



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

**Masteroppgave 2022 30 stp**  
Handelshøyskolen

# **Akvaponi – en fremvoksende innovasjon? Muligheter og utfordringer**

En case-studie om akvaponi i norsk kontekst

**Aquaponics – an emerging innovation?**  
**Opportunities and challenges**  
Case study on aquaponics in Norway

Elisabeth C. Finstad og Frøydis K. Johansen  
Entreprenørskap og Innovasjon



## Forord

Vi ønsker å takke veilederne våre; professor Bernt Aarset og postdoktor Olga Mikhailova på Handelshøyskolen på NMBU. Begge har bidratt enormt i læringsprosessen vår med denne masteroppgaven. Vi ønsker også å takke for tips om ulike konferanser etc, og ikke minst for tålmodigheten med oss, ettersom anvendelig teori for rammeverk ble en uforutsett lengre og krevende prosess for oss.

Videre ønsker vi å takke professor Elin Kubberød, som koblet oss to forfattere av denne masteroppgaven sammen. Kubberød er programansvarlig på masterprogrammet vi har gått -Entreprenørskap og Innovasjon, ved Handelshøyskolen NMBU. Takk til studieveileder Madeleine Sjøbrend for god støtte og hjelp underveis, deriblant for løsning av tekniske utfordringer.

Takk til samtlige informanter vi har intervjuet, innsiktene vi fikk har vært uvurderlige! Samtlige har bidratt med positivitet og engasjement, der driveren ikke bare var en jobb, men genuin interesse for bærekraftig og etisk matproduksjon gjennom akvaponi.

Takk til alle som har heiet oss frem gjennom positivitet og engasjement, som professor Erlend Nybakk (Høyskolen Kristiania), kjæreste, familie og venner av Elisabeth, og barn, barnefar, familie og venner av Frøydis – uten denne støtten ville det vært vanskelig å vie så mye tid til masteroppgaven, slik den krevde.

Til slutt vil vi takke hverandre -Elisabeth og Frøydis. Faglig sett har læringskurven gjennom masteroppgaven vært bratt. Heldigvis ble ikke skriveprosessen bare et samarbeid om et felles avsluttende prosjekt for masterprogrammet, men et godt vennskap ble utviklet med refleksjoner, latter og oppbakking, og ikke minst har vi spilt hverandre gode gjennom hele prosessen. Det har vært en glede å jobbe sammen, og vi er takknemlige for denne veien vi har kunnet gå og vokse sammen på.

## Sammendrag

Havbruksnæringen har hatt betydelig vekst de siste årene, noe som samtidig har ført til en fremtredende økning knyttet til negative miljøpåvirkninger. Den konvensjonelle oppdrettsnæringen har dermed fått mye omstridt oppmerksomhet grunnet dens mye omtalte utfordringer. Denne studien belyser en ny tilnærming og et nytt konsept som tillater kombinasjonen av landbasert akvakultur med hydroponi med oppdrett av fisk og jordfri plantevekst. Konseptet omtales som *akvaponi*, og bygger på noen prinsipper som står i kontrast til den konvensjonelle oppdrettsnæringen. Like fullt skiller den seg ut ved sine overlegne egenskaper om hvordan det er mulig å produsere akvatiske produkter (hovedsakelig fisk), sammen med grønnsaks- og urteproduksjon, og eventuelt blomster. Hensikten med akvaponi er å utnytte de tilgjengelige ressursene som oppdrettsnæringen innehar, til en mer bærekraftig og sirkulær produksjon og bioøkonomi. Det er utarbeidet tre forskningsspørsmål til studien som omhandler akvaponi med dens muligheter og utfordringer, som en mulig fremvoksende innovasjon her i Norge: *“Hva er akvaponi i norsk kontekst – med sine muligheter og utfordringer?”*, *“Hvordan kan akvaponi bidra til å løse de største utfordringene den konvensjonelle oppdrettsnæring fremdeles står ovenfor?”* og *“Dersom fremtidig kommersiell posisjonering - hva anslår empirien suksessfull drift av akvaponi vil innebære?”*

Masteroppgaven er en case-studie, der vi har benyttet kvalitativ metode med eksplorativ og abduktiv tilnærming. Det er gjennomført syv semistrukturerte intervjuer, i tillegg til primærdata fra Mattilsynet og Nærings- og fiskeridepartementet, samt en presentasjon om akvaponi som vi fikk. Hensikten har dermed vært å hente empiriske data for å besvare forskningsspørsmålene. For å analysere studien med dens formål, er det utarbeidet et grundig og strukturert rammeverk med hensikt om å dekke alle aspektene ved akvaponi. Rammeverket har fått navnet *“De seks påvirkende gjensidigheter”*. Rammeverket bygger på seks ulike faktorer som er påvirkende og gjensidig avhengig av hverandre, for en potensiell muliggjøring for innovativ kommersiell posisjonering i det norske markedet i fremtiden. Gjennom vår analyse trekker vi samtidig frem noen nyttige begreper fra innovasjonslitteraturen, som gjenkjenner prosessen til en mulig fremvoksende innovasjon. Overordnet konkluderer vi med at akvaponi ikke kan erstatte den kommersielle oppdrettsnæringen, men den kan bidra som et tilskudd for mer bærekraftig og etisk matproduksjon.

## Abstract

In recent years, the aquaculture industry has experienced significant growth, which has also resulted in a significant increase in negative environmental impacts. Consequently, the conventional fish farming industry has received much controversy in light of its numerous challenges. An innovative approach and a novel concept are presented in this study that allow the integration of land-based aquaculture and hydroponics -with fish farming and plant growth. The concept is referred to as aquaponics and is based on some principles that differ from conventional fish farming methods. Furthermore, it stands out due to its superior characteristics of how it is possible to produce aquatic products (mainly fish), together with vegetable and herb production, and eventually flowers. An aquaponic system utilizes the resources available in the fish farming industry, in order to achieve a more sustainable and circular production system and bioeconomy. This study is addressing three research questions relating to aquaponics, with its opportunities and challenges, as a possible emerging innovation in Norway: *“Aquaponics in the Norwegian context - what are the opportunities and challenges?”, “How can aquaponics contribute to solving the biggest challenges the conventional fish farming industry still faces?”* and *“As for a possible commercial positioning in the future - what does the empirical evidence suggest that aquaponics will perform successfully in the future?”* This master's thesis is based on a case study, utilizing a qualitative research method in conjunction with an exploratory and abductive approach. We have conducted seven semi-structured interviews, as well as primary data from the Norwegian Food Safety Authority and the Ministry of Trade and Fisheries, along with a presentation on aquaponics. Thus, the purpose of the research was to obtain empirical data to answer the research questions. In order to analyze the study, a thorough and structured framework has been developed, with the intention of covering all aspects of aquaponics in order to evaluate the study in the light of its purpose. The framework is referred to as *“The six influencing mutualities”*. For a potential enablement of innovative commercial positioning in the Norwegian market in the future, the framework is based on six different factors that influence and are mutually dependent. In addition to our analysis, we highlight some important terms from the literature of innovation, which recognize the process of what may be an emerging innovation. Accordingly, we conclude that aquaponics is not a substitute for the conventional fish farming industry, but rather a complementary method of producing food that is more sustainable and ethical.

## Innholdsfortegnelse

<i>Forord</i> .....	2
<i>Sammendrag</i> .....	3
<i>Abstract</i> .....	4
<i>Vår motivasjon for denne studien</i> .....	7
<i>Liste over figurer</i> .....	8
<b>1.0 Introduksjon</b> .....	9
1.1 Oppgavens formål og bidrag .....	11
1.2 Avgrensninger .....	11
1.3 Forskningsspørsmål.....	12
1.4 Oppbygging av oppgaven.....	13
<b>2.0 Konvensjonelt oppdrett</b> .....	14
2.1 Introduksjon til konvensjonell oppdrettsnæring i Norge .....	14
2.2 Tradisjonell oppdrett .....	16
2.3 Lukkede anlegg på land .....	16
2.4 Lukkede anlegg i sjø.....	17
2.5 Eksponerte anlegg.....	18
2.6 utfordringer i den konvensjonelle oppdrettsnæringen .....	18
<b>3.0 Akvaponi</b> .....	21
3.1 Introduksjon til akvaponi .....	21
3.2 Infrastruktur og systemsynergi.....	23
3.3 Helsirkulært (koblet system) og enveisflytende (frikoblet system) vannsystem .....	24
3.4 Hovedutfordringer - fisk og planter.....	25
3.5 Bilder fra ekskursjonen.....	26
3.6 Utnyttelse av ressurser .....	29
3.7 Akvaponi - et potensial for fremvoksende innovasjon .....	29
<b>4.0 Teori</b> .....	30
4.1 Innovasjon .....	30
4.2 Oppfinnelse (invention) til innovasjon (innovation).....	31
4.3 Teknologisk og ikke-teknologisk innovasjon .....	32
4.4 Inkrementell og radikal innovasjon.....	32
4.5 Erfaringslæring - Learning-by-doing .....	33
4.6 Stiavhengighet – Path Dependency .....	34
4.7 Først ut til Markedet Fordel – First Mover Advantage.....	34
<b>5.0 Metode og forskningsdesign</b> .....	35

<b>5.1 Forskningsdesign .....</b>	<b>35</b>
<b>5.2 Litteraturgjennomgang.....</b>	<b>35</b>
<b>5.3 Utvalg og rekruttering.....</b>	<b>36</b>
<b>5.4 Datainnsamling .....</b>	<b>38</b>
<b>5.5 Intervjuer og observasjoner.....</b>	<b>40</b>
<b>5.6 Dataanalyse .....</b>	<b>41</b>
<b>5.7 Validitet og reliabilitet.....</b>	<b>42</b>
<b>5.8 Forskningsetiske avveininger .....</b>	<b>43</b>
<b>6.0 Analyse og diskusjon .....</b>	<b>43</b>
<b>6.1 Forslag til eget rammeverk .....</b>	<b>44</b>
<b>6.2 De seks påvirkende gjensidigheter .....</b>	<b>46</b>
6.2.1. 1. Teknologi og driftsstyring.....	48
6.2.2 2. Kompetanse og kunnskap.....	50
6.2.3 3. Økonomiske faktorer.....	54
6.2.4 4. Juridiske faktorer.....	57
6.2.5 5. Miljømessige faktorer og etiske forutsetninger.....	61
6.2.6 6. Markedsstyrte krefter .....	67
6.2.7 Sammenkobling.....	71
<b>7.0 Konklusjon.....</b>	<b>74</b>
<b>7.1 Konklusjon i samsvar med forskningsspørsmålene .....</b>	<b>74</b>
<i>Hva er akvaponi i norsk kontekst – med sine muligheter og utfordringer?</i> .....	74
<i>Hvordan kan akvaponi bidra til å løse de største utfordringene den konvensjonelle oppdrettsnæring fremdeles står ovenfor?</i> .....	75
<i>Dersom fremtidig kommersiell posisjonering - hva anslår empirien suksessfull drift av akvaponi vil innebære?</i> .....	75
<b>8.0 Svakheter og begrensninger.....</b>	<b>76</b>
<b>9.0 Anbefalinger for videre forskning.....</b>	<b>76</b>
<b>Referanser.....</b>	<b>78</b>
<b>Vedlegg.....</b>	<b>85</b>
<b>Vedlegg 1 - Samtykkeerklæring .....</b>	<b>85</b>
<b>Vedlegg 2 - Intervjuguide med samtlige spørsmål fra prosessen.....</b>	<b>90</b>

## Vår motivasjon for denne studien

Som masterstudenter innenfor Entreprenørskap og Innovasjon, har vi stor interesse for hvordan skape bærekraftige løsninger for fremtiden. Vi ønsker å bidra til å løse utfordringene som vi både på kollektivt- og individnivå har bidratt til, slik som et forurenset hav, miljø- og klimaproblematikk, og ikke minst et biologisk mangfold som svekkes og tapes. I tillegg står verden ovenfor en voksende befolkning, samtidig som økende og uønskede klimaendringer, hvilket er enkelt å se ikke vil føre heldig frem. Noe må gjøres, og vi må tenke og handle på nye og bedre måter; bærekraftig, klokt og etisk.

Den konvensjonelle oppdrettsnæringen har en del utfordringer -hvilket fremkommer i denne masteroppgaven. Vi ønsker å bidra til nye innsikter for en sirkulær tankegang, bedre ivaretagelse av miljøet og ikke minst dyrevelferden.

Ingen av oss har bakgrunn fra verken akvakultur, agrikultur eller hydroponi, men vi har engasjement og stor interesse for bærekraftig vekst og nye måter å løse klimautfordringene på. Vi oppdaget ved en tilfeldighet en podcast om *akvaponi* – en symbiose av fiskeoppdrett og jordfri avling av planter, som ikke bare gir én, men to næringsrike produkter i én og samme produksjon. Tilnærmingen traff oss begge rett inn i nysgjerrighetens åre; dette ville vi lære mer om og utforske! Vi oppdaget ganske fort at det er mangelfullt på forskning og utvikling på området. I Norge er forekomsten og direkte erfaring med akvaponi liten sammenlignet med for eksempel USA og flere andre land. Det førte til at vi ble enda mer nysgjerrig og det virket forlokkende å forske på et så spennende felt.

Vårt mantra har vært et sitat fra Walt Disney:

*Vi fortsetter fremover, åpner nye dører og gjør nye ting fordi vi er nysgjerrige, og nysgjerrighet leder oss på nye veier.*

Vi kunne ha gjort det enklere for oss selv og valgt et annet tema vi var tryggere på, men vi ønsket å vie oss til en brattere læringskurve og vekst, selv om det innebar at det skulle bli utfordrende underveis. Vi har ikke angret på det! Begge to har vokst enormt på prosessen



og utviklingen gjennom denne masteroppgaven, og vi håper du som leser får utbytte og inspirasjon av masteroppgaven vår.

## Liste over figurer

<i>Figur 1: Helsirkulært vannsystem i akvaponisk anlegg, side.....</i>	24
<i>Figur 2: Enveisflytende vannsystem i akvaponisk anlegg, side.....</i>	24
<i>Figur 3: Nærmere forklaring av det helsirkulære systemet, side.....</i>	25
<i>Figur 4: Figur 4: Foreslått rammeverk for gjensidig påvirkende faktorer, side.....</i>	46

## 1.0 Introduksjon

Langs kysten har Norge gjennom flere generasjoner hatt en rikelig forekomst av oppdrettsfisk og marine ressurser. Det har ført til en jevn økning av kunnskap og kompetanse om akvakultur og havbruksnæringen, hvor vi i det 21. århundre kan omtale Norge som en av de mest ledende havnenaasjonene i verden med en av de lengste kystlinjene. Den betydelige veksten er vår nest største eksportnæring, og er i dag regnet som verdens største produsent og eksportør av atlantisk laks og regnbueørret (Nærings- og fiskeridepartementet, 2021). Som et resultat av akvakulturutviklingen, som for alvor begynte å blomstre på 1970 – tallet, dannet det grunnlaget for den norske oppdrettsnæringens eventyrlige utvikling. Det er imidlertid viktig å merke seg at suksessen ikke fremkommer uten ulemper. Regjeringens havbruksstrategi legger frem at veksten i oppdrettsnæringen har i lys av bærekraft ført til mye omstridt omtale i medier, hvor den møter en del kritikk, fordi næringen påvirker fiskehelse, fiskevelferd og mye av de eksterne omgivelsene (Nærings- og fiskeridepartementet, 2021). Lakselus, rømming og negativ påvirkning på villaks, samt andre negative og eksterne påvirkninger er en del av utfordringene som forårsaker store miljømessige avtrykk (Miljødirektoratet, 2020). En av de viktigste utfordringene i verdens bærekraftige visjon gjeldene for alle land, er å sikre at menneskelige aktiviteter er i tråd med prinsippene for bærekraftig utvikling (Aleksiý & Šušteršič, 2020). Innenfor forskningen er det generell enighet om at det er de miljømessige, sosiale og økonomiske utfordringene som skaper behov for nye og forbedrede løsninger på matproduksjon og forbrukssystemer (König et al., 2018). En sirkulær økonomi i verdensbildet vil dermed ha til hensikt å minimere bruk av energi, naturressurser og avfallsproduksjon, og i mye større grad fremme ressursutnyttelse (Tura et al., 2019 og Aleksiý & Šušteršič, 2020). Et oppsiktsvekkende faktum ble i tillegg presentert høsten 2021 av Panel on Climate Change (IPCC), da de la frem sin nyeste klimarapport. I rapporten anslås det med en sikkerhet på 90%, at det er utvetydig menneskelig påvirkning som har ført til store og utbredte klimaendringer som følge av miljøpåvirkningene (IPCC, 2021).

I kjølvannet av problematikken og i et forsøk på å ta tak i disse utfordringene har idéen om akvaponi dukket opp. Akvaponi bygger på noen prinsipper som står i kontrast til den konvensjonelle oppdrettsnæringen, og skiller seg ut ved sine overlegne egenskaper om

hvordan produksjon av akvatiske produkter (hovedsakelig fisk) kan foregå. Akvaponi er en med andre ord en landbasert produksjonsform med et mer ideologiske perspektiv for en lønnsom næring. Den tillater kombinasjonen av fisk -eventuelt skalldyr, og planter med en tilnærming koblet sammen av to teknologier: resirkulering av akvakultur (oppdrettsanlegg) og hydroponi (jordfri planteproduksjon), der fiskeslammet gir næring til planteveksten gjennom vannbasert plantedyrking. Det vil si; plantene vokser på det næringsrike vannet som kommer fra fisken (Junge et al., 2017). Nyere forskning og litteratur utført i ulike land de siste årene viser at det er betydelig økt interesse og oppmerksomhet fra forskningsmiljø og myndigheter, grunnet potensialet for en mer sirkulær og bærekraftig matproduksjon (Bandi et al., 2016; Goddek et al., 2019; Greenfeld et al., 2019; Junge et al., 2017 og König et al., 2018).

Tankegangen i akvaponi stemmer godt overens med målene for bærekraftig utvikling som FN vedtok høsten 2015 og trådte i kraft 1. januar 2016, der et veikart ble utarbeidet for felles global innsats mot bærekraftig utvikling. 17 definerte bærekraftsmål skal dermed sette miljø, økonomi og sosial utvikling i sammenheng og være gjeldende for alle land i verden. Akvaponi berører flere av disse bærekraftsmålene, deriblant bærekraftsmål nummer 14. Bærekraftsmål nummer 14 handler om livet i havet, og det å bevare og ta i bruk marine ressurser på en måte som fremmer bærekraftig utvikling og innebærer hindringer som kan føre til stans av forgiftning og forsøpling som livet i havet utsettes for (FN, 2022). Den norske regjeringen legger vekt på at de fremdeles har store ambisjoner for Norge som havbruksnasjon, samtidig fremlegger Nærings- og fiskeridepartementet, i den nyeste havbruksstrategien, at utfordringene knyttet til de negative miljøpåvirkningene må løses. Det må legges til rette for en ny retning og bærekraftig vekst i norsk havbruksnæring. Strategien forklarer i tillegg at utviklingen av ny teknologi kan springe ut idéer som skaper muligheter for nye produksjonsformer og nye produkter (Nærings- og fiskeridepartementet, 2021). Dette viser at tiltak med et ønske om kontinuerlig søk etter forbedringer og nye produksjonsmetoder, er en prioritert oppgave i fremtiden.

## 1.1 Oppgavens formål og bidrag

Formålet med denne masteroppgaven er å undersøke muligheter og utfordringer for akvaponisk aktivitet i Norge som en mulig fremvoksende innovasjon, mot en eventuell fremtidig kommersiell markedsposisjonering. Som nevnt har den konvensjonelle oppdrettsnæringen høstet en del kritikk for å være for lite miljøvennlige, bærekraftige og etiske i sin drift, og de har lenge hatt et dårlig omdømme. De store utfordringene næringen fremdeles sliter med er rømming, lakselus, punktutslipp av fiskeslam og høy forekomst av sykdom og død -både av selve oppdrettsfisken og rensfisken. Vår hensikt er å bidra til ny kunnskap og interesse for akvaponi som fagfelt. Vi ønsker å skape bevissthet, øke nysgjerrighet og åpenhet for en mer transparent tilnærming til å koble fagfelt og fagkompetanser som teknologi, akvakultur, hydroponi og agrikultur

sammen. Spesielt med tanke på hvilken innovasjonskraft og overføringsverdi som ligger i å koble sammen tverrfaglige kompetanse. Endringer og innovasjonsprosesser har alltid vært en viktig kilde til nye tanker og idéer, det bidrar til effektivitet, vekst og nye måter å utføre prosesser og produksjonsmetoder på. Tverrfaglige tilnærminger gir mulighetsrom for nytenkning og utvikling av nye forretningsmodeller og arbeidsområder, og kan være et positivt bidrag til det grønne skiftet. Derfor er det oppgavens formål å undersøke akvaponi som en potensiell løsning for de nevnte utfordringene, som den konvensjonelle oppdrettsnæringen hittil ikke har klart å løse. I en tid hvor klimautslipp og miljøutfordringer er høyt oppe på nåtidens og fremtidens agenda, håper vi studien kan være med på å utfordre det etablerte, og gi innsikt til beslutningstakere. Ikke minst motivasjon og inspirasjon til videre forskning og utvikling på akvaponi som fagområde.

## 1.2 Avgrensninger

Vi har ikke gått inn i parametere som fiskens og plantenes vekstfaktorer, ei heller sett på fiskens og plantenes næringsinnhold. Vi har kun forholdt oss til samspillet mellom fisk, planter, vann og anlegg. Studien avgrenses i tillegg til å ikke gå i dybden på akvaponi som et teknologisk innovasjonssystem, men tar sikte på akvaponi fra et overordnet plan, i lys av potensiell muliggjøring for en fremvoksende innovasjon. Studien går ikke i dybden på

urban matproduksjon -hvilket også er en retning innenfor akvaponi. Oppgaven avgrenses videre til ikke å inkludere dybdeintervjuer fra konvensjonelle oppdrettere.

### **1.3 Forskningsspørsmål**

Oppgavens formål innleder med at studien tar sikte på å undersøke muligheter og utfordringer for akvaponisk aktivitet i Norge som en fremvoksende innovasjon, mot en eventuell fremtidig kommersiell markedspossisjonering. Vi ønsker dermed å presisere tydelig at det ikke er studiens hensikt å fremme akvaponi som en “stor næring” som kommer til å “ta over” for konvensjonell oppdrettsnæring. Det som imidlertid er interessant, som vi ønsker å undersøke, er akvaponi fra et innovasjonssperspektiv. En god del forskning innenfor akvaponi fokuserer mest på de tekniske og biologiske perspektivene (Van Woensel et al., 2015). Van der Goot et al. (2016) og Love et al. (2014) uttaler at teknologien innenfor akvaponi potensielt kan forbedre matproduksjon gjennom en mer bærekraftig måte. Akvaponi tilbyr noen interessante løsninger, og en god del kunnskap vedrørende samfunnsutviklingen mot det grønne skiftet. Vi ønsker derfor å undersøke hva som rører seg hos de aktørene som har vist seg engasjerte på området, deres tankegang og motivasjonskraft, både blant forskningsmiljø, entreprenøriell aktivitet, beslutningstakere og hobbyentusiaster. Hensikten er å skape innsikt i hvilke drivere og faktorer som påvirker utviklingen, hva som bidrar til muligheter og muliggjøring for akvaponi, og hvilke utfordringer og hindringer den akvaponiske forretningsmodellen har i Norge. Selv om det finnes kommersielle akvaponiske anlegg globalt, er det likevel et fåtall, og samtidig, fremdeles lite kunnskap om hvordan akvaponi utvikler seg i praksis. Det er mulig å antyde at mangel på kunnskap kan være grunnen til at det er få virksomheter som lykkes i å gjøre akvaponi om til en lønnsom drift. Ut ifra erfaringsdata fra våre informanter kan det antydes at dette skyldes høye investeringskostnader, byråkratiske utfordringer, lovverk og landareal. Samtidig kreves det en høy grad av kompetanse i to ulike fagfelt (akvakultur og hydroponi), samt sterk teknisk kompetanse ifht til resirkuleringsteknologien (RAS), som blir benyttet. På en annen side viser andre funn fra vår undersøkelse at akvaponi i stor grad fremmer bedre fiskehelse og fiskevelferd. Ytre problemer som rømningsfare og lakselus er fraværende i RAS-anlegg –hvilket er samme type anlegg eller dets prinsipper som akvaponi benytter. Funnene våre viser også at det heller ikke er et behov for å vaksinere fisken, ettersom det er lav sannsynlighet for forekomst av smittsom sykdom. Fisken har

samtidig et bedre levemiljø og har mindre sannsynlighet for å utvikle infeksjoner etter sår dannelser når de ikke lever i åpne og trange merder. Dersom akvaponi skal tas ut fra forskningsinstitusjonene og inn i næringen med suksessfull drift i kommersiell sammenheng, er det antydning til at det avhenger av å kunne posisjonere seg i det norske markedet. Det kan derfor forestilles at det finnes et gap mellom kunnskap og verdiforvaltning for hvordan akvaponi kan utvikles i praksis som et reelt konsept, med dens intensjoner om å styrke flere parametere ved oppdrettsnæringen, ressursutnyttelse og fremveksten av sirkulær bioøkonomi.

Gitt det vi nå har presentert er hensikten dermed å skape et innblikk i de kontekstuelle interne og eksterne faktorene som påvirker akvaponi, og hvilke muligheter og utfordringer den har. Vi tar derfor for oss følgende forskningsspørsmål:

- ***Hva er akvaponi i norsk kontekst – med sine muligheter og utfordringer?***
- ***Hvordan kan akvaponi bidra til å løse de største utfordringene den konvensjonelle oppdrettsnæring fremdeles står ovenfor?***
- ***Dersom fremtidig kommersiell posisjonering - hva anslår empirien suksessfull drift av akvaponi vil innebære?***

## **1.4 Oppbygging av oppgaven**

For å hjelpe leseren til å orientere seg i oppbyggingen av studien, er det gitt en introduksjon her i kapittel 1 med presentasjon av bakgrunn for valgt tema. Videre er det blitt fremlagt oppgavens bidrag og relevans, samt formål og avgrensninger etterfulgt av studiens forskningsspørsmål. Kapittel 2 gir en beskrivelse av konvensjonelt oppdrett som en introduksjon til valgt tema, slik at leseren skal få mer dybde, og forstå omfanget av tematikken bedre. Kapittel 3 presenterer deretter studiens tema; akvaponi, med utfyllende beskrivelse. Kapittel 4 tar for seg valgt teori fra innovasjonslitteraturen som utgjør studiens grunnlag. Videre det gis en introduksjon til studiens teoretiske rammeverk, som senere vil bli presentert grundigere i analyse og diskusjonskapittelet. Kapittel 5 gir en

presentasjon av studiens design og metodikk, som er blitt brukt i innsamlingen av den kvalitative, teoretiske og empiriske dataen. Kapittel 6 består av både analyse og diskusjon, hvor vi presenterer studiens funn hentet fra våre empiriske data, videre diskuterer vi de empiriske funnene opp mot det teoretiske og analytiske rammeverket. Avslutningsvis vil vi i kapittel 7 presentere en oppsummering og konklusjon av studien forskningsspørsmål. Videre i avslutningen vil vi i kapittel 8 si kort om svakheter og begrensninger, og kort oppsummere i kapittel 9 anbefalinger til videre forskning.

## **2.0 Konvensjonelt oppdrett**

For å skape en forståelse av akvaponi som idé, er det i første omgang hensiktsmessig å gi en introduksjon til konvensjonell oppdrettsnæring, slik vi kjenner til den her i Norge. Deretter gis det innføring i dens utfordringer. I siste avsnitt presenterer vi begrepet bærekraft i sammenheng med akvakulturen.

### **2.1 Introduksjon til konvensjonell oppdrettsnæring i Norge**

Havbruksnæringen i Norge stiller i en egen kategori når det gjelder økonomisk suksess og vekst fra den startet på 1970-tallet, som en hobby skapt frem av hobbyentusiaster. I dag vil vi benevne dette eventyret som et industrieventyr, dog ikke uten ulemper. Her vil vi gi et overblikk over den konvensjonelle norske fiskeoppdrettsnæringen, der vi kort presenterer de ulike metodene for konvensjonelt oppdrett, både til havs og til land. Konvensjonell menes ordinær, og i denne sammenheng det som oppfattes som vanlig fiskeoppdrettsmetode (SNL, 2022).

SNL (Det Store Norske Leksikon, 2022) definerer fiskeoppdrett som det å fø opp fisk i fangenskap, der det også ofte inngår produksjon av rogn og yngel for nye generasjoner med fisk. Ved å holde fisk i fangenskap er det også vårt ansvar å sørge for at fisken ikke lider av sykdom eller skader seg, og at den har tilgang på nok mat (Olesen et al., 2010).

Fiskeoppdrett er innenfor det som benevnes som akvakultur, hvilket innebærer oppdrett og dyrking i vann av alle slags organismer. I Norge er det atlantisk laks som troner øverst som

største andel av oppdrettsfisk, etterfulgt av regnbueørret og sjørøye (totalt 98,8%). For å holde forekomsten av lakselus nede, benyttes det som kalles for rensfisk (0,7%) (SNL, 2022).

I følge Det Store Norske Leksikon (2022) finnes tre ulike faser i oppdrettsfiskens livssyklus:

- 1) Stamfiskproduksjon er det første leddet i utviklingen, dette er da fisken føres frem til gyting (kjønnsmodning). Fra den gytemodne stamfisken samles rogn fra hunfisken og melke fra hanfisken, deretter befruktes rognkornene ved at rogn og melke blandes.
- 2) Når fisken så er klekket går den over i neste fase som yngel. Yngelproduksjonens formål er å få fisken opp til en viss biologisk tilstand eller størrelse. Denne produksjonen foregår i ferskvann og kalles i oppdrettsnæringen for settefiskproduksjon. Deretter skjer en biologisk endring i fisken (laks og regnbueørret); smoltifisering. Da går fisken fra å tåle ferskvann til å bli naturlig fysiologisk tilpasset saltvann. På lokasjoner der det oppdrettes marine arter som laks, lever denne i sjøvann (saltvann) gjennom hele sin livssyklus.
- 3) Den siste fasen i utviklingen kalles matfiskproduksjon, og handler om å føre fisken opp til den har vokst seg til en ønsket størrelse for salg. Rensfisken settes ut når den har nådd en bestemt størrelse, ettersom den ikke skal spises av mennesker.

I den siste risikorapporten for fiskeoppdrett (2022), fremkommer det følgende: *det er godt dokumentert at økt konsentrasjon av løste næringssalter (løst nitrogen og fosfor) kan gi uønskede miljøeffekter i marine miljøer. Konsentrasjonen av næringssalter fra fiskeoppdrett avhenger i all hovedsak av utslippsmengde per sjøareal i produksjonsområdet og utskiftning av overflatevann (spredning og fortykning).* Dette utsagnet indikerer at det er en generell utfordring med utslipp av fosfor og nitrogen. Fosfor er en knapphetsressurs som det er generell enighet bør gjenvinnes. Fiskens avføring, som omtales i akvakultursammenheng for *fiskeslam*, eller bare *slam*, er en blanding av fôrrester. Fiskeslammet anses som en miljøutfordring så lenge den ikke kan benyttes til noe



hensiktsmessig. I slammet finnes det næringsstoffer som potensielt sett kan resirkuleres. I akvaponi vil slammet kunne benyttes til å dyrke frem jordfrie grønnsaker, gjerne ulike typer salater og urter med mer.

Det finnes ulike produksjonsmetoder å drive med tradisjonelt konvensjonelt oppdrett på. I henhold til Nofima (Kraugerud, 2022a), har vi i Norge fire ulike type oppdrettsanlegg:

## **2.2 Tradisjonell oppdrett**

Tradisjonell oppdrettsform er den vanligste. Denne oppdrettsformen starter først på land, før den avsluttes på sjøen. Når fisken er yngel holdes den i lukkede kar med vanngjennomstrømming på land, der den vokser seg til vekten som anses som smolt, hvilket er rundt 80-100 gram. Deretter flyttes den ut fra det lukkede anlegget til merder ute i sjøen. Slike anlegg har en del utfordringer knyttet til dens produksjonsmetode. En del kritikk innebærer punktutslipp av fiskeslammet (fiskens avføring), som legger seg som et belegg på havbunnen under merden og fører blant annet til overgjødning av havbunnen. Kritikken rettes også mot medisinbruk til å bekjempe lakselus, og annen sykdomsforekomst. Medisinbruken påvirker negativt sårbare arter slik som skalldyr. Bruk av gifter for å holde merdene rene er heller ikke bra for verken miljøet eller artsmangfoldet rundt merdene. Disse merdene er sårbare med hensyn til at oppdrettslaks kan rømme, og dermed formere seg med villaksen, som har en annen genetisk stamtavle opparbeidet gjennom generasjoner tilpasset naturen, og ikke minst også smitte villaksen med lakselus og sykdommer. Det er flere grunner til at fisken kan rømme, det kan være vær og vind som kan rasere merdene, feil bruk av utstyr og teknisk svikt. Det forskes stadig på hvordan gjøre merdene mer robuste og mindre sårbare. Det forskes også på hvordan skape en mer robust fisk som kan stå imot sykdom, og som kan gi høyere overlevelseshastighet.

## **2.3 Lukkede anlegg på land**

Ved denne oppdrettsmetoden foregår hele prosessen på land. Disse anleggene benytter i mange tilfeller RAS-teknologi (Recirculating Aquaculture Systems), hvilket er en resirkuleringsteknologi for vann på opptil 99,9%. Fisken holdes i lukkede anlegg hele veien frem til slaktevekt, som ligger på rundt 4-5 kg. I Norge holdes den ofte kun til

postsmoltfasen, hvilket er på rundt 1 kg. I slike landbaserte oppdrettsanlegg er utfordringen at de krever store landareal og ansatte med høy kompetanse, både i forhold til fiskens biologi og det teknologiske utstyret. Denne type oppdrettsanlegg krever dermed store økonomiske investeringer. Ved lakseoppdrett er en utfordring å få inn sjøvann når fisken når smolt-fasen. Fordelene med landbaserte oppdrettsanlegg er større kontroll på fiskens velferd og helse, og ikke minst kontroll på lakselus, samt ingen mulighet for at fisken kan rømme. Andre klare fordeler med landbasert oppdrettsanlegg er oppsamling av fiskeslammet.



Bildet er fra postsmoltproduksjonen til Bremnes Seashore AS, en av partnerne i CtrIAQUA. Foto: Magne Langåker © Nofima

## 2.4 Lukkede anlegg i sjø

Navnet er noe misvisende, ettersom disse anleggene ikke er helt lukket, men semi-lukket og slipper ut avfallsstoffene. En tett vegg hindrer interaksjon med miljøet på utsiden. Fordelene med slike anlegg er at de tar inn sjøvann fra dypet der lakselusen ikke forekommer. Det er heller ikke behov for et resirkuleringsystem, hvilket gir både økonomiske og tekniske besparelser, slik som landbasert oppdrettsanlegg krever. Smolten



Lukket anlegg i sjø. Foto: Reidun Lilleholt Kraugerud © Nofima

settes ut her, og her kan de vokse seg til 1 kilo, men i praksis fungerer dette anlegget best for laks opp til 250-500 gram, hvilket omtales som fiskens mellomstadium. Foreløpig er disse anleggene ikke for kommersiell produksjon, men det forskes stadig på ulike type varianter av prototyper som faller innunder betegnelsen lukkede sjøanlegg.

## 2.5 Eksponerte anlegg

Ideen bak oppdrett i eksponerte anlegg er å imøtekomme et mer optimalt produksjonsmiljø, i tillegg gir de økt plass. Disse anleggene ligger langt til havs. Grunnet konstant vannbevegelse gis det større fordeling av avfallsstoffene, samt mer stabile vekstforhold. Like fullt kan disse anleggene bli utsatt for både lakselus og rømming av laks. Fordelen med eksponerte anlegg er at de er lokalisert lenger unna villaksen langs kystområdene, hvilket kan redusere risikoen for at rømt oppdrettslaks kan smitte den ville laksestammen med lus og formere seg med villaksen. Utfordringene med slike anlegg er at de er mer utsatt for kraftigere vind og uvær, i tillegg til vekslende strøm- og bølgeførhold. Avstanden gjør det også problematisk når det gjelder å komme seg til anleggene for utstyr, struktur og operasjoner. Disse anleggene krever en god del tekniske- og driftsmessige utstyr.



*Oppdrett i eksponert anlegg langt til havs hos Salmar utenfor Frøya. Foto: Salmar*

## 2.6 Utfordringer i den konvensjonelle oppdrettsnæringen

Som allerede nevnt tidligere i introduksjonen er det ikke en ukjent sak at den konvensjonelle oppdrettsnæringen har et forholdsvis dårlig omdømme, mye grunnet dens kritikk rettet mot dårlig fiskehelse og fiskevelferd i oppdrettsanleggene. Mye av kritikken er knyttet til dårlig fiskehelse og fiskevelferd, som omhandler utfordringer med lakselus, rømming og negativ påvirkning på villaks, samt andre negative og eksterne påvirkninger knyttet til miljøutfordringer (Miljødirektoratet, 2020). Fremkomsten av lakselus representerer det store fiskehelseproblemet i den atlantiske lakseoppdrettsnæringen (Bacenetti et al., 2019). Lakselus er en parasitt som beiter på fiskens hud og slimhinnevev, dette gir sårdannelser og infeksjoner, noe som kan forårsake stress og i verste fall død hos fisken (Johansen et al., 2011). Samtidig er også fiskebestandene i merdene svært tette, noe

som i tillegg forårsaker høy risiko for smittsom sykdom, begrenset tilgang til plass og positiv stimuli (Olesen et al., 2011). (Olesen et al., (2011) beskriver videre at kronisk stress viser seg å svekke immunforsvaret hos fisk. I tilfeller der fisken også blir utsatt for behandling for å fjerne lakselus (avlusning), er dette også svært krevende for fisken. Som følge av avlusningen kan den bli ytterligere utsatt for stress, som igjen fører med seg at smak og kvalitet blir redusert. Dette kan følgelig gå utover markedskvaliteten på produktet (Bacenetti et al., 2019). Den nevnte problematikken i oppdrettsanleggene fører i alt med seg dårligere fiskehelse og fiskevelferd. Bacenetti et al. (2019) argumenterer for at akvatiske produkter bør produseres i et bedre levemiljø, og på en slik måte at det er til fordel for samfunnet i lys av bærekraft og i et sirkulærøkonomisk perspektiv. Forskning tilsier med andre ord at havbruksnæringen bør ta større del i å fremme fiskehelse og fiskevelferd, samt redusere miljøpåvirkninger. Havforskningsinstituttets risikorapport for norsk oppdrett (2020) forklarer også at det er liten uenighet om at aktiviteten til konvensjonelt oppdrett i større eller mindre grad påvirker miljøet. I Norge svømmer rundt 400 millioner oppdrettsfisk i åpne merder langs kysten, og store utfordringer knyttet til dyrevelferd og fiskehelse har samtidig blitt dokumentert i Havforskningsinstituttets risikorapport. Akvaponi på sin side har noen fordeler som står i kontrast til den konvensjonelle oppdrettsnæringen. Forskning utført i nyere tid på livssyklusvurderinger i akvaponi viser til at den har flere miljøfordeler (Greenfeld et al., 2021). Øvrig litteratur viser samtidig at den er svært effektiv hva gjelder sirkulering av næringsstoffer som finnes i fiskeslammet, som i stor grad bidrar til ressursutnyttelse (Love et al., 2014). Den konvensjonelle oppdrettsnæringen fokuserer mest på laks og regnbueørret. Disse har to livssykluser, den første livssyklusen er i ferskvann (settefisk) og den andre er i sjøvann (matfisk). Laks og regnbueørret i oppdrett må da overføres fra saltvann til ferskvann. I konvensjonelt oppdrett brukes andre fiskearter- rensefisk, som et middel for å bekjempe lakselus. Hvilket også er omdiskutert i henhold til dyrevelferdsloven. Samtlige fiskearter i norsk oppdrettsnæring skal i prinsippet beskyttes av Dyrevelferdsloven (2009), som sier:

### **§ 1. Formål**

Formålet med loven er å fremme god dyrevelferd og respekt for dyr.

### § 3. *Generelt om behandling av dyr*

Dyr har egenverdi uavhengig av den nytteverdien de måtte ha for mennesker. Dyr skal behandles godt og beskyttes mot fare for unødige påkjenninger og belastninger.

Fiskehelsesrapporten (2021) skisserer fremdeles dystre tall for fiskedødelighet i norsk akvakultur; *i sjøfasen dør godt over 50 millioner fisk, et tall som i prosent ikke har endret seg nevneverdig de siste fem årene. I tillegg dør mer enn 30 millioner i hver av kategoriene settefisk og rensefisk. Med andre ord: den unaturlige fiskedøden er uakseptabel høy.*

#### 2.1.6 Hva innebærer begrepet *bærekraft* i akvakultur

Begrepet «bærekraft» ble for alvor kjent blant allmennheten da FN innførte de 17 bærekraftsmålene i 2015. Selv om bærekraftsmålene er utdypet, bærer det likevel med seg noe diffust over hva begrepet «*bærekraft*» innebærer. Aarset et al. (2020) påpeker hvordan dette fremkommer i den norske lakseoppdrettsnæringen. Vi anser overføringsverdien fra norsk lakseoppdrett som nærliggende for akvaponisk oppdrett. Med fokus på tolkningen av begrepet bærekraft, ble det i artikkelen benyttet en nedenfra-og-opp-tilnærming om hva bærekraft betyr i akvakultur-sammenheng. Bærekraft er blitt en nødvendig pådriver for endringer, like fullt er bruken av begrepet ulikt. «Bærekraft» er åpen for ulike tolkninger og tilnærminger.

Studien til Aarset et al. (2020) viste at tredjepartssertifiseringer for bærekraftig produksjon er noe de fleste fiskebøndene støtter, dog ikke som en kortsiktig markedsstrategi, men som et eget driv for mer bærekraftig produksjon. Markedet -derimot, er verken klare eller villige til å kompensere for sertifiseringene, fordi kjøpsatferden styres av prisen. En informant uttalte: «*Det er nesten en trend å være motstander av oppdrettsnæringen, og samtidig dra hjem og nyte et måltid sushi*».

Aarset et al. (2020) forklarer videre at mange av de intervjuede lakseoppdretterne uttalte frustrasjon over enkelte bærekraftstiltak. Dette fordi definisjonsmakten av begrepet bærekraft, er overlatt til markedsgruppene. Like fullt viser studien at bærekraft har vært

innlemmet som en del av lakseoppdretternes virke, lenge før myndighetene påla bærekraft som et kvalitetskriterium. En informant i studien til Aarset et al. (2020) beskrev dette slik:

*«Bærekraft har alltid vært en integrert del av vår virksomhet. Hvis du forurenses vannet, forurenses du anlegget ditt. Hvis du trekker ut for mange ressurser til fôr, vil du ikke ha noen i morgen. Det er veldig enkelt å koble bærekraft til bunnlinjen vår».*

Studiens implikasjon tilsier at bærekraft står som et fleksibelt ideal, der bærekraftstrategier kan variere. Fordelen med denne variasjonen av hva begrepet «bærekraft» innebærer, er den potensielle stimuleringen for et fremtidig bærekrafts-paradigme.

Et godt argument for mer bærekraftig tankegang ligger hos fisken selv -nemlig fiskehelsen og fiskevelferden. En informant i den nevnte studien uttalte følgende: *«En grønn drift gir fisk av høy kvalitet med færre sykdommer».*

Videre sier artikkelen at høyt kortisolnivå reduserer kvaliteten på fiskekjøttet. Normalt kortisolnivå derimot, gir oss indikasjoner på at en fisk er stressfri, og uten sykdommer og andre påkjenninger.

## **3.0 Akvaponi**

I dette kapitlet vil vi gi en introduksjon og en beskrivelse av akvaponi som konsept med dens opprinnelse, betydning i lys av bærekraft og innovasjon, dens infrastruktur, hovedutfordringer og dens ressursutnyttelse.

### **3.1 Introduksjon til akvaponi**

Akvaponi (på engelsk aquaponics) er blitt praktisert siden antikkens tid. Likevel er moderne akvaponi å anse som relativt ny i vår tid. Goddek et al. (2019) beskriver akvaponi som en teknologi som *søker å kombinere dyre- og plantekulturteknologier for å gi fordeler og bevare næringsstoffer og andre biologiske og økonomiske ressurser*. Hydroponi betyr dyrking av planter i vann, og akvakultur betyr oppdrett av akvatiske dyr (dyrearter som lever i vann). Denne sammensetningen har blitt gitt betegnelsen akvaponi (Pedersen &

Martinsen, 2013). Vitenskap innenfor akvakultur og hydroponi ble tatt i bruk på begynnelsen av 1970-tallet i USA og fått en oppblomstring i nyere tid, særlig i Europa (Goddek et al., s. 113, 2019).

I kontrast til konvensjonell tankegang innenfor oppdrettsnæringen og de utfordringene den står ovenfor, har den forholdsvis nye måten å tenke akvaponisk-produksjonsprosess på, begynt å ta form de siste årene. Akvaponi bygger på andre prinsipper enn den konvensjonelle oppdrettsnæringen. Den skiller seg ut og bygger på ideer om hvordan produksjon av akvatiske produkter (hovedsakelig fisk) kan foregå, fra et mer ideologisk perspektiv. Akvaponi er en produksjonsform som tillater kombinasjonen av fisk -eventuelt skalldyr for rensing, og planter med en tilnærming koblet sammen av to teknologier: resirkulering av akvakultur (oppdrettsanlegg) og hydroponi (jordfri planteproduksjon). Produksjonsformen inneholder sirkulering av næringsstoffer, sirkulering av vann, høsting av planter, i kontrollerte omgivelser (Junge et al., 2017).

König et al (2018) påpeker at det er generell enighet om at miljømessige, sosiale og økonomiske utfordringer skaper et større behov for nye og forbedrede løsninger på matproduksjon og forbrukssystemer. Videre understreker forfatterne at det økende behovet for matsikkerhet ikke lenger bør gå ut over ytterligere utnyttelse av naturressurser. Litteraturen anslår også at det er økende etterspørsel etter fisk, men at oppdrettsnæringen utføres på måter som ikke er målt bærekraftig tilstrekkelig. Dette fører med seg miljømessige bekymringer knyttet til lav utnyttelse av ressurser, utslipp av miljøgifter i havet, tap av biologisk mangfold og høyt forbruk av kjemikalier (Bacenetti et al., 2019). König et al (2018) beskriver kommersiell akvaponi som en fremvoksende næring på et tidlig utviklingsstadium, og nåværende livssyklus-vurderinger anslår i litteraturen å gi et positivt svar på hva gjelder miljøfordeler (Greenfeld et al., 2022). En kan dermed antyde at industrien kan ha et potensial for å være verdiskapende på flere områder. Ved et enkelt Google-søk fremkommer det at kommersiell drift av akvaponi finnes i USA og Europa, deriblant Sverige og Nederland, samt øvrige deler av verden. Men, akvaponi er fremdeles et ganske nytt konsept i Norge, og det finnes per dags dato ingen store kommersielle anlegg. Årsaken antydes til å være at det i dag ikke anses for å være egnet til storskala-drift med kommersielle økonomiske hensikter i Norge. Men det finnes likevel aktører som har vist stor interesse på området og som ønsker å få dette til. De aktørene som har vist

engasjement, har tidligere drevet eller driver på nåværende tidspunkt kunnskaps-, forsknings- eller hobbybasert, hvorpå samtlige driver med produksjon i en relativ liten skala. Det som imidlertid er interessant å merke seg, er at akvaponi har fått betydelig økt interesse og oppmerksomhet de siste årene fra forskningsmiljø og også noe fra myndighetene, grunnet potensialet for en mer sirkulær og bærekraftig matproduksjon (Goddek et al. 2019; Greenfeld et al., 2019; König et al., 2018 og Junge et al., 2017).

### **3.2 Infrastruktur og systemsynergi**

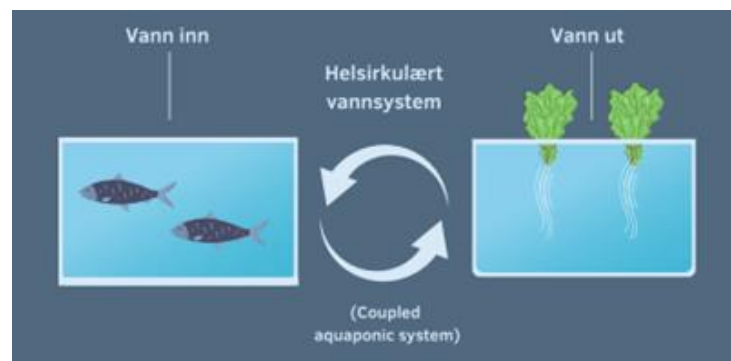
Et akvaponisk anlegg har flere systemsynergier, og en bred infrastruktur. En kan dele dette opp i hovedkomponentene; drift- og logistikkstyring, som videre består av det resirkulerende akvakultursystemet som benevnes som RAS-teknologi. Det hydroponiske systemet (jordfri dyrkning i vann) går i en symbiose med fisk, organismer og næringsstoffer (Araújo, et al., 2021). Enklere forklart kan et RAS-anlegg koble sammen et hydroponisk- og akvakultursystem for å produsere et kretsløp med vann- og gjødselsinnganger i flytende vannbed. Goddek et al (2019) beskriver dette med; *akvaponi søker å integrere akvakulturdyrproduksjon med hydroponisk planteproduksjon ved å bruke ulike metoder for å dele vann- og næringsressurser mellom de viktigste produksjonskomponentene for å produsere kommersiell og salgbar fisk og planteprodukter.* Det anvendes en filtrering som kontrollerer og endrer vannkjemien fra fiskene tilpasset plantene, hvilket innebærer: *rask og effektiv fjerning av fast fiskeavfall, effektiv bakteriemediert omdannelse av potensielt giftig oppløst fiskeavfall/ammoniakk til mindre giftig nitrat og oksygenvedlikehold via assistert lufting eller direkte injisert oksygen* (Timmons et al, 2002). På denne måten blir derfor næringsstoffer samlet opp, og blir brukt som en ressurs for plantevekst. En utfordring er å finne en passende fisk-plante-kombinasjon for opprettholdelse av balansegangen mellom pH-verdi, temperatur og oksygen (Thórarinsdóttir et al., 2015).



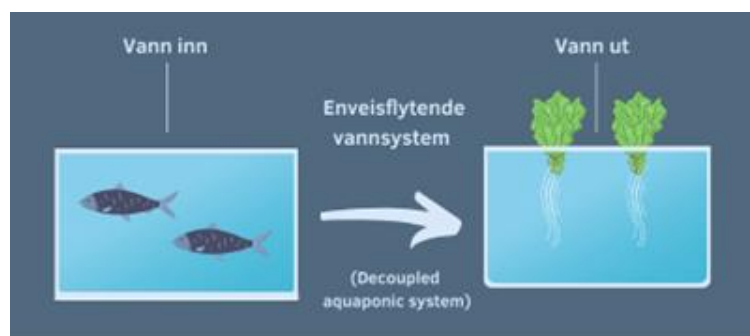
### 3.3 Helsirkulært (koblet system) og enveisflytende (frikoblet system) vannsystem

Overordnet kan vi inndele det akvaponiske samspillet mellom fiskene og plantene opp i to ulike metode, som er mest anvendt: et *helsirkulært* system og et *enveisflytende* system. Det helsirkulære systemet omtales som *koblet system* (coupled system) og det *enveisflytende systemet*, som *frikoblet system* (decoupled system).

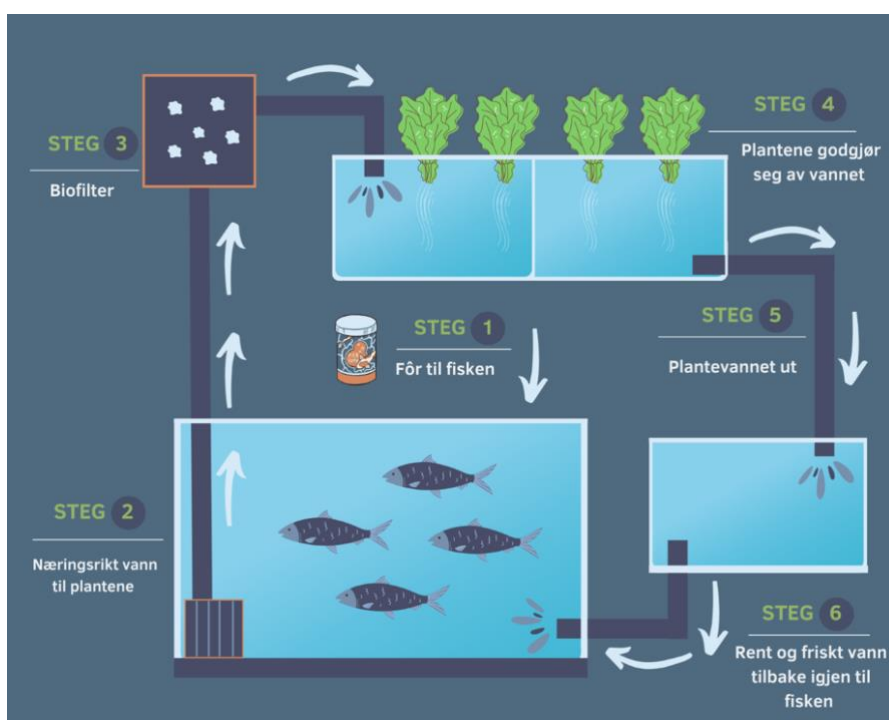
I det koblede vannsystemet strømmer vannet i en sirkulerende strøm fra fiskene til plantene, og fra plantene tilbake til fiskene. Her kreves det særlig kompetanse på filtreringssystemet. Det er mer andre ord et helsirkulært system. I det frikoblede systemet- enveisflytende, går vannet fra fiskene til plantene, men ikke fra plantene og tilbake igjen til fiskene (Goddek et al., 2019).



Figur 1: Helsirkulært vannsystem i akvaponisk anlegg



Figur 2: Enveisflytende vannsystem i akvaponisk an



Figur 3: Nærmere forklaring av det helsirkulære systemet

### 3.4 Hovedutfordringer - fisk og planter

Det finnes primært tre hovedutfordringer hva gjelder fisk og planter i et akvaponisk system. Den ene fremkommer i det koblede systemet med vannets pH-verdi. Dette fordi fisk og planter krever ulik pH-verdi på vannet, fisk trives best i lett basisk miljø, men planter derimot trives best i lettere surt miljø. En annen utfordring er nitrogenverdien i vannet. Fisk trives best med lavere konsentrasjon av nitrogen, mens en del planter krever høyere nitrogenkonsentrasjon. En tredje utfordring er vannets temperatur, ettersom fisk og planter foretrekker ulik vanntemperatur. Utfordringen er å finne en balanse og et kompromiss ovenfor fiskene og ovenfor plantene. Det frikoblede systemet anses derfor å være enklere å ta bruk, fordi fiskevannet og plantevannet optimaliseres individuelt. I tillegg, dersom det benyttes plantevernmidler på plantene, vil ikke dette kunne påvirke fiskene (Tyson, 2007).

### 3.5 Bilder fra ekskursjonen

Disse bildene er fra ekskursjon vi gjorde i begynnelsen av prosessen med denne masteroppgaven, og viser hvordan akvaponi kan sees ut i praksis.

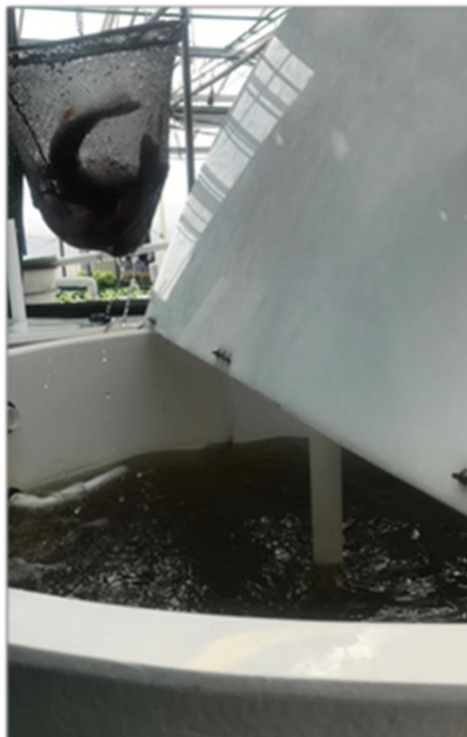
#### Sted 1:



I dette anlegget befinner fiskekarene og plantene seg i samme rom, men det er ikke en nødvendighet. Fisken som benyttes her er røye.



Plantebed med røttene, slik det ser ut under vannet.



Fiskekaret hvor oppdretter har tatt opp en fisk for å vise den frem.

Den ble fort lagt ned igjen.

## Sted 2:

Her vises fiskekarene og plantebed i adskilte rom, men prinsippene er fortsatt de samme:



Denne maskinen er et verktøy for optimalisering av vannet.

Nitrit, nitrat og ammonium inngår i denne prosessen.

### **3.6 Utnyttelse av ressurser**

Ordet fiskeslam er fiskens avføring (feces) sammen med fôrrester. Fiskeslammet tilsvarer imidlertid det samme som det vi innenfor agrikultur og landbrukssektoren kaller for gjødsel. Det er en fersk råvare og må enten bli utnyttet kort tid etter at den er filtrert vekk fra vannet, eller bli tørket. slammet inneholder fôrrester etter det som ikke har blitt spist, eller det som ikke har blitt fordøyd av fisken (Kraugerud, 2022b). I akvaponi er det slammet som sørger for sirkuleringen av næringsstoffene, som gjør at det er mulig å dyrke planter og grønnsaker. I konvensjonelle oppdrettsintensive områder slippes slammet fra merdene rett ut i havet uten kontrollerte omgivelser, dette fører til økte konsentrasjoner av næringssalter, med økt produksjon av planteplankton (eutrofiering). I økosystemet medfører denne overproduksjonen til negative endringer og avvik fra naturens opprinnelige tilstand, dette igjen medfølger uønskede miljøeffekter (Havforskningsinstituttets risikorapport, 2020).

Forskningsinstitutter som blant annet Nofima og NIBIO er allerede godt i gang med undersøkelser av å kunne utnytte slammet til en ressurs med dens mulige bruksområder. I landbaserte oppdrettsanlegg blir slammet samlet opp og blir ofte sendt til avfallsanlegg, hvor det blir brukt til produksjon av biogass eller som gjødsel på landbruksareal (Kraugerud, 2022b). Det blir imidlertid diskutert i nyere forskning hvor god gjødsleffekt i jordbruk fiskeslammet egentlig har. Samtidig er det en energikrevende prosess å samle opp, tørke og transportere slammet (Kraugerud, 2022b).

### **3.7 Akvaponi - et potensial for fremvoksende innovasjon**

I lys av utfordringene som er beskrevet og viktigheten av miljøaspektet er det interessant å undersøke hva akvaponi kan medvirke og påvirke til. Jordbrukssamfunnet har gjennom årtusener tatt nytte av dyrenes gjødsel som en godt bevart verdi, hvor dette har blitt brukt som en naturlig kilde til ressurs for å dyrke frem råvarer i landbruk. Å ta i bruk den samme tankegangen i oppdrettsnæringen bør få viet mer oppmerksomhet. Her har slamproblematikken og gjeldende miljøutfordringer, lenge fulgt en mye omdiskutert og negativ utvikling. Akvaponisk matproduksjon og dens potensial til matproduksjon og forbedret bærekraft er diskutert i forskningen som et alternativ i akvakultur til intensivt

fiskeoppdrett (Kloas et al., 2015). Men overgangen fra konvensjonell matproduksjon til bærekraftig og mer sirkulær matproduksjon krever samtidig innovasjoner som går utover tradisjonelle paradigmer (Junge et al., 2017). Innovative tilnærminger i bærekraftige matproduksjonssystemer må derfor også erkjenne det komplekse omfanget som oppstår i overgangen til bærekraftige matproduksjonssystemer (König et al., 2016). Betydningen av dette er at selv om kommersiell akvaponi blant forskningsmiljøet blir omtalt som en fremvoksende industri (König et al., 2018), kan det fortsatt være en utfordrende vei å gå før industrien kan bli en lønnsom fortjeneste (Villarroel et al., 2016). Her deler Greenfield et al (2019) den økonomiske bærekraften til akvaponi opp i to deler: "lønnsomme systemer" (for dyrkeren) og "netto-nyttige systemer" (for samfunnet), hvorpå forskerne forklarer at lønnsomme systemer gjør det mulig for positive markedskrefter å ekspandere sin industri. Men adopsjon av ny teknologi kan imidlertid være en hindring grunnet kulturelle og lovgivende faktorer. Hvis det mot formodning anses som ulønnsom, kan akvaponi fortsatt være en fordelaktig praksis for samfunnet, på grunn av de sosiale og miljømessige fordelene, som anses som eksterne faktorer i lønnsomhetsligninger (Greenfield et al., 2019). Forklaringene får støtte av Goddek et al., (2019) som bekrefter utfordringene og kompleksiteten til økonomiske analyser utført i akvaponiske systemer, og legger til at eksterne faktorer kan være nøkkelen til å utvide akvaponi på et større kommersielt nivå (Goddek et al., 2019).

## **4.0 Teori**

I dette kapitlet presenteres ulike begrep fra innovasjonslitteraturen som er lagt til grunn for studiens analyse og diskusjon av forskningsspørsmålene. Deretter vil vi gi en introduksjon til utarbeidelsen av vårt eget teoretiske rammeverk, som er blitt brukt i analysen. Vårt eget rammeverk vil deretter bli ytterligere presentert og forklart i analyse- og diskusjonskapitlet.

### **4.1 Innovasjon**

Abelsen et al., (2013) forklarer at begrepet innovasjon for første gang ble introdusert av den østerrikske økonomen Joseph Schumpeter. Forfatterne påpeker at Schumpeter definerte innovasjon som kombinasjonen av eksisterende ressurser, som utvikler nye måter

å utføre produksjoner på, hvorpå Schumpeter påpekte at innovasjoner kan være *prosessuelle* så vel som *systemiske*. Siden Schumpeters tid har innovasjonsbegrepet -slik vi forstår det i dag, utviklet seg i svært stor grad.

## **4.2 Oppfinnelse (invention) til innovasjon (innovation)**

I innovasjonslitteraturen er det viktig å skille mellom *oppfinnelse* (invention) og *innovasjon* (innovation), hvor Fagerberg et al. (2005) illustrerer dette tydelig med; *“oppfinnelse er den første forekomsten av en idé for et nytt produkt eller en prosess, mens innovasjon er det første forsøket på å gjennomføre det i praksis.”* Oppfinnelse handler med andre ord om det å utvikle en idé, mens innovasjon deretter introduserer denne ut i markedet, og at den blir tatt i bruk. Fagerberg et al. (2005) forklarer at oppfinnelsen kan være alt ifra en ny tjeneste, et nytt produkt, en ny teknologi eller nye prosesser. Vi kan derfor si at innovasjon ofte blir omtalt som en av de viktigste faktorene som i størst grad fører til økonomisk vekst, verdiskapende aktiviteter og utvikling av samfunnet. Innenfor nyere innovasjonslitteratur legges det også vekt på at innovasjon oppstår i samspillet mellom tverrfaglige sammenkoblinger av aktører som har ulike typer bakgrunn og kunnskap (Abelsen et al., 2013). Kunnskapsutviklingen foregår mellom og involverer aktører, forskningsinstitusjoner og nettverk, og at det i stor grad er erfaring og kunnskapsdelingen som fremmer utviklings- og innovasjonsprosessene (Fagerberg et al., 2005). Overgangen fra (vitenskapsbasert) oppfinnelse til (kommersiell) innovasjon som Fagerberg et al. (2005) beskriver, gjør at innovasjonsutvikling i tidlig stadium kan være utfordrende å plassere inn i etablerte rammeverk og eksisterende teori. Bakgrunnen for dette, slik vi anser det, er at det innenfor akvaponi fremdeles foregår utøvende forskning med teoretisk og praktisk tilnærming. Både som forskningsområde i forskningsinstitusjonene og som et levedyktig forretningsområde i skjæringspunktet mellom økonomisk lønnsomhet og bærekraftige verdiskapning, i anlegg som på sikt ønsker seg mot en kommersialisering.



### 4.3 Teknologisk og ikke-teknologisk innovasjon

I litteraturen er det vanlig å kategorisere innovasjoner som *teknologiske* og *ikke-teknologiske* innovasjoner, samt *inkrementell* og *radikal innovasjon* når en snakker om innovasjonsbegrepet (Trott, 2012). Ved teknologiske og ikke-teknologiske innovasjoner skiller en mellom fire hovedtyper innovasjon: 1. Produkter (omfatter varer og tjenester), 2. Prosesser (produksjonsprosesser) 3. Organisatoriske og 4. Markedsstrategier (Trott, 2012). Med denne introduksjonen forstår vi at det er mange definisjoner av innovasjon, og at begrepet kan ha ulike tolkninger. Med andre ord fremstiller ikke begrepet innovasjon kun utviklingen av nye produkter, men like mye prosessinnovasjoner, organisatoriske- og markedsinnovasjoner. Ifølge König et al. (2021) beskrives akvaponi som en *prosessinnovasjon*, og ikke en produktinnovasjon. Skillet mellom disse er nærliggende og kan ofte fremstå som noe utydelig, men Pisano (1997) hevder at når det grunnleggende produktkonseptet fortsatt dannes, vil frekvensen av produktinnovasjon overstige frekvensen av prosessinnovasjon. Etter hvert vil det da fremkomme et “dominerende design” når en har fått tilstrekkelig erfaring med de ulike versjonene av det som utvikles. Slik vi tolker dette, fremstilles med andre ord akvaponi som en prosessutvikling som enda er i tidlig stadium i Norge. Hva gjelder utviklingen av akvaponi i Norge, anser vi derfor dette som både interessant og relevant for vår studie. Dette spesielt med tanke på om utviklingen i fremtiden vil ha mulighet for å lykkes med kommersiell drift i det norske markedet, der en kan anse akvaponi som et “levedyktig forretningsområde”. Produktene som akvaponi produserer –fisk og planter, vil i så tilfelle komme til å konkurrere i samme marked som produktkategoriene med konvensjonelle sjømatprodukter og jordbruksdyrkede råvarer.

### 4.4 Inkrementell og radikal innovasjon

Fagerberg et al. (2005) beskriver at innovasjoner klassifiseres ofte inn i to kategorier, basert på hvor betydelig endringen som blir introdusert er, med hensyn til eksisterende teknologi. Begrepet *radikal innovasjon* refererer til et helt nytt produkt, produksjonsprosess, utstyr eller ethvert annet produkt som, når det først er introdusert på markedet, vil drastisk endre eller til og med erstatte dagens teknologi. Radikale innovasjoner er som oftest et resultat av omfattende FoU-aktiviteter og samspillet mellom en rekke faktorer, og vil sannsynligvis ha stor innvirkning på næringene som berøres av

innovasjonen. Mens en *inkrementell innovasjon* er en liten tilpasning eller endring av tilgjengelig teknologi, prosesser, organisasjonsstrukturer osv (Fagerberg et al., 2005). I større grad er inkrementelle innovasjoner ganske enkelt en videreutvikling av eksisterende teknologier, og forekommer oftere i større organisasjoner med tyngre organisasjonsstruktur. I tillegg har inkrementelle innovasjoner en tendens til å være mindre omfattende og utvikles ofte gjennom utforskning og eksperimentering. En kan påpeke at dagens produkter og teknologier er i mange tilfeller et resultat av en radikal innovasjon, som har blitt videreutviklet av inkrementelle innovasjoner. For vår studie kan det antydes at forskningsinstitusjonene sitter på mye kunnskap og kompetanse om akvaponi, men dette er relativt lukket informasjon som over lengre perioder kun blir forbeholdt forskningsinstitusjonene. Dermed kan en tolke dette som at kunnskap om akvaponi ikke får spredt seg, og viet tilstrekkelig oppmerksomhet fra interessenter utenom forskningsmiljøene, og da heller ikke blir anvendt, diskutert eller belyst andre steder i noen særlig grad.

#### **4.5 Erfaringslæring - Learning-by-doing**

Slik det fremkommer i forskningsartikkelen til Cope & Watts (2000) om entreprenørielle læringsprosesser, handler begrepet *erfaringslæring* (Learning-by-Doing), om idéen at en lærer ved å *gjøre*, mens en faktisk *gjør* selve aktiviteten. Det er med andre ord en viss konsensus i ordets rette betydning. Læring er en naturlig prosess, og bidrar til agile læringsprosesser, personlig utvikling, og vekst. Erfaringslæring representerer også gjerne en kognitiv endring, som dog er vanskelig både å observere og kvantifisere (Marsick & Watkins, 1990) Det hviler en viss kompleksitet over fenomenet læring, og noen teoretikere, for eksempel Huber (1991), forteller at læring ikke nødvendigvis trenger å resultere i at en i tillegg endrer atferd i erfaringslæringsprosessen. Det interessante i studien til Cope & Watts (2000) er imidlertid at det i entreprenørielle læringsprosesser fort kan oppstå *kritiske hendelser* (critical incidents). Det er gjerne slike hendelser som kan føre til et resultat som endret atferd og nye måter å tenke på gjennom refleksjon. Dette erkjenner en læringsprosess, som deretter gjør at utfordrende situasjoner enklere kan håndteres ved senere anledninger. Det interessante ved begrepet “erfaringslæring”, er betydningen om at en lærer gjennom erfaring. Akvaponi handler i stor og grad om utforskning og ulike tilnærminger, som gir best mulig resultat i systemsynergiene. Dette anses som en krevende og nødvendig læringsprosess, ofte gjennom forskning og forsøk.

#### **4.6 Stiavhengighet – Path Dependency**

Begrepet *stiavhengighet* (Path Dependency) referer til en beskrivelse av prosesser som er basert på og påvirket av tidligere hendelser eller beslutninger som har blitt tatt tilbake i tid, ved daværende forutsetninger og tilfeldigheter. Slike beslutninger kan senere sette en begrensning for videre utvikling i fremtiden (Bergek & Onufrey, 2013). Vergne & Durand (2010) påpeker at dette gjerne er drevet frem av selvforsterkende prosesser som ikke har latt seg påvirke i særlig stor grad av ytre omgivelser, som dermed fører til en tilstand som er lite fleksibel og dynamisk. Vi antar at dette fenomenet i mange tilfeller kan berøre teknologisk fremgang, og kan ses på å virke hemmende for innovasjonsutvikling. Ofte passer ikke innovasjoner og nye prosesser direkte inn i det som slike selvforsterkende prosesser tilsier. Vi anser derfor begrepet som interessant for vår studie, da akvaponi bryter med tradisjonelle paradigmer, som gjør at den kan møte på barrierer innenfor bestemte rammevilkår.

#### **4.7 Først ut til Markedet Fordel – First Mover Advantage**

Begrepet *Først-ut-til-Markedet-Fordel* (First-Mover-Advantage) beskriver i innovasjonslitteraturen at et selskap kan oppnå et konkurransefortrinn ved å være først ute med å markedsføre et produkt eller en tjeneste til markedet. Dette kan et selskap gjøre ved å (1) produsere et nytt produkt, (2) bruke en ny prosess, eller (3) levere en tjeneste utført på nye måter. Fenomenet er i stand til å etablere en sterk posisjonering i markedet, og oppnå merkevaregjenkjenning og kundelojalitet før andre konkurrenter entrer samme marked (Kerin et al., 1992). En aktør som klarer å ta akvaponi ut fra forskningsinstitusjonene og inn til å bli en kommersiell næring, kan dermed ha den potensielle muligheten til å oppnå *Først-ut-til-Markedet-Fordelen*, ettersom det foreløpig ikke finnes noen som har posisjonert seg i det norske markedet enda.

## **5.0 Metode og forskningsdesign**

For å besvare best mulig på oppgavens forskningsspørsmål har vi gjort metodiske valg, som vi i dette kapittelet skal redegjøre for.

Først redegjøres det for forskningsdesign, så strategi for litteratursøk, deretter forteller vi om prosessen med utvalg og rekruttering, dernest prosessen med datainnsamling, intervjuer og observasjoner, og dataanalyse. Avslutningsvis gis det innblikk i validitet og reliabilitet, og forskningsetiske avveininger.

### **5.1 Forskningsdesign**

Masteroppgaven er basert på kvalitativ forskningsmetode gjennomført som en case-studie. Tilnærmingen har vært eksplorativ – altså utforskende (Harling, 2012). Creswell & Poth (2016) forteller at kvalitativ forskningsdesign kjennetegnes av at dybdeinnsikt gir økt forståelse av hva, hvorfor og hvordan noe undersøkes. Innsikten fremkommer av erfaringer og opplevelser, tanker og holdninger etc. fra der innsikten søkes fra.

For å besvare på forskningsspørsmålene har vi benyttet en pragmatisk kompatibel tilnærming gjennom abduktiv tilnærming. Litteraturgjennomgangen (teorien) ble benyttet som et utgangspunkt for arbeidet med studien, deretter har vi latt oss styre av dataene vi har samlet. Med andre ord; datamaterialet er det som har formet vår tilnærming til analysen, ikke omvendt (Mitchell et al., 2018).

### **5.2 Litteraturgjennomgang**

Ulike databaser ble benyttet for søk på publikasjoner om akvaponi, hvilket også innebar akvakultur, men ikke hydroponi. Strukturerte søk ble gjennomført i Oria, Scopus, Web of Science (WOS) og Google Scholar. Søkeordene var hovedsakelig på engelsk, men også på norsk.

Følgende søkeord ble benyttet, ut ifra disse fikk vi også foreslått andre artikler, hvilket ledet oss inn på det teoretiske grunnlaget som er blitt anvendt i masteroppgaven her:

- Akvaponi + innovasjon / aquaponic + innovation
- Akvaponi + muligheter / aquaponic + oppportunitets
- Akvaponi + utfordringer (eller) problemer (eller) hindringer / aquaponic + challenges (or) problems (or) obstacles
- Akvaponi + kommersiell produksjon / Aquaponic + commercial production
- Akvaponi + kaldtvannsproduksjon / aquaponic + cold water production
- Akvaponi + kaldtvannsproduksjon + policy / aquaponic cold water production policy
- Konvensjonell oppdrettsnæring + muligheter / conventional farming industry + oppportunitets
- Konvensjonell oppdrettsnæring + utfordringer (eller) problemer (eller) hindringer / conventional farming industry + challenges (or) problems (or) obstacles

Vi har hatt en ikke-lineær pragmatisk tilnærming med denne fremgangsmåten i vår forskningsprosess. Prosessen fra litteratursøk til utarbeidelse av forskningsspørsmålene har ikke vært lineær, og i noen tilfeller har vi opplevd å ta noen steg tilbake, før videre fremgang. Intervjuene ble utført noe spredt, hvilket ga oss ny innsikt på veien, dermed har intervju spørsmålene i intervjuguiden og forskningsspørsmålene endret seg noe underveis.

### **5.3 Utvalg og rekruttering**

I kvalitativ forskning foreligger det utvalg og rekruttering som prinsipp for utvalgsstrategi, utvalgsstørrelse og rekruttering. Hensikten med kvalitativ metode er å komme tett innpå de personer som er i målgruppen. Kvalitative intervjuer kjennetegnes av fyldige beskrivelser for å gi best mulig svar på forskningsspørsmålene. Derfor er rekrutteringen i denne studien gjort strategisk ut ifra studiens formål. Det er ikke tilstrekkelig med å forstå hva, men også hvordan med fordeler og ulemper (Johannessen et al., 2016, s. 113). Vi har benyttet en målrettet prøvetakingsstrategi for størst mulig direkte kjennskap og nærhet til konseptet akvaponi (Silverman, 2014).

Gjennom den kvalitative metoden ønsker vi å få omfattende datamateriale gjennom et begrenset utvalg av informanter. Hvor stort et utvalg bør bestå av, er ikke så lett å avgjøre. Vi gikk derfor ut ifra Bryman (2012) sin strategi, som er å tilfredsstillende avgrensningen som egner seg for det valgte forskningsfeltet. Vi satt derfor avgrensningen i dette studien på minst 7 semistrukturerte dybdeintervjuer. Dog, i vår studie hadde vi ønsket et optimalt antall semistrukturerte intervjuer på om lag 10-12 intervjuer, men grunnet få personer med kompetanse innenfor akvaponi, satt vi en realistisk grense på 7.

Ettersom akvaponi kan betraktes som en smal nisje i Norge, har det derfor vært like smalt med antall personer med kunnskap innenfor akvaponi, i henhold til kaldt vannsfisk. Det er foreløpig gjort få studier på akvaponi i nordisk klima. Derfor ble snøballmetoden den prøvetakingsmetoden vi benyttet for tips og kontakt med nye informanter. Sentralt ved denne metoden er nettverk og henvisning, der forskeren(e) starter med et lite antall kontakter (frø), som passer til forskningskriteriene (Parker et al, 2019). Til å begynne med startet vi bredt og fikk en del gode tips til personer vi kunne ta videre kontakt med. Underveis i arbeidet ble forskningsspørsmålene snevret inn, og en del gode tips ble selektert vekk, ettersom de ikke lengre oppfylte kriteriene vi hadde satt. Parker et al. (2019) sier at prøvetaking avsluttes enten når målstørrelse eller metningspunktet er nådd. Vi satte som nevnt en målstørrelse på minst 7 intervjuer.

Gjennom snøballmetoden for rekruttering av informanter, startet vi først i vårt eget nettverk, der snøballen begynte for fullt å rulle etter samtale med en forsker som henviste oss videre. I tillegg var vi til stede på ulike konferanser, debatter og tilstelninger, slik som lanseringen av Fiskehelse rapporten 2021. Enkelte av disse ble gjennomført digitalt, andre ble gjennomført ved fysisk oppmøte. Vi benyttet disse anledningene til å snakke med både ekspertene og publikum. Vi høstet en del gode tips gjennom snøballmetoden, der noen av tipsene førte frem. Ved å snakke med andre, hjalp det oss i prosessen med hvorvidt bred eller smal studien skulle bli, samt at dialogene bidro til å kunne stille bedre spørsmål i de semistrukturerte intervjuene vi avholdt.

Som nevnt tidligere i kapitlet “Vår motivasjon for studien”, ble vi introdusert for akvaponi gjennom en podcast. Intervjuobjektet i podcasten fortalte om akvaponi i kontekst av satsing på storskala kommersiell aktivitet i Nord-Europa. Vi opprettet kontakt med

vedkommende, og dialogen førte til en digital presentasjon fra vedkommende og vedkommende sin kollega. Denne ble presentert digitalt med våre to veiledere til stede også.

I et annet tilfelle fikk vi en utfyllende e-post fra Nærings- og fiskeridepartementet med juridiske føringer, samt informasjon om manglende føringer for akvaponisk virksomhet i Norge. I tillegg fikk vi tilsendt ulike forskrifter og utdrag fra Dyrevelferdsloven fra Mattilsynet. Noe av dette datamaterialet har vi benyttet enten i arbeidet med intervjuprosessen eller inn i oppgaven.

Det er foreløpig ingen store kommersielle aktører innenfor akvaponi i Norge. Det vi derimot oppdaget gjennom kartleggingen vi utførte, var følgende tre kategorier som pekte seg ut:

1. Hobbyentusiastene
2. Forskning og utvikling
3. Undervisning og testing

#### **5.4 Datainnsamling**

Graber og Junge (2009) startet med forskning på akvaponi i Europa i 2009, men det var ikke før etter 2010 at interessen for akvaponi økte ifølge publikasjonstall presentert av Junge et al. (2017). I Norge startet forskningen på akvaponi ved årsskiftet 2009/2010. Etter hvert, i 2014, ble det startet et lukket akvaponisk testanlegg, som har vært i drift siden. Hva angår akvaponi er litteraturen hovedsakelig av nyere dato. Litteratur fra utlandet er vektlagt i henhold til overføringsverdi til akvaponi i norsk sammenheng.

Datainnsamlingen gjennom litteraturgjennomgang har vært fra vitenskapelige artikler - både fagfellevurderte og populærvitenskapelige. De populærvitenskapelige er hentet direkte fra ulike forskningsinstitusjoner. Utenom Norge er det meste fra Nord-Europa, og noe fra USA. Hovedfokuset har vært på 1) forskning og utvikling av akvaponi i Norge og 2) Internasjonale studier med overføringsverdi til Norge. 3) Hovedvekten på akvaponi ligger i sammenheng til akvakultur.

Våre søk resulterte kun i få dokumenter hva angår akvaponi med kaldtvannfisk, det samme gjelder for erfaringsdata. Mattilsynet har hittil kun behandlet tre søknader for akvaponisk drift i Norge, der den første søknaden kom i 2017.

Primærdatakilden er 7 semistrukturerte dybdeintervjuer. 6 av disse er informanter som har hands-on-erfaring til akvaponisk aktivitet. Den syvende informanten er en veterinær med erfaring og tilknytning til RAS-anlegg. Den digitale presentasjonen om akvaponi inngår også som primærkilde. En av disse to som presenterte hadde vi kontakt med underveis i master-prosessen, og er benevnt som Akvaponi-entreprenør 2. Etter presentasjonen stilte vi spørsmål som vi lurte på. Videre inngår også skriftlig korrespondanse med 2 statlige aktører (Nærings- og fiskeridepartementet og Mattilsynet) som primærdatakilde.

I tillegg var vi på ekskursjon og gjorde observasjoner på en forskningsstasjon og på en videregående skole, som har valgt å ta akvaponi inn i undervisning. Begge anleggene er ikke-kommersielle, men brukes til forskning og utdanning.

Sekundærdatamateriale er fra offentlige lover, forskrifter og retningslinjer, samt andre relevante dokumenter som knyttes til akvaponisk virksomhet.

Tidsbruken per intervju varte rundt én klokke time. Ved ett tilfelle varte intervjuet i to klokke timer, fordi informanten ønsket mer tid. Intervjuene ble gjennomført fysisk eller digitalt. Fordelingen med de semistrukturerte intervjuene ser slik ut:

Akvaponi-entreprenør 1: 1 – holdt på over 10 år

Forskning og utvikling: 4 – holdt på mellom 3-13 år

Hobbyentusiast: 1 – holdt på i rundt 4 år

Veterinær: 1 – holdt på i rundt 6 år

Totalt: 7 semistrukturerte dybdeintervjuer



## 5.5 Intervjuer og observasjoner

Vi utviklet en lengre semistrukturert intervjuguide som var tematisk strukturert. Prosessen med intervjuguiden er inspirert av metoden til Kallio et al., (2016), som syntetiserte *kunnskap om utviklingen av en semistrukturert intervjuguide, inkludert fem faser: (1) identifisere forutsetningene for å bruke semistrukturerte intervjuer; (2) innhenting og bruk av tidligere kunnskap; (3) formulere den foreløpige semistrukturerte intervjuguiden; (4) pilottesting av guiden; og (5) presentere den komplette semi-strukturerte intervjuguiden.*

Videre ble intervjuguiden tilpasset hver informant. Inndelingen i intervjuguiden fremsto lik for samtlige intervjuobjektene: Oppvarmingsspørsmål, Akvaponi generelt og i Norge, Bærekraft og fiskevelferd/fiskehelse, Innovasjonsperspektivet, Drift og produksjon, Markedet og kundene, Det juridiske og Avslutning.

Ettersom prosessen utviklet seg, utviklet vi også mer kunnskap underveis. Av den grunn ble intervju spørsmålene gradvis endret og formet etter prosessen. Det første utkastet til den semistrukturerte intervjuguiden ble derfor etter hvert revidert, i takt med at kunnskapen vår økte. Denne prosessen bidro også til at vi enklere kunne avgrense studien. De individuelle intervjuguidene ble tilpasset én klokke. Den vedlagte intervjuguiden i masteroppgaven virker dog påfallende lang, men som beskrevet, er samtlige spørsmål fra prosessen samlet i ett dokument. For å presisere, ikke alle informantene ble spurt om de samme spørsmålene som i den vedlagte intervjuguiden, grunnet deres ulike kompetanseområde. Grunnen for at vi valgte å gjøre det slik, er for at forskningen skal kunne gjenskapes i en senere anledning (transparens for relabilitet).

I forkant av hvert intervju forberedte vi oss gjennom å lese oss opp på informanten vi hadde avtalt intervju med. Dette var i tillegg til det vi hadde av innsikter om personen før vi tok kontakt for intervju. Dette gjorde vi gjennom å lese oss opp på bakgrunn, publikasjonsverk og eventuelt hentet informasjon fra artikler i aviser eller fagtidsskrifter som gav oss et innblikk i informantens aktivitet av relevans.

Målstørrelsen var på minst 7 intervjuer. Én informant trakk seg før det avtalte intervjuet ble avholdt, 6 informanter fikk vi ikke kontakt med. Som tidligere nevnt, utførte vi totalt 7 semistrukturerte dybdeintervjuer.

Vi utførte som nevnt to ekskursjoner med observasjon og intervju (forskningsstasjon og videregående skole). Det ble tatt bilder på begge anleggene. Bildene ble tatt slik at anonymiteten ble ivaretatt. På lokasjonene fikk vi omvisning og utfyllende forklaring om hvordan det tekniske samspillet fungerer mellom fisketankene og det hydroponiske anlegget. Videre fikk vi innføring i prosessen med kjemiske hensyn som må ivaretas for riktig næringsinnhold, bakteriebalanse og pH-verdi i fisketankene, og vannet som går videre til plantene. Intervjuene ble gjennomført underveis i denne prosessen.

De samtlige intervjuene vi foretok, ble utført som semistrukturerte. Dette fordi vi trengte å lytte til de unike dybdeinnsiktene til informantene, for å få tak i deres perspektiv og tanker uten avbrytelser. Denne tilnærmingen kalles for den fortolkende tilnærming, og for å sikre god kvalitet må vi som intervjuer, være *åpensinnet, nysgjerrig og empatisk, fleksibel og i stand til å lytte (...)* (Hennink et al., 2020). Dersom vi underveis i intervjuet opplevde å være usikre på begrep og fagterminologi som ble brukt av intervjuobjektene, spurte vi om utdypelse for å sikre oss rett forståelse. Vi har begge deltatt i samtlige intervjuer, der vi har utfylt hverandre med spørsmål og perspektiver. Direkte etter avsluttet intervju har vi hatt intern oppsummering og refleksjon for inntrykk og aha-opplevelser, som vi noterte ned for eventuell bruk senere i arbeidet.

Håndtering av data er gjennomført i henhold til NSD sine prosedyrer for anonymisering. Samtlige informanter måtte lese informasjonsskriv om forskningsarbeidet og dets gjennomføring. Deretter påla vi å få tilbakesendt signert samtykkeerklæring før intervjuet ble utført. Informantene kunne fritt trekke sitt samtykke tilbake uten å oppgi noen grunn, men ingen valgte å gjøre dette.

## **5.6 Dataanalyse**

Vi benyttet tematisk analysetilnærming, som ifølge Bell et al. (2022, s 529) er en av de vanligste tilnærmingene til kvalitativ dataanalyse.

Grunnet prosessen med anonymisering, er alt av datamateriale anonymisert. Under utføringen av transkripsjonene ble all personlig data som kjønn, arbeidssted, stilling etc. ikke nedtegnet. Alt som kan spores tilbake til vedkommende ble ikke nedtegnet. Transkriberingen ble utført samme dag, eller dagen etter at intervjuet ble avholdt, deretter slettet fullstendig fra enhetene.

Analysen av datamaterialet ble kategorisert tematisk, der vi benyttet det foreslåtte rammeverkets inndelinger 1) Teknologi og driftsstyring, 2). Kompetanse og kunnskap, 3) Økonomiske faktorer 4) Juridiske faktorer, 5) Miljømessige faktorer og etiske forutsetninger, og 6) Markedsstyrte krefter. Informantene kodet vi om i transkriberingsarbeidet, disse ble kodet om til Forsker 1, Forsker 2, Forsker 3, Forsker 4, Akvaponi – entreprenør 1, Akvaponi – entreprenør 2, Hobbyentusiast og Veterinær. Denne ordningen tok vi med oss videre inn i analysearbeidet. Transkripsjonene ble grundig gjennomgått, deretter ble de relevante utsagnene kategorisert innunder det temaet vi anså som mest nærliggende. Dernest benyttet vi dataene for analyse- og diskusjonsdelen. Vi fikk i betydelig stor grad mange funn og interessante innsikter. Innsikt som ikke passer inn i avgrensningen vår, blir presentert i avsnittet ‘Anbefalinger for videre forskning’.

## **5.7 Validitet og reliabilitet**

Validitet (gyldighet) og reliabilitet (pålitelighet) har gjennomgående vært viktig i prosessen.

Forskningen er basert på flere datakilder, hvilket har sikret god validitet og reliabilitet gjennom den triangulære tilnærmingen. Validitet viser til datakvaliteten; om dataene egner seg til å svare på forskningsspørsmålee vi har satt oss. Reliabilitet handler om troverdigheten til forskningen, der funn i forskningen kan gjenskapes i en senere anledning (Kvale & Brinkmann, 2017, s. 276).

Vi har vært bevisste i selekteringsarbeidet, og fulgt kritiske og etiske prinsipper. Dersom vi har lest en avisartikkel om noe vi anså som interessant og relevant, har vi gått direkte til kilden for videre lesning og eventuell referering. Like fullt har vi bevisst ikke benyttet

kilder fra ikke-offisielle aktører som jobber for bedre dyrevern. Ikke fordi vi ikke er enig i dyrevern, men fordi det kan være uvisst hvorvidt kilden er pålitelig. Slike kilder kan være preget av en høy grad av subjektivitet. I disse tilfellene har vi benyttet kilder og artikler fra Mattilsynet, Veterinærinstituttet, Veterinærhøgskolen, regjeringen og forskningsinstitutt.

## **5.8 Forskningsetiske avveininger**

I tidlig fase av studien tok vi valget om å gjennomføre masteroppgaven anonymt. Det vil si uten å behandle personopplysninger verken underveis i prosessen med intervjuene, transkriberingene, eller i selve masteroppgaven. Årsaken til at vi valgte å anonymisere, er fordi miljøet for akvaponi er betydelig smalt i Norge, og vi ønsket å gå i dybden på emnet gjennom at informantene kunne snakke så fritt som mulig. Konfidensialitet har vært forpliktende og blitt overholdt, og NSD sine føringer ligger til grunn.

Det ble gjort lydopptak under intervjuene, men ingen personopplysninger fremkom her. Lydopptakene ble slettet umiddelbart etter at transkriberingen med anonymisering ble utført. I forkant av intervjuene innhentet vi samtykke fra intervjuobjektene gjennom en samtykkeerklæring utarbeidet av NSD med tilpasninger. Ingen har hatt tilgang til samtykkeerklæringene, kun vi som forfatterne av denne masteroppgaven. Det samme gjelder for transkripsjonene. I samtykkeerklæringen fremkommer det at veilederne unntaksvis kan lese transkripsjonene, men dette er ikke blitt gjort.

## **6.0 Analyse og diskusjon**

I dette kapitlet har vi valgt å presentere analyse og diskusjon i samme kapittel. For å unngå gjentakelser og for å skape bedre flyt i oppgavens struktur, har vi dermed valgt å slå sammen disse to kapitlene. Bakgrunnen for dette er at typisk for kvalitative studier er store mengder med innsamlet data, som gjerne oppfattes som ustrukturert og kan være utfordrende å analysere. Vi har derfor benyttet den generelle tilnærmingen tematisk analyse som en føring for arbeidet med analysen og diskusjonen (Bell et al., 2022, s. 25).

Vi har valgt en tematisk fremgangsmåte, der seks ulike temaer er kategorisert under vårt forslag til et eget rammeverk. Vårt rammeverk har vi valgt å navngi som “*De seks påvirkende gjensidigheter*”, og innehar følgende kategorier:

1. Teknologi- og driftsstyring
2. Kompetanse- og kunnskap
3. Økonomiske faktorer
4. Juridiske faktorer
5. Miljømessige faktorer- og etiske forutsetninger
6. Markedsstyrte krefter

Rammeverket blir ytterligere presentert og forklart i neste avsnitt.

I dette kapittelet vil de mest sentrale funnene fra datamaterialet eksplisitt bli trukket frem (analysen) og drøftet ytterligere (diskusjon). Hovedtyngden av de sentrale funnene kommer fra datagrunnlag basert på transkripsjonene av de semistrukturerte intervjuene. Disse er kategorisert innunder de ulike tematiske kategoriene.

I tillegg vil disse understøttes av andre dokumenter som egne notater fra arbeidet underveis -gjerne tanker og aha-opplevelser vi har fått etter intervju, notater og bilder fra ekskursjonen vi utførte og ikke minst notater fra veiledningsmøtene. Det meste er primærdata, men enkelte av dokumentene er sekundærdata. Funn (analyse) og diskusjon er tematisk fremstilt. Avslutningsvis vil vi koble sammen alle seks temaene og si noe om hvordan alt henger sammen.

## **6.1 Forslag til eget rammeverk**

Ut ifra gjennomgang av litteratur og rapporter, våre funn fra dybdeintervjuer, og egne observasjoner, har vi utarbeidet et nøye og gjennomtenkt teoretisk rammeverk. Da eksisterende teori og modeller alene ikke er tilstrekkelig nok til å analysere akvaponi som et relasjonelt innovasjonssystem -grunnet dens flerdimensjonale interaksjoner, ønsker vi å foreslå en egen modell som et teoretisk rammeverk. Basert på funnene fra vår studie, bygger modellen på de variabler og faktorer våre funn tilsier må tas i betraktning, for at

utviklingen i henhold til det vitenskapelige grunnlaget betraktes som innovasjon. Rammeverket er videre basert på beskrivelsen fra våre informantere definisjon på suksessfull akvaponisk drift, med aksept i kommersiell sammenheng.

Vårt rammeverk ble utviklet med den hensikt å forenkle analysen og identifisere hoveddriverne i forskningsspørsmålene, samt forstå de viktigste utfordringene og hindringene i akvaponi i norsk kontekst. Det inkluderes også faktorene for en mulig fremvoksende innovasjon, med muliggjøring for kommersiell akvaponi i Norge. Vi forstod at en slik modell enklere vil illustrere hvordan de ulike komponentene ved akvaponi henger sammen. Vårt rammeverk tar i bruk 6 overordnede faktorer som bryter ned og belyser tilnærmingen til akvaponi som en mulig fremvoksende innovasjon. De seks faktorene er som følger; 1. *Teknologi- og driftsstyring*, 2. *kompetanse- og kunnskap*, 3. *økonomiske faktorer*, 4. *juridiske faktorer*, 5. *miljømessige faktorer- og etiske forutsetninger* og 6. *markedsstyrte krefter*. Akvaponi er et svært sammensatt fagområde, som innebærer en tverrfaglig sammenkobling av to differensierte fagkompetanser. En slik oppdeling er derfor ment for å kunne gi forståelse av forskningsspørsmålene våre, som er følgende:

- ***Hva er akvaponi i norsk kontekst – med sine muligheter og utfordringer?***
- ***Hvordan kan akvaponi kan bidra til å løse de største utfordringene den konvensjonelle oppdrettsnæring fremdeles står ovenfor?***
- ***Dersom fremtidig kommersiell posisjonering - hva anslår empirien suksessfull drift av akvaponi vil innebære?***



Figur 4: Foreslått rammeverk for gjensidig påvirkende faktorer

Et annet viktig moment i rammeverket er å gi innsikt og bevissthet om hvordan alle faktorene i praksis fungerer sammen, og hvordan de er påvirkende og gjensidig avhengig av hverandre. Figur 4 illustrerer en visuell utgave av rammeverket.

Rammeverket kan benyttes i andre sammenhenger også, og fremstår sådan som generell. Vi har valgt å kalle rammeverket for “*De seks påvirkende gjensidigheter*”:

## 6.2 De seks påvirkende gjensidigheter

1. **Teknologi og driftsstyring** – Innovasjon og utvikling forutsetter i mange tilfeller nyere teknologi med avansert produksjonspraksis. Teknologisk innovasjon kan kreve systemsynergier og avansert infrastruktur; overvåking, vedlikehold og døgnoperativ drift etc. Implementering forutsetter dermed høy grad av teknologisk ekspertise og kompetanse. Like fullt kan drift være energikrevende og implementering av nødvendige kraftstasjoner (for eksempel ulike typer varmekilder og nedkjølingsapparater) vil være viktig for industriell drift.
2. **Kompetanse og kunnskap** – Innovasjon og utvikling med implementering av tverrfaglig samarbeid på tvers av differensierte kompetanseområder, skaper et

behov bred kunnskapsbase, og krever investering av ekspertise og fagpersonell med ulik bakgrunn. Det vil være fordelaktig med samarbeidspartnere som kan bidra til å styrke kompetanseområdene. Således vil det tilgjengelig og åpen erfaringsutveksling og være viktig for innovativt utviklingsarbeid.

3. **Økonomiske faktorer** – Innovasjon og utvikling krever ofte en høy grad av interaksjoner med ulike interessenter, leverandører og beslutningstakere. En forretningsidé og utviklingen av et forretningsområde krever i mange tilfeller høye kapital- og investeringskostnader. Det store omfanget gjør at kommersiell aktivitet vil ha et behov for midler og støtte utenfra, fra investorer eller virkemiddelapparat, eksempelvis Innovasjon Norge.
4. **Juridiske faktorer** – Komplekse og sammensatte konsept samt nye fag og forretningsområder kan være utfordrende hva gjelder politiske, institusjonelle og byråkratiske forhold, da nye fag og forretningsområder ofte ikke er et definert i gjeldende lov- og regelverk. Forskrifter og retningslinjer i forhold til miljøhensyn, søknadsdokumenter og godkjenning for konsesjon- areal, utbygging og byggetillatelse, juridiske implikasjoner kan av den grunn forekomme og være utfordrende.
5. **Miljømessige faktorer og etiske forutsetninger** – Innovasjon har den potensielle effekten til å støtte EU og den norske regjeringens miljøpolitikk. Aktører og interessenter forutsetter og til dels innehar drivkraft, interesse og motivasjon for å fremme prinsippet om bærekraft hva gjelder etiske forutsetninger på fiskehelse og fiskevelferd, således som sirkulær bioøkonomi med utnyttelse av ressurser og redusering av negative miljøpåvirkninger.
6. **Markedsstyrte krefter** – Utviklingen av et nytt konsept drar i mange tilfeller nytte av å synliggjøre seg, og klare å oppnå sentral markedsposisjonering. Dette for fremme konseptets budskap, verdiskapning og fordeler. For å få god posisjonering i markedet vil det være fordelaktig å inngå samarbeid med salgskanaler, forhandlere, grossister eller horeca-næring (hotell, restaurant og catering).



Vår studie tar sikte på innovasjonssystem-perspektivet. Ved denne tilnærmingen oppsto det et behov for å bryte opp de ulike fragmentene vi anser som de viktigste elementene for innovasjon på tidlig stadium, i potensiell fremvekst av akvaponi. Dette førte til utarbeidelsen av å selektere fragmentene inn i seks sentrale komponenter, for så å utarbeide en definisjon til hver av dem. De seks faktorene i rammeverket spiller således en viktig rolle og overlapper hverandre med hensyn til Fagerberg et al. (2005) sin forklaring av innovasjonsbegrepet i fasen fra; *oppfinnelse* (invention) til *innovasjon* (innovation). Avveiningene våre for å utarbeide og ta i bruk et eget rammeverk hjelper oss dermed til å identifisere pådrivere og analysere forskningsspørsmålene våre.

### **6.2.1. 1. Teknologi og driftsstyring**

Teknologi og driftsstyring henviser til hvordan den akvaponiske innovasjonsprosessen involverer og er avhengig av ny og avansert teknologi, med omfattende produksjonspraksis i alle systemsynergiene. Dette har vist seg å ha en stor betydning for akvaponiske anlegg, vi anser det derfor som nærliggende viktig faktor for å beskrive akvaponisk aktivitet.

*«Det er en del hensyn man må ta i et akvaponi anlegg når det kommer til driftsstyring: varmpumpe, styring på vannkvalitet, vanntemperatur, regulere energi og tilleggslys i tillegg til sollys (...). Her i Norge med kaldere klima har vi og et kjøleproblem enn et varmepumpeproblem, da må vi også ha varmpumper. Dette koster mye i form av strøm og oppvarming, og er energikrevende. Men til gjengjeld så får vi en langt mer bærekraftig produksjon med tanke på miljøpåvirkningen, og ikke minst med tanke på fiskehelsen og fiskevelferden.» (Forsker 3)*

*«Temperatur er en hindring når det kommer til fiskene og plantene for akvaponi i Norge, fordi vi stort sett selger mest av akvatisk laks og ørret, som er kaldtvannsfisker (...) men det er mulig, det bare blir litt mer avansert.» (Forsker 2)*

Med denne informasjonen utvikler vi en aktiv forståelse om at et akvaponi anlegg krever en god del driftstekniske hensyn. Dette forutsetter med høy sannsynlighet driftsstyring av anlegget med tett kontroll og overvåking. Et akvaponisk anlegg er dermed igjen avhengig av nødvendig kompetanse. Samtidig er det svært energikrevende grunnet klima, hvorpå det

vil være nødvendig med ulike kraftstasjoner. Et akvaponisk anlegg er med andre ord en svært kostbar affære, som krever mye finansiell dekning, dersom en ikke tar i bruk utstyr for å gjenvinne varmen.

«(...) RAS-teknologien er ikke så utviklet enda fordi RAS-anlegg er også ganske nytt.»  
(Veterinær)

«Vi er gang med å utvikle et pilot-prosjekt (...). Gjennom to år har vi nå kjørt anlegget som en testfasilitet, for å verifisere teknologien og protokollene. Vi har testet ulike arter og ulike nærings sammensetninger for å se balansen mellom mengde fiskefôr og produksjon (...). Det har vært så suksessfullt at vi har nå kommet til neste trinn – å utvikle kommersiell aktivitet.» (Akvaponi-entreprenør 1)

Akvaponi-entreprenør 1 forklarer at de har drevet anlegg som en testfasilitet gjennom to år, og at de nå er i gang med å utvikle et pilot-prosjekt. En del testing er dermed blitt gjennomført for å finne best mulig balanse i produksjonene. Slik det fremkommer anser vi det derfor nærliggende å tilegne at driften i anlegget er drevet frem av det Cope & Watts (2000) omtaler som *learning-by-doing*, hvilket betyr erfaringslæring i den entreprenørielle læringsprosessen.

«Akvaponi handler mer nå om å klare å få et kommersielt gjennombrudd, før teknologien er på plass. Hva gjelder det teknologiske gjennombruddet, det mer eller mindre på plass (...), ergo det vil alltid være rom for utvikling og små forbedringer underveis. Sånn er det generelt med teknologi.» (Forsker 2)

Vi kan innlemme akvaponi under *teknologisk innovasjon* på grunn av bruken av RAS-teknologi, og som det impliseres kan en anse å ha nådd et teknologiske gjennombrudd, men at det gjenstår er kommersielt gjennombrudd. Derfor defineres fortsatt akvaponi per nå som en tidligfase innovasjon, på *oppfinnerstadiet* (invention), som enda ikke har “forstyrret” oppdrett- og landbruksnæring og markedet som sådan. Dersom den akvaponiske driften omsider bryter med oppfinnerstadiet og finner veien til kommersiell industri, vil den forflytte seg over til *innovasjon* (innovation), slik som Fagerberg et al. (2005) beskriver. Videre anser vi det dermed nærliggende å kategorisere akvaponi

innunder det som i teorien benevnes som *prosessinnovasjon*. Hvis akvaponi klarer å oppnå suksessfull kommersiell drift, vil produktene som produseres, altså fisk og planter, konkurrere i samme marked som produktkategoriene med konvensjonelle sjømatprodukter og jordbruksdyrkede råvarer. Akvaponi overstiger dermed *prosessinnovasjon* og over til *produktinnovasjon*, som Pisano (1997) er inne på. Videre kan det diskuteres om akvaponi er en *inkrementell* eller *radikal* innovasjon. Enkelte vil hevde at akvaponi er en inkrementell innovasjon, fordi det er en videreutvikling av fiskeoppdrett og hydroponi. Andre igjen vil hevde at det er en radikal innovasjon, fordi den tillater en tverrfaglig kobling av to ulike fagområder, som bryter med tradisjonelt oppdrett og landbruk. Vi velger ut ifra vår analyse å argumentere for at akvaponi som en radikal innovasjon, på grunn av dens kompleksitet og utradisjonelle tilnærming. Vår antydning er at dersom akvaponi i fremtiden kommersialiseres, vil akvaponi som radikal innovasjon videre utvikle seg med tilpasninger og endringer, som da vil føre til det som benevnes som inkrementell innovasjon.

### **6.2.2 2. Kompetanse og kunnskap**

I denne kategorien avdekkes forståelsen av hvorfor kompetanse, kunnskap og erfaringsdeling er en av de viktigste innsatsfaktorene for akvaponisk aktivitet, inkludert innovativt utviklingsarbeid. Akvaponi består av en tverrfaglig tilnærming til akvakultur og agrikultur ved bruk av hydroponi. Ulik kompetanse og differensierte fagområder fremmer innovasjon, men involverer like fullt høy grad av et tett samarbeid.

*«(...) Det er noen utfordringer når det kommer til at det er to fag kompetanser som må lykkes i samme bedrift. Du må ha en god plantedyrker og du må ha en god oppdretter, og det er ikke så vanlig å gjøre to næringer, som ikke har så mye historie om å samarbeide (...), det er tilnærminger som dette som skaper rom for innovasjon.» (Forsker 2)*

*«Vi har jobbet mye med balansen mellom fisk og planter og for å forstå sammenhengen, det er en læringsprosess, og det er læring og kunnskap som fører utvikling videre.» (Forsker 3)*

Vi har oppfattet at akvaponi krever en bred kunnskapsbase. Samtidig handler det om et samspill mellom to kompetanser som ikke har særlig stor tradisjon for å samarbeide. Som informanten forklarte, er det ikke vanlig at akvakultur og agrikultur arbeider mot et felles mål, i samme industri. Like fullt vil deres verdiskapende aktiviteter være en svært viktig del av innovasjonsprosessen for å drive kunnskap og utvikling fremover.

*«(...) Den tverrfaglige tilnærmingen til akvaponi mangler nok litt i utdanningsinstitusjonene, det hadde vært spennende om det fikk økt interesse.»*

(Forsker 2)

*«(...) Den videregående skolen har vært veldig interessert i dette, og da vi skulle bygge ny skole ble et fullverdig akvaponi og hydroponi anlegg inkludert i bygningsplanene. Nå har vi det her og integrerer dette i utdanningsplanen, det er kjempespennende og elevene på akvakultur synes det er gøy.»* (Forsker 3)

En suksessfaktor for akvaponi er en kunnskapsbase på flere nivåer. Men akvaponi som fagområde på utdanningsnivå, i den videregående skolen eller i universitetsundervisning, er så vidt oss bekjent, ikke satt i system i Norge i dag. Med unntak av noen få steder, der i blant en videregående skole vi besøkte, hvor informanten her forklarer at akvaponi og hydroponi er integrert i utdanningsplanen til elevene innenfor akvakultur i den videregående skolen.

*«Vi ønsker ikke kun å etablere oss som en stor industri, det er viktig for oss at anlegget også skal bidra til opplæring, testing og være en FoU-avdeling i tilknytning til universitetene og andre forskningsprosjekt. Motivasjonen er dermed litt todelt, vi ønsker å være en av aktørene som faktisk driver frem dette, men så ønsker vi også å være en kompetanseaktør for å etablere akvaponi fremover – inkludert synlighet blant utdanningsinstitusjonene.»* (Akvaponi-entreprenør 1)

Med tanke på at akvaponi er på et svært tidlig stadium -i både innovasjon, utvikling og læringsprosessen, er det dermed ikke et overraskende funn at det ikke er et etablert fagområde. Det som imidlertid er interessant er hvordan utviklingen blir fremover. Som Akvaponi-entreprenør 1 forklarer, ønsker de ikke kun å drive akvaponi fremover som en

industri, men det uttrykkes i tillegg et ønske om å kunne bli en aktiv kompetanseaktør, i samarbeid med FoU og utdanningsinstitusjonene. Det uttrykkes med andre ord at anlegget ikke kun skal bidra til erfaringslæring (*learning-by-doing*, Cope & Watts 2000) for fagstaben innad på anlegget, men like fullt at læring og erfaring skal legges til rette for studenter eller forskningsprosjekt utad også. Slik det fremkommer ønsker de dermed stort fokus på at akvaponi som fagområde må bli mer tilgjengelig, og at kunnskap ikke kun forblir innad i forskningsinstitusjonene. Vi oppfatter dermed at en læringsprosess er like viktig for den entreprenørielle læringsprosessen på anlegget, såvel som læringsprosessen til studentene og forskerne.

Foreløpig er det kun ildsjeler som sprer kunnskap om akvaponi gjennom undervisning eller gjennom skriftlig arbeid. Et eksempel på dette er boken til Goddek et al. (2019) ved tittel: *Aquaponics food production systems: combined aquaculture and hydroponic production technologies for the future*. Denne er det mulig å laste ned gratis, og gir en grundig innføring og dyptgående innsikt i akvaponi.

*«Det er omtrent slik at man tror det må noen nye generasjoner til, med tanke på koblingen mellom de to produksjonene, akvakultur og agrikultur. De yngre generasjonene er mer åpen for den tverrfaglige tilnærmingen.»* (Forsker 3)

Dette interessante utsagnet handler om yngre generasjoner. Vi oppfatter forskerens utsagn som et sikte på at yngre mennesker identifiseres som mer dynamiske, og har større åpenhet for nye tenkemåter, og ikke minst stort engasjement for klimaendringene. Derav kan det tenkes at yngre generasjoner etter hvert også er mer villig til å tilpasse seg tverrfaglige tilnærminger. Verdien som ligger i dette fremmer bærekraft, hvilket vi antar opptar de yngre generasjonene i større omfang.

En annen interessant observasjon er kunnskapsdelingen på høyere nivå, mellom fag- og forskningsmiljø. Innenfor dette området tenderer akvaponi å fremstå noe lukket, der såkalte «bedriftshemmeligheter» bevares. Dette gjelder ikke kun i Norge. En av informantene påpekte at dette gjelder også i andre land, særlig i USA som opererer med en del særdeles strenge NDA's (Non-disclosure Agreements).

*«(...) Industrien har tydeligvis en tendens til å være veldig lukket.»*

(Akvaponi-entreprenør 1)

*«Jeg kjenner til en forskningsansvarlig på et stort akvaponi anlegg i USA, og han har gjort mye bra for utviklingen av RAS-teknologi. Dessverre er det mye informasjon og forskning som blir såkalte “bedriftshemmeligheter”, i slike selskap. Han må derfor skrive under på veldig mye NDA’s, og kan bli saksøkt for mange hundre millioner hvis han forteller meg noen detaljer (...). Det er synd, de sitter på enormt mye kunnskap og kompetanse som kan være viktig for utviklingen andre steder.»* (Akvaponi-entreprenør 1)

Videre forklarer informanten at mange innenfor industrien oppfatter hverandre som konkurrenter.

*«(...) Jeg oppfatter at det dessverre er sånn at aktørene ser på hverandre som konkurrenter. Informasjonsflyten blir veldig lukket, det er et reelt problem (...), det gjør det samtidig vanskelig å hente erfaringstall fra aktører.»* (Akvaponi-entreprenør 1)

Vi oppfatter dermed at det er en barriere mellom å innhente kunnskap og spre kunnskap. For innovasjonsutviklingen anser vi det som vært svært verdiskapende og nærmest en forutsetning for utviklingen, å kunne høste kunnskap av hverandre. På en annen side, innehar vi forståelse og en realistisk tilnærming til at det er slik industriene opererer. Vi har heller ikke bemerket oss at det i Norge finnes en forening, et nettverk eller en klynge hvor det er mulig å etablere flere nærliggende relasjoner og dele erfaring med andre aktører og interessenter. Men det kan det imidlertid være muligheter for dette i fremtiden.

*«Vi holder faktisk på nå å etablere et akvaponi-nettverk i Norge, og per i dag består den av en håndfull aktører. Hensikten er nettopp å skape en arena for erfaringsutveksling og mulige samarbeidsprosjekter på teknologi og marked (...). Dette forprosjektet har blitt positivt møtt.»* (Akvaponi-entreprenør 1)

*«Årsaken til at vi har gått sammen om dette nettverket, er at vi har den innstillingen om at vi kommer raskere frem til målet med samarbeid. Grunnen til at vi har den innstillingen er*

*nok også litt fordi vi er lokalisert på litt ulike steder og har noen strategier som ikke går direkte utover hverandre.» (Akvaponi-entreprenør 1)*

Som antydnet i studiens analyse, vil kunnskap og kompetanse være en av nøkkeldriverne til å fortsette utviklingen av akvaponi. For innovasjonsutviklingen til kommersiell aktivitet vil det være svært fordelaktig med et nettverk som aktører, forskere, interessenter og beslutningstakere kan oppsøke. Informanten forklarer videre at prosjektet har mottatt midler fra et virkemiddelapparat til utvidelse av akvaponi-nettverket. Dette vil bidra til å drive nettverket fremover i enda større grad, slik at det er mulig å legge til rette for erfaringsdeling, som i tillegg kan skape et potensial fort å frembringe samarbeid.

*«Akvaponi er et svært spennende konsept som det dessverre foreløpig finnes lite dokumentert kunnskap og data om. Det er derfor vel verdt å undersøke dette nærmere, og en god utredning fra deres side kan gi et produkt med praktisk anvendelse og betydning.» (Nærings- og fiskeridepartementet)*

Dette utsagnet fra Nærings- og fiskeridepartementet gir oss indikasjon på at det er en økt nysgjerrighet og åpenhet for alternative løsninger i fremtiden. Det gir oss i tillegg antydning til at det er et behov for større kunnskapsspredning, og mer vitenskapelig dokumentasjon. Følgelig viser dette at det er et behov for å spre kunnskap også utenfor FoU-avdelinger, og at det bør vies økt oppmerksomhet på andre arenaer også.

### **6.2.3 3. Økonomiske faktorer**

I denne kategorien referer vi til økonomiske faktorer, da en viktig del av innovasjon og utvikling i de fleste tilfeller krever en høy grad av kapital- og investeringskostnader. Akvaponi som tillater koblingen mellom to fagkompetanser -akvakultur og agrikultur, og er et relativt nytt og forholdsvis uoppdaget område for mange aktører i begge sektorene. Å kommersialisere et forretningsområde som foreløpig kun har forbeholdt seg til forskningsinstitusjoner og hobbyvirksomhet, er en innovasjon som bryter med tradisjonelle paradigmer. Samtidig krever det også og stor grad av interaksjoner med ulike interessenter, beslutningstakere, ekspertise, leverandører og distributører. Ved kommersiell oppstart må

en ofte få bevilget midler og støtte utenfra, enten fra private investorer eller offentlige virkemiddelapparater.

*«Økonomisk lønnsomhet kan være en reell utfordring, man må ha markedsandeler både på fisken og på plantene. Dermed må man ha en størrelse på produksjonen som også er stor nok. Her er det også mange som misoppfatter konseptet akvaponi, og tror at det er fint å starte opp i småskalaproduksjon, men det er det ikke, fordi du ikke kan starte fiskeoppdrett i småskala. Den omfatter mange regelverk, utredninger og konsesjoner.»* (Forsker 4)

*«En utfordring er å få akvaponi til å bli økonomisk lønnsom, i kommersiell sammenheng.»* (Forsker 3)

*Litt av hindringen her er at begge deler av produksjonen må være lønnsom, fiskeoppdretten i seg selv, og produksjonen av planter, må være lønnsomt.»* (Forsker 2)

*«Den begrensende faktoren er på mange måte kapital og areal. Det er kostbart å komme i gang, når det kommer til landareal og områder som ikke er vernet, her må det gjerne sprenges og bygge der det er fjell. Det ligger også litt i utfordringen -hvem skal sette i gang, landbruksnæringen eller akvakulturnæringen? Det er noen begrensninger knyttet til bransjesystemnivå også.»* (Forsker 2)

*«(...) i Norge så viser det seg at det er vanskelig. Jeg var jo litt naiv da jeg tenkte at det er jo bare å skaffe seg noen investorer og sette i gang. Så begynte jeg å regne litt på det, også viste det seg da at jeg trengte vel 12,5 mil for å sette opp et drivhus på 100 kvadratmeter. Og det er liksom før kostnaden til fisk og lys, og alt mulig annet, så det ble for dyrt.»* (Hobbyentusiast)

Implikasjonene gir en oppfatning av at småskalaproduksjon ikke egner seg for kommersiell akvaponi, der en økonomisk lønnsomhet vil støte på flest barrierer knyttet til kapitalinvestering og markedsandeler, både på fisken og plantene. Det er kostbart å sikre seg landområde og areal, dersom en skal bygge et fullverdig akvaponisk anlegg helt fra start. Den resirkulerende RAS-teknologien som brukes i akvaponiske anlegg, er i tillegg samtidig en stor og kostbar investering som antydes å være best egnet til produksjon av en



viss størrelse, for å gis muligheten til en potensiell langsiktig avkastning. Vi har forstått at akvaponi vil egne seg best i storskala drift dersom driften ønsker kommersielle hensikter. Effekten av den sirkulære produksjonen er miljøvennlig, men vil også gi intern gevinst ved at det gjør anleggene mer økonomiske å drifte i større skala. En presentasjon som ble gitt av informant- Akvaponi-entreprenør 2, indikerer at 1 kg fisk kan gi opptil 9 kg salat. Hvilket absolutt vil bidra til økt omsetning, som kan dekke en del av kostnadene for drift av et RAS-anlegg.

Forsker 2 impliserer også at akvaponi oppfattes å ha noe udefinerte forretningsområder, da den angår både akvakulturnæringen og landbruksnæringen. Dette kan være noe forvirrende, men samtidig gir det også mulighetsrom for å være tidlig ute med å posisjonere seg.

*«Vi hadde utviklet grunnkonseptet til akvaponi, og det var veldig mange som var interessert på idébasen, men det å finne investorer på dette tidspunktet var ikke enkelt. Jeg antar at det var noe forut for sin tid den gangen.»* (Akvaponi entreprenør 1)

*«Du er avhengig av noen som er villig til å investere i dette.»* (Forsker 2)

*«En stor kjent norsk investor har gått med på å investere i et stort akvaponi prosjekt som er eid av et norsk selskap, men skal starte opp utenfor Norge. At han har gått inn som eier på noe slikt, legger folk merke til.»* (Forsker 2)

*«Noen må gå foran som en pionér på dette, vi ser at det fungerer flere land i Europa, men jeg tror vi også trenger en norsk pionér som lykkes, først da tenker folk “aha!, men det her går faktisk an å gjøre”.»* (Forsker 1)

*«Hvis det viser seg at markedet faktisk ikke er modent og villig til dette, da må virkemiddelapparatet eller myndighetene inn med noen insentiver, at det skal være noen fordeler til de som produserer eller selger dette (...), det går tross alt i retning bærekraftsmålene.»* (Akvaponi entreprenør 1)

Akvaponi-entreprenør 1 forteller om reaksjoner som begeistring med tidligfase-akvaponi, noe forut for sin tid, som da var noen år tilbake i tid. Den gangen vakte det ikke særlig stor oppmerksomhet knyttet til investering, men det er interessant å merke seg at en stor norsk investor i nyere tid har investert i et stort akvaponi-prosjekt med norske eiere. Dog, prosjektet skal starte opp utenfor Norges grenser, men hvis prosjektet etter hvert er å anse som suksessfullt, kan det like fullt være en viktig pådriver som er med på å vekke interesse hos industrien, beslutningstakere og myndighetene for akvaponi fremover. Dette samsvarer med Forsker 1 sin implikasjon om at det er et behov for at noen må gå foran som en pionér i det norske markedet, for å vise et eksempel på at dette er mulig. Dette vil i tillegg føre til, som Roger et al. (1992) beskriver, at aktøren eller selskapet vil oppnå en *Først-ut-til-Markedet-Fordel*, ved å ta i bruk en ny produksjonsprosess. Akvaponi er i forhold til konvensjonell oppdrettsnæring og konvensjonell landbruksnæring en ny fremgangsmåte for å produsere akvatiske produkter samt dyrkede grønnsaker. *Først-ut-til-Markedet-Fordelen* vil også gå igjen under den sjette komponenten “Markedsstyrte krefter”. Dette reiser selvsagt også et spørsmål om modenhet i markedet, og som informanten hevder; dersom ikke villigheten finnes, er det muligens andre insentiver og initiativ som må gå foran, eksempelvis virkemiddelapparat eller regjeringen. Det burde tenkes at disse instansene har et ønske om støtte bærekraftige formål som går godt overens med FN’s og regjeringens bærekraftsmål.

#### **6.2.4 4. Juridiske faktorer**

Det juridiske perspektivet analyserer på hvilken måte innovasjon og utvikling i tidlig stadium kan være utfordrende fra et innovasjonssystem-perspektiv. Akvaponi er i Norge enda ikke definert som et forretningsområde. Byråkratiske, politiske og institusjonelle forhold med lov- og regelverk knyttet direkte opp til akvaponi er derfor manglende, og kan derfor opptre hemmende på utviklingen.

*«I det norske regelverket blir akvaponi betraktet som industri, og det blir utfordrende når du skal sette opp drivhus som produserer mat som ikke kommer inn som jordbruk. Når dette skjer, må området omreguleres, men da kommer jordvernet inn og sperrer for dette. Rent logisk henger ikke dette sammen. Her på denne kanten av Norge er det bare gress uansett, og du vil få produsert 30-50 rundballer på et jordet. Et drivhus derimot vil*

*produsere 700 tonn med agurk i året, det hele blir litt tragikomisk. Situasjoner som dette er med andre ord reelle utfordringer, og byråkrati og lovverket står på mange måter i veien.»*

(Akvaponi-entreprenør 1)

*«Vi møter på noen utfordringer når det kommer til lovverket. I akvakultur er det blant annet noen setninger i forskriftene som er utdaterte, men fortsatt gjeldende (...). Så vi må levere en søknad som kommer til å bli avslått, deretter klager jeg på den, så vi får en byråkratisk prosess på det. Men vi har inngått en særavtale med byråkratene, som selv ser at dette ikke gjelder akvaponi og den teknologien vi har på det. Den er selvfølgelig ment for matfiskoppdrett i sjø.»* (Akvaponi entreprenør 1)

Det statlige reguleringsorganet er ikke omfattet akvaponi, og er derfor ikke tatt i betraktning gjennom retningslinjer og forskrifter i lovverket. Informanten påpeker at de byråkratiske forholdene mellom agrikultur og akvakultur går hverandre i motsatt retning, ved at akvaponi faller inn under betegnelsen “industri”, men omfatter således dyrking av grønnsaker i en tilnærming som er utenfor normalstandard. Institusjonelle forhold kan med andre ord skape barrierer for differensierte fagkompetanser og arbeider mot en tverrfaglig tilnærming som kobler sammen forskjellige industrier, uavhengig koblingsgrunnlag. Forklaringen om at eldre forskrifter i lovverket sørger for mer omfattende prosesser, gir oss indikasjon på at lovverket i noen tilfeller kan være omfattet av det som kan benevnes som *stiavhengighet* (Bergek & Onufrey, 2013), fordi noen tekster i forskriften ikke har noe direkte korrelasjon med nyere teknologi og arbeidsmetoder.

Videre er det flere deler ved det statlige reguleringsorganet som kan virke noe hemmende på industrien og mindre hemmende på andre deler av oppdrettsindustrien.

*«Landbasert oppdrett er omfattet av forurensningsloven. Det er ikke merdbasert oppdrett i sjø, og da har man noen utslippskrav der blant annet på suspendert stoff, altså fiskegjødsel i fast form, feces, der man må rense halvparten. Det er en gammel lov som er ganske ubrukelig egentlig, men kravet er der, og den må følges i dag. Det har gjort at man i disse store RAS- anleggene må ha et renseanlegg som fanger opp så mye slam som mulig.»* (Forsker 2).

*«I dag har ikke oppdretterne i merder i sjø utslippskrav når det kommer til fiskeslammet, så det slippes bare rett ut i sjøen.» (Forsker 1)*

*«Det er heldigvis veldig bra at de landbaserte oppdrettsanleggene har fått pålegg fra lovgivningen om å rense slammet, slik at ikke slammet blir kastet, så det er heldigvis kommet en viss retning på dette. Men den oppløste fraksjonen er det null begrensning på i dag (...). En ting er de havbaserte, men de landbaserte har i hvert fall muligheten til å gjøre det, fordi det er jo fiskekar som er på land, og da er det jo allright at RAS-anlegget virkelig har redusert behovet for vann og energi ut ifra hovedsakene til et økonomisk perspektiv, ikke sant?» (Forsker 1)*

Det er åpenbart at det rår en felles frustrasjon angående regulering av akvakultur-lovverket og gjeldende/ikke-gjeldende utslippskrav for oppdrettsnæringen. En gjenganger hos informantene er at de er svært opptatt av utnyttelse av ressurser og et økosystem i industrien som tillater resirkulering av næringsstoffer. Landbaserte anlegg må følge lovkravet om rensing av suspendert stoff (fiskeslammet med fôrspill) som er omfattet Forurensningsloven. Her ligger akvaponi i forkant, men på andre områder stagnerer det. Informantene uttrykker tilfredshet med gjeldende utslippskrav hos de landbaserte oppdrettsanleggene som er angitt lovgivningen om renskravet for fiskeslammet, men uttrykker misnøye med den delen av oppdrettsnæringen som slipper ut enorme mengder med uutnyttede kilder til ressurs. Det er blant annet knapphet på ressurser som fosfor – hvilket finnes i fiskeslammet, og som i altfor stor grad går til spille. Fosfor som ikke gjenvinnes må utvinnes av rå fosfat, hvilket er en begrenset ressurs. Fosfor er en av mineralene som inngår i jordforbedring og som næring til plantevekster.

Videre er det flere deler ved industrien som informantene mener det er mulig å utnytte bedre.

*«Vi mangler den lovgivning som sier at du ikke får lov til å slippe det ut i vannet lenger.» (Forsker 1)*

I akvaponiske anlegg brukes RAS-teknologien til å gjenvinne vannet fra fiskevannet som resirkuleres videre til plantene. I fiskevannet blir fiskeslammet fanget opp, her blir

næringen som plantene trenger, fanget opp, og plantene tar så opp fosfor, nitrogen og andre næringsstoffer som utvinnes fra fiskeslammet. Bare i denne resirkuleringsprosessen blir alle ressursene utnyttet. Det Forsker 1 imidlertid legger vekt på, er at de oppdrettsanleggene som benytter RAS-teknologi i mange tilfeller ikke utnytter de verdifulle ressursene de har tilgjengelig. I Norge er vi heldig ved at vi har enorm tilgang på vann, og gjenvinning av vann er ikke en prioritert handling. Men i lys av mangelen på fosfor, bærekraftig matproduksjon og redusering av miljøpåvirkninger, er det mulig å tenke seg at det bør få viet mer oppmerksomhet. Spesielt når den nyeste havbruksstrategien presenterer at det må legges til rette for en ny retning i havbruksnæringen, som fremmer prinsippene av bærekraft.

*«Jeg sitter med et inntrykk om at lovgivningen innenfor akvakulturen løper litt etter industrien. Hvis myndighetene sier at de må stramme inn litt, så sier industrien ifra om at de taper profitt og i verste fall går konkurs, med klar tilbakemelding om den store verdiskapningen de tilfører. Så en driver her i seg selv, er at forskning og utviklingsaktører sammen med industrien må demonstrere at dette er mulig.» (Forsker 1)*

*«Som oftest er det slik at lovverk og regulering ligger bak nye teknologier og nye måter å gjøre ting på. Det kan oppstå både en sunn og en dårlig brems ved dette. Sunn i den forstand at man får en utvikling som forhåpentligvis går fremover, dårlig i den forstand at de nye reglene omfatter et næringsliv som ikke har klart å omstille seg fort nok.» (Forsker 3)*

Havbruk og oppdrettsnæringen i Norges er den nest største eksportnæringen, der produksjon av atlantisk laks og regnbueørret eksporteres ut av landet. Således er det ingen tvil om den store verdiskapningen som blir tilført i form av både matsikkerhet og arbeidsplasser. Informantene uttrykker dog behovet for å arbeide mer strategisk mot utvikling som gagnar flere verdier enn en høyest mulig omsetning. Det indikerer også at oppdrettsnæringen består av et såpass sterkt mandat, slik at det blir påfallende å antyde at den konvensjonelle oppdrettsnæringen stritter litt imot eventuelle lovendringer. På en annen side anser vi det som rett å benevne at en ydmyk tilnærming til myndighetskrav og lovgivning vil være viktig for videre utvikling og vekst i næringen. Samtidig -om mulig, at

næringen i tillegg kan bidra til en enda viktigere rolle dersom det legges til rette for et tettere samarbeid om håndteringen av utfordringene.

Videre belyses noen interessante utsagn fra Nærings- og fiskeridepartementet de juridiske føringene:

*«Om vi beveger oss litt lenger utover i den rettslige sfæren, finner vi at både landbasert fiskeoppdrett, fiskehelse/-velferd, håndtering av biprodukter fra dyr og dyrking av mat, er lovregulert (se henholdsvis laksetildelingsforskriften kap. 5a, dyrevelferdsloven med forskrifter, animaliebiprodukt forskriften og matloven). Det finnes altså allerede et solid juridisk rammeverk for fisk og mat – og akvaponi produserer jo begge deler. Utviklingen av rammevilkårene for fremtidig akvaponi-produksjon vil nok derimot måtte skje i takt med kunnskapsinnhenting og den eventuelle utbyggingen av akvaponi som produksjonssystem. Et eksempel på hvordan rammevilkårene vil kunne påvirkes er likevel spørsmålet om hvilken fisk som skal produseres i anleggene. Noen fisk er jo ferskvannsfisk, andre saltvannsfisk, mens tradisjonell laks og ørret har ulike behov avhengig av livsstadium. Vil fremtidige akvaponi anlegg måtte avgrenses til ferskvannsfisk ettersom vannet skal benyttes til matdyrking? Dette vil jo i sin tur kunne påvirke rammevilkårene for kommersielt oppdrett i akvaponi anlegg.» (Nærings- og fiskeridepartementet)*

Med fisk som røye kreves det kun ferskvann, det gjør prosessen betydelig enklere med tanke på plantene. Norge har i dag allerede et godt etablert juridisk rammeverk for både fisk og mat (grønt) separert, men akvaponi kombinerer begge deler. Muligheten til utvikling bygger imidlertid på kunnskap for videre utbygging av akvaponi satt i produksjonssystem. Vi antyder dermed at rammevilkårene for akvaponi har et potensial til å bli satt i system dersom produksjonen i fremtiden vil vise seg å være reell.

### **6.2.5 5. Miljømessige faktorer og etiske forutsetninger**

I denne kategorien trekkes frem viktige perspektiver for miljømessige faktorer og etiske forutsetninger. Med de miljømessige faktorene som bidrar til bærekraftsmålene, har vi samtidig valgt å inkludere de etiske forutsetningene, med begrunnelse i at fisk er et levende vesen der det er påvist at fisk kan føle ubehag og smerte. *“Det har lenge vært kjent at fisk*

*har alle strukturene som skal til for å føle smerte” (Tørud et al., 2020). Tiltakene for mer bærekraftig matproduksjon bør derfor ikke gå på akkord med verken fiskehelsen eller fiskevelferden såvel som negative miljøpåvirkninger. Vi analyserer dermed akvaponi i lys av bærekraft med hensyn til miljøpåvirkning og etikk.*

For at et akvaponisk anlegg skal være lønnsomt, må anlegget være av stor størrelse, hvilket i praksis vil innebære et RAS-anlegg. Her inntreffer to overordnede utfordringer; de utfordringene som er knyttet til RAS-anlegget innad og de utfordringene som er knyttet til omgivelsene av anlegget. Landbaserte anlegg er karakterisert som en kraftkrevende industri som krever mye energi, og ikke minst store landområder. Dessuten er RAS-anlegg kostbart å bygge og drive, og det kreves tverrfaglig høy kompetanse med lønninger deretter. For å søke konsesjon for drift må både Fylkesmannen og Mattilsynet på banen for godkjenning. En lang rekke oppfylte kriterier må dokumenteres og legges ved, og det skal utarbeides en risikovurdering, hvilket er en omfattende prosess, og kan fort havne på 200 sider. Intensjonen er god, da dette sikrer at miljøtiltakene skal følges. Like fullt blir terskelen for å satse på akvaponi også større. Videre er det krav om helseplan for fisken og en veterinær skal være knyttet opp til anlegget. Disse kravene vil også gjelde for akvaponiske anlegg. Dersom akvaponisk aktivitet skal gå fra forskningsbasert (små-skala) til stor-skala kommersiell produksjon, blir eksisterende retningslinjer for RAS-anlegg gjeldende for akvaponiske anlegg også.

*«Vi bruker de retningslinjene som vi har liggende som går på fiskevelferd og fiskehelse. Så det er ikke utarbeidet noen lover og regler på akvaponi i det hele tatt. (...) Alle reglene i RAS er gjeldende, selv om du legger på akvaponi delen.» (Veterinær)*

Selv om fiskevelferden og fiskehelsen er lettere å ivaretas i et RAS-anlegg -grunnet det landbaserte og lukkede systemet, er det langt ifra optimalt.

*«Fiskevelferden var nok ikke så bra som jeg kunne ønske at den var, dessverre. Men det går jo veldig mye på oppbygging av anlegget, altså hvordan designet til anlegget er. Er ikke designet så veldig godt, så vil du jo se at fisken ikke har det så bra heller.» (Veterinær)*

Selv om RAS-anlegg gir bedre kontroll og oversikt over fisken enn i konvensjonell akvakultur, gjenstår det fremdeles et forbedringspotensiale. Blant annet lærte vi at overflatebehandling på veggene i RAS-anlegget er viktig for at ikke fisken skal få skader på fiskeskinnet. Et skadet fiskeskinn kan lett føre til infeksjon. Et gjennomgående tema på samtlige konferanser, seminarer og andre tilstelninger vi har deltatt på, har vært fiskehelse og fiskevelferd -hvilket er positivt. For en bærekraftig produksjon må fiskehelse og fiskevelferd inngå som to likeverdige komponenter for en mer bærekraftig produksjon. For dersom de ikke inngår, blir ikke fisken sett på som et individ med verdi, hvilket igjen vil bryte med både loven og det etiske prinsippet om at *dyr har egenverdi uavhengig av den nytteverdien de måtte ha for mennesker* (Dyrevelferdsloven, §3). Dessuten, en fisk som lider, gir heller ikke god kvalitet, hvilket igjen fører til dårligere inntjening. Altså, tap for alle parter. Bærekraft med fiskehelse og fiskevelferd knyttes direkte til bunnlinsen.

Nå er det slik at akvaponi, i følge Nærings- og fiskeridepartementet, per dags dato ikke er et uttrykt satsingsområde, og er heller ikke eksplisitt nevnt i hverken regjeringens havbruksstrategi eller i Hurdals plattformen. Likevel ytres det ønske om mer kompetanseinnhenting, fordi gjenbruk av ressurser er regjeringens agenda.

*«På generelt grunnlag er økt sirkularitet (gjenbruk av ressurser), blant annet i havbruksnæringen, et overordnet mål og en prioritert oppgave for regjeringen.»* (Nærings- og fiskeridepartementet)

Vi ser ut ifra det innhentede datamaterialet at akvaponi kan være et godt bidrag til det kollektive løftet for større bærekraftig matproduksjon, til tross for det omfattende forarbeidet det kreves. Samtidig fremkommer det fra primærdataen at dette bør komme med en ovenfra -og -ned tilnærming, og ikke omvendt, slik som fra Landbruks- og matdepartementet, med insentiver og føringer satt i system. Samtidig skal vi ikke undervurdere ringvirkningene til store investorer som tør å satse på akvaponi, som like fullt kan føre til en dominoeffekt. Når alt kommer til alt, reiser det seg et spørsmål om hovedformålet med akvaponi:



*«Er hovedmålet med akvaponi som konsept å dyrke mer mat eller å redusere utslippsmengden (eller noe annet)? Og skal akvaponi implementeres i dagens næring eller skal det fungere som et tilskudd til dagens produksjon?»*

(Nærings- og fiskeridepartementet)

Akvaponi bidrar både til matproduksjon, reduksjon av klimautslipp, og kan implementeres i dagens næringsliv til et visst nivå. Ettersom fisken lever i landbaserte anlegg, gjelder ikke bekymring for eventuell rømming og formering med villfisk. I tillegg forekommer det ikke lakselus og forekomst av sykdom er betydelig lavere i landbaserte oppdrettsanlegg. Hva holder egentlig akvaponi'en tilbake? Dersom akvaponi bidrar til økt matproduksjon implementert i dagens næring, vil dette kreve store landareal, hvilket kan gå på akkord med det som er å benevne som bærekraftig. I media er dette blitt diskutert, der oppdrett på land kan føre til blant annet manglende ivaretagelse av biologisk mangfold, strandsoner vil kunne måtte bygges ned, og det samme med myr og skog. Det siste vil føre til store mengder utslipp av karbondioksid, hvilket igjen fører til svekkelse i naturens egenskap med å binde karbon videre fremover. Et alternativ er, ifølge Forsker 4, å samarbeide med kommuner og gårds- og grunneiere for benyttelse av for eksempel ubrukte gårdsbruk og bygninger. Nytenkning innebærer å tenke nytt på det som allerede eksisterer.

Dersom ikke hydroponiske anlegg kan settes på de eksisterende landbaserte fiskeoppdrettsanleggene, vil de ovennevnte årsakene by på utfordringer med utbygging av akvaponisk drift. Derfor kan ikke akvaponi erstatte den konvensjonelle oppdrettsnæringen,

Men, akvaponi kan fungere som et tilskudd til den eksisterende produksjonen, og samtidig bidra til matproduksjon og minske klimautslipp - sistnevnte fordi akvaponi gir nullutslipp.

Når det kommer til begrepet "bærekraft" er det likevel vanskelig å stadfeste hva dette primært innebærer, da ordet fremstår som noe diffust definisjonsmessig. Aarset et al. (2020) påpekte i sin studie hvordan begrepet "bærekraft" oppfattes ulikt i norsk lakseoppdrettsnæring. Informantene våre delte den samme oppfatningen.

*«Det er et veldig vagt ord, synes jeg, og det har jeg alltid syntes. (...) bærekraft – ja okay, det kan man bruke om alt på en måte (...) og jeg tror egentlig ikke det var noen av lederne*

*eller investorene som egentlig visste hva svaret på "hva er bærekraft " var. Og jeg satt jo også igjen med den tanken - ja er det egentlig DET vi gjør?» (Veterinær)*

Ut ifra våre intervjuer var det generelt en gjenganger at det ideologiske aspektet er den store driveren, med et ønske om at akvaponisk drift skal posisjonere seg kommersielt. Det som vi ble oppmerksomme på og som derimot kan virke noe motsigende, er at det også er et potensial for at det kan fremtre aktører som fremmer bærekraftig matproduksjon, men som i utgangspunktet heller ønsker seg et større økonomisk fortrinn. Dette leder oss til følgende utsagn under.

*«Industrielle aktører kan se på dette som en måte å "grønnvaske seg" litt (...)» (Akvaponi-entreprenør 1).*

Industrielle aktører kan dermed benytte begrepet "bærekraft" med en noe skjult agenda, hvilket i praksis blir «grønnvasking». Slike aktører har ikke nødvendigvis det ideologiske ønsket om å faktisk omstille sin produksjon til å bli til mer bærekraftig, snarere heller som hevdet:

*«De ser nok at det å koble på et hydroponi anlegg vil være til fordel for omdømmet.» (Akvaponi-entreprenør 1)*

Om slike tilfeller oppstår, og om det reiser spørsmålet om dette anses positivt eller negativt, kan igjen diskuteres. Effekten vil uansett nyttiggjøre seg, og bidra til en mer miljøvennlig produksjon.

*«Landbaserte RAS-anlegg slipper ut helt enorme mengder med nitrat når du begynner å regne på det, som er den viktigste innsatsfaktoren i planteproduksjonen. Mange ønsker å få dette til og jobber mot en fremtid som er hakket mer ressursutnyttende og miljøvennlig. Dette henger sammen med punktutslippene, som er store mengder med slam som slippes rett ut i havet. Totalt i verdenshavene så betyr dette ikke så mye, men for fjordene det her ligger i, betyr det ekstremt mye. Dette forårsaker det som vi kaller for eutrofiering, og det går utover det naturlige økosystemet på havbunnen.» (Forsker 1)*

Punktutslippene som informanten henviser til er et omfattende miljøproblem. Derfor bør det vurderes om nytten opp mot skadene anses som hensiktsmessig. Vi anslår at reguleringer bør i større grad prioriteres for å redusere punktutslippene.

*«Både akvakultur og agrikultur har mye av den samme type problematikken, de preges i stor del av fremkomst av sykdom, bruk av kjemikalier og medisinbruk. Deler av produksjonen innen akvakultur har en dårlig ressursutnyttelse av næringsavfall, miljøpåvirkning og negativt avtrykk på miljø, så her mener jeg at akvaponi kan være et veldig positivt og godt bidrag for å løse disse problemene. Ressursutnyttelsen er en av de store faglige driverne til å holde på med dette, du gjenbraker egentlig de næringsstoffene som du opprinnelig gir via fiskefôret, så gjenbraker du det nå flere ganger.» (Forsker 4)*

Videre argumenteres det for matsikkerhet:

*«Mattrygghet er også en sentral faktor i akvaponi. Heldigvis er vi så heldig i Norge at vi har nok vann, og vi importerer mye mat, det går også veldig fint for oss. Men vi hadde ikke hatt vondt av å produsere mer lokalprodusert mat. Vi lever i en uforutsigbar verden, det har vært en Corona-pandemi, deretter kom den forferdelige krigen i Ukraina med ressursknapphet.» (Forsker 3)*

I Norge er heldigvis ikke vann en knapphetsressurs slik det forekommer mange andre steder i verden. I akvaponi er ikke regnvannet kritisk for næring og vekst, det er med andre ord mulig å produsere grønnsaker året rundt. Men:

*«Det naturlige artsmangfoldet og økosystemet blir stadig viktigere, fordi den minsker.» (Forsker 3)*

I tillegg er det viktig å passe på balanseforholdet mellom fisk og planter.

*«(...) også kommer det jo an på balansen mellom antall fisk eller kilo fisk, mot kilo planter eller røtter, og hele planten. Hvis du har for mye planter i forhold til fisk, så vil du se at plantene begynner å få mangelsykdommer, fordi da lider de av næringsmangel. Da er det for lite avfall eller næring. Hvis du har for lite planter, så vil du se at verdiene -altså*

*nitrat-verdiene og ammonium-verdiene kanskje...eller hvertfall nitrat da...nitrogenforbindelser vil hope seg opp i aggregatene, og så vil det til slutt bli giftig for fisken. Fisken dør ellers hvis man ikke gjør noe med det. Så riktig balanse er viktig.»*  
(Hobbyentusiast)

Gjennom akvaponi kan produksjon i større grad ivaretas og overvåkes, året rundt. I tillegg bidrar akvaponi med bekjempelse mot lakselus og vaksinerings, som gjør at økosystemet forblir mer naturlig. Fisken blir ikke utsatt for legemidler i akvaponi.

*“Hvis du mot formodning skulle vaksinere fisken, så må du sørge for at du har en venteperiode. Sånn at det vannet ikke går til plantene, for da kan plantene ta det opp. Men så er det ofte sånn at du ikke trenger så veldig mye behandling i et RAS-anlegg på fisken, fordi den ikke er så syk.”* (Veterinær)

Den akvaponiske måten å drive matproduksjon på er et godt bidrag til økt satsningsområde for både miljøet og for fiskevelferden, og en fin bonus er den helsefremmende effekten av å spise ren og sunn mat. Men, akvaponi må bestå innenfor en viss ramme for arealbruk, ellers vil ikke prinsippet om bærekraftig arealbruk oppfylles, og kan derfor kun fremstå som et tilskudd og ikke erstatning for den konvensjonelle oppdrettsnæringen.

### **6.2.6 6. Markedsstyrte krefter**

I denne kategorien referer vi til hvordan en fremvoksende innovasjon, som tar sikte på kommersialisering, vil være avhengig av en markedsposisjonering. Synlighet og posisjonering i markedet vil måtte være tydelig for å klare å oppnå et lønnsomt kost-nytte forhold i lys av både et bærekraftig og økonomisk perspektiv.

*«På dette forskningsanlegget driver vi ikke med kommersiell drift, men vi selger både fisken og salaten. Salaten går til en lokal dagligvarehandel, og folk er veldig begeistret for det.»* (Forsker 3)

*«Det vil være et mindre volum av fisk enn med grønt, og vi har allerede dialog med restaurantmiljøet angående fisken, hvor vi har fått klar tilbakemelding på at de er positive, såfremt smaken er god.» (Akvaponi-entreprenør 1)*

*«(...) så jeg tror det er lett å få på plass et samarbeid med en næringsssentral, altså dagligvarebransjen med tanke på at begge de to aktørene jeg nevnte i sted, har vært interessert i disse prosjektene jeg har vært involvert i.» (Forsker 2)*

*«Det er selvfølgelig muligheter for å inngå samarbeidsavtale med horeca-markedet – restaurant, hotell og catering. Men volummessig av det grønne vi skal produsere, hører hjemme i dagligvare (...).» (Akvaponi-entreprenør 1)*

Det er åpenbart at Akvaponi-entreprenør 1 satser på både matfiskproduksjon og grøntproduksjon. En fordel med salat er at den vokser fort, og alt utenom røttene kan høstes. Informasjonen gir oss i tillegg en indikasjon på at både fisk og salat har blitt møtt med et positivt uttrykk fra nærmiljø og restaurantmiljø. Samtidig hevder Akvaponi-entreprenør 1 at det vil være et spesielt stort volum på salat kontra fisk, og vi vet at det er mulig å produsere opptil 9 kg salat ut ifra 1 kg fisk. At det store volumet grønt dermed passer best til salg i dagligvarekjeden kan vi si oss enige i. To av informantene gir samtidig uttrykk for at det er flere dagligvarekjeder som har vist interesse og nysgjerrighet for akvaponi-produksjonen. Dette er positivt for en markedsposisjonering, hvilket nærmest er avgjørende for å lykkes kommersielt. Dessuten er markedet åpent og urørt for de akvaponiske produktene i Norge, så *Først-ut-til-Markedet-Fordel* ligger klar til den som ønsker å ta den posisjonen.

*«Å få markedspartner og inngå en avtale med en dagligvarekjede, er nesten en forutsetning for at vi skal virkelig få sving på dette.» (Akvaponi-entreprenør 1)*

*«Markedet er nok den største og viktigste biten på om det blir en suksess eller ikke, fordi du må ha markedet på plass. Det er det vi jobber med nå, og har en god dialog med en stor dagligvarekjede, som vi gjerne kunne tenke oss å ha som markedspartner (...).*

*Produktet, som her vil primært være leveranse av grønnsaker, passer også veldig godt sammen med dagligvarekjedens fremtidige strategi for organisk og lokalprodusert mat.» (Akvaponi-entreprenør 1)*

Slik det fremkommer er informanten aktiv i arbeidet med å finne en markedspartner som kan være en distributør for deres salatproduksjon. Her er det i tillegg interessant å merke seg at produkter fra akvaponi ikke potensielt kun vil gagne akvaponi-produksjonen, men like fullt dagligvarekjedens fremtidige strategi som ønsker å fremme bærekraft ytterligere. Dette gir oss en antydning på at det vil være en økende etterspørsel etter mer renere produkter i fremtiden. Det later allerede til at flere og flere er opptatt av “det vi putter i kroppen”. Kostholdsbevissthet med fokus på ren og bærekraftig mat, og inntak av mindre tilsetningsstoffer og lignende ser samtidig ut som noe som fortsatt vil vektlegges i fremtiden. Det vil derfor være både hensiktsmessig og essensielt å skape bevisstgjøring for akvaponi i markedet.

*«Vi må ha en branding, og en dagligvarekjede må nærmest være med på å skape den merkevarebyggingen, ellers vil det være svært utfordrende for oss som enkeltprodusent alene.» (Akvaponi entreprenør 1)*

En dagligvarekjede vil ha muligheten til å være med på å skape den merkevarebyggingen, som et akvaponi anlegg ikke vil ha muligheten til alene, som informanten hevder. Å synliggjøre produktet med hva akvaponi medbringer, vil derfor være en av de viktige innsatsfaktorene for kommersialisering, med økonomiske hensikter såvel som bærekraftige. Dersom akvaponi klarer å oppnå kommersiell suksessfull drift, vil også produktene som produseres -fisk og planter, konkurrere i samme marked som produktkategoriene med konvensjonelle sjømatprodukter og jordbruksdyrkede råvarer. Akvaponi vil da overkomme *prosessinnovasjon* og går over til *produktinnovasjon*, som beskrevet av Pisano (1997).

Dette reiser videre et spørsmål om økologisk sertifisering, ettersom akvaponi dyrker frem fisk og planter på en renere måte, med fravær av vaksiner og antibiotika for fisken. Foruten unntak av fiskeføret er hele produksjonene organisk fremstilt.

*«Akvaponi kan ikke merkes som økologisk på grunn av regelverket i EU, selv om det fortsatt er en veldig bærekraftig produksjon. Så veien å gå når det kommer til merkevarebyggingen, er som vi har snakket med dagligvarekjeden om, at det må*

*utarbeides en form for synlighet som fremmer at det er organisk bærekraftig, og et godt alternativ til det som er merket som økologisk.» (Akvaponi entreprenør 1)*

Selv om det ikke er mulig å merke akvaponi med en økologisk sertifisering, er det fortsatt svært interessant at produktet med stor sannsynlighet vil ha mulighet for å merkes som organisk bærekraftig. Vi antyder dermed at en organisk merking av produktet, vil gjøre produktet til et attraktivt alternativ til produkter merket med økologisk sertifisering.

Å utarbeide en strategi for å bevisstgjøre forbrukere, anser vi nærmest som en nødvendighet for å klare å oppnå en posisjonering i markedet. Dersom dette oppnås vil det også tas nytte av å ha fått *Først ut til Markedet Fordel*, som beskrevet av Lieberman & Montgomery (1988). Det første kommersielle akvaponiske selskapet vil kunne ha et konkurransefortrinn ved å være først ute med å markedsføre et produkt eller en tjeneste til markedet.

*«Når markedet er modent, handler det mye om de sosiale rammebetingelsene.»*

(Forsker 3)

Sett i lys av markedsføring og merkevarebygging, ønsker vi i tillegg å nevne at det kan være fordelaktig for et nyoppstartet kommersielt akvaponianlegg, å selv klare å synliggjøre seg. Det vil være hensiktsmessig at de selv tar initiativ og ansvar for å markedsføre og posisjonere seg som en etablert industri, og ikke legge hele ansvaret over på utsalgsstedet de samarbeider med. Som Forsker 3 henviser til, handler det også mye om aksept innenfor sosiale rammebetingelser. Vår antydning er at akvaponi med bærekrafts aspektet er noe markedet i dag vil være moden for. Nye konsept vil i mange tilfeller kunne dra nytte av en markedsføringsstrategi. En digital markedsføringsstrategi vil bidra til å skape bevisstgjøring, og øke bevisstheten blant forbrukere og sluttbrukere. Bruk av sosiale medieplattformer kan i tillegg føre til økt synlighet direkte til ulike alderssegmenter. På den måten vil aspektene ved akvaponi kunne bli mer synlig og nå ut til langt flere, for eksempel til næringsliv, men også andre segment som målgrupper med interesse for bærekraftig og etisk produksjon av mat.

## 6.2.7 Sammenkobling

Slik det fremgår i analyse- og diskusjonskapittelet, har vi definert og forklart rammeverket “*De seks påvirkende gjensidigheter*” kategorisert under følgende: 1) Teknologi og driftsstyring, 2) Kompetanse og kunnskap 3) Økonomiske faktorer, 4) Juridiske faktorer, 5) Miljømessige faktorer og etiske forutsetninger, og 6) Markedsstyrte krefter. I analysen har vi drøftet utsagnene fra den empiriske dataen vi innhentet, og har med en slik tilnærming ønsket å tilføre en dypere innsikt i hvordan de ulike komponentene er koblet sammen. Vi har knyttet muligheter med pådrivende faktorer, påvirkning og rolle, for at akvaponi i fremtiden kan bli en mulig fremvoksende innovasjon innenfor de gitte grensene. Funnene våre indikerer at steget mot kommersialisering er svært sammensatt, og at det ikke kan gis kun et enkelt svar. Gjennom analysen har vi forsøkt å vise hvordan faktorene overlapper hverandre. Dette ved å belyse at det hele tiden vil være en faktor som avhenger av en annen for å oppnå ønsket effekt. For å oppsummere og redegjøre kort hva som menes med overlapping, vil vi argumentere for at akvaponi innebærer et tverrfaglig samarbeid og en sammenkobling av to ulike fagkompetanser, med særdeles høyt kunnskapsnivå- akvakultur og hydroponi. I tillegg kommer en tredje for det tekniske. Akvaponi vil således være avhengig av både kunnskapen og sammenkoblingen. Akvaponi må deretter være gitt en teknologisk implikasjon, som igjen krever kompetanse spesifikt knyttet til RAS-teknologi. Dernest en bærekraftig og etisk drivkraft i alle ledd gjennom hele produksjonen. Men for at dette i det hele tatt skal være mulig må en belyse noen andre viktige aspekt, som påpekt gjennom analysen. Det ene aspektet som ligger til grunn, dersom akvaponi skal ha mulighet til å gå fra vitenskapsbasert forskning til en fremvoksende innovasjon i norsk kontekst, er tilgang på finansiell støtte. Da akvaponi krever enormt store investeringer, kan dette være en reell utfordring i seg selv. Dernest er næringslivet og industri som sådan styrt av mange rettslige forhold, dette forårsaker barrierer i tidligfase-prosessinnovasjon. Dersom ikke akvaponi får gjennomslag i lovverk, vil slike barrierer være med på å sette en brems, eller stans på utviklingen. Til sist, dersom akvaponi om mulig i fremtiden klarer å oppnå ønsket effekt ved å bli en kommersiell industri, vil en kommersiell drift avhenge av å kunne posisjonere seg i markedet, for i det hele tatt kunne ha muligheten til å klare å oppnå et bærekraftig, etisk og økonomisk kost-nytte forhold. Dette vil være en betydningsfull del for hvordan suksessfull akvaponisk drift i kommersiell sammenheng



utarter seg videre. Gjennom vårt rammeverk har vi har dermed forsøkt å belyse alle disse komponentene, der hver faktor er påvirkende og gjensidig avhengig av hverandre.

Gjennom publiserte vitenskapelige artikler er det mulig å lese seg opp på akvaponi. Men den praktiske tilnærmingen til empirisk data, gjennom intervjuer eller annen kommunikasjon er uvurderlig. Gjennom de semistrukturerte dybdeintervjuene i denne studien, fremkommer ikke kun faktabasert læring, men også taus kunnskap. Dette bidrar til å knytte akvaponi sammen med en større forståelse for hva akvaponi innebærer, i både teori og praksis. Akvaponi krever en slik tilnærming dersom konseptet skal springe ut som en innovasjon, med bærekraftig og etisk drift, såvel som økonomisk lønnsomhet i et langsiktig perspektiv. Tverrfaglighet og kunnskapsinnhenting må dermed kobles sammen gjennom aktive dialoger, gjerne satt i system. For eksempel gjennom en felles kompetanseplattform tilrettelagt for å dele erfaringer. Vi ønsker å avslutte dette avsnittet med noen passende utsagn, knyttet til det som nettopp har blitt presentert.

*«Suksessfull drift innenfor akvaponi betyr at man har fått til denne sirkulære produksjonsmetoden på en lønnsom måte, der det er tydelig for alle andre næringsaktører at dette lønner seg; “dette må vi også se på”. At det blir en smitteeffekt. Også at myndighetene sier at “i Norge har vi en veldig lønnsom fiskeoppdrettsproduksjon”, slik at de som har fått et dårlig miljøstempel blir friskmeldt.» (Forsker 4)*

Den konvensjonelle næringen har som kjent, lenge hatt et negativt omdømme. Dersom akvaponi blir mer allment kjent, må vi se at akvaponi kan lykkes i stor-skala. Dette kan bidra til å styrke omdømme, og samtidig sette landbasert fiskeoppdrett i bedre lys. Landbasert oppdrett har den potensielle muligheten til å bygge på akvaponisk drift, med andre ord; et hydroponi anlegg kan bli en add-on til et landbasert oppdrettsanlegg.

*«Det er den tankegangen, men det er veldig mange som misforstår det, og da særlig idealister som vil sette dette i system.» (Forsker 4)*

Ut ifra vår innsikt og vår erfaringsdata gjennom intervjuene, krever akvaponi en høy kompetanse og sammenkobling mellom akvakultur og hydroponi. I denne sammenhengen har samtidig dette spørsmålet dukket opp; hvilket kompetanseområde som skal ta initiativ

til et slikt samarbeid? Forsker 2 har påpekt dette med at det er en begrensende faktor knyttet til bransjesystemnivå. Er det akvakulturnæringen som bør sette i gang eller er det landbruksnæringen?

Videre er det mulig å påpeke at akvaponi løser flere av utfordringene den konvensjonelle oppdrettsnæringen har problemer med å løse:

*«Akvaponi har ingen rømningsfare, ikke noe sykdom hos fisken og vi har heller ikke noe utslipp, også tar vi bedre vare på fiskehelsen og fiskevelferden.»* (Forsker 3)

Hva gjelder bærekraft, kan vi anse akvaponi som en potensiell industri som har mulighet til dekke flere aspekter ved begrepet "bærekraft".

*«Bærekraften har en etisk, miljømessig og en økonomisk side, disse henger sammen. Noe kan være kjempemiljøvennlig, men dersom ikke det er verken etisk eller økonomisk, så er det fortsatt ikke veldig bærekraftig. Bærekraft handler om en balanse, og det er veldig kult å være idealist. Hvis vi skal tenke bærekraftsutviklingen, er det en forutsetning at løsningen som vi kommer med faktisk blir tatt i bruk. Det hjelper ikke å skrive en rapport som havner i skrivebordsskuffen som viser verden at det hadde vært mulig, hvis det er ingen som gjennomfører det.»* (Forsker 1)

Avslutningsvis ønsker vi å påpeke at akvaponi bør vies mer oppmerksomhet, og bli mer synlig. Begrepet "bærekraft" bør således ytterligere diskuteres. Er det mulig for den kommersielle oppdrettsnæringen og kompetanseaktørene innenfor akvaponi å etterstrebe muligheten for å arbeide tettere sammen for dialog, erfarings- og kompetansedelning, og et eventuelt samarbeid?

## 7.0 Konklusjon

FN's bærekraftsmål har satt bærekraft på dagsorden. En mer bærekraftig matproduksjon er en nødvendighet, og akvaponi kan være en pådriver til nettopp dette. Vi vil her systematisk konkludere kort, og bringe frem implikasjoner for hvert av forskningsspørsmålene.

### 7.1 Konklusjon i samsvar med forskningsspørsmålene

#### *Hva er akvaponi i norsk kontekst – med sine muligheter og utfordringer?*

Akvaponi generelt er å anse som en *prosessinnovasjon*, som i Norge er drevet frem gjennom *learning-by-doing*, spesielt innenfor forskningsinstitusjonene. Akvaponi kan innlemmes som en *teknologisk innovasjon*, på grunn av bruken av RAS-teknologi. Det teknologiske gjennombruddet har anslagsvis funnet sted, men det mangler et kommersielt gjennombrudd, noe som indikerer at akvaponi i Norge fremdeles befinner seg på *oppfinnerstadiet* og dermed ikke sprunget ut som en *innovasjon* i sin helhet. Norge har behov for en pionér innenfor akvaponi. Hvis en pionér lykkes, går en slik aktør foran som eksempel på at det er mulig, hvilket med suksess er gjort andre steder i Europa. Utfordringene hviler på at det kreves svært høye kapital- og investeringskostnader. I tillegg kreves et høyt nivå av kunnskap og kompetanse av to fagområder som tidligere ikke har hatt en tradisjon for samarbeidskonstellasjon tidligere. Tilrettelegging for gode forhold for både fisken og plantene krever kjennskap til balansegangen i forhold til pH-verdi, temperatur og oksygentilpasning, hvilket også innebærer å finne en passende fiske- og plantekombinasjon. Barrierer innenfor den rettslige sfæren er et faktum at akvaponi ikke er definert, og utviklingen av rammevilkårene vil anslagsvis derimot komme i takt med kunnskapsinnhenting, samt at akvaponi blir satt i produksjonssystem utenfor forskningsinstitusjonene. Det store mulighetsrommet ved akvaponi omhandler som den potensielle evnen til å balansere bærekraftig, etikk og økonomisk lønnsomhet. Mulighetene ligger i gevinsten og verdiskapningen gjennom bærekrafts-paradigmet sammen med det etiske perspektivet på fiskehelse og fiskevelferd, samt en ærlig og organisk produksjon mot det grønne skiftet.

### ***Hvordan kan akvaponi bidra til å løse de største utfordringene den konvensjonelle oppdrettsnæring fremdeles står ovenfor?***

Akvaponi bidrar til miljøvennlig matproduksjon gjennom en sirkulær produksjonsmetode. Vannet blir resirkulert, dog dette er ikke en kritisk faktor i Norge, ettersom Norge har stor tilgang til vann. Videre løser akvaponi fiskeslam-problemet, der fiskeslammet med det ressurskrisiske stoffet fosfor blir gjenvunnet. Akvaponisk-fremstilt fisk gir ingen risiko for rømming og formering med villfisk, og lakselus er et fraværende problem, samtidig som generell sykdomsforekomst er lav. Den sirkulære produksjonen ved akvaponi gir i tillegg miljøgevinster, men akvaponi kan likevel ikke erstatte den konvensjonelle oppdrettsnæringen. Prinsippet om bærekraftig arealbruk må oppfylles, og derfor kan akvaponi kun fremstå som et tilskudd og ikke erstatning for den konvensjonelle oppdrettsnæringen. Nytenkning innebærer samtidig å tenke nytt på det som allerede eksisterer.

### ***Dersom fremtidig kommersiell posisjonering - hva anslår empirien suksessfull drift av akvaponi vil innebære?***

Akvaponi bryter på mange måter med tradisjonelle paradigmer, da den i nyere tid har noe utradisjonell produksjonsmetode. Foreløpig finnes det lite dokumentasjon og stadfestet data, derfor er det viktig å bringe dette frem i større grad enn det hittil er gjort. Dersom akvaponi skal lykkes kommersielt, krever det først og fremst et tverrfaglig samarbeid, erfarings- og kompetansedeling. Det er viktig at kunnskapen ikke kun forblir innad i forskningsmiljøet, men også ut mot utdanningsinstitusjonene, så vel som markedet. Det er med andre ord viktig at fagområdet med dens læringsprosess blir anvendt og delt, og ikke kun overlatt til ildsjeler. Utvikling av et nettverksmiljø vil bidra til dette arbeidet, og ikke minst juridisk og praktisk tilrettelegging fra myndighetenes side. Norge vil kunne ha behov for en norsk pionér som går foran som et eksempel på at det er mulig å lykkes med akvaponisk kommersiell aktivitet, slik det er blitt gjort i andre land i Europa. Det er i tillegg en forutsetning at markedet er modent, der utrulling skjer ved hjelp av kompetente samarbeidspartnere. En pionér vil dermed bære fordelene av å få en *Først-ut-til-Markedet-Fordel*, ved å ta i bruk en ny produksjonsprosess som produserer et produkt

på en måte som tidligere ikke er blitt gjort. Utfordringer i lovverket er en barriere for å komme seg over fra *oppfinnerstadiet* til *innovasjonsstadiet*, ettersom et statlige reguleringsorgan ikke omfatter akvaponi, hvilket medfører *stivhengighet*. Per nå befinner akvaponi seg “mellom to stoler” i lovverket.

## 8.0 Svakheter og begrensninger

Målstørrelsen på studien var på minst 7 semistrukturerte intervjuer, hvilket vi hadde. Som nevnt i metodekapittelet, under avsnitt utvalg og rekruttering, hadde vi ønsket et optimalt antall semistrukturerte intervjuer på om lag 10-12 intervjuer, men grunnet få personer med kompetanse innenfor akvaponi, satt vi en realistisk grense på 7 intervjuer. Dog, vi innehar den forståelse om at dersom vi hadde fått flere semistrukturerte intervjuer, kan det hende vi hadde fått mer utfyllende informasjon. Vi hadde også 2 skriftlige korrespondanser med Nærings- og fiskeridepartementet og Mattilsynet. I tillegg avholdt en aktør som skal satse med akvaponi i utlandet en presentasjon for oss.

Som nevnt i introduksjonen, har vi som forfatterne bak denne studien, vår primærkompetanse fra studieretningen entreprenørskap og innovasjon. Vi har dermed lite erfaring med både fisk, planter og RAS-teknologi. Etter hvert som kunnskapen vår økte, ga det oss mulighet til å stille mer konkrete spørsmål til våre informanter. Likevel besitter vi ikke den praktiske erfaringen med verken fisk, planter eller RAS-teknologi, og anser derfor dette som en svakhet, grunnet manglende kunnskap. Dette kan ha ført til eventuell upresisjon i vår dybdeforståelse, hva angår biologien og teknologien.

## 9.0 Anbefalinger for videre forskning

Vi ønsker å fremme noen anbefalinger for videre forskning. Anbefalingene er basert på avgrensningene våre, og er interessante funn fra intervjuene som ikke passet direkte inn i studiens rammeverk.

- *Akvaponi i lys av nisje-teori* - Akvaponi kan betraktes som en smal nisje i Norge. Kan nisje-teori benyttes for kommersiell posisjonering for akvaponi i Norge? Hvordan utspiller akvaponisk aktivitet seg som en nisje i utlandet sammenlignet med Norge? Og i hvilken grad har utenlandske akvaponiske aktører gått fra nisje til kommersiell storskala drift?
- *Matsikkerhet og lokalprodusert mat* - Hvordan legge til rette for matsikkerhet med akvaponi, med urban matproduksjon? Er det mulig å legge til rette for samarbeide med kommuner og gårds- og grunneiere for benyttelse av ubrukte gårdsbruk, og bygninger med tilhørende landområder til lokalprodusert mat?
- *Artsmangfold* - Landbruksproduksjons-systemene blir stadig mer og mer intensive for å klare å opprettholde matproduksjon til å fø verdens befolkning. Samtidig går dette på bekostning av arts mangfoldet. Hvordan benytte akvaponi i arbeidet med å bevare arts mangfoldet?
- *Nisje-planter* - Forskning på ulike type plantedyrking innenfor marked som medisinske planter og eksklusive planter til plante entusiaster.
- *Romfartsperspektivet* - Romfartsteknologi avhenger av biologisk ressursutnyttelse og livsstøttesystemer. Med livsstøttesystemer menes biologiske metoder for å kunne produsere det som trengs av de helt grunnleggende ressursene, slik som oksygen og rent vann og mat, som et alternativ til fysiske og kjemiske metoder. Økosystemet på jorden både gjenvinner og produserer, hvilket er målet. Akvaponi har en overføringsverdi, hvordan kan kunnskapen mellom romfartsteknologi og akvaponi benyttes for et bedre ressurskretsløp?

## Referanser

Aarset, B., Carson, S.G., Wiig, H., Måren, I., E. Lost in Translation? Multiple Discursive Strategies and the Interpretation of Sustainability in the Norwegian Salmon Farming Industry. *Food ethics* 5, 11 (2020).

<https://doi.org/10.1007/s41055-020-00068-3>

Abelsen., B., Isaksen., A & Jackobsen S. E. (2013). *Innovasjon, organisasjon, region, politikk*. (1. utg). Cappelen Damm.

Aleksiý, N., Šušteršič V. (2020). Analysis of Application of Aquaponic System as a Model of the Circular Economy - A Review. *Recycling and Sustainable Development*.

Araújo., S., L., Kessman., J., K. & Goddek., S. (2021). Making aquaponics a business: A framework. *Water*, 13(21), 2978.

Bacenetti., J., Haaland., G., F., Facchinetti., Parolini., M. (2019) Approaches to tackling new challenges in European Aquaculture.

Bandi, A. C., Cristea, V., Dediu, L., Petrea, S. M., Cretu, M., Rahoveanu, A. T., ... & Soare, I. (2016). The review of existing and in-progress technologies of the different subsystems required for the structural and functional elements of the model of multi-purpose aquaponic production system. *Romanian Biotechnological Letters*, 21(4), 11621.

Bell, E., Bryman, A., & Harley, B. (2022). *Business research methods* (6. edition). Oxford University Press

Bergek, A., & Onufrey, K. (2013). Is one path enough? Multiple paths and path interaction as an extension of path dependency theory. *Industrial and Corporate Change*, 23 (5). Pages 1261–1297.

<https://doi.org/10.1093/icc/dtt040>

Bryman, A. (2012). *Social research methods*. (4. ed.). Oxford university press.

Cope, J., & Watts, G. (2000). Learning by doing—an exploration of experience, critical incidents and reflection in entrepreneurial learning. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*.

<https://doi.org/10.1108/13552550010346208>

Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2016). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage publications.

Dyrevelferdsloven. (2009). *Generelt om behandling av dyr*. LOV-2009-06-19-97

<https://lovdata.no/lov/2009-06-19-97/§3>

Fagerberg, J., Mowery, D., C., & Nelson R., R. (2005). *The Oxford Handbook of Innovation*. New York, Oxford University Press.

FN. (2022). *FNs bærekraftsmål*. FN. Hentet 15.01.22

<https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal>

Goddek, S., Joyce, A., Kotzen, B. & Burnell, M., G. (2019). *Aquaponics Food Production Systems*. Combined Aquaculture and Hydroponic Production Technologies for the Future. Springer.

[https://doi.org/10.1007/978-3-030-15943-6\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-15943-6_5)

Graber, A., & Junge, R. (2009). Aquaponic Systems: Nutrient recycling from fish wastewater by vegetable production. *Desalination*, 246 (1-3), 147-156.

Greenfeld, Becker, N., McIlwain, J., Fotedar, R., & Bornman, J. F. (2019). Economically viable aquaponics? Identifying the gap between potential and current uncertainties.

*Reviews in Aquaculture*, 11(3), 848–862.

<https://doi.org/10.1111/raq.12269>

Greenfeld, Becker, N., Bornman, J. F., Spatari, S., & Angel, D. L. (2022). Is aquaponics good for the environment? - evaluation of environmental impact through life cycle



assessment studies on aquaponics systems. *Aquaculture International*, 30(1), 305–322.  
<https://doi.org/10.1007/s10499-021-00800-8>

Harling, K. (2012). An overview of case study. *SSRN*.  
<http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2141476>

Havforskningsinstituttet (2020). *Risikorapport norsk fiskeoppdrett 2020 — Risiko knyttet til dødelighet hos utvandrende postsmolt laks som følge av utslipp av lakselus fra fiskeoppdrett*. Havforskningsinstituttet.  
<https://www.hi.no/hi/nettrapporter/fisken-og-havet-2020-4>

Havforskningsinstituttet (2022). *Risikorapport norsk fiskeoppdrett 2022 - risikovurdering — Effekter på miljø og dyrevelferd i norsk fiskeoppdrett*. Havforskningsinstituttet.  
<https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2022-12>

Hennink, M., Hutter, I., & Bailey, A. (2020). *Qualitative research methods*. Sage.

IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC.  
<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

Johannessen, A., Tufte, P. A. & Christoffersen, L. (2016). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode*. Abstrakt forlag.

Johansen, L. H., Jensen, I., Mikkelsen, H., Bjørn, P. A., Jansen, P. A., & Bergh, Ø., (2011). *Disease interaction and pathogens exchange between wild and farmed fish populations with special reference to Norway*. *Aquaculture*, 315(3-4), 167-186.

Junge, R., König, B., Villarroel, M., Komives, T., & Jijakli, M. H. (2017). Strategic points in aquaponics. *Water*, 9 (3), 182.

Kallio, H., Pietilä, A. M., Johnson, M., & Kangasniemi, M. (2016). Systematic methodological review: developing a framework for a qualitative semi-structured interview. *Journal of advanced nursing*, 72(12), 2954-2965.

Kerin, R. A., Varadarajan, P. R., & Peterson, R. A. (1992). First-mover advantage: A synthesis, conceptual framework, and research propositions. *Journal of Marketing*, 56(4), 33-52.

<https://doi.org/10.1177/002224299205600404>

Kloas, W., Groß, R., Baganz, D., Graupner, J., Monsees, H., Schmidt, U., ... & Rennert, B. (2015). A new concept for aquaponic systems to improve sustainability, increase productivity, and reduce environmental impacts. *Aquaculture environment interactions*, 7(2), 179-192. DOI: 10.3354/aei00146

Kraugerud, R. L. (2022a). *Ulike typer oppdrettsanlegg*. Nofima. Hentet 25.03.22

<https://nofima.no/fakta/ulike-typer-oppdrettsanlegg/>

Kraugerud, R. L. (2022b). *Verdt å vite om slam fra fiskeoppdrett*. Nofima. Hentet 25.03.22

<https://nofima.no/fakta/verdt-a-vite-om-slam-fra-fiskeoppdrett/#:~:text=I%20dag%20er%20det%20vanlig,slam%20en%20like%20god%20n%C3%A6ringskilde.>

Kvale, S. & Brinkmann, S. (2017) *Det kvalitative forskningsintervju*. (3. utg.). Gyldendal Norsk Forlag.

König, B., Janker, J., Reinhardt, T., Villarroel, M., & Junge, R. (2018). Analysis of aquaponics as an emerging technological innovation system. *Journal of Cleaner Production*, 180, 232-243.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.037>

König, B., Junge, R., Bittsanszky, A., Villarroel, M., & Kómíves, T. (2016). On the sustainability of aquaponics. *Ecocycles*, 2(1), 26-32.

<https://doi.org/10.19040/ecocycles.v2i1.50>

Lieberman, M. B., & Montgomery, D. B. (1988). First-mover advantages. *Strategic management journal*, 9(S1), 41-58.

<https://doi.org/10.1002/smj.4250090706>

Love, DC, Fry, JP, Genello, L., Hill, ES, Frederick, JA, Li, X. & Semmens, K. (2014). An International Survey of Aquaponics Practitioners. *PLoS ONE*, vol. 9 (7)

Miljødirektoratet (2020). Tiltak innen havbruk.

<https://www.miljodirektoratet.no/tjenester/klimatiltak/klimatiltak-for-ikke-kvotepliktige-utslipp-mot-2030/sjofart-fiske-og-havbruk/tiltak-innen-havbruk/>

Mitchell, A., & Education, A. E. (2018). A review of mixed methods, pragmatism and abduction techniques. In *Proceedings of the European Conference on Research Methods for Business & Management Studies* (pp. 269-277).

Nærings- og fiskeridepartementet. (2021). *Havbruksstrategien - Et hav av muligheter*. Regjeringen.

<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/havbruksstrategien-et-hav-av-muligheter/id2864482/?ch=1>

Olesen, I., Myhr, A. I., & Rosendal, G. K. (2011). Sustainable aquaculture: are we getting there? Ethical perspectives on salmon farming. *Journal of agricultural and environmental ethics*, 24(4), 381-408.

Parker, C., Scott, S., & Geddes, A. (2019). Snowball sampling. *SAGE research methods foundations*.

<https://eprints.glos.ac.uk/6781/>

Pedersen, S., F., & Martinsen, S. (2013) *Aquaponics. Litteraturstudium med henblikk på plantematch ved oppdrett av laks og ørret*. Bioforsk Rapport 20225.

<https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2445625?show=full&locale-attribute=en>

Pisano, G. (1997). *The Development Factory: Unlocking the Potential and Process Innovation*. (1. utg). Harvard Business Press.

Silverman, D. 2014. *Interpreting qualitative data*. (5. edition). Sage.

SNL. (2021). *Konvensjonell*. Store norske leksikon. Hentet 14.1.22 fra

<https://snl.no/konvensjonell>

SNL. (2022). *Fiskeoppdrett*. Store norske leksikon. 14.1.22 fra <https://snl.no/fiskeoppdrett>

Sommerset, I., Walde, C. S., Jensen, B. B., Wiik-Nielsen, J., Bornø, G., Silva de Oliveira, V. H., Haukaas, A., Brun, E. et al. (2021). *Fiskehelse rapporten 2021*.

(Veterinærinstituttets rapportserie 2a). Veterinærinstituttet.

<https://www.vetinst.no/rapporter-og-publikasjoner/rapporter/2022/fiskehelse rapporten-2021>

Thórarinsdóttir, R. I., Kledal, P. R., Skar, S. L. G., Sustaeta, F., Ragnarsdóttir, K. V., Mankasingh, U., ... & Shultz, C. (2015). *Aquaponics guidelines*.

<http://hdl.handle.net/1946/23343>

Timmons, M. B., Ebeling, J. M., Wheaton, F. W., Summerfelt, S. & Vinci, B. J. (2002). *Recirculating aquaculture systems*. Northeastern Regional Aquaculture Center, Ithaca (New York)

Trott, Paul (2012) *Innovation Management and New Product Development* (5. edition).

Essex: Pearson Education ltd.

Tura., N., Hanski., J., Ahola., T., Ståhle., M., Piiparinen., S. & Valkokari., P. (2019). Unlocking circular business: a framework of barriers and drivers. *Journal of Cleaner Production*, 212, 90-98.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.202>

Tyson, RV (2007). *Avstemming pH for ammoniakk biofiltrering i agurk/ tilapia aquaponics system som bruker et perlittmedium*. Doktor i filosofi. Florida, University of Florida.

Tørud, B., Gismervik, S. & Mejdell, C. (2021). Hvordan kan fisker oppleve omgivelsene sine? *Norsk Veterinærtidsskrift*, 8. <https://nvt.vetnett.no/news/2021/11/03-Hvordan-kan-fisker-oppleve-omgivelsene-sine%E2%98%85->

Van der Goot, A. J., Pelgrom, P. J., Berghout, J. A., Geerts, M. E., Jankowiak, L., Hardt, N. A., ... & Boom, R. M. (2016). Concepts for further sustainable production of foods. *Journal of Food Engineering*, 168, 42-51.

<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.07.010>

Van Woensel, L., Archer, G., Panades-Estruch, L., & Vrscaj, D. (2015). Ten technologies which could change our lives: Potential impacts and policy implications. *European Parliament*.

DOI: 10.2861/610145

Vergne., J., P. & Durand., R. (2010). The missing link between the theory and empirics of path dependence: conceptual clarification, testability issue, and methodological implications. *Journal of Management Studies*, 47, 736–759.

<https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2009.00913.x>

Villarroel, M., Junge, R., Komives, T., König, B., Plaza, I., Bittsánszky, A., & Joly, A. (2016). Survey of aquaponics in Europe. *Water*, 8(10), 468.

<https://doi.org/10.3390/w8100468>

## Vedlegg

### Vedlegg 1 - Samtykkeerklæring

**Takk som vil delta i forskningsprosjektet**  
*Fra hav til land –*  
***muligheter og begrensninger for akvaponi i Norge***  
**Våren 2022**

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt, hvor formålet er å undersøke muligheter og begrensninger innenfor akvaponi i Norge. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

#### **Formål**

Som en del av masterprogrammet Entreprenørskap og Innovasjon ved Handelshøyskolen på NMBU - Norges miljø- og biovitenskapelige universitet på ÅS, skriver vi våren 2022 masteroppgave om akvaponi. Forskningsspørsmålene våre er:

*Hva er akvaponi i norsk kontekst – med sine muligheter og utfordringer?*

*Hvordan kan akvaponi bidra til å løse de største utfordringene den konvensjonelle oppdrettsnæring fremdeles står ovenfor?*

*Dersom fremtidig kommersiell posisjonering - hva anslår empirien suksessfull drift av akvaponi vil innebære?*

#### **Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?**

NMBU - Norges miljø- og biovitenskapelige universitet er ansvarlig for prosjektet, som er drevet frem av masterstudentene Frøydis K. Johansen og Elisabeth C. Finstad.

### **Hvorfor får du spørsmål om å delta?**

Vi har kontaktet aktuelle aktører som driver med akvaponi i Norge i større eller mindre produksjonsskala -fra de som driver privat med anlegg på hobbybasis til forskningsbaserte anlegg, eller som har planlagt kommersiell drift i tiden som kommer.

### **Hva innebærer det for deg å delta?**

Du som deltager i denne studien vil bli intervjuet av oss, samt at vi vil ta opp samtalen på lydopptak for transkribering til selve analysearbeidet. Lydopptak vil skje via to uavhengige enheter for å sikre kvaliteten og for å kunne ha tilgang til intervjuet dersom den ene enheten skulle svikte. Transkriberingen vil vanligvis skje enten samme dag eller dagen etter opptaket, og slettes helt fra enhetene. Du og din bedrift anonymiseres både i transkripsjonen og i masteroppgaven.

Ved tilfelle om et akvaponianlegg vil vi ønske å kunne observere dette, og ta bilder kun til bruk i vår masteroppgave. Bildene vil være av det slaget at det ikke skal fremkomme bedriftens navn eller kunne spores tilbake til dere.

### **Det er frivillig å delta**

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke ditt samtykke tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

### **Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger**

Vi vil kun bruke opplysningene om deg og det du representerer til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

Studentene Frøydis K. Johansen og Elisabeth C. Finstad er de eneste som kommer til å ha tilgang på lydopptakene og det er også de som transkriberer intervjuet med anonymisering. Transkripsjonene -som er gjort anonymiserte, kan kun ved spesielle formål veilederne få innsyn i.

### **Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?**

Opplysningene anonymiseres fra første dag, og forblir slik til prosjektet avsluttes og er blitt godkjent ved utgangen av august 2022. Lydopptak slettes samme dag som transkriberingen er utført. Når prosjektet er helt ferdig, slettes transkripsjonene også, dersom ikke annet er ønskelig.

### **Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?**

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Handelshøyskolen ved NMBU - Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, har Personverntjenester vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

### **Hvor kan du finne ut mer?**

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å vite mer om eller benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Frøydis K. Johansen  
Masterstudent – Handelshøyskolen NMBU  
E-post: [froydis.kuhne.johansen@nmbu.no](mailto:froydis.kuhne.johansen@nmbu.no)  
Mobil: 95901262
- Elisabeth C. Finstad  
Masterstudent – Handelshøyskolen NMBU  
E-post: [elisabeth.christiansen.finstad@nmbu.no](mailto:elisabeth.christiansen.finstad@nmbu.no)  
Mobil: 94117636
- Bernt Aarset  
Studieveileder Entreprenørskap og Innovasjon  
E-post: [bernt.aarset@nmbu.no](mailto:bernt.aarset@nmbu.no)  
Mobil: 67231153



- Olga Mikhailova  
Studieveileder Entreprenørskap og Innovasjon  
E-post: [olga.mikhailova@nmbu.no](mailto:olga.mikhailova@nmbu.no)  
Mobil: 67231160
  
- Hanne Pernille Guldbransen  
Personvernombud NMBU  
E-post: [personvernombud@nmbu.no](mailto:personvernombud@nmbu.no)  
Mobil: 40281558

Hvis du har spørsmål knyttet til personverntjenester sin vurdering av prosjektet, ta gjerne kontakt med oss studentene, eventuelt en av de andre nevnt i listen over.

Med vennlig hilsen

Frøydis K. Johansen

Elisabeth C. Finstad

## Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om masteroppgave-prosjektet *Akvaponi – en fremvoksende innovasjon? Muligheter og utfordringer*.

Jeg har fått anledning til å stille spørsmål og få svar på det jeg måtte lure på.

Jeg samtykker til:

- å delta i intervju
- å veilede/delta for observasjon
- at det blir gjort lydopptak av intervjuet
- at lydopptaket transkriberes og anonymiseres

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

---

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

## **Vedlegg 2 - Intervjuguide med samtlige spørsmål fra prosessen**

Intervjuguide ble individuelt tilpasset informantene, dette er en utgave med samtlige spørsmål samlet. Dette for transparens (reliabilitet).

### **Semistrukturert intervjuguide – Akvaponi Samlede spørsmål fra hele prosessen**

#### **Introduksjon**

*Først en presentasjon av oss*

Vi takker for at du vil la deg intervjues av oss. Dette er et dyrebart bidrag for masteroppgaven våres, der vi studerer akvaponi i Norge. Vi setter derfor svært stor pris på at du tar deg både tid og energi til å bidra med din kunnskap. Masteroppgaven tar for seg akvaponi i lys av mastergradsretningen vår, som er entreprenørskap og innovasjon.

Forskningsspørsmålene våre er:

*Hva er akvaponi i norsk kontekst – med sine muligheter og utfordringer?*

*Hvordan kan akvaponi bidra til å løse de største utfordringene den konvensjonelle oppdrettsnæring fremdeles står ovenfor?*

*Dersom fremtidig kommersiell posisjonering - hva anslår empirien suksessfull drift av akvaponi vil innebære?*

Til informasjon benytter vi taleopptak, der taleopptaket oppbevares på en kryptert disk, og blir slettet så fort transkriberingen er utført. Transkriberingen oppbevares like forsvarlig

som selve intervjuet. Du kan når som helst trekke deg, eller velge å ikke svare på spørsmål. Dine svar blir behandlet anonymt, dersom noe annet ikke er ønskelig. Når masteroppgaven er ferdig vil du få tilsendt oppgaven dersom du ønsker det.

### **Oppvarmingsspørsmål**

(En eller to av disse)

- Hva brenner du for i jobben din?
- Hva var det ved denne produksjonsformen som motiverte deg, og ga deg en drivere til å forske/prøve på dette?
- Kan du starte med å si litt om hvordan din reise startet med akvaponi?
- Hvordan startet interessen din for akvaponi?
- Gitt din bakgrunn, hvordan gikk du fra din bakgrunn til akvaponi?
- Hva er driveren og motivasjonen din?
- Hva var motivasjonsfaktoren og driverne bak oppstarten med akvaponi-anlegget deres?
- Har motivasjonsfaktoren og driverne endret seg over tid?
- Hvordan gikk du frem for å finne informasjon om akvaponi?
- Har du kommet over noen overraskende funn i arbeidet ditt? Eventuelt hvilke?

### **Akvaponi generelt og i Norge**

- Hva slags type anlegg har dere? (Koblingsystem og hvilken grad utprøvende)
- Hvor lenge har du jobbet med akvaponi?
- Hvorvidt kan akvaponi løse problemene som den konvensjonelle fiskeoppdretten fremdeles strever med?
  - o Rømning
  - o Lus og sykdommer
  - o Fiskeslam
- Hva er de største utfordringene til akvaponi i dag generelt og i Norge?
- Hvordan vil du beskrive utviklingen av akvaponi i Norge fra det startet (eventuelt fra 2012) og frem til i dag?

- Hva var de utløsende faktorene som gjorde at akvaponi er noe å satse på her i Norge?
- Hvordan ser den nåværende situasjonen ut for akvaponi i Norge? Hvorfor? Hva er bakgrunnen for det?
- Hvilke tanker gjør du deg om *hvem* som ønsker å drive frem akvaponi i Norge? (Private aktører, investorer, det offentlige, insentiver, andre?)
- Hvorvidt er Norge moden for denne type løsning med akvaponi? Vi tenker særlig innenfor disse fire aspektene:
  1. Teknologiske (Er teknologien god nok?)
  2. Kompetente (Fagfolk og kompetansetilgang)
  3. Økonomiske (Lønnsomt, noe å satse på?)
  4. Juridiske (Sted, utbygging, søknadsdokumenter, etc?)
- Hvilke indikatorer skal til for at akvaponi kan lykkes i Norge?
- Hvilke utfordringer er det akvaponi kan løse som den konvensjonelle næringen hittil ikke har klart å løse?
- Hvilke suksessfaktorer tenker du skal til for at Norge skal kunne få lønnsom drift av akvaponi?
- I hvilken grad tenker du at akvaponi vil løse næringens miljøutfordringer som den konvensjonelle næringen hittil ikke har klart å løse? (Slik som rømming, lus, fiskeslam)
- Hvorvidt samarbeider dere internasjonalt?
- Hvorvidt kan kunnskap fra utenlandske aktører overføres til Norge?
- Hva tenker du rundt de utløsende faktorene som gjorde at akvaponi er noe å satse på her i Norge?
- Kommersialisering av akvaponiske anlegg i Norge -hva er det som gjør at næringslivet henger etter her?
- I hvilken grad gjøres det undervisning i akvaponi?
- Ønsker dere å øke interessen til ungdommene?
- Har du noen tanker rundt hvem det er som ønsker å drive frem akvaponi i Norge? (Private aktører, investorer, det offentlige, andre)
- Hva er dine tanker hva gjelder akvaponi som satsningsområde her i Norge? Hvorfor/hvorfor ikke?
- Hva skal til for at akvaponi skal bli et satsningsområde i Norge?

- Hva er driveren?
  - o Bli mer selvforsynt?
  - o Økonomiske gevinster?
  - o Bærekraftig retning?
- Er du medlem av eller finnes det en felles plattform/forum/arena der akvaponi interesserte kan møtes for å dele erfaringer?
- Hvordan håndterer dere balanseringen mellom vannets pH-verdi og bakterier i oppdettsvannet og vannet som går til plantene og eventuelt tilbake igjen?
- Hva er de største utfordringene du ser for at akvaponi kan slå sterke røtter her i landet for kommersiell vekst og posisjonering i markedet?

### **Bærekraft og fiskevelferd/fiskehelse**

- Hva er dine tanker om fiskehelsen og fiskevelferden for fisken i akvaponianlegget?
  - o Eventuelt – hvordan kan dette bedres?
- Hva vet vi om fiskens mentale helse der de svømmer rundt i kar med lite stimuli i forhold til det naturlige miljøet
- Hva er dine tanker for akvaponi som en bærekraftig løsning?
- I hvilken grad er akvaponi en bærekraftig løsning i dag?
- Hva legger du i akvaponi som bærekraftig matproduksjon når det kommer til disse fire områdene?
  - o Fiskeoppdretten
  - o Fiskefôret
  - o Fiskevannet med fiskeslammet (pH-verdi, mineraler etc?)
  - o De grønne vekstene (noe som kan påvirke plantene negativt fra fisken?)
- I hvilken grad er akvaponi her i landet klar til å bidra som et bærekraftig bidrag til norsk matproduksjon?
- Kan du si litt om hvilke mål og ambisjoner du har for akvaponi i lys av bærekraft?
- Hvilke forutsetninger ligger i bunn og hvilke barrierer ser du her i Norge når det kommer til posisjonering i markedet?

- Sluttbrukere - hvem er kjøperne?

### **Innovasjonsperspektivet**

- Vil du kalle akvaponi eller prosessen rundt akvaponi som en innovasjon?
- Hvilke tanker har du rundt akvaponi og/eller prosessen rundt akvaponi som en innovasjon?
  - o Blitt brukt noen modeller eller strategier for innovasjon-om ikke navn, så beskrivende
  - o Hvordan gjøres dette i praksis?
- Hva slags modell og strategi har dere benyttet for innovasjon?
- Hva betyr suksessfull drift for akvaponi for deg eller dere?
- Hvilke mål og ambisjoner har du/dere for akvaponi?
- Finnes det annen type teknologi som kan være til nytte for akvaponi i Norge? Og hvorfor?
- Er det en annen teknologi som kan utkonkurrere akvaponi overgangen til bærekraftig landbruk? Isåfall, kan du fortelle om det/disse?
- Hvordan har dere koblet de ulike fagkompetansene sammen, i lys av de forskjellige aspektene (teknologi, akvakultur og plantebiologi)

### **Drift og produksjon**

- Hva må man ta hensyn til når det kommer til fiskevannet og hva må tas hensyn til når det kommer til vannet som plantene skal vokse fra?
- Hvordan foregår kretsløpet mellom fiskebankene plantevekstene?
- Hvor på skalaen befinner dere seg størrelsesmessig når det kommer til akvaponi?
- Hvorvidt kan akvaponi drives som noe større enn i småskalaproduksjon?
- Hva vil være den fremtidige utviklingsreisen for akvaponi i Norge? Vi tenker på privat og/eller offentlig drift, lokal drift, små- eller storskaladrift, undervisning og opplæring innenfor akvaponi. Og hvorfor?

- H<sub>2</sub>S (hydrogensulfid som kan føre til massedød på fisk)

## **Det juridiske**

- Er det lover og regler som hindrer akvaponi for kommersiell produksjon i Norge? I såfall, kan du si noe om dette/disse hindringene?
- På hvilke måter legger myndighetene til rette for utviklingen av akvaponi her i Norge?
- Har myndighetene satt noen konkrete mål for norsk akvaponi?
- Hvorvidt er akvaponi forenlig med norsk kultur og forbrukeratferd? Og hvorfor?
- Det er rent teknologisk fullt mulig å benytte fiskeslam som et restråstoff til å dyrke frem planter, grønnsaker og urter. Men hvordan er det med de rettslige kravene til næringsmiddelsikkerhet og matsikkerhet innenfor akvaponi?
- Hvilke krav stilles i dag med hensyn til fisken, volum og fiskekarene?
- Hva slags type legemidler benyttes eller bør benyttes til fisk i akvaponiske anlegg?
- Hvis fisken får legemidler, hvordan blir dette i forhold til grønnsakene som dyrkes?

## **Avslutning**

- Hva ser dere på som de største mulighetene for akvaponi i Norge?
- Hva ser dere som de største utfordringene for akvaponi i Norge?
- Vet du om andre vi burde snakke med og intervju?
- Er det noe du vil tilføye som du tenker er verdifullt for oss å vite, men som vi ikke har spurt om?

Takk for at du stilte opp til intervjuet, det er dyrebart for arbeidet vår!







**Norges miljø- og biovitenskapelige universitet**  
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet  
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
Norway