



Høgskulen på Vestlandet

Bacheloroppgave - Økonomi og administrasjon

ØMF190 Bacheloroppgave

Predefinert informasjon

Startdato:	07-05-2019 09:00	Termin:	2019 VÅR
Sluttdato:	15-05-2019 14:00	Vurderingsform:	Norsk 6-trinns skala (A-F)
Eksamensform:	Bacheloroppgave		
SIS-kode:	203 ØMF190 1 MA1 2019 VÅR		
Intern sensor:	Dag Eivind Bakka		

Deltaker

Navn: Eirik Martin Sælemyr Bjerknes
Kandidatnr.: 108
HVL-id: 182005@hvl.no

Informasjon fra deltaker

Egenerklæring *: Ja
Jeg bekrefter at jeg har registrert oppgavetittelen på norsk og engelsk i StudentWeb og vet at denne vil stå på vitnemålet mitt *:

Gruppe

Gruppenavn: **Gruppenummer:** 16
Andre medlemmer i gruppen: Øyvind Stokkenes Eliassen, Brage Storebø Uthaug

Jeg godkjenner avtalen om publisering av bacheloroppgaven min *

Ja

Er bacheloroppgaven skrevet som del av et større forskningsprosjekt ved HVL? *

Nei

Er bacheloroppgaven skrevet ved bedrift/virksomhet i næringsliv eller offentlig sektor? *

Nei



Høgskulen
på Vestlandet

BACHELOROPPGAVE

Fra sjøbasert til landbasert fiskeoppdrett - Analyse av effekter med hensyn på kvalitet, økonomi og miljømessig bærekraft

From sea based to land based aquaculture - Analysis of the Effects Regarding Quality, Economy and Environmental Sustainability

Eirik Martin Sælemyr Bjerknes

Øyvind Stokkenes Eliassen

Brage Storebø Uthaug

Økonomi og administrasjon

Fordypning i logistikk

Institutt for økonomi og administrasjon

Veileder: Dag Eivind Bakka

15. mai 2019

Jeg bekrefter at arbeidet er selvstendig utarbeidet, og at referanser/kildehenvisninger til alle kilder som er brukt i arbeidet er oppgitt, jf. Forskrift om studium og eksamen ved Høgskulen på Vestlandet, § 10.

Bacheloroppgave referanseside

Institutt for økonomi og administrasjon

Campus Bergen

<i>Rapportens tittel:</i> Fra sjøbasert til landbasert fiskeoppdrett - Analyse av effekter med hensyn på kvalitet, økonomi og miljømessig bærekraft	<i>Dato:</i> 15.05.2019
<i>Forfatter(e):</i> Eirik Martin Sælemyr Bjerknes Øyvind Stokkenes Eliassen Brage Storebø Uthaug	<i>Antall sider u/vedlegg:</i> 61
	<i>Antall sider vedlegg:</i>
<i>Fordypning:</i> Logistikk	
<i>Veileder ved avdeling:</i> Dag Eivind Bakka	
<i>Merknader:</i>	

<i>Kontaktvirksomhet:</i> Havlandet Marin Yngel	

Sammendrag:

Fiskeoppdrett er i dag en viktig bransje for Norge, og Norge eksporterer i dag store mengder fisk til ulike markeder i verden. Grunnet størrelsen av bransjen har det de siste årene blitt et større fokus på hvordan produksjonen av oppdrettsfisk går for seg. Det har lenge bare vært brukt sjøbaserte merdoppdretter til denne produksjonen, noe som har fungert bra lenge. De siste årene har det derimot vært noen problemer med denne produksjonsformen og ulike interessenter har begynt å se på andre produksjonsformer. En av disse er landbaserte anlegg, hvor en prøver å eliminere mange av problemene knyttet til sjøbasert oppdrett. Blant annet prøver en å eliminere utslippene og annen miljøpåvirkning som et merdoppdrett produserer. Samtidig får en ny produksjonstype andre effekter enn miljøpåvirkning. Denne rapporten vil se på hvilke effekter denne overgangen vil ha på fiskekvalitet, kostnader, og bærekraft.

Funnene i denne rapporten er gjort hovedsakelig gjennom kvalitativ metode, og dataene bygges hovedsakelig på primær- og sekundærdata. Rapporten er delt opp i tre deler hvor hver del tar for seg et av de tre temaene. Kapitlene om kvalitet og bærekraft er i stor grad basert på primærdata fra intervju. Kapitlet om kostnader er derimot i stor grad basert på sekundærdata.

Resultatene i rapporten viser at en ny produksjon mest sannsynlig ikke vil redusere *kvaliteten* på fisken, men heller være minst like god, om ikke bedre. Dette er dog avhengig av kompetansenivået til hver enkelt bedrift. Med tanke på *kostnader* vil det være store forskjeller sammenlignet med sjøbasert fiskeoppdrett. Her vil både investeringskostnader og produksjonskostnader øke, men grunnet en høy laksepris er det fortsatt lønnsomt. Når det kommer til *bærekraft* vil produksjon i landbaserte anlegg kraftig redusere utslipp til nærområdet i forhold til åpne sjøbaserte anlegg. Sammensetning av fôr, ekskrementer fra fisken, næringssalter og medisiner fra merdene havner på havbunnen, som kan være ødeleggende for økosystemet i området. Å en annen side så øker energiforbruket, og det totale klimagassutslippet. Landbaserte anlegg krever et større areal, og vil være et inngrep i naturen å bygge et landbasert anlegg utenfor allerede industriområde.

Rapportens konklusjon blir at kvaliteten ikke blir påvirket om landbaserte anlegg blir drevet riktig. Ved kostnader kommer totalkostnadene til å øke ved å produsere i et landbasert anlegg. Det kommer likevel til å være lønnsomt å produsere på land grunnet en høy laksepris. Landbasert produksjon vil være mer bærekraftig enn sjøbasert produksjon hvor det er tilnærmet ingen lokale utslipp, og ingen sykdom eller rømming. Disse faktorene viser at landbasert fiskeoppdrett er noe som viser potensiale.

Stikkord:

Sjøbasert fiskeoppdrett, landbasert fiskeoppdrett	Logistikk, kvalitet, økonomi, bærekraft	Kvalitet på design og konformitet, investeringskostnad, produksjonskostnad, utslipp, miljøpåvirkning
--	--	--

Abstract:

Aquaculture is an important business for Norway, and today Norway export a large amount of fish to different markets around the world. Because of the industry's size there has become a larger focus on how they produce fish. For a long time, sea based open net pens have been used for this production and the production has gone well. However, in the last years some problems have occurred, and companies have started to look for different methods of production. One of these methods is land based aquaculture, where you try to eliminate lot of the problems connected to sea based aquaculture. Among other things land based farming will try to eliminate emissions like feed, bacteria and medicaments that sea based aquaculture emit. At the same time a new type of production method will have other effects than environmental. This rapport will research what effects this transition will have on fish quality, economy and environmental sustainability.

The findings in this rapport is mainly done through a qualitative method, and the data is mainly primary and secondary data. The rapport has been split in to three main chapters were each chapter covers one of the three main topics (quality, economy and sustainability). The chapters covering quality and sustainability are largely based on primary data collected through an interview. However, the cost chapter is primarily based on secondary data.

The results in this rapport shows that a new method of production will most likely not reduce the overall fish quality, but instead be just as good, if not better. This does depend on the level of competence in each individual company. When it comes to economy there will be a large difference between sea based and land based production. Both the cost of investment and production will increase, but due to a high salmon price the production will still be profitable. Regarding environmental sustainability land based aquaculture will reduce emission to the immediate area compared sea based aquaculture. The new method will also eliminate the problem of escaping fish which then goes on to mate with wild fish. Due to a more controlled environment, there is also a possibility to reduce the number of cases regarding deceases.

The rappers conclusion will be that overall fish quality will most likely be the same. The new method of production will be more environmentally sustainable which has become more important in today's society. Due to the high cost many may be hesitant to invest in these facilities, but a high salmon price still makes this profitable and is something that should be considered.

Keywords:

Sea based aquaculture, land based aquaculture	Logistics, quality, economy, sustainability	Quality of design and conformance, investment cost, production cost, emission, environmental impact
---	---	---

Forord

Denne bacheloroppgaven er en avsluttende oppgave for økonomi og administrasjon ved Høgskulen på Vestlandet, avdeling Bergen. Alle tre har valgt fordypningen Logistikk. Vi har lært utrolig mye gjennom disse tre årene, spesielt innen logistikk. Det er ikke bare å få et produkt fra A til B, men så mye mer.

Å velge tema for bacheloroppgaven var krevende og spennende, og spesielt vanskelig var det å vite hvor vi skulle begynne. Vi så på oppdrettsnæringen som viktig og interessant for fremtiden. I tillegg var det mye snakk om nye produksjonsformer i media, som gjorde oss oppmerksomme på temaet. Oppgaven har vært svært krevende å skrive da vi har dykket dypt inn i temaet og har måtte bearbeide en stor mengde informasjon. Det har allikevel vært spennende da vi har fått brukt mye av vår kunnskap og lært mye om temaet.

Vi vil takke Havlandet Marin Yngel og de vi har vært kontakt med for deres hjelp i denne oppgaven ved å stille opp på intervju og svare på spørsmål gjennom videre kontakt. Vi vil også takke vår veileder Dag Eivind Bakka og andre ansatte ved Høgskulen på Vestlandet for deres gode hjelp og veiledning.

Bergen, mai 2019

Eirik Martin Sælemyr Bjerknes, Øyvind Stokkenes Eliassen, Brage Storebø Uthaug

Innholdsfortegnelse

Forord.....	6
1. Innledning	10
1.1 Bakgrunn	10
1.2 Problemstilling	10
1.3 Rapportens oppbygning	10
2. Fiskeoppdrett	12
2.1 Fiskeoppdrett og produksjon i Norge.....	12
2.1.1 Produksjon og eksport	12
2.1.2 Lover og forskrifter.....	13
2.2 Sjøbasert fiskeoppdrett.....	15
2.2.1 Hva er sjøbasert fiskeoppdrett?.....	15
2.2.2 Utfordringer med fiskeoppdrett i åpen merd	19
2.3 Landbasert fiskeoppdrett	21
2.3.1 Hva er landbasert fiskeoppdrett?	21
2.3.2 Teknisk beskrivelse.....	23
2.3.3 Utfordringer med fiskeoppdrett på land.....	24
2.4 Informasjonskilder	25
2.4.1 Informasjonskilder	25
2.4.2 Havlandet Marin Yngel.....	25
3. Metode.....	28
3.1 Forskningsdesign	28
3.2 Metodevalg	28
3.3 Generalisering	29
3.4 Analyseopplegg	29
4. Kvalitet	30
4.1 Teori og bakgrunnsstoff kvalitet	30

4.1.1 Kvalitet på design	30
4.1.2 Kvalitet på konformitet	30
4.1.3 Total Quality Management	31
4.2 Innsamlet data kvalitet.....	31
4.2.1 Informasjonsbehov	31
4.2.2 Fremskaffet informasjon og datamateriale	31
4.3 Analyse	36
4.3.1 Kvalitet på design	36
4.3.2 Kvalitet på konformitet	37
4.3.3 Total quality management	39
4.4 Konklusjon	40
4.5 Feilkilder	40
5. Økonomi.....	41
5.1 Relevant teori og bakgrunnsstoff.....	41
5.1.1 Logistikkens totalkostnad.....	41
5.1.2 Investering.....	41
5.1.3 Produksjonskostnader.....	41
5.1.4 Transport.....	42
5.1.5 Effektivitet.....	42
5.1.6 Nåverdimetoden	43
5.2 Data og analyse	43
5.2.1 Informasjonsbehov	43
5.2.2 Fremskaffet informasjon/datamateriale og analyse.....	43
5.2.2.1 Investeringskostnader	43
5.2.2.2 Produksjonskostnader.....	47
5.2.2.3 Transportkostnader.....	52
5.2.2.4 Nåverdi/lønnsomhet	54
5.3 Konklusjon.....	55

5.4 Feilkilder	55
6. Miljømessig bærekraft	57
6.1 Relevant teori og bakgrunnsstoff	57
6.2 Innsamlet data	58
6.2.1 Informasjonsbehov	58
6.2.2 Fremskaffet informasjon/datamateriale	58
6.3 Beregninger og analyse	64
6.3.1 Vann	64
6.3.2 Arealbruk	64
6.3.3 Infrastruktur og beliggenhet	65
6.3.4 Sykdom i anlegg	66
6.3.5 Slam	67
6.3.6 Energiforbruk	67
6.3.7 Klimaavtrykk i CO ₂ -ekvivalenter	68
6.3.8 Fiskefôr	68
6.4 Konklusjon	68
6.5 Feilkilder	69
7. Avslutning	70
7.1 Konklusjon	70
7.2 Etterord	71
Litteraturliste	72
Kildeliste bilder	77
Vedlegg	79

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

En viktig næring for Norge er fiskeoppdrett. Hvert år selges det laks for flere millioner, og dette tallet har bare steget de siste årene. Dette har gjort at det skrives ofte om fiskeoppdrett i ulike medier, både positivt og negativt. I det siste har flere av ulempene ved oppdrettsnæringen kommet frem, som utslipp, rømming, fiskedød og økende kostnader. Dette er noe vi ville se nærmere på.

Oppdrettsnæringen står i dag i et skifte hvor flere nye oppdrettsformer blir utviklet. Dette er alt fra senkbare merder i hav til oppdrett på land. I dag er det sistnevnte som er kommet lengst, og flere aktører satser nå på denne teknologien. Grunnen for dette skifte er for å prøve å håndtere de problemene som nå har oppstått ved tradisjonelle oppdretter.

Grunnet at det ved nye løsninger kan oppstå problemer og økte kostnader, ville vi da undersøke hvordan landbaserte oppdrett kommer å prestere sammenlignet med merdoppdrettene. Vi valgte å se på landbaserte oppdrett, da dette er den teknologien som er kommet lengst og som mange satser på. Spørsmål vi da stilte oss, var om dette vil påvirke fiskekvaliteten, gi økte kostnader, og ikke minst hvordan det vil påvirke miljømessig bærekraft.

1.2 Problemstilling

Fra sjøbasert til landbasert fiskeoppdrett

- Analyse av effekter med hensyn på kvalitet, økonomi, og miljømessig bærekraft

1.3 Rapportens oppbygning

I kapittel 2 presenterer vi fiskeoppdrett i Norge, de forskjellige anleggene vi tar for oss, presenterer Havlandet Marin Yngel, og hvor vi har skaffet informasjon.

I kapittel 3 snakker vi om metode, hvor vi diskutere forskningsdesign, metodevalg og generalisering i rapporten.

I kapittel 4, 5 og 6 analyserer vi effekter med hensyn på kvalitet, økonomi og miljømessig bærekraft. Hvert av disse tre kapitlene har teori, datainnsamling, analyse, samt konklusjon, og feilkilder knyttet til funnene.

I kapittel 7 har vi en avslutning med konklusjon som knytter de tre delene og etterord.

Avgrensninger

Vi vil i denne oppgaven fokusere på sjøbasert fiskeoppdrett i form av åpne merder og landbasert fiskeoppdrett med RAS-teknologi.

Vi ser ikke nærmere på opprettsteknologier som offshore anlegg, undervannsmerder, og Mowis prosjekt kalt egget.

Produksjonen av fisk vil være fra settefisk til ferdig matfisk.

I kapittel 5 om kostnader vil vi kun ta for oss produksjon med 100-grams settefisk/smolt. Vi vil også kun se på hva kostnadene vil være ved et oppdrett som produserer 10 000 tonn per år.

2. Fiskeoppdrett

I dette kapittelet vil vi se nærmere på fiskeoppdrett. Først litt om hvordan fiskeoppdrett er i Norge i dag, og deretter forklare hva sjøbasert fiskeoppdrett og hva landbasert fiskeoppdrett er. Til sist vil det bli presentert viktige informasjonskilder og litt om Havlandet Marin Yngel, som har vært vår hovedkontakt i denne rapporten.

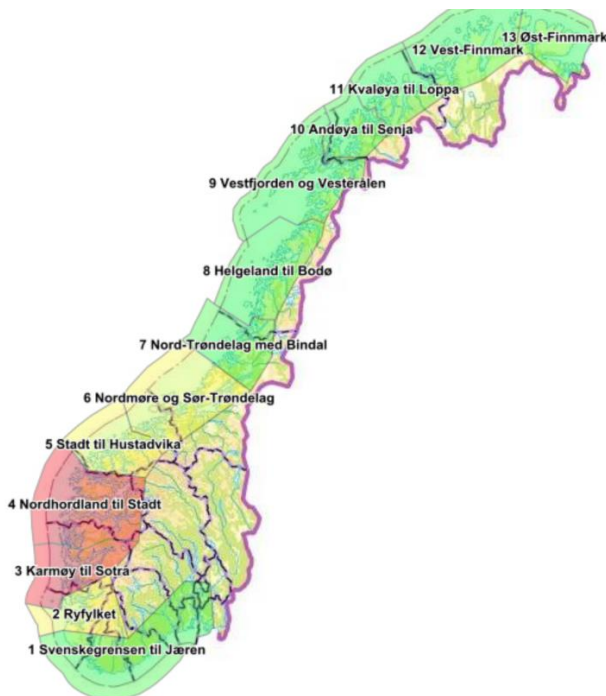
2.1 Fiskeoppdrett og produksjon i Norge

2.1.1 Produksjon og eksport

I dag produserer Norge store mengder fisk i oppdrett, og mesteparten blir produsert i sjøbaserte oppdrett. Disse oppdrettene er plassert langs hele kysten med størst konsentrasjon i Nordland. Total sett ble det produsert 1 308 478 tonn matfisk, hvor laks stod for 1 236 354 tonn i 2017(SSB, 2018). Selv om oppdrettslaksen er genetisk forskjellig fra villaks er den ikke genetisk modifisert. Dette er et resultat av avl med gjentatte krysninger og utvalg av villaksstammer (Berg, 2018).

Norge har i dag delt opp produksjonsområdet i 13 soner gjennom nærings- og fiskeridepartementet vedtekter.

Figur 1: Oversikt over produksjonssoner i Norge



Produksjonsområder (Fiskeridirektoratet, 2019)

Hver sone blir overvåket og har en tilordnet farge i forhold til hvor og hvor mye en får lov til å produsere der med hensyn til miljøet og påvirkning på området. Fargene følger trafikklyssystemet. Grønn sone er der miljøet og området er minst påvirket av oppdrettsproduksjonen, og det er lov til å produsere mest. Rød sone er den strengeste sonen hvor det er lov til å produsere minst med hensyn til miljøet, hvor lakselus og sykdommer har størst fare for å påvirke villfisken. Gul sone er dermed mellomstadiet, med moderat produksjon. Sonene blir regulert etter hvor mye lakselus påvirker villfisk, hvor det kan være spesielt problematisk med rømming av fisk fra oppdrettsanleggene. Så lenge det er oppdrett i åpne systemer i sjø så vil det være en risiko for at rømming forekommer (Havforskningsinstituttet, 2018, s. 16).

I Sogn og Fjordane er det i dag rød kode, som betyr at det ikke gis ut nye tillatelser til å produsere fisk i sjøen. Dette støtter en løsning for oppdrett på land i den forstand at en unngår å bekymre seg for disse fargekodene. Et anlegg på land vil kunne produsere uten restriksjoner som kommer med fargekodene.

Salg og eksport

Oppdrettsnæringen i Norge har vokst mye de siste årene både i salg og i global markedsandel. Ifølge en rapport utarbeidet av EY i 2017 sto da Norge for over 50 prosent av den globale produksjonen av laks. Ut av totalproduksjon eksporterer Norge omtrent 95 prosent til ulike markeder som Europa, USA, og Asia. I samme rapport blir det også forventet at Norge kommer til å beholde denne markedsandelen, til tross for lav økning i produsert volum (EY, 2018, s. 13). I løpet av de 10 siste årene har verdien for norsk sjømateksport økt med 122 prosent, dette inkluderer da både oppdrett og fiskeri. I 2018 utgjorde fiskeoppdrett 72 prosent av totalverdien av sjømateksport og 40,5 prosent av totalvolumet som ble produsert. 2018 var et godt år for norsk oppdrettsnæring da det ble eksportert 1,1 million tonn fisk til en verdi på 71 milliarder kr, noe som er en 5% økning fra 2017 (Norges sjømatråd, 2019). Ut av dette var laks den klart mest produserte og solgte fisken, da den utgjorde nesten hele volumet eksportert fisk. Det ble eksportert rundt 1,055 million tonn laks til en verdi av 67,8 milliarder kr, noe som er en 5 prosent økning i både volum og verdi (Nilsen, 2018).

2.1.2 Lover og forskrifter

Lov om akvakultur (akvakulturloven)

Denne loven har som formål å fremme akvakulturnæringens lønnsomhet og konkurransekraft innenfor rammene av en bærekraftig utvikling, og bidra til verdiskaping på kysten.

Lovens virkeområde er produksjon av akvatiske organismer som betyr vannlevende dyr og planter. Loven omhandler akvakulturtillatelse, miljøhensyn, arealutnyttelse, generelle krav og forpliktelse, og reaksjoner og sanksjoner ved overtredelse (Akvakulturloven, 2005).

Forskrift om tillatelse til akvakultur for laks, ørret og regnbueørret (laksetildelingsforskriften)

Denne forskriften har som formål å medvirke til at akvakultur av laks, ørret og regnbueørret blir lønnsom og konkurransedyktig innenfor rammene av en bærekraftig utvikling, og bidrar til verdiskaping på kysten. Dens virkeområde er norsk landterritorium og territorialfarvann. Den gjelder tildeling, endring og opphør av tillatelse til akvakultur av laks, ørret og regnbueørret.

I forskriftens kapittel 3 § 14 tildeling og fordeling av tillatelser sies det at departementet bestemmer når tillatelser til akvakultur av matfisk på lokaliteter i sjøvann skal tildeles og den geografiske fordelingen av disse. Videre i § 15 om tillatt biomasse per standard akvakulturtillatelse på lokaliteter i sjøvann står det at en standard tillatelse avgrenses til en biomasse på inntil 780 tonn. I § 16 om vederlag står det at vederlag for tillatelse fastsettes for den enkelte tildelingsrunde (laksetildelingsforskriften, 2004).

Mattilsynet og regler om fiskehelse

Brakklegging

Mattilsynet har en egen artikkel for å forebygge tiltak for å forbedre fiskehelsen og fiskevelferden. Den går ut på regelmessig og koordinert brakklegging av grupper av anlegg. Det vil si at når anlegg brakklegges, så vil anleggene være tomme for fisk og annet utstyr. Nøter blir rensset og desinfisert, samtidig som det vil være god avstand mellom anlegg. Flere anlegg har i dag frivillig opprettet slike brakkleggingsrutiner. Slike tiltak vil bedre fiskehelsen og fiskevelferden, som videre legger til rette for mulig fremtidig vekst i oppdrettsnæringen.

Brakklegging gjøres når det er påvist alvorlige smittsomme sykdommer. Brakklegging av bekjempelsessoner er ofte nødvendig for å få bedre kontroll på sykdommen, hvor alle anlegg innenfor en bekjempelsessone er tomme for fisk. Denne praksisen vil fortsettes av mattilsynet, samt at vil de ha regelmessige og samtidige brakklegginger av naboanlegg for å forebygge smitte og sykdom. Det største problemet med brakklegging i dag er at oppdretterne må samarbeide om det. Flere steder praktiseres regelmessig brakklegging av grupper frivillig, men når ikke alle i området deltar i brakkleggingen så kan det ødelegge effekten av de tiltakene de andre oppdretterne har investert i. Mattilsynet vil for å forbedre dette ta i bruk hjemmelen som finnes i regelverket,

akvakulturdriftsforskriften § 40. Det vil si at når mattilsynet ved søknader om etablering og utvidelse av akvakulturanlegg, vil det i større grad kreve koordinerte brakkleggingsgrupper som en del av driftsplaner.

Avstand mellom brakkleggingsgrupper

Oppdretterne skal selv finne ut hva som er egnet ved brakkleggingsgrupper basert på avstander. Dette er basert på deres lokale kunnskap, inkludert kunnskap om strømforhold, smittespredningsmodeller, mengden av fisk i området, og lokale erfaringer med sykdomskontroll. Det er i utgangspunktet oppdretterne som skal bli enig om hvilke anlegg som skal brakklegges samtidig. Ved uenighet rundt dette kan mattilsynet bestemme hvilke lokaliteter som skal foreta koordinert brakklegges, basert på driftsplanene eller hvis oppdrettene ikke i tilstrekkelig grad forebygger smittespredning.

Mattilsynet vil bruke 5 kilometer som anbefalt minsteavstand mellom ulike brakkleggingsgrupper, basert på erfaring og vitenskapelige epidemiologiske studier for spredning og bekjempelse av ILA (Infeksiøs lakseanemi). Avstanden mellom anlegg innenfor en gruppe kan være betydelig mindre. Minsteavstanden er retningsgivende og må vurderes ut fra kjennskap til det lokale miljøet, strømforhold og smittespredningsmodeller (Forebyggende tiltak for å bedre fiskehelsen og fiskevelferden, 2017).

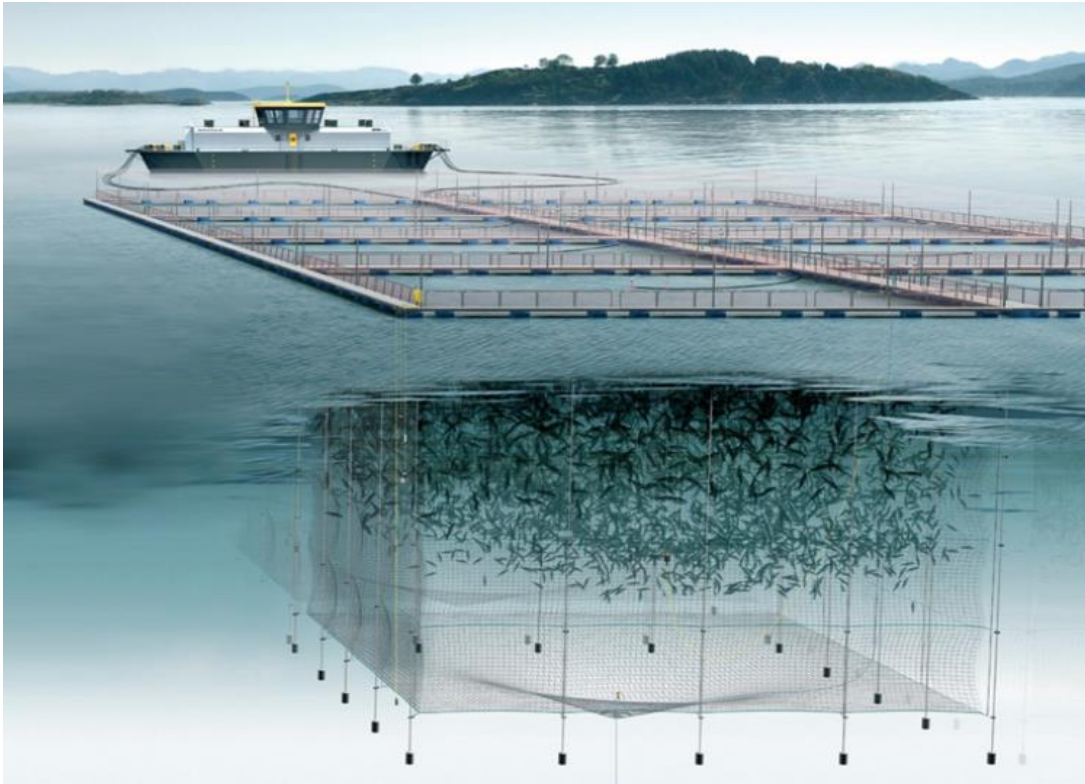
2.2 Sjøbasert fiskeoppdrett

2.2.1 Hva er sjøbasert fiskeoppdrett?

Sjøbasert fiskeoppdrett fungerer ved å plassere merder i sjø i en konsentrert klynge med nett som holder fisken på plass. Merder består av notposer som er festet til flyteelementer. Flyteelementene kan være festet til plastringer eller stålrammer. Her vil det være mulig å gå rundt når en arbeider på merden. Merder eksisterer i mange forskjellige størrelser, hvor flyteelementene må være riktig dimensjonert for å tåle vekten til not og ramme.

Notposene må være kraftig slik at det ikke revner. Notposene må holdes rene slik at vann kan strømme lett gjennom og kontinuerlig gi friskt vann til fisken. Anlegget må ha fortøyninger som tåler vær, vind og strøm.

Figur 2: Sjøbasert anlegg med åpne merder av stål



(AKVA group ASA, Stålanlegg, u.å)

På et anlegg av stålmerder er alle merdene knyttet sammen med hverandre og fôrlåten med gangeveier av stål. Stålmerder er stive og har derfor større risiko for å bli ødelagt i uvær.

Figur 3: Sjøbasert anlegg med åpne merder av plast



(AKVA group ASA, plastmerd, u.å)

I motsetning til stålmerder er plastmerden på individuelt nivå relativt større med hensyn på areal og volum. Plastmerden har en platform langs kanten som en kan stå og gå rundt på. Plastmerden er

sirkelformet og kan variere i størrelser fra f.eks. 60,90, 130 meter omkrets. Notposen blir formet som en sylinder og går ned til en spiss i bunnen. Ringen nederst i merden er der for å holde notposen utspent og unngå at den ikke trykkes sammen av vannstrømmen.

Disse merdene er åpen og har ikke noe som dekker over toppen. For å hindre at fugler stjeler fisk er det ofte spent et nett over toppen.

Figur 4: Flåte brukt i sjøbasert anlegg



(Walther, u.å)

Flåten inneholder fôrsiloer, styringssentral og oppholdsrom for dem som arbeider på anlegget. Fra fôrsiloene går det slanger som leder foret ut til merdene. Fra styringssentralen kan en sende signal til siloene og fôrvelgerne om hva slags og hvor mye fôr som skal til de forskjellige merdene. Ved hjelp av luft under høyt trykk føres fôret gjennom slangene og ut til merdene. Ett enkelt anlegg kan føre opptil 25 tonn per dag.

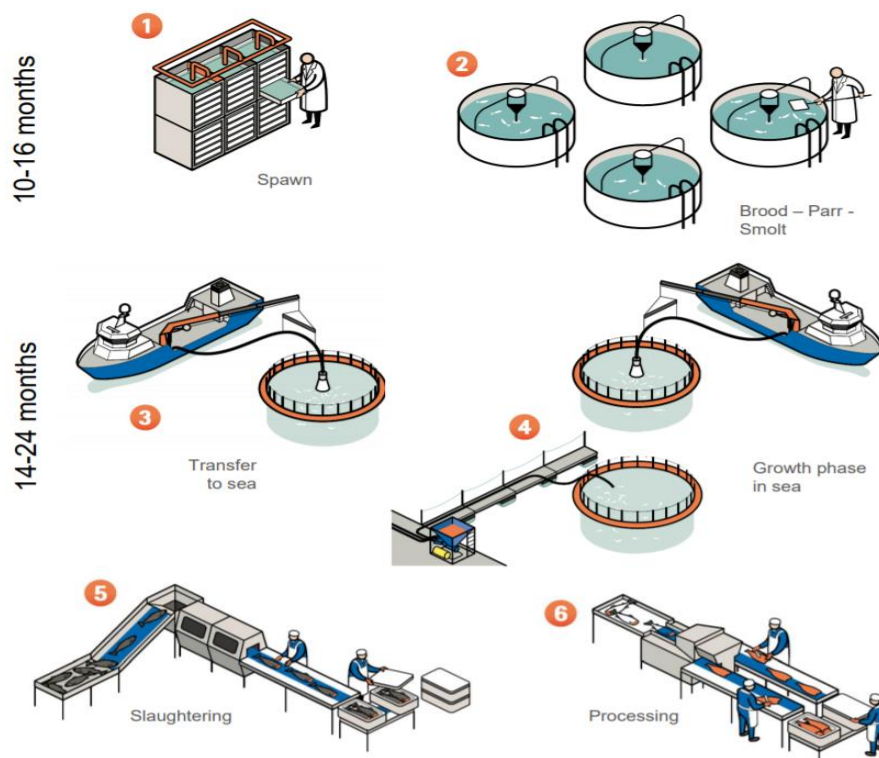
De som sitter i styringssentralen følger nøye med på fôring og produksjonen, og sørger for at alt går som det skal. Her overvåker de merdene med kamera for å se om hvordan fisken har det, om fisken spiser fôr og om fôr går til spille. Ved bruk av følere plassert ved merdene kan en også følge med på vanntemperatur og andre miljøparametere (Paulsen og Skoglund, 2017).

I disse merdene oppdrar en fisk ved å mate den til den vokser til riktig størrelse. Fisken er i merdene i 14-22 måneder og vokser til en vekt på 4-6 kilo før den er klar for slakting avhengig av temperatur og fôring (Måsøval, 2019).

Her blir fisken fôret flere ganger daglig og det brukes store mengder fôr. Det medfører at store kostnader knyttet til oppdrett av fisk i havet er fôr. I vekstperioden er det viktig med riktig næring og at fisken er sunn. Her eksisterer det problemer rundt helse og sykdom, f.eks. lus. Et annet problem er rømming som påvirker miljøet rundt disse anleggene, noe som har fått et stort fokus verden rundt.

Når fisken er klar for slakting så tømmes merdene med brønnbåt og blir fraktet direkte til slakteri eller til kai og deretter med landtransport til slakteri. Fisk er et produkt som skal være ferskest mulig og det er dermed om å gjøre å ha kortest mulig tid fra merdene til sluttprodukt som skal til kundene.

Figur 5: Tidslinje for produksjon av laks



The atlantic salmon life/production cycle (Marine Harvest, 2018, s. 40)

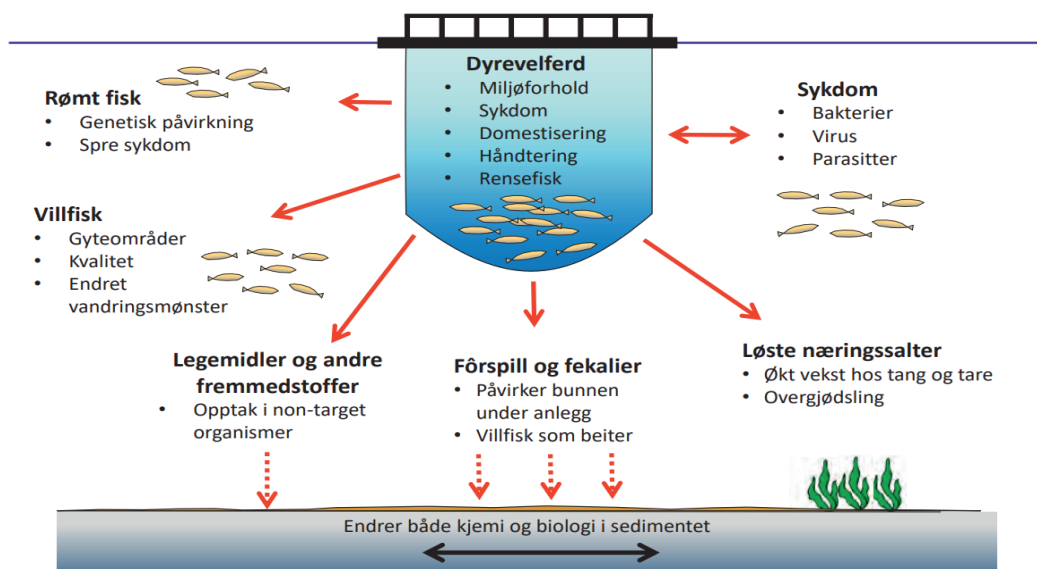
Fiskeoppdrettsnæringen har lenge hatt små endringer i hvordan et anlegg skal være. I lang tid har det vært vanlig med åpne merder i sjø med ikke så dypt vann og relativt kontrollert vann rundt merden. Det har stadig blitt mer fokus rundt problemene rundt denne typen anlegg, alt fra sykdom hos fisken, til forurensing av miljøet rundt merdene og rømming. Problemet ligger i at denne typen oppdrett er

mye billigere enn alternativene, men for å kunne drive bærekraftig og sikre god kvalitet hos fisken kan det være lurt med endringer.

2.2.2 Utfordringer med fiskeoppdrett i åpen merd

Fiskeoppdrett er en viktig næring med stor økonomisk betydning som sannsynligvis bare vil øke. Det meste av oppdrett i Norge i dag foregår via åpne merder i sjøen og dette fører med sine egne problemer.

Figur 6: Miljøpåvirkning fra sjøbaserte anlegg, åpen merd



Miljøpåvirkning fra fiskeoppdrett i åpen merd (Havforskningsinstituttet, 2018, s. 18)

Dyrevelferd i merden

Store mengder fisk blir sluppet ned i merder med begrenset arealet, her må en finne balansen for hvor mye fisk som kan være i en merd uten at det påvirker fiskens velferd. For mange skaper plass problemer, for eksempel fisk som ikke får mat og spredning av sykdom. Det er viktig med gode leveforhold for at fisken skal ha et godt og sunt kjøtt.

Sykdom

På grunn av det tette miljøet i merden så sprer bakterier, virus og parasitter seg lettvidt videre til fisken i merden. Sykdom kan dermed også spres videre til andre fisker rundt merden.

Oppløste næringsalter

Merden avgir oppløste næringsalter som sprer seg til havbunnen og deretter sprer seg videre med strømmer som får tang og tare til å gro i likhet med gjødsling på land. Dette fører til overgroing på havbunnen.

Utslipp fra merden

Fra merden faller det fôr som ikke blir spist, medikamenter og fekalier til havbunnen og sprer seg med strømmen. Dette påvirker miljøet ved at det skaper slam på bunnen. En risiko da er at villfisk spiser og får i seg stoffer som den ellers ikke ville fått i seg, noe som har en ugunstig effekt på økosystemet.

Rømt fisk

Fisk som rømmer fra merden kan bære sykdommer og føre dette videre til villfisken som påvirker økosystemet til villfisken. Samtidig kan rømt fisk pare seg med villfisk, og dermed endre avkommets egenskaper. Fisk fra oppdrett har et lettere liv i forhold til villfisken, hvor den får mat til faste tidspunkt uten å arbeide for det. Samtidig har oppdrettsfisken lite fysisk aktivitet i forhold til villfisken som må svømme over lange distanser i forskjellige strømmer, vann og må fange mat selv. Dette fører til at oppdrettsfisken har dårligere fysiske egenskaper i forhold til villfisken, og har ikke like god overlevelsesegenskaper, hvor disse egenskapene kan bli ført videre til deres avkom.

Villfisk

Anlegg påvirker villfisken i områdene rundt oppdrettsanleggene. Villfisken må finne nye gyteområder som ikke er forurenset. Fisken blir påvirket av sykdom og utslipp fra merden. Hvis områdene rundt anleggene ikke lenger skaper et bra miljø for villfisken, drar de andre steder som er bedre egnet for mat og gyting (Havforskningsinstituttet, 2018, s. 19).

Knapphet på areal

Norges kystlinje med fjorder og alle øyer er på 100 000 km. Det totale arealet innenfor grunnlinjene er på 20 000 kvadratkilometer. Oppdrett i sjø legger i dag beslag på 490 kvadratkilometer. På grunn av begrensninger som produksjonssonene nevnt over med fare for sykdomsspredning og genetisk påvirkning av rømt oppdrettsfisk, så kan fremtidig arealutfordringer bli betydelig større (Lekve, 2012).

Håndtering av utfordringer

Høsten 2015 åpnet Nærings- og fiskeridepartementet for utviklingstillatelser. Dette er midlertidige ordninger med særtillatelser til prosjekter med nye tekniske løsninger som på sikt skal løse noen av utfordringene akvakulturnæringen står overfor. Målet er at teknologien i disse prosjektene skal komme hele næringen til gode. Fiskeridirektoratet deler ut tillatelsene til akvakultur av matfisk av laks, ørret og regnbueørret. Utviklingstillatelsen kan bli konvertert til en ordinær tillatelse etter endt prosjektperiode. Dette kan kun skje hvis kriteriene som er fastsatt for prosjektet er oppfylt. Videre må det betales et vederlag til staten per tillatelse, i tråd med konsumprisindeksen (Fiskeridirektoratet, 2018).

2.3 Landbasert fiskeoppdrett

2.3.1 Hva er landbasert fiskeoppdrett?

Landbasert fiskeoppdrett går ut på å flytte produksjon av fisk fra sjø til land. Her bygger en anlegg på land som skaper et mer kontrollert miljø. Det settes opp tanker fylt med sjøvann som blir pumpet opp fra sjø. Det er i disse tankene fisken vokser til ønsket vekt på rundt 5 kg. I tankene har bedriften mulighet til å kontrollere temperatur, vannverdier og strøm i vannet og lignende for å få best mulige forhold. Disse anleggene gjør at en slipper mange av problemene som eksisterer med oppdrett i sjø, f.eks. rømming, sykdommer og miljøpåvirkningene som skjer i havet.

Selv om landbaserte anlegg eliminerer noen av problemene ved sjøbaserte anlegg er det fortsatt noen utfordringer knyttet til det. En av disse utfordringene er at det er store investeringskostnader knyttet disse anleggene i forhold til åpne merder. På land er det i hovedsak to typer anlegg. Det første er gjennomstrømningsanlegg hvor det hele tiden pumpes store mengder vann fra havet, inn til anlegget og ut igjen. Dette krever store mengder vann og skaper store strømkostnader. Den andre typen er RAS-anlegg (Recirculating Aquaculture Systems), hvor vannet i anlegget blir resirkulert og blir behandlet for å fjerne uønsket bakterier, tilsatt salt og oksygen, for så å bli ført tilbake til tankene. RAS anlegg trenger nøye overvåkning og kontroll over prosessene. Mangel på god kunnskap og eventuelle feil ved anlegget, kan føre til store skader på fisken.

Figur 7: Landbasert anlegg



(Nodland, 2015)

Det er foreløpig ikke en stor mengde bedrifter som har satset på landbasert fiskeoppdrett. I tillegg til dette er det ikke alle som søker som får akvakulturtillatelse til å drive oppdrett på land. Fra Fiskeridirektoratet er det utarbeidet en oversikt for nettsiden Sysla over ni aktører som har fått kommersiell akvakulturtillatelse for oppdrett av matfisk på land med x antall tonn produsert fisk.

1. Salmon Evolution: 13.300 tonn
2. Salmo Terra: 8000 tonn
3. Bulandet Miljøfisk: 3900 tonn
4. Tomren Fish: 3830 tonn
5. Salmofarms: 4550 tonn
6. Fredrikstad Seafoods: 800 tonn
7. Havlandet Havbruk (Havlandet Marin Yngel): 200 tonn
8. Norges miljø- og biovitenskapelige universitet: 6,5 tonn
9. Bioforsk: 4 tonn

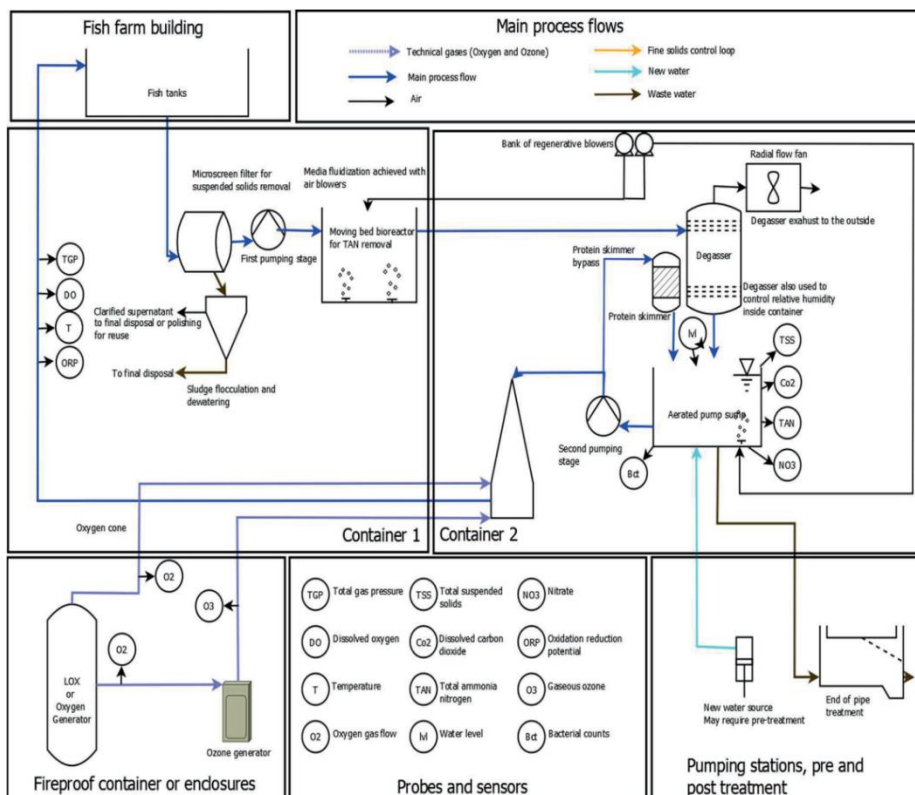
Det er foreløpig ingen av disse aktørene som har begynt med produksjon, da de fleste holder på med bygging av anleggene (Bringsild, 2018). Av disse er det Havlandet havbruk (Havlandet Marin Yngel) vi har vært i kontakt med.

2.3.2 Teknisk beskrivelse

Landbaserte fiskeoppdrett er kort fortalt oppdrett hvor fisken vokser i ulike tanker i en stor hall på land. Fisken kommer som oftest til oppdrett i form av smolt, med mindre oppdrettet produserer sin egen smolt. Her blir den flyttet fra tank til tank etter hvert som den vokser, og til slutt blir den hentet av en brønnbåt som frakter fisken til et slakteri.

Ettersom fiskeoppdretter må produsere en viss mengde fisk for å være lønnsom, trengs det også store tanker som rommer en stor mengde fisk. Disse tankene må også fylles opp med en stor mengde vann, og det er i hovedsak to forskjellige metoder for vanntilførsel. Den ene er gjennomstrømmingsteknologi som hele tiden pumper nytt vann fra sjøen, og den andre metoden er noe som kalles for RAS (Recirculating Aquaculture System) som bruker vannet opp igjen. I vår rapport har vi i hovedsak valgt å se på RAS-teknologien grunnet at det er den mest aktuelle teknologien i dag, da det er denne teknologien de fleste planlegger å bruke (Furuset, 2018). Ved denne måten blir vannet som er "brukt" rensset for sykdommer og tilsatt næringsstoffer som er nødvendig for fisken som salt og oksygen, deretter blir vannet brukt på nytt før det går gjennom den samme prosessen.

Figur 8: Prosesskart over landbasert anlegg



Prosess pilotprosjekt (Havlandet Marin Yngel, prosesskart, u.å)

Ovenfor er en illustrasjon over et containerbasert prosessanlegg for RAS-teknologi.

Steg 1: Her blir vannet pumpet opp av sjøen og blir deretter gjort klart for behandling.

Steg 2: Vannet går så inn i container 2 hvor det blir behandlet og ulike næringsstoffer blir tilsatt. Her blir vannet altså gjort klart for å føres inn i fisketankene.

Steg 3: Videre går vannet via container 1 uten å bli behandlet, og deretter inn i fisketanker.

Steg 4: Etter at vannet har gått gjennom fisketankene blir det ført tilbake til container 1. Her blir ulike partikler fjernet slik at vannet kan brukes om igjen.

Steg 5: Etter å ha blitt rensset for partikler blir vannet så ført inn i container 2 igjen. Her blir mesteparten av vannet brukt om igjen og går dermed gjennom samme prosess om igjen. En liten del av vannet går derimot ut igjen i fjorden etter rensing.

Brannsikker container/beholder: Dette er hvor oksygentanker er lagret, samt en ozon generator. Alt dette blir pumpet inn i vannet før det blir ført inn i fisketankene.

2.3.3 utfordringer med fiskeoppdrett på land

Kjønnsmodning

Tidlig kjønnsmodning er en kjent problemstilling ved tilsetning av saltvann i postmoltproduksjon i RAS-anlegg. Ved produksjon av matfisk på rent ferskvann, er det en betydelig risiko for at hannfisk blir kjønnsmoden under produksjonen. Når det gjelder risikoreducerende tiltak ved tidlig kjønnsmodning av matfisk, er riktig lysstyring, temperatur og salinitet de viktigste faktorene, men er behov for ny kunnskap dette området (FHF, 2018, s. 58).

Vekstproblemer

Realisering av planlagt veksthastighet av matfisk (over 1.5 kg) i RAS anlegg har vist seg å være en stor utfordring. Kunnskap på dette området er begrenset, men stor fisk (over 1.5 kg) ser ut til å være mer miljøsensitiv enn mindre fisk. Grunnen til hvorfor stor fisk er mer sårbar enn mindre fisk er ikke kjent, men de mest sannsynlige faktorene er knyttet til høy fisketetthet, redusert vannkvalitet, og utfordringer med sortering og plassering av fisken i anlegget gjennom livssyklusen (FHF, 2018, s. 66).

Hydrogensulfid i RAS-anlegg

Dannelse av hydrogensulfid (H_2S) i RAS-anlegg er en utfordring. Det dannes slam i anleggene, og når slammet får en viss tykkelse, vil det dannes oksygenfattige forhold. Dette fører til en denitrifikasjon hvor en får ut nitraten som nitrogengass og sulfatreduserende bakterier som omdanner sulfat til hydrogensulfid, ifølge forskningsleder ved NIVA Akvakultur, Åse Åtland (Thomsen, 2018).

Konsekvensen av hydrogensulfid i anlegg vil i ytterste grad vil være at all fisken i anlegget dør og at anlegget må brakklegges (FHF, 2018, s. 58).

Kostnader

Et landbasert fiskeoppdrett har store investeringskostnader og driftskostnader. Det er kostnader som er knyttet til areal, bygging av anlegg, strøm og drift.

Mangel på kunnskap

Teknologien og driften av et landbasert oppdrett er teknisk krevende og krever god kunnskap og kompetanse for å sikre driften. Dersom ansatte ikke har god nok kunnskap angående det de driver med kan det føre til feil som kan være ødeleggende.

2.4 Informasjonskilder

2.4.1 Informasjonskilder

En del informasjon er skaffet fra sekundærdata, dette er blant annet artikler, nettsider, rapporter og statistikker. Noe av sekundærdata som blir brukt en del i oppgaven er informasjon fra fiskeridirektoratet sin nettside og en rapport utarbeidet av NTNU, Sintef, og SNF for FHF (Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering).

Steinvik Fiskefarm

Steinvik Fiskefarm er en bedrift basert i Florøområdet. De driver i dag med fiskeoppdrett, produksjon av rensefisken rognkjeks, og produksjon av settefisk av laks og ørret. Bedriften ble startet 1986 og var etter et års produksjon i toppen av fiskeoppdrett i Norge. De har i dag flere lokaliteter hvor de har sjøbaserte lakseoppdrett, i tillegg til to lokaliteter med settefisk- og rensefiskproduksjon. De har gjennom intervju gitt oss litt primærdata om sjøbasert oppdrett.

2.4.2 Havlandet Marin Yngel

Vi har i sammenheng med denne oppgaven vært i kontakt med en bedrift som heter Havlandet Marin Yngel, hvor vi har skaffet primærdata fra. Dette er en bedrift stasjonert på Fjord Base i Florø, og har lenge drevet med forskning og oppdrett av fisk. Siden 2002 har de produsert yngel og settefisk av torsk, og de har jobbet med algeproduksjon, fôr, klekkeri, starfôring og påvekst. De driver også med oppdrett av rensefisk av arten Berggylt. (INC gruppen, u.å.)

Figur 9: Havlandet Marin Yngel pilotprosjekt



(INC gruppen, u.å)

De har nå planer om å starte et pilotprosjekt for landbasert produksjon av matfisk. I denne sammenheng har de starte en egen bedrift som heter Havlandet RAS pilot AS, men vi kommer til å kalle de med hovednavnet (Havlandet Marin Yngel) gjennom denne oppgaven. Prosjektet er noe som kommer til å være oppe gå i løpet av 2019, og kommer til å bli et anlegg med produksjonskapasitet på 200 tonn. Grunnen til at det ikke kommer til å ha større produksjonskapasitet er at de vil teste ut i hvilken grad selve produksjonen er vellykket. De har vært i kontakt med Innovasjon Norge og fikk 15 millioner til sitt pilotprosjekt. Innovasjon Norge mente dette var et bra prosjekt med tanke på miljø, fiskehelse, fiskevelferd, og økonomi. Selve prosjektet har en kostnadsramme på 50 millioner kroner og de resterende 35 millionene blir finansiert av aksjonerer i samarbeid med Sparebanken Sogn og Fjordane og Sparebanken Vest. (Johansen, 2018)

Figur 10: Havlandet Marin Yngel 10 000 tonns RAS anlegg



(INC gruppen, u.å)

Dersom pilotprosjekt deres er vellykket, er planen deres å sette opp et vesentlig større anlegg. Dette blir et anlegg på 10 000 tonns produksjonskapasitet med hensikt å produsere i lønnsomt i stor skala. Anlegget kommer til å bli plassert på Fjord Base, men på en annen lokasjon på basen enn der Havlandet Marin Yngel er lokalisert i dag. (INC gruppen, u.å.)

En av kontaktpersonene i HMY har tidligere jobbet med sjøbasert fiskeoppdrett. I tillegg har han jobbet i HMY lenge og har dermed erfaringer fra landbasert produksjon av settefisk av torsk og oppdrett av rensfisk berggyllt. Dette gjør at denne personen har kunnskap på begge områder (sjøbasert og landbasert), og kan se på temaet fra to forskjellige vinkler. På bakgrunn av dette er denne personen en troverdig kilde til informasjon. I tillegg har den andre personen ansvar for kostnader, og dermed får vi et komplett bilde over landbasert produksjon.

HMY sier at en av hovedgrunnene til at de satser på land er at konsesjonene er gratis. De holder til i Sogn og Fjordane, som er i rød sone. Det betyr at det blir ikke tildelt flere konsesjoner. De som har sjøanlegg som vil utvide, får ikke gjort dette. Det er også luseplager her, ved å bygge oppdrett på land så unngår en dette. En annen hovedgrunn er at for å unngå problemene som eksisterer ved åpne merder i sjø, så er gjerne et alternativ å måtte reise til bunnen av sjøen. Dette vil sannsynligvis koste milliarder og det ingen konsept utviklet som er sertifisert godkjent. I motsetning så er eksperimenteringen stor på landbaserte anlegg, og det er logistikkmessig lettere.

3. Metode

I dette kapittelet vil vi presentere vårt forskningsdesign, våre metodevalg, ulike rammer, generalisering, og til slutt vårt analyseopplegg.

3.1 Forskningsdesign

Når vi først begynte å tenke på hvilket tema vi ville skrive om, tenkte vi at fiskeoppdrett virket interessant. Vi var derimot ikke helt sikker på akkurat hva vi ville se på innen oppdrettsnæringen. Derfor undersøkte vi nærmere hvordan fiskeoppdrett fungerer, med tanke på produksjon og hvilke problemer som er knyttet til produksjonen og drift. Med andre ord startet vi med det som kan kategoriseres som et eksplorativt design, ettersom vi ikke visste så mye om emnet. Etterhvert som vi fikk mer kunnskap om temaet, snevret vi oss inn på problemstillingen angående hvilke effekter en overgang fra sjø til land ville ha på kvalitet, økonomi, og miljømessig bærekraft. Dermed gikk vi fra et eksplorativt design til et mer deskriptivt design, hvor vi ville beskrive og analysere effektene som følge av overgangen.

3.2 Metodevalg

Vi har i vår oppgave valgt å benytte kvalitativ metode, grunnen til dette er kompleksiteten i temaet vårt. Det ville ikke være hensiktsmessig å foreta en spørreundersøkelse på hvilke effekter en overgang til landbasert oppdrett vil ha på våre valgte områder, ettersom vi går dypt inn i hvert tema. Ettersom en bedrift vil ha sine syn på temaet avhengig av deres posisjon, hentet vi også inn store mengder data fra sekundærkilder. Intervjuene vi har foretatt har en viss lengde, og vi har måttet bearbeide denne informasjonen gjennom transkribering for å kunne dra nytte av den. Primærdataene har blitt hentet inn gjennom intervju, e-post og telefon. Sekundærdataene har i stor grad blitt hentet inn fra rapporter og statistikker funnet på internett, samt bøker.

I vår oppgave har vi valgt dele de ulike temaene inn i hvert sitt kapittel, med andre ord en tredelt oppgave. Dette føles naturlig med tanke på at vi ser på temaet vårt i tre ulike perspektiv, henholdsvis kvalitet, økonomi, og miljømessig bærekraft. Ettersom hvert kapittel trenger mye og komplisert informasjon, har vi valgt å bruke intervju av bedrift og rapporter i hver del. I kapittelet om kostnader brukte vi derimot litt mer statistikker og budsjetter fra rapporter og internett, grunnet at vi ikke fikk budsjetter fra HMY.

Ettersom hele poenget med denne oppgaven er å sette lys på en overgang, har vi valgt å presentere sjøbaserte anlegg og deretter landbaserte anlegg. Med dette menes at i hvert delkapittel forklarer vi først temaet i lys av sjøbaserte anlegg og deretter landbaserte anlegg. Dette skyldes at landbaserte anlegg er en ny teknologi, og for å få et godt bilde av hele temaet må man da vurdere denne løsningen mot de sjøbaserte anleggene.

Grunnen til at vi har valgt å se på de ulike perspektivene er at det i dag er knyttet store problemer til sjøbaserte anlegg. Dette gjelder spesielt bærekraft og miljøpåvirkning fra disse anleggene. Grunnet at dette er en ny teknologi som eliminerer mange problem, er det da hensiktsmessig å se på økonomien, og om det vil påvirke fiskekvaliteten. Dette for å kunne gjøre en god vurdering om landbaserte anlegg er noe som burde satses på eller ikke.

3.3 Generalisering

Generalisering i denne rapporten er det litt vanskelig med tanke på at vi har valgt et kvalitativt forskningsdesign. Det at vi har kun har foretatt noen få intervjuer gjør det vanskelig å generalisere, da dette ikke er representativt for hele bransjen. Dette gjelder spesielt for kvaliteten på fisk og økonomien, da dette er veldig individuelt for hver bedrift.

Med tanke på bærekraft er det likevel muligheter for generalisering, da noe av poenget med å flytte oppdrett på land er å redusere avtrykket på miljøet. Dette er forhold som alle RAS-anlegg har, uavhengig av lokasjon og gjelder dermed hele bransjen.

3.4 Analyseopplegg

Vi har som sagt valgt å dele vår rapport inn i tre deler, hvor hvert tema har et eget kapittel. Grunnen for dette er at det blir mer oversiktlig for leseren og dermed lettere å forstå og få med seg hele budskapet. Analysene går ut på å se på ulike faktorer innenfor sjø- og landbasert fiskeoppdrett og sammenligne, diskutere og reflektere i henhold med problemstillingen vår.

4. Kvalitet

I dette kapitlet vil vi fokusere på kvaliteten av fisken, og hvordan den blir påvirket frem til den ender opp som sluttprodukt. Deretter ser vi på hvordan en klarer å holde målene for kvalitet ved selve produksjonsprosessen og forebygging av defekter som påvirker kvaliteten. Vi vil videre se på hvordan lederens tilnærming er til alle nivåer, funksjoner, prosesser og kontinuerlig forbedring med hensyn på kvalitet. Deretter blir det presentert fremskaffet informasjon og data. I analysedelen vil vi sammenligne kvaliteten ved oppdrett i sjø mot land. Vi vil se på egenskaper ved de forskjellige anleggene og se på styrker og svakheter ved dem. Til slutt vil vi komme frem til en konklusjon og feilkilder.

4.1 Teori og bakgrunnsstoff kvalitet

4.1.1 Kvalitet på design

Kvalitet på design vil si i hvilken grad et produkt kan tilfredsstillere eller overgå kundens forventninger. Kvaliteten på design bærer hovedsakelig i hvilke kriterier kundene stiller til produktet, men det er også viktig å se på selve etterspørselen til produktet, og tilgjengeligheten på materialer. Det kan også være viktig å se på kapabiliteten til en produsent til å produsere produktet. Andre faktorer som bestemmer kvalitetsdesignet på et produkt er produksjonskostnader, lønnsomhet, og hva de ulike konkurrentene gjør med sine produkter. (Nicholas, 2011, s. 91)

4.1.2 Kvalitet på konformitet

Det handler om i hvilken grad produksjonen klarer å holde kvalitetsmålene som er satt i kvalitetsdesignet. For å opprettholde kvaliteten satt i designet, er det to hovedmetoder som blir brukt i lag. Den første er å oppdage defekter ved et produkt eller batch. Under dette går inspeksjoner, tester, og analyser av produktet ved bruk av statistikk for å bestemme kvaliteten ved en batch. Oppdagelse av defekter gjør at kunden ikke får et produkt som er ødelagt, eller har mangler. Denne metoden gjør derimot ikke noe for å forebygge disse defektene. (Nicholas, 2011, s. 91)

Den andre metoden er dermed forebygging av defekter. Forebyggingen skjer ved monitorering og kontrollering av prosessvariasjoner. Gjennom bruk av statistiske prosedyrer, kan en da identifisere

variasjoner som alene kan føre defekter i et produkt. Defekter forårsaket av feil kan bli eliminert gjennom feilsikring av prosessen. (Nicholas, 2011, s. 91)

4.1.3 Total Quality Management

Total Quality Management handler om lederens tilnærming til hvordan alle funksjoner og nivåer i bedriften fokuserer på kvalitet og kontinuerlig forbedring. Her skal det ikke bare være fokus på å gi kvalitet til sluttkunden, men også fokus på å gi kvalitet til bedriftens interne kunder. Ettersom det ikke bare skal gi kvalitet til sluttkunden, er det viktig at absolutt alle i bedriften, fra gulv til toppleder, jobber med forbedringen. Siden det er fokus på kontinuerlig forbedring er det viktig å påpeke at det ikke jobbes mot ett satt mål. Grunnen til dette er at konkurranse i markedet forandres hele tiden, og noen vil alltid forbedre seg for å oppnå en konkurransefordel. I lag med at konkurrenter hele tiden forbedrer seg, vil også kundens forventning forandre seg, noe som gjør at vi må forbedre oss. Til slutt er det også en viss fare for at uten kontinuerlig forbedring, kan kvaliteten falle tilbake til et lavere nivå enn dagens (Nicholas, 2011, s. 91-92).

4.2 Innsamlet data kvalitet

4.2.1 Informasjonsbehov

- Hvordan det blir jobbet med kvalitet i sjøbaserte anlegg kontra landbaserte anlegg? (sjekk og forebygging)
- Kvalitet på fisk produsert i sjøbaserte anlegg kontra landbaserte anlegg?
- Årsaker til nedsatt kvalitet ved sjøbaserte og landbaserte anlegg?

4.2.2 Fremskaffet informasjon og datamateriale

Kvalitetsklasser

Oppdrettslaks kan bli klassifisert i tre kvalitetsklasser, superior, ordinary og production kvalitet. Superior er fisk uten skader og defekter, og gir et generelt godt inntrykk. Ordinary er fisk med begrensede feil, skader eller defekter. Til sist er production kvalitet, som er den dårligste kvaliteten. Her tilfredsstill ikke fisken kravene til enten superior eller ordinary kvalitet, grunnet produktfeil. (årsrapport Mowi, 2018, s. 248)

Kvalitet - sjø

Norsk oppdrettslaks er i dag en høyt etterspurt vare, og noe av grunnen ligger i den høye kvaliteten (Norges sjømatråd, 2019). Fisken vokser seg stor i norske fjorder med rent sjøvann, og unngår dermed forurensningene som ellers kan forekomme andre plasser i verden. I tillegg til dette blir det brukt relativt lite antibiotika i den norske laksen. Dette er en motsetning til hva en stor del av befolkningen tror, og noe som flere aktører nå prøver å bevise, for å få flere til å spise mer laks. Den norske laksen er også rik på næringsstoffer som følge av fôr med godt næringsinnhold, og som sagt lite bruk av ulike medisineringer (Norges sjømatråd, 2017).

Steinvik Fiskefarm legger stor vekt på hvilket fôr de bruker i sin produksjon. Selv om fôret er dyrere enn det litt mindre næringsrike fôret, tjener de inn igjen dette ved at de får et bedre sluttresultat. Fisken er da mye mer næringsrik, og har en mindre fettprosent enn om de hadde brukt et billigere fôr.

Kvalitet - land

Det er som sagt ingen ferdigstilte landbaserte anlegg i Norge per dags dato (april/mai 2019). Dette gjør at det fortsatt er relativt uvisst hvordan kvaliteten på fisken vil bli påvirket. Selv om det ikke er så mange tall og fakta som sier presist hvordan kvaliteten vil bli påvirket, er det fortsatt flere som har undersøkt og kommet med meninger om temaet. Disse personene har undersøkt hvordan kvaliteten har blitt påvirket i andre land med fungerende landbaserte anlegg, og på den måten kommet frem til noen relativt gode prognoser.

HMY mener at hvis produksjonen går som normalt og uten problemer, skal ikke fisken få nedsatt kvalitet ved å bli produsert på land. Fisken vil få riktig næring gjennom fôret, og riktige næringsstoffer fra vannet. I et RAS-anlegg vil det ved resirkuleringen bli tilsatt manglende næringsstoffer som salt om dette skulle være nødvendig.

En fordel med landbaserte anlegg er at en opererer i et kontrollert miljø, som gir mulighet for å optimere forholdene for fisken. Det er mulig å manipulere strømhastigheten, som HMY trekker frem som kanskje den viktigste faktoren for fiskens muskelmasse, farge og fasthet. Sterk strømhastighet gir fisken den trimmen den trenger, som for eksempel simulerer strømmene villaks svømmer i. Oppdrett handler om prosesskontroll ifølge HMY, og landbasert anlegg gir større mulighet for prosesskontroll enn i sjø. Gjennom økt prosesskontroll ser HMY potensiale for å øke kvaliteten på oppdrettsfisk.

Årsaker til nedsatt kvalitet - sjø

Selv om den norske laksen er kjent for sin kvalitet, er det fremdeles noen fisker som ikke kan selges som følge av nedsatt kvalitet. En av hovedårsakene til dette ligger i lakselusen, som etterhvert har blitt et kjent problem med sjøbasert produksjon. Lakselus er et parasittisk krepsdyr som spiser hud, slim og blod fra fisken, og ved store konsentrasjoner av lus på en fisk kan dette lage store sår. Videre kan dette gi fisken anemi, og problemer med osmoreguleringen, og føre til sekundærinfeksjoner. I de verste tilfeller kan lakselusen skape dødelige infeksjoner for fisken. (Veterinærinstituttet, u.å.)

Forekomsten av lakselusen er basert på flere variabler, hvor det er vertstetthet og temperatur som påvirker forekomsten mest. I fiskeoppdrett med stor produksjonstetthet er det påvist at det er størst forekomst. Hvis et oppdrett i tillegg operer i fjorder med relativt høy temperatur vil forekomsten bli eskalert ytterligere (Veterinærinstituttet, u.å.).

Sykdommer er også en årsak til nedsatt kvalitet hos fisk. En av de mest alvorlige virussykdommene for norsk laks er pankreassykdom, som gir lavere vekst og muskelskader. En annen vanlig sykdom er hjerte- og skjelettmuskelbetennelse (Kjørstad, 2017).

I merder med mye fisk og dermed liten plass, kan fisken bli presset mot nøtet i merden. Dette kan føre til skader på finner og skjellene til fisken, ifølge HMY.

Fôr er også en årsak som påvirker kvaliteten, dette kommer vi tilbake til lenger nede.

Årsaker til nedsatt kvalitet - land

Som nevnt ovenfor vil det ikke være noe nedsatt kvalitet på fisken hvis produksjonen går som planlagt, men det er derimot flere risikofaktorer som kan ødelegge kvaliteten. Den første faktoren er risikoen for sykdomsspredning. Selv om inntaksvannet blir behandlet for å redusere risikoen knyttet til sykdommer, kan det likevel fortsatt forekomme. Hvis en først får et utbrudd er risikoen for spredning stor, og dermed at hele beholdning blir smittet. Det er flere kilder til sykdommer, hvor smittespredning gjennom utsett av settefisk og vann er vesentlig.

Videre er det også risiko for nedsatt kvalitet grunnet dårlig vannkvalitet. Det kan oppstå dårlig kvalitet på vannet dersom oppdrettet ikke fokuserer nok på å rense vannet, samt tilsette riktig næringsinnhold og salt. Ved dårligere kvalitet på vannet, kan det være at fisken ikke får i seg nok næring til å vokse i ønsket tempo. En annen årsak til dårlig vannkvalitet er dårlig gjennomstrømming i vanntankene (FHF, 2018, s. 68-70).

Steinvik fiskefarm har et prosjekt med landbasert anlegg som bruker gjennomstrømmingsteknologi. Dette anlegget skal brukes til å produsere smolt, men selve teknologien bak det hele er lik. Noe av grunnen til at de har valgt å ikke bruke RAS-teknologien er sykdommer som kan spre seg, noe som ble nevnt tidligere som et problem ved RAS-teknologi. En annen grunn til at de ikke benytter RAS-teknologi, er redsel for at det skal utvikle seg nye bakteriekulturer, ettersom opptil 95% av vannet blir resirkulert. Risiko for utvikling av bakteriekulturer er noe som ikke er konkret påvist, men som gjør flere aktører usikre på RAS-teknologien.

Sjekk og forebygging - sjø

Ettersom et av hovedproblemene for lakseproduksjon i sjø er lakselus, er det hovedsakelig dette området det blir jobbet mest med i dag. Det er etterhvert kommet flere løsninger for hvordan man kan takle problemet, men ikke så mange for å forebygge det. En løsning som er populær i dag, er bruk av renseskisk. Dette innebærer at man slipper fisker av typen berggyllt eller rognkjeks inn i merdene. Poenget bak dette er at renseskisken som i naturen ernærer seg på parasitter, skal spise lakselus av oppdrettslaksen (Biomar, u.å.).

Videre er det flere metoder enn renseskisk som blir brukt for å avlusne fisken. En slik metode er termisk rensing, hvor det igjen er to metoder. Den ene av disse heter Optilice, og den andre Thermolicer, og likt for begge metodene er at fisken føres gjennom varmt vann for rensing. Forskjellen er at ved Optilice, føres fisken inn i et åpent bad med temperert sjøvann, mens ved Thermolicer blir fisken ført gjennom et rør istedenfor et bad. Termisk rensing vil bare rense fisken for bevegelige lus, og ikke for de fastsittende. Suksessraten av denne typen behandling beregnes å være ca. 94-98%, men det er flere som vegrer seg å bruke termisk avlusning grunnet fiskens velferd. Det rapportert flere skader på fisken som skjelltap, finnesplitting og snuteskader som følge av behandlingen. (Berg, 2017)

En tredje form for avlusning er mekanisk avlusning. Her er det tre former som blir brukt, SkaMik, hvor fisken pumpes ombord i et fartøy og går gjennom et spylekammer og børstekammer. Videre er det FLS-avlusingsystem, hvor fisken blir pumpet gjennom et avlusingsystem med to lavtrykksavlusere. Til sist har vi Hydrolicer, hvor fisken pumpes med halen først, for å så bli spylt med en vannstråle (Berg, 2017).

For å forebygge mot mange av sykdommene, brukes det medikamenter. Det brukes derimot lite medikamenter i norsk oppdrett. I hele den norske oppdrettsindustrien ble det i 2016 brukt 212 kilo

antibiotika, som er det laveste tallet siden 70-tallet. Grunnen til dette er at den norske laksen blir vaksinert mot bakterielle sykdommer (Kjørstad, 2017).

Anlegg og utstyr i seg selv er en smittekilde. Derfor er det viktig med grundig rengjøring og desinfeksjon av anlegg og utstyr, for å hindre og forebygge mot sykdommer (Forebyggende tiltak for å bedre fiskehelsen og fiskevelferden, 2017).

Steinvik Fiskefarm bruker i dag Termisk avlusning, samt rensfisk for å få bukt med lus. På spørsmål om hva avlusningen koster, fikk vi uttalt at det ikke har så mye med kostnaden å gjøre. Det er nødvendigheten bak avlusningen som avgjør valget.

Sjekk og forebygging - land

Ved landbaserte anlegg slipper man som sagt å tenke på lus, men vannet blir da den største faktoren for nedsatt kvalitet. Ettersom vannet brukes om igjen, medfører dette en rekke risikoer som sykdommer, andre skadelige bakterier, og næringsinnhold. For å takle dette problemet blir vannet rensset før det blir benyttet om igjen, samt at det blir tilsatt manglende næringsstoffer. Eventuelt blir det også tilsatt salt for å oppnå riktig salinitet.

I følge HMY så vil prosesskontroll og overvåkning føre til at en forebygger mot mange bakterier, virus, parasitter, og for å kontrollere miljøet rundt fisken. Det vil kunne gi fisken bedre forhold, som igjen vil gi bedre kvalitet hos fisken. Med god overvåkning vil en kunne være tidlig ute å oppdage eventuelle feil, og dermed rette de opp.

Fiskefôr

Fiskefôr er en faktor som vil påvirke kvaliteten til fisken i både sjø- og landoppdrett. I naturen spiser fisk alt fra små byttedyr til større dyr, som fisk og krepsdyr. I tillegg må fisken selv jakte for å skaffe mat, noe som krever energi og gir fisken mosjon, som fører til et fast og fint kjøtt. I oppdrett spiser fisken pellets som inneholder fett, proteiner, karbohydrater, vitaminer og mineraler. Fisken må ikke jakte på maten, og mister dermed noe mosjon. I et oppdrett er det ikke mulig at all fisken får like mye fôr, noe som kan bli enda vanskeligere med for mye fisk i en merd. Hvis noe av fisken sliter med å få tak i fôret, så vil dette føre til at den ikke vokser like rask, får mindre energi, og vil stadig falle mer akterut på fremtidig fôring. For mye fôring vil føre til at mye av fôret går til spille, og kan føre til at fisken blir fet, noe som vil redusere kvaliteten på fiskekjøttet.

Får fisken for lite av viktige næringsstoffer, vil den være mer utsatt for å få sykdommer. Sykdommer setter all fisk i nærheten i fare for å bli smittet. Konsekvenser av dette er blant annet at kvaliteten på fisken vil synke, og i verste tilfelle går hele produksjonen tapt.

Fiskefôr har blitt tradisjonelt laget av fiskeolje og fiskemel. I de senere årene er det blitt forsøkt å bytte dette ut med plantebaserte ingredienser, som rapsolje. Dette har ført til at oppdrettslaks får mindre av de marine omega-3-fettsyrene enn før, men forskning viser til at fisken fremdeles er en god kilde til disse fettkildene. Forskere kunne heller ikke smake forskjell på fisk matet med plantebasert fôr kontra fisk matet med tradisjonelt fôr.

Mattilsynet tar også prøver av fiskefôr fra forskjellige fôrprodusenter på forskjellige steder og tider, og tester for uønskede stoffer og næringsstoffer. Dette gjøres for å kartlegge potensielle farer knyttet til fiskefôr som kan ende opp som en risiko for folkehelse, fiskehelse, fiskens velferd, eller som kan skade miljøet (Havforskningsinstituttet, 2019).

4.3 Analyse

4.3.1 Kvalitet på design

Med bakgrunn i primærdata og sekundærdata, går kvalitet på design ut på om det vil være noen forskjell fra fisk i sjøbasert oppdrett i forhold til fisk fra landbasert oppdrett.

Mye av oppdrettsfisken som eksporteres fra Norge i dag kommer fra oppdrett i sjø. Dette er fisk som er av god kvalitet, men næringen har sett stadige variasjoner pga. sykdommer, miljø og fiskehelse. Det er enda ingen kommersielle fiskeoppdrett på land, da det nå er pilotprosjekter og/eller under bygging. HMY mener likevel at oppdrett på land er en mulig løsning. De ser for seg en del løsninger som gir minst like bra kvalitet på fisken produsert på land, om ikke bedre enn den som blir produsert i sjø. HMY ser for seg bedre kontroll av produksjonen på land i form av at fisken overvåkes nøye hele tiden. Denne overvåkingen går ut på å kontrollere temperaturen, strøm i vannet, riktig fôring, og legge forholdene til rette slik at fisken trives best. Dette skaper et mer kontrollert miljø for produksjonen i forhold til produksjonen til sjøs. Til sjøs er det naturen som bestemmer mange av disse faktorene. Ved å kontrollere disse faktorene i et landbasert anlegg kan en optimalisere produksjonstiden, noe som vil føre til en bedre produksjonstid i forhold til sjø. Ved å ha en kortere produksjonstid på land, vil dette føre til et mindre fôrforbruk ettersom den er raskere slakteklar.

Dette fører til en estimert reduksjon i fôrforbruk i landbasert oppdrett på ca. 20% kontra forbruk ved sjøbasert oppdrett. En mer detaljert beskrivelse finnes under kapittelet om kostnader.

HMY ser på oppdrett på land som et supplement til dagens oppdrett på sjø, og ikke som den eneste nye veien å gå, som kan gi mulighet til økt produksjon selv i områder som er begrenset av produksjonsfargekoden. Ved at oppdrettet på land er skjermet fra havmiljøet, unngår det begrensningen som fargekodene gir, og det samme med brakklegging.

En forskjell fra merder i sjøen til tankene på land, er at fisken i merdene får synlige skader på finner og skinn av å være borti, og dermed skape friksjon mot nøtet i merden. I tankene på landbasert oppdrett så har tankene en glatt membran som ikke skader fisken, slik at fisken vil få et bedre utseende i den grad at HMY ikke klarer å se forskjell på vill fisk og fisk fra landbasert oppdrett.

4.3.2 Kvalitet på konformitet

For å opprettholde kvaliteten satt i designet, er det nevnt to hovedmetoder over. Den første er å oppdage feil tidligst mulig, og den andre er å forebygge mot feil og ting som kan skade fisken og produksjonen.

La oss først se på sjøbaserte oppdrett i dag. Det er i hovedsak tre måter å oppdage feil med produktet i en merd i sjø. Den første er ved å se synlige skader og sykdom på fisken. Ved at merden ligger i sjøen, er det ofte vanskelig å se noe annet enn hva som foregår i overflaten av merden. Det vil si at ofte vil sykdom og dårlig kvalitet på fisken bli oppdaget når den er ved overflaten, eksempelvis ved at det ligger fisk med synlige skader, eller at det ligger mye død fisk ved overflaten av merden.

Den andre måten er når fisken blir tatt opp og skal slaktes. Her vil en se fisken på nær avstand og kan lett finne skader, sykdommer og dårlig kvalitet på fisken, men det vil ofte være for seint da store mengder av fisken allerede kan ha blitt skadet.

Den tredje måten er en indikator på potensiell fare, hvis et annet anlegg innenfor sitt brakkleggingsområde melder fra om påvist sykdom. Dette fører til at merdene må tømmes for fisk og bli rensset. På denne måten får en også sett på sin egen fisk, og se om det er mulige svikt som kan påvirke kvaliteten.

Ved et landbasert oppdrett er det motsatt, her er alle fiskene synlig i tankene til enhver tid. Det betyr at hvis en er flink til å overvåke fisken, så kan feil på fisken bli oppdaget relativt tidlig, og en kan iverksette tiltak for å fikse dette før det går utover de andre fiskene. Samtidig er en viktig del av produksjonen å ha god prosessovervåkning, spesielt med tanke på RAS-anlegg pga. gjenbruk av vann. Hvis vannet viser seg å inneholde noe skadelig for fisken, kan det i verste tilfelle bety at hele batchen går tapt.

Den andre metoden som går på forebygging av defekter, går ut på hva en gjøre for å få en viss kvalitet til en gitt kostnad. Oppdrett i sjø kan være problematisk ved at en ikke kan kontrollere naturen, og hvordan fisken blir påvirket av miljøet rundt. Derfor må en her finne de faktorene som til en viss grad kan kontrolleres. Som nevnt tidligere, er koordinert brakklegging en faktor som hjelper mot å forebygge sykdommer. Det negative med dette er at det bringer med ca. 1 uke hvor fisken må sultes før behandling, og dette kan skje ca. 5-6 ganger i en produksjonssyklus. Dette fører til at en del fisk dør, og at fisken trenger lengre produksjonstid før den er slakteklar, som igjen betyr at det må brukes mer fôr.

Faktorer som temperatur og strøm i vannet er ikke noe som kan kontrolleres, og påvirker hvor lang tid fisken bruker på å bli slakteklar. I merder er det store mengder fisk i et begrenset området som gjør at fisken ikke beveger seg mye, sammen med at det ofte ikke er så sterk strøm, fører dette til at fisken får mye mindre bevegelse sammenlignet med villfisk. Ved svak strøm i sjø, er det ofte for lite oksygen i vannet, slik at anlegget må tilføre oksygen. Dette fører til at oppdrettsfisk får mer fett på kroppen. Kombinerer en dette med at fiskefôr kan inneholde mye fett, blir resultatet en fisk med mye fett og dårlig kvalitet på kjøttet.

Fôr er en stor driftskostnad og står for ca. 50% av totale driftskostnader. Kvaliteten på fôr kan variere veldig. Fra dokumentaren kan en se at billig fôr kan inneholde mye fett, og til og med skadelig materiale for fisken. Eksempelvis er Østersjøen et relativt lukket hav, uten mye gjennomstrømming av nytt vann. Landene rundt Østersjøen forurenses havet mye som påvirker fisken der. Mye av fet fisk som blir fanget her er av for dårlig kvalitet til å bli spist av mennesker. Derfor blir den i stedet transportert til fôr-anlegg i steder som Danmark, hvor fisken blir gjort om til fiskefôr også solgt videre til oppdrettsanlegg. Dette fôret inneholder mye fett og forurensing, som er med på å gjøre kvaliteten på fisken dårligere. Denne fisken ender til slutt på middagstallerken til forbrukeren. Grunnen til dette er igjen kostnaden, for å spare inn på kostnader kan oppdrett uten regulering bruke billig fôr for å kutte ned på kostnader (Guiliano, 2017). For å forebygge dette må det brukes bedre fôr med riktig næring for fisken, som er dyrere, men vil gi bedre kvalitet.

HMY ser på prosessene i sitt pilotprosjekt som svært viktig, de er nøye med detaljer og vil ha kontroll over prosessene. En av tingene de jobber med, er å få en avtale med en eller flere førselskap for å utvikle spesialfôr som er egnet for landoppdrett. Fôret skal oppfylle kriterier som at det skal forurense mindre, og at det teknisk har andre krav til fôret.

De vil også bruke temperatur og styring av strømmen i vannet for å skape optimale forhold for fisken. Fisken vil dermed få en god produksjonstid, og kjøttet i fisken vil bli fastere med mindre fett, som fører til bedre kvalitet.

Vannbehandling er også et viktig punkt som vil fokuseres på. At det er god hygiene på sluser, en god brannmur på vann inn, og at utstyret i anlegget gjør den jobben den skal internt for å sikre god vannbehandling.

Biosikkerheten blir tatt hånd om ved å foreta sykdomstester, og sjekke fisken før den blir kjøpt. Her sørger en for at fisken tester negativt før den blir satt inn i anlegget.

4.3.3 Total quality management

Oppdrett i sjø har i mange år ikke hatt så store endringer, bortsett fra gjerne større anlegg, og noen små steg her og der. Det er først i de senere årene at det har vært fokus på teknologier som endrer seg fra de klassiske merdene. Dette viser til ledernes tilnærming av næringen. Oppdrettene har fungert, og de har tjent penger. Fokuset på miljø og begrensninger i produksjonen, samt økende sykdom, og mer resistente bakterier, har ført til at en blir tvunget til å tenke nytt.

Landbaserte oppdrett har større kostnader sammenlignet med dagens anlegg i sjø. Dette fører til at en hele tiden må tenke på kostnadsreduisering, og mer effektive metoder for å drive et anlegg på land, noe som HMY bekrefter. Det må hele tiden arbeides med kontinuerlige forbedringer for å kunne være konkurransedyktig. For å kunne være konkurransedyktig, må en hele tiden holde seg oppdatert på markedet og teknologier. HMY peker på at det er viktig å ha god kontroll over hele prosessen i anlegget. Dette krever god overvåkning, og ansatte med god kompetanse med fokus på å finne forbedringer. Som nevnt av HMY, har en beveget seg forbi en del av problemene ved anlegg på land allerede fra noen år tilbake, men det dukker stadig opp nye problemer som krever god kompetanse og kreative løsninger. Å løse slike problemer er dyrt og krevende, derfor kan det være vanskelig for enkeltbedrifter å løse slikt på egenhånd, og viser til hvor viktig det er med støtte. Et eksempel er Innovasjon Norge, som støtter deres pilotprosjekt med 15 millioner kroner.

4.4 Konklusjon

I sjøoppdrett finnes mange faktorer som kan påvirker kvaliteten til fisken, som er vanskelig å kontrollere. Det er faktorer som sykdommer, miljø og fiskehelse, hvor sykdommer og lus er de største faktorene som påvirker kvaliteten til fisken. Selve prosessen ved å bli kvitt sykdommer og lus kan også være med på å skape synlige skader på fisken.

Motsatt er dette faktorer som vil være mer kontrollerbar i et oppdrett på land, fordi en har bedre kontroll over hele prosessen og disse faktorene. Dette vil føre til redusert produksjonstid i et oppdrettsanlegg på land, samt et mindre fôrforbruk. Ved å ha god prosesskontroll, vil en også prøve å kunne gi fisken de beste forutsetninger for å oppnå en god kvalitet. Dette er ting som at fisken ser sunn ut, har god fasthet på kjøttet uten for mye fett og smaker godt. HMY ser på prosesskontroll som et veldig viktig punkt. Det innebærer å oppdage feil tidlig og forebygge feil, ha ansatte med god kunnskap som arbeider mot kontinuerlige forbedringer.

Her ser vi for oss at kvaliteten av fisk fra landbaserte anlegg vil kunne være av minst like god kvalitet, om ikke bedre, som fisk fra sjøbaserte anlegg. Dette på bakgrunn av en bedre kontroll og måling av hele produksjonsprosessen, som vil gjøre det mulig å gå mer detaljert inn i , og foreta endringer som sikrer kvaliteten.

4.5 Feilkilder

En feilkilde i dette kapittelet er at mange av kvalitetsfaktorene på landbasert oppdrett er usikre, fordi prosjektene ikke er ferdig bygget. Dessuten er disse prosjektene små i forhold til den skalaen en vil opp til, det er derfor usikkert om effektene på kvalitet forblir de samme i stor skala.

Vi kunne også ha snakket med flere bedrifter for å få deres syn hvordan kvaliteten vil bli påvirket ved et landbasert oppdrett. Da hadde vi hatt flere vinkler på temaet, og kunne kanskje ha funnet flere faktorer som kan påvirke kvaliteten.

5. Økonomi

I dette kapitlet vil vi ta for oss hvor store kostnadene er for sjø- og landbaserte oppdrett. De kostnadspostene vi vil ta for oss er investeringskostnader, produksjonskostnader, og transportkostnader. Til slutt vil vi utføre en nåverdianalyse for å se på lønnsomheten på et 10 000 tonns anlegg for både sjø og land.

5.1 Relevant teori og bakgrunnsstoff

5.1.1 Logistikkens totalkostnad

Sentralt i logistikken er noe som kalles for en forsyningskjedes totalkostnad. Begrepet handler om at alle de forskjellige leddene i en forsyningskjede bør arbeide mot å minimere den totale kostnaden til hele forsyningskjeden. Med andre ord skal de ikke bare fokusere på å kostnadsoptimere sin egen virksomhet, for dette kan gjøre at den totale kostnaden i forsyningskjeden øker. De forskjellige leddene må dermed tenke på hva som vil gagne forsyningskjeden totalt sett når det foretar ulike beslutninger som kan påvirke kostnader (Chopra og Meindl, 2016 s. 15).

5.1.2 Investering

Når det kommer ny teknologi på markedet og bedrifter skal omstille seg, er det ofte knyttet store kostnader til det å bygge/bestille nye maskiner/anlegg, altså er det store investeringskostnader. Poenget med å investere i ny teknologi er ofte at bedriften håper dette vil på lengre sikt gi økt profit, sammenlignet med dagens situasjon. Det kan også være av miljømessige årsaker som utslipp og andre forurensende effekter av dagens produksjonsmåte. For å kunne få en fremstilling av hvordan fremtiden ser ut, lager bedriftene en prosjektanalyse hvor de blant annet setter opp en kontantstrøm. Denne viser ulike kostnader og inntekter over en viss periode, og gir dermed et bilde på hvordan lønnsomheten til prosjektet vil bli. Disse er derimot ikke sikre, ettersom det er vanskelig å se frem i tid, og det kan være at prosjektet ikke ble så lønnsomt som bedriften hadde sett for seg.

5.1.3 Produksjonskostnader

Sentralt i enhver produksjonsbedrift er kostnader knyttet til produksjonen deres. Inkludert i dette, er alle kostnader som inngår i deres produksjon, altså alt som går til å produsere en enhet/batch av et produkt. Vi har det vi kaller direkte og indirekte kostnader, hvor direkte kostnader er kostnader som

kan knyttes direkte til produksjonen, som materialkostnader. Indirekte kostnader kan derimot ikke knyttes direkte til et produkt, og typiske indirekte kostnader er lønn, strøm, og leie. Disse kostnadene vil ikke være hensiktsmessig å knytte opp mot et bestemt produkt, siden dette også er kostnader som går med til andre deler av produksjon/andre produkter. I tillegg til dette skiller vi mellom variable og faste kostnader. De faste kostnadene holder seg uendret innenfor visse grenser, uansett hvor mye eller lite det blir produsert. Motsatt er de variable kostnadene, som varierer etter produsert eller solgt mengde. (Stoltz, 2015)

For fôrkostnader har vi noe som kalles en økonomisk fôrfaktor, som benyttes i lønnsomhetsberegninger. Denne regnes ut ved å ta fôrlager 01.01 per år + fôrkjøp - fôrlager 31.12. Fôrfaktoren sier hvor mange kilo fôr fisken må ha for å vokse et kilo (Misund, 2018), og det er om å gjøre å holde denne lav. I tillegg regner Fiskeridirektoratet ut en fôrpris ved å ta fôrkostnad/ (fôrlager pr. 01.01. + fôrkjøp - fôrlager pr. 31.12.) (Fiskeridirektoret og deres statistikker)

Ifølge SSB er WFE (rundvekt) vekten av fisken før den blir sløyd. Vekten av sløyd fisk blir dermed omregnet til rund vekt ved hjelp av omregningsfaktor på 1,067 (Statistisk sentralbyrå, 2019).

5.1.4 Transport

Kostnader knyttet til transport er en av de største kostnadspostene i logistikken. Det er dermed viktig å tenke på hvilket tidsrom bedriften må levere varene innen, og til hvilken kostnadsramme som bedriften operer med. Grunnen til dette, er at det store forskjeller i hvor lang tid og hvor mye de ulike transportmidlene koster. Et eksempel på dette er flytransport, som får varen/varene fort frem, men koster mye. Motsatt har vi skip som kan frakte store mengder til en lav kostnad, men bruker lang tid på selve transporten (Chopra og Meindl, 2016, s. 65).

5.1.5 Effektivitet

Effektivitet handler om at en bedrift bør utnytte sine ressurser best mulig, som å ikke sløse med tid, eller utnytte material dårlig. Målet er å utnytte ressursene på best mulig måte, i tillegg til å eliminere unødvendig elementer som gir økt sløsing. Flere bedrifter har fått øynene opp for Toyotas produksjonsmåte, og prøver å implementere lean-tankegangen i sine prosesser. Her eliminerer man sløsing samtidig som man fokuserer på å gi økt kunde verdi, altså vil de skape merverdi for kunden med mindre innsats av ressurser. (Nicholas, 2018, s. 57)

5.1.6 Nåverdimetoden

Nåverdimetoden er brukt for å undersøke om et prosjekt er lønnsomt eller ikke. Det blir gjort ved at en diskonterer fremtidige kontantstrømmer til dagens verdi. For å kunne utføre en nåverdianalyse må man vite investeringskostnad, kontantstrøm, levetid, og avkastningskrav. Diskonteringsrenten er avkastningskravet justert for risiko. Avkastningskravet er den laveste avkastningen en bedrift godtar for at investeringen skal bli lønnsom. (Rammen, 2019)

5.2 Data og analyse

5.2.1 Informasjonsbehov

- Totalt investeringsbeløp landbaserte anlegg kontra sjøbaserte?
- Produksjonskostnader og driftskostnader ved hav- og landbaserte anlegg?
- Transportkostnader ved hav- og landbaserte anlegg

5.2.2 Fremskaffet informasjon/datamateriale og analyse

5.2.2.1 Investeringskostnader

Når det kommer til kostnader i fiskeoppdrett både ved sjøbaserte og landbaserte anlegg, vil dette variere veldig. Dette er grunnet i at ulike aktører har ulike krav til f. eks. størrelse og teknologi. Med andre ord er det stor forskjell i investeringsbeløp fra bedrift til bedrift, hvor spesielt størrelse og produksjonsløyve er hovedgrunnene til forskjell i pris.

Investeringskostnader sjø

Et sjøbasert oppdrett har flere store investeringskostnader. Den største kostnaden ligger i produksjonsløyvene/MTB løyver. MTB står for maksimalt tillatt biomasse, og regulerer hvor stor mengde fisk en oppdretter kan ha i anlegget sitt til enhver tid. Hvert løyve er på 780 tonn fisk, og en oppdretter kan ha flere løyver samtidig. Hvor mye løyvene koster varierer også, men i rapporten fra FHF har de satt en kostnad på 93 600 000 kr per løyve. Videre varierer investeringskostnaden etter hvor mange lokaliteter en bedrift har, og hvor mange merder som er i hver lokalitet. Antallet merder kommer an på hvor stor mengde fisk som er planlagt til hver lokalitet. For å bestemme antall merder og annet utstyr som skal være ved hver lokalitet, har FHF rapporten utarbeidet en produksjonsplan. Denne viser utviklingen i biomasse, og hvor mye som må være i hver lokasjon for å utnytte MTB-løyvet fullt ut. Derfor viser den også hvor mye som må slaktes og når. Det er også tatt høyde for svinn

i denne planen, og dermed hvor mange flere settefisker som må kjøpes inn for å veie opp for forventet svinn. Utenom disse variablene trenger hvert anlegg fôrflåte, kontorbygg, arbeidsbåter, tomt og kaiområdet, og landstrøm. (FHF, 2018, s. 50)

Under er en budsjettmal for et sjøbasert anlegg med Y lokaliteter og X merder i hver lokalitet. Dette er hentet fra FHF rapport, og de har tatt noen forutsetninger når de har regnet seg frem til investeringskostnaden. De har 9 løyver som til sammen er 7020 tonn MTB, og regner med å produsere 14 000-15 000 tonn fisk per år. Videre har de planlagt 4 utsett per år med 775 000 fisker hvert utsett, hvor hver fisk er 100 gram. Dette er 3 100 000 fisker, og her er det tatt med 8 % svinn i løpet av produksjonen. Størrelsen på merdene er satt til 130-metring med 25 000 m³ kapasitet. Hver lokalitet har så en fôrflåte, og en liten arbeidsbåt. Vi kommer til å ha de samme forutsetningene i vår utregning.

Figur 11: Budsjettmal sjøbasert fiskeoppdrett fra FHF rapport

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

Investeringer i sjøbaserte påvekstanlegg (FHF, 2018, del 2 s. 53)

Figur 12: Investeringskostnader sjø, 100-grams smolt, basert på forutsetninger fra FHF rapport

Per lokalitet	Stk	Pris	Sum	Levetid	Årlig avskr. og rente
Merder, 130-metring (inkl. oppankring)	4	kr 1 375 000,00	kr 5 500 000,00	8	kr 816 903,00
Notpose	4	kr 300 000,00	kr 1 200 000,00	3	kr 432 418,00
belysning, sensorikk, førslange	4	kr 157 500,00	kr 630 000,00	3	kr 227 020,00
Fôrflåte	1	kr 20 000 000,00	kr 20 000 000,00	10	kr 2 465 819,00
Arbeidsbåt - liten	1	kr 450 000,00	kr 450 000,00	10	kr 55 481,00
Sum per lokalitet			kr 27 780 000,00		kr 3 997 641,00
Sum alle lokaliteter i selskapet	8	kr 27 780 000,00	kr 222 240 000,00		kr 31 981 128,00
Arbeidsbåt - stor	1	kr 3 000 000,00	kr 3 000 000,00	10	kr 369 873,00
Kontorbygg	1	kr 15 000 000,00	kr 15 000 000,00	20	kr 1 103 726,00
Tot. invst. utstyr og prod.fasiliteter			kr 240 240 000,00		kr 33 454 727,00
Tomt og kaiområde	1	kr 20 000 000,00	kr 20 000 000,00		kr 800 000,00
Strøm (landstrøm)	1	kr 20 000 000,00	kr 20 000 000,00		kr 800 000,00
Produksjonsløyve	6	kr 93 600 000,00	kr 561 600 000,00		kr 22 464 000,00
Tot. tomt, løyve og infrastruktur			kr 601 600 000,00		kr 24 064 000,00
Sum, hele selskapet			kr 841 840 000,00		kr 57 518 727,00

Ovenfor er et budsjett basert på de samme forutsetningene som i rapport fra FHF. Dette har blitt nedskalert til 6 istedenfor 9 løyver, og gir en årlig produksjon på rundt 10 000 tonn ferdig fisk. Det er 8 lokaliteter som er lagt til grunn. Her har vi utarbeidet en produksjonsplan med 4 utsett med 540 000 settefisker i hvert utsett, hvor det er tatt høyde for svinn på 8 %. I produksjonsplanen fant vi at den største totalvekten som mest sannsynlig vil forekomme på en lokalitet er 2146,1 tonn. Med en maks tetthet på 25 kg per m³, blir det da et minimumsbehov for 85 844 m³ per lokalitet (2 146 100/25). Hvis hver merd da rommer 25 000 m³, trengs det 4 merder per lokalitet. Dette gir da en totalkostnad på 27 780 000 kr per lokalitet og 222 240 000 kr for alle 8 lokalitetene. Arbeidsbåt, kontorbygg, tomt, og landstrøm er det samme som i budsjettmalen. Ettersom vi her trenger 6 løyver blir denne kostnad kraftig redusert fra 9 løyver. Totalt blir det 561 600 000 kr for løyver. Total investeringskostnad blir da 841 840 000 kr.

Investeringskostnader land

Investeringskostnadene til landbaserte anlegg kan deles inn tre kostnadsposter, hvor den ene er knyttet til tomt, den andre er knyttet til bygg, og den tredje er knyttet til vannbehandling. Ut av disse tre er det bygg og vannbehandling som er de største kostnadene. Inkludert i byggekostnaden er selve bygningen, elektriske installasjoner, andre installasjoner, og betongarbeid. I kostnaden knyttet til vannbehandlingen er det selve teknologien bak behandlingen/utstyret som koster mest. Det er ingen behov for MTB-løyver i landbasert produksjon, grunnet at staten har fritatt landbaserte anlegg for dette.

HMY jobber foreløpig med et pilotprosjekt for å undersøke om de klarer en vellykket produksjon av matfisk på land. Dermed er ikke målet deres i pilotprosjektet å ha en lønnsom produksjon, men heller å gå i null, og innhente driftskunnskap og erfaring. Hvis pilotprosjektet derimot er vellykket, er planene deres å bygge et 10 000 tonns anlegg lenger ute på Fjord base i Florø. Her er målet å produsere lønnsomt, og dermed ønsker de å produsere i vesentlig større skala (10 000 tonn) enn det de tenker å gjøre i pilotprosjektet (200 tonn). Dette gjør at investeringskostnadene her kommer til å øke drastisk, og de ser for seg totale investeringskostnader på rundt 900 000 000 kr. I vår analyse kommer vi til å ta utgangspunkt i dette anlegget, altså 10 000 tonns anlegg med en investeringskostnad på 900 000 000 kr.

Analyse/sammenligning av investeringskostnader

	Total investeringskostnad
Sjøbasert fiskeoppdrett	786 280 000 kr
Landbasert fiskeoppdrett	900 000 000 kr
Differanse	-113 720 000 kr

Som en kan se i tabellen ovenfor, er det dyrere å investere i et landbasert anlegg kontra et sjøbasert anlegg. Investeringskostnaden ved et sjøbasert anlegg er på 786 280 000 kr, noe som er vesentlig lavere enn et landbasert anlegg, som koster 900 000 000 kr. Forskjellen er på 113 720 000 kr. Det er også viktig å tenke på at det er en betydelig usikkerhet ved investeringskostnadene knyttet til landbasert anlegg. Denne teknologien er i et tidlig stadie, og med en læringskurve som peker oppover vil nok disse kostnadene reduseres etterhvert. Normalt når teknologien utvikles og modnes, reduseres også investeringskostnadene ved teknologien. Det er grunn til å anta at dette også vil skje i denne bransjen.

En annen viktig faktor er MTB løyvener for sjøbaserte anlegg. Dette er en variabel kostnad hvor prisen blir bestemt gjennom auksjon. Siden dette er en så stor del av investeringskostnaden, vil en svingning i denne prisen påvirke total kostnaden mye. Det er også verdt å merke seg at en pris på 93 600 000kr per løyve ikke er en høy pris, noe som betyr at investeringskostnader kan være høyere.

5.2.2.2 Produksjonskostnader

Sjøbasert fiskeoppdrett: I likhet med investeringskostnadene vil også produksjonskostnadene variere noe, og hovedforskjellen her ligger i størrelsen på settefisken og antall settefisk. Det er også variasjoner i produksjonskostnader basert på hvor i landet fiskeoppdrettet er plassert (Fiskeridirektoratet, 2018). Videre har rapporten tatt noen forutsetninger angående kostnader per enhet, samt antall ansatte og ledere basert på data hentet fra SSB. De har også tatt noen forutsetning angående fôrpris, strøm, diesel, vedlikehold, forsikringer, og finanskostnader. Dette er illustrert i vedlegg nr. 1 og 2. I tillegg til dette har de satt en pris på 12 kr per settefisk. I våre beregninger kommer vi til å ta de samme forutsetningene.

Det er flere ulike kostnadsposter som inngår i produksjonskostnaden til et sjøbasert oppdrett. I de variable kostnadene har vi de samme postene som er vist i vedlegg 1, samt en kostnad knyttet til settefisk. De største kostnadene er fôrkostnad og settefiskkostnad, hvor fôr utgjør 52%, og settefisk utgjør 10 % av totalkostnadene. I de faste kostnadene inngår de kostnadene som er vist i vedlegg 1. Under er et budsjett for totale kostnader per år og kg, for 100-grams settefisk.

Figur 13: Produksjonskostnader 100-grams settefisk med årlig produksjon ca. 14 271,3 tonn fra FHF rapport

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

Totale kostnader per år og per kg. 100-grams settefisk (FHF, 2018, del 2 s. 64)

Ved sjøbaserte oppdrett er det også knyttet en del kostnader til avlusing av fisken. Det er tidligere nevnt flere metoder for hvordan man kan avluse fisken, og følgende er det også ulikt kostnadsnivå ved de forskjellige metodene. I tillegg er det også ulikt behov for hvor mange avlusinger som er nødvendig i løpet av produksjonstiden. Dette varierer avhengig av lokasjon. I vedlegg nr. 3 vises

forutsetninger om kostnader og tap per avlusing. Vi tar igjen utgangspunkt i 100-grams settefisk. Ifølge FHF rapporten vil direkte avlusingskostnader per kg være på 1,5 kr ved 5 avlusinger og 3 kr ved 10 avlusinger (FHF, s. 67). I tillegg til dette vil også produksjonskostnader per kg øke grunnet svinn under avlusing, og dermed mindre produksjonsmengde.

Vi har også funnet en rekke statistikker fra Fiskeridirektoratet, med blant annet ulike oversikter for lønnsomhet i 2017. Det er ikke kommet ut noe statistikk for lønnsomhet i 2018 enda, da denne ikke er ferdig utarbeidet. Statistikkene inkluderer førkostnad og kostnad per kilo fisk. Filene er lagt til som vedlegg nr. 5, 6. I budsjettet under ser en hvordan kostnad per kg fisk er med data fra Fiskeridirektoratet. I «annen driftskostnad» er fiskehelse og vedlikehold. Ettersom det ikke står noe om hva som inngår i fiskehelse, antar vi at avlusing inngår i denne posten.

Vi har utarbeidet en egen produksjonskostnad basert på størrelsen 10 000 tonn produksjon per år og 6 løyver. Det har blitt foretatt to utregninger, en basert på tallene hentet fra Fiskeridirektoratet, og en basert på de samme forutsetningene som i rapport fra FHF.

Figur 14: Produksjonskostnader sjøbasert anlegg med årlig produksjon ca. 10 000, basert på tall på fiskeridirektoratet.

fra fiskeridirektoratet (2017)	totalt	pr kg
Smolkostnad	kr 34 300 000,00	3,43
førkostnad	kr 143 800 000,00	14,38
forsikringskostnad	kr 1 300 000,00	0,13
lønnskostnad	kr 27 300 000,00	2,73
avskrivninger	kr 19 400 000,00	1,94
annen driftskostnad	kr 81 300 000,00	8,13
netto finanskostnad	kr 200 000,00	0,02
produksjonskostnad	kr 307 400 000,00	30,74
slaktekostnad inkl. fraktkostnad	kr 30 900 000,00	3,09
sum kostnad	kr 338 400 000,00	33,84

Ovenfor er utregningen av produksjonskostnader basert på tall fra fiskeridirektoratet. Her er kostnadene per kg multiplisert med 10 000 000 kg for å få totalkostnadene for 10 000 tonn. Her blir da produksjonskostnaden 307 400 000 kr pr år. Dette er produksjonskostnader i WFE (rundvekt)

Figur 15: Produksjonskostnader sjøbasert anlegg med årlig produksjon ca. 10 000, basert på forutsetninger fra FHF rapport

Produksjonskostnader basert på rapport	Kostnad	Pr kg	Pr kg (WFE)	% av totalkost
Settefisk	25 920 000,00	2,59	2,77	9 %
Fôr	143 880 000,00	14,39	15,35	51 %
Lønnskostnad	17 304 300,00	1,73	1,85	6 %
Energi	538 560,00	0,05	0,06	0 %
Diesel	2 772 000,00	0,28	0,30	1 %
Service/vedlikehold	12 012 000,00	1,20	1,28	4 %
Andre variable driftskost	3 500 000,00	0,35	0,37	1 %
Forsikring biomasse	5 148 171,50	0,51	0,55	2 %
Rente på arbeidskapital	8 641 439,26	0,86	0,92	3 %
Sum variable kostnader	219 716 470,76	21,97	23,44	78 %
Ledelse	4 875 000,00	0,49	0,52	2 %
Forsikring bygg og anlegg	85 950,00	0,01	0,01	0 %
Avskrivning og rentekostnad på investering	57 518 727,00	5,75	6,14	20 %
Sum faste kostnader	62 479 677,00	6,25	6,67	22 %
Produksjonskostnader pr. kg	282 196 147,76	28,22	30,11	100 %

Ovenfor er et budsjett basert på de samme forutsetningene som i rapport fra FHF. Dette budsjettet er nedskalert fra budsjettet i rapporten, hvor vi har basert oss på samme størrelse som i investeringsbudsjettet. Dette har gjort at settefisk, fôr, og lønnskostnader har litt andre størrelser. Det er 2 160 000 settefisker, og det er 27 ansatte med lønn på 640 900 kroner. Fôrkostnaden tar vi for oss nærmere lenger nede. Forutsetningene for beregninger er lagt ved i vedlegg 8.

Landbaserte fiskeoppdrett:

Ifølge rapporten fra FHF har de regnet seg frem til en samlet produksjonskostnad på 245 405 685 kr per år eller 43,6 kr per kilo fisk før slakt. Vi ser ut ifra kalkylen nedenfor at de største kostnadene ligger i fôr, som er på 95 212 747 kr (16,9 kr per kilo fisk), og i energi/strømkostnader har de regnet seg frem til en kostnad på 28 800 000 kr (5,1 kr per kilo fisk). Kostnader knyttet til fôr og energi står dermed for 51% av de totale produksjonskostnadene til et anlegg på 6 000 tonn produksjonskapasitet.

Figur 16: Produksjonskostnad per år og per kg. landbasert anlegg. Hentet fra FHF rapport

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

Totale produksjonskostnader per år og gjennomsnittskostnad per kg levande vekt (FHF, 2018, del 2. 17)

Vi fikk ikke produksjonskostnader fra HMY, og dette gjør at vi har måtte basert oss på rapporter. Vi har heller ikke forutsetningene for å regne ut produksjonskostnader for en bedrift hvor de kjøper inn settefisk. Ettersom det er ingen i Norge som har en fullt operasjonell drift er det store forskjeller i prognoser for produksjonskostnader. I EY sin analyse for fiskeoppdrett for 2018 presenterer de en tabell med tre ulike produksjonskostnader hentet fra andre rapporter, henholdsvis 30 kr (DNB, 2017), 34 kr (2016, Liu et al), og 38,7 kr (Bjørndal, 2017). Tabell med ulike produksjonskostnader er lagt til som vedlegg nr. 4. Dette viser at det er et stort sprang fra laveste til høyeste produksjonskostnad. Det er verdt å merke seg at de fleste av disse rapporten er rettet mot landbaserte anlegg hvor de produserer smolten selv. Vi har allikevel valgt å ta utgangspunkt i en kostnad på 43,6 kr per kg for å vise lønnsomhet ved en høy kostnad.

Fôrkostnad

Ettersom fôrkostnad er en så stor kostnadspost tar vi det for oss nærmere her.

Fôrpriser varierer litt etter lokasjon på fiskeoppdrettet, samt størrelsen på bedriften.

Fiskeridirektoratet har utarbeidet en statistikk over fôrpriser og økonomisk fôrfaktor fra 2008-2017.

Her er gjennomsnittsprisen for hele landet 10,90 kr per kg. Den høyeste prisen har Finnmark og Troms, og den laveste prisen har Møre og Romsdal. Ved bedriftsstørrelser er det de små bedriftene som har høyest pris på 11,26 kr, og de mellomstore selskapene har en pris på 10,65 kr.

(Fiskeridirektoratet, 2018). Fôrfaktor og fôrpriser hentet fra Fiskeridirektoratet er lagt ved i vedlegg 6. HMY ser for seg en fôrfaktor på 1,1, da de fjerner faktorer som høy dødelighet som ofte forekommer i havet. I tillegg er det mindre produksjonstid da de slipper avlusing som øker produksjonstiden og dermed fôrforbruket.

Den økonomiske fôrfaktoren til de sjøbaserte anleggene var i 2017 for hele landet på 1,32. Det samme året var gjennomsnittsprisen på fôr for hele landet på 10,9 kr per kg. Dette gir oss en kostnad på $10,9 \cdot 1,32 = 14,388$ kr per kg fisk. Ved et 10 000 tonns anlegg blir da årlig fôrkostnad på $14,388 \text{ kr} \cdot 10\,000\,000 \text{ kg} = \mathbf{143\,880\,000 \text{ kr}}$

Ved en fôrfaktor på 1,1 blir da fôrkostnaden per kg fisk produsert på $1,1 \cdot 10,9 = 11,99$ kr. I et 10 000 tonns anlegg blir da total fôrkostnad på $11,99 \cdot 10\,000\,000 = \mathbf{119\,900\,000 \text{ kr}}$

Her ser vi en besparelse på $143\,880\,000 - 119\,900\,000 = \mathbf{23\,980\,000 \text{ kr per år.}}$

Oversikt totalkostnad for fôr

	Hav	Land
Fôrkostnad	143 880 000 kr	119 900 000 kr
Differanse	23 980 000 kr	

Analyse/sammenligning av total produksjonskostnader

I driftskostnader ser vi at en bedrift ikke sparer på å gå over til landbasert produksjon.

Produksjonskostnaden per kg fisk på land er 43,6 kr (FHF s. 14), hvor produksjonskostnaden per kg fisk i sjø er 30,11 kr, og med 5 avlusinger vil denne øke til 31,61 kr.

Oversikt totale produksjonskostnader

	Sjø	Land
Produksjonskostnad kg	30,11	43,6
Produksjonskostnader kg med avlusing uten svinn	31,61	43,6
Totale Produksjonskostnader	316 100 000	436 000 000
Differanse	-119 900 000	

Vi ser her at en bedrift ikke sparer på å gå over til landbasert produksjon. En har en årlig økning i driftskostnader på 119 900 000 kr. Som nevnt tidligere er dette høyst usikre og bedriftsspesifikke tall. Igjen så vil nok disse kostnadene reduseres etterhvert som oppdretterne lærer å drive på en mer effektiv måte. Også etterhvert som teknologien utvikles vil nok dette gjøre at bedrifter får en reduksjon i kostnader. Produksjonskostnadene vil mest sannsynlig også være lavere hos HMY ettersom de ikke planlegger å produsere smolten selv.

En annen faktor som ikke er tatt høyde for her er svinn ved avlusing. Ved høyt svinn under avlusing vil produksjonskostnader per kg fisk også øke. Ettersom lus også kan ødelegge kvaliteten på fisken, vil det dermed være en risiko for redusert inntjening. Dette er fordi en lavere kvalitetsklasse har lavere pris per kg.

Produksjonskostnadene til sjøbaserte anlegg har også steget nesten kontinuerlig siden 2008, og det er en risiko for at de kommer til å fortsette å stige. Dette vil dermed påvirke totalkostnaden, ettersom landbaserte produksjonskostnader mest sannsynlig kommer til å synke, vil forskjellene kanskje jevnes ut over tid.

Selv om du ikke sparer på å gå over til land, skal vi senere se på om det fremdeles er lønnsomt å gå over til land.

5.2.2.3 Transportkostnader

Sjøbasert fiskeoppdrett: I sjøbaserte anlegg blir den ferdige matfisken hentet med brønnbåt, og sendt direkte til et slakteri. I tillegg til dette er det også knyttet transportkostnader til avlusing, ettersom fisken må transporteres vekk fra anlegget til en ekstern aktør som utfører avlusningen. Vi har ikke lyktes i å finne spesifikke tall på transportkostnader knyttet til avlusningen. Her har vi kun funnet tall på totalkostnader ved avlusningen. I tillegg til dette vil transportkostnadene variere ettersom det er flere metoder for avlusing, der noen benytter brønnbåt mens andre bare pumper fisken ombord i et annet fartøy hvor avlusningen foregår.

Ifølge fiskeridirektoratet sine statistikker var den samlede fraktkostnaden per kg produsert fisk, inkludert slakt, i 2017 på 3,09 kr (lønnsomhet matfisk, kostnad per kg). De har ikke enda utarbeidet statistikk for 2018 (Fiskeridirektoratet, 2018).

Landbaserte fiskeoppdrett: Selv om RAS-teknologien gjør det mulig å plassere et fiskeoppdrett hvor som helst på land så lenge som det er tilgang på tilstrekkelig mengde vann, og annen infrastruktur, blir foreløpig mesteparten av anleggene plassert ved sjø. Dette gjør at brønnbåter ofte blir brukt som transportmiddel, ettersom det er en allerede etablert transportform. Her er nettverk og rutiner allerede utarbeidet som følge av produksjonen som blir gjennomført i tradisjonelle merder. I tillegg brukes brønnbåter i dag til å hente smolt fra landbaserte anlegg, så teknologien finnes også allerede for henting på land. HMY ser også for seg å kunne benytte brønnbåter i sin transport. Siden de kommer til å plassere sitt anlegg på en lokasjon med tilgang på kai, regner de med at de kommer til å bruke brønnbåt, i likhet med de sjøbaserte anleggene. Selv om de ser for seg å kunne bruke brønnbåter, er det fortsatt noen områder som må tenkes litt på, som at fisken som skal hentes ut fra deres anlegg, er vesentlig større enn ved et smoltanlegg. I et smoltanlegg er fisken på rundt 0,1-0,5 kg, mens ved deres anlegg kommer fisken til å være på 4-6 kg. Når de eventuelt begynner å produsere i større skala, sier de at de mest sannsynlig må gjøre en avveining på hva som blir mest lønnsomt; enten ha eget slakteri, eller transportere med brønnbåt til eksternt slakteri. Dette er noe de ikke kan ta stilling til helt enda, ettersom det ikke er så mange som har bygget et fullt operativt anlegg med storskala produksjon, og at en dermed ikke har nødvendig informasjon til å ta stilling til dette.

Det er også noen bedrifter som velger å plassere sine landbaserte anlegg i landene som de planlegger å levere til. Blant annet har bedriften Atlantic Sapphire skaffet kapital for å kunne bygge et landbasert anlegg i Florida, USA. Ved å gjøre dette sparer bedrifter transportkostnader, som ellers ville ha påløpt ved å frakte fisk fra eksempelvis Norge til USA med fly (Bringslid, 2019). I tillegg til dette sparer de også miljøet for utslipp, som ellers ville ha forekommet fra transporten.

Analyse/sammenligning

Etttersom de fleste av de landbaserte anleggene mest sannsynlig blir plassert ved kysten, grunnet bedre tilgang til vann og infrastruktur blir det ikke noen store forskjeller i transport av ferdig fisk. Ved både sjøbasert og landbasert anlegg vil det være naturlig å benytte brønnbåt for å frakte ferdig utvokst fisk fra anlegget til et eksternt anlegg. Saken kan derimot bli litt annen om en landbasert bedrift bestemmer å slakte fisken selv. Da eliminerer de fraktkostnaden til slakteriet, men det kommer med en hel del andre kostnader som må tas med i beregningen. Dette er derimot ikke en del av transportkostnadene, og blir ikke tatt med i dette avsnittet. Med utgangspunkt i 3,09 kr per kg fra Fiskeridirektoratet sine data vil da transportkostnad i lag med slakt for et 10 000 tonn anlegg være $3,09 \text{ kr} * 10\,000\,000 \text{ kg} = 30\,900\,000 \text{ kr}$

Videre har de sjøbaserte anleggene transportkostnader knyttet til avlusing av fisken som de landbaserte anleggene ikke har grunnet elimineringen av luseproblemet på land. Ofte går transportkostnadene inn i selve prisen på avlusingen og vi tar dermed dette for oss i produksjonskostnadene.

Mest sannsynlig vil ikke transportkostnadene økes ved å produsere på land. Dette er grunnet at de fleste anleggene kommer til å benytte seg av den samme infrastrukturen som ved sjøbaserte anlegg. Det kan derimot hende at kostnadene reduseres, ettersom noen bedrifter velge å slakte selv, og da slipper transport til slakteri. I tillegg er det også noen som velger å legge produksjonen til markedet de vil selge til, og kutter dermed store deler av transportkostnaden til dette markedet.

5.2.2.4 Nåverdi/lønnsomhet

Vi fikk ingen diskonteringsrente/avkastningskrav fra HMY for deres 10 000 tonn anlegg. For å finne et representativt avkastningskrav ble det da avkastningskravene til Mowi, SalMar, og Lerøy brukt. Avkastningene ble hentet ut fra hver bedrifts årsrapport for 2018, og deretter ble det regnet ut gjennomsnitt av disse tre grunnet at de var relativt like. Mowi (2018) hadde 10 % før skatt, SalMar (2018) hadde 8,93 % før skatt, og Lerøy (2018) hadde 7,6 % før skatt. Dette gir da et gjennomsnittlig avkastningskrav på 8,84 %. På spørsmål om avkastningskrav sa en professor at fra et samfunnsøkonomisk perspektiv vil det være rundt 7 %, men at bedrifter vil legge på en risikopremie. Dette gjør dermed at et avkastningskrav på 8,84 % passer.

Figur 17: Nåverdi ved laksepris på 71,45 kr (uke 16, 2019) og 61,36 kr (gj.snitt 2018)

Nåverdi ved laksepris på 71,45 kr og 61,36 kr per kg fisk				
Type anlegg	Avkastningskrav			
Pris: 71,45 kr per kg	8,84 %	10 %	15 %	25 %
Nåverdi Land pris	1 386 236 329 kr	1 207 958 377 kr	649 810 473 kr	78 981 465 kr
Nåverdi sjø pris	2 607 063 502 kr	2 342 454 667 kr	1 514 024 317 kr	666 772 054 kr
Pris: 61,36 kr per kg				
Nåverdi land pris	454 567 324 kr	348 939 798 kr	18 243 927 kr	-319 965 343 kr
Nåverdi sjø pris	1 675 394 497 kr	1 483 436 088 kr	882 457 771 kr	267 825 245 kr

Denne tabellen viser fire ulike scenarier med ulike avkastningskrav til prosjektet. Vi ser her at selv om du ikke sparer driftskostnader på å gå over til land er et anlegg på 10 000 tonn og

investeringsutgift på 900 000 000 kr fortsatt lønnsomt. Her er det lagt til grunn en laksepris på 71,45 kr per kg (uke 16, 2019) og 61,36 kr per kg (gjennomsnittspris 2018). Dette er variabel pris, og dermed varierer lønnsomheten noe. I driftskostnader er produksjonskostnader og transportkostnader inkludert slakt lagt sammen. Dette gjør at du får samlet driftskostnad på 34,7 kr (sjø) og 46,69 kr (land). Beregninger for nåverdi er lagt ved i vedlegg 9.

Ved et avkastningskrav på 8,83 % vil det være lønnsomt å investere i både sjøbasert og landbaserte anlegg. Det er derimot stor forskjell på lønnsomheten, hvor det er sjøbaserte anlegg som kommer klart best ut. Samtidig viser de to forskjellene i pris at dette er en variabel som har mye å si for en bedrifts lønnsomhet. En pris på 71,45 kr per kg er relativt høyt i forhold til prisen som eksempelvis var i 2018. Lakseprisen er svært volatil, og dermed vil lønnsomheten også variere deretter. I tillegg til lakseprisen vil også produksjonskostnader påvirke lønnsomheten, og ettersom en kan forvente at produksjonskostnad på landbaserte anlegg vil reduseres over tid, vil det nok blir mer lønnsomt.

5.3 Konklusjon

Et kjent problem med landbaserte anlegg er at de er dyre i drift, og at de koster mye å bygge. Denne analysen, som er basert på generelle tall for hele Norge, bekrefter dette. Det er også vesentlig dyrere å drive på land. Til tross for dette er det fortsatt lønnsomt med landbasert produksjon, så dette er en produksjonsform som burde vurderes. Det er også ulike faktorer som dødelighet, rømming, smoltstørrelse, lokasjon, anleggsstørrelse, fôrpris osv. som påvirker total kostnader. Dette gjør at total kostnader vil være veldig individuelt for hver bedrift, hvor noen kan ha høyere eller lavere kostnad enn i denne rapporten. I tillegg vil lakseprisen påvirke lønnsomheten til en bedrift, og ettersom denne svinger mye vil også lønnsomheten forandre seg.

5.4 Feilkilder

Den største feilkilden vår er at det ikke er mange erfaringstall å basere analysen vår på, ettersom det i dag ikke mange landbaserte anlegg som driver full produksjon. Dette gjør at mange av tallene som vi har brukt i vår analyse for landproduksjon, nødvendigvis ikke er reelle. Vi fikk ingen økonomiske tall fra HMY bortsett fra investeringskostnadene på pilotprosjektet og 10 000 tonn anlegget. Dette har gjort at vi har basert oss på tall fra rapport fra FHF. Dette gjør at en kan gå glipp av ulike

stordriftsfordeler som en kan oppnå ved å produsere med stor kapasitet. I rapporten hadde de en kapasitet på 6000 tonn. Disse kostnadene representere dog ikke produksjonskostnad til HMY, ettersom de ikke produserer smolten selv.

Ved beregning av nåverdi la vi til grunn en laksepris på 71,45 kr per kg (30.04.2019) over 20 år. Dette er ikke realistisk ettersom lakseprisen er en verdi som svinger hele tiden, og disse svingningene er ofte store. På grunn av dette vil inntjeningen til et lakseoppdrett i realiteten svinge mye, og ikke ha en så stabil sum som det vi har operert med.

Ettersom vi ikke fant spesifikke kostnadstall for transport, er nok denne kostnaden noe større enn det som vi har i analysen. I tillegg er nok transportkostnaden knyttet til slakting noe lavere da denne inkluderer selve slaktingen. Alt dette gjør at vi ikke har fått et helhetlig bilde av transportkostnadene knyttet til fiskeoppdrett.

En annen feilkilde er svinn. Hvor mye svinn en bedrift har varierer mye fra bedrift til bedrift, og hvor de er lokalisert. Dette gjør at noen bedrifter kan ha et høyere eller lavere svinn enn det vi la til grunn, og dermed ha en helt annen total kostnad.

6. Miljømessig bærekraft

I dette kapitlet vil vi se på hvordan den miljømessige bærekraften til landbaserte anlegg er sammenlignet med sjøbaserte anlegg. De områdene vi vil ta for oss er arealbruk, infrastruktur og beliggenhet, energiforbruk, fôrforbruk, slamdannelse, miljøforurensning, klimagassutslipp, og sykdom.

6.1 Relevant teori og bakgrunnsstoff

Bærekraft i en forsyningskjede

Bærekraft i en forsyningskjede har flere drivkrefter, og Chopra og Meindl nevner i deres bok *Supply Chain Management - Strategy, Planning, and Operation* tre faktorer som øker fokuset på bærekraft i forsyningskjeder. Den første er å redusere risiko og forbedre den finansielle ytelsen for forsyningskjeden. Videre kommer press fra samfunnet og mandater fra landets myndigheter. Til slutt nevner boken at en mer bærekraftig produksjon kan gjøre bedriften mer attraktiv for kunder som verdsetter dette. De nevner videre tre hovedsøyler for bærekraft, og den første er en sosial søyle som fokuserer bedriftens evne til å adressere problemer som er viktige for sine ansatte. Videre har vi en miljø søyle som fokuserer på å måle en bedrifts innvirkning på miljøet inkludert luft, land, vann, og økosystemer (Chopra og Meindl, 2016, s. 511). Til slutt har vi en økonomisk søyle som handler om en bedrifts evne til å være lønnsom. Ved å sette sammen den sosiale og miljø søylen kan en finne muligheter for å forbedre bærekraften i en bedrift. Ved å bruke disse søylene kan man videre gå gjennom de seks driverene i en forsyningskjede (fasiliteter, lager, transport, sourcing/leverandører, informasjon, og prising) (Beattie, 2017).

Rømming

Et problem ved den sjøbaserte produksjonen er som nevnt tidligere rømming. Dette er et problem for selve økosystemet og villaksen, grunnet at oppdrettslaksen blander seg med villaksen. Problemet med dette er at villaksen da får de egenskapene som oppdrettslaksen har, og dermed gjør den mindre levedyktig i naturen ettersom oppdrettslaksen ikke er i like mye aktivitet. I tillegg til dette har også oppdrettslaksen en annen diett enn villaksen, og denne er mer fettholdig. Etterhvert kan vi risikere at vi mister den naturlige villaksen, og at vi ender opp med en hybrid av villaksen og oppdrettslaksen. Det er også en risiko for at syk fisk rømmer og dermed sprer sykdom (Havforskningsinstituttet, 2018b).

CO₂-ekvivalenter

CO₂-ekvivalenter er en benevning som brukes for å kunne sammenligne de ulike klimagassenes evne til å varme opp atmosfæren. Utslipp av en gitt klimagass målt i CO₂-ekvivalenter er et uttrykk for hvor mye CO₂ som skal til for å gi tilsvarende oppvarming (Miljøstatus, u.å.).

6.2 Innsamlet data

6.2.1 Informasjonsbehov

- Miljøpåvirkning fra sjøbaserte anlegg?
- Miljøpåvirkning fra landbaserte anlegg?
- Ressursbruk ved sjøbaserte anlegg?
- Ressursbruk ved landbaserte anlegg?

6.2.2 Fremskaffet informasjon/datamateriale

Vann

Landbaserte anlegg var tidligere basert på en teknologi med gjennomstrømming hvor sjøvann ble pumpet inn i anleggene, og kun brukt en gang før utslipp til resipient. Dette innebar liten grad av vannbehandling av inntaks- og avløpsvann. I løpet av de siste 20 årene har resirkuleringsteknologien, kalt RAS (Recirculating Aquaculture Systems), utviklet seg betydelig. RAS-anlegg kan bygges på forskjellige måter, men prinsippet er at vannstrømmen tilfører fisken oksygen, og frakter bort avfallstoffer, som så fjernes før vannet oksygeneres og gjenbrukes. Sammenlignet med tidligere landbasert teknologi innebærer RAS-anleggene et sterkt redusert vannbehov, bedre kontroll med produksjonsmiljø og produksjon, samt teknologiske løsninger for reduksjon av utslipp til sjø (Nærings- og fiskeridepartementet, 2015, s. 12).

Arealbruk

En av hovedutfordringene med landbasert anlegg er arealbruken som kreves. Ved en full overgang til landbasert oppdrett av matfisk, inkludert framtidig vekst, viser konsekvensanalysen utført av FHF at med et utgangspunkt i RAS teknologi vil betydelig landareal beslaglegges. Dersom alle anlegg hadde blitt bygd med årlig produksjonskapasitet på 10 000 tonn vil det være behov for 130 anlegg og et estimert bruttoareal på 11 700 mål. Arealbeslag av RAS-anlegg estimeres til 90 mål per anlegg, mens anlegg med gjennomstrømningsteknologi med gjenbruk krever 64 mål (FHF, 2018, s. 3).

Selv om HMY erkjenner at en oppdrettsnæring med kun landbaserte oppdrett vil kreve en god del areal, er de klar på at det ikke kommer til å bli sånn. Landbaserte anlegg kommer nok ikke til å erstatte sjøbasert næring helt, men det kommer til å være begge deler.

Infrastruktur og beliggenhet

RAS-anleggene vil kreve tilgang til vei og kraftledninger, og i mange tilfeller vil dette være nødvendig å føre frem, på grunnlag av beliggenheten av anleggene. Vurdering av beliggenhet for anleggene er avhengig av faktorer som vanntilgang, krafttilgang, nærhet til marked, teknologivalg og produksjonsvalg.

Et landbasert anlegg med gjennomstrømmingsteknologi krever at anlegget lokaliseres ved kysten hvor man har god tilgang til sjøvann og en god resipient. Et landbasert anlegg med RAS-teknologi kan anlegget i prinsippet drives med grunnvann og justering av saltholdighet ved bruk av salttilsetning. Dette gjør at anlegg med RAS-teknologi har flere muligheter når det kommer til valg av beliggenhet. Produksjonsvalg setter også krav til valg av beliggenhet, og hvilken infrastruktur som er nødvendig. Dersom det er et anlegg som baserer seg på kjøp av settefisk istedenfor å produsere dette selv, vil det være nødvendig å at anlegget har tilgang til sjø, ettersom det er praktisk talt er nødvendig å transportere settefisk til anlegget ved bruk av brønnbåt. Dersom produsenten velger å produsere settefisk selv, vil man ikke ha samme behov for tilgang til sjø. Hvor produsenten har tenkt å slakte fisken har også påvirkning på valg av beliggenhet, og behovet for brønnbåt. Dersom oppdretteren etablerer et anlegg med slakteri, vil dette naturligvis påvirke størrelsen på det landbaserte anlegget (FHF 2018, s. 26).

Sykdom i anlegg

I sjøbaserte anlegg med åpne merder er det ingenting som skiller vannet i merdene og vannet i sjøen ellers. Dette gjør at overføring av bakterier, virus, parasitter og lus mellom oppdrettsfisk og villfisk er et risikomoment. Omfattende frigjøring av smitte fra oppdrett er sannsynlig, spesielt i sørlige deler av Norge, og det er sterke indikasjoner på at smittepresset er betydelig og at smitte kan spres over store områder (Havforskningsinstituttet, 2017, s. 63). Det er en klar sammenheng mellom intensivt oppdrett og smitte av lakselus på både oppdrettet og vill laksefisk (Havforskningsinstituttet, 2017, s. 5). Virussykdommene PD (Pancreas Disease), HSMB (Hjerte- og skjelettmuskelbetennelse) og CMS (Kardiomyopatisyndrom) har dominert sykdomsbildet i oppdrett av laks de siste årene. Det foreligger ikke direkte kvantifiseringer, men virus-frigjøring fra sykdomsutbrudd eller smittede grupper er trolig ofte omfattende (Havforskningsinstituttet, 2017, s. 68).

Rømlinger er en stor utfordring, også med tanke på sykdom. Rømt oppdrettslaks kan være syk eller smittebærende, og kan derfor være en smittefare for villfisk. Rømt smittet fisk kan også oppsøke

andre oppdrettsanlegg i området, og spre smitte til disse via vannet og muligens ved utveksling av lakselus (Havforskningsinstituttet, 2017, s. 66).

RAS-teknologi reduserer behovet for å få nytt vann inn i anlegget, og gir derfor økte muligheter for å behandle inntaksvannet på en slik måte at sannsynligheten for å få inn smittsomme bakterier, parasitter eller virus sterkt reduseres. Like fullt, når et landbasert anlegg bruker sjøvann til produksjonen kan alle sykdommer som er i havet i prinsippet forekomme (FHF, 2018, s. 68). Inntak av smitte gjennom vanninntak er en utfordring, og konsekvensene av sykdom i et slikt anlegg kan være store. Ettersom man i et RAS-anlegg ikke har gjennomstrømming av nytt vann, kan dette føre akutt, stor dødelighet om anlegget først blir infisert. Driftserfaringer fra RAS-settefiskanlegg knytter seg både til tekniske og biologiske faktorer, og erfaring viser blant annet at særlig sykdom i en RAS-enhet kan være svært utfordrende å bli kvitt. Mest sannsynlig utfall er at RAS-enheten må vaskes ned og desinfiseres om anlegget blir infisert. Dette er en prosess som kan ta opptil 6 måneder (FHF, 2018, s. 57).

Det er tre måter det kan komme inn smitte i det landbaserte anlegget. Den første er gjennom fisken når den kjøpes og settes i anlegget. Den andre måten er gjennom personell og utstyr som kommer inn i anlegget, og den tredje måten er gjennom vanninntaket til anlegget. De to første måtene er til stede både for sjøbaserte og landbaserte anlegg, mens smitte gjennom vanninntaket har man mulighet til å gjøre noe med i landbaserte anlegg. Her går inntaket av vann gjennom vannbehandling, som fungerer som en brannmur som beskytter anlegget mot sykdom. For å unngå å få inn smitte i anlegget gjennom fisken, vil HMY teste fisken for sykdom før den blir kjøpt, og teste at alt er negativt før den settes ut i anlegget. For å unngå å få smitte i anlegget gjennom personell og utstyr har HMY utviklet rutiner for at dette ikke skal skje.

HMY sitt anlegg vil være oppbygd av forskjellige celler, slik at ikke alle karene går i samme vannløp. Dette er for å unngå å få smitten spredd i hele anlegget hvis man først skulle få smitte inn i anlegget. HMY vil kjøpe fisken ferdig vaksinert for å minimere risikoen for sykdom. HMY vil unngå å måtte ha medisin i fôret, ettersom slammet som produseres i anlegget vil da kategoriseres som spesialavfall, som kompliserer prosessen med å kvitte seg med slammet, og ødelegger potensiale for å lage biprodukter av slammet. Sykdom i landbaserte anlegg er risikomoment, men med de riktige forholdsregler og kunnskap om teknologien, virker risikoen overkommelig og håndterbar.

Slam

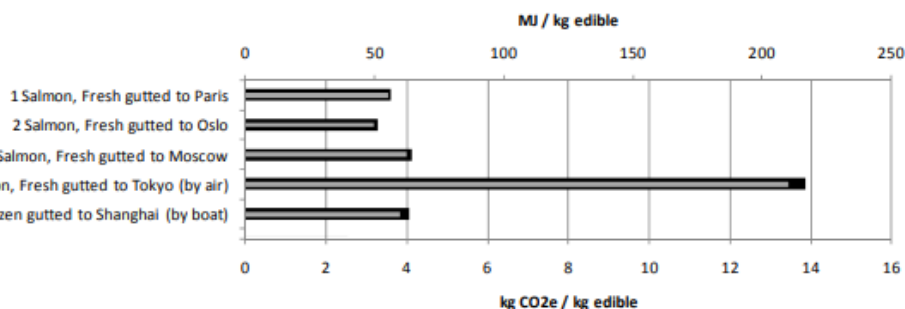
I all produksjon av matfisk blir det også produsert slam. Dette er en sammensetning av fôr, ekskrementer fra fisken, og annen medisinerings. I sjøbaserte anlegg vil dette slammet ende opp i bunnen av merden, og til slutt faller gjennom for å så synke ned på havbunnen. Dette gjør at havbunnen i området rundt selve anlegget vil bli forurenset av dette slammet, noe som kan være en faktor for ødeleggelse av økosystemet i nærområdet. Over tid vil nok dette slammet forsvinne, men det kan allerede da ha gitt et avtrykk i naturen. Dette er noe av grunnen til at fiskeoppdrettene som i dag produserer i merder trenger løyve for å kunne ha utslipp. Utslippene påvirker ikke bare nærområdet rundt anlegget, men det påvirker også en større region. Etterhvert som fiskene vokser blir også næringsstoffer skilt ut, og dette finnes i områdene langs kysten. Det er påvist at dette er et resultat av oppdrettsnæringen (Havforskningsinstituttet, 2017, s 106). En økning av næringsstoffene gjør at vi kan få en oppblomstring av alger. Når disse dør faller de til bunnen og nedbrytes, noe som krever oksygen. I områder med lav vannutskifting kan dette føre til lavt oksygenivå, som igjen kan være ødeleggende for bunnfauna og fisk (Miljødirektoratet, 2017).

HMY sier at de kommer til å filtrere vannet før det slippes ut i fjorden etter bruk. Dette gjør at 90% filtreres vekk og det som da blir sluppet ut er mikropartikler, og disse løses opp. Det er dermed ingen store partikler som havner på bunnen, men kun næringsstoffer som blir ført med strømmen langs kysten, og fungerer som gjødsel for alger. Det resterende slammet som har blitt samlet opp holder de på å utvikle/tenke på metoder for bruk av dette. Her tenker de på gjødsel, sement, og drivstoff. Dette er fordi de tenker sirkulær økonomi, og at de dermed bruker alt som blir produsert. Både gjødsel og drivstoff blir nevnt i rapporten fra FHF. I tillegg nevner rapporten også forbrenning av dette slammet, og på den måten erstatte fossilt brensel og redusere klimagassutslipp. Disse løsningene kan derimot kun gjøres om slammet er fritt ulike kjemikalier som for eksempel antibiotika. (Ilaks, 2017).

Energiforbruk

Figur 18 viser energiforbruket og klimagassutslippet for laks produsert i sjøbaserte fiskeoppdrett i Norge, transportert til forskjellige steder i verden. Energiforbruket for sløyd laks produsert i et sjøbasert anlegg og transportert til Oslo ligger på 49,9 MJ per kg fisk. Det tilsvarer 13,86 kWh per kg fisk.

Figur 18: Energiforbruk og klimagassutslipp for laks fra norske anlegg til forskjellige steder i verden.



(SINTEF fiskeri og havbruk, 2009, s. 58)

I et landbasert anlegg er energiforbruket fordelt på pumping av vann, oppvarming av vann, trykksetting av vann for oksygentilsetting, pumping av luft for CO₂-utlufting, drift av filter, ventilasjon, varme, kjøling ved behov, samt normalt forbruk av tilsvarende øvrige industri- og næringsbygg. Ved et RAS-anlegg er energiforbruket som nevnt tidligere betydelig lavere enn ved et gjennomstrømmingsanlegg. Ifølge rapporten til FHF vil et reelt energiforbruk ligge på 6-9 kWh per kg fisk produsert (FHF, 2018, s. 35), et energiforbruk som er mye høyere enn i sjøbaserte anlegg. Selv om varme er noe av energiforbruket til et landbasert anlegg, sier HMY at de ikke kommer til å bruke mye strøm på dette. Grunnen er at norsk sjøvann er kaldt når det hentes, men etterhvert som det går gjennom mange elektriske komponenter blir det varmet opp. Dette gjør derimot at land med høy temperatur må bruke mye strøm på å kjøle ned vannet til riktig temperatur.

Klimaavtrykk i CO₂-ekvivalenter

Sjøbaserte anlegg:

De sjøbaserte anleggenes utslipp er avhengig av flere faktorer. Utslippene kommer i hovedsak fôrproduksjon og fra transport av ferdig fisk, samt transport til avlusing. SINTEF Fiskeri og havbruk analyserte i 2009 karbonavtrykket til 22 norske sjømatprodukter. Karbonavtrykket inkluderer både direkte og indirekte utslipp av klimagasser i forbindelse med produksjonen.

Figur 19: Klimagassutslipp for laks produsert i norske anlegg til forskjellige deler av verden

Aquaculture	Greenhouse Gas emissions [kg CO ₂ e/kg edible product at wholesaler]						Energy
	Total	Feed production	Aquaculture (excl. feed production)	Processing	Product Transport	Transport packaging	Total
1 Salmon, Fresh gutted to Paris	3.60	2.72	0.14	0.03	0.51	0.20	55.4
2 Salmon, Fresh gutted to Oslo	3.29	2.72	0.14	0.03	0.20	0.20	49.9
3 Salmon, Fresh gutted to Moscow	4.13	2.72	0.14	0.03	1.05	0.20	62.3
4 Salmon, Fresh gutted to Tokyo (by air)	13.86	2.72	0.14	0.03	10.83	0.14	210.2
5 Salmon, Frozen gutted to Shanghai (by boat)	4.20	2.72	0.14	0.05	1.18	0.11	61.5

(SINTEF fiskeri og havbruk, 2009, s. 59)

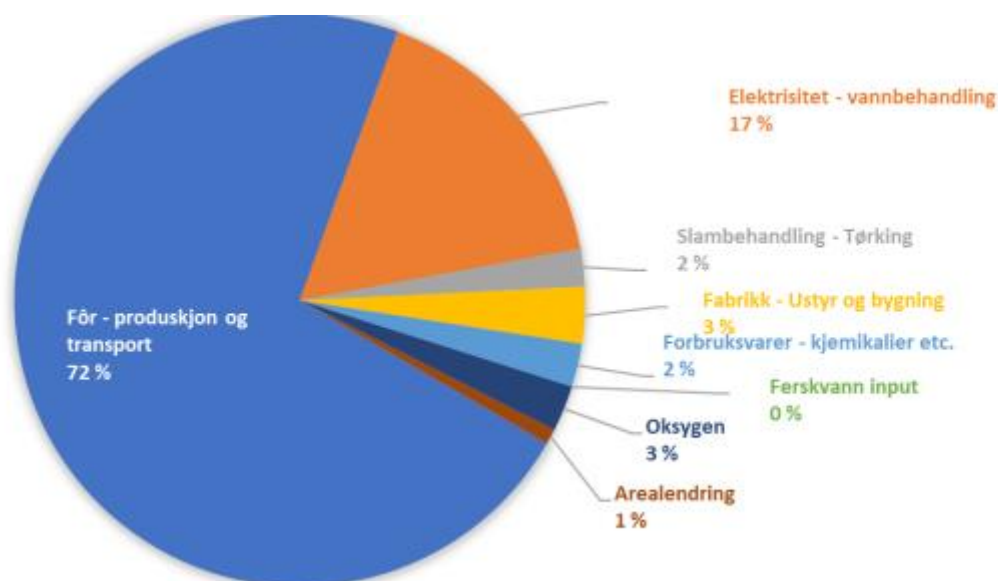
Figuren viser det totale karbonutslippet for per kilo spiselig lakseprodukt fra oppdrettsanlegg, transportert fra Norge til forskjellige deler i verden. En kilo laks (sløyd) har et utslipp på 2.86 kg CO₂-ekvivalenter fra fôrproduksjon og selve produksjonen av laksen. Etter dette er utslippet for slakt,

pakking og transport på 0.74 kg CO₂-ekvivalenter, til sammen vil dette gi et utslipp på 3,60 kg CO₂-ekvivalenter til Paris.

For å sammenligne utslippet på ca. 2,86 kg per kg laks med utslipp fra produksjonen av andre typer kjøtt, har per kg spiselig svinekjøtt et utslipp på ca. 5,9 kilo, og per kg storfe et utslipp på ca. 30 kilo (SINTEF fiskeri og havbruk, 2009, s. 66).

Landbaserte anlegg: Utslipp av klimagasser som kommer av landbaserte ligger hovedsakelig i fôr, produksjon, og transport. Ifølge rapport fra FHF ligger dette på rundt 72% av totalt klimagassutslipp. Videre nevner rapporten elektrisitet bruk ved vannbehandling, tørking av slam, utstyr, bygging av anlegg, kjemikalier, oksygen, og til slutt arealendring som resterende faktorer for klimagassutslipp. Rapporten konkluderer med at matfisk produsert i landbaserte anlegg vil ha et klimaspor på 4-6 kg CO₂-ekvivalent per kilo matfisk. Dette intervallet kommer av spennet i viktige parametere som økonomisk fôrfaktor energiforbruk, arealbruk, og anleggets levetid. Et scenario satt opp med parameter antatt som mest sannsynlig, resulterte i et klimaspor på 5,1 kg CO₂-ekvivalenter/kg matfisk produsert på land (FHF, 2018, s. 37).

Figur 20: Fordeling av klimagassutslipp til matfisk produsert i landbasert anlegg.



(FHF, 2018, s. 38)

Utslippsbidraget fra bygging av anlegg er på 3%. Størrelsen på dette bidraget bestemmes av hvor mye fisk man antar det vil bli produsert før anlegget går ut av drift eller avhendes. Det er her antatt en brukstid på 20 år. Klimapåvirkningen fra bygging av anlegg kommer fra betong (ca. 50%), stål (ca. 27%), PE rør (ca. 15%), og det resterende fra glassfiber (FHF, 2018, s. 38).

Fiskefôr

Uavhengig av om en bedrift produserer på land eller i sjø trenger fisken fôr for å vokse til ønsket størrelse. Havlandet Yngel Marin ser på mulighetene for å få laget spesialfôr for fisk i landbaserte anlegg. Det ligger andre kriterier til grunn for dette foret. I tradisjonelle fiskeanlegg i sjø vil fiskens ekskrementer gå gjennom merdene og dermed ikke være et problem for selve anlegget, mens i et RAS-anlegg er det ikke så enkelt. Et slikt spesialfôr er enda ikke kommet på markedet for matfisk, kun for smolt og post-smolt produksjon, men Havlandet Yngel Marin har vært i kontakt med førselskaper som jobber med utviklingen av et slikt fôr.

Produksjonen av fôr står for den største delen av klimagassutslippet for oppdrettsfisk. Derfor knyttes det største forbedringspotensiale for oppdrettsnæringen til utnyttelse av fôret, ingrediensene i fôret, og andre forberedende tiltak rettet mot fôret (SINTEF fiskeri og havbruk, 2009, s. 5).

Figur 19 viser hvor stor del av det totale klimagassutslippet fôrproduksjon står for. Fôrproduksjon er ansvarlig for størsteparten av utslippet i alle tilfellene vist i tabellen, med unntak av når laksen transporteres til Tokyo med lufttransport.

Fisk har en høy effektivitet når det kommer til å utnytte fôret til å gi tilvekst. Med fôr av toppkvalitet trenger, trenger laks kun 1,1-1,3 kg fôr for å legge på seg 1 kg. Laksen bruker også vesentlig mindre energi til aktivitet enn dyr på landjorden (Endal, 2014, s. 29).

6.3 Beregninger og analyse

6.3.1 Vann

Siden landbaserte fiskeoppdrett er relativt nytt, prøves forskjellige måter å gjøre det på.

Gjennomstrømmingsteknologi blir benyttet noen steder, men RAS-teknologi har de siste årene gjort store framsteg, og er teknologien som blir satset på av de fleste aktører som satser på landbaserte anlegg, deriblant HMY. RAS-teknologi reduserer sterkt vannbehovet sammenlignet med gjennomstrømmingsteknologi, og bedre kontroll når det kommer til produksjon og produksjonsmiljø, samt kontroll og løsninger for utslipp til sjø. I sjøbaserte anlegg har man ikke mulighet for å kontrollere vannet, ettersom anleggsmerdene er i sjøen, og ingenting skiller vannet inne og utenfor merdene.

6.3.2 Arealbruk

De sjøbaserte anleggene legger beslag på en viss mengde areal i fjordene. I tillegg er det viktig å tenke på at det må være en viss avstand mellom anleggene, og på den måten finnes det en grense

for hvor mange anlegg det kan være i sjø. Det vil også muligens hindre skipstrafikk dersom antall sjøbaserte anlegg blir for stort.

Som nevnt i rapporten til FHF vil det være behov for 130 anlegg med en årlig produksjonskapasitet på 10 000 tonn, som tilsvarer et bruttoareal på 11 700 mål, for å dekke arealbehovet for en full overgang fra sjøbaserte anlegg til landbaserte anlegg i Norge. Å se en total overgang fra land til sjø på dette tidspunkt er ikke realistisk, og vil være en eventuell gradvis overgang. Landbasert oppdrett av matfisk er helt i startfasen, med svært få anlegg som er i gang med produksjon, I tillegg viser erfaringer fra anlegg som er i drift, at de har utfordringer med å realisere produksjonskapasiteten som anleggene er designet for (FHF, 2018, s. 58). Arealbehov på 11 700 mål er med andre ord noe som er mange år fremover i tid. Det er vanskelig å planlegge for fremtiden, spesielt når det ikke er nær fremtid, og når det er snakk om ny teknologi. Teknologien går fremover, og kunnskapen rundt teknologien gjør det samme. Dette kan åpne for et redusert arealbehov for anleggene i fremtiden, eller åpne opp for andre måter å produsere matfisk på.

6.3.3 Infrastruktur og beliggenhet

Selv om landbaserte anlegg åpner for oppdrettsvirksomhet på helt nye lokasjoner enn før, så er valg av beliggenhet en viktig prosess. Anlegg med gjennomstrømmingsteknologi trenger fortsatt en beliggenhet nære kysten med god vanntilgang, mens RAS-teknologi åpner opp for litt større frihet. RAS-anleggene som er klare, og anleggene som er under bygging finnes dog i nærheten av kysten. HMY henter vann fra dypt i fjorden, som ville vært en ny utfordring om anlegget hadde vært langt vekk fra kysten. Å ha tilgang til sjøvann med temperaturene man har i Norge er en fordel. Ifølge HMY betyr det mindre kostnader når det kommer til å ha rett temperatur i anlegget for fisken, enn om man skulle regulere temperaturen kun ved hjelp av oppvarming og nedkjøling, som krever mye energi. Et spørsmål rundt beliggenhet har vært om det med landbaserte anlegg hadde vært strategisk å legge anleggene nærmere de store markedene, for eksempel i Frankrike eller Spania, istedenfor i Norge. Klimaet i disse markedene er mye varmere, og det vil være nødvendig med store ressurser på nedkjøling. En bieffekt av sirkulasjonen i RAS-anlegg er produksjon av varme, som allerede gjør at man må ha en måte å kjøle ned vannet på for å holde rett temperatur for fisken. En beliggenhet langs norskekysten holder mange fordeler når det kommer til å regulere temperatur i anlegget, som ellers kan være veldig ressurskrevende å få til.

Når det kommer til infrastruktur som trengs for å drive anleggene, så må anleggene ha tilgang på kraft, vann, og vei. Det anslås et energiforbruk på mellom 6-9 kWh per kilo fisk produsert i RAS-

anlegg. Med en årlig produksjon på 10 000 tonn fisk med energiforbruk på 6 kWh per kilo fisk vil det tilsvare 60 GWh per år. Kraftledninger til anleggene er med andre ord en nødvendig infrastruktur. Vannforbruket er estimert til ca. 4 millioner m³ for anlegg med RAS-teknologi per år, og 259 millioner m³ per år for anlegg med gjennomstrømmingsteknologi. Vannforbruket er betydelig høyere for sistnevnte, men begge anleggstypene er avhengig av en vannkilde.

For å frakte produktet fra anlegg til marked må det være mulig å nå anlegget med lastebil. For at et tungt kjøretøy skal kunne kjøre, må det være lagt veistrekning til anlegget.

En annen faktor som må tas hensyn til når det kommer til valg av beliggenhet er å finne en beliggenhet som gir minimal konflikt med øvrige interesser. En del store anlegg vil trolig etableres ved kysten, i strandsonen, og dermed potensielt komme i konflikt med øvrige interesser, ettersom det er en stor forskjell på å etablere anlegg i et allerede eksisterende industriområde. Å etablere seg utenfor eksisterende industriområde kan ha innvirkning på lokalsamfunnet, og det er viktig at det blir vist lokalpolitisk vilje for å gjennomføre bygging og drift av anlegget. Et slikt anlegg utenfor allerede industriområde vil være inngrep i naturen, som kan potensielt føre til politisk motvilje mot anlegget.

6.3.4 Sykdom i anlegg

I sjøbaserte anlegg med åpne merder er det fri utveksling av vann til omgivelsene, som gjør at vannbehandling ikke er mulig slik det er i landbaserte anlegg. Omfattende frigjøring av smitte fra oppdrettsanleggene er sannsynlig, og indikasjonene er sterke på at smittepresset er betydelig, og at smitten kan spres over store områder. I sjøbaserte anlegg er det vanskelig å stoppe smitte fra å komme inn i anlegget, og er en stor smittefare for omgivelsene rundt anlegget. Lakselusmitte til villaks er den største dødsårsaken hos ung villaks som er på vei fra elvene og ut i havet. Lakselus smitter mellom oppdrettslaks og villaks, og er et fiskehelseproblem også for laksen i merdene (WWF, u.å.).

I landbaserte anlegg er det fare for å få sykdom inn i anlegget, men faren for å spre smitte fra anlegget til nærområde er mindre. Problemet med rømninger som sjøbaserte anlegg har, har en ikke i landbaserte anlegg. Sykdom i landbaserte anlegg, spesielt hydrogensulfidforgiftning, har så langt vært en utfordring, fordi en ikke har vært sikker på hva som forårsaket sykdommen. HMY mener dette er et problem som nå er en mindre risiko, fordi en har bedre kunnskap rundt hvordan å drive et RAS-anlegg. Sikkerhetsgrepene mot sykdom som HMY planlegger for sitt anlegg har de tro på skal være nok for å unngå sykdomsspredning i sitt anlegg.

6.3.5 Slam

Slam som kommer fra sjøbaserte oppdrettsanlegg havner på havbunnen, og forurenses området på havbunnen i området rundt oppdrettsanlegget, og kan være med på å ødelegge økosystemet i området. Landbaserte anlegg har bedre muligheter for å håndtere slammet, og dermed unngå at slammet kan være en ødeleggende faktor for nærområdet. Vannet kan i landbaserte anlegg filtreres før det slippes ut, og det som da slippes ut er kun mikropartikler, slik HMY har planlagt å gjøre i sitt anlegg. Fra et miljøperspektiv er dette en stor forbedring, da man tar vekk utslippet av slam som havner på havbunnen, og unngår de miljøproblemene dette medfører. Fra et lokalpolitisk perspektiv er dette også et viktig punkt. Tradisjonelle fiskeoppdrett har møtt større motstand den siste tiden, og Tromsø kommune vedtok høsten 2018 å forby nye etableringer av tradisjonelle fiskeoppdrett, på bakgrunn av utslippene disse anleggene fører med seg. Kun lukkede anlegg uten utslipp får nå etablere seg på nye lokaliteter i kommunen (Ytreberg, 2018).

Fra et økonomisk perspektiv kan det også lønne seg, om man klarer å utnytte slammet som blir samlet opp. Gjødning og drivstoff er to produkter som blir sett på som mulig å utvinne fra slammet. Bedriften Grønn Gjødning, som spesialiserte seg på produksjon av økologisk gjødning til bærekraftig utvikling, har tatt imot tørket slam fra to oppdrettsanlegg og blitt brukt i produksjon. Agronom og kvalitetsansvarlig i Grønn Gjødning, Goran Radanovic (Ilaks, 2017), sier de ser stort potensiale i råstoffet, og at de investerer i tilrettelegging for å ta imot større mengder.

6.3.6 Energiforbruk

Med et energiforbruk på 6 kWh per kilo produsert fisk, vil det tilsvare 7,8 TWh hvis man produserer 1 300 000 tonn fisk, som var produksjonen av laks og regnbueørret i 2017 i Norge. Til sammenligning hadde metallindustrien i 2017 et totalt forbruk på ca. 33 TWh, mens årlig energiforbruk for Oslo ligger på ca. 9 TWh (Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering, 2018, s. 36). Dette illustrerer at landbaserte anlegg krever et stort energiforbruk. At vannet har rett temperatur i anlegget er viktig, og nedkjøling og oppvarming av vannet er energikrevende prosesser.

Her ser HMY potensiale for tiltak som kan redusere energiforbruket. Ved å hente ut vann dypt i fjorden, har man tilgang på kaldt vann. Anlegget avgir varme, og vannet vil varmes opp av varmen som anlegget avgir. Slik vil HMY oppnå ønsket temperatur i vannet uten å bruke energiresurser. Per i dag har landbaserte anlegg et høyere energiforbruk enn sjøbaserte anlegg, men at forskjellen kan reduseres ved økt kunnskap og driftserfaring.

6.3.7 Klimaavtrykk i CO₂-ekvivalenter

Sjøbaserte anlegg har klimagassutslipp knyttet til transport til avlusning, men har ikke de store utslippene knyttet til vannbehandling og bygging av anlegg slik som landbaserte anlegg har. Sjøbaserte anlegg har et klimagassutslipp på omtrent 2,86 kg CO₂-ekvivalenter per kilo lakseprodukt (sløyd), mens landbaserte anlegg ligger på 4-6 kg CO₂-ekvivalenter per kilo laks. Utslipet på 4-6 kg CO₂-ekvivalenter per kilo laks er usløyd. Siden teknologien bak landbaserte anlegg er på et så tidlig stadie, er det grunn til å tro at med økt kunnskap og driftserfaring er det mulig å redusere klimagassutslippet fra landbaserte anlegg.

Landbaserte anlegg har høyere utslipp av CO₂-ekvivalenter enn sjøbaserte anlegg. Fôrproduksjon og transport av fôret er ansvarlig for mye av utslippet, og siden både anlegg på land og i sjø trenger fiskefôr for sin produksjon, er dette et utslipp som er høyt for både sjøbaserte og landbaserte anlegg. Landbaserte anlegg har i tillegg til dette en del andre utslipp av CO₂-ekvivalenter. Landbaserte anlegg bruker elektrisitet for vannbehandlingen i anlegget, noe som medfører et stort utslipp CO₂-ekvivalenter, som utgjør 17% av utslippet til landbaserte anlegg. Bygging av anlegg medfører også et relativt stort utslipp av klimagasser.

6.3.8 Fiskefôr

Fiskefôr som er spesialdesignet for landbaserte anlegg er per i dag kun tilgjengelig for smolt og post-smolt produksjon, men spesialfôr for matfiskproduksjon er under utvikling. Et slikt fôr har potensiale for å redusere utslipp for anlegget, og gjøre det lettere å håndtere fiskens ekskrementer.

Fiskefôr står for den klart største delen av klimautslippene som er tilknyttet fiskeoppdrett. Både oppdrettsanlegg i sjø og på land har utslippet knyttet til fôret ettersom begge metoder bruker fôr. Samtidig som fôret står for den største delen av klimautslippet når det kommer til fiskeoppdrett, er utslippene lave når de sammenlignes med utslippene som er forbundet med produksjon av andre typer kjøtt, som svin og storfe.

6.4 Konklusjon

I sjøbaserte fiskeoppdrett er det større utfordringer knyttet til utslipp til nærområde. I landbaserte anlegg er det rom for å kontrollere utslippene, slik at disse utslippene ikke går rett i sjø og forurenser nærområdet. Per i dag er det totale energiforbruket og miljøgassutslippet fra landbaserte anlegg større enn fra sjøbaserte anlegg. Rømlinger og lakselus fra sjøbaserte anlegg er et problem en ikke vil

ha i landbaserte anlegg. Sykdom er et problem i både sjøbaserte og landbaserte anlegg, men i landbaserte anlegg er muligheten for prosesskontroll større, og gir muligheten til å forebygge sykdomsutbrudd. I landbaserte anlegg vil utbrudd ikke kunne spre seg til nærområde, og dermed ikke være en potensiell smittespreder, slik som sjøbaserte anlegg er.

Landbaserte anlegg vil ta beslag på et relativt stort areal, og kan ha potensiale for å møte interessekonflikter. Bygging kan kreve inngrep i naturen og lokal motstand, men ved bygging i eksisterende industriområder blir denne faktoren noe redusert.

6.5 Feilkilder

Den største feilkilden vi har er det at mye av de forventede egenskapene ved landbaserte anlegg når det kommer til bærekraft baserer seg på kvalifiserte estimat. Det er ny teknologi, og det er enda ikke et slikt anlegg som er i gang med produksjon i en skala som er sammenlignbar med størrelsen på sjøbaserte anlegg. Det er ikke sikkert at alt vil fungere som forventet, spesielt med tanke på skalering opp til størrelse som trengs for å konkurrere med sjøbaserte anlegg.

Rapporten *Carbon footprint and energy use of Norwegian seafood products* som tallene på klimagassutslipp og energiforbruk for landbaserte anlegg er basert på, er fra 2009. Det kan ha vært endringer i energiforbruket og klimagassutslippet siden 2009, og tallet kan dermed være upresist.

7. Avslutning

7.1 Konklusjon

På bakgrunn av at det ikke er noen landbaserte oppdrett som produserer i full skala, er det få erfaringer å bygge på. Vi mener likevel at vi har gjort noen interessante funn i vår rapport. I henhold til problemstillingen finner vi ulike effekter med tanke på kvalitet, økonomi og bærekraft.

Med tanke på kvaliteten, ser vi at mange av faktorene som påvirker kvaliteten til fisken i et sjøbasert oppdrett kan i større grad bli kontrollert i et landbasert oppdrett. Dette er spesielt faktorer som sykdom, vannkvalitet, temperatur, strøm i vannet, og kontroll og overvåking av prosessen. Ettersom det ikke er oppdrett på land som har like stor skala som på sjø, så ligger det fortsatt en usikkerhet om hvordan kontrollen over disse faktorene vil bli påvirket i en større skala. Gjennom kontroll over faktorer, innsamling av kunnskap og kontinuerlig arbeid mot forbedringer, tror vi at kvaliteten på fisk produsert på land vil kunne være av like god kvalitet, om ikke bedre. Dette på bakgrunn av at en vil kunne kontrollere hele produksjonsprosessen bedre, overvåke og kunne gå inn på et nærmere detaljnivå å foreta nødvendige endringer.

Når det kommer til kostnader er det lite som tyder på at landbasert fiskeoppdrett er et mer kostnadseffektivt alternativ sammenlignet med sjøbasert fiskeoppdrett. Det er knyttet større kostnader til både investering og produksjon, og transportkostnadene er like i begge tilfellene. Samtidig har vi ikke særlig mange erfaringstall på landbaserte anlegg, noe som gjør at produksjonskostnadene og kanskje transportkostnadene kan være lavere enn det som er budsjettet. I tillegg til dette er landbaserte fiskeoppdrett nytt i matfiskproduksjon, og dette gjør at total kostnadene kan reduseres noe etterhvert som oppdrettsteknologien utvikler seg. Produksjonskostnadene knyttet til sjøbaserte anlegg har også steget kontinuerlig de siste årene, og disse kan fortsette å stige. Selv om det er dyrere å investere og drive et landbasert anlegg, så er det fortsatt lønnsomt til en viss grad og er noe som burde vurderes.

Når det kommer til bærekraft tyder ting på at det både er fordeler og ulemper ved en overgang i oppdrettsvirksomhet fra sjø til land. Per i dag har landbaserte anlegg et høyere totalt klimagassutslipp og energiforbruk enn sjøbaserte anlegg. Sjøbaserte anlegg har større utfordringer med utslipp til nærområdet, samt risikoen for rømlinger, spredning av lakselus og annen sykdom. For landbaserte anlegg er muligheten for prosesskontroll større, og åpner opp for rensing av vannet før

utslipp. Sykdomssmitte kan i sjøbaserte anlegg spre seg utover anleggets grenser og utgjør en trussel for villfisk, mens i landbaserte anlegg vil det avgrenses det til kun anlegget.

Landbaserte anlegg vil ta beslag på et mye større areal enn sjøbaserte anlegg, og vil kreve inngrep i naturen med mindre det etableres i et eksisterende industriområde. Lokalpolitisk motstand mot etablering av landbaserte anlegg er en reell mulighet, men det samme ser vi som reelt mot etablering av nye tradisjonelle sjøbaserte anlegg. Valg av beliggenhet ser ut til å være en viktig faktor for landbaserte anlegg.

På bakgrunn av faktorene kvalitet, økonomi og miljømessig bærekraft, blir konklusjonen at landbasert anlegg er ett alternativ til dagens sjøbaserte oppdrett. Dette forutsatt at en klarer å løse store nåværende problemer. På lengre sikt kan bedre teknologi, driftserfaring, lavere produksjonskostnader og et fokus på mindre forurensing av lokalmiljø, gi muligheter for at landbaserte oppdrett kan vokse i oppdrettsnæringen.

7.2 Etterord

Oppdrettsnæringen er et svært spennende og stort tema, hvor en kan dykke dypt mange steder. I denne oppgaven var det vanskelig å ikke havne på et sidespor da det eksisterer mange interessante temaer som en kan gå dypere inn i. Noe som kunne vært spennende å se mer på er de andre typene teknologier som blir utviklet i sjøen og hvordan de eventuelt kan måle seg opp mot faktorene vi har sett på i denne oppgaven. Det kunne også vært interessant å vite mer om etterspørselen markedet verden over og prøve å finne en prognose for fremtiden, med tanke på økende populasjon og bærekraft. Det ville også vært veldig spennende å se på faktorene i oppgaven igjen om noen år, med tanke på utviklingen. Noen år frem i tid vil flere prosjekter være ferdig, og kanskje større oppdrettsanlegg og teknologien vil mest sannsynlig være forbedret.

Litteraturliste

- Akvakulturloven. Lov 17. Juni 2005 nr. 79 om akvakultur
- Beattie, A. (2017) The 3 pillars of corporate sustainability [Internett]. Tilgjengelig fra: <<https://www.investopedia.com/articles/investing/100515/three-pillars-corporate-sustainability.asp>> [Lest 14. april 2019].
- Berg, E. (2018) Villaks og oppdrettslaks, NDLA [Internett]. Tilgjengelig fra: <<https://ndla.no/subjects/subject:21/topic:1:183551/topic:1:66325/resource:1:57216>> [Lest 4. mai 2019]
- Berg, T. (2017) Slik fungerer avlusninga - og så mye koster den å utføre. *Ilaks* [Internett], 31. mai. Tilgjengelig fra: <<https://ilaks.no/slik-fungerer-avlusninga-og-sa-mye-koster-den-a-utfore/>> [Lest 17. mars 2019]
- BioMar, (u.å.) *Hva er rensefisk?* [Internett]. BioMar. Tilgjengelig fra: <<https://www.biomar.com/no/norway/kvalitet-og-sikkerhet/>> [Lest 16. mars 2019]
- BioMar, (u.å.) *Tiltak mot lakselus* [Internett]. BioMar. Tilgjengelig fra: <<https://www.biomar.com/no/norway/barekraft/oker-barekraften-norsk/tiltak-mot-lakselus/>> [Lest 16. mars 2019]
- Bringslid, M.M. (2019) Har hentet 783 millioner til landbasert oppdrett. *Sysla* [internett], 8. mai. Tilgjengelig fra: <<https://sysla.no/fisk/har-hentet-783-millioner-til-landbasert-oppdrett/>> [Lest 8. mai 2019]
- Bringsild, M. M. (2018) Se listen: Disse selskapene satser på lakseoppdrett på land. *Sysla* [Internett], 24. oktober. Tilgjengelig fra: <<https://sysla.no/fisk/onsdag-disse-satser-pa-lakseoppdrett-pa-land/>> [Lest 6. mai 2019]
- Chopra, S. og Meindl, P. (2016) *Supply Chain Management Strategy, Planning and Operation*. 6. utg. Harlow: Pearson Education.
- Endal, A. (2014) Fiskeri og havbruk. I: Lundby, L. Havromsteknologi. Bergen:Fagbokforlaget, s. 12.1-12.37.
- EY (2018) *The Norwegian aquaculture analysis 2017* [Internett] EY. Tilgjengelig fra: <[https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_-_The_Norwegian_Aquaculture_Analysis_2017/\\$FILE/EY-Norwegian-Aquaculture-Analysis-2017.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_-_The_Norwegian_Aquaculture_Analysis_2017/$FILE/EY-Norwegian-Aquaculture-Analysis-2017.pdf)> [Lest 16. april 2019]
- EY (2019) *The Norwegian aquaculture analysis 2018* [Internett] EY. Tilgjengelig fra: <https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_-_

[The Norwegian Aquaculture Analysis 2018/\\$File/EY_Aquaculture_analysis_2018.PDF](#)>

[Lest 16. april 2019]

- Fiskeridirektoratet (2018) *Settefisk* [Internett]. Bergen: Fiskeridirektoratet. Tilgjengelig fra: <<https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Tildeling-og-tillatelser/Kommersielle-tillatelser/Laks-oerret-og-regnbueoerret/Settefisk>> [Lest 1. mai 2019]
- Fiskeridirektoratet (2018) *Utviklingstillatelser* [Internett]. Oppdatert 14. august 2018. Tilgjengelig fra: <<https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Tildeling-og-tillatelser/Saertillatelser/Utviklingstillatelser>> [Lest 2. mai 2019]
- Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering (2018) *Analyse av lukka oppdrett av laks - landbasert og i sjø: Produksjon, økonomi og risiko* [Internett]. FHF prosjekt 901442. Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering. Tilgjengelig fra: <<https://www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/901442/>> [Lest 1. mars 2019]
- Forebyggende tiltak for å bedre fiskehelsen og fiskevelferden (1. november 2017), i: *Mattilsynet* [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.mattilsynet.no/fisk_og_akvakultur/akvakultur/drift_av_akvakulturanlegg/forebyggende_tiltak_for_aa_bedre_fiskehelsen_og_fiskevelferden.27623> [Lest 20. april 2019]
- Furuset, A. (2018) Slik er trendene i RAS-markedet. *Tekfisk* [Internett], 16. oktober. Tilgjengelig fra: <<https://fiskeribladet.no/tekfisk/nyheter/?artikkel=62642>> [Lest 21. mars 2019]
- Gripsrud, G., Olson, U.H., Silkoset, R. (2012) *Metode og dataanalyse, beslutningstøtte for bedrifter ved bruk av JMP, Excel og SPSS*. 3. utg. Oslo: Cappelen Damm AS
- Guiliano, M. (2017) *Farmed Norwegian salmon world's most toxic food* [Internett]. Youtube, tid. 30 min, 4 sek. Tilgjengelig fra: <<https://www.youtube.com/watch?v=RYYf8cLUV5E>> [Sett 19. mars 2019]
- Havforskningsinstituttet (2017) *Risikorapport norsk fiskeoppdrett 2017* [Internett]. Fisken og havet, særnr. 2-2017. Bergen:Havforskningsinstituttet. Tilgjengelig fra: <http://www.imr.no/filarkiv/2017/05/risikorapport_2017.pdf/nb-no> [Lest 24. april 2019]
- Havforskningsinstituttet (2018) *Risikorapport norsk fiskeoppdrett* [Internett]. Fisken og havet, særnr. 1-2018. Bergen: Havforskningsinstituttet. Tilgjengelig fra: <https://www.imr.no/filarkiv/2018/02/risikorapport_2018.pdf/nb-no> [Lest 17. mars 2019]
- Havforskningsinstituttet (2018b) *Rømt oppdrettslaks kan utslette villaksen* [Internett]. Tilgjengelig fra: <<https://forskning.no/hav-og-fiske-partner-havforskningsinstituttet/romt-oppdrettslaks-kan-utslette-villaksen/273323>> [Lest 1. mai 2019]

- Havforskningsinstituttet (2019) *Tema: Fôr og ernæring* [Internett]. Bergen: Havforskningsinstituttet. Tilgjengelig fra: <<https://www.imr.no/hi/temasider/akvakultur/for-og-ertering>> [Lest 17. april 2019]
- Ilaks (2017) Ser stort potensiale i slam fra fiskeoppdrett [Internett] Tilgjengelig fra: <<https://ilaks.no/ser-stort-potensiale-i-slam-fra-fiskeoppdrett/>> [Lest 3. april 2019]
- INCgruppen (u.å.) *Landbasert oppdrett av laks* [Internett]. Florø: INCgruppen. Tilgjengelig fra: <<https://www.incgruppen.no/tjenester/akvakultur/havlandet-ras-pilot-as/>> [Lest 3. april 2019]
- INCgruppen (u.å.) *Landbasert produksjon av marine arter* [Internett]. Florø: INCgruppen. Tilgjengelig fra: <<https://www.incgruppen.no/tjenester/akvakultur/havlandet-marin-yngel/>> [Lest 3. april 2019]
- Johansen, A.H. (2018) Skal bygge pilotanlegg for landbasert lakseoppdrett til 50 millioner kroner på Fjord Base. *Firdaposten* [Internett], 6. September. Tilgjengelig fra: <<https://www.firdaposten.no/lokalnytt/naringsliv/lakseoppdrett/skal-bygge-pilotanlegg-for-landbasert-lakseoppdrett-til-50-millionar-kroner-pa-fjord-base/s/5-16-260216?access=granted>> [Lest 6. februar 2019]
- Kjørstad, E (2017) *Spør en forsker: Hvor sunn er oppdrettslaksen?* [Internett]. Tilgjengelig fra: <<https://forskning.no/fiskehelse-mat-ny/spor-en-forsker-hvor-sunn-er-oppdrettslaksen/302328>> [Lest 12. mai 2019]
- Laksetildelingsforskriften. *Forskrift 22. Desember 2004 nr. 1798 om tillatelse til akvakultur for laks, ørret og regn*
- Lean (2. april 2018), i: *Wikipedia* [Internett]. Tilgjengelig fra: <<https://no.wikipedia.org/wiki/Lean>> [Lest 12. april 2019]
- Lekve, O. (2012) Norsk oppdrettsnæring. *Barentswatch* [Internett], 3. mai. Tilgjengelig fra: <<https://www.barentswatch.no/artikler/Norsk-oppdrettsnaring/?fbclid=IwAR2UVuremmm8hEEPXAtluDGaiNUPMqhaJ8rKjVNUOaYnj6dVQYXbd7MfajY>> [Lest 29. april 2019]
- Lerøy (2019) *Årsrapport 2018* [Internett]. Bergen: Lerøy. Tilgjengelig fra: <<https://www.leroyseafood.com/globalassets/02-documents/rapporter/arsrapporter/arsrapport-2018>> [Lest 3. mai 2019]
- Marine Harvest (2019) *Salmon Farming Industry Handbook* [Internett]. Bergen: Marine Harvest. Tilgjengelig fra: <<http://marineharvest.no/globalassets/investors/handbook/2018-salmon-industry-handbook.pdf>> [Lest 6. april 2019]

- Miljødirektoratet (2017) Utslipp av næringsalter fra fiskeoppdrett [Internett]. Tilgjengelig fra: <<https://www.miljostatus.no/tema/hav-og-kyst/overgiodsling/utslipp-av-naringsalter-fra-fiskeoppdrett/>> [Lest 14. april 2019]
- Miljøstatus (u.å) CO2-ekvivalenter [Internett]. Tilgjengelig fra: <<https://www.miljostatus.no/definisjoner/c/co2-ekvivalenter/>> [Lest 3. mai 2019]
- Misund, B. (28. Februar 2018) Fôrfaktor, i: *Store Norske Leksikon* [Internett] Tilgjengelig fra: <<https://snl.no/f%C3%B4rfaktor>> [Lest 8. april 2019]
- Mowi (2019) *Integrated Annual Report 2018* [Internett]. Bergen: Mowi. Tilgjengelig fra: <<http://hugin.info/209/R/2239765/882920.pdf>> [Lest 3. mai 2019]
- Måsøval (2019) *Matfisk* [Internett]. Tilgjengelig fra: <<http://masoval.no/settefisk/>> [Lest 30. april 2019]
- Netto nåverdi (13. mars 2019), i: *Finanssans* [Internett]. Tilgjengelig fra: <<https://finanssans.no/netto-n%C3%A5verdi>> [Lest 28 april 2019]
- Nicholas, J. (2011) *Lean Production for Competitive Advantage*. New York: Taylor and Francis Group.
- Nilsen, A.A. (2019) Trippelrekord for norsk lakseeksport. *E24* [internett] 7. januar. Tilgjengelig fra: <<https://e24.no/naeringsliv/laks/trippelrekord-for-norsk-lakseeksport/24532858>> [Lest 16. april]
- Norges Sjømatråd, (2017), *Norsk laks er helt fri for antibiotika* [Internett]. Norges Sjømatråd. Tilgjengelig fra: <<https://seafood.no/aktuelt/nyheter/norsk-laks-er-helt-fri-for-antibiotika/>> [Lest 7. april 2019]
- Norges Sjømatråd, (2019), *Sjømateksport for 99 milliarder* [Internett]. Norges Sjømatråd, Tilgjengelig fra: <[https://seafood.no/aktuelt/nyheter/sjomateksport-for-99-milliarder-i-2018- />](https://seafood.no/aktuelt/nyheter/sjomateksport-for-99-milliarder-i-2018/) [Lest 4. mai 2019]
- NTNU (2017) *Land based farming of salmon: economic analysis* [Internett] ISSN 2464-3025. Ålesund: Department of International Business, NTNU Ålesund. Tilgjengelig fra: <<https://www.ntnu.no/documents/1265701259/1281473463/WPS+1+2017.pdf/6ee4cd65-e3b0-44a6-aa42-d017cb42d020>> [Lest 29. mars 2019]
- Nærings- og fiskeridepartementet (2015) *Laks på land En utredning om egne tillatelser til landbasert matfiskoppdrett av laks, ørret og regnbueørret med bruk av sjøvann* [Internett]. Bergen:Nærings- og fiskeridepartementet. Tilgjengelig fra: <<https://www.regjeringen.no/contentassets/1e8b96928110400eb0d5892b9c8c4bdb/laks-pa-land.pdf>> [Lest 5. mai 2019]
- Paulsen, T og Skoglund, E. (2017) *Sjøanlegg for oppdrett av fisk* [Internett]. Tilgjengelig fra: <<https://ndla.no/nb/node/162307?fag=137415>> [Lest 17. april 2019]

- SalMar (2019) *Årsrapport 2018* [Internett]. Frøya: SalMar. Tilgjengelig fra: <https://www.leroyseafood.com/globalassets/02-documents/rapporter/arsrapporter/arsrapport-2018> [Lest 3. mai 2019]
- SINTEF fiskeri og havbruk (2009) *Carbon footprint and energy use of Norwegian seafood products* [Internett] Rapportnummer SFH80 A096068. Trondheim:SINTEF fiskeri og havbruk. Tilgjengelig fra https://www.sintef.no/globalassets/upload/fiskeri_og_havbruk/internasjonalt_radgivning/2009_carbon-footprint-of-seafood-products.pdf [Lest 8. mai 2019]
- Statistisk sentralbyrå (2018) *Akvakultur* [Internett]. Oslo: Statistisk sentralbyrå. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/fiskeoppdrett/> [Lest 2. mai 2019]
- Statistisk sentralbyrå (2018) *Akvakultur* [Internett]. Oslo: Statistisk sentralbyrå. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/statistikker/fiskeoppdrett/aar-forelopige> [Lest 2. mai 2019]
- Stoltz, G. (28. Mai 2014) Kostnad, i: *Store Norske Leksikon* [Internett] Tilgjengelig fra: <https://snl.no/kostnad> [Lest 7. april 2019]
- Thomsen, A.E. (2018) Hydrogensulfid i RAS-anlegg - NIVA jobber med å utvikle ny målemetode. *Kyst.no* [Internett], 12. september. Tilgjengelig fra: <https://www.kyst.no/article/hydrogensulfid-i-ras-anlegg-niva-jobber-med-aa-utvikle-ny-maalemetode/> [Lest 10. april 2019]
- Veterinærinstituttet, (u.å.) *Lakselus* [Internett]. Oslo: Veterinærinstituttet. Tilgjengelig fra: <https://www.vetinst.no/sykdom-og-agens/lakselus> [Lest 23. april 2019]
- WWF, (u.å.) *Miljøvennlig og bærekraftig fiskeoppdrett* [Internett]. Tilgjengelig fra: <https://www.wwf.no/dyr-og-natur/hav-og-fiske/milj%C3%B8vennlig-b%C3%A6rekraftig-fiskeoppdrett> [Lest 8. mai 2019]
- Ytreberg, R. (2018) Havforsker: En halv kilo dritt og slam per kilo laks. *Dagens Næringsliv* [Internett], 12. desember. Tilgjengelig fra <https://www.dn.no/havbruk/laks/lakseoppdrett/havforskningsinstituttet/havforsker-en-halv-kilo-dritt-og-slam-per-kilo-laks/2-1-498915> [Lest 24. april 2019]

Kildeliste bilder

- AKVA group ASA (u.å) *Plastmerd* [digitalisert fotografi] Tilgjengelig fra: <http://www.akvagroup.com/Products/Cage%20farming%20aquaculture%20products/Nets/circular-and-square-cages.jpg?w=1990&h=1000&bg=ffffff> [Hentet 17. april 2019]
- AKVA group ASA (u.å) *Stålanlegg* [digitalisert fotografi] Tilgjengelig fra: <https://ndla.no/nb/node/162307?fag=137415> [Hentet 17. april 2019]
- Fiskeridirektoratet (2019) *Produksjonsområder* [digitalisert fotografi]. Tilgjengelig fra: <https://kart.fiskeridir.no/> [Hentet 28. mars 2019]
- Nodland, E (2015) *Akva_mai10_172* [digitalisert fotografi]. Tilgjengelig fra: <https://ilaks.no/tror-landbasert-oppdrett-vil-sta-sterkest-pa-lang-sikt/> [Hentet 20. mars 2019]
- *Pilotprosjekt* (u.å) [digitalisert fotografi]. Tilgjengelig fra: <https://www.incgruppen.no/wp-content/uploads/2019/02/forslag-til-bilde-pilot3-1000x430.jpg> [Hentet 26. april 2019]
- Figur 2.1 Miljøpåvirkning fra fiskeoppdrett i åpen merd (2018) *Risikorapport norsk fiskeoppdrett* [Utklipp] Tilgjengelig fra: Fiskeridirektoratet, Særlig nummer 1-2018
- *Figur 18 og 20. SINTEF fiskeri og havbruk (2009) Carbon footprint and energy use of Norwegian seafood products* [utklipp] Tilgjengelig fra: Rapportnummer SFH80 A096068 [Hentet 8. mai 2019]
- *Figur 19. Investeringer i sjøbasert påvekstanlegg* (2018) [utklipp] Tilgjengelig fra: FHF prosjekt 901442. [Hentet 25. mars 2019]
- *Tabell 2. Investeringer i sjøbasert påvekstanlegg* (2018) [utklipp] Tilgjengelig fra: FHF prosjekt 901442. [Hentet 25. mars 2019]
- *Tabell 3. Føresetnader - variable kostnader* (2018) [utklipp] Tilgjengelig fra: FHF prosjekt 901442. [Hentet 29. mars 2019]
- *Tabell 4. Føresetnader - faste kostnader* (2018) [utklipp] Tilgjengelig fra: FHF prosjekt 901442. [Hentet 29. mars 2019]
- *Table 4.10. Estimates of cost of production in land based salmon farming. NOK/kg.* (2017) [utklipp] Tilgjengelig fra: NTNU ISSN 2464-3025. [Hentet 27. april 2019]
- *Tabell 9. Totale produksjonskostnader per år og gjennomsnittskostnad per kg levande vekt* (2018) [utklipp] Tilgjengelig fra: FHF prosjekt 901442. [Hentet 26. mars 2019]
- *Tabell 19. Føresetnader - variable kostnader* (2018) [utklipp] Tilgjengelig fra: FHF prosjekt 901442. [Hentet 29. mars 2019]

- *Tabell 20. Totale kostnader per år og per kg. 100-grams settefisk (2018)* [utklipp] Tilgjengelig fra: FHF prosjekt 901442. [Hentet 25. mars 2019]
- *Tabell 23. Føresetnader om kostnader og tap per avlusing (2018)* [utklipp] Tilgjengelig fra: FHF prosjekt 901442. [Hentet 7. april 2019]
- Walther, M.A. (u.å) *Flåte på oppdrettsanlegg* [digitalisert fotografi]. Tilgjengelig fra: <<https://ndla.no/nb/node/162307?fag=137415>> [Hentet 17. april 2019]
- *10 000 RAS anlegg (u.å)* [digitalisert fotografi]. Tilgjengelig fra: <https://www.incgruppen.no/wp-content/uploads/2019/02/far_15_millioner_kro_1082-1024x430.jpg> [Hentet 26. april 2019]

Vedlegg

- Vedlegg 1: Forutsetninger variable og faste kostnader sjøbasert anlegg (FHF)
- Vedlegg 2: Forutsetninger variable kostnader 100-grams settefisk sjøbasert anlegg (FHF)
- Vedlegg 3: Forutsetninger kostnader og svinn ved avlusing (FHF)
- Vedlegg 4: Ulike estimater på produksjonskostnader landbasert anlegg (NTNU)
- Vedlegg 5: Produksjonskostnader gjennomsnitt hele landet (Fiskeridirektoratet)
- Vedlegg 6: Fôrfaktor og fôrpris (Fiskeridirektoratet)
- Vedlegg 7: Eksportpriser for 2018 (SSB)
- Vedlegg 8: Forutsetninger for beregning av produksjonskostnader (egne beregninger)
- Vedlegg 9: Beregning av nåverdi (egne beregninger)