennom bruk av riktige behandlingsmetoder og doser, gjennom å variere mellom ulike legemidler og gjennom å overvåke effekten av de. Funnenes ledelsesmessige implikasjoner kan dermed knyttes til implementering og bruk av integrert lusekontroll.

6.3 Begrensninger og forskningsmessige implikasjoner

De fleste studier står overfor tids- og ressursmessige begrensninger, noe som er avgjørende for studienes innhold og omfang. Denne studien er intet unntak. Utredningens utvalg består av syv ulike norske oppdrettselskaper. Størrelsen på utvalget er dermed relativt lite, og gjør at resultatene fra studien vanskelig lar seg generalisere til norsk oppdrettsnæring som helhet. Dette er helt klart en begrensning ved studien, og skyldes i stor grad den metodiske tilnærmingen, som er av både kvalitativ og kvantitativ karakter. Denne tilnærmingen ble valgt som en følge av at det eksisterer lite forskning på feltet fra før. Kommende studier på området kan med fordel øke utvalgsstørrelsen for å øke resultatenes eksterne validitet og pålitelighet.

En annen forskningsmessig implikasjon, er at det i denne studien bare er sett på én produksjonssyklus. Dette er gjort på bakgrunn av en forutsetning om at det ved produksjonssyklusens slutt vil være felles brakklegging i lokalitetens sone, før ny smolt settes ut og de samme effektene gjentas. I realiteten vil ikke dette være helt riktig. Tidspunkt for utsett, størrelse på smolt ved utsett, sjøtemperatur og antall smolt ved utsett er bare noen av forutsetningene som ligger til grunn for analysen. Disse forutsetningene kan kombineres på mange ulike måter, og således vil utgangspunktet for en produksjonssyklus aldri være helt lik. Det kan derfor argumenteres for at det ikke er tilstrekkelig å analysere bare én produksjonssyklus. På den annen side vil det kreve at en ser på svært mange sykluser for å få et bilde av en «typisk» syklus. For å gjennomføre studien innenfor de fastsatte tidsrammer, har det dermed vært nødvendig å gjøre noen avgrensninger og forutsetninger. Det har derfor vært viktig å begrunne og synliggjøre disse forutsetningene. Studiens funn er således i henhold til disse forutsetningene, og kan ikke generaliseres til enhver syklus.

I studien er det valgt å se bort fra redusert fôropptak etter behandling, og som en følge av dette redusert vekst. Dette er gjort av hensyn til manglende data på området. Videre er det ikke tatt hensyn til bruk av spesialfôr, da et flertall av oppdretterne i utvalget ikke benytter seg av dette. Begge de to forholdene som det er valgt å se bort ifra, vil være relevante kostnader

knyttet til behandling. Om også disse forholdene ble trukket inn i beregningene, ville lønnsomheten knyttet til det å behandle etter all sannsynlighet bli en annen.

Identifisering av særinntekter og særkostnader ble gjort med utgangspunkt i nullalternativet. Dette ble beskrevet som en situasjon hvor oppdretterne ikke iverksetter tiltak mot lakselus. Det ble hevdet at dette ikke var et reelt alternativ, da ingen oppdrettere ønsker å måtte slakte ut tidlig. Det er imidlertid flere eksempler på at lokaliteter er blitt tvunget til å slakte ut fisken lenge før produksjonssyklusens slutt. Årsaken er tilsynelatende manglende effekt av tiltakene som er iverksatt, fremfor manglende vilje til å gjennomføre tiltakene.

I denne studiens utvalg er det én oppdretter som utelukkende bruker presenning, og én som utelukkende bruker brønnbåt. Det kan dermed ha verdi å se på de to tiltakene isolert. De fleste oppdretterne i Norge bruker imidlertid begge metoder, noe som også er tilfellet i vårt utvalg. Det er dermed en svakhet ved studien at de to tiltakene er behandlet isolert.

I denne studien er det forutsatt at tre behandlinger med hydrogenperoksid er tilstrekkelig for å fullføre en hel produksjonssyklus. I realiteten er dette svært avhengig av lusepress, følsomhetssituasjonen og omfanget av preventive tiltak hos den enkelte lokalitet. Det er derfor tatt hensyn til at antallet behandlinger kan variere gjennom følsomhetsanalysen. Det er imidlertid ikke tatt hensyn til at de fleste oppdrettere bruker andre tiltak i tillegg til hydrogenperoksidbehandling. Dersom oppdretterne kun hadde benyttet hydrogenperoksid, ville antallet behandlinger sannsynligvis vært noe høyere enn det som ble oppgitt.

Som det fremgår av diskusjonen ovenfor, er det gjort en rekke forutsetninger i denne studien. Det er derfor mye som kunne vært gjort annerledes. Ved å benytte en kvantitativ tilnærming i form av en spørreundersøkelse ved datainnhenting kunne informasjonen vært samlet inn fra et større utvalg, noe som ville økt studiens eksterne gyldighet. På den annen side kunne en slik tilnærming gitt mindre innsikt og dermed svekket den interne validiteten. Videre kunne det å ha sett på flere produksjonssykluser ha gitt ny innsikt, da i utgangspunktet ingen produksjonssykluser er lik. Ved å inkludere redusert fôropptak og bruk av spesialfôr i analysen, kunne en oppnådd ytterligere innsikt i lønnsomhetsbildet.

I denne studien er data samlet inn fra oppdrettere lokalisert i ulike deler av landet. Lønnsomhetsvurderingene ble således gjennomført med utgangspunkt i en «typisk» norsk oppdrettslokalitet, der lønnsomheten knyttet til å behandle én merd ble betraktet. Ved å samle inn informasjon fra flere oppdrettere innenfor ulike produksjonsområder, kunne en

sammenlignet lønnsomheten knyttet til behandling ved bruk av hydrogenperoksid på tvers av produksjonsområder. Videre kunne en skalert opp lønnsomhetsvurderingen fra én merd til lokalitets- eller selskapsnivå.

Nullalternativet i studien ble omtalt som en situasjon der oppdretterne tar et valg om å ikke iverksette tiltak mot lakselus. Et alternativ til denne forutsetningen er å betrakte nullalternativet som en situasjon der en benytter andre virkemidler enn hydrogenperoksid. På denne måten ville de beslutningsrelevante inntektene og kostnadene vært annerledes, og således ville det oppstått ny informasjon i lønnsomhetsvurderingen. Videre er kostnadene i analysen fordelt etter selvkostmetoden. Valg av estimeringsmetode er i mange tilfeller avhengig av beslutningssituasjonen, og hvorvidt den ene tilnærmingen er bedre enn den andre er situasjonsavhengig. Ved å benytte en annen tilnærming til tilordning av kostnader, eksempelvis TDABC, kunne dette gitt ny innsikt i beslutningssituasjonen.

I denne studien, er lønnsomheten knyttet til bruk av hydrogenperoksid blitt vurdert. Det er imidlertid ulike forhold som vil være med å prege bekjempelsen av lakselusen i tiden som kommer, og som dermed også vil prege denne utredningens relevans. Det at lakselus-bekjempelsen vies stor oppmerksomhet har bidratt til at en rekke nye tiltak er blitt utviklet. Det er flere mulige problemstillinger for videre forskning, der et utvalg av aktuelle spørsmål presenteres i det følgende.

1. Etersom det er store lokale forskjeller i effektivitet ved bruk av hydrogenperoksid, kan det være interessant å sammenligne lønnsomheten innfor ulike produksjonsområder.

Hvordan avhenger lønnsomheten av produksjonsområder?

2. Ved å redusere sjøfasen vil fisken være eksponert for lakselus over en kortere tidshorisont, noe som kan bidra til å redusere antall behandlinger. Videre vil fisken ved utsett være mer robust overfor ytre påkjenninger, noe som kan redusere dødeligheten. Som en følge av dette vil det være interessant å betrakte hvorvidt en ved å implementere postsmoltproduksjon kan bidra til å øke lønnsomheten.

Kan postsmolt bidra til økt lønnsomhet for oppdrettsselskapene?

3. Ferskvann er en biologisk og skånsom metode for avlusning. I tillegg er det det eneste tiltaket som, sammen med hydrogenperoksid, er effektivt mot gjellesykdommen AGD. Denne behandlingsformen er svært utbredt i Tasmania, og det vil være interessant å se om denne avlusningsmetoden vil implementeres i større grad også i Norge.

Kan badebehandling i ferskvann fungere som et substitutt for medikamentell badebehandling i fremtiden?

6.4 Konklusjoner

Kostnader knyttet til lakselusbekjempelse har økt betraktelig de siste årene, og truer nå lønnsomheten i oppdrettsnæringen. Til tross for store kostnader i forbindelse med lakselusbehandling, velger oppdretterne likevel å iverksette tiltak mot lakselus. Dette kan tyde på at alternativet om å ikke iverksette tiltak er verre. Hensikten med denne studien har derfor vært å vurdere hvorvidt bruk av hydrogenperoksid, som er ett av flere mulige tiltak oppdretterne har til rådighet, kan bidra til økt langsiktig lønnsomhet for oppdrettsselskapene.

Funnene fra studien indikerer at det er lønnsomt for oppdretterne å ta i bruk hydrogenperoksid i lakselusbekjempelsen, uavhengig av behandlingsmetode. Dette følger av at en ved å gjennomføre behandling holder seg under tillatt lusegrense, og dermed kan unngå pålegg om tvangsslakt fra myndighetene. Det fremgår av analysen at behandling i presenning er mest lønnsomt, noe som hovedsakelig skyldes færre sultedager enn ved behandling i brønnbåt. Konsekvensene av å sulte fisken er en vesentlig kostnad for oppdretterne, og bidrar til at en ønsker å redusere kjemisk behandling til fordel for preventive og ikke-medikamentelle tiltak. Dersom lusenivåene i merden likevel når den maksimale tiltaksgrensen må en gjennomføre akutte tiltak som en siste utvei. En er derfor avhengig av å optimalisere bruken av de kjemiske virkestoffene for å bevare den ønskede behandlingseffekten. Dette er nært knyttet til det som omtales som integrert lusekontroll, hvor ledelsens strategiske beslutninger knyttet til lakselusbekjempelse inngår. Et av spørsmålene som står sentralt i denne sammenheng er dermed hvordan en kan begrense resistensutviklingen. I studien argumenteres det for at lusen i etterkant av en hydrogenperoksidbehandling må fjernes og destrueres for at dette skal lykkes. Denne muligheten eksisterer kun ved behandling i brønnbåter utstyrt med lusefilter. Fjerning av lusen kan videre redusere lusepress og bidra til å redusere antall behandlinger, noe som igjen kan begrense resistensutviklingen. Således kan det tenkes at bruk av hydrogenperoksid kan bidra til økt langsiktig lønnsomhet ved å fungere som en siste utvei.

Litteraturliste

- Aadland, C. (2014, 7. oktober). *Nå skal det testes om denne virkelig dreper lus* (Internett) Ilaks. Tilgjengelig fra: <http://www.ilaks.no/na-skal-det-testes-om-denne-virkelig-dreper-lus/> (Lest 23. mai 2015)
- Akvakulturdriftsforskriften. (2008). *Forskrift om drift av akvakulturanlegg*. Fastsatt av Fiskeri- og kystdepartementet (nå Nærings- og fiskeridepartementet) 17. juni 2008 med hjemmel i lov 17. juni 2005 nr. 79 om akvakultur. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2008-06-17-822> (Lest 25. april 2015)
- Alexandersen, R. S. (2015). *Færre en ni prosent ville ha klart nye krav* (Internett) Nord24 Tilgjengelig fra: <http://www.nord24.no/nyheter/farre-enn-ni-prosent-ville-ha-klart-nye-krav/s/1-5346252-7624980> (Lest 1. april 2015)
- Andreassen, O. & Robertsen, R. (2014, desember). *Nasjonale ringvirkninger av Havbruksnæringen*. 49, Nofima. Tilgjengelig fra: http://nofima.no/wp-æ-gbmiojoincontent/uploads/2015/01/Rapport_49-2014__Nasjonale_ringvirkninger_av_habruksnaeringen.pdf (Lest 6. april 2015)
- Asche, F. & Tveterås, R. (2011). *En kunnskapsbasert sjømatnæring*. Rapport 8. Oslo, Handelshøyskolen BI. Tilgjengelig fra: [http://web.bi.no/forskning/papers.nsf/0/7eeb9a1b68820278c125790300427fea/\\$FILE/2011-08-Asche&Tveteras.pdf](http://web.bi.no/forskning/papers.nsf/0/7eeb9a1b68820278c125790300427fea/$FILE/2011-08-Asche&Tveteras.pdf) (Lest 3. April 2015)
- Atkinson, A. A., Kaplan, R. S., Matsumura, E. M. & Young, S. M. (2012). *Management Accounting: Information for Decision-Making and Strategy Execution*, 6. utg., Pearson Education, Harlow
- Berg, A. (2014, 28. juli). *Revolusjonerende forsøk med ferskvann* (Internett) Intrafish. Tilgjengelig fra: <http://www.intrafish.no/norsk/nyheter/article1394470.ece> (Lest 23 mai 2015)
- Berge, A. (2014a, 7. oktober). *Pionérene: Brødrene Vik* (Internett) ILaks. Tilgjengelig fra: <http://www.ilaks.no/pionerene-brodrene-vik/> (Lest 3.april 2015)
- Berge, A. (2014b, 15. oktober). *Pionérene: Ove og Sivert Grøntvedt* (Internett) ILaks. Tilgjengelig fra: <http://www.ilaks.no/pionerene-ove-og-sivert-grontvedt/> (Lest 3.april 2015)
- Berge, A. (2014c, 3. september). *Riktig bruk av Slice* (Internett) Ilaks. Tilgjengelig fra: <http://www.ilaks.no/riktig-bruk-av-slice/> (Lest 20. mai 2015)
- Berge, A. (2015a, 22. januar). *AGD-behandling svekker lusebekjempelse* (Internett) Ilaks. Tilgjengelig fra: <http://www.ilaks.no/agd-behandling-svekker-lusbekjempelse/> (Lest 24. april 2015)
- Berge, A. (2015b, 5. mars). – *Får vi ikke fjernet lusen, må vi ta ned produksjonen* (Internett) ILaks. Tilgjengelig fra: <http://www.ilaks.no/far-vi-ikke-fjernet-lusen-ma-vi-ta-ned-produksjonen/> (Lest 15. april 2015)

- Berge, A. (2015c, 8. mars). *Å slå inn åpne dører* (Internett) Ilaks. Tilgjengelig fra: <http://www.ilaks.no/a-sla-inn-apne-dorer-2/> (Lest 25. april 2015)
- Berge, A. (2015d, 27. mars). *I dødens posisjon* (Internett) ILaks. Tilgjengelig fra: <http://www.ilaks.no/i-dodens-posisjon-2/> (Lest 26. april 2015)
- Berglihn, H. (2014a, 8. september). *Nytt alvorlig lusesjokk* (Internett) Dagens Næringsliv. Tilgjengelig fra: <http://www.dn.no/nyheter/naringsliv/2014/02/10/nytt-alvorlig-lusesjokk> (lest 20. april 2015)
- Berglihn, H. (2014b, 5. mars). *Pøste legemidler i merdene* (Internett) Dagens næringsliv. <http://www.dn.no/nyheter/2014/03/05/Havbruk/pste-legemidler-i-merdene> (Lest 21. april 2015)
- Berglihn, H. (2014c, 1. desember). *Null lus* (Internett) Dagens Næringsliv. Tilgjengelig fra: <http://www.dn.no/nyheter/naringsliv/2014/12/01/2156/Oppdrett/null-lus> (Lest 21. mai 2015)
- Berglihn, H. (2015a, 22. januar). *Må i fengsel for lusejuks* (Internett) Dagens Næringsliv. Tilgjengelig fra: <http://www.dn.no/nyheter/2015/01/22/1635/Laks/m-i-fengsel-for-lusejuks> (Lest 18. april 2015)
- Berglihn, H. (2015b, 22. februar). *–Det kan gå veldig galt* (Internett) Dagens næringsliv. Tilgjengelig fra: <http://www.dn.no/nyheter/naringsliv/2015/02/22/2001/Fiskeri/-det-kan-g-veldig-galt> (Lest 21. mai 2015)
- Bing, A. & Aaronsveen, L. (2014). *En lønnsomhetsvurdering av tiltak mot lakselus*. Bergen, Norges Handelshøyskole.
- Bjørndal, M., Bjørnenak, T. & Johnsen, T. (2003). *Aktivitetsbasert kalkulasjon for regulerte tjenester. Erfaringer, prinsipielle retningslinjer og mulig anvendelse for nettvirksomhet i kraftsektoren, SNF-rapport nr. 33/03*
- Bjørnenak, T. (1993). ”ABC – hva er D? Grunnleggende prinsipper i aktivitetsbasert kalkulasjon”, *Praktisk økonomi & ledelse*, (9), nr. 2, s.15–22
- Bjørnenak, T. (1994). *Aktivitetsbasert kalkulasjon: teknikk, retorikk, innovasjon og diffusjon*. Akademisk avhandling for graden Dr. Oecon, Norges Handelshøyskole. Bergen, Fagbokforlaget
- Bjørnenak, T. (2005). *Zimmermanns argumenter for å fordele kostnader* (Internett) Tilgjengelig fra: <http://www.magma.no/zimmermanns-argumenter-for-aa-fordele-kostnader> (Lest 1. mai 2015)
- Bjørnenak, T. (2010). *Økonomistyringens tapte relevans del 1 og 2; eller fra ABC til Beyond Budgeting på 20 år*. Magma, 4/10, 49-54.
- Bjørnenak, T., Dalen, D. M., von der Fehr, N-H. M., Olsen, T. E. & Torsvik, G. (2005, februar). På like vilkår? En analyse av konkurranse mellom offentlige og private foretak. Konkurransetilsynet

-
- Bjørnenak, T. & Bergstrand, J. (1995). *Kalkulering av teletjenester*, SNF Report 84/95.
- Botngaard. (2015). *Galleri*. (Internett) Botngaard. Tilgjengelig fra: <http://www.botngaard.no/no/aktuelt/bildegalleri> (Lest 21. mai 2015)
- Boye, K., Holm, E. & Heskestad, T. (2011). *Kostnads- og inntekstanalyse*. 9. utg. Universitetsforlaget
- Bøhren, Ø. & Michalsen, D. (1995). *Finansiell økonomi. Teori og praksis*. Oslo, Skarvet forlag
- Bøhren, Ø. & Gjørnum, P. I. (2009). *Prosjektanalyse, investering og finansiering*. Bergen, fagbokforlaget.
- Coase, R. H. (1938). *Business Organization and the Accountant*. The Accountant. October 1-December 17
- Cooper, R. & Kaplan, R. S. (1991). "Profit Priorities from Activity-Based Costing." Harvard Business Review 69, no. 3 (May–June 1991): 130–135.
- Cooper, R., & Kaplan, R. S. (1999). *Design of Cost Management Systems: Text and Cases*. 2. utg., Prentice Hall.
- Costello, M. J. (2009). *The global economic cost of sea lice to the salmonid farming industry*. *Journal of fish diseases*, 32, s. 115-118
- Dess, G. G., & Robinson, R. B. (1984). *Measuring Organizational Performance in the Absence of Objective Measures: The Case of the Privately-Held Firm and Conglomerate Business Unit*. Strategic Management Journal, vol. 5, s. 265-273
- Edwards. R. S (1937). *The rationale of cost accounting*. The Accountant 96, s. 389-390
- Egersund Group. (2015, 18. mars). *Snorkelmerd og lusetube* (Internett) Egersund Group. Tilgjengelig fra: <http://www.egersundgroup.no/nyheter/snorkelmerd-og-lusetube> (Lest 22. mai 2015)
- Egge, J. H. (2013, 7. november). *Denne laseren skal drepe lakselusa* (Internett) NRK. Tilgjengelig fra: <http://www.nrk.no/trondelag/ny-metode-for-a-fjerne-lakselusa-1.11343402> (Lest 21. mai 2015)
- Elkington, J. (2004). *Enter the Triple Bottom Line*. The Triple Bottom Line: Does it All Add Up? Assessing the Sustainability of Business and CSR (s. 1-16). London: Earthscan Publications.
- Epstein, M. & Manzoni, J. F. (1998). *Implementing corporate strategy: From Tableaux de Bord to Balanced Scorecards*. European Management Journal, 16, s. 190-203
- Felleskatalogen. (2010, 24. august). *Ektobann vet* (Internett) Skretting. Tilgjengelig fra: <http://www.felleskatalogen.no/medisin-vet/ektobann-vet-skretting-567611> (Lest 20. mai 2015)

- Felleskatalogen. (2014a, 27. mars). *Releeze vet* (Internett) Ewos. Tilgjengelig fra: <http://www.felleskatalogen.no/medisin-vet/releeze-vet-ewos-as-592872> (Lest 20. mai 2015)
- Felleskatalogen. (2014b, 11. august). *ALPHA MAX* (Internett) Pharmaq. Tilgjengelig fra: <http://www.felleskatalogen.no/medisin-vet/alpha-max-pharmaq-545966> (Lest 20. mai 2015)
- Felleskatalogen. (2015, 23. april). *Betamax vet* (Internett) Novartis Animal Vaccines. Tilgjengelig fra: <http://www.felleskatalogen.no/medisin-vet/betamax-vet-novartis-animal-vaccines-546813> (Lest 20. mai 2015)
- FiskeribladetFiskaren. (2015, 12. januar). *Fisk er Norges nye olje* (Internett) Fiskeribladet fiskaren. Tilgjengelig fra: <http://fiskeribladetfiskaren.no/nyheter/?artikkel=39499> (Lest 5. april 2015)
- Fiskeridirektoratet. (2014, 13. november). *Matfiskproduksjon, laks og regnbueørret* (Internett) Fiskeridirektoratet. Tilgjengelig fra: <http://www.fiskeridir.no/statistikk/akvakultur/loennsomhet/matfiskproduksjon-laks-og-regnbueoerret> (Lest 3. april 2015)
- Fiskeri- og havbruksnæringens landsforening. (2009). *Faktaark om lakselus* (Internett) FHL. Tilgjengelig fra: http://fhl.no/wp-content/uploads/importedmedia/faktaark_lakselus2009.pdf (Lest 4. april 2015)
- FN-sambandet. (2014, 9. desember). *Matvaresikkerhet* (Internett) FN-sambandet. Tilgjengelig fra: <http://www.fn.no/Tema/Humanitaert-arbeid/Matvaresikkerhet> (Lest 7. april 2015)
- Folkehelseinstituttet. (2015, 6. mai). *Forbruket av lakselusmidler er høyt og øker fortsatt* (Internett) Folkehelseinstituttet. Tilgjengelig fra: <http://www.fhi.no/artikler/?id=114175> (Lest 18. april 2015)
- Forskrift om lakselusbekjempelse. (2012). *Forskrift om bekjempelse av lakselus i akvakulturanlegg*. Fastsatt ved Fiskeri- og kystdepartementet (nå Nærings- og fiskeridepartementet) 5 desember 2012 med hjemmel i lov 19. desember 2003 ne. 124 om matproduksjon og trygghet. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2012-12-05-1140?q=lakselus> (Lest 20. april 2015)
- Furuset, A. (2015a, 25. mars). *Solberg: Derfor er laksen Norges Ikea* (Internett) Intrafish. Tilgjengelig fra: <http://www.intrafish.no/norsk/nyheter/article1408979.ece> (Lest 21. mai 2015)
- Furuset, A. (2015b, 24. Februar). *Ekstrakostnader på minst 5 kr/kg ifm lus* (Internett) Intrafish. Tilgjengelig fra: <http://www.intrafish.no/norsk/nyheter/article1406777.ece> (Lest 3. april 2015)
- Furuset, A. (2015c, 25. mars). – *En kollektiv avstraffelse* (Internett) IntraFish. Tilgjengelig fra: <http://www.intrafish.no/norsk/nyheter/article1408989.ece> (Lest 24. april 2015)

-
- Furuset, A. (2015d, 13. april). *Nordlaks kjører på med luseskjørt* (Internett) Intrafish. Tilgjengelig fra: <http://www.intrafish.no/norsk/nyheter/article1410004.ece> (Lest 21. mai 2015)
- Furuset, A. (2015e, 9. mars). *Lerøy vil bruke mer ferskvannsbehandling* (Internett) Intrafish. Tilgjengelig fra: <http://www.intrafish.no/norsk/nyheter/article1407632.ece> (Lest 23. mai 2015)
- Fylling-Jensen, Ø. (2015, 3. mars). *Oppdrett viktig for matsikkerheten* (Internett) Nordlys. Tilgjengelig fra: <http://debatt.nordlys.no/article/oppdrett-viktig-matsikkerheten> (Lest 9. april 2015)
- Ghuri, P. & Grønhaug, K. (2010). *Research Methods in Business Studies*, 4. utg. England, Pearson Education Limited
- Giskeødegård, K. & Tønnesen, L. (2015, 25. mars). *The best is past; cost eruption burning margins*. Nordea Equity Research. (Lest 1. april 2015)
- Greenwood, R. G. (1974). *Managerial Decentralization: A study of the General Electric Philosophy*. Lexington, Mass
- Grindheim, J. (2015, 9. mars). *Set ut fisk i lukka merd i vår* (Internett) Intrafish. Tilgjengelig fra: <http://www.intrafish.no/norsk/nyheter/article1407597.ece> (Lest 21. mai 2015)
- Gripsrud, G., Olsson, U. H. & Silkoset, R. (2010). *Metode og dataanalyse: Beslutningsstøtte for bedrifter ved bruk av JMP*, 2.utg. Kristiansand, Høyskoleforlaget
- Hamre, L. A., Eichner, C., Caipang, C. M. A., Dalvin, S. T. et al. (2013, 12 september) *The Salmon Louse Lepeophtheirus salmonis (Copepoda: Caligidae) Life Cycle Has Only Two Chalimus Stages* (Internett) Tilgjengelig fra: <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0073539> (Lest 25. april)
- Hansen, P. (1987). *Spøgelser fra fortiden: Mange bidragsregnskaber savner relevans*, Revisjon og regnskabsvæsen, 1, 51-54.
- Havforskningsinstituttet. (2013, 28. mai). *Hvordan spres lakselusa?* (Internett) Havforskningsinstituttet. Tilgjengelig fra: <http://www.imr.no/temasider/parasitter/lus/lakselus/90683/nb-no> (Lest 10. april 2015)
- Havforskningsinstituttet. (2014, 24. november). *Lakselus* (Internett) Havforskningsinstituttet. Tilgjengelig fra: <http://www.imr.no/temasider/parasitter/lus/lakselus/nb-no> (Lest 15. april 2015)
- Helgesen, Ø. (1999). *Kundelønnsomhet*. Akademisk avhandling for graden Dr. Oecon, Norges Handelshøyskole
- Horngren, C. T., Datar, S. M. & Rajan, M. V. (2014). *Cost Accounting: A Managerial Emphasis*, 14. utg. Edition. Prentice Hall

- Intrafish. (2012, 2. april). *Viktig med rotasjon av lusemidler* (Internett) Intrafish. Tilgjengelig fra: <http://www.intrafish.no/norsk/nyheter/article1274879.ece> (Lest 20. mai 2015)
- IntraFish. (2015, 20. mars). *Tilbyr 5 % vekst – mot lusegrense på 0,1* (Internett) Intrafish. Tilgjengelig fra: <http://www.intrafish.no/norsk/nyheter/article1408619.ece> (Lest 20. april 2015)
- Jacobsen, D. I. (2005). *Hvordan gjennomføre undersøkelser? Innføring i samfunnsvitenskapelig metode*, 1.utgave. Kristiansand, Høyskoleforlaget AS
- Jensen, B. A. (2012). *Professoral ros til brønnbåt* (Internett) Intrafish. Tilgjengelig fra: <http://www.intrafish.no/norsk/nyheter/article1332005.ece> (Lest 15. mai 2015)
- Jensen, P. M. (2013, 6. mars). *Lusebehandling koster flere kroner per kilo* (Internett) Kyst. Tilgjengelig fra: http://www.kyst.no/hovednyhet/?article_id=98252 (Lest 20. mai)
- Johannessen, A. Christoffersen, L. & Tufte, P. A. (2011). *Forskningsmetode for økonomisk-administrative fag*, 4.utg. Oslo, Abstrakt forlag AS
- Johansen, T. H. & Gardehall, T. (2014, desember). *Risikopremien i det norske markedet* (Internett) PWC. Tilgjengelig fra: http://www.pwc.no/no_NO/no/publikasjoner/deals/risikopremieundersokelse2014.pdf (Lest 15. mai 2015)
- Johnson, T. H. & Kaplan, R. S. (1987). *Relevance Lost: The Rise and Fall of Management Accounting*, Harvard Business Press
- Kaplan, R. S., & Anderson, S. R. (2004). *"Time-Driven Activity Based Costing"*, Harvard Business Review, 82(11): s.131-138.
- Kaplan, R. S., & Anderson, S. R. (2007). *Time-Driven Activity-Based Costing*, Harvard Business School Press.
- Kaplan, R. S. & Norton, D. P. (1992). *The Balanced Scorecard: Measures that Drive Performance*, Harvard Business Review
- Kaplan, R. S. & Norton, D. P. (1993). *Putting the Balanced Scorecard to Work*, Harvard Business Review
- Kaplan, R. S., Shank, J., Horngren, C. T., Boer, G., Ferrara, W. L., & Robinson, M. A. (1990). *Contribution margin analysis: no longer relevant/strategic cost management: the new paradigm*, Journal of Management Accounting Research, s. 1-32.
- Kraugerud, R. L. (2014, 26. oktober). *Potensiale for høy overlevelse i fremtidens oppdrett* (Internett) Nofima. Tilgjengelig fra: <http://nofima.no/nyhet/2014/10/potensiale-for-hoy-overlevelse-i-fremtidens-oppdrett/> (Lest 23. april 2015)
- Kvamsdahl, A. (1997). *Relevante kostnader for beslutningstaking. Implikasjoner for reguleringen av telekommunikasjonsmarkedet*. SNF, Bergen (SNF- rapport 87/97)

-
- Kvistad, A. (2013, 16. oktober). *Luseskjørt – virkemåte og testresultater* (Internett) Lusedata. Tilgjengelig fra: <http://lusedata.no/fou/luseskjort-virkemate-og-testresultater/> (Lest 21. mai 2015)
- Laksefakta. (2014, 17. oktober). *Fra rogn til mat* (Internett) Laksefakta. Tilgjengelig fra: <http://www.laksefakta.no/Norsk-havbruk/Laksens-livssyklus/Les-mer-om/Fra-rogn-til-mat> (Lest 10. april 2015)
- Lang, H. J. (1947). *Cost relationships in preliminary Cost estimation*. Chemical Engineering, 54 (10)
- Lev, B. & Daum, J. H. (2004). *The dominance of intangible assets: consequences for enterprise management and corporate reporting*. Measuring Business Excellence, Vol. 8, utg. 1, s. 6-17.
- Lien, A. M. (2015, 9. mars). *Faktaark: Permanent skjørt for redusering av luspåslag på laks* (Internett) Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond. Tilgjengelig fra: <http://www.fhf.no/prosjektdetaljer/?projectNumber=900711> (Lest 21. mai 2015)
- Liu, Y. & Bjelland, H. v (2014, 1. desember). *Estimating costs of sea lice control strategy in Norway*. 117, s. 469-477
- Lusedata. (2010). *Veileder rensefisk* (Internett) Tilgjengelig fra: <http://lusedata.no/for-naeringen/veiledere-leppefisk/> (Lest 15. mai 2015)
- Lusedata. (2013). *Bransjeveileder lakselus, Badebehandling med Alpha Max, Betamax og Salmosan i merd*. Lusedata.
- Marine Harvest. (2014, 23. juni). *Salmon Farming Industry Handbook 2014*, Marine Harvest. Tilgjengelig fra: <http://www.marineharvest.com/globalassets/investors/handbook/handbook-2014.pdf> (Lest 3.april 2015)
- Mattilsynet. (2012a, 6.august). *Hva er resistens eller nedsatt følsomhet?* (Internett) Mattilsynet. Tilgjengelig fra: http://www.mattilsynet.no/fisk_og_akvakultur/fiskehelse/fiske_og_skjellsykdommer/lakselus/article187.ece (Lest 1. april 2015)
- Mattilsynet. (2012b, 7. desember). *Ny lakselusforskrift gir mer samordnet bekjempelse* (Internett) Mattilsynet. Tilgjengelig fra: http://www.mattilsynet.no/fisk_og_akvakultur/fiskehelse/fiske_og_skjellsykdommer/lakselus/ny_lakselusforskrift_gir_mer_samordnet_bekjempelse.4391 (Lest 1. april 2015)
- Mattilsynet. (2014). *Lakselusrapport: Høsten og året 2014*, Mattilsynet Tilgjengelig fra: http://www.mattilsynet.no/fisk_og_akvakultur/fiskehelse/fiske_og_skjellsykdommer/lakselus/mattilsynets_lakselusrapport_desember_2014.17452/binary/Mattilsynets%20lakselusrapport%20desember%202014 (Lest 1. april 2015)

- Mattilsynet. (2015a, 4. mars). *Bruk av ikke-medikamentelle metoder for å opprettholde lave lakselusnivåer i våravlusingsperioden* (Internett) Mattilsynet. Tilgjengelig fra: http://www.mattilsynet.no/fisk_og_akvakultur/fiskehelse/fiske_og_skjellsykdommer/lakselus/bruk_av_ikkemedikamentelle_metoder_for_aa_oppretholde_lave_lakselusnivaaer_i_vaaravlusingsperioden.18365?utm_campaign=Nyhetsbrev&utm_medium=Epost&utm_source=Mattilsynet&utm_term=Bruk_av_ikkemedikamentelle_metoder_for_aa_oppretholde_lave_lakselusnivaaer_i_vaaravlusingsperioden&utm_content=Akvakultur%2C_Fiskehelse (Lest 15. april 2015)
- Mattilsynet. (2015b, 3. mars). *Lakselusmiddelforbruket økte mye i 2014* (Internett) Mattilsynet. Tilgjengelig fra: http://www.mattilsynet.no/fisk_og_akvakultur/fiskehelse/fiske_og_skjellsykdommer/lakselus/lakselusmiddelforbruket_okte_mye_i_2014.18341 (Lest 15. april 2015)
- Mortensen, R. (2014, 26. mars). *Vil fengsle oppdrettsansatt for løgn om lakselus* (Internett) NRK. Tilgjengelig fra: <http://www.nrk.no/troms/pasto-fengsel-for-oppdrettsansatt-1.11630029> (Lest 15. april 2015)
- MSD Animal Health. (2015). *The SLICE® Sustainability Project* (internett) MSD Animal Health. Tilgjengelig fra: http://www.msd-animal-health.no/binaries/SLICE-FAQs_tcm84-151897.pdf (Lest 20. mai 2015)
- NASDAQ OMX. (2015). *Day count fractions* (Internett) Tilgjengelig fra: http://www.nasdaqomx.com/digitalAssets/80/80531_daycountfractions.pdf (Lest 1. juni 2015)
- NASDAQ Salmon Index. (2015). *NASDAQ Salmon Index* (Internett) NASDAQ. Tilgjengelig fra: <https://salmonprice.nasdaqomxtrader.com/public/report?1> (Lest 3. April 2015)
- Nationen. (2015, 27. januar). *Miljøkrim i laksenæringa skal straffast strengt* (Internett) Natioen. Tilgjengelig fra: <http://www.nationen.no/naering/miljakrim-i-laksenaringa-skal-straffast-strengt/> (Lest 20. april 2015)
- Nodland, E. (2015a, 4. februar). – *Å sette mer fisk i sjøen vil være nært et selvmord* (Internett) Ilaks. Tilgjengelig fra: <http://www.ilaks.no/a-sette-mer-fisk-i-sjoen-vil-vaere-naert-selvmord/> (Lest 9. april 2015)
- Nodland, E. (2015b, 9. april). – *Ikke-medikamentell lusebehandling er som vindkraft* (Internett) Ilaks. Tilgjengelig fra: <http://www.ilaks.no/ikke-medikamentell-lusebehandling-er-som-vindkraft/> (Lest 16. april 2015)
- Nodland, E. (2015c, 10. mars). *Bremnes Seashore tester ut snorkelmerd* (Internett) Ilaks. Tilgjengelig fra: <http://www.ilaks.no/bremnes-seashore-tester-ut-snorkelmerd/> (Lest 22. mai 2015)
- Nodland, E. (2015d, 20. mars). *-Gransker lusespyleren* (Internett) Ilaks. Tilgjengelig fra: <http://www.ilaks.no/gransker-lusespyleren/> (Lest 23. mai 2015)

- Norges sjømatråd. (2015). *2014 ble et jubelår for norsk sjømateksport*, Norges sjømatråd. Tilgjengelig fra: <http://www.seafood.no/Nyheter-og-media/Nyhetsarkiv/Pressemeldinger/2014-ble-et-jubelår-for-norsk-sjømateksport> (Lest 3. april 2015)
- Norli, Ø. (2011). *Praktisk bruk av kapitalverdimodellen*. Praktisk økonomi og finans, 27(2)
- Norsk Fiskerinæring. (2014). *Veien videre?* (Internett) Norsk fiskerinæring. Tilgjengelig fra: <http://www.norskfisk.no/ledere/leder514.html> (Lest 1. april 2015)
- Nærings- og fiskeridepartementet. (2012, 16. august). *Verdiskapning basert på produktive hav i 2050*. Nærings og fiskeridepartementet. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/fkd/vedlegg/rapporter/2012/verdiskapning-rapport-010812.pdf?id=2322968> (Lest 5. april 2015)
- Nærings- og Fiskeridepartementet. (2014, 26. november). *En forutsigbar og bærekraftig vekst i havbruksnæringen* (Internett) Nærings og fiskeridepartementet. Tilgjengelig fra: <https://www.seafood.no/content/download/139274/1482834/file/En%20forutsigbar%20og%20b%C3%A6rekraftig%20vekst%20i%20havbruksn%C3%A6ringen%20-%20Elisabeth%20Aspaker.pdf> (Lest 20. april 2015)
- Nærings- og Fiskeridepartementet. (2015). *Forutsigbar og bærekraftig vekst i norsk lakse- og ørretoppdrett*. Stortingsmelding nr. 16 (2014-2015). Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/nb/dokumenter/meld.-st.-16-2014-2015/id2401865/?docId=STM201420150016000DDDEPIS&ch=1&q=> (Lest 5. april 2015)
- Næringskomiteen. (2014-2015). *Innstilling fra næringskomiteen om forutsigbar og miljømessig bærekraftig vekst i norsk lakse- og ørretoppdrett* (Internett) Tilgjengelig fra: <https://www.stortinget.no/globalassets/pdf/innstillinger/stortinget/2014-2015/inns-201415-361.pdf> (Lest 9. juni 2015)
- Olderkjær, O. A. (2014, 20. mars). *Laksenæringa kler seg i skjørt* (Internett) Bergens Tidende. Tilgjengelig fra: <http://www.bt.no/nyheter/lokalt/Laksenaringa-kler-seg-i-skjort-3083153.html> (Lest 22. mai 2015)
- Oppedal, F., Dempster, T. og Stien, L. H. (2015). *Dyp snorkel kan gi bortimot null lus* (Internett) Havforskningsinstituttet. Tilgjengelig fra: <http://lusedata.no/fou/dyp-snorkel-kan-gi-bortimot-null-lus/> (Lest 22. mai 2015)
- Røen, Ø. S. (2015a, 11. mars). *Positive resultater fra Flatsetsunds lusespyler* (Internett) Kyst. Tilgjengelig fra: http://www.kyst.no/nyhet/?article_id=111206 (Lest 23. mai 2015)
- Røen, Ø. S. (2015b, 29. april). *Sår tvil om ferskvannsbehandling mot lus* (Internett) Kyst Tilgjengelig fra: https://schhack.appspot.com/www.kyst.no/?page_id=54&article_id=112595 (Lest 23. mai 2015)

- Salmosan.net. (2014, november). *SALMOSAN VET*[®] (Internett) Salmosan. Tilgjengelig fra <http://salmosan.net/product-data/> (Lest 21. mai 2015)
- Saunders, M., Lewis, P. & Thornhill, A. (2012). *Research Methods For Business Students*, 6. utg. England, Pearson Education Limited
- Schølberg, O. (2009, august). *Finansteori anvendt i praksis*. Magma. Tilgjengelig fra: <http://www.magma.no/finansteori-anvendt-i-praksis> (Lest 23. mai 2015)
- Shillinglaw, G. (1989). *Managerial Cost Accounting: present and future*. Journal of Management Accounting Research, 1.
- Skretting. (2010). *Alt du trenger å vite om lusa* (Internett) Lusebrosjyre Skretting. Tilgjengelig fra: [http://www.skretting.no/Internet/SkrettingNorway/webInternet.nsf/wprid/33736FCDCDB88745C125775200480149/\\$file/Lusebrosjyre_Skretting_2010.pdf](http://www.skretting.no/Internet/SkrettingNorway/webInternet.nsf/wprid/33736FCDCDB88745C125775200480149/$file/Lusebrosjyre_Skretting_2010.pdf) (Lest 15. april 2015)
- Skretting. (2015, 25. mars). *Lusespisere trenger mer enn lus* (Internett) Skretting. Tilgjengelig fra: <http://www.skretting.no/Internet/SkrettingNorway/webInternet.nsf/wPrId/A37542D84E1F2A61C1257E13003CF367!OpenDocument> (Lest 25. mai 2015)
- Statistisk sentralbyrå. (2015, 13. februar). *Lønn for ansatte i fiskeoppdrett, 1. oktober 2014* (Internett) SSB. Tilgjengelig fra: <http://www.ssb.no/arbeid-og-lonn/statistikker/lonnfisko/aar> (Lest 12. mai 2015)
- Staubus, G. J. (1971). *Activity Costing and Input – Output Accounting*. Homewood. IL
- Svanes, B. J. (2015, 23. mars). *Mattilsynet melder lakseoppdrettar* (Internett) NRK. Tilgjengelig fra: <http://www.nrk.no/sognogfjordane/mattilsynet-melder-lakseoppdrettar-1.12275593> (Lest 21. april 2015)
- Thomas, A. L. (1969). *The Allocation Problem in Financial Accounting Theory*. Vol.3
- Venkatraman, N. & Ramanujam, V. (1986). *Measurement of business performance in strategy research: A comparison of approaches*. Academy of Management Review, vol. 11, nr. 4, s. 801-814
- Venkatraman, N. & Ramanujam, V. (1987). *Measurement of business economic performance, an examination of method convergence*. Journal of management, vol. 13, nr. 1, s. 109-122
- Veterinærinstituttet. (2015, 8. april). *Fakta om: Lakselus* (Internett) Veterinærinstituttet. Tilgjengelig fra: <http://www.vetinst.no/Faktabank/Lakselus> (Lest 20. mai 2015)
- Wangel, C. A. (2015). *Aktuelle avlusingsmidler som tilsettes i fôret til laksefisk* (Internett) Totland fiskehelse. Tilgjengelig fra: http://www.totlandfiskehelse.no/avlusning_oral.php (Lest 20. mai 2015)

Zimmerman, J. L. (1979). *The Cost and Benefits of Cost Allocations*. *The Accounting Review*, vol. 54, utg. 3, s. 504-521.

Zimmerman, J. L. (1995). *Accounting for Decision Making and Control*, McGraw- Hill School Education Group

Vedlegg

Vedlegg 1: Bioassay – Hydrogenperoksid²⁸

Bioassay hydrogenperoksid. 30 min eksponering i bioassaybokser. Deretter avlesning. Ny avlesning 24 timer etter slutt eksponering.									
ppm i w/v	ml interox p	30 minutter etter eksponeringsstart			24 timer etter eksponering			Antall gjenopplivet	% gjenopplivet
		levende	"døde"	N	levende	"døde"	N		
0	0	12	0	12	12	0	12	0	
0	0	12	0	12	12	0	12	0	
359	0,6	11	1	12	11	1	12	0	0
359	0,6	10	2	12	11	1	12	1	50
599	1	10	2	12	10	2	12	0	0
599	1	8	2	10	9	1	10	1	50
958	1,6	12	0	12	11	1	12	-1	
958	1,6	11	1	12	10	2	12	-1	-100
1197	2	6	5	11	8	3	11	2	40
1197	2	8	3	11	10	1	11	2	67
1796	3	6	7	13	11	2	13	5	71
1796	3	6	5	11	10	1	11	4	80
2155	3,6	5	4	9	6	3	9	1	25
2155	3,6	5	7	12	7	5	12	2	29
2394	4	6	4	10	8	2	10	2	50
2394	4	4	6	10	8	2	10	4	67
2993	5	2	10	12	10	2	12	8	80
2993	5	4	7	11	11	0	11	7	100
3591	6	3	9	12	8	4	12	5	56
3591	6	2	10	12	7	5	12	5	50
4190	7	2	10	12	7	5	12	5	50
4190	7	4	8	12	7	5	12	3	38
4788	8	0	12	12	11	1	12	11	92
4788	8	0	13	13	7	6	13	7	54
4788	8	0	10	10	10	0	10	10	100
		SUM	138					83	
		%							60
	Specified Y	Predicted Lo	Std Error	Lower 0,95	Lower 0,9	Upper 0,9	EC50		
30 min w/v	0,5	3,247231	0,0350274	3,174388	3,186958	3,307504	1766,97742		
For å finne konsentrasjonen i w/v (vekt/volum) er det tatt utgangspunkt i at tettheten til 50 % H2O2-løsning (w/w) er 1,197 g/ml.									

²⁸ Mottatt gjennom personlig kommunikasjon med Tor Einar Horsberg

Vedlegg 2: Utfyllende informasjon om andre behandlingsmetoder

Medikamentell fôrbehandling

Ektobann og releeze

Ektobann og Releeze inneholder henholdsvis de aktive stoffene teflubenzuron og diflubenzuron, og er medikamenter som tilsettes fôret til fisken (Wangel, 2015). Stoffene er kitinsyntesehemmere, noe som innebærer at de hemmer skallskifte hos lakselusen. Medikamentene har således ingen effekt på kjønnsmoden lus, men på alle lusens utviklingsstadier som involverer et skallskift (ibid.). Lakselusen får i seg stoffene idet den ernærer seg av fisken, og vil i de fleste tilfeller dø ved tilstrekkelig eksponering mot stoffene (Felleskatalogen, 2010; 2014a). Foreløpig har disse stoffene svært god effekt på lakselusen²⁹, men har imidlertid ingen langvarig effekt. Det er imidlertid flere begrensninger knyttet til bruken av dem. Begge medikamentene er påvist å være skadelig også for andre skalldyr, og det skal derfor utvises svært restriktiv bruk, spesielt i sommermånedene (ibid.).

Slice inneholder det aktive stoffet emamektin, og er på lik linje med Ektobann og Releeze et medikament som tilsettes fiskefôret. I motsetning til de to andre har dette medikamentet effekt på alle lusens stadier, og effekten kan vare i opptil 60 dager, avhengig av temperatur (Wangel, 2015). Lakselusen får i seg stoffet når den ernærer seg av fisken, noe som påvirker lusens nervesystem (MSD Animal Health, 2015). De siste årene har lusen imidlertid utviklet nedsatt følsomhet og resistens mot virkestoffet, noe som gjør det utfordrende å benytte seg av dette middelet i avlusningsarbeidet (Berge, 2014c).

Medikamentell badebehandling

AlphaMax og BetaMax

Pyretroider brukes som en samlebetegnelse for legemidlene *AlphaMax* og *Betamax*. Disse medikamentene inneholder henholdsvis de aktive stoffene deltametrin og cypermetrin, som påvirker lusens nervesystem, og kan føre til paralyse og død (Felleskatalogen, 2014b; 2015). Effekten på lakselus følger av direkte opptak av stoffene via parasittens hud, og ikke via opptak hos fisken. Virkestoffene har effekt på de adulte og preadulte stadiene av lusens livsløp. Som en følge av at begge preparatene er toksisk for krepsdyr, skal det derfor ikke benyttes i områder hvor det befinner seg innfanget hummer eller krabbe (ibid.). Mange

²⁹ Basert på personlig kommunikasjon med Tor Einar Horsberg ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

lokasjoner sliter med redusert effekt ved bruk av disse midlene, noe som skyldes at lusen har utviklet nedsatt følsomhet og resistens mot virkestoffene.

Salmosan

Salmosan er et legemiddel som inneholder det aktive stoffet azametifos. Også dette virkemiddelet har kun effekt på de adulte og preadulte stadiene av lusens livsløp, og er på lik linje med AlphaMax og Betamax toksisk for skalldyr (Salmosan, 2014). Det er utfordringer med nedsatt følsomhet hos lusen også ved bruk av Salmosan.

Ikke - medikamentelle tiltak

Rensefisk

Rensefisk er en biologisk metode for fjerning av lus, og er den mest utbredte ikke-medikamentelle formen for avlusning (Veterinærinstituttet, 2015). Rensefisken settes ut i merdene, og spiser lus av fisken. Figur 22 til høyre, viser hvordan dette foregår i praksis. Bruk av rensefisk kan beskrives som et forebyggende tiltak, da



Figur 22 – Rensefisk i aksjon (Lusedata, 2010)

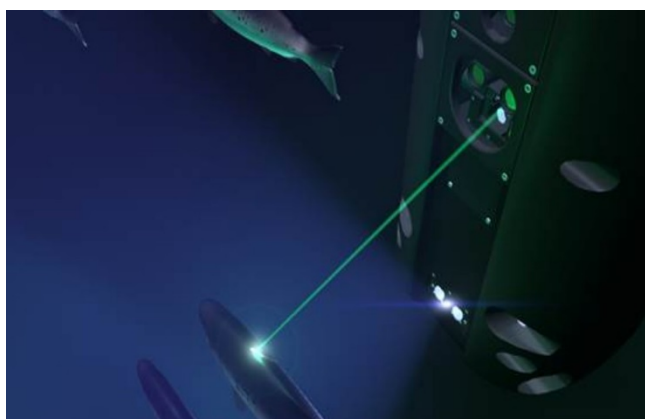
rensefisken befinner seg i merden gjennom hele produksjonssyklusen. Målet er å holde lusnivåene i merden så lav, at en kan unngå akutte tiltak som medikamentell behandling. Marine Harvest har på en av sine lokaliteter utenfor Flekkefjord, unngått kjemisk avlusning de siste fire årene som følge av tung satsing på rensefisk. Det kan hevdes at dette har en sammenheng med at de opererer alene i dette området, og at de dermed unngår risiko for lusesmitte fra naboanlegg (Berglihn, 2014c).

De to typene rensefisk som brukes i norske oppdrettsanlegg i dag er leppefisk og rognkjeks. Begge har vist seg å være effektive i lusebekjempelsen, men rognkjeks er aktiv hele året og spiser lus ved lavere temperaturer enn leppefisken. Etterspørselen etter rensefisk har derfor eksplodert. Tall fra Fiskeridirektoratet viser at antall leppefisker, brukt i oppdrettsanleggene, har økt fra under to millioner i 2007 til over 21 millioner i 2014 (Berglihn, 2015b). Videre er det ventet at det vil bli satt ut mellom 15 og 20 millioner rognkjeks i norske oppdrettsmerder i 2017 (Skretting, 2015). Den store etterspørselen etter rensefisk gjør at det nå drives oppdrett av både berggyllt og rognkjeks, hvor berggyllt er en type leppefisk. Det kan kanskje synes å være et paradoks at løsningen på oppdrettsnæringens problemer kan være mer oppdrett.

En av de største utfordringene knyttet til rensefisk, er at det er registrert store svinn av rensefisk. Dette skyldes blant annet predasjon fra laks, rømning og dødelighet. Andre utfordringer er knyttet til overfiske, fiskevelferd og risikoen knyttet til at rensefisken kan være smittebærere av sykdommer (Fiskeridirektoratet, 2014). På tross av de utfordringene som er nevnt her, kan denne metoden ha et stort potensiale i fremtiden. Administrerende direktør i Marine Harvest, Alf Helge Aarskog, tegnet et godt bilde av dette, da han tidligere i år uttalte at «*det er få som kan bli resistent mot å bli spist*» (Berge, 2015b).

Optisk avlusning

Selskapet Stingray Marine Solutions har ved hjelp av ny teknologi utviklet en helt ny form for avlusning. Enheten senkes ned i merden, hvorpå lakselusen fanges opp av et kamera og skytes med en laserstråle. Enheten, som illustrert i figur 23, er allerede i bruk hos flere lokaliteter. På samme måte som rensefisk, vil luselaseren være en

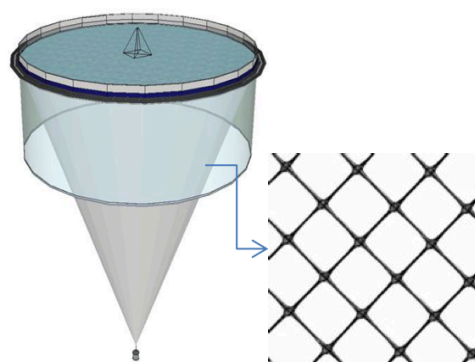


Figur 23 – Optisk avlusning (Egge, 2013)

proaktiv og forebyggende form for avlusning. Enheten vil befinne seg i merden hele tiden, og drive kontinuerlig avlusning på en miljøvennlig måte (Egge, 2013). Foreløpig er det imidlertid vanskelig å si noe om hvordan fisken påvirkes av luselaseren. Videre opplever en at den ikke er effektiv nok i perioder med høyt lusepress. Sulefisk i Sogn og Fjordane ble i september 2014 det første anlegget i hele verden som tok i bruk luselaser på hele lokaliteten sin, og har siden den gang opplevd varierende resultater (Grindheim, 2015).

Luseskjørt

Luseskjørt, som illustrert i figur 24, er en relativt ny metode som er tatt i bruk for å redusere påslag av lakselus. Dette forebyggende tiltaket fungerer på den måten at en fester en planktonduk rundt merden, med en maskevidde som gjør at lakselusen ikke skal kunne trenge gjennom. Denne metoden er på lik linje med rensefisk og optisk avlusning et forebyggende



Figur 24 – Luseskjørt (Kvistad, 2013)

tiltak, og skal bidra til å hindre akutte behov for avlusning. Formålet her er riktignok å hindre påslag i det hele tatt. Bakgrunnen for denne ideen er at det er påvist større lusepåslag på oppdrettslaks som oppholder seg i de øverste vannlagene. Skjerming av den øvre delen av en oppdrettsmerd vil derfor kunne redusere lusepåslagene (Lien, 2015). Det er oppnådd gode resultater med skjørtene. Hos lokaliteter der alle merdene har vært kledd i luseskjørt, er det eksempler på at en har redusert antallet kjemiske behandlinger med tre til fire avlusninger (Furuset, 2015d). Det er imidlertid utfordringer også knyttet til denne metoden. Liten maskevidde vil redusere vannutskiftningen i merden, og dermed påvirke vannkvaliteten (Olderkjær, 2014).

Snorkelmerd

Snorkelmerd, illustrert i figur 25, er på samme måte som luseskjørt en ny og miljøvennlig metode, som har til hensikt å redusere påslag av lakselus. Det hevdes at en ved å tvinge fisken til å svømme dypere i sjøen, kan redusere lusepåslaget. Dette skyldes at det antas et lavere lusepress dypere i sjøen. Det er ved snorkelmerden montert et nottak på x antall meters dyp. Fisken er imidlertid avhengig av å fylle svømmeblæren med luft fra overflaten. Det får fisken anledning til gjennom en åpning i nottaket som går opp til overflaten, derav navnet snorkelmerd. En rekke forsøk viser at påslag av lakselus kan bli bortimot null dersom snorkelen er dyp nok (Oppedal et al., 2015).

Utfordringene med denne metoden er at det vil kreve mer å drifte et slikt anlegg (Nodland, 2015c).

Mekanisk avlusning

Mekanisk avlusning er en samlebetegnelse for avlusning med lusespyler og behandling i temperert vann. Det er utviklet to ulike lusespylere, én som er en ren avspyling med høyt trykk, og én som bruker både spyling og børsting. Den store fordelene med metodene er at lusen samles opp ved hjelp av et filter, slik at den deretter kan destrueres. Det er imidlertid fortsatt problemer knyttet til oppsamling av lus og finneskader (Røen, 2015a). Videre har det vært tilfeller hvor skinnet til fisken blir spylt av, noe som har skapt store skader på fisken. På den annen side er det gjennomført en rekke avlusninger med denne metoden, hvor skadene



Figur 25 – Snorkelmerd (Egersund Group, 2015)

har vært minimale (Nodland, 2015d). Konseptet med lusespyling er fortsatt i forsøksstadiet og under stadig utvikling, noe som gjør det vanskelig å konkludere med både effekt og fiskevelferd.

Det er også utviklet en avlusningsmetode hvor det benyttes en såkalt Thermolicer, som er en maskin utviklet av Ocea. Fisken pumpes fra merden og inn i maskinen og deretter gjennom et rør i en kort periode på 20 til 30 sekunder før den igjen returneres til en merd. Lakselusen har lav toleranse for plutselige temperatursvingninger, noe som innebærer at det tempererte vannet tar livet av lusen. Lusen som faller av samles opp og destrueres. Det gjøres fortsatt forsøk med denne metoden, blant annet i et samarbeid mellom Ocea og Veterinærinstituttet, og nye resultater er ventet i løpet av året (Aadland, 2014).

Ferskvannsbehandling

Lakselusen trives dårlig i ferskvann, noe som har bidratt til at enkelte har fått øynene opp for bruk av ferskvann som en potensiell avlusningsmetode. Lakselusen er dårlig tilpasset et saltinnhold under ca. 15 promille, og jo mindre salt, desto bedre effekt (Røen, 2015b). Lakselusen har gjennom laboratorieforsøk vist seg å kunne overleve i opptil 14 dager etter eksponering i ferskvann (Havforskningsinstituttet, 2014). Likevel har avlusning med ferskvann i brønnbåt hatt opp mot 100 % effekt etter bare to til fire timers eksponering. Rundt 50 % av behandlingseffekten kunne tilskrives en rent mekanisk fjerning av lusen ved pumping inn i brønnbåten. Likevel er det overraskende at de resterende 50 % -ene skyldes ferskvannet alene, og det gjennomføres derfor forsøk for å undersøke om CO₂-nivå, pH-nivå eller temperatur kan bidra til å forklare den gode effekten (Røen, 2015b). Blant andre Lerøy benytter ferskvannsbehandling mot både lakselus og AGD (Furuset, 2015e).

En utfordring knyttet til ferskvannsbehandling er tidsbruken. Det vil normalt kreve flere brønnbåtlaste å behandle én merd, og brønnbåten må da hente nytt ferskvann mellom hver behandling. Dette kan ta inntil to døgn, avhengig av brønnbåtens størrelse, avstand til vannkilden og tiden det tar å laste ferskvann. Å behandle et helt anlegg vil derfor kunne ta svært lang tid, og i løpet av denne perioden vil faren for internsmitte i anlegget være så høy at metoden er lite hensiktsmessig. En annen utfordring er kapasitet, da det er begrensninger på tapping av vannkilder. Ofte henter brønnbåten vann fra selskapenes settefiskanlegg, hvor vannkvaliteten er kjent. For å løse utfordringen knyttet til tidsbruken, velger noen å behandle deler av anlegget med ferskvann, og deler av anlegget med hydrogenperoksid, noe som vil redusere behandlingstiden betraktelig (Furuset, 2015e). En annen løsning er gjenbruk av vann,

og det jobbes derfor med løsninger der en skal kunne bruke det samme behandlingsvannet til flere avlusninger (Berg, 2014). Utfordringen her er at det alltid vil være litt salt festet på fisken, selv om sjøvannet som laksen pumpes inn med fjernes før fisken går inn i tanken med ferskvann. Den store mengden fisk som pumpes over i brønnbåten kan dermed føre til at saltinnholdet i brønnen øker raskt. Dette legger begrensninger på effekten og dermed hvor mange behandlinger vannet holder til.

Vedlegg 3: Utfyllende informasjon om andre behandlingsmetoder

	Oppdretter 1	Oppdretter 2	Oppdretter 3	Oppdretter 4	Oppdretter 5	Oppdretter 6	Oppdretter 7
Innenfor én produksjonssyklus							
Generelle forutsetninger							
Utsett smolt	Mar.-apr./jul.-des.	Apr.-mai./jul.-okt.	Apr.-mai./jul.-okt.	Apr.-mai./aug.-sept.	Mar.-mai./aug.-okt.	Mar.-nov.	Mar.-mai./jul.-des.
Gj. snittlig vekt ved utsett (g)	120 – 150	100	80 – 200	120	90	70 – 250	80 – 300
Antall smolt per merd	150 000	130 000 - 200 000	200 000	175 000	165 000 - 200 000	160 000 - 200 000	150 000
Gj. snittlig dødelighet (%)	27	5	4 – 8	5	8 – 15	12	5 – 10
Omkrets merd (meter)	160	160	157	160	157	160	120 og 160
Antall behandlinger med H ₂ O ₂ per sykhus	1	1 – 6	0 – 6	2	4 – 6	1 – 2	0 – 6
Pris på H ₂ O ₂ per liter i NOK	7	5,5 – 6	6	Konfidensielt	6	6,5 – 7	7 – 9
Spesialforb. behandlingene	Nei	Normalt ikke	Nei	Nei	Nei	Nei	Ja
- antall dager før og etter behandling	-	14 dager	-	-	-	-	14 dager
- prisdifferanse vanlig vs. spesialforb. (kr)	-	0,5	-	-	-	-	1 – 2
Slaktevekt (kg)	4,5	4,5	5	5	4,5	5,4	4,5
Sløyevinn (%)	17,5	17	16	16	17	17	16
Behandlingsmetode	Presenning	Begge deler	Begge deler	Brønnbåt	Begge deler	Begge deler	Begge deler
Behandling i presenning							
Antall røktare	13	10	10 - 12	-	12 - 15	14 - 15	14
Antall arbeidsbåter	3	4	3	-	4	4	4 store og 1 liten
Leiepris per time arbeidsbåt (kr)	2 700	2 000-2 500	3 000	-	3 300	2 000 – 3 000	2 000 – 3 500
Tid per behandling (timer)	4 – 6	4 – 6	3	-	3,5	3 – 4	3
Presenningstørrelse (m ²)	12 000 og 16 000	7 000 – 8 500	7 000 – 15 000	-	5 000, 7 000, 10 000, 14 000	5 000, 7 000, 10 000, 14 000	5 000, 7 000, 10 000, 14 000
Pris presenninger (kr)	300 000	250 000	200 000 – 240 000	-	50 000 – 80 000	250 000 – 300 000	350 000
Holdbarhet (antall behandlinger)	50 – 70	Ukjent	Ukjent	-	80 - 120	Ukjent	Ukjent
Kostnad oksygenbatteri	5 600	12 640	5 000	-	7 340	Ukjent	5 500
Holdbarhet oksygen (antall merd)	1 – 3	2	2	-	2	1	0,5 – 1
Antall sulldager i forkant av behandling	2	4	3 – 5	-	3	3 – 4	3
Føropptak i etterkant av behandling (dager)	0	2 – 5	1	-	1 – 2	0	1 – 7
Andre kostnader	Nei	Nei	Nei	-	Nei	Nei	Nei
Behandling i brønnbåt							
Antall røktare	-	5	5	5	4	2-3	5
Antall arbeidsbåter	-	2	2	1	1	1	1
Leiepris per time arbeidsbåt (kr)	-	2 000 - 2 500	3 000	-	3 300	2 000 – 3 000	2 000 – 3 500
Størrelse brønnbåt (m ²)	-	1 200 og 3 200	1 200	1 200	4 500	1 200 og 1 800	Varieser
Leiepris per time brønnbåt (kr)	-	7 000 og 11 000	Ukjent	Ukjent	7 500	Ukjent	Ukjent
Tid per behandling	-	3,5	3	3	4,5	3 – 4	5 – 6
Antall sulldager i forkant av behandling	-	5	3 – 5	3 – 5	3	3 – 4	5
Føropptak i etterkant av behandling	-	2 – 7	Litt mer enn ved presenning	Litt mer enn ved presenning	2 – 3	0	1 – 7
Andre kostnader	-	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei

Vedlegg 4: Skrettings vekstkalkulator

AQUASIM™ Skretting growth calculations

Input date: 01.04.15
 Input weight (g): 100
 Number: 175000
 Total mortality (%): 10

Temperature profil: Midt Norge
 Species: Atlantic Salmon Sea water

Stop: (enter date or weight, if both are entered, date will be used)
 Date: 31.08.16
 Weight:

Date	Temperature	Weight	Number	Biomass (kg)	Feed (kg)	Starvation? (Set X if starvation)
02.04.15	5,5	101	174966	17702	168	
03.04.15	5,5	102	174933	17907	171	
04.04.15	5,6	104	174899	18115	174	
05.04.15	5,6	105	174865	18327	176	
06.04.15	5,7	106	174831	18543	179	
07.04.15	5,7	107	174798	18762	182	
08.04.15	5,8	109	174764	18984	186	
09.04.15	5,8	110	174730	19211	189	
10.04.15	5,9	111	174697	19441	192	

Vedlegg 5: Omregningsfaktorer³⁰

Laks	Uttrykt i %
Levende fisk	106-108
Blodtap/sulting	6-8
Slaktevekt rund bløgget fisk (wfe)	100
Sløyesvinn	10
Sløyd fisk ca.	90
Hode ca.	7-9
Hodekappet, sløyd	81-83
Filet m/skinn	60-68
Filet u/skinn	50-60

Vedlegg 6: Veiledende tabell for maksimal fisketetthet ved avlusning i brønnbåt³¹

Rund vekt (kg)	Avlusing H ₂ O ₂ (max kg/m ³)
0,1	30
0,5	40
1	50
1,5	60
2	70
2,5	80
3	100
3,5	100
4	105
4,5	95
5	80-90
5,5	80-90
6+	70-90

³⁰ [http://www.kontali.no/%5Cpublic_files%5Cdocs%5CMarsRapport\[1\].pdf](http://www.kontali.no/%5Cpublic_files%5Cdocs%5CMarsRapport[1].pdf)

³¹ Veterinær Kristin K. S Ottesen ved HaVet fiskehelsetjeneste AS understreker at tabellen er veiledende og justeres fortløpende etter andre faktorer av betydning.

Vedlegg 7: Veiledende tabell for konsentrasjon i brønnbåt og merd³²



ANBEFALTE BEHANDLINGSKONSENTRASJONER

Vann temperatur	Behandlingskonsentrasjon
< 4°C	1,6 – 2,1 g/L
5°C to 8°C	1,5 – 2,0 g/L
9°C to 11°C	1,3 – 1,7 g/L
12°C to 14°C	1,2 – 1,4 g/L
15°C to 18°C	1,1 – 1,25 g/L

Vedlegg 8: Sultematrise³³

	BEHANDLINGER			FLYTTINGER	SLAKTING	
	Brønnbåt	Badebehandling		Brønnbåt	Slakte levering	
	Føringsstopp i 50 DG (se tabell) men aldri mindre enn 4 og aldri mer enn 7 dager føringsstopp.	Under 10°C, Ved bade-behandling, 2 døgn føringsstopp før behandlingen.	Over 10°C, Ved bade-behandling, 1 døgn føringsstopp før behandlingen.	Ved bruk av medisinfôr, 1 dags føringsstopp før oppstart med medisinfôr	Føringsstopp i 50 DG (se tabell) men aldri mindre enn 4 og aldri mer enn 7 dager føringsstopp.	Føringsstopp i 3 døgn for første slakting.
Dag 0	Eksempel; 5 C° H2O2 Føring	Eksempel; Alphamax Føring	Eksempel; Alphamax Føring	Eksempel Slice Vanlig føring	Eksempel 11 C° Føring	
1	Sulting	Sulting	Sulting	Sulting	Sulting	
2	Sulting	Sulting	Badebehandling	Føring med slice	Sulting	
3	Sulting	Badebehandling			Sulting	
4	Sulting				Sulting	
5	Sulting				Sulting	
6	Sulting				Opplasting i brønnbåt	
7	Sulting					
8	Behandling i brønnbåt					
TABELL 50 DG						
C°	Sultedager					
<8	7					
8	6					
9	6					
10	5					
11	5					
>11	4					
DG = Døgngrader						

³² Tabellen er innhentet fra hydrogenperoksidleverandøren Chemco. Den baserer seg på forsøk gjort i kar på 90-tallet av Akzo Nobel, samt erfaringer fra behandlinger fra 2009 og frem til dags dato. Rune Berthelsen i Chemco understreker at dette er anbefalte doser, og at det i tillegg må tas hensyn til fiskehelse, vannkvalitet og andre vesentlige forhold. Veterinærer og fiskehelsebiologer vurderer ut fra lokale forhold hvor på tabellen en finner det forsvarlig å legge seg.

³³ Veiledende sultematrise innhentet fra en av de anonyme oppdretterne. Avvik vil forekomme.

Vedlegg 9: Utfyllende forklaringer for valg av variabler i følsomhetsanalysen

Pris og kostnad per kg

Lakseprisene er svært volatile, noe som indikerer at det er knyttet stor usikkerhet til prisen på det fremtidige slaktetidspunktet. Det er imidlertid mulig å sikre seg mot denne risikoen. Gjennom futureskontrakter kan oppdretterne selge laksen på et gitt tidspunkt i fremtiden til en pris som avtales i dag. Videre er de fremtidige kostnadene en usikkerhetsfaktor for oppdretterne. Førprisen, som i stor grad er påvirket av pris på råmaterialer og valutakurser, utgjør omtrent 50 % av de totale produksjonskostnadene. Både råvarene og valutakursene er usikre innsatsfaktorer som kan påvirke førprisene og dermed lønnsomheten til oppdretterne.

Oppdretterne benytter seg av både spotpriser og futureskontrakter. Likevel utgjør lakseprisen og kostnad per kg svært store risikofaktorer, samtidig som det presiserer at denne usikkerheten er størst for de fremtidige lakseprisene.

Dødelighet

I studien er det forutsatt 10 % lineær dødelighet, noe som innebærer at det ikke er hensyntatt forskjellen i dødeligheten mellom avlusning i brønnbåt og avlusning i presenning. Både menneskelig svikt og feil på utstyr kan være med på å påvirke dødeligheten ved begge behandlingsmetodene. Risikoen er imidlertid størst ved behandling i presenning. Dette skyldes at det i merd er utfordrende å beregne behandlingsvolumet helt nøyaktig, noe som kan bidra til både under- og overdosering av hydrogenperoksid. Som en følge av at det ikke har vært mulig å fremskaffe tall på dette, behandles dødeligheten under ett. Dødeligheten kan imidlertid variere svært mye fra lokalitet til lokalitet, og fra oppdretterne i utvalget oppgis det at dødeligheten varierer fra 4 % til 27 %. Dette innebærer at det er en betydelig risiko knyttet til dødelighet i løpet av en produksjonssyklus, noe som er bakgrunnen til at endringer i denne variabelen er inkludert i sensitivitetsanalysen.

Pris på hydrogenperoksid

Denne faktoren avhenger av individuelle avtaler de ulike oppdretterne har med leverandørene, av kapasiteten på hydrogenperoksid i markedet og av fraktkostnader. Som en følge av dette vil prisen variere fra oppdrettsselskap til oppdrettsselskap, og fra tid til annen. Fra datagrunnlaget går det frem at prisene varierer fra om lag 5,5 kr til 9 kr per liter. Med tanke på de store volumene hydrogenperoksid som går med til behandlinger i løpet av produksjonssyklusen, kan prisen ha stor innvirkning på de direkte kostnadene.

Leiepris arbeidsbåt

Ved behandling i brønnbåt er det kun behov for én arbeidsbåt i motsetning til fire ved behandling i presenning. På den annen side er tidsbruken vesentlig lenger for brønnbåt, noe som skyldes flere operasjoner ved stor biomasse. Det er dermed vanskelig å si hvorvidt det er ved behandling i brønnbåt eller ved behandling i presenning denne variabelen påvirker lønnsomheten mest. Markedsprisene for leie av arbeidsbåt er i hovedsak avhengige av tilbud og etterspørsel samt type arbeidsbåt. Ettersom det er forutsatt at alle prisene er lik uavhengig av type arbeidsbåt, baseres usikkerheten på ekstremverdiene oppgitt av oppdretterne i utvalget. Her går det frem at leieprisene varierer fra 2 000 kr til 3 500 kr per time.

Antall timer per behandling

Ved behandling i brønnbåt varierer antall timer per operasjon fra tre til seks timer. Som følge av begrenset lastekapasitet, må brønnbåter ofte foreta flere operasjoner for å behandle én merd. Ved behandling i presenning er antall timer så og si fast, uavhengig av biomasse. Denne fordelingen er spesielt synlig ved store biomasser, da det er vesentlig mindre tidkrevende med behandling i presenning. Tiden det tar å behandle én merd i presenning varierer fra tre til seks timer. Tidsbruken påvirker i hovedsak kostnad knyttet til leie av brønnbåt, leie av arbeidsbåter og totale lønnskostnader. Det antas dermed å være knyttet stor usikkerhet til antall timer ved behandling i brønnbåt. Begge variablene inkluderes i sensitivitetsanalysen. Dette gjøres for å sammenligne risikoen vedrørende antall timer ved behandling i brønnbåt og ved behandling i presenning.

Leiepris brønnbåt

Tilbud og etterspørsel har vesentlig påvirkning på leieprisene som rederiene kan kreve for leie av ulike brønnbåtstørrelser. Som en følge av begrenset kapasitet, er leieprisene relativt høye. Dette gjenspeiles i prisene enkelte oppdrettsselskaper krever for å leie ut brønnbåter, som de har fått bruksrett til gjennom langtidskontrakter, til andre oppdrettsselskaper. Videre kan brønnbåtene enten leies basert på timespris, eller basert på volum. Sistnevnte er imidlertid ikke benyttet i denne utredningen. Brønnbåtens lastekapasitet og teknologiske installasjoner er også bestemmende for leieprisen. Som en følge av at de ulike oppdretterne benytter ulike brønnbåtstørrelser, varierer prisene deretter. I analysen er det derfor lagt til grunn priser på bakgrunn av samtaler med brønnbåtrederiene.

For å kunne sammenligne de ulike variablene er det benyttet et stjernerdiagram, der hver og en variabel er endret fra 30 % til -30 %.

Antall sultedager

Det å sulte fisken er en følge av medikamentell behandling, der antall sultedager i gjennomsnitt vil være noe lenger ved brønnbåt enn ved presenning. Antall sultedager varierer imidlertid i forhold til både kontrollerbare og ukontrollerbare faktorer. Førstnevnte skyldes at oppdretter selv velger optimalt antall sultedager for operasjonen. Sistnevnte skyldes derimot dårlig vær og strømforhold, forsinkelser knyttet til brønnbåter og andre arbeidsbåter og tilgjengelighet på arbeidere eller utstyr. Antall sultedager resulterer i tapt tilvekst, der den tapte tilveksten medfører kostnader, som igjen er påvirket av marginen på slaktetidspunktet. En stor margin øker omfanget av kostnadene, og motsatt. På den annen side er den sparte førkostnaden en funksjon av mengde fôr og den respektive fôrprisen per kg. Med økte priser økes besparelsen, og den relative endringen som følge av tapt tilvekst reduseres.

Vanntemperatur og vekstvilkår er andre faktorer med påvirkning på omfanget av redusert tilvekst. Ved høye vanntemperaturer er veksthastigheten stor, noe som innebærer at behandling ved høye temperaturer gir større tapt tilvekst enn ved lave temperaturer. I samtaler med oppdretterne kom det frem at antall sultedager varierer fra to til sju dager, og det er dermed beregnet kostnader knyttet til disse endringene. Det presiseres at det i basisforutsetningene er lagt til grunn tre sultedager ved behandling i presenning, og fire sultedager ved behandling i brønnbåt.

Antall behandlinger

Lusepresset varierer fra år til år, fra region til region og fra lokalitet til lokalitet. Dette vil, sammen med følsomhetssituasjonen hos den enkelte lokalitet, være bestemmende for antall avlusninger som må til for å få fullført produksjonssyklusen. I perioder med høyt lusepress kreves det flere behandlinger. Dette er også tilfelle dersom lakselusen utvikler nedsatt følsomhet mot stoffet, da virkemiddelet ikke har tilstrekkelig effekt til å fjerne all lusen. Som en følge av resistensutviklingen, vil de lakselusene som bare blir slått ut og ikke destruert eller kjørt bort fra anleggene, kunne «kvikne til igjen» og feste seg på en ny vert. Videre vil oppdretternes fokus på forebyggende arbeid være avgjørende. Forebyggende tiltak for å holde lusenivåene nede bidrar til å begrense både intern og ekstern smitte. Eksempelvis har luseskjørt og rensfisk vist seg å være effektive tiltak for å redusere antallet kjemiske behandlingsmetoder. Ettersom behandlingen svekker slimlaget på fisken, er det dermed knyttet stor risiko til påslag i etterkant av behandling. En konsekvens av dette er økt lusepress gjennom intern smitte, noe som er av stor betydning for antall behandlinger.

Gjennom intervjuene med oppdretterne i utvalget opplyses det om at antallet avlusninger varierer fra én til seks i løpet av én produksjonssyklus. Dette er bakgrunnen for at det er tatt en beslutning om å endre antall behandlinger til én og seks i følsomhetsanalysen, fra basisforutsetningen på tre behandlinger.

Brønnbåt

I basisforutsetningen ble en brønnbåt med lastekapasitet på 1 800 m³ benyttet ved alle de tre avlusningene. Forutsetningen ble gjort på bakgrunn av at de mindre båtene krever uhensiktsmessig mange lasteoperasjoner for å tømme én enkelt merd, selv ved små biomasser. I følsomhetsanalysen undersøkes derfor konsekvensene av å benytte det som kan betegnes som optimale brønnbåtstørrelser. Disse båtene behandler merdene ved å minimere antall operasjoner. Det presiseres imidlertid at det i praksis også benyttes mindre båter, da eksempelvis båter med en lastekapasitet på 650 m³ er utstyrt med muligheter for hydrogenperoksidbehandling. Det er dermed foretatt en analyse av nåverdien ved å benytte henholdsvis optimal og liten lastekapasitet.

Optimalt scenario brønnbåtstørrelse

I dette scenarioet er det benyttet to ulike båtstørrelser med stor lastekapasitet: 3 200 m³ og 4 500 m³. Disse båtene koster imidlertid mer enn brønnbåten i basisforutsetningene. Disse er opplyst til å være henholdsvis 9 500 kr og 12 000 kr per time. Ved den første behandlingen benyttes en båt på 3 200 m³ til å tømme hele merden i én omgang. Det samme kan gjøres ved behandling nummer to, men i dette tilfellet med en båt på 4 500 m³. Ved den tredje og siste behandlingen vil biomassen i merden være av en størrelse som ingen båter i verden (til nå) kan behandle i én operasjon. Det optimale er dermed å bruke en lastekapasitet på 3 200 m³, noe som akkurat er tilstrekkelig til å behandle den totale biomassen i to omganger.

Liten brønnbåtstørrelse

Som en følge av stor etterspørsel og kapasitetsbegrensninger på brønnbåter, kan en havne i den situasjonen at alternativet er å benytte en båt på 650 m³. Leiepris av en båt på denne størrelsen utgjør ca. 5000 kr per time. Bruk av brønnbåter av denne størrelsen vil føre til et ugunstig antall operasjoner selv på små biomasser. Gitt de generelle forutsetningene, må en i dette tilfellet gjennomføre henholdsvis 6,8 og 11 operasjoner for å tømme hele merden ved de ulike behandlingene. Selv med tre timer per operasjon fører dette til en vesentlig økning i tidsbruk. Dette resulterer i stor påkjenning på fisken, og ingen føring i perioden behandlingen foregår. Det økte antall operasjoner fører til flere sultedager. Ved den andre og tredje

avlusningen resulterer dette i én ekstra sultedag. I tillegg til økte direkte kostnader, medfører dermed behandlingen store tap som følge av tapt tilvekst.

Presenning

Ved presenning behandles hele merden i én omgang, uavhengig av biomasse i merden på avlusningstidspunktet. Til gjengjeld er det et vesentlig større behandlingsvolum, og større kostnader knyttet til hydrogenperoksid sammenlignet med behandling i brønnbåt. Behandlingsvolumet er videre bestemt av størrelsen på presenningen, og er således en kritisk faktor for lønnsomheten. I basisforutsetningene ble det forutsatt at minimum presenning er på 5 000 m³, og videre maksimal fisketetthet på 60 kg/m³ ved større biomasser. Som en følge av risikoen knyttet til blant annet sykdommer, kan ikke oppdretterne behandle med like høy tetthet som med frisk fisk. Det er derfor beregnet to scenarioer: ett der tettheten er høy og ett der tettheten er lav.

Lav fisketetthet

I dette scenarioet er det, i likhet med basisforutsetningene, forutsatt minimum 5 000 m³ presenning, men nå med en maksimal tetthet på 80 kg/m³. Ved høyere fisketetthet blir behandlingsvolumet vesentlig redusert, og oppdretterne kan da bruke en mindre størrelse på presenningen. Dette medfører en lavere pris på presenningen, og redusert forbruk av hydrogenperoksid. En konsekvens av høy tetthet er imidlertid at fisken blir mer stresset, og det er større sannsynlighet for dødelighet. Leverandørene av presenning har derfor sagt at en fisketetthet på 80 kg/m³ virker svært høyt.

Høy fisketetthet

Med samme forutsetninger om at minimum størrelse på presenning er 5 000 m³, undersøkes det her en fisketetthet på 45 kg/m³. Dette gir motsatte virkninger i forhold til høy tetthet, da dette medfører økt behandlingsvolum, og større og dyrere presenning.

Vedlegg 10: Absolutte endringer (sensitivitetsanalyse)

Brønnbåt	-30 %	-20 %	-10 %	0 %	10 %	20 %	30 %
Pris per kg	-6 258 450	-4 172 300	-2 086 150	-	2 086 150	4 172 300	6 258 450
Kostnad per kg	4 368 536	2 912 358	1 456 179	-	-1 456 178	-2 912 357	-4 368 536
Dødelighet	222 184	148 122	74 061	-	-74 062	-148 123	-222 184
Pris H2O2	77 989	51 993	25 997	-	-25 996	-51 993	-77 989
Antall timer	121 196	80 798	40 399	-	-40 399	-80 798	-121 196
Leiepris arbeidsbåter	31 594	21 063	10 532	-	-10 531	-21 063	-31 594
Leiepris brønnbåter	78 986	52 658	26 329	-	-26 329	-52 657	-78 986

Presenning	-30 %	-20 %	-10 %	0 %	10 %	20 %	30 %
Pris per kg	-6 353 861	-4 235 907	-2 117 953	-	2 117 954	4 235 907	6 353 861
Kostnad per kg	4 368 536	2 912 358	1 456 179	-	-1 456 179	-2 912 357	-4 368 536
Dødelighet	232 783	155 189	77 594	-	-77 594	-155 189	-232 783
Pris H2O2	124 655	83 104	41 552	-	-41 552	-83 104	-124 655
Antall timer	53 731	35 821	17 911	-	-17 910	-35 821	-53 731
Leiepris arbeidsbåter	42 208	28 139	14 070	-	-14 069	-28 139	-42 208

Vedlegg 11: Relative endringer i forhold til nåverdi (sensitivitetsanalyse)

Brønnbåt	-30 %	-20 %	-10 %	0 %	10 %	20 %	30 %
Pris per kg	-105,48 %	-70,32 %	-35,16 %	0 %	35,16 %	70,32 %	105,48 %
Kostnad per kg	73,63 %	49,09 %	24,54 %	0 %	-24,54 %	-49,09 %	-73,63 %
Dødelighet	3,74 %	2,50 %	1,25 %	0 %	-1,25 %	-2,50 %	-3,74 %
Pris H2O2	1,31 %	0,88 %	0,44 %	0 %	-0,44 %	-0,88 %	-1,31 %
Antall timer	2,04 %	1,36 %	0,68 %	0 %	-0,68 %	-1,36 %	-2,04 %
Leiepris arbeidsbåter	0,53 %	0,36 %	0,18 %	0 %	-0,18 %	-0,36 %	-0,53 %
Leiepris brønnbåter	1,33 %	0,89 %	0,44 %	0 %	-0,44 %	-0,89 %	-1,33 %

Presenning	-30 %	-20 %	-10 %	0 %	10 %	20 %	30 %
Pris per kg	-102,02 %	-68,01 %	-34,01 %	0 %	34,01 %	68,01 %	102,02 %
Kostnad per kg	70,14 %	46,76 %	23,38 %	0 %	-23,38 %	-46,76 %	-70,14 %
Dødelighet	3,74 %	2,49 %	1,25 %	0 %	-1,25 %	-2,49 %	-3,74 %
Pris H2O2	2,00 %	1,33 %	0,67 %	0 %	-0,67 %	-1,33 %	-2,00 %
Antall timer	0,86 %	0,58 %	0,29 %	0 %	-0,29 %	-0,58 %	-0,86 %
Leiepris arbeidsbåter	0,68 %	0,45 %	0,23 %	0 %	-0,23 %	-0,45 %	-0,68 %

Vedlegg 12: Relative endringer i forhold til direkte kostnader (sensitivitetsanalyse)

Brønnbåt	-30 %	-20 %	-10 %	0 %	10 %	20 %	30 %
Pris H2O2	11,75 %	7,83 %	3,92 %	0,00 %	-3,92 %	-7,83 %	-11,75 %
Antall timer	18,25 %	12,17 %	6,08 %	0,00 %	-6,08 %	-12,17 %	-18,25 %
Leiepris arbeidsbåter	4,76 %	3,17 %	1,59 %	0,00 %	-1,59 %	-3,17 %	-4,76 %
Leiepris brønnbåter	11,90 %	7,93 %	3,97 %	0,00 %	-3,97 %	-7,93 %	-11,90 %

Presenning	-30 %	-20 %	-10 %	0 %	10 %	20 %	30 %
Pris H2O2	20,29 %	13,53 %	6,76 %	0,00 %	-6,76 %	-13,53 %	-20,29 %
Antall timer	8,75 %	5,83 %	2,92 %	0,00 %	-2,92 %	-5,83 %	-8,75 %
Leiepris arbeidsbåter	6,87 %	4,58 %	2,29 %	0,00 %	-2,29 %	-4,58 %	-6,87 %