

Morten Aleksander Nyhagen Kobbeltvedt

Et Studium av Kostnadseffektiviteten til Landbasert Lakseoppdrett Sett i Forhold til Tradisjonell, Sjøbasert Lakseoppdrett

Bacheloroppgave i Biomarin Innovasjon

Veileder: Anne Stene, Stig Atle Thuene

Mai 2019

Morten Aleksander Nyhagen Kobbeltvedt

Et Studium av Kostnadseffektiviteten til Landbasert Lakseoppdrett Sett i Forhold til Tradisjonell, Sjøbasert Lakseoppdrett

Bacheloroppgave i Biomarin Innovasjon
Veileder: Anne Stene, Stig Atle Thuene
Mai 2019

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for naturvitenskap
Institutt for biologiske fag Ålesund

Forord

Denne oppgaven er den avsluttende delen på min bachelorgrad i Biomarin Innovasjon ved NTNU Ålesund, Institutt for biologiske fag, Fakultet for naturvitenskap.

Temaet for oppgaven er valgt med bakgrunn i mine personlige interesser for havbruksnæringen. Gjennom den treårige utdanningen i Biomarin Innovasjon, har jeg tilegnet meg mye forskjellig kunnskap og erfaring om ulike emner i næringen. Med bakgrunn i mine interesser har jeg kommet frem til at oppgaven skal fokusere på endret lønnsomhet ved å flytte produksjonen av laks fra sjø til land. Oppgaven vil utforske forskjellen på havbruk i sjø og oppdrett i landbaserte anlegg. Historie og teknologi for landbasert storskala produksjon i liten grad er blitt forsket på. Dette har medført til at oppgaven i stor grad er bygget på uttalelser fra de som har stilt opp til intervju.

Det har vært spennende og lærerikt å sette seg inn i hvordan oppdrett kan utvikle seg fremover og hvordan de skal få til nye produksjonssystemer for laks.

Stor takk til Deloitte, Mowi, Salmar ASA, Sjøtroll, Lerøy, Nordic Aquafarms, Atlantic Sapphire, Goodtech, Alsaker fjordbruk, Haugland gruppen og NMBU, som alle har stilt opp for å bidra med opplysninger til oppgaven. Takk til Anne Stene og Stig Atle Tuene for veiledning og med god hjelp med struktur av oppgaven og andre personell ved den biologiske avdeling ved NTNU i Ålesund.

Sammendrag

Denne oppgaven undersøker lønnsomheten til landbaserte oppdrettsanlegg, og sammenligner den med tradisjonell, sjøbasert oppdrett. Oppgaven tar for seg ulike kostnadsdrivere og fordeler og ulemper ved oppdrett av laks i sjø og på land. Den bygger på undersøkelser gjort blant industri-spesialister som jobber i oppdrettsnæringen på vestlandet. Hensikten er å undersøke om et landbasert oppdrettsanlegg vil kunne konkurrere med tradisjonelle anlegg når det kommer til lønnsomhet. En del intervju og utregninger benyttes som metoder i denne oppgaven. Det er ved hjelp av intervju blitt hentet inn mye data og informasjon for å kunne komme frem til forskjellige type utregninger og drøftelser i denne oppgaven.

Analysene og erfaringene fra næringen, viser at samtidig som merdbasert oppdrett er en lønnsom bransje, med sterk vekst, så har den betydelige utfordringer. Flere av disse, slik som lakselus, virus og alger kan bekjempes ved hjelp av landbaserte anlegg. Dette er utfordringer som kan være svært kostnadskrevende, og dette taler for bruk av landbaserte anlegg. På den andre siden dukker nye utfordringer opp ved bruk av landbaserte oppdrettsanlegg. Forurensing og avfallshåndtering er fortsatt et problem. RAS-anlegg kan være svært kostbare, både som enkeltinvestering og i drift. Disse systemene er også svært kritiske for oppdrettslaksen, og om de feiler kan det føre til stor laksedødelighet.

Næringen fremstår delt i sitt syn på landbaserte oppdrettsanlegg og teknologiens modenhet, men er stort sett enige i at noen av de største utfordringene ved merdbasert oppdrett kan bekjempes. Et voksende fokus på klima, økt konkurranse om konsesjoner, færre tilgjengelige lokaliteter og økt matbehov er faktorer som kan drive innovasjon i oppdrettsbransjen. Den kanskje viktigste driveren for landbaserte anlegg er at de reduserer noen av de største risikoene og kostnadsdriverne ved havbruk, som ved lakselus, virus og oppblomstring av alger. Dette kan føre til økt satsning på innovasjon og teknologi for landbaserte anlegg. Bedre og mer tilgjengelig teknologi for landbaserte anlegg kombinert med utfordringene til merdbaserte anlegg tyder på at de vil være konkurransedyktige.

Summary

This thesis examines the profitability of land-based fish farms, compared to that of traditional sea-based salmon farms. The thesis deals with different cost drivers, as well as benefits and disadvantages of farming salmon in the ocean and on shore/land.

It is based on surveys conducted among industry professionals who work in aquaculture on the western coast of Norway. The purpose of the thesis is to investigate whether a land-based fish farm can compete with traditional plants when it comes to profitability. Interviews and calculations are used as methods in this task. Data has been collected by means of interviews in order to arrive at different types of calculations and discussions in this task.

The analyzes and experiences from the industry demonstrates that while sea-based farming is a profitable industry with strong growth, it faces considerable challenges.

Several of these challenges - such as salmon lice, viruses and algae - can be combated by way of land-based facilities. These are challenges that can be very costly, something which suggests the use of land-based farming. On the other hand, land-based fish farming comes with a set of challenges of its own. Pollution and waste management remains a problem. Recycling plants can be very expensive, both in terms of initial investment and continuous operations. These systems are critical to the health and survival of the farmed salmon, and faults can lead to great salmon mortality.

The industry appears divided in its perception of land-based fish farming facilities and the technology's maturity, but is largely in agreement that some of the greatest challenges of sea-based farming can be combated. A growing focus on climate, increased competition for licenses, fewer available sites and increased food needs are factors that can drive innovation in the aquaculture industry. Perhaps the most important driver for land-based plants is that they reduce some of the greatest risks and cost drivers in aquaculture, such as salmon lice, viruses and algae blooms. This can lead to increased investment in innovation and technology for land-based facilities. Better and more accessible technology for land-based facilities combined with the challenges of sea-based plants suggests that they will be competitive.

Innholdsfortegnelse

1 Innledning	8
1.1 Problemstilling	10
2 Teori	11
2.1 Laksens livssyklus	11
2.1.1 Livssyklus i sjøvann	11
2.1.2 Livssyklus i oppdrett	12
2.2 Landbasert oppdrett	15
2.2.1 Gjennomstrømningsanlegg	16
2.2.2 RAS-anlegg	16
2.3 Utfordringer ved havbruk	17
2.3.1 Ytre faktorer	17
2.3.2 Bransjefaktorer	21
2.4 Utfordringer ved landbasert oppdrett	22
3 Materiale og metoder	24
3.1 Valg av metode	24
3.2 Fordeler og ulemper med kvalitativ metode	25
3.3 Kilder og data	26
3.4 Gjennomføring av metode	26
3.5 Intervju og spørreskjema	27
3.5.1 Intervju	27
3.5.2 Spørreskjema	28
3.6 Bakgrunn for intervjukandidater	29
4 Resultater	32
4.1 Erfaringer fra næringen	32
4.1.1 Havbruk	32
4.1.2 Landbaserte anlegg	35
4.2 Resultater fra spørreskjema	37
4.3 Vurdering av enkelte sentrale faktorer	42
4.3.1 Variable kostnader for kjemiske behandlinger av lakselus	43
4.3.2 Utrekning vannmengde for biomassen i Norge	45
5 Diskusjon	46
6 Konklusjon	51

Figurliste

- Figur 1: *Villaks med skader fra lakselus. s.9*
- Figur 2: *Laksens livssyklus i sjø. s.11*
- Figur 3: *Kjønnsmoden laks s.12*
- Figur 4: *Laksens livssyklus i oppdrett s.13*
- Figur 5: *Illustrasjon av samlokaliserte produksjonsprosesser i landbasert oppdrett. s.15*
- Figur 6: *RAS-anlegg s.16*
- Figur 7: *Kvalitet på laks ved sjø- og landbasert oppdrett. s.37*
- Figur 8: *Satsning på landbasert oppdrett. s.38*
- Figur 9: *Respondentenes holdning til landbasert produksjon av laks. s.38*
- Figur 10: *Merdoppdrett og miljøvennlighet. s.39*
- Figur 11: *Produksjonskostnader ved oppdrett på land og i hav. s.39*
- Figur 12: *Landbasert oppdrett for å eliminere utfordringer ved tradisjonell oppdrett. s.40*
- Figur 13: *Respondentenes holdning til landbasert oppdrett. S.40*
- Figur 14: *Miljøvennlighet ved landbasert oppdrett og merdoppdrett. s.41*
- Figur 15: *Lønnsomhet ved landbasert oppdrett. s.41*
- Figur 16: *Fremtidig konkurranse innen oppdrettsnæringen. s.41*
- Figur 17: *Profitt per kg oppdrettslaks etter lusebehandling. s.44*

Tabelliste

- Tabell 1: *Intervju med respondenter i oppdrettsbransjen s.27*
- Tabell 2: *Spørsmål til kandidater som jobber mot byggestart av landbasert oppdrett s.28*
- Tabell 3: *Spørreskjema rundt oppfatninger og synspunkt på oppdrett. s.29*
- Tabell 4: *Oversikt og beskrivelse av intervjukandidater. s.30*
- Tabell 5: *Oversikt over respondentenes stillinger. s.31*
- Tabell 6: *Oversikt over selskapene kandidatene har bakgrunn fra. s.31*
- Tabell 7: *Variable kostnader ved kjemisk behandling av lakselus. s.43*
- Tabell 8: *Tallgrunnlag for variable kostnader ved lakselusbehandling. s.43*

1 Innledning

De siste fem tiår har havbruket utviklet seg fra et forsøksstadium til en forskningsbasert, teknologisk raffinert næring. Norge ble raskt verdensledende i lakseoppdrett og oppdrettslaks er blitt en av landets største eksportartikler, og en verdenskjent merkevare (Stjørdals-nytt, 2016). Havbruksnæringen har vokst til å bli større enn Norges saltvannsfiskerier og sto alene for en verdiskapning på 62 milliarder kroner i 2017 (Richardsen, & Bull-Berg, 2018).

Med tanke på befolkningssvekst er det sannsynlig at etterspørsel etter oppdrettslaks vil øke i fremtiden. Ifølge Forente Nasjoner (2017), vil verdens befolkning øke til rundt 9,8 milliarder innen 2050, og videre til 11,2 milliarder innen 2100. Verdens matbehov og behov for animalsk protein vil følgelig økes, noe som vil legge ytterligere press på havbruksnæringen (Boland et. al. 2013). En økning av matproduksjon fra akvakulturnæringen kan bidra til å møte det økende behovet på verdensbasis.

Samtidig som havbruksnæringen kan være en viktig bidragsyter til økt matproduksjon, står den overfor store miljøutfordringer som lakselus, rømming og utslipp av næringssalter. Eksempelvis viser Figur 1 en villaks med omfattende skader fra lakselus. Dette er miljøkonsekvenser som kan påvirke omdømme og true økosystemer både i fjorder og hav. Et eksempel på dette fant sted i Chile, som i 2007 opplevde en total kollaps i havbasert oppdrett. Årsaken var stor utbredelse av fisesykdommer som følge av uforsvarlig drift. I etterkant har man også sett problemer med rømming, lakselus og antibiotikabruk i oppdretten i Chile, og konsekvensene har blitt omtalt som “katastrofale” for kystfiskerne (NRK, 2019).



Figur 1: *Villaks med skader fra lakselus* (Naturvernforbundet, 2018)

Kravene for oppdrett er blitt strengere, og utfordringene med lakselus, rømming og utslipp gjør at det er vanskeligere å øke produksjonen av laks. Det er blitt vanskeligere å få konsesjon til oppdrett av laks til sjøs. På den andre siden er næringen stadig under utvikling og det forskes på bedre løsninger på de nevnte utfordringene.

Et alternativ til merder i sjø er å ha landbaserte oppdrettsanlegg som kjennetegnes ved at fisken vokser i vekstkar på land heller enn i merder i sjøen. Denne type oppdrettsanlegg kan grovt sett deles inn i to basert på måten de sørger for vannkvalitet i karene på. RAS-anlegg resirkulerer vannet ved hjelp av renseanlegg og pumpe-systemer, mens gjennomstrømningsanlegg henter rent vann fra sjøen (Holan, 2013). Begge disse formene for landbaserte oppdrettsanlegg vil bidra til å minimere risiko for lakserømming, spredning av virus og lakselus, og er mindre utsatte for klimatiske faktorer og forurensning. På den andre siden er det i dag høyere kostnader og driftsrisiko i landbasert oppdrett, da produksjonsformen er under utvikling. Det har blant annet vist seg svært kostnadskrevenende å skifte ut vannet som brukes i karene. Denne oppgavens formål er å belyse og sammenligne kostnadsbildet mellom tradisjonell, havbasert lakseoppdrett og landbasert lakseoppdrett.

1.1 Problemstilling

Formålet med denne oppgaven er å danne et bilde av hvilke ulike utfordringer som finnes ved et landbasert anlegg sammenlignet med anlegg i sjø. Den tar for seg en rekke faktorer som skiller de to formene for oppdrett. Hovedmålet med oppgaven er å undersøke hvorvidt et landbaserte anlegg kan være mer lønnsomt enn et merdbasert oppdrettsanlegg i sjø, og det vil da bli sett på utregninger av forskjellige typer kostnadsfaktorer. I oppgaven vil disse produksjonsformene bli satt opp mot hverandre, og se på hvilke utfordringer som er, og nye utfordringer som kan oppstå.

Vi har én hypotese som vi ønsker å avklare gjennom oppgaven.

Hypotese: *Det er mer lønnsomt å drive med lakseoppdrett på land, som følger av mindre miljøutfordringer sammenlignet med merd-drift.*

“Vil et landbasert lakseoppdrett kunne være mer økonomisk lønnsomt, og vil dette kunne utelukke de utfordringene det er i dag ved oppdrett i sjø?”

2 Teori

Teoridelen er todelt. Den første delen tar for seg laksens livssyklus i sjøvann og i oppdrett, mens del to belyser utfordringer og fordeler ved havbruk og landbasert oppdrett.

2.1 Laksens livssyklus

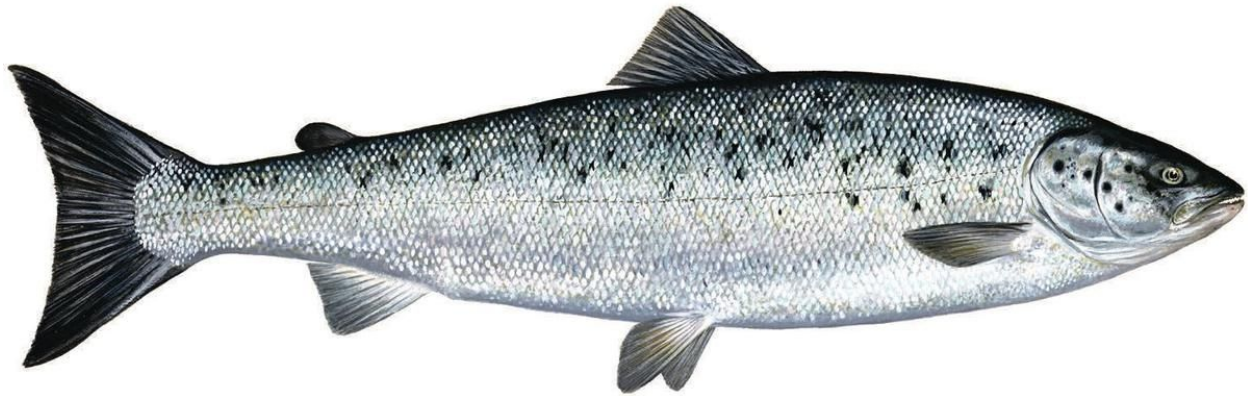
2.1.1 Livssyklus i sjøvann

Laksens opprinnelige livssyklus starter i elver for å så ende i sjøvann. Laksen er en art av anadrom, som innebærer at den både gyter og klekkes i elv, for deretter å vandre ut til havet. Laksen blir i sjøen for å finne næring for å så vende tilbake til elven for gyting. Det første stadiet for en laks er yngel. Utseendemessig er de kamuflert, dette er for å holde seg skjult i strømmen og på bunnen. De har også tydelige markerte “fingermerker” langs sidene på kroppen. Når laksen er rundt 10-20 cm lange etter å ha tilbrakt første stadiet i ferskvann fra 1 til 6 år, endrer utseendet seg til sølvblanke og beveger seg mot havs (Newton. *Levesett og biologi.*). Laksens livssyklus i sjø illustreres i Figur 2.



Figur 2: *Laksens livssyklus i sjø.* (Grind.no, 2004)

Etter 1-6 år i ferskvann har smolten gjennomgått en fysiologisk tilpasning for å tåle saltvann (smoltifisering). Smoltifisering er et stadiet hvor laksen må forberede seg på et liv fra ferskvann til saltvann. Saltbalansen er kritisk i laksens livssyklus, og laksen vil dø uten riktig saltbalanse. Etter utvandring til havet vil laksen etter 1-3 år bli kjønnsmoden og returnere til oppvekstelveien for å gyte. Figur 3 viser en kjønnsmoden laks. I denne fasen vil laksen normalt være 1-15 kg tung, men villaks kan imidlertid bli opptil 30 kg. Denne livssyklusen tar normalt fra 4-8 år (Store norske leksikon. *Laks*).



Figur 3: *Kjønnsmoden laks* (SNL, 2018)

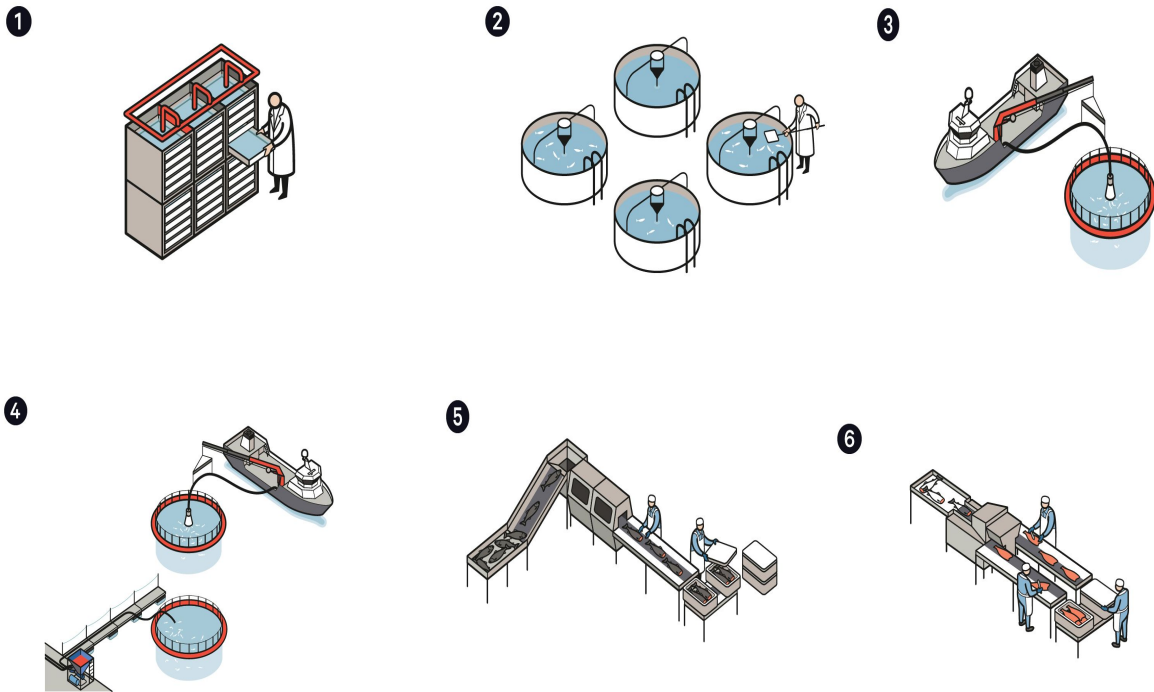
2.1.2 Livssyklus i oppdrett

Menneskeskapt oppdrett av laks har vært et viktig bidrag for norsk næring og eksportnæring. Fiskeoppdrett har en lengre historie i Norge, og det første klekkeriet i Norge ble bygget i 1850-årene. Oppdrett av laks i merder startet på 1970-tallet. Lakseoppdrett innebærer kunstig befruktning, klekking, yngelpleie og laks i fangenskap. Målet med syklusen til laksen i et oppdrettssystem, fra settefiskanlegg til åpne merder i sjøen, er å sikre en høy standard innenfor hygiene, bærekraftig oppdrett og fiskevelferd (Store norske leksikon. *Laks*).

Et sentralt skille for laks i oppdrettsanlegg sammenlignet med laks som lever naturlig i sjø, er at denne typen laks er genmodifisert for å tilpasses en livssyklus i oppdrett.

En oppdrettslaks går gjennom mange stadier før den er slakteklar og fraktes ut til kunder. Under følger en kort beskrivelse over de forskjellige stadiene som kommer før laksen er klar til frakt.

Samtidig gir dette en beskrivelse av havbasert oppdrettsanlegg. Marine Harvest beskriver i *Laksens livssyklus* livssyklusen til en oppdrettslaks fra befruktning av egg og klekking, til distribusjon. Livssyklusen kan deles inn i seks deler, som beskrives i det følgende.



Figur 4: *Laksens livssyklus i oppdrett. Steg 1: inkubasjonstanker. Steg 2: vekst i ferskvannskar. Steg 3: smolt fraktes fra brønnbåt til merder. Steg 4: vekst fra smolt til slakteklar laks. Steg 5: Slakt og prosessering. Steg 6: distribusjon. (Marine Harvest. Laksens livssyklus)*

I det følgende gjennomgår stegene 1-6 i Figur 4 som viser de ulike stegene i laksens livssyklus i oppdrett (Marine Harvest, *Laksens livssyklus*).

1 - Rogn

Oppdrettslaks starter livet i et inkubasjons kar med ferskvann, som har en temperatur på om lag 8 grader. Rognen befruktes i karene, og blir der i rundt 60 dager, til de er klare til klekking. Når eggene klekkes til småfisk, er den tilknyttet en plommesekk som forsyner småfisken med næring i dens første livsfase.

2 - Parr

Lakse yngelen fortsetter å vokse i ferskvannskar til den når en vekt på mellom 60 og 100 gram. I denne fasen vil fisken vaksineres og sorteres etter kvalitet og størrelse. I denne fasen er det viktig at karene renholdes, og at vannkvaliteten er av tilstrekkelig god kvalitet. De siste to månedene gjennomgår laksen en prosess som kalles smoltifisering, der den tilpasses et videre liv i sjøen.

3 - Smolt

Smolt er betegnelsen på stadiet der laksen gjennomgår en fysiologisk endring som muliggjør overgangen fra ferskvann til saltvann. Mot slutten av fasen vil en brønnbåt benyttes til å frakte laksen til merder i sjøen. I transport fasen vil man gradvis øke saltinnholdet i vannet, slik at laksen tilpasses livet i havet.

4 - Vekst i sjø og frakt til slakteri

Laksen fortsetter veksten i merder i sjøen til den når en vekt på mellom 4,5 og 5,5 kg. Det kan ta opptil tre år fra laksen klekkes til den er slakteklar. I denne fasen er det viktig med god oppfølging og overvåkning av laksen, for å sikre dens helsetilstand og dyrehold av tilstrekkelig kvalitet. Når laksen er fullvoksen, vil en brønnbåt igjen brukes til å frakte den videre til slakteri.

5 - Fabrikk

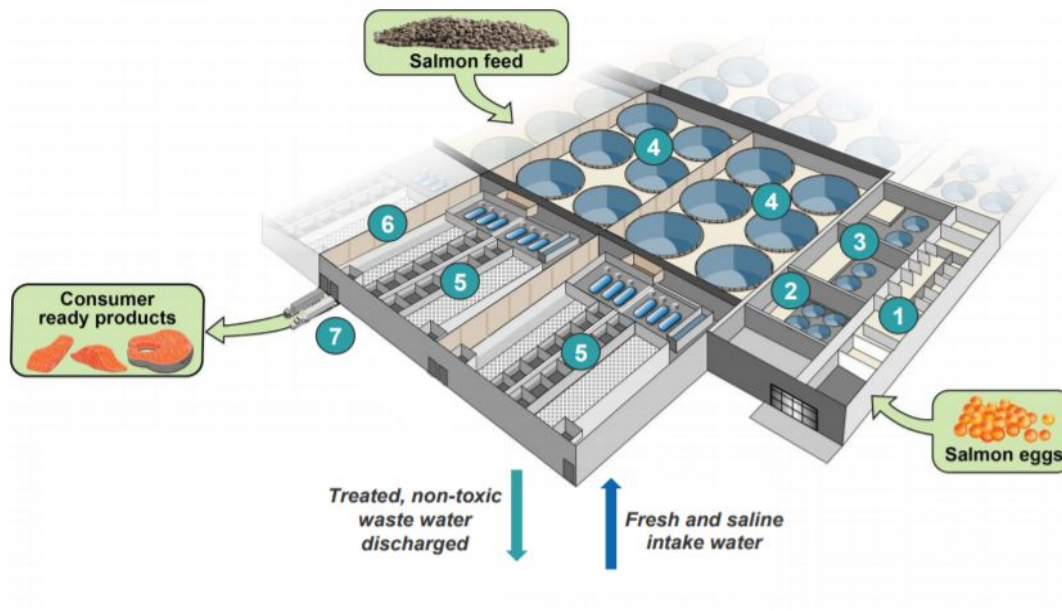
Slakting foregår i moderne fabrikkanlegg, der kravene til hygiene og kvalitet er høye. Laksen bedøves før den slaktes. Når laksen er sløyet og pakket i is, er den klar for transport.

6 - Distribusjon

Oppdrettslaks fraktes til hele verden, og en effektiv distribusjonsprosess er kritisk.

2.2 Landbasert oppdrett

Forskjellen på landbasert oppdrett med sjøvann og merdbasert oppdrett er at fisken etter smoltifiseringen fraktes til vekstkar på land - ikke til merder i sjø. På denne måten kan store deler av produksjonen legges til samme fysiske lokasjon, slik Figur 5 viser. Vekstkarene vises i punkt 4 i illustrasjonen.



Figur 5: Illustrasjon av samlokaliserte produksjonsprosesser i landbasert oppdrett. 1: rognklekkeri. 2: inkubatortanker. 3: tanker for smolt. 4: vekstkar. 5: biofilter. 6: prosessering. 7: transport. (Deloitte AS, Havbruksavdelingen)

En slik produksjonsprosess har fordeler i form av effektivitet, og eliminering av kostbare og tidkrevende transportetapper med brønnbåt, der laksen fraktes til og fra merdene.

Videre er det to hovedtyper landbaserte anlegg; Gjennomstrømningsanlegg og resirkuleringsanlegg (RAS).

2.2.1 Gjennomstrømningsanlegg

I gjennomstrømningsanlegg er oppdrettsanlegget på land, men friskt saltvann blir tilført anlegget direkte fra sjøen. Andfjord Salmon, et norsk oppdrettsselskap, har satt i gang prosessen for å få bygget et av verdens største gjennomstrømningsanlegg på Andøy, med konsesjon til oppdrett på 10 000 tonn årlig. Ved å hente friskt sjøvann på 170 meters dyp, får de en vanntemperatur på 7 grader celsius i vintersesongen. I tillegg vil de unngå problemer relatert til lakselus, da den trives best på 5 - 10 meters dyp (Vol.no, 2018).

2.2.2 RAS-anlegg



Figur 6: RAS-anlegg (Smoltproduksjon.no)

Et typisk Resirkuleringsanlegg (RAS-anlegg) består av produksjonstanker og en vannbehandlingsavdeling som skal fjerne eller omdanne akkumulerte næringsstoffer, organisk materiale eller partikler, og hvor det behandlede vannet returneres produksjonstankene. Gjenbruken av vann i RAS er høy, typisk over 90 %. Fordelene med RAS sammenlignet med gjennomstrømsanlegg refererer vanligvis til redusert vannbehov, konservering av varme, forbedret miljøkontroll som kan redusere risikoen for sykdom og forurensningsproblemer, optimalisert vekstrate og helse for visse akvatiske arter og livsstadier ved overvåkning av vannkvalitet. De to viktigste vannkvalitetsparametrene å kontrollere i RAS er innholdet av partikulært materiale og N-forbindelser ettersom disse kan være svært skadelige for den kultiverte arten. Dette krever avansert vannbehandlingssystem som inkluderer biologisk fjerning

av nitrogen og effektiv fjerning av den partikulære fraksjonen, spesielt de finpartikulære og kolloidale fraksjonen (Holan, 2013).

2.3 utfordringer ved havbruk

Som det fremgår av beskrivelsen av laksens livssyklus i delkapittel 2.1.2. har oppdrett av laks gjort lakseproduksjon langt mer effektiv enn når laksen følger sin naturlige livssyklus uten menneskelig påvirkning. Oppdrett av laks, herunder merdoppdrett byr også på en rekke utfordringer som belyses i dette delkapitlet. utfordringene med merdoppdrett er i seg selv årsaker og drivere for til innovasjon knyttet til landbaserte oppdrettsanlegg. utfordringene kan grovt deles inn i ytre faktorer og bransjefaktorer. Ytre faktorer er relatert til påvirkningen vekstmiljøet har på merdoppdretten, mens bransjefaktorer er gjelder reguleringer, konkurranse, og utfordringer knyttet til merdoppdrettens påvirkning på miljøet rundt.

Johan Andreassen fra Atlantic Sapphire nevner åtte store utfordringer knyttet til oppdrett i merd: lakselus og laksesykdommer, klimatiske faktorer, lakserømming, mikroplast og forurensing, rovdyr, miljøkonsekvenser, laksevelferd og regulatoriske krav. De fem første kan regnes som ytre faktorer, mens de tre siste er bransjespesifikke faktorer. I det følgende vil disse åtte utfordringene beskrives nærmere.

2.3.1 Ytre faktorer

Lakselus og laksesykdommer (Parasitter og virus)

Lakselusen er en parasitt og er en stor utfordring for oppdrettsbransjen i dag. Merdene i fjorden har vist seg å være svært gode vekstvilkår for lakselus. Lakselusen er et lite krepsdyr, som nå har blitt en av de største truslene for oppdrettslaks og kan i verste tilfelle utrydde ville bestander av laks og sjørret. en undersøkelse foretatt av Nofmia i 2015 anslår at lakselus utgjør kostnader på opptil 4 milliarder for lakseoppdrettere i Norge. Kostnadene påløper både ved lusemiddel, forebygging og behandling. Kostnadene påløper også ved laksedød og laks som ikke er egnet for matproduksjon (Miljøstatus.no, 2015).

Lepeophteirus salmonis (lakselus) er den vanligste parasitten på oppdrettslaks, og det største virus/sykdomsproblemet i oppdrettsnæringen. I flere år er det blitt brukt forskjellige metoder og behandlinger for å kvitte seg med lakselus. Ved mye overvåking av lakselusen viser det seg at omfanget øker, og at lakselusen i en del tilfeller er vist seg å bli resistent mot flere behandlingsmetoder (Havforskningsinstituttet, 2018).

I tillegg til lakselus, som er en parasitt, utgjør også flere ulike virussykdommer en trussel for oppdrettsnæringen.

ILA - Infeksiøs lakseanemi er en av de mest utbredte virusene i oppdrettsanlegg. ILA-viruset angriper hovedsakelig cellelaget (endotel) som kler innsiden av hjertet og blodkar. Stort sett starter utbruddet i en merd, og sprer seg deretter over flere uker og måneder til andre merder i området. ILA-viruset er blitt registrert som høy dødelighet. Ila-viruset forårsaker sirkulasjonsforstyrrelser og alvorlige blødninger i hud og indre organer til laksen (Veterinærinstituttet. *Infeksiøs lakseanemi*).

Kardiomyopatisymptom (CMS, hjertesprekk) er også en utbredt virussykdom for oppdrettslaks. CMS er en hjertelidelse som rammer oppdrettslaks i sjø. Ifølge en rapport fra fiskehelse, rammer dette hovedsakelig laks i sitt andre år i sjø, men flere fiskehelse rapporter om sykdom på yngre fisk viser en stor økning på denne sykdommen (Veterinærinstituttet. *Kardiomyopatisyndrom*).

Klimatiske faktorer som temperatur i havet

Klimaet i verden er i endring, noe som byr på utfordringer for havbasert oppdrettsnæring.

Uforutsigbarhet ved havtemperatur både i dag og fremtiden kan gjøre at havbaserte anlegg må flytte sin lokalisering for å oppnå havtemperaturer som laksen trives i. Dette vil gi fremtidige logistikutfordringer da laksemottak i dag er plassert i nærheten til havbaserte oppdrettsanlegg.

En forskningsrapport fra NIFES viser at laksen trives best ved kaldere temperaturer enn tidligere antatt. I en undersøkelse hvor man målte vekstvilkårene til laksen ved 13, 15, 17 og 19 grader,

ledet en temperatur på 13 grader til størst fôrinntak og vekst hos laksen. Temperaturer på 19 grader resulterte i redusert vekst med hele 20% (Havforskningsinstituttet, 2014).

Invasjon av uønskede arter (alger og maneter)

Tidvis vil invasjon av særlig alger og maneter true merdanlegg. Større oppblomstringer av alger og maneter er uforutsigbart og vanskelig for oppdretterne å beskytte fisken mot. Senest i slutten av mai 2019 meldte fiskeridirektoratet at flere titallstusen tonn laks har dødd som følger av plutselig algeoppblomstring rundt merdanleggene i Nord-Norge. Per 24. mai var det meldt om at rundt 13 000 tonn laks døde som følge av algeoppblomstringen (Fiskeridirektoratet, 2019). Eksportprisen på laks per kg i uke 20 var i følge Statistisk sentralbyrå 65,48 NOK (Statistisk sentralbyrå, 2019). Dette gir et estimert tap på 845 millioner kroner. Noe av fisken vil likevel kunne selges som dyrefor, men til svært reduserte priser. Dette tilfellet viser hvilken trussel slike invasjoner kan skape for næringen.

Nitrogenovermetning og gasser

Forekomst av gassovertmetning hører vi som regel om i forbindelse med landbaserte oppdrettsanlegg og den vanligste årsaken er gjerne utette pumper og rør i undertrykk som suger luft (eller gass) inn i vannstrømmen, og der vann varmes opp (NorseAqua, 2017).

Ved å ta i bruk ny teknologi, må oversikten over anlegget være mer påpasselige, da vannbevegelsen må stå i sentrum. Her kan man ved manglende vannbevegelse få både infeksjonsutfordringer og vannkjemiske utfordringer. En av disse er dannelse av hydrogensulfid (H₂S) og anoksiske forhold (oksygenmangel). når gassen dannes kan dette resultere i celledød hos fisken og fort lede til massedød i anlegget (Per Anton Sæther, 2018).

Lakserømming

Lakserømming er en utfordring for bransjen av to årsaker. Det gir et økonomisk tap da laksen ikke kan bli solgt. Det økonomiske tapet kan konkret måles ved å beregne antall rømte laks multiplisert med salgspris for laks da den var beregnet å bli solgt. I tillegg er det knyttet store kostnader til å redusere miljøpåvirkningen fra den rømte laksen, blant annet ved å fiske den opp.

Den andre utfordringer lakserømming gir er miljømessig. Lakserømming kan føre til alvorlige konsekvenser for villaksbestanden. Ifølge miljødirektoratet kan oppdrettsvirksomhetene kunne utrydde hele bestander hvis utviklingen får fortsette. Dette skyldes at genmodifisert laks fra oppdrettsnæringen vil blandes med villaks. Direktoratet for naturforvaltning fraråder vekst i næringen og har planer om å øke miljøkravene for utdeling av en konsesjon (Miljødirektoratet, 2015).

Forurensning

Mikroplast er et miljømessig problem som forskningsmiljøer er i kartleggingsfasen for å utrede hvilke konsekvenser dette har for mennesker og dyr. I havet er man i dag kjent med at det er store mengder mikroplast. Utfordringen for havbruksnæringen er at laksen trolig vil få i seg mikroplast, og at dette trolig vil sette seg i laksekjøttet. Mikroplasten vil med dette både være egnet til å påvirke laksevelferden, samt at det gir utfordringer ved salg av laks da det kan være egnet til å gi forurenset mat til mennesker (Miljøstatus.no, 2015).

Oppdrett i havbaserte anlegg vil også eksponeres for annen type forurensning i havet.

Eksempelvis vil oljesøl kunne gi store konsekvenser for dyrevelferd og lakseproduksjon

Rovdyr

Lakseoppdrett er truet av rovdyr i sjø som eksempelvis sel og fugl. Disse vil både kunne sette seg fast i merdene. Det kan også fremprovosere lakserømming ved at de lager hull i merdene.

Rovdyr er derfor både et dyrevelferdsproblem og en trussel for denne typen lakseoppdrett.

2.3.2 Bransjefaktorer

Miljømessige utfordringer

En generell utfordring med fiskeoppdrett er at det vil være store mengder avfall fra produksjonen. Dette kommer fra fiskefôr og fiskens avføring. Mengden næringssalter som slippes ut per tonn produsert fisk har blitt halvert de senere årene. Samtidig har produksjonen økt så mye at fiskeoppdrett nå er den største kilden til utslipp av næringssalter langs kysten fra Lindesnes til Nordkapp. Slike utslipp kan gi økt algevekst og føre til overgjødning i innelukkede fjordområder. Videre kan bruk av kobber til notimpregnering og bruk av kjemikalier for å bekjempe lakselus og sykdommer påvirke dyre- og plantelivet på sjøbunnen og krepsdyr i nærheten av oppdrettsanleggene (Miljøstatus.no, 2015).

Laksevelferd

Laksevelferd er en generell utfordring bransjen står ovenfor. Bransjen må ta hensyn til effektiv produksjon med genmodifisert laks i fangenskap, og samtidig opprettholder laksevelferden på et passende nivå.

Regulatoriske krav

Det er en rekke regulatoriske krav fra myndighetene for å sikre en drift av oppdrettslaks som myndighetene mener er hensiktsmessig. Dette gir både begrensninger for næringen i hvilke lokasjoner de kan drive i. Det gir også økte kostnader for å tilfredsstille disse kravene.

Som det fremgår av forholdene som er beskrevet over så står oppdrettsnæringen overfor en rekke utfordringer ved havbasert produksjon. En rekke av disse utfordringene gir høye kostnader for næringen i dag. De økte kostnadene har fremprovosert et behov for innovasjon for å redusere en rekke av disse ulempene, og en av disse innovasjonene er landbasert oppdrett.

2.4 Utfordringer ved landbasert oppdrett

Ved landbasert oppdrett vil mange av de største utfordringene ved oppdrett i hav fjernes, samtidig som nye utfordringer oppstår. Lakselus vil ikke være et stort problem. Ved å ikke ha produksjon i åpen sjø vil produsenten kunne kontrollere at parasittene ikke slipper inn i oppdrettsanleggene. På samme vis vil lakserømming reduseres, og utfordringer knyttet til rovdyr vil elimineres. Klima vil i mindre grad spille inn ettersom temperaturen i anleggene kan justeres av produsenten ved varmeregulering av vannet. Dette kan imidlertid være kostnadskrevende da det vil kunne kreve mye strømforbruk. Videre vil produsentene kunne rense vannet som kommer inn i anlegget slik at utfordringer knyttet til en rekke ytre faktorer kan begrenses. Dette gjelder eksempelvis faktorer som mikroplast, lakselus og andre laksesykdommer samt annen forurensing.

Totalt sett kan landbaserte oppdrettsanlegg fjerne utfordringene knyttet til ytre faktorer - miljøet vil ha langt mindre påvirkning på oppdretten. På den andre siden vil man være avhengig av store landarealer og gode transportforbindelser. Investeringskostnadene vil være svært store sammenlignet med merdbasert oppdrett. Rosten et. al (2011) anslår at investeringskostnaden for et landbasert oppdrettsanlegg ligger på rundt 20 000 kroner per kubikkmeter med oppdrettsvolum, og at den samme kostnaden ligger på omlag 100 kroner per kubikkmeter. De økte investeringskostnadene gjelder både pumpeanlegg, vekstkar, filtreringssystemer, landareal og andre anleggskostnader. I tillegg vil håndtering av avfall fortsatt være svært kostnadskrevende. Strømpris, pumpeanlegg og renseanlegg vil også være nye faktorer og kostnadsdrivere man må ta hensyn til ved landbasert oppdrett.

Bransjeforhold og regulatoriske faktorer vil bestå. Det samme gjelder avfallsproblematikken bestå ettersom avfallet fra produksjonen må disponeres et sted. Videre vil utfordringer knyttet til fiskevelferd fremdeles gjøre seg gjeldende.

I tillegg kommer en del nye utfordringer, som er spesifikke for landbaserte oppdrettsanlegg.

1. Det kan oppstå uventede og nye sykdommer.
2. Lokalitet - tilgang på sjøvann og ferskvann.
3. Anleggskostnader - Størrelse på anlegget, hvor stort får man bygge.
4. Ras-anlegg - Resirkulering og pumper som sørger for et godt vekstmiljø for laks i landbaserte anlegg. Dette kan være svært kostbart.
5. Enormt energibehov - mer avhengig av teknologi og energi for drift av anlegget.
6. Vannmengde og kvalitet på sjøvann. Man vil trenge store mengder ferskvann og saltvann.
7. Avfallshåndtering.
8. Teknologi

3 Materiale og metoder

3.1 Valg av metode

For å innhente informasjon er det blitt foretatt flere dybdeintervju og spørreskjema. En slik kvalitativ metode har gjort det mulig å kunne belyse og gå mer i dybden på enkelte tema. Intervjuobjektet hadde fritt spillerom og kunne snakke fritt ut i fra det vedkommende hadde av kunnskap. I forkant av intervjuet ble det satt opp noen spørsmål for å kunne komme innpå forskjellige tema, som er relevante for problemstillingen. Den som ble intervjuet ble opplyst om problemstillingen en stund i forkant for å kunne reflektere rundt temaet, og gjøre seg opp tanker rundt hva som er relevant for besvarelsen av oppgaven.

Som nevnt ovenfor er det et kvalitativ metode med intervju som er det som vil bli brukt til denne oppgaven. En kvalitativ metode er en metode som søker å fange opp mening og opplevelse som en ikke kan måles eller tallfestes. Hensikten med dette er å få snakke personlig med mennesker som har akkurat den kunnskapen og erfaringen som trengs for å belyse tema. Dette er viktig for å kunne få best mulig grunnlag til videre drøfting. Ved å gjøre et slikt intervju kan man innhente kunnskap og informasjon som er umulig å finne på nettet, i bøker eller artikler. Dette har mye å si for hvor godt oppgaven kan gjennomføres og besvares. Ved å ha slike intervju rundt temaet som er valgt er det mulig å få førstehånds kunnskap om hvordan det hele har utviklet seg. I tillegg får man informantens personlige oppfatninger, og tanker rundt fremtiden. Dette er viktig for å kunne skaffe seg et helhetlig inntrykk. Informantene sitter på en god del kunnskap ettersom de er innenfor bransjen. I et kvalitativt intervju har informanten mulighet til å kunne uttrykke seg på en mer utfyllende måte. Til forskjell fra en spørreundersøkelse der svarene blir begrenset. Med tanke på informasjonen som trengs ble kvalitativ metode et naturlig valg for oppgaven,

Da det skulle velges informanter var det viktig å finne de personene som satt med rett kunnskap og kompetanse innenfor næringen. Det ble sett på som nødvendig å snakke med noen som har

vært i bransjen over flere år. Dette vil være en fordel for oppgaven på ulike måter, både for å få et bedre perspektiv, men også for å kunne belyse næringens utvikling over tid.

3.2 Fordeler og ulemper med kvalitativ metode

Kvalitativ data er data som ikke kan tallfestes, og de gir informasjon som er av en annen type enn kvantitativ data. Kvalitative undersøkelser kan for eksempel egne seg for å få frem intervjuobjektens holdninger, synspunkter, meninger og ønsker.

En grunn til at en kvalitativ metode er valgt i denne oppgaven er fordelene du får ved at intervjuet er ansikt til ansikt. Denne formen for personlig, direkte kommunikasjon sørger for at en enkelt kan stille oppfølgingsspørsmål, og bidrar til å minske sjansen for misforståelser. Under intervjuet er det mulig å kunne tilpasse seg informantens fortellinger og komme med oppfølgingsspørsmål. Skulle det være noe som er uklart under samtalen, eller i forhold til et tema, er det mulig å få klarhet i det umiddelbart. Du får også gått i dybden på det som er viktigst eller interessante synspunkter som kommer opp. I samtalen kan man sammenligne informasjon fra andre informanter og diskutere eventuelle forskjeller. Etter et kvalitativt intervju har man også anledning til å sammenligne svar fra informantene. *Man har også lettere for å få tilstrekkelig og mer utfyllende informasjon ved et kvalitativt intervju, enn ved spørreskjemaer* (NDLA, 2017).

En av de negative sidene med kvalitativt intervju, er at det er mer tidkrevende. Det krever tid å hente inn den informasjonen som trengs for å få en god besvarelse, både med tanke på forberedelser og gjennomføring av intervju. Det er også mange gode kandidater å snakke med om dette temaet, men det var ikke tid til å snakke med alle. Når all informasjonen ble samlet ble det mulig å få en oversikt over hvordan dagens situasjon er og hvordan det vil være i fremtiden, men ikke det totale bilde av dagens situasjon. En annen ulempe med et kvalitativt intervju er at informanten kan være uærlig med den informasjonen som blir gitt, eller holder tilbake informasjon.

3.3 Kilder og data

For å innhente den nødvendige informasjon og primærdata til denne oppgaven er det foretatt intervjuer med representanter for rekke aktører innen oppdrettsnæringen. Ansatte i Marine Harvest, Lerøy, Nordic Aquafarms, Salmar, Atlantic Sapphire, Alsaker fjordbruk, Sjøtroll, NMBU, Goodtech og Haugland gruppen har blitt intervjuet.

Disse selskapene opererer alle innen oppdrettsnæringen. Det er verdt å nevne at Nordic Aquafarms og Atlantic Sapphire er i oppstartsfasen for landbaserte anlegg i henholdsvis Fredrikstad og i Florida, USA.

I tillegg har Deloitte ansvarlige for satsningsområde Sjømat, samt en professor ved NMBU bidratt.

Alle de nevnte bedriftene og personene har bidratt til å gi god forståelse og kunnskap for videre forming og arbeid med oppgaven.

3.4 Gjennomføring av metode

For å gjennomføre intervjuene ble det foretatt både personlige intervjuer og noen telefonintervjuer. Det som ble mest erfaringsmessig og effektivt var å ha en kort telefonsamtale, hvor det ble fremlagt hva oppgaven gikk ut på, tema for intervjuet, og avtalt et tidspunkt for et aktuelt intervju. Det ble sendt ut intervjuguide i forkant dersom det var ønskelig, slik at informanten hadde mulighet til å forberede seg til møtet. Spørsmålene varierte ut fra erfaring og kunnskap hos informanten og hvilken informasjon som trengtes. Møtene ble avholdt på naturlige lokasjoner som på kontoret eller et uformelt sted. Dette fikk informanten velge selv, slik at intervjuet kunne finne sted på et sted hvor vedkommende følte seg komfortabel. Intervjuene varte rundt 50 - 60 minutter per informant, og telefon-intervjuene var noe kortere på rundt 30 - 45 min.

Det ble i tillegg foretatt et ekstra intervju med svaralternativer, som varte rundt om 5 minutter. I denne delen av intervjuet så ble det stilt både nye og gjentakelses-spørsmål. Dette ble gjort for å se hvor intervjuobjektene stod i forhold til problemstillingen og for å se om objektene endret sin

mening underveis. Formålet med svaralternativ intervjuet var å få en nøyaktig pekepinn på hvor intervjuobjektene sto for.

3.5 Intervju og spørreskjema

3.5.1 Intervju

Alle kandidatene ble stilt 15 spørsmål om deres syn på havbruk og landbasert oppdrett. Disse er vist under i Tabell 1.

Tabell 1: *Intervju med respondenter i oppdrettsbransjen*

1. Kan du fortelle litt om din bakgrunn og kompetanse innenfor havbruksnæringen?
2. Hvordan er produksjonen per dags dato ved bruk av merd?
3. Har produksjonskostnadene økt/reduert eller vært stabile de siste årene?
4. Hva mener du er de største utfordringene ved merd produksjon?
5. Hvor miljøvennlig er det egentlig å drive med oppdrett i sjø?
6. Fordeler og ulemper ved produksjon i sjø?
7. Hva er dine tanker om landbasert anlegg?
8. Hvilke fordeler og ulemper tror du det er ved bruk av landbasert?
9. Vil det være mer miljøvennlig å drive med landbasert?
10. Hva vil være de største utfordringene være ved å flytte produksjonen fra sjø til land?
11. I Norge har vi en veldig beskyttet kystlinje, med gode forhold for oppdrett av laks. Tror du det vil være mulig å produsere like god kvalitet på laksen på land, som i sjø, eventuelt bedre?
12. Det er noen med landbasert som reklamerer for en bedre kvalitet, friskere og mer sun fisk. er dette en påstand du er enig i?
13. Vil prosessen være like lang på land som i sjø, eller vil den gå fortere eller tregere?
14. I lengden, hva mener du kan være mest lønnsomt av land og sjø?
15. Hvis landbasert blir en suksess, kan dette resultere i at Norge mister sitt komparative fortrinn med lakseproduksjonen?

Videre ble enkelte utvalgte kandidater, med større erfaring med landbaserte anlegg, stilt tilleggsspørsmål. Disse fremkommer under i Tabell 2.

Tabell 2: *Spørsmål til kandidater som jobber mot byggestart av landbasert oppdrett*

1. Hvor mye laks er det planlagt å produseres i Deres landbaserte anlegg?
2. Hvor mange kar er dette fordelt på?
3. Hvor stort areal trengs for å drive deres landbasert anlegg?
4. Hvor mye regner dere med å omsette for i året?
5. Ser dere for dere at landbasert anlegg vil være en lønnsom suksess?
6. Hva vil være mest kostbart med å drive landbasert?
7. Vil det være mye mer miljøvennlig å drive på land?
8. Vil kvaliteten på laks være bedre, ved produsert på land?
9. Hvor mange meter over havet bygger dere anlegget på?
10. Total sum for et ferdigbygget matfisk oppdrett på land?

3.5.2 Spørreskjema

Kandidatene har også besvart et spørreskjema, som gir en mer kvantitativ oppsummering av deres oppfatninger og synspunkt rundt tradisjonell og landbasert oppdrett. Disse fremgår i Tabell 3. Hvert spørsmål er besvart med et kryss i én av rutene.

Svaralternativ “Det samme” benyttes i tilfeller der et spørsmål kan sies å ha to alternativer som er stilt opp mot hverandre. Et eksempel er spørsmål 4: *Bør Norge flytte produksjonen fra sjø til land*. “Det samme” vil i dette tilfellet si at man tror det er likegyldig om produksjonen foregår på sjø eller på land.

Tabell 3: Spørreskjema rundt oppfatninger og synspunkt på oppdrett.

Spørsmål:	Ja	Nei	Det samme	Usikker
1. Kandidat:	[Kandidatens navn]			
2. Arbeidsplass/stilling:	[Kandidatens stilling]			
3. Vil laksen være av bedre kvalitet produsert på land enn i sjø?				
4. Bør Norge flytte produksjonen fra sjø til land?				
5. Vil man kunne produsere mer laks på land?				
6. Er det miljøvennlig å drive med merdoppdrett?				
7. Vil produksjonskostnadene være det samme?				
8. Vil landbasert oppdrett eliminere utfordringer som, lakselus, rømming og tilsetningssalter?				
9. Foretrekker du Landbasert i framtiden?				
10. Foretrekker du oppdretten som den er i dag?				
11. Vil det være mer lønnsomt å drive med landbasert anlegg?				
12. Vil det være mer miljøvennlig å drive på land?				

3.6 Bakgrunn for intervjukandidater

Det har i denne oppgaven blitt tatt dybdeintervju med 16 personer, med alle erfaringer innenfor havbruk. Veldig mange kandidater med samme kompetanse, men samtidig svært forskjellige kunnskap innenfor enkelte ting i næringen. De fleste har forskjellige bakgrunn, ekspertise og utdanning, men alle siktet mot norsk havbruk. Målet har vært å identifisere personer med forskjellige type kunnskaper innenfor oppdrett, for å få mest mulig data og materiale for videre drøfting av oppgaven. Det er alt fra eiere til røkter som har stilt opp til intervju. Tabell 4 inneholder en oversikt over alle de 16 kandidater, som blir beskrevet med bokstavene A - P for å sikre anonymitet. Tabell 5 og 6 oppsummerer kandidatenes arbeidsbakgrunn. Tabell 5 viser hvilke stillinger kandidatene har, mens Tabell 6 viser hvilke selskaper de jobber for.

Tabell 4: Oversikt og beskrivelse av intervjukandidater.

Kandidat	Kompetanse
A	Lang og bred kompetanse innenfor havbruksnæringen. har erfaringer fra fiskebåt, oppdrett, kontrollør, HMS i over 30 år.
B	Oppvokst i en familie som drev med oppdrett.
C	Over 23 års erfaring med fiskeoppdrett.
D	Jobber innenfor havbruk for fisk. Jobber som direktør og har jobbet veldig mye for å se på lønnsomheten for oppdrett og utfordringene som eksisterer i dag.
E	Delvis kompetanse innenfor havbruk, og mer kompetanse for kommende teknologi for landbasert matfiskanlegg
F	Delvis kompetanse innenfor havbruk, og mer kompetanse for kommende teknologi for landbasert matfiskanlegg
G	Jobbet i 10 år som røkter og vært innom forskjellige stadier i en prosess i oppdrettsnæringen.
H	Utdannet innen akvakultur og har over 30 års erfaring med oppdrett i Norge. har undervist i flere år i Norge og har bred kunnskap og forståelse for dagens prosess og hvordan den eventuelt vil forandre seg over tid.
I	Student som skriver master om kommende teknologi for videreutvikling av oppdrett. Har god kunnskap innenfor sitt emne og har en god del erfaring fra anlegg.
J	Jobbet noen år på landbasert anlegg og har god erfaring for både landbasert og sjøbasert anlegg.
K	Fra liten gutt vokst opp i norsk havbruk, og har videre utviklet sin kompetanse innenfor oppdrett og startet sitt egen firma. Har lang og bred erfaring innen fiskeoppdrett og dens utfordringer.
L	Har en master innenfor Marin biologi og jobber innenfor forskning og utvikling av dagens havbruk
M	Over 30 år i bransjen og jobbet seg oppover til en lederstilling innenfor oppdrett. Har tidligere erfaringer fra diverse anlegg, Fiskebåt og kontrollør av anlegg.
N	Lang erfaring innenfor fisk, og jobber som den dag i dag, som daglig leder for flere anlegg.
O	En person som har lenge vært interessert i havbruk og jobbet lenge innenfor fisk. Jobber hovedsaklig med utvikling og ideer for landbasert anlegg.
P	Nylig pensjonert mann, som har bygget opp sitt firma fra bunn av. Jobber mot større settefiskanlegg og for en lengre prosess for laks på land, før den går ut i sjø.

Tabell 5: *Oversikt over respondentenes stillinger.*

Stillinger
Røkter
Eiere
Prosjektledere
Professor
Drifttekniker
Direktør
Daglig leder
Hms - leder

Tabell 6: *Oversikt over selskapene kandidatene har bakgrunn fra.*

Selskap
Nmbu
Lerøy
Sjøtroll
Marine Harvest
Nordic Aquafarms
Atlantic Sapphire
Deloitte
Goodtech AS
Haugland Gruppen
Alsaker fjordbruk
Salmar

4 Resultater

I det følgende vil resultatene fra intervjuene og spørreskjemaene presenteres. I 4.1 fremstilles resultatene fra dybdeintervjuene med kandidater fra næringen, mens 4.2 oppsummerer resultatene fra spørreskjemaet som ble brukt. I kapittel 4.3 følger en kostnadsanalyse som sammenligner de vesentligste kostnadene ved landbasert oppdrett og tradisjonell oppdrett.

4.1 Erfaringer fra næringen

4.1.1 Havbruk

Det er en del utfordringer med dagens form for oppdrett i sjø, og dette innebærer blant annet kostnader, lovverk, lakselus, sjøtemperatur, åpent system som gjør det vanskeligere å ha kontroll på vannkvaliteten og så videre. En av hovedutfordringene som næringen er enig om, er i dag lakselus. Flere respondenter mener at utfordringen har blitt større, fordi det med årene har blitt enda mindre toleranse for lus, og lusegrensen er blitt veldig lav. Behandling av lakselus er ikke problemfritt. Den fører til høy dødelighet og dyre operasjoner for behandling, derav mye svinn. Dette koster anleggene store summer. Anleggene har alle muligheten til å forsikre biomassen, noe som viser seg å være svært kostnadskrevende. Årsaken til dette er at lakseoppdrett medfører en vesentlig risiko, blant annet relatert til vær og biologisk risiko. Flere av problemene som ble nevnt i kapittel 2.3 gjør seg gjeldende. Ifølge næringen dreier det seg om en forsikringspremie på flere prosent på biomasse og på utstyr. I tillegg fører det til at egenandelen er høy. For eksempel ligger egenandel på 40-50% ved sykdom i biomassen. En forsikring hvor anleggene taper enorme summer på å forsikre utstyr og biomasse. Høy forsikringspremie og egenandel har ført til at store deler av havbruksnæringen velger å ikke forsikre seg mot potensielle trusler, noe flere av respondentene har påpekt.

Lakselusproblemet vil variere fra lokalitet til lokalitet og variere fra år til år, og flere av respondentene nevner at man ikke vil finne villaks med mindre lus enn oppdrettslaksen. Mange tror og mener at den store pågangen av oppdrett i sjø har skylden for lakselusepidemien, selv om den har vært der i alle år, og selv før oppdrett startet. Det at det er lakselusen som blir framstilt dårlig for lakseoppdrett, kan tolkes på forskjellige måter. Lusenivået kan spille inn, men det er mange andre faktorer som spiller en rolle. Økt laksedødelighet er en konsekvens, men ifølge næringen så skyldes det ikke alltid lakselusen. Videre fører lakselus til forverrede levekår for laksen. På den annen side kommer det frem at ikke alt dette kan skyldes på lakselus. Flere i næringen har sterk interesse i å sørge for at laksen skal ha det best mulig. Behandling for avlusing av laks er kostnadskrevenne i seg selv. I tillegg fører det til økt laksedødelighet, og enkelte behandlinger fører til at laksen ikke vokser slik den skal, som igjen fører til produksjonstap. Det er ingenting som er mer kostnadskrevenne enn at et anleggs biomasse stopper å vokse. Hvis ikke laksen legger på seg, så ender det med kilo kostnader som er uendelige høye den måneden, og i mange tilfeller kan man regne med 10-15 kr ekstra per kilo.

Oftest må anleggene behandle lusen 2 ganger i løpet av måneden, og hvis det igjen ender med at lakselusen setter seg, at temperaturforholdene er dårlig og at fisken ikke klarer å legge på seg i løpet av måneden, vil det ende med at flere tusen tonn med fisk vil gå tapt, kontra om man hadde produsert smertefritt, som da kan være 10-15 kr lavere, enn hva de vil vært på en lokalitet hvor lakselusen er av stor pågang.

En annen stor utfordring i lakseoppdrett er forkontroll. Det går blant annet ut på å vite når fisken er mett og oppsamling av forspill. Flere anlegg i dag har tatt i bruk et nytt foringssystem, som gjør at de slipper å være på hver enkelt lokalitet under foring og oversikt. Det nye foringssystemet kan nå lett styres fra kontoret som ligger på en helt annen plass, hvor det blir kontrollert med kameraer i merdene, hvor de kan se om laksen er mett eller sulten, temperaturforhold og strømforhold.

Rømming er ikke lengre i dag et så stort problem. Med vel gjennomprøvd utstyr, har dette medført til at merdene er mye mer slitesterke som igjen beskytter den mot rømming og at uvær skal ødelegge lokalitetene. Per i dag skal det mye til for at uvær skal ødelegge havbaserte anlegg og det har redusert rømming kraftig. Et flertall av intervjuobjektene kunne fortelle at rømming ikke har hendt på flere år, etter at utstyr og apparater har blitt oppgradert.

Mange av respondentene fra næringen ser på oppdrett av laks som en av verdens mest miljøvennlige former for matproduksjon og en bærekraftig næring. Det er en veldig regulert næring, hvor aktørene stadig vekk blir “kikkert i kortene” av tilsynsmyndigheter. Et intervjuobjekt kunne fortelle at på anlegget hvor han jobbet, har han holdt kontroll på alle besøkende som kom. Han talte opp mot 70 besøk i løpet av et år, og de innebar både sertifisering, mattilsynet, veterinærer og mye mer. Mye av det som kommer fram om næringen og dens miljøutfordringer stemmer ifølge profesjonelle til tider, men et poeng flere la frem, er at havbruksnæringen er konsesjonsbelagt og alt blir gjort i god tro og lovlig, og for å kunne endre på dette så må man henvende seg til myndighetene. Overbelaster man lokaliteter med for mye avføring og for, så vil det medføre store kostnader, problemer med myndighetene, og ender med stenging av lokaliteter. Nesten alt blir i dag MSC-markert, men alle må følge de standardene som blir satt av myndighetene. MSC er et miljømerke for fisk- og sjømat som skal garantere at produktene kommer fra en bærekraftig produksjon. MSC-merking krever blant annet at man minimerer miljøpåvirkning fra virksomheten (Forbrukerrådet, *MSC*).

Oppsummert ser intervjukandidatene på lakseoppdrett ved havbruk som en effektiv og bærekraftig måte å få dette til på, av flere årsaker. For eksempel krever ikke havbruk elektrisitet, det er energieffektivt og har et ekstremt lavt miljømessig fotavtrykk. Med den kystlinjen som er langs Norge, så er vannmiljøet en god ressurs, med en god gjennomstrømming og vannkvaliteten er god. Det er også en bransje som holder liv i distriktene, som påfører mer arbeidskraft, tilflytting og et bedre lokalsamfunn ut til distriktene. Golfstrømmen gir oss riktig klimatisk forhold. Det er lettvinnt og sette opp anlegg på en lokalitet, og det negative er at når man driver med en åpen merd, så vil alltid faren for smitte og lakselus være der, men som med tiden

kanskje vil løse seg. Utstyret er per dags dato av høy kvalitet i og slitesterkt, som er en investering i seg selv.

4.1.2 Landbaserte anlegg

Det vil kunne være bedre kontroll med dagens utfordringer, som for eksempel lakselus ved et landbasert anlegg. Det vil i større grad ha mer kontroll på vannkvaliteten og temperaturforhold. Andre fordeler er at man kan få isolert gruppene mer, og at lakselus og rømming kan bli eliminert. En mye større oversikt og kontroll på prosessen, og kontroll på innsatsfaktorer, utslipp og forkontroll vil være lettere å forholde seg til på land enn i sjø. En kan ikke utelukke sykdom ved landbasert oppdrett, men dette er veldig av temperatur. Om en klarer å holde en vanntemperatur på rundt 12-14 grader gjennom hele året, vil det være veldig gunstig for å motvirke sykdom. Dette vil ikke være mulig ved havbruk.

I teorien så skal produksjon kunne gå fortere på land, om alt går som det skal. Det er flere årsaker til dette. En vil kunne ha bedre kontroll på styringsmekanismene, og man kan styre og “manipulere” prosessen mer. Temperatur kan reguleres, man reduserer problemer med forspill og lakselus er ikke et problem. På den andre siden vil det være en del problemer ved å drive et landbasert anlegg. Et problem som blir nevnt er at man ved en såpass detaljstyrt prosess risikerer å gå mer over til å bli en fiskefabrikk, noe som kan bli problematisk om man tøyser grenser for å skyve frem prosessen. Andre problemer er at det vil være svært energikrevende da store mengder med vann skal pumpes, det vil være arealkrevende, koste enormt med penger og det vil sette store fotavtrykk, som ikke vil fjerne det faktum at man lager et industriområde som ikke var der.

Flere respondenter mente at det alltid vil komme nye faktorer som vil gjøre det svært krevende å drive på land. Det ble hevdet at teknologien som trengs for å drifte dette ikke eksisterer per i dag. Bare noen faktorer som vil komme med et matfiskanlegg på land vil være;

1. Pumpe - Gjennomstrømningsanlegg
2. RAS-anlegg - Resirkuleringsanlegg, Et anlegg som krever enormt med arealbehov.
3. Arealkrevende - Store områder trengs for å bygge et slikt anlegg. Store fotavtrykk av industriområdet langs kysten.
4. Energikrevende - Mye mer avhengig av energi, med tanke på RAS og gjennomstrømningsanlegg.
5. Strømforbruk - Blir mye mer avhengig
6. Teknologi - RAS og gjennomstrømming. RAS-resirkulering av brukt sjøvann og ferskvann. Gjennomstrømningsanlegg - kontinuerlig pumpes nytt fersk sjøvann.
7. Lokalitet. Ha store tilganger til både saltvann og ferskvann.
8. Investeringer - Som nevnt i delkapittel 2.4 kan et landbasert oppdrettsanlegg ligge på rundt 20 000 kroner per kubikkmeter med oppdrettsvolum, og at den samme kostnaden ligger på omlag 100 kroner per kubikkmeter. De økte investeringskostnadene gjelder både pumpeanlegg, vekstkar, filtreringssystemer, landareal og andre anleggskostnader. I tillegg vil håndtering av avfall fortsatt være svært kostnadskrevende. Strømpris, pumpeystemer og renseanlegg vil også være nye faktorer og kostnadsdrivere man må ta hensyn til ved landbasert oppdrett.

Teknologien har en mulighet til å overraske og det er alltid noen som må teste det ut for å se om det kan lykkes og om det kan være lønnsomt. Blir man kvitt problemer relatert til lakselus ved lakselusoppdrett i sjø, vil dette i stor grad eliminere dødeligheten av behandling, og vaksinene blir bedre og bedre. I utgangspunktet skal det ikke være mulig å konkurrere med sjø, og så lenge man kan få kontroll på lusebehandlingen, så vil det bli enda mer rimelige å drive på sjø. På den andre siden er mange i næringen er også optimistiske med tanke på landsbaserte anlegg. Gitt at alt vil kunne fungere på landbasert, så er det store muligheter for at det kan kunne bli mer lønnsomt i lengden. Andre muligheter som enkelte ser på, er å gjennomføre første del i prosessen

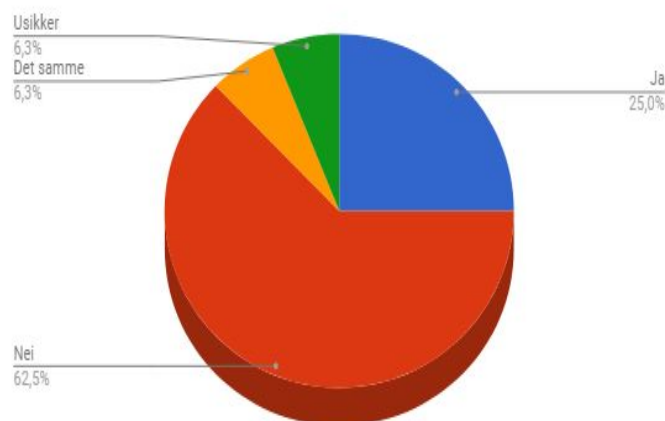
på land, for deretter å sette laksen ut i sjø, når den er 1 kg, noe som kan være en effektiv løsning blant annet for å motvirke lakselus.

4.2 Resultater fra spørreskjema

I tillegg til å ha dybdeintervju med alle kandidatene, har alle kandidatene besvart et spørreskjema i etterkant av intervjuet. Her ble det stilt spørsmål utfra hva de tror om landbasert matfisk anlegg og om oppdretten idag. Man kan se på 11 kakediagram som viser resultat over hvor de står og hvor splittet folk i havbruksnæringen er i synet på disse forskjellige oppdrettsformene.

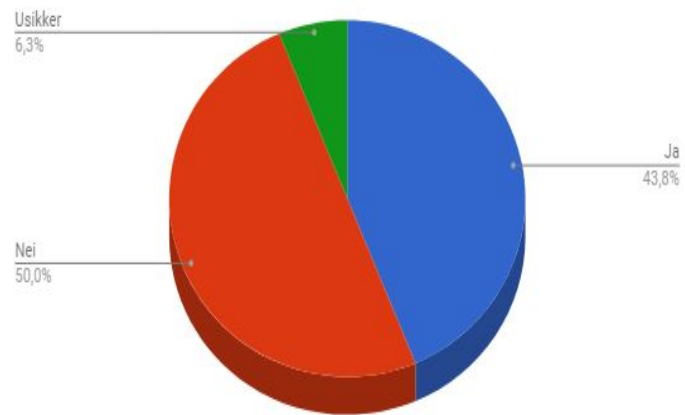
Figur 7 viser at hele 62,5% av respondentene mener at laksen ikke vil være av bedre kvalitet på land, enn i sjø. De fleste hadde valgt laks fra en fjord fremfor laks som var produsert på land. Av Figur 8 fremgår det at 50% av deltakerne mener at næringen bør fokusere på den prosessen som har i dag, og heller finne løsninger på de utfordringene som finnes i tradisjonell oppdrett, fremfor å satse på landbasert oppdrett.

Vil laksen være av bedre kvalitet produsert på land enn i sjø?



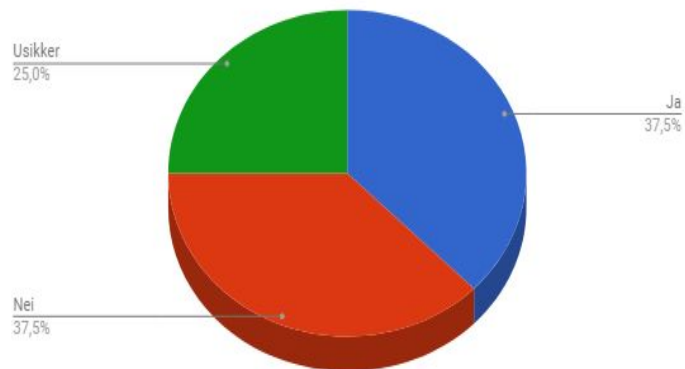
Figur 7: Kvalitet på laks ved sjø- og landbasert oppdrett.

Bør vi satse mer på landbasert anlegg?



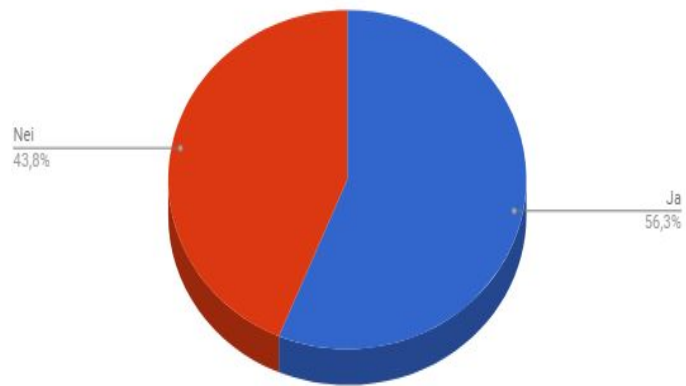
Figur 8: *Satsning på landbasert oppdrett.*

Vil man kunne produsere mer laks på land?



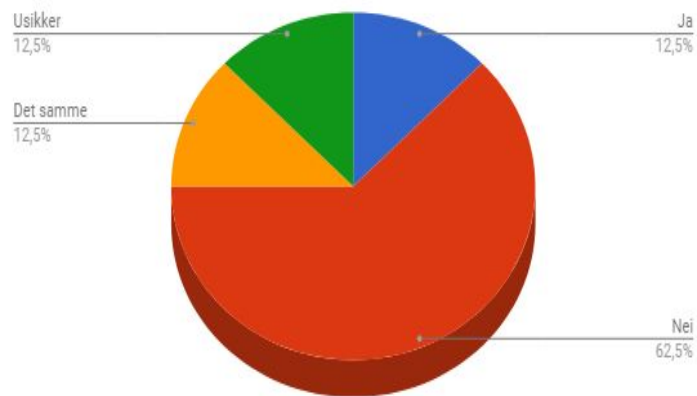
Figur 9: *Respondentenes holdning til landbasert produksjon av laks.*

Er det miljøvennlig å drive med merdoppdrett?



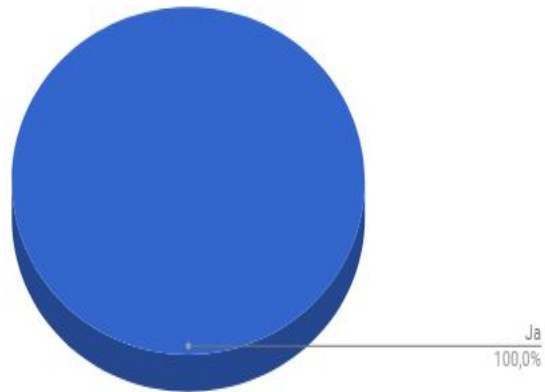
Figur 10: Merdoppdrett og miljøvennlighet.

Vil produksjonskostnadene være det samme?



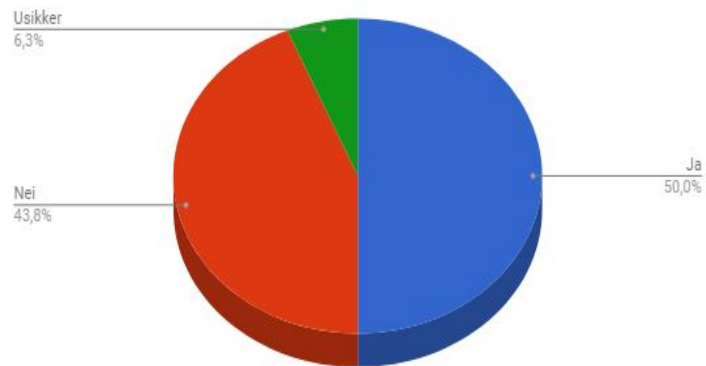
Figur 11: Produksjonskostnader ved oppdrett på land og i hav.

Vil landbasert oppdrett eliminere utfordringer som, lakselus, rømming, og tilsetningssalter?



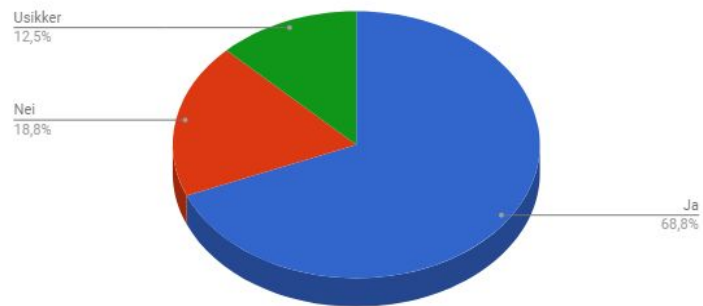
Figur 12: Landbasert oppdrett for å eliminere utfordringer ved tradisjonell oppdrett.

Foretrekker du landbasert i framtiden?



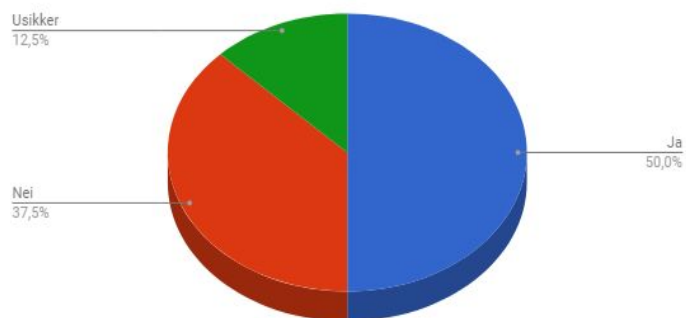
Figur 13: Respondentenes holdning til landbasert oppdrett.

Vil det være mer miljøvennlig å drive på land?



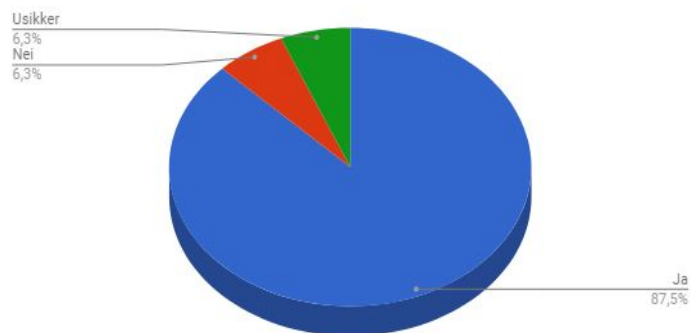
Figur 14: Miljøvennlighet ved landbasert oppdrett og merdoppdrett.

Vil det være mer lønnsomt å drive med landbasert anlegg?



Figur 15: Lønnsomhet ved landbasert oppdrett.

Vil konkurransen innenfor oppdrett av laks øke internasjonalt?



Figur 16: Fremtidig konkurranse innen oppdrettsnæringen.

Det er tydelig av Figur 9 at det blant deltakerne er det usikkerhet om hvorvidt det er mulig å kunne produsere en like stor biomasse på land og sjø. Videre viser Figur 10 at hele 56,3% av deltagerene mener det er miljøvennlig å drive oppdrett i sjø. Her må det tas hensyn til at de fleste kandidater valgte å se på det globale perspektiv, der merdoppdrett ble vurdert i forhold til annen matproduksjon i verden.

Figur 11 viser at flertallet mener at det vil være store forskjeller på produksjonskostnader. Det er verdt å nevne at det var uenighet når det kom til hvor kostnadene ville være lavest, der enkelte mente at landbaserte anlegg hadde potensial til å bli billigere i drift enn merder i sjø, mens andre mente det motsatte. På samme vis var det uenighet om hvorvidt landbasert oppdrett ville være å foretrekke i fremtiden, slik Figur 13 viser. På den andre siden var det enighet om enkelte av de positive sidene ved landbasert oppdrett. Figur 12 viser at det er 100% enighet om at et landbasert matfisk anlegg, vil kunne eliminere visse utfordringer ved tradisjonell oppdrett, mens det fremgår av Figur 14 at 69% av de spurte mente landbasert oppdrett kunne bli “mye mer” miljøvennlig enn tradisjonell oppdrett. Figur 15 viser at 50% av de spurte mente landbasert oppdrett vil kunne bli lønnsomt i drift. Videre viser Figur 16 at 87,5% av respondentene mente at om landbaserte matfiskanlegg blir en suksess, vil det føre til økte konkurranse i bransjen som helhet.

4.3 Vurdering av enkelte sentrale faktorer

I det kommende delkapitlet, vil det bli fremvist tabeller som viser variable kostnader ved lakselusbehandling. Det vil bli fremmet mer detaljert hva en behandling vil koste for 1 kg fisk og 500 000 kg. Det vil også være en beregning av vannbehovet hele biomassen i Norge, om den skulle blitt avlet i landbaserte anlegg. Dette for å få et innblikk i hvor store vannmengder som trengs for å drive med oppdrett. Den siste delen vil bestå av en liste over positive og negative sider ved oppdrett i landbaserte anlegg.

4.3.1 Variable kostnader for kjemiske behandlinger av lakselus

I det følgende beskrives kostnader for kjemisk behandling av lakselus. Bakgrunnsinfo for kostnader og pris er hentet fra Sjøtroll AS.

Tabell 7: *Variable kostnader ved kjemisk behandling av lakselus.*

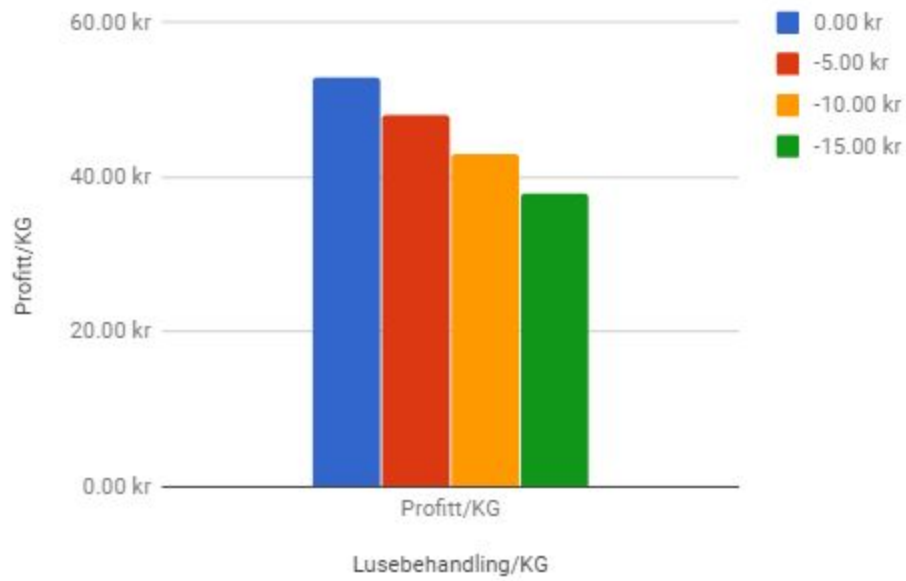
Antall behandlinger	5	10	11	12	13	14	15
Kg laks							
55 000	275 000,-	550 000,-	606 000,-	660 000,-	715 000,-	770 000,-	825 000,-
110 000	550 000,-	1 100 000,-	1 210 000,-	1 320 000,-	1 430 000,-	1 540 000,-	1 650 000,-
165 000	825 000,-	1 650 000,-	1 815 000,-	1 980 000,-	2 145 000,-	2 310 000,-	2 475 000,-
220 000	1 100 000,-	2 200 000,-	2 420 000,-	2 640 000,-	2 860 000,-	3 080 000,-	3 300 000,-
275 000	1 375 000,-	2 750 000,-	3 025 000,-	3 300 000,-	3 575 000,-	3 850 000,-	4 125 000,-
330 000	1 650 000,-	3 300 000,-	3 630 000,-	3 960 000,-	4 290 000,-	4 620 000	4 950 000,-
385 000	1 925 000,-	3 850 000,-	4 235 000,-	4 620 000,-	5 005 000,-	5 390 000,-	5 775 000,-
440 000	2 200 000,-	4 400 000,-	4 840 000,-	5 280 000,-	5 720 000,-	6 160 000,-	6 600 000,-
495 000	2 475 000,-	4 950 000,-	5 445 000,-	5 940 000,-	6 435 000,-	6 930 000,-	7 425 000,-
550 000	2 750 000,-	5 500 000,-	6 050 000,-	6 600 000,-	7 150 000,-	7 700 000,-	8 250 000,-

Tabell 7 viser variable kostnader ved behandling av lakselus, og er bygget på tall fra Sjøtroll AS som vises nedenfor i Tabell 8.

Tabell 8: *Tallgrunnlag for variable kostnader ved lakselusbehandling.*

Kostnad lakselusbehandlig / kg	0.00 kr	-5.00 kr	-10.00 kr	-15.00 kr
Produksjonskostnader / kg	-22.40 kr	-22.40 kr	-22.40 kr	-22.40 kr
Salgspris / kg	75.40 kr	75.40 kr	75.40 kr	75.40 kr
Profitt / kg	53.00 kr	48.00 kr	43.00 kr	38.00 kr
% profitt	70.29%	63.66%	57.03%	50.40%

Profitt/KG vs. Lusebehandling/KG



Figur 17: *Profitt per kg oppdrettslaks etter lusebehandling.*

4.3.2 Utrekning vannmengde for biomassen i Norge

Norsk lakseproduksjon er på rundt 1,2 millioner tonn (Statistisk sentralbyrå, 2018)

og for å oppnå en slik produksjon, så må man ha en biomasse på ca. 800 000 tonn stående i sjøen til enhver tid.

Vannbehovet for en laks er på rundt 0,6 liter per min/ per kg fisk

$0,6 * 60 * 24 = 864$ liter per døgn per kg fisk.

800 000 tonn = 800 000 000 kg.

$800\ 000\ 000\ \text{kg} * 864\ \text{liter per døgn/ per kg fisk} = 691\ 200\ 000\ 000\ \text{liter}$. Er det totale vannbehovet per døgn for hele biomassen i Norge.

Dette viser at oppdrett i landbaserte anlegg er krever svært mye vann. Dette er noe som ikke blir særlig tenkt igjennom i åpne merd systemer, hvor det stadig er gjennomstrømming av sjøvann, og det med veldig store mengder.

5 Diskusjon

I Norge ble det eksportert en million tonn laks og ørret i 2016. Verdien av dette var på 65,3 milliarder kroner og eksportverdien økte med hele 15,4 milliarder kroner fra 2015. (Richardsen, & Bull-Berg, 2018). For å opprettholde en videre vekst, bør ulike bærekraftsaspekter for å videreutvikle og øke matproduksjonen til havbruksnæringen undersøkes. Jordas befolkning er i stadig økning, og det er estimert at den skal vokse med hele 3,7 milliarder innen 2050 (Forente nasjoner, 2017). Videre gjør miljøkrav og innstramming i konsesjoner innen oppdrett av laksefisk at andre muligheter for å øke og videreutvikle matproduksjonen av fisk må undersøkes. Dette taler til fordel for en overgang til landbasert oppdrett.

Det er i dag store utfordringer ved å drive oppdrett i sjø. Med strenge krav for fôr/avføring oppsamling i bunnen av merdene, lakselus og utslipp gjør at det kan være en stor økonomisk påkjenning på de forskjellige lokalitetene. Dette er en grunn til at landbaserte anlegg får mer fokus og blir mer og mer forsket på for å utvikle teknologien som kan realisere denne produksjonsformen på land. Lakselusen påfører oppdrettsnæringen store utgifter, men det er behandlingen av lusen som kan føre til redusert vekst og dødelighet. Sjøtroll AS oppgir at kostnader for behandling av lakselus kan være veldig variable og kan variere mellom 0 - 15 kr per kg fisk.

Utrekningen fra delkapittel 4.3 viser likevel at en selv ved det høyeste anslaget for kostnader ved lakselus vil ende opp med profitt. På den andre siden vil dette være avhengig av når laksen må behandles og om lakseprisen endrer seg. I mange tilfeller er det situasjoner hvor det ikke holder med kun én behandling og laksen må gå igjennom to behandlinger. Dette medfører at behandlingskostnaden vil doble seg. Hvor mye dødelighet og sykdom som kan oppstå er vanskelig å anslå, men det vil være avhengig av lokale forhold. Skal man da behandle 500 000 kg fisk kan kostnader i verste fall, med en utgift på 15 kroner per kg, ende opp med en merkostnad på hele 7 500 000 kroner. Om behandlingen av lakselus ikke hjelper, at behandlingen påfører dødelighet, sykdom eller at fisken ikke legger på seg kan dette resultere i at

biomassen må fjernes og millioner går tapt. Et konkret eksempel på hvilke konsekvenser ytre faktorer kan gi for næringen er nevnt i 2.3.1. På få dager har 845 millioner kroner gått tapt i salgssinntekter ved laksedød etter plutselig oppblomstring av store mengder alger ved merdanlegg i Nord-Norge.

Temperatur kan være velferdsfaktor for fisken, og kan ha vist seg å være en liten utfordring i åpne merd systemer som også gjør det vanskeligere å ha kontroll på vannkvaliteten. I tillegg har fôringskontroll sine utfordringer. De fleste bedrifter har nå fått et nytt fôringsystem hvor man fra hovedkontorer har mye bedre oversikt over fôring, temperatur, vind og strømretning. Dette har gjort at det har blitt lettere å kontrollere de forskjellige lokalitetene og en kan styre all foring fra hovedbasen. Temperaturen vil man helst ha på 13 grader året rundt, da dette har vist seg å være best vekstvilkår for laksen. I havbaserte anlegg blir dette styrt av naturens gang. Dette er noe som ikke nødvendigvis vil være et problem på et landbasert anlegg, hvor man kan styre varmereguleringen bedre og holde den stabil på 13 grader.

Det er to bedrifter det har vært nær kontakt med, som jobber med landbasert oppdrett av laks, dette er Nordic Aquafarms og Atlantic Sapphire. Begge bedriftene er godt i gang med oppbygging av anlegg i henholdsvis Fredrikstad og Florida, USA. Det har fra begge parter kommet fram fra flere at de har troen på teknologien og at det vil kunne bli mer lønnsomt enn dagens drift. Ved disse to anleggene er det planlagt å drive hele prosessen fra klekking til slakting på ett og samme sted. Bare ved å bygge det på den måten, så har de store forventninger til at en god del av kostnadene vil kunne holde seg nede og til og med bli billigere.

En av utgiftene som er blitt sett på, er transport og oppkjøp av smolt. Her ligger det et betydelig besparingspotensiale for landbaserte anlegg, da man kan avle laks helt fra klekking til slakting.

Andre utgifter man slipper ved landbasert oppdrett er behandling av lakselus, rømming, brønnbåter fra settefiskanlegg til sjø, og fra anlegg til slakteri.

Som vist i Figur 11, er det enstemmig enighet blant alle intervjuobjektene om at et landbasert anlegg vil kunne løse de utfordringene som i dag eksisterer ved oppdrett i sjø.

Selv om det kan virke at et slikt anlegg kan eliminere de eksisterende utfordringene, så er det mange nye faktorer som kommer til å bidra med mye nye utfordringer og som kan være svært kostnadskrevende. Nye faktorer som kommer inn ved et slikt anlegg er blant annet pumper, RAS-anlegg, energi, strøm, landareal, anleggsdesign, vannmengder og lokalitet. Alle disse er potensielt svært kostnadskrevende faktorer når en skal sette opp og drifte et landbasert anlegg. I tillegg er man veldig avhengig av at alt skal gå som det skal, om noe plutselig skulle svikte så går det utover hele produksjonen. Fra et intervjuobjekt kom det frem at ved anlegget som bygges i Florida, så hadde de klart å “gjøre alle feilene som var mulig å gjøre”, og dette er da lenge før det står byggeklart.

Ved manglende vannbevegelse kan man få både infeksjonsutfordringer og vannkjemiske utfordringer. En av disse er dannelse av hydrogensulfid (H₂S) og anoksiske forhold (oksygenmangel). Når gassen dannes kan dette resultere i celledød hos fisken og fort lede til massedød i anlegget (Per Anton Sæther, 2018).

Respondentene mener at anskaffelse og drift av pumper ser ut til å bli det mest kostnadskrevende ved drift på land. Etter å ha vært i kontakt med både Nordic Aquafarm og Atlantic Sapphire, så er ingen sikre på hva utgiftene vil ligge på, det er derfor blitt satt en mer fokus på RAS-anlegg selv om kostnadene er usikre ved bruk av denne type teknologi. Respondenten som jobber ved havbruksavdelingen i Deloitte, mente at det ville være lønnsomt med et slikt anlegg.

Det skal merkes at det ble gjort en investerings - og kostnadsanalyse av tre forskjellige oppdrettsformer. Disse tre forskjellige oppdrettsmetodene var da; oppdrett hvor man holder fiskens prosess lengre på land, før den bli satt ut i sjøen, tradisjonell oppdrett som det gjennomføres i dag og landoppdrett. Det intervjuobjektet kunne fortelle var at investerings- og produksjonskostnadene ved alle de tre forskjellige oppdrettsmetodene var identiske. De la til grunn at en konsesjon koster mellom 60 - 70 millioner, reduserte transportkostnader, fiskesykdommer og lakselus behandling, vil da ikke være en utgift på land. Ifølge analysen vil disse besparelsene kunne utjevne de store utgiftene til elektrisitet på land. Ifølge Havbruksavdelingen til Deloitte er det heller ikke gjort noen større forsøk på å se hva eventuelle

kostnader det vil kunne bli ved pumpe av enorme mengder med sjøvann, og heller ikke hva et RAS-anlegg i stor skala vil koste.

Utregningen fra delkapittel 4.3.2 viser at vannbehovet for landbaserte anlegg er stort. Dette er noe som ikke er et problem i åpne merdsystemer, hvor det er stor gjennomstrømming av friskt sjøvann. Nå som det blir stadig flere og flere planer om landbasert oppdrett på land, hvor hele produksjonen skal foregå, så er det enorme mengder med både sjøvann og ferskvann som skal til og som igjen skal pumpes opp, noe som vil føre til et enormt energibehov (Bjørn Frode Eriksen, Seniorforsker ved NMBU)

Det er også planer om at det skal bli tatt i bruk RAS-anlegg på disse landbaserte anleggene, hvor planen er å ha gjenbruk av sjøvann. Ifølge senioringeniør ved NMBU er dette noe som mange i næringen er imot fordi det kan ha negative konsekvenser. RAS-anlegg har både positive og negative kvaliteter. Blant de positive siden er tilnærmet total kontroll over hva som går inn og ut av anlegget, redusert tid for produksjon, redusert vannforbruk og mindre forurensing. De negative sidene ved RAS-anlegg er også flere. RAS-anlegg krever store investeringer. Videre kan varierende vannkvalitet være alvorlig. Om problemer oppstår kan de være fatale.

RAS-anlegg krever også mer kompetente medarbeidere enn ved andre løsninger. Det er i dag veldig få med kompetanse innenfor bruk og drift av et slikt resirkuleringsanlegg, og dette har vist seg å være svært kostnadskrevenende. Det varierer veldig ut i fra sted, kapasitet og løsninger og det går som regel på anbud, derfor blir gjerne de presset i pris, men respondentene anslår at RAS-anlegg kan ligge på alt fra 20-30 millioner til bortimot en milliard kroner. Ved lite kompetanse ved drift av et RAS-anlegg, så kan nitrogenovermetning og påfølgende laksedød oppstå. Den vanligste årsaken til slik laksedød, skjer i landbaserte anlegg med utette pumper og rør som er i undertrykk. Dette undertrykket kan suge gass eller luft inn i vannstrømningen og vannet varmes opp. Blir fisken eksponert i en slik situasjon, er det ikke reversibelt og dødeligheten blant fisken kan oppstå veldig raskt på grunn av skader på blodkar og blodproppdannelser (NorseAqua, 2017).

Det som kan være en veldig aktuell metode, er å gjøre som Lerøy i samarbeid med Sjøtroll, i anlegget de nå holder på å bygge på Fitjar. Formålet med anlegget er at smoltproduksjonen skal økes. Planen er å produsere en større fisk og holde denne lengst mulig igjen på land, før den blir satt ut i sjøen. Dette kan resultere i at perioden med eksponering for lus i åpne merder i sjø kan reduseres og minimere kostnader ved sykdom og behandling av lus.

Blant alle intervjuobjektene er de veldig splittet i det om det skal satses på landoppdrett eller den tradisjonelle metoden. Det er derimot bred enighet om at bruk av et landbasert anlegg vil kunne redusere kostnadene ved behandling av laksen og eliminere mange andre utfordringer som koster næringen millioner. Havbruksavdelingen til Deloitte understreker at utviklingen i næringen vil være avgjørende. Blir ikke de nevnte utfordringene løst ved bruken av tradisjonell oppdrett, så er i landbasert lakseoppdrett det største vekstpotensialet ligger.

At man vil få gode vekstvilkår på land er meget sannsynlig. Man vil garantert kunne ha mer kontroll ved temperatur, vannkvalitet, sykdommer, fôring og det vil mest sannsynlig kunne være mye mindre svinn og dødelighet ved produksjon på land. Veksten innenfor oppdrett øker og Norge vil få betydelig mer konkurranse, og da gjelder det å være frampå med teknologien og videre utvikling av oppdrett av laks. Det vil kunne komme nye utfordringer ved landbaserte anlegg og det kan komme strengere kriterier ved land, om dette skulle vise seg å ikke være så gunstig som man ønsker. Med tiden er det mye som tyder på at et landbasert anlegg kan bli like lønnsomt eller rimeligere, om man får kontroll på pumpe og RAS-anlegg.

6 Konklusjon

Hypotese: Det er mer lønnsomt å drive med lakseoppdrett på land, som følger av mindre miljøutfordringer sammenlignet med merd-drift.

Økt kontroll over produksjonsprosessen og færre risikofaktorer når det kommer til værforhold, lus, rømming og miljøkrav vil være faktorer som taler til fordel for landbaserte anlegg.

Landbaserte anlegg er i hurtig utvikling, og det er grunn til å tro at teknologisk utvikling vil føre til reduserte kostnader ved landbasert oppdrett, etter hvert som teknologien modnes. Disse faktorene vil på sikt gjøre at landbaserte anlegg vil kunne være lønnsomt.

Det er per i dag mindre ressurskrevende å håndtere gjennomstrømning og utskiftning av sjøvann ved merd-drift enn ved landbaserte anlegg, ettersom det er lettere å sette ut en not for å så la omgivelsene ta seg av denne delen av produksjonen, enn det er å gjenskape disse forholdene på land. Til tross for alle utgiftene som er ved lakselusbehandling, sykdommer og så videre, er det altså ikke gitt at det er rimeligere å drive lakseoppdrett på land enn med den tradisjonelle oppdrettsmetoden.

Kildeliste

Boland, M. J., Rae, A. N., Vereijken, J. M., Meuwissen, M. P., Fischer, A. R., van Boekel, M. A., & Hendriks, W. H. (2013). The future supply of animal-derived protein for human consumption. *Trends in Food Science & Technology*, 29(1), 62-73.

Deloitte AS, Havbruksavdelingen (2018). Informasjon tilsendt per mail.

Fiskeridirektoratet (2019). *13 000 tonn laks død i nord*. Tilgjengelig fra: <https://fiskeridir.no/Akvakultur/Nyheter/2019/0519/13-000-tonn-laks-doed-i-nord> (Hentet: 26. mai 2019)

Forbrukerrådet. MSC. Tilgjengelig fra: <https://www.forbrukerradet.no/merkeoversikten/mat/msc/> (Hentet: 5. mai 2019)

Forente Nasjoner (2017). *World population projected to reach 9.8 billion in 2050, and 11.2 billion in 2100*. Tilgjengelig fra: <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/world-population-prospects-2017.html> (Hentet: 18. mai 2019)

Grind.no (2004). *Skjematisk framstilling av livsløpet for villaks (ytre pil) og oppdrettslaks (indre pil). Tallene viser laksens alder*. Tilgjengelig fra: <https://www.grind.no/industri-energi-naturressurser/et-hav-av-muligheter> (Hentet 12. Mai 2019)

Havforskningsinstituttet (2014). *Kaldere sjø ga gladere laks*. Tilgjengelig fra: <https://nifes.hi.no/kaldere-sjo-ga-gladere-laks/> (Hentet: 25. mai 2019)

Havforskningsinstituttet (2018). *Tema: lakselus*. Tilgjengelig fra: <https://www.hi.no/hi/temasider/arter/lakselus> (Hentet: 25. mai 2019)

Holan, A. B. (2013). Improved water quality in recirculating aquaculture systems (RAS) by applying a membrane bioreactor (MBR) concept for removal of colloidal and fine suspended solids.

Ilaks.no (2018). *Starter bygging av landbasert oppdrettsanlegg på Andøy tidlig i 2019*. Tilgjengelig fra: <https://ilaks.no/starter-bygging-av-landbasert-oppdrettsanlegg-pa-andoy-tidlig-i-2019/> (Hentet: 19. mai 2019)

Integrerings- og mangfoldsdirektoratet (2010). *Intervjuguide*. Tilgjengelig fra: <https://www.tolkeportalen.no/no/brukerundersokelser/Verktoy/Eksempeldel-2/> (Hentet: 5. mai 2019)

Marine Harvest. *Laksens livssyklus*. Tilgjengelig fra: <http://marineharvest.no/products/seafood-value-chain/> (Hentet: 5. mai 2019)

Miljødirektoratet (2015). *Frykter konsekvensene av rømt laks*. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/nyheter/20152/juli-2015/frykter-konsekvensene-av-romt-laks/> (Hentet: 18. mai 2019)

Miljøstatus.no (2015). *Fiskeoppdrett*. Tilgjengelig fra: https://www.miljostatus.no/tema/hav-og-kyst/fiskeoppdrett/Rapport#link_3_ (Hentet: 18. mai 2019)

Naturvernforbundet (2018). Tilgjengelig fra: <https://naturvernforbundet.no/rogaland/nyhetsarkiv/det-er-ikke-rart-laksen-dauer-article38355-1276.html>

NDLA (2017). *Kvantitative og kvalitative metoder*. Tilgjengelig fra: <https://ndla.no/subjects/subject:7/topic:1:183191/topic:1:105795/resource:1:93376> (Hentet: 5. mai 2019)

Newton. *Levesett og biologi*. Tilgjengelig fra: https://newton.no/uploads/moduler/1579/Info_Laks%20i%20naturen.pdf (Hentet: 5. mai 2019)

Norges fiskeri- og kysthistorie. *Havbruk*. Tilgjengelig fra: <https://norges-fiskeri-og-kysthistorie.w.uib.no/bokverket/bind-5-havbrukshistorie/> (Hentet: 5. mai 2019)

Norges Sjømatråd (2018). *En million tonn laks for 64,7 milliarder i 2017*. Tilgjengelig fra: <https://seafood.no/aktuelt/nyheter/en-million-tonn-laks-for-647-milliarder-i-2017/> (Hentet: 5. mai 2019)

NorseAqua. *Nitrogenovermetning*. Tilgjengelig fra: <https://norseaqua.no/nitrogenassovermetning/> (Hentet: 5. mai 2019)

NRK. *Mener kongen har latt seg bruke i Chile*. Tilgjengelig fra: <https://www.nrk.no/urix/mener-kongen-har-latt-seg-bruke-i-chile-1.14498405> (Hentet: 18. mai 2019)

Per Anton Sæther (2018). *Ser økende problemer med gassdannelse og fiskedød i settefiskanlegg*. Tilgjengelig fra: https://www.kyst.no/article/ser-oekende-problemer-med-gassdannelse-og-fiskedoed-i-settefiskanlegg/?fbclid=IwAR32ph4kpCQRat7wWPS6fQ6pSr0QhcWaVnNF_lobm5VAU3_Dy3sfLhDk7BA (Hentet: 26. mai 2019)

Richardsen, R., & Bull-Berg, H. (2018). Nasjonal betydning av sjømatnæringen. *SINTEF Fiskeri og havbruk AS*. Tilgjengelig fra: https://www.sintef.no/contentassets/d727158330ac4d00a00c77783b89acf2/nasjonal-verdiskapning_2018_endelig_100818.pdf

Rosten, T. W., Ulgenes, Y., Henriksen, K., Terjesen, B. F., Biering, E., & Winther, U. (2011). Oppdrett av laks og ørret i lukkede anlegg-forprosjekt. *SINTEF, Trondheim*, 76.

Sjømatnorge (2014). *Norsk havbruk*. Tilgjengelig fra: https://sjomatnorge.no/wp-content/uploads/2014/04/eff_fhl_komplett_lowres.pdf (Hentet: 5. mai 2019)

Smoltproduksjon.no. *Uni resirkuleringssystemer, AQUA Group*. Tilgjengelig fra: <http://smoltproduksjon.no/Bilder/TidlKonf%202012/07%20Brit%20Hjeltnes%20RAS%20Risk%20Assessment%202011%20brit.pdf> (Hentet 26. mai 2019)

Statistisk sentralbyrå (2019). *Eksport av laks*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/utenriksokonomi/statistikker/laks> (Hentet: 25. mai 2019)

Statistisk sentralbyrå (2018). *Akvakultur*. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/fiskeoppdrett> (Hentet: 25. mai 2019)

Stjørdals-Nytt (2016). *Pioner innen havbruksnæringen*. Tilgjengelig fra: <https://s-n.no/pioner-innen-havbruksnaeringen/> (Hentet: 5. mai 2019)

Store norske leksikon (2015). *Fiskeoppdrett*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/fiskeoppdrett> (Hentet: 5. mai 2019)

Store norske leksikon (2018). *Laks*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/laks> (Hentet: 5. mai 2019)

Store norske leksikon (2018) *Smolt*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/smolt> (Hentet: 5. mai 2019)

Veterinærinstituttet. *Infeksiøs lakseanemi*. Tilgjengelig fra:
<https://www.vetinst.no/sykdom-og-agens/infeksios-lakseanemi-ila> (Hentet: 26.mai 2019)

Veterinærinstituttet. *Kardiomyopatisyndrom*. Tilgjengelig fra:
<https://www.vetinst.no/sykdom-og-agens/kardiomyopatisyndrom-cms> (Hentet: 26. mai 2019)

Vol.no (2018). *Skal bygge verdens største gjennomstrømningsanlegg*. Tilgjengelig fra:
<https://www.vol.no/nyheter/andoy/2018/11/22/Skal-bygge-verdens-st%C3%B8rste-gjennomstr%C3%B8mningsanlegg-17924708.ece> (Hentet: 26. mai 2019)

Vedlegg

Vedlegg 1: Intervjuguide

Fase 1: Rammesetting	1. Løst prat (5 min) <ul style="list-style-type: none">• Uformell prat 2. Informasjon (5-10 min) <ul style="list-style-type: none">• Si litt om temaet for samtalen (bakgrunn, formål)• Forklar hva intervjuet skal brukes til og forklar taushetsplikt og anonymitet• Spør om noe er uklart og om respondenten har noen spørsmål• Informer om ev. opptak, sørg for samtykke til ev. opptak• Start opptak
Fase 2: Erfaringer	3. Overgangsspørsmål: (15 min) <ul style="list-style-type: none">• Hva slags erfaringer har du med...(temaet)? Det er ofte hensiktsmessig å ta utgangspunkt i deltakernes erfaring med det temaet som skal diskuteres.• Sjekkliste eller oppfølgingsspørsmål• Praktisk oppgave kan erstatte overgangsspørsmål: Kan du bruke tre minutter til å skrive ned stikkord for hva dere mener kjennetegner...?
Fase 3: Fokusering	4. Nøkkelspørsmål: (50-60 min) <ul style="list-style-type: none">• 3-5 nøkkelspørsmål• Oppfølgingsspørsmål eller sjekkliste

**Fase 4:
Tilbakeblikk**

5. Oppsummering (ca. 15 min)

- Oppsummere funn
- Har jeg forstått deg riktig?
- Er det noe du vil legge til?
- Eventuelt: Utdeling av gavekort og reiseregning

(Integrerings- og mangfoldsdirektoratet (2010))

