



Bacheloroppgave

MAR600 Marin logistikk og økonomi

**Sirkulær økonomi og bærekraftig utvikling i
settefiskproduksjon i Norge – samsvarer disse?**

*Komparativ analyse av to landbaserte oppdrettsanlegg – RAS-
anlegg vs Gjennomstrømningsanlegg*

Emilie Nyborg 190855

Eivind Arntsen Sørgaard 190430

Malin Leirnes 190850

Totalt antall sider inkludert forsiden: 78

Molde, 19.05.2022



Høgskolen i Molde
Vitenskapelig høgskole i logistikk

Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

Den enkelte student er selv ansvarlig for å sette seg inn i hva som er lovlige hjelpemidler, retningslinjer for bruk av disse og regler om kildebruk. Erklæringen skal bevisstgjøre studentene på deres ansvar og hvilke konsekvenser fusk kan medføre. Manglende erklæring fritar ikke studentene fra sitt ansvar.

Du/dere fyller ut erklæringen ved å klikke i ruten til høyre for den enkelte del 1-6:		
1.	Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelse er mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen.	<input checked="" type="checkbox"/>
2.	Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen: <ul style="list-style-type: none">• ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands.• ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt.• ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt.• har alle referansene oppgitt i litteraturlisten.• ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse.	<input checked="" type="checkbox"/>
3.	Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å betrakte som fusk og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høgskoler i Norge, jf. Universitets- og høgskoleloven §§4-7 og 4-8 og Forskrift om eksamen §§16 og 36.	<input checked="" type="checkbox"/>
4.	Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiatkontrollert, jf. høgskolens regler og konsekvenser for fusk og plagiat	<input checked="" type="checkbox"/>
5.	Jeg/vi er kjent med at høgskolen vil behandle alle saker hvor det forligger mistanke om fusk etter høgskolens retningslinjer for behandling av saker om fusk	<input checked="" type="checkbox"/>
6.	Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av kilder og referanser på biblioteket sine nettsider	<input checked="" type="checkbox"/>

Personvern

Personopplysningsloven

Forskningsprosjekt som innebærer behandling av personopplysninger iht. Personopplysningsloven skal meldes til Norsk senter for forskningsdata, NSD, for vurdering.

Har oppgaven vært vurdert av NSD?

ja nei

- Hvis ja:

Referansenummer:

- Hvis nei:

Jeg/vi erklærer at oppgaven ikke omfattes av Personopplysningsloven:

Helseforskningsloven

Dersom prosjektet faller inn under Helseforskningsloven, skal det også søkes om forhåndsgodkjenning fra Regionale komiteer for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk, REK, i din region.

Har oppgaven vært til behandling hos REK?

ja nei

- Hvis ja:

Referansenummer:

Publiseringsavtale

Studiepoeng: 15

Veileder: Øystein Klakegg og Antonina Tsvetkova

Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten (Åndsverkloven. §2).

Alle oppgaver som fyller kriteriene vil bli registrert og publisert i Brage HiM med forfatter(ne)s godkjenning.

Oppgaver som er unntatt offentlighet eller båndlagt vil ikke bli publisert.

Jeg/vi gir herved Høgskolen i Molde en vederlagsfri rett til å gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering:

ja nei

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)?

ja nei

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over?

ja nei

Dato: 19.05.2022

Antall ord: 19 129

Forord

Denne bacheloroppgaven ble skrevet våren 2022 ved Høgskolen i Molde avd Kristiansund av Emilie Nyborg, Malin Leirnes og Eivind Sørgård. Oppgaven tilsvarer 15 studiepoeng og er en avsluttende del av vårt treårige studium i Marin logistikk og Økonomi.

Denne bacheloroppgaven sammenligner to ulike driftsformer for landbasert settefiskanlegg, gjennomstrømningsanlegg og resirkulerende akvakultursystem (RAS-anlegg). Oppdrettslaksen starter livet sitt i et landbasert settefiskanlegg og her legges mye av grunnlaget for overlevelse i sjø. Vi ønsker i denne oppgaven å forske på hvilken av de to driftsformene som er mest bærekraftig.

Vi er tre studenter som valgte å skrive sammen da vi mellom oss, deler en stor interesse ovenfor oppdrettsnæringen og er nysgjerrige på den fremtidige utviklingen som pågår. Vi har alle ulik erfaring innenfor dette emnet som vi nå har hatt mulighet til å dele med hverandre. På denne måten har vi gjennom mange diskusjoner og mye lesing hatt mulighet til å lære utrolig mye nytt og dermed styrket kunnskapen vår.

Eivind Arntsen Sørgaard har erfaring med sjøbaserte oppdrettsanlegg fra øykommunen Vega langs Helgelandskysten. «Overgangen til landbaserte anlegg er noe som er nytt for meg og virker veldig spennende og annerledes siden jeg bare har vært borti sjøbaserte oppdrettsanlegg. Det er også derfor veldig spennende å studere bærekrafts egenskapene til de to vanligste landbaserte anleggene».

Emilie Nyborg har erfaring fra havbruksnæringen der hun har jobbet som BackOffice i Pure Norwegian og røkter hos Mowi. Der ble hun introdusert til ulike ledd i havbruksnæringen, og fikk mulighet til å få erfaringer under studieløpet. «Havet og dens næringer har alltid fascinert meg. Vi står i dag over en bærekraftig utvikling og det jeg syntes blir spennende fremover, er å se hvordan bedrifter vil omstille seg for å gå mot en sirkulær økonomi»

Malin Leirnes har erfaring fra samarbeidsbedriften vår da hun har jobbet der i flere år som ferievikar. Hun har fått prøvd seg som røkter på både RAS-anlegg og gjennomstrømningsanlegg. De siste årene har hun også jobbet som tilvekstoperatør på fôringskontoret. «Jeg har alltid hatt en interesse for oppdrettsnæringen og synets det er utrolig spennende å følge med på den teknologiske utviklingen innenfor RAS»

Vi vil gjerne takke Øystein Klakegg og Antonina Tsvetkova for god veiledning og råd i forbindelse med bacheloroppgaven. Vi ønsker også å gi en stor takk til oppdrettsselskapet som ga oss muligheten til å skrive om bedriften deres, bidro med data, samtaler og omvisning på settefiskanleggene deres.

Tusen takk!

Sammendrag

Med problemstillingen: *«hvordan landbaserte oppdrett: RAS- og gjennomstrømningsanlegg bidrar til en bærekraftig produksjon av settefisk»*, ønsker vi med denne bacheloroppgaven å undersøke hvilken driftsform for landbasert oppdrett som er mest bærekraftig. For at bedrifter i Norge skal være konkurransedyktige i de kommende årene, må vi finne bærekraftig løsninger i oppdrettsnæringen. Det innebærer å utnytte ressursene fullt, der vi sitter igjen med minst mulig avfall.

Litteraturen i oppgaven forklarer bærekraft og de tre dimensjoner som bør være i balanse; miljø, sosiale forhold og økonomi. Vi går også inn på sirkulær og- lineær økonomi, og tar for oss ulike delmål fra FNs bærekraftsmål som er relevant for settefiskproduksjon.

For å besvare denne problemstillingen har vi anvendt en metodetriangulering med en kvalitativ og kvantitativ tilnærming. Vi har utarbeidet fire forskningsspørsmål vi ønsker å forske på i denne bacheloroppgaven. For å svare på disse, har vi samlet inn empiri gjennom semistrukturert intervjuer av personer som har tilknytning til oppdrettsselskapet vi samarbeider med. Gjennom bedriftsbesøk, intervju, og samtaler via epost har bedriften bidratt med kunnskapsrik informasjon og data til vår forskning.

For å få en forståelse for hvorfor vi skriver om akkurat dette temaet, presenterer vi grunnleggende informasjon om settefiskproduksjonen i Norge. Vi tar for oss hvordan de ulike anleggstypene fungerer, hva som er forskjellen på dem og hvilke likheter som finnes.

Våre funn viser at bedrifter må gjøre en vurdering når de skal se på hvilken driftsform de ønsker å ta i bruk ved settefiskproduksjon. Bærekraftige løsninger vil føre til økt konkurransefortrinn og påvirke omdømmet, samtidig som det er en investering for fremtiden. I oppgaven har vi studert hvordan de ulike driftsanleggene til oppdrettsselskapet fungerer, og hvor de vanligste feilene oppstår. Gjennom analyse og diskusjon av datamaterialet har vi kommet frem til en konklusjon.

Vi konkluderer med at RAS-anlegget er mer bærekraftig enn gjennomstrømningsanlegget. Etter analysering og diskusjon av data fra samarbeidsbedriften vår, kommer vi frem til at RAS-anlegget tilfredsstillende FNs bærekraftsmål bedre enn gjennomstrømningsanlegget. RAS-anlegget har også kommt lengst i prinsippet om sirkulær økonomi.

Abstract

With the problem: «how land-based farming: RAS and flow-through facilities contribute to a sustainable production of juvenile fish»

With this bachelor thesis, we want to investigate which form of operation for land-based farming is the most sustainable. For companies in Norway to be competitive in the coming years, we must find sustainable solutions in the aquaculture industry. This means utilizing the resources fully, where we are left with the least possible waste.

The literature in the thesis explains about sustainability and the three dimensions that should be in balance; environment, social conditions, and economy. Relevant for the bachelor thesis, we also mention circular and linear economics, and consider some sub-goals from the UN's sustainability goals relevant to juvenile fish production.

To answer this problem, we used some research questions and we conducted (mix methodes) semi-structured interviews with people associated with the fish farming company we are working with. Through company visits, interviews and conversations via email, the company has contributed with knowledgeable information. The data collection was carried out using a qualitative method. The methods we have used are document analysis and in-depth interviews.

To gain an understanding of why we write about this topic, we have general information about hatchery production in Norway and how the different types of facilities work, what is the difference between them and what similarities there are.

Our findings show that companies must make an assessment when they choose which form of fish-farming facility they want to use in fish production. Sustainable solutions will lead to increased competitive advantage and influence the reputation, at the same time as it is an investment for the future.

In the thesis, we have studied how the various operating facilities of the fish farming company work, and where the most common errors occur. Through analysis and discussion of the data material, we have landed on a conclusion.

We conclude that the RAS system is more sustainable than the flow-through system. There are several reasons for this, after analysis and discussion of data from our partner company and previous research, it was possible to find out which facility who scored the highest. The RAS facility satisfies the UN's sustainability goals much better than the flow-through facility, the RAS facility is also more circular economically in several respects.

Innhold

1.0	Introduksjon	1
1.1	Bakgrunn for forskning	1
1.2	Problemstilling og forskningsspørsmål	3
1.3	Oppgavens struktur	4
2.0	Litteraturgjennomgang	4
2.1	Bærekraft	4
2.2	FNs Bærekraftsmål	8
2.2.1	FNs Bærekraftsmål - 2, 9, 12, 13 og 14	9
2.3	Sirkulær økonomi og lineær økonomi	11
2.3.1	Forskjeller og likheter i sirkulær økonomi og lineær økonomi	13
3.0	Metode	14
3.1	Valg av forskningsdesign og metode	15
3.2	Case-studietilnærming	15
3.3	Datainnsamling	16
3.3.1	Semistrukturert dybdeintervju	16
3.3.2	Intervjuguide	17
3.3.3	Dokumentanalyse	17
3.3.4	Utvalg av respondenter	18
3.4	Reliabilitet og validitet	18
3.4.1	Reliabilitet	19
3.4.2	Validitet	20
3.5	Etiske utfordringer	21
4.0	Case presentasjon	22
4.1	Landbaserte oppdrettsanlegg i Norge	23
4.1.1	Settefiskproduksjon	24
4.2	Driftsformer for landbasert oppdrett	25
4.2.1	Gjennomstrømningsanlegg	26
4.2.2	Løsninger og utfordringer med gjennomstrømningsanlegg	28
4.2.3	RAS (Recirculating aquaculture systems)	28
5.0	Analyse av empiriske funn	33
5.1	Energiforbruk	33

5.2	Produksjonstall.....	36
5.3	Dødelighet og destruering.....	41
6.0	Diskusjon.....	42
6.1	Energiforbruk.....	42
6.1.1	Energi forbruk RAS-anlegg.....	42
6.1.2	Energiforbruk gjennomstrømningsanlegg.....	44
6.1.3	Forskjeller og likheter strømforbruk.....	44
6.1.4	FNs Bærekraftsmål – inn mot bedriften.....	45
6.1.5	Tiltak for å forbedre strømbroken til anleggene.....	46
6.2	Produksjonstall.....	47
6.2.1	RAS.....	47
6.2.2	Gjennomstrømming.....	48
6.2.3	Forskjeller og likheter produksjonstall.....	48
6.2.4	FNs Bærekraftsmål – inn mot bedriften.....	49
6.3	Dødelighet og destruering.....	50
6.3.1	RAS.....	50
6.3.2	Gjennomstrømming.....	51
6.3.3	Forskjeller og likheter.....	51
6.4	Avfall fra anleggene.....	51
6.4.1	FNs Bærekraftsmål – inn mot bedriften.....	52
6.5	Bidrag fra RAS-anlegg og gjennomstrømningsanlegget til bærekraft.....	54
7.0	Avslutning.....	55
7.1	Konklusjon.....	55
7.2	Implikasjoner.....	56
7.3	Begrensninger og forslag til fremtidige studier.....	57
	Figurligste.....	58
	Bibliografi.....	59
	Vedlegg 1.....	65
	Intervjuguide.....	65

1.0 Introduksjon

I introduksjonen blir bakgrunnen for forskningen presenter og begrunnet. Videre presenteres problemstillingen med forskningsspørsmål, samt en framlagt måte om hvordan vi skal løse problemstillingen. Til slutt i kapitlet er det en gjennomgang av strukturen til oppgaven, hvor vi tar for oss de resterende kapitlene i bacheloroppgaven.

1.1 Bakgrunn for forskning

I 2021 eksporterte Norge 3,1 millioner tonn sjømat til en verdi av 120,8 milliarder kroner (Norges Fiskarlag 2022). For at Norge skal kunne lykkes som sjømatnasjon fremover, trenger vi en lønnsom næring som er konkurransedyktig. Dette innebærer å finne løsninger på de utfordringene vi har innen bærekraft, og videre utvikling av teknologi som gir opphav til nye produksjonsformer.

Bakgrunnen for denne bacheloroppgaven ligger i økt fokus på bærekraft i oppdrettsnæringen. Oppdrettsnæringen er i dag Norges nest største eksportnæring, og etterspørselen etter norsk sjømat øker stadig. Norge er i dag verdens største oppdrettsprodusent og eksportør av atlantisk laks og regnbueørret. Det medfører at Norge og norske virksomheter får et viktig ansvar i fremtiden å gå frem som rollemodeller som produsent av bærekraftig mat (Regjeringen 2021).

Bedrifter har et ønske å produsere på en mer bærekraftig måte, der FNs bærekraftsmål står i front. FNs bærekraftsmål består av 17 mål og 169 delmål som sammen er en felles global retning for land, næringsliv og sivilsamfunn. Dette er mål som gjelder for alle land i hele verden, og ble vedtatt på generalforsamlingen i 2015. Norge er et land som var pådriver for at disse målene ble vedtatt og har forpliktet seg til å jobbe for at verden skal nå disse målene innen 2030. Selv om Norge er et land som har nådd mange av målene nasjonalt, har vi likevel en lang vei å gå. Det ble derfor lagt frem en oppdatert handlingsplan i 2021 om hvordan Norge skal klare å nå bærekraftsmålene innen 2030. Denne handlingsplanen ble lagt frem i stortingsmelding 40 2020/2021, og går ut på hvordan vi kan oppnå målene på tvers av organisasjoner (FN-sambandet 2022).

«Målet med stortingsmeldingen er å sette de globale målene inn i en norsk kontekst slik at norske virksomheter, organisasjoner og offentlige myndigheter kan bruke dem som nasjonale målepunkter i arbeidet mot å nå bærekraftsmålene.»

Regjeringen har som ambisjon at norske virksomheter skal ta sin del av det markedet som bærekraftsmålene utløser, og har gjennom reguleringer lagt til rette for et marked der det lønner seg å tenke mer bærekraftig. Dette har bidratt til at flere bedrifter legger bærekraftsmålene til grunn for sitt arbeid og forsøker å tenke mer bærekraftig for å oppnå grønnere, mer innovative og bærekraftige løsninger (Regjeringen 2021).

Samtidig omfatter bærekraftig utvikling de tre dimensjonene: klima og miljø, økonomi og sosiale forhold. Verdens naturressurser er under økt press. Det blir derfor stadig viktigere at vi utnytter ressursene vi allerede har mer effektivt, for å hindre uttak av nye ressurser.

For å drive en bærekraftig produksjon av fisk, må bedriftene ta større hensyn til avfall og svinn. Det er en økende produksjon og eksport av norsk sjømat, noe som gir mulighet for verdiskapning, arbeidsplasser og økte inntekter. Studien vår ønsker å belyse hvilke anleggstyper som er mest bærekraftig i et settefiskanlegg. De to hovedtypene som finnes i dag, er gjennomstrømming og resirkulerende akvasystems (RAS-anlegg).

Utfordringene er flere. Fremtiden er rettet mot en sirkulær økonomi, noe som innebærer å unngå svinn, redusere avfall og håndtere hele produksjonen på en mer bærekraftig måte, samt sørge for å ha tilstrekkelig med resurser der det trengs.

Det er nylig forståelse i samfunnet at det er nødvendig å omstille den tradisjonelle lineære økonomien over til sirkulær økonomi for å klare å nå FNs bærekraftsmål. (Miljødirektoratet 2020) Det er manglene forskning på hvilke landbasert oppdrettsanlegg i en settefisk produksjon som er mest bærekraftig. Vi ønsker derfor å forske på dette da vi mener det er for lite belyst i næringen.

Med utgangspunktet i FNs bærekraftsmål tar oppgaven for seg hvilke driftsanlegg som er mest bærekraftig og dermed legger fra seg lavest fotavtrykk. Ved å produsere på en mer bærekraftig måte, kan en klare å øke kapasiteten ved å utnytte flere ressurser.

Bærekraftsmålene er verdens største forretningsmulighet, der en bedrift kan tjene mye på å klare å omstille seg til å bli mer bærekraftig. Disse er presentert i litteraturgjennomgangen i neste kapittel, men først presenterer vi problemstillingen vår.

1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål

Hensikten med oppgaven er å utforske: *«hvordan landbaserte oppdrett: RAS- og gjennomstrømningsanlegg bidrar til en bærekraftig produksjon av settefisk»*

For å oppnå bærekraftig produksjon av oppdrettsfisk, ønsker bedrifter å effektivisere levetiden til fisken i sjø, ved å vokse smolten størst mulig på minst mulig tid. For å klare dette er det avgjørende faktorer som vannkvalitet, fôr, avfall som er med på å avgjøre hvor stor fisken blir og når den er klar for å settes ut i sjø. Vi ønsker å legge fra oss minst mulig avtrykk på jorden slik at de som kommer etter oss skal få de samme godene som vi har den dag i dag. For å klare å oppnå dette, har bedrifter måtte omstille seg for å finne mer bærekraftige løsninger for å nå tusenårsmålene innen 2030.

I vår forskning har vi anvendt en metodetriangulering av kvalitativ og kvantitativ metode. Vi har anvendt flere kilder for datainnsamling: to semistrukturerte dybdeintervju med ansatte fra oppdrettsselskapet, personlige observasjoner, forskningsartikler og litteraturgjennomgang. Casen vår presenterer et oppdrettsselskap som operer med begge landbaserte variantene; Resirkulerende akvakultursystemer og gjennomstrømningsanlegg.

For å undersøke problemstillingen har vi formulert tre forskningsspørsmål (FS):

FS1: Hvilket anlegg implementerer sirkulærøkonomi på en best mulig måte?

FS2: Hvilket anlegg har størst energiforbruk i forhold til produksjonen?

FS3: Hvilket anlegg opplever høyest prosent dødelighet og destrusering?

Grunnen til at vi har valgt disse forskningsspørsmålene er fordi vi mener de er knyttet tett opp mot en eller flere av de tre bærekraftaspektene, miljø, sosiale forhold og økonomi.

1.3 Oppgavens struktur

Vi har valgt å bygge opp oppgaven systematisk og strukturert slik at det er en sammenheng gjennom hele teksten og er lett å lese. Vi har nå i kapittel 1 presentert bakgrunn for forskning, problemstilling og formål med vårt studium. For å gjøre bacheloroppgaven forståelig for deg som leser, vil vi videre i kapittel 2 presentere relevant litteratur som omhandler de temaene vi forsker på. I kapittel 3 gjøres det rede for valg av forskningsdesign, metode, datainnsamling, og undersøkelsens reliabilitet og validitet. I kapittel 4 presenterer vi casen, der vi gir en kort beskrivelse av bacheloroppgaven og den avgrensinger. Videre i kapittel 5 presenterer vi analysen av de empiriske funnene vi har gjort, før vi deretter i kapittel 6 diskuterer, argumenterer og drøfter hvor bærekraftig de to ulike anleggene er. Avslutningsvis vil vi i kapittel 7 forsøke å konkludere vår forskning, samt gå igjennom implikasjoner og forslag til videre forskning

2.0 Litteraturgjennomgang

I denne delen presenterer vi det teoretiske rammeverket og viser til det som belyser grunnlaget for vår problemstilling. Den teoretiske bakgrunnen vi fremstiller her er grunnlaget for kunnskapen vi anvender i vår forskning. Vi knytter relevant teori opp mot temaene som inngår i problemstillingen. Litteraturgjennomgangen består av teori fra fagbøker, forskningsartikler, informasjon fra samarbeidsbedriften vår og tilsvarende rapporter.

Formålet med dette kapittelet er å belyse teorien som vi anvender i denne bacheloroppgaven. Først presenterer vi bærekraft for å gi en forståelse for hva som ligger i begrepet, der vi går inn på de tre ulike dimensjonene og forklarer forskjellen mellom sirkulær og lineær økonomi.

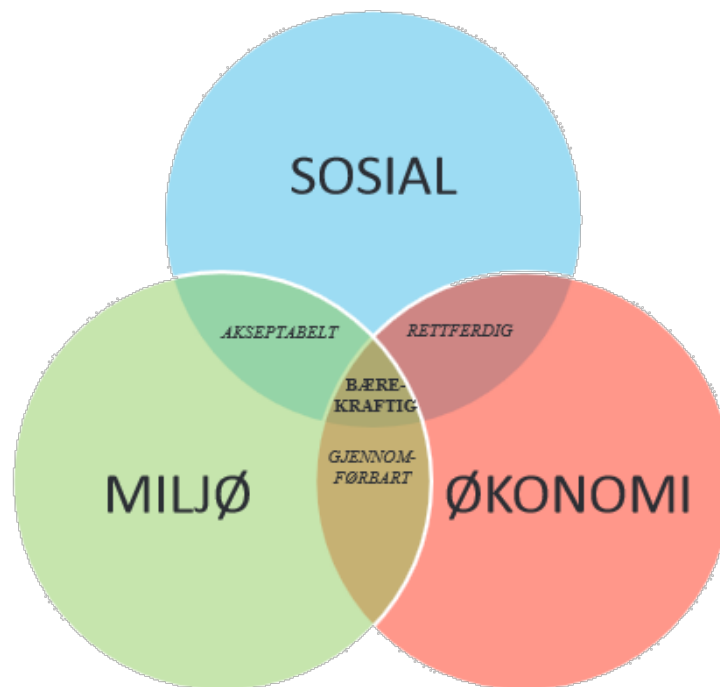
2.1 Bærekraft

Bærekraft, (Sustainability) defineres som «utvikling som møter dagens behov uten at det går på bekostning av fremtidige generasjoners evne til å møte sine egne behov» (Environmental Solutions 2005).

Bærekraftbegrepet handler om hvordan de tre dimensjonene, klima og miljø, økonomi og sosiale forhold, henger sammen for å oppnå en bærekraftig utvikling. For å ikke bruke opp alle ressursene på jorden, må vi finne en løsning som balanserer de tre dimensjonene sammen for å oppnå bærekraft. (Bærekraftig utvikling 2021)

De tre dimensjonene innen bærekraft:

1. Klima og miljø
2. Økonomi
3. Sosiale forhold



Figur 1: Bærekraftig utvikling består av tre dimensjoner: økonomi, miljø og sosiale forhold. (Bærekraftig utvikling 2021)

Klima og miljø

Vi står i dag ovenfor store klimaendringer på jorden. FN definerer disse endringene som en klimakrise som følge av menneskeligskapte klimagassutslipp (Bærekraftig utvikling 2021). Klimagassene forsterker drivhuseffekten, som igjen bidrar til global oppvarming og endringer i klimaet. Dette medfører at havet og luften blir varmere, økosystemer blir ødelagt, og mangel på naturressurser som vann og dyrkbar jord. Det er de fattige landene med dårlig

infrastruktur og manglete kapital, utviklingslandene, som rammes hardest av disse klimaendringene. De påstår at det er de vestlige landene står ansvarlig for klimakrisen, da dette er land som ikke er like avhengig av for eksempel sesongens avlinger for å kunne ha et levebrød. For å forhindre oppvarming må verden omstille seg, og vi må derfor endre måten vi lever på i samfunnet. (Bærekraftig utvikling 2021)

For å ta hensyn til miljø og klima, ønsker norske bedrifter å produsere bærekraftig mat. Vi må derfor omstille den norske fiskeproduksjonen. Havbruksstrategien er et tiltak for dette, og belyser økte krav til dokumentasjon på bærekraft og miljømessig fotavtrykk hos sjømatprodusentene. Overgangen til en mer sirkulær økonomi krever at ulike regelverk sees i sammenheng og at noen gjeldende regelverk vil måtte endres.

Klimakrisen innebærer tap av verdens naturmangfold. Dette skyldes belastningen fra menneskers landbruk, skogbruk og fiske. Samtidig har den raske utviklingen av akvakulturproduksjonssystemer økt bekymringene for ressursoverutnyttelse og tilhørende miljøpåvirkninger. Akvakultur er likevel hovedmålet for å skaffe mer mat fra våre vannmiljøer i fremtiden. Det er derfor viktig å sette søkelys på hvordan vi skal oppnå å produsere på en bærekraftig måte der vi klarer å utnytte ressursene og avfallet i størst mulig grad. (Bærekraftig utvikling 2021)



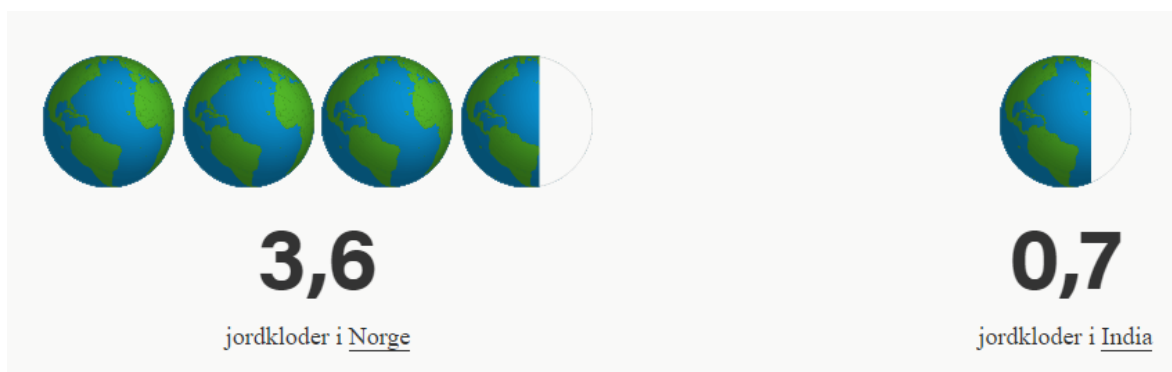
Figur 2 Klima og miljø (x-ide u.d)

Sosiale forhold

Den sosiale delen i bærekraft handler om å sikre at alle mennesker får tilrettelagt alle sine nødvendige behov slik at det er rettferdig for alle. Utgangspunktet for dette er menneskerettighetene. De sosiale forholdene forteller oss mye om hvordan mennesker har det. Dette vil si om det er likestilling, ytringsfrihet, tilgang til utdanning, stemmerett, gode helsetilbud og kulturelt mangfold i et samfunn (Bærekraftig utvikling 2021). Alle mennesker skal ha muligheten til å påvirke sitt eget liv med de samme rettighetene i et samfunn med tilfredsstillende levestandarder. De sammenhengene mellom disse tre dimensjonene som avgjør om noe kan bli omtalt som bærekraftig.

Økonomi

Den økonomiske dimensjonen handler om å kunne sikre en økonomisk trygghet for mennesket og samfunnet. På grunn av stor splittelse mellom rike og fattige land kan konflikter oppstå og føre til politisk opprør. Det blir derfor viktigere for fattige land å utvikle seg for å oppnå en økonomisk vekst. Utfordringen her blir å gjøre denne veksten så grønn som mulig, slik at den oppfyller alle de bærekraftige målene, men også de menneskelige behov (Bærekraftig utvikling 2021).



Figur 3: Økologisk fotavtrykk for Norge og India. Hvis alle mennesker skulle hatt samme forbruk som en gjennomsnittlig innbygger i Norge ville vi trenge 3,6 jordkloder. Til sammenligning er dette tallet 0,7 for India. (Bærekraftig utvikling 2021)

2.2 FNs Bærekraftsmål

FNs 2030-agendaen består av 17 bærekraftsmål med delmål som handler om å oppnå bærekraftig utvikling langs de tre dimensjonene: økonomisk, sosialt og miljømessig. Bærekraftsmålene skal være verdens veikart for å utrydde fattigdom, bekjempe ulikhet og stoppe klimaendringene innen 2030. Ambisjonen er å oppnå velstand for alle på en måte som er forenlig med miljø- og klimahensyn (FN-sambandet 2022).



Figur 4: FNs bærekraftsmål (FN-sambander,2019)

I neste kapittel tar vi for oss de ulike bærekraftsmålene som vi mener er mest aktuelle for vår forskning. Grunnen til utvalget falt på akkurat disse målene, er fordi vi mener disse er mest relevant for en oppdrettsbedrift som ønsker å omstille seg til sirkulær økonomi. Vi er fullt klar over at denne omstillingen ikke vil skje over natten, og ser for oss at bedrifter vil oppleve økonomiske begrensinger i forhold til utviklingen som er forventet.

2.2.1 FNs Bærekraftsmål - 2, 9, 12, 13 og 14

Nr 2 - Utrydde sult, oppnå matsikkerhet og bedre næring

«Ved å fremme bærekraftig og økologisk landbruk og redusere matsvinn kan norske bedrifter bidra til å utrydde sult, samtidig som profitten øker»
«For å kunne gi alle mat på en bærekraftig måte, må vi tenke nytt om måten vi dyrker, fordeler og bruker maten vår» (UN Global Compact u.d).

- Dette målet er relevant for effektiv produksjon av sjømat. Under to prosent av verdens mat kommer fra havet. Det gir norske sjømatprodusenter enorme muligheter i en verden hvor det fortsatt er behov for økt matproduksjon i tråd med befolkningsveksten.

Nr. 9 - Industri, innovasjon og infrastruktur

9.4 - «Innen 2030 oppgradere infrastruktur og omstille næringslivet til å bli mer bærekraftig, med mer effektiv bruk av ressurser og mer utstrakt bruk av rene og miljøvennlige teknologiformer og industriprosesser, der alle land gjør en innsats etter egen evne og kapasitet» (UN Global Compact u.d).

- Per dags dato er det fortsatt flere som spiser kjøtt-produkter i stedet for sjømat. Oppdrettsnæringen er sammenlignet med andre dyreoppdrett det mest effektive dyret å produsere. De har mye lavere førfaktor enn for eksempel grisen og sauene. For at laksen skal legge på seg 1 kg i kroppsvekt, trenger den å spise 1,15 kg fôr. Grisen trenger mer enn dobbelt så mye for å kunne legge på seg 1 kg, mens sauene vil trenge nesten 6 ganger så mye for å oppnå lik vekst (Skretting u.d.). Delmålet tar også for seg at selve produksjonen skal skje på en mest mulig bærekraftig måte.

Nr. 12 - Ansvarlig forbruk og produksjon

12.2 – «Innen 2030 oppnå bærekraftig forvaltning og effektiv bruk av naturressurser» (UN Global Compact u.d)

- Dette delmålet går ut på å sørge for bærekraftige forvaltning og effektiv bruk av høstbare ressurser i havet. Det handler om at bedrifter må redusere svinn i produksjons- og forsyningskjedene, i produktutviklingen og kontinuerlig ha et mål om å redusere miljøfotavtrykk (Laksefakta 2021). Delmålet fokuserer på å gjøre mest mulig med minst mulig, slik at vi ikke misbruker naturressursene. Oppdrettsanlegg krever mye vann for å produsere fisk, vann er en viktig ressurs og en må derfor være

forsiktig med bruk av denne naturressursen. Det innebærer at bedrifter må være oppmerksomme på å ikke tappe vannforsyningene i den grad at det påvirker biologisk liv i og rundt vannforsyningen.

12.4 – *«oppnå en mer miljøvennlig forvaltning av kjemikalier og alle former for avfall gjennom hele livssyklusen, i samsvar med internasjonalt vedtatte rammeverk, og betydelig redusere utslipp av kjemikalier og avfall til luft, vann og jord for mest mulig å begrense skadevirkningene for folkehelsen og for miljøet»* (UN Global Compact u.d).

- Bærekraftig produksjon innebærer å minske ressursbruk, miljødeleggelse og klimagassutslipp når en produserer et produkt. På sikt vil dette føre til økonomisk vekst, begrense klimaendringer, og øke livskvaliteten til mennesker på jorda. For å motivere bedrifter til å produsere mer bærekraftig, har staten mulighet til å sette nye krav til produksjonen ved å innføre lover og avgifter. Staten kan også bidra med kapital til å investere i miljøvennlig teknologi (Ungdomsbedrift.no u.d.). For at et fiskeoppdrett skal få lov til å starte opp, finnes det flere lover, regler og søknader som må innvilges. Disse har blitt strengere med årene ettersom en har fått mer kunnskap rundt produksjon av fisk og hvordan dette påvirker miljøet.

12.5 – *«Innen 2030 redusere avfallsmengden betydelig gjennom forebygging, reduksjon, materialgjenvinning og ombruk»* (UN Global Compact u.d)

- Forskning viser at forbrukerne er ansvarlig for mer enn 60 prosent av klimagassutslippene på kloden, og opptil 80 prosent av verdens vannforbruk. (NTNU u.d.). Dette delmålet er spesielt relevant for norsk oppdrett når det kommer til vannforbruk og utslipp av avfall fra anleggene i form av slam, CO₂ og næringssalter.

Nr.13 - Stoppe klimaendringene *«Handle umiddelbart for å bekjempe klimaendringene og konsekvensene av dem»* Klimaendringer er et globalt spørsmål og kjenner ingen landegrensler. Derfor må vi også finne globale løsninger. I tillegg til å kutte i utslipp og fange og lagre CO₂, må det satses langt mer på fornybar energi og annen ren energi. (UN globalcompact u.d)

- Ingen land kan løse klimaendringene alene. Selv om det finnes politisk vilje i de fleste land til å rydde opp, gjelder det å sørge for at handlinger følger etter de gode

intensjonene og de store ordene. Løsningene krever tiltak på høyeste politiske nivå, men også at hver enkelt av oss bidrar etter mulighet og evne (NTNU u.d.). For norsk oppdrett betyr dette å utvikle nye metoder for å begrense energiforbruket, samtidig som en klarer å fange opp avfallsstoffer som kommer fra produksjonen.

Nr.14 - Livet i havet «*Bevare og bruke havet og de marine ressursene på en måte som fremmer bærekraftig utvikling*»

- Norge som havnasjon, er avhengig av å kunne høste fra et rent og rikt hav. Havet som matfat, kilde til energi og transportvei skal ivaretas og videreutvikles, samtidig som miljø- verdiene i norske kyst- og havområder skal bevares, og det skal legges til rette for bærekraftig bruk av havets ressurser. Dette vil være nødvendig for å nå bærekraftsmålene (Regjeringen 2021).

14.1 – «*Innen 2025 forhindre og i betydelig grad redusere alle former for havforurensning, særlig fra landbasert virksomhet, inkludert marin forsøpling og utslipp av næringsalter*» (UN Global Compact u.d)

- Et svært relevant delmål for oppgaven vår, alle oppdrettsanlegg vil ha avfall som følge av produksjonen. For mange år siden var det lov å slippe disse avfallsstoffene ut i sjøen. Dette er ikke lenger tilfellet, da det er krav til å samle opp avfallsstoffer slik at de gjenbrukes eller blir omdannet til noe med nytteverdi.

2.3 Sirkulær økonomi og lineær økonomi

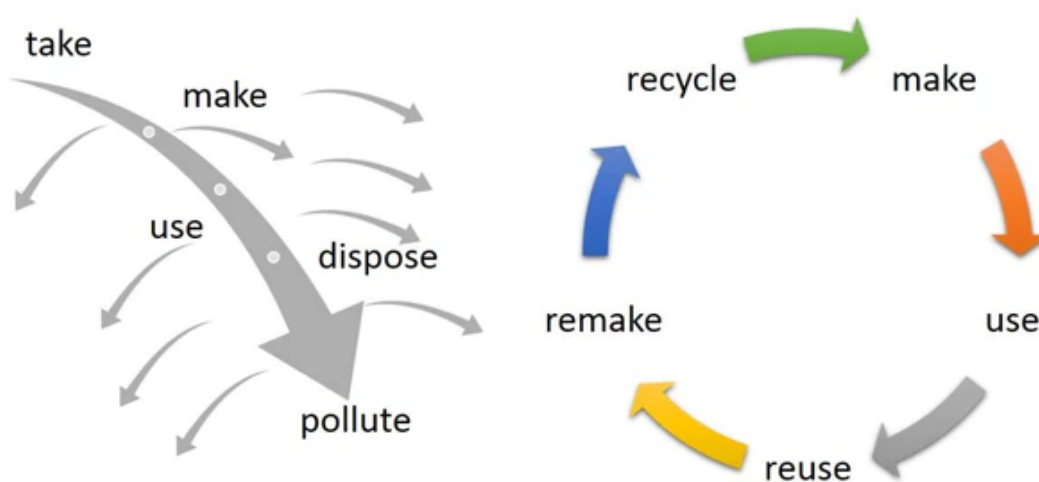
Sirkulær økonomi er et økonomisk system som bygger på prinsippene fra sirkulære kretsløp i naturen. (Nilsen, Sirkulær Økonomi 2021) Det innebærer at alle ressurser har en anvendelse, og at det ikke skal gi avfall. Produktene skal vare så lenge så mulig og et defekt produkt skal repareres, oppgraderes, gjenbrukes eller resirkuleres. Når produktene ikke kan brukes om igjen, skal avfallsmaterialet gjeninnvies og brukes som råvarer i ny produksjon. Dette gjør at vi klarer å unytte de samme ressursene flere ganger og minst mulig går tapt (Nilsen, Sirkulær Økonomi 2021). Miljødirektoratet skriver:

«I en sirkulær økonomi er det et mål at «avfall» skal være et nærmest ukjent begrep, fordi man heller tar i bruk disse ressursene i økonomien. Veien mot null avfall starter ved kilden til mulig avfall, som er uttak av råvarer.»)

For at bedrifter skal kunne omstille seg til sirkulær økonomi, innebærer det å gjøre endringer i designet, produksjonen og valg av råvarer.

For å fremme sirkulær økonomi vil en være avhengig av digitalisering fra det offentlige slik at alle forbrukere får en mulighet til å gjøre bærekraftige beslutninger. En mer effektiv utnyttning av ressurser er med på å redusere klimagassutslipp, begrense tap av ulike naturmangfold, redusere forbrenningsbelastningen. Det er også med på å bidra til flere nye grønne arbeidsplasser og ulike forretningsmodeller. Det å omstille seg til sirkulære økonomi er med på å bidra til et lavutslippssamfunn, og derav kan oppfylle FN's bærekraftsmål.

Motsatsen til sirkulær økonomi er lineær økonomi. Dette er et økonomisk system som bedrifter ønsker å omstille seg fra for å bli mer bærekraftig. I en lineær økonomi har produktene kort levetid og blir bare anvendt til produktets formål. Når produktet blir ødelagt og ikke lenger har en funksjon, blir dette kastet som avfall istedenfor at det blir gjenvunnet. Utvinning, produksjon, bruk og forbrenning eller deponering av avfall er prinsipper i lineær økonomien (miljodirektoratet 2022).



Figur 5: Lineær økonomi venstre, sirkulær økonomi høyre (Jonassen 2019)

Målet er å kunne klare å omstille seg vekk fra lineær økonomi over til sirkulær økonomi. Når dette knyttes opp mot fiskeoppdrettsnæringen, er dette en overgang som utvikles og forskes på hele tiden. Settefiskproduksjonen har store mengder med avfall fra fisken under produksjonen, disse avfallsstoffene inneholder organisk materiale og næringssalter (oppdrettsslam). Forsking fra Sintef sammen med NIVA viser at oppdrettsslam har stort potensial for å bli brukt til produksjon av grønnsaker, sopp og lignende. Før dette skjer må regelverket endres på (Redaksjonen 2021).

2.3.1 Forskjeller og likheter i sirkulær økonomi og lineær økonomi

Selv om det er flere forskjeller enn likheter mellom sirkulær økonomi og lineær økonomi, har begge prinsippene samme mål. Målet går ut på å oppnå mest mulig avkastning ved å bruke minst mulig innsats i produksjonsfaktorene. Måten disse økonomiske retningene utfører dette i praksis er derimot svært ulike.

Den største forskjellen mellom disse økonomiske retningene, er at sirkulær økonomi har som mål å utnytte alle ressursene på en best mulig måte. Dette vil si at en sirkulær økonomi skal minst mulig kastes som avfall. Ressursene skal holdes i et kretsløp som fokuserer på at avfallet resirkuleres og dermed føre til minst mulig behov for nye råvarer. I en lineær økonomi vil man derimot hente nye ressurser som skal foredles til produkter, som deretter blir brukt til det er ødelagt og må kastes som avfall (KS 2018).

Sirkulær økonomi er mer avansert da det kan oppstå barrierer som ikke ville oppstått i en lineær økonomi. Disse barrierene er økonomiske barrierer, teknologiser barrierer og strukturelle barrierer. Den største økonomiske barrieren er problemet med å skape lønnsomhet for de sirkulær økonomiske løsningene. Dette innebærer å gjøre nye sirkulær økonomiske løsninger konkurransedyktige mot lineære løsninger som allerede er godt etablerte. De største årsakene til at dette er et problem, er manglende prissetting av samfunnets faktiske kostnader fra miljøpåvirkninger og mangel på risikovillig kapital. Ved det økonomiske aspektet ved avfallshåndtering er det ikke lønnsomt nok å etablere systemer og infrastruktur for innsamling, sortering og materialgjenvinning. Dette er faktorer som kan føre til manglende insentiv hos bedrifter.

De teknologiske barrierene representerer mangel på innovasjon og teknologiske løsninger som gjør det mulig å drive med konkurransedyktig sirkulær økonomi. Det er også mangel på digital infrastruktur og data. Når det gjelder materialgjenvinning er det mye teknologi som muliggjør gjenvinning i mange ulike sektorer. Det mangler derimot teknologi for gjenvinning av farlig avfall da enkelte produkter som syntetiske tekstiler er vanskelig å gjenvinne. Den strukturelle barrieren omhandler også overgangen som hele verdikjeden må gjennom for å gå over til en sirkulær økonomi.

Dagens verdikjeder strekker seg over flere land og kontinenter. Her er det ulike lovverker og initiativ hos bedriftene som fører til konflikt og gjør det derfor utfordrerne å gå over til en sirkulær økonomi. Grunnen til dette er at lineær økonomi allerede er svært utbredt i verdenssamfunnet (Deloitte 175 2020).

Sirkulær økonomi er retningen bedrifter ønsker å gå mot. «Et vellykket akvakultursystem har ikke avfall, kun biprodukter, som skal brukes som positive bidragsyttere til de omkringliggende økosystemene og økonomien.» (ScienceDirect 1992) Vi har nå i dette kapitlet sett på teori som er relevant for å få en forståelse av bærekraft og sirkulær økonomi og lineær økonomi. Vi har presentert de bærekrafts målene vi har knyttet opp til vår forskning. Grunnen til dette er at dersom en bedrift ønsker å gå mot en sirkulær økonomi, må det tas strategiske valg for hvilken anleggstype som bør implementeres for å være mest bærekraftig. Dette vil vi komme tilbake til senere i diskusjonsdelen i oppgaven.

Vi vil nå presentere metodekapittelet som beskriver de undersøkelsesmetodene vi har benyttet oss av for innsamling av informasjon (datainnsamling).

3.0 Metode

Hensikten bak all forskning er å fremstille virkeligheten, der valg av metode påvirker gyldighet (validitet) og pålitelighet (reliabilitet). Dette innebærer å samle inn empiri om virkeligheten, som er både troverdig og svarer på det vi ønsker å undersøke. For å oppnå dette må forskeren ha en strategi for hvordan man ønsker å gå fram. Denne strategien er metoden (Jacobsen 2018).

Metode er et fremgangsmiddel for å komme fram til ny kunnskap. Det er to ulike måter å samle inn kunnskap på, og vi skiller mellom kvalitativ og kvantitativ metode. (Jacobsen 2018) I dette kapitlet vil metodiske valg, framgangsmåter og gjennomføring av datainnsamling (empirien) bli presentert som grunnlag for å svare på oppgavens problemstilling. Kapitlet viser avslutningsvis til noen etiske dilemmaer som en må være bevisst på under kvalitativ forskning.

3.1 Valg av forskningsdesign og metode

For å kunne svare på forskningsspørsmålet i bacheloroppgaven, *«hvordan landbaserte oppdrett: RAS- og gjennomstrømningsanlegg bidrar til en bærekraftig produksjon av settefisk»* har vi anvendt flere metoder. Bruk av flere metoder kalles metode triangulering og brukes til å styrke oppgavens gyldighet og pålitelighet. For å få en dypere forståelse for hvordan de ulike settefiskanleggene fungerer, har vi anvendt både kvalitativ og kvantitativ metode for å samle inn empiri. Grunnen til valg av kvalitativt forskningsdesign, var at denne tilnærmingen gav oss mulighet til å gå i dybden på et smalt felt og innhente datamaterialet ved hjelp av semistrukturert dybdeintervjuer og deltagende observasjoner. For å kunne sammenligne de to ulike anleggene opp mot hverandre, ønsket vi også samle inn data i form av tall og tabeller. For å gjøre dette har vi derfor anvendt en kvantitativ tilnærming da kvantitative data foreligger i form av tall eller andre mengdetermer. (SNL 2021)

Denne metoden passet best for oss da vi fikk mulighet til å samle inn dataen vi ønsket ved å anvende begge tilnærmingene, kvalitativ og kvantitativ metode. Metodetrianguleringen har derfor bidratt til at vi har fått samlet inn tilstrekkelig med data som grunnlag til å svare på vår problemstilling.

3.2 Case-studietilnærming

Caset utgjør en studie av landbasert oppdrettsanlegg, der det undersøkes hvordan landbaserte oppdrett bidrar til bærekraftig produksjon av settefisk. Studiet baseres på kombinasjoner av kvalitative og kvantitative data, som er samlet inn ved metodetriangulering.

3.3 Datainnsamling

Problemstillingen: *«hvordan landbaserte oppdrett: RAS- og gjennomstrømningsanlegg bidrar til en bærekraftig produksjon av settefisk»*

I denne bacheloroppgaven har vi anvendt flere kilder for datainnsamling gjennom en metode triangulering. Datainnsamlingen består av både kvantitativ og kvalitativ tilnærming, der dataen er samlet ved intervjuer, personlige observasjoner og arkivmateriale.

3.3.1 Semistrukturert dybdeintervju

Den vanligste metoden å samle inn data til kvalitative studier er gjennom dybdeintervjuer (Jacobsen 2018). Formålet med intervjuene er å få informasjon fra respondenten som kan benyttes for å undersøke problemstillingen vår.

Vi valgte å foreta et semistrukturert dybdeintervju da vi mente dette ville passe best til vår forskning. Grunnen til dette er at vi da fikk mulighet til å innhente informasjon i form av ord gjennom to semistrukturerte dyptgående intervju med daglig leder og driftsansvarlig til bedriften vi samarbeider med. Vi valgte å foreta to fysiske intervju, der vi reiste ned til Sogn og Fjordane på et bedriftsbesøk. Ved å reise ned dit for å møte respondentene, fikk vi gjennomført to fysiske intervjuer, noe som bidro til at vi fikk gode relasjoner med respondentene. Vi fikk da muligheten til å stille dem spørsmål om de to ulike driftsmetodene, som vi forsker på, og som de anvender i sin settefiskproduksjon (Jacobsen 2018). Gjennom intervjuene ønsket vi å innta en lyttende posisjon for å gi respondentene rom for å formidle kunnskapen de har uten at vi avbrøt dem. Vi forsikret oss å gi et godt førsteinntrykk der vi var vennlige og presenterte oss før vi startet intervjuet. Vi fortalte dem hva hensynet med intervjuet var og presenterte de teamene vi ønsket å undersøke. Målet var å ha en åpen og dynamisk samtale, der vi utarbeidet gode relasjoner slik at vi fikk innhentet mest mulig kunnskap og data. Siden vi ønsket å være godt forberedt til intervjuet, valgte vi å avvente med å dra på besøk til vi var sikre på at vi hadde nok kunnskap om temaene vi ville undersøke. Før vi dro ned til bedriften for å utføre intervjuet, bearbeidet vi en semistrukturert intervjuguide med teamene vi ønsket å ta opp. Disse temaene var nøye planlagt på forhånd og var med på å styre intervjuet. Grunnen til at vi foretok et semistrukturert dybdeintervju var at vi som forskere da tar mindre styring, og lar respondenten fortelle mer fritt om temaet.

Intervjuet ble dermed mer fleksibelt, og gav oss mulighet til å komme inn på andre relevante temaer og stille spørsmål underveis i intervjuprosessen.

Etter intervjuet var over, fikk vi en omvisning på de to ulike anleggene for å se hvordan de fungerer i praksis. Her fikk vi mulighet til å observere de ulike anleggene, noe som gjorde at vi fikk et mer helhetlig bilde om hvordan anleggene fungerer i forhold til hverandre.

Grunnet avstanden fra studiestedet vårt i Kristiansund og oppdrettsanlegget i Sogn og Fjordane, ble det tidlig avklart at mesteparten av kommunikasjonen måtte gå via e-post og telefon. Respondentene våre var tydelig på at de ville være tilgjengelig til å svare på spørsmål under forskningsperioden. Vi opplevde dette som svært hjelpsom ettersom det var enkelte data, tabeller, som vi ikke forsto på egenhånd. Dette var positivt for vår forskning da vi som forskere kunne ha oversett viktige data i utarbeidelsen av intervju og dokumenter.

3.3.2 Intervjuguide

Intervjuguiden i bacheloroppgaven er utarbeidet med en middels strukturingsgrad. Grunnen til at vi valgte denne strukturingsgraden er at den gir mulighet for respondenter til å komme med innspill underveis. Det blir da en større mulighet for at det kommer opp relevant informasjon som vi senere kan benytte i forskningen vår. En slik struktur er også med på å redusere potensielt tap av verdifull informasjon for forskningen. Vi ønsket også at intervjuet skulle være fritt og åpent slik at respondentene ikke følte at de ble intervjuet, men at det heller ble en samtale. Vi strukturerte derfor intervjuguiden vår med de temaene vi ønsket å gå inn på, men med rom til å kunne stille spontane spørsmål rundt temaene underveis. Selv om vi ønsket en dialog med respondentene, hadde vi på forhånd utarbeidet konkrete spørsmål som ville gi oss mer detaljerte svar på det vi ønsket å undersøke. Disse spørsmålene presenterer vi i intervjuguiden som er vedlagt som vedlegg 1 i bacheloroppgaven.

3.3.3 Dokumentanalyse

Ettersom formålet med bedriftsbesøket var å samle inn nok kunnskap til å kunne utføre en sammenligning av de to ulike settefiskanleggene, gjennomstrømming og RAS, fikk vi i etterkant av intervjuet tilsendt kvantitative data fra bedriften. Disse dataene bestod av produksjonstall og energiforbruk for de ulike settefiskanleggene. Dataene som vi fikk tilsendt, var i form av tabeller. For å undersøke hvordan oppdrett bidrar til bærekraftig

produksjon av settefisk, sammenligner vi anleggene opp mot hverandre for å se hvor de stiller seg i forhold til de økonomiske retningene. For å utføre sammenligningen foretok vi en tabell- og dokumentanalyse av dataene vi samlet inn ved hjelp kvantitativ metode. Disse dataene presenterer vi i kapittel 5, analyse av empiriske funn, og går inn på detaljene i kapittel 6, diskusjon.

3.3.4 Utvalg av respondenter

I denne oppgaven er det ikke mulig å studere hele populasjonen vi var interessert i, det vil si alle bedrifter i Norge som har både gjennomstrømming og resirkulering (RAS) på sine settefiskanlegg. Vi foretok derfor et strategisk utvalg av en bedrift vi allerede hadde kjennskap til. Grunnen til at valget endte på akkurat denne bedriften, er at de opererer med både RAS-anlegg og gjennomstrømming anlegg på samme lokasjon. Vi så på dette som en unik mulighet for å kunne svare på problemstillingen vår. Ved å velge denne bedriften fikk vi mulighet til å dra å besøke dem for å foreta intervjuene fysisk og få en omvisning av begge anleggene. Etter valg av bedrift, foretok vi en faglig vurdering for utvalget til datainnsamlingen. Vi tok en nøye vurdering av hvem vi ønsket å gjennomføre intervjuene med, og fant fort ut av at vi ønsket å ha driftsleder og daglig leder på settefiskanlegget som respondenter. Grunnen til at valget endte på dem, var at vi mente dette var gode representanter med god kjennskap og kunnskap til bedriften. Dette var også representanter med god faglig kompetanse og flere års erfaring med både RAS -og gjennomstrømningsanlegg. En annen grunn til at valget falt på akkurat dem, var at disse respondentene hadde tilgang på data som vi ønsket å undersøke i vår forskning.

3.4 Reliabilitet og validitet

En god undersøkelse skal være gyldig (valid) og pålitelig (reliable). Det er viktig at dataene som blir samlet inn er korrekt og til å stole på, da det er dette som avgjør dataens validitet og reliabilitet. **Reliabilitet** betyr pålitelighet, den angir om undersøkelsen viser den virkelige situasjonen og i hvilken grad resultatene kan etterprøves (Sander 2019). **Validitet** betyr gyldighet, og den vurderes ved å se hvor godt resultatene samsvarer med

beslutningsgrunnlaget i det man undersøker. Altså om undersøkelsen virkelig måler det den har til hensikt å måle (utforsksinnet 2022).

3.4.1 Reliabilitet

Reliabilitet kan omtales som pålitelighet, det vil si i hvilke grad dataen og informasjon som er samlet inn er til å stole på. Vi kan ikke foreta valide slutninger på bakgrunnen av resultater som mangler reliabilitet. Det vil si at forskningen vil ikke være gyldig dersom den ikke også er pålitelig. Reliabilitet er derfor viktig for undersøkelsens gyldighet. For å kunne si at forskningen i bacheloroppgaven vår er pålitelig, må vi kunne begrunne dette.

Når vi utfører en vitenskapelig undersøkelse ved hjelp av kvalitative intervjuer, må vi være oppmerksomme på ulike former for stimuli som kan påvirke reliabiliteten. Intervjueffekt og konteksteffekt er eksempel på dette. I en sosial kontekst vil situasjonen alltid preges av partenes som deltar, og det er ikke mulig å kontrollere fullstendig for undersøkelseeffekter (Jacobsen 2018). Det betyr at vi som intervjuer må være varsomme slik at vi ikke påvirker respondenten. Vi som intervjuer må derfor følge framgangsmåten vi har satt for det valgte undersøkelsesopplegget, og være varsom med å stille ledende spørsmål under intervjuet.

For å samle inn korrekt informasjon fra respondentene under intervjuet, noterte vi nøye ned det som ble sagt underveis. Dette gjorde at vi unngikk tap av verdifull informasjon, og forsikret oss om at den informasjonen vi samlet inn var korrekt, altså pålitelig. I etterkant av intervjuet analyserte vi notatene hver for oss, før vi sammen tok en gjennomgang av dataen vi hadde samlet inn. Når vi er flere forskere enn en som sammenligner dataene og har veldig like analyser, øker påliteligheten til undersøkelsen. Vi vil derfor påstå at de kvalitative dataene vi har samlet inn er pålitelige. Vi mener også at vi hverken har påvirket respondentene under intervjuet eller feilnotert informasjonen som ble gitt.

Vi påstår også at de kvantitative dataene vi har samlet inn har høy reliabilitet, da vi er tre forskere som har gått over og sammenlignet disse. For å kvalitetssikre reliabiliteten til funnene våre, har vi vurdert resultatene våre sammen med driftsansvarlig for å bekrefte at de er korrekt. Vi vil derfor påstå at de kvalitative og kvantitative dataene vi har samlet inn er pålitelig og kan dermed konkludere med at vår forskning har høy reliabilitet.

3.4.2 Validitet

En viktig del av enhver undersøkelse er å avgjøre om resultatene har tilstrekkelig validitet. Validitet, eller gyldighet, betyr i hvilken grad man ut fra resultatene av forskningen kan trekke gyldige slutninger om det man undersøker. For å påstå at forskningen vår er valid, må vi forsikre oss om at dataene våre har både indre validitet og ytre validitet (Dahlum, Validitet 2021).

Indre validitet er i hvilken grad vi som forskere kan gjøre kravet om at ingen andre variabler unntatt den vi studerer forårsaker resultatet (Dahlum, Validitet 2019).

Vi har i forskningsoppgaven vurdert den indre validiteten ut ifra de kvantitative og kvalitative dataene vi har samlet inn. Vi forskere har sammen med respondentene våre vurdert dataene som er anvendt i vår forskning og mener at denne også er korrekt og derfor kan ansees som gyldig. Når flere personer er enige om at noe gir riktig beskrivelse, er det større sannsynlighet for at det er riktig (Jacobsen 2018).

De kvantitative dataene vi anvender i vår forskning, i form av tabeller, er nøyaktig data som er hentet fra bedriftens datasystemer. Siden det er daglig leder som har sendt oss data på strømbruk og produksjonstall fra hvert anlegg, kan vi sammen med han bekrefte at de kvantitative dataene og resultatene er valide. Disse kan ikke hentes fra andre systemer og kan heller ikke endres på av andre.

For å kunne bekrefte at de kvalitative dataene også er valid, har vi ved intern gyldighet kontrollert undersøkelsen og dens konklusjon. Ut ifra at de kvalitative dataene er samlet inn gjennom intervju, skriver Jacobsen at det er viktig at vi som forskere ser litt kritisk på respondentenes kunnskap og vilje til å gi korrekt informasjon (Jacobsen 2005, 217). Vi foretok derfor i etterkant av intervjuet en vurdering av informasjonen (data) vi hadde samlet inn fra respondentene. Vi har vurdert dataene opp mot litteraturgjennomgang fra forskningsartikler for å se at de er korrekt, og konkluderer derfor at dataene i vår forskning kan ansees som valide.

Ytre validitet sier noe om i hvilken grad resultatene kan overføres til andre utvalg, eksempelvis om resultatet kan overføres til andre bedrifter. Vi bruker derfor ekstern validitet for å se i hvilken grad funnene vi har gjort kan generaliseres (Jacobsen 2018). Det betyr at

vi i utgangspunktet har som mål å få generalisert (overføre) den dataen vi har samlet inn, slik at vi kan produsere en teori basert på vår empiri. Svakheten i denne bacheloroppgaven er at det kun studeres en bedrift, og den bedriften vi studerer, har ulike arter i de ulike anleggene. For å kunne generalisere må man ifølge Jacobsen (Jacobsen, 2018) ha forsket videre på andre case og utført en såkalt komparativ casestudie. Dette lar seg ikke gjøre i vår forskning og vi kan derfor ikke generalisere våre data.

3.5 Etske utfordringer

Når vi gjennomfører en undersøkelse, er det viktig å foreta en rekke etiske prinsipper. Dag Ingvar Jacobsen legger frem i boken «Hvordan gjennomføre undersøkelser» grunnleggende krav som er viktig å ta hensyn til når man utfører undersøkelser:

«Utgangspunktet for forskningsetikken i Norge i dag er tre grunnleggende krav knyttet til forholdet mellom forsker og dem det forskes på: informert samtykke, krav på privatliv og krav på å bli korrekt gjengitt» (Jacobsen 2018).

Når en skal foreta et intervju, er det viktig å ta hensyn til respondentene som skal intervjues. For oss var det viktig å informere godt på forhånd hva intervjuet vil omhandle og om at deltagelse var fullstendig valgfritt. Vi var oppmerksomme på å belyse respondentene om at vi ikke kom til å sitere noe uten informert samtykke. For å forsikre dem om dette fikk de utlevert et samtykkeskjema som de kunne signere. Vi informerte også respondentene om at dersom det var noe de ikke ønsket svare på, så sto de fritt til å la være å svare. Respondentene ble også tilbudt valget om å få være anonym i bacheloroppgaven vår, noe som de har valgt å være.

Vi har nå presentert metoden vi har anvendt i vår forskning og fremgangsmåten for vår datainnsamling. Vi vil nå i neste kapittel presentere en case-presentasjon av bacheloroppgaven vår.

4.0 Case presentasjon

I denne bacheloren har vi valgt å sammenligne to ulike settefiskanlegg på samme lokasjon. Dette fører til noen begrensninger for oppgaven. Vi vil ikke ha muligheten til å sammenligne ulikheter som kan oppstå som følge av geografisk lokasjon, eller om man kan oppnå ulik bærekraft ut ifra hvor anlegget er plassert med tanke på sentralisering. En annen begrensning i denne oppgaven er at vi ikke fikk tilgang på produksjonstall fra samme år, og dermed måtte bruke tall fra ulike år for å sammenligne. Dette kan skape ulikheter spesielt på strømprisen. Bedriften vi samarbeider med ønsket også å være anonym, dette medfører at vi ikke kan benytte oss av lokale faktorer som kan avsløre bedriften. I anleggene er det også ulike fiskearter, som har ulik veksttid og appetitt. Vi har også valgt å avgrense oppgaven til fem av de sytten bærekraftsmålene. Grunnen til dette er at vi da kan gå mer i dybden på de fem bærekraftsmålene vi mener er mest relevant i vår forskning. I bacheloroppgaven fokuserer vi også på produksjonssyklusen og energiforbruket i de ulike anleggene da dette er faktorer som sier noe om hvor bærekraftig de er. Her ønsker vi å se på spesifikke forskjeller for å kunne sammenligne hvilke anlegg som bidrar til bærekraftig produksjon av settefisk.

I dette caset har vi valgt å sammenligne settefisken fra 5 gram til 300 gram. Grunnen til at vi har valgt denne vekstintervallen er fordi settefisken blir plassert i et eget kar fra 5 gram til 300 gram. Vi slipper derfor å ta med klekkeri prosessen, som vi ikke kunne sammenligne siden ørreten ikke klekkes på lokasjonen. Vi velger også dette vekstintervallet siden resultatet ikke hadde blitt nøyaktig hvis vi hadde sammenlignet fra dato til dato. Grunnen til at dette ikke hadde blitt nøyaktig er fordi veksttiden til de ulike anleggene er forskjellige. Vi hadde derfor fått et resultat som hadde gitt et falskt bilde av hvordan produksjonstiden til de ulike anleggene er i virkeligheten.

Videre i neste kapittel belyses teori av oppdrettsnæringen, hvor vi beskriver de to ulike driftsformene for settefiskproduksjon.

4.1 Landbaserte oppdrettsanlegg i Norge

Landbaserte oppdrettsanlegg krever investeringer, landareal, høy kompetanse og god kontroll på vannkvalitet, teknologi og fiskens helse og velferd. Landbasert oppdrettsanlegg forgår i lukkede kar, der utslippet vanligvis går ut i sjø. Dette utslippet kan påvirke vannkvaliteten i sjøen dersom vannet som renner ut inneholder mye organisk stoff og næringssalter. Mye av avfallsvannet består av fôr-rester og ekskrementer som kan akkumuleres på havbunnen, dette er noe som kan føre til oksygenmangel slik at nedbrytningsprosessen i bunnsedimentene stopper opp. For å unngå at dette skjer må vannet renses via mekaniske renseprosesser som filtrering (Bente S. Lomnes 2019).

Ved hjelp av ulike rensemetoder kan vannet i et RAS-anlegg resirkuleres inntil 99,9 prosent (Nofima 2022). Fisken kan leve i disse karene til den er slakteklar på rundt 4-5 kg, men i Norge er det mest vanlig at fisken er på land i lukkede anlegg til den når postsmoltfasen. Videre blir den fraktet til merder på sjø der den vokser til slakteklar størrelse.

I landbaserte anlegg er det helt avgjørende at avløpsvann renses, resirkuleres og anvendes på en bærekraftig måte. Det er viktig med nøye kontrollering av vannkvaliteten slik at forholdene i karene fisken lever i, er best mulig. Fordelen med landbaserte oppdrettsanlegg er at en unngår ytre påvirkninger og rømming, som lakselus og algeoppblomstring, dette gjelder for både gjennomstrømningsanlegg og RAS-anlegg. Spesielt for RAS-anlegger er at kreves lite tilgang på vann, og anleggene kan derfor plasseres nesten hvor som helst i landet. Anleggene kan samle opp inntil 98 prosent av slammet (avføring og fôr-rester), og det er viktig at det finnes gode løsninger for produksjon og håndtering av slam. (Nofima 2022)

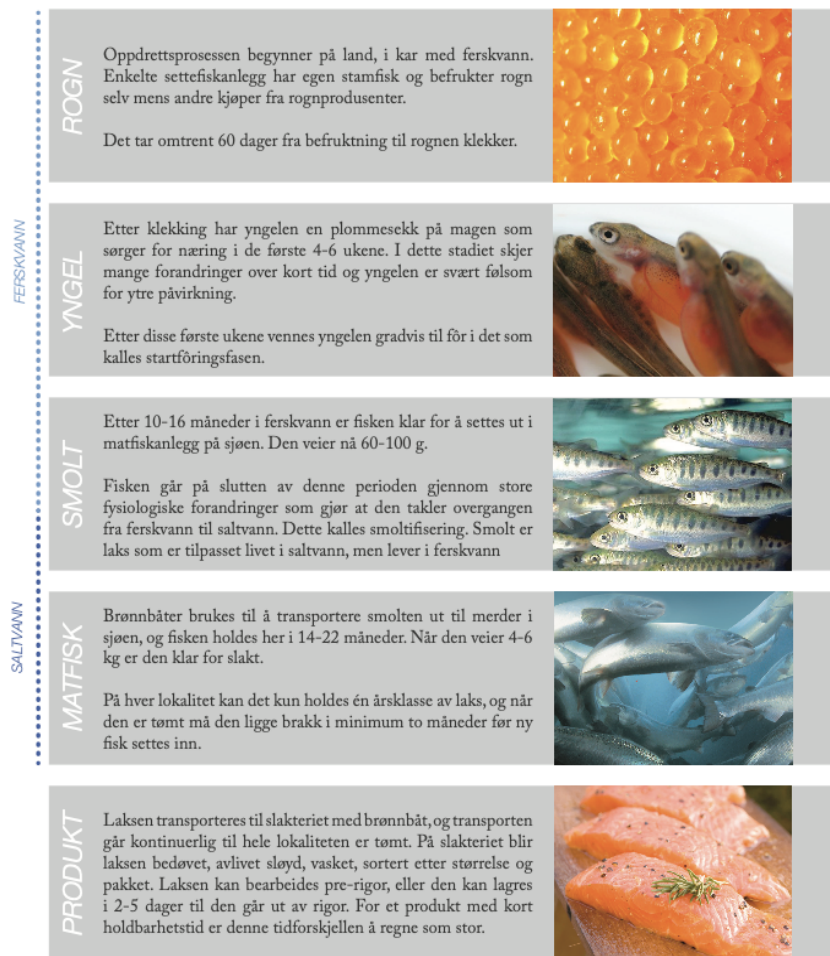
4.1.1 Settefiskproduksjon

Settefisk er i akvakulturregelverket definert som rogn og fisk som produseres med sikte på overføring til andre lokaliteter eller annen type produksjon (Fiskeridirektoratet i.d). Et settefiskanlegg består av klekkeri, startfôring og påvekstfôring. Disse produksjonsenhetene er ofte delt opp i individuelle avdelinger for å tilpasse vekstfasen.

Den første delen av fiskens livssyklus foregår i et settefiskanlegg

Produksjonsprosessen fra rogn til matfisk foregår i ferskvann, før den deretter går over i fase to og blir satt ut i merder på sjø. Når fisken er i ferskvannsfasen holdes den i kar som øker i størrelse i takt med at den vokser. For at fisken skal nå riktig størrelse er det viktig med riktig temperatur reguleringer, lys og fôringsfaktor (Skatvold 2012).

Målet i produksjonsprosessen er å minimere stressbelastningen på fisken. Stress kan svekke fiskens immunforsvar og gi uheldige konsekvenser både i settefiskanlegget og når fisken senere settes ut i sjø (Skatvold 2012).



Figur 6: Oppdrettprosessen (Skatvold 2012)

4.2 Driftsformer for landbasert oppdrett

Denne bacheloroppgaven tar for seg to typer landbaserte oppdrettsanlegg, gjennomstrømningsanlegg og RAS-anlegg (resirkulerende akvasystemer). I settefiskanleggene foregår det produksjon av kvalitetssmolt, som senere blir satt ut i merder på ulike lokaliteter på havet.

Innenfor oppdrettsnæringen har teknologien bidratt til at produksjonskapasitet av laks har økt kraftig. Oppdrettsanleggene trenger ikke lenger å bli plassert i områder der det er tilgang på rennende ferskvann (gjennomstrømming), men kan rett og slett plasseres hvor som helst i landet. Dette er ved hjelp av en teknologi som er blitt mer og mer vanlig de siste 10 årene, nemlig Resirkulerende Aqua Systems (RAS-anlegg). Vi skal ta for oss de to ulike driftsanleggene.

For at fisken skal ha det bra er man avhengig av at det kommer friskt og rent vann inn i karene fisken lever i. For å hindre spredning av smittsomme sykdommer i anleggene, utføres det desinfeksjon av inntaksvann til, og avløpsvann fra anleggene. Dersom vannet kommer fra kilde med anadrom fisk er det krav om desinfeksjon av vannet som kommer inn (Mattilsynet 2020). For at disse kravene skal overholdes er det lovverk som skal følges. I lovdata finner vi forskrift om desinfeksjon av vannet som går inn og ut fra anleggene. *«Formålet med denne forskriften er å forebygge og begrense spredning av smittsomme sykdommer hos akvatiske organismer gjennom tilfredsstillende desinfeksjon av inntaksvann til, og avløpsvann fra akvakulturrelatert virksomhet»* (lovdata 1997). Et slikt regelverk er med på å regulere de strenge kravene som er satt for å hindre at kontaminert avfallsvann, slam, slippes ut fra anleggene.

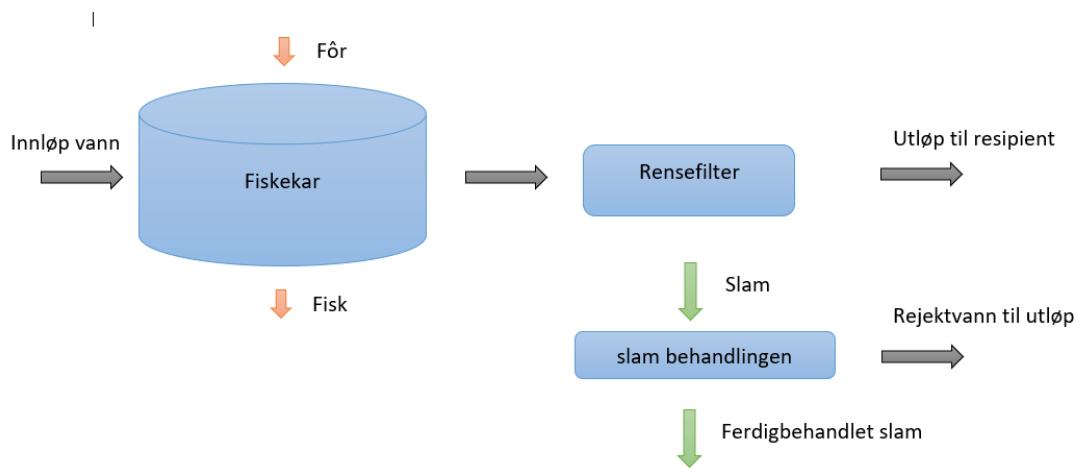
«Slam er avfall, men samtidig er det også en ressurs. Nytt regelverk ble utviklet for å forsterke ressurspotensialet og myndighetene anser behandlet avløpslam som en gjødselvare, men kun hvis kravene i regelverket blir fulgt. Slam er en ressurs på flere måter. I dag produserer mange renseanlegg biogass av slammet og gassen brukes til oppvarming, strømproduksjon og som drivstoff» (Blytt i.d).

4.2.1 Gjennomstrømningsanlegg

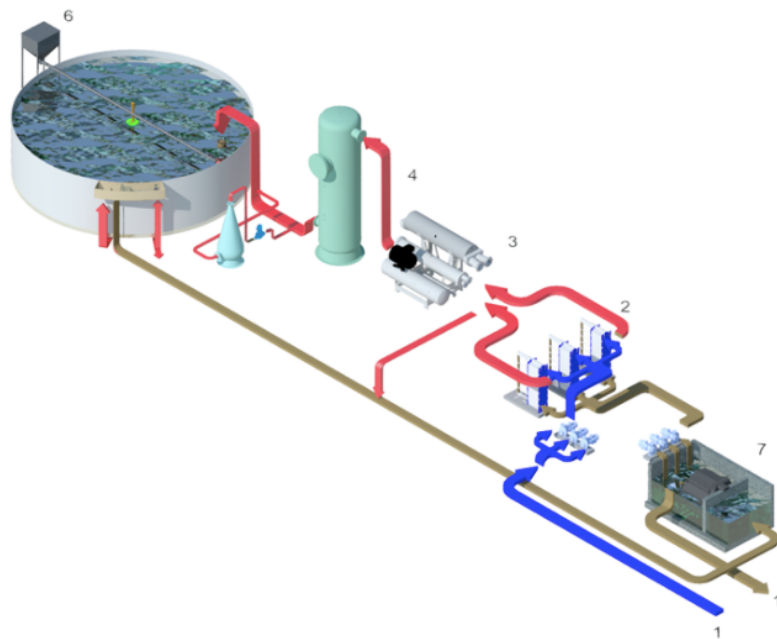
Gjennomstrømningsanlegg har vært den grunnleggende teknologien fra oppdrettsnæringens opprinnelse (Artec Aqua i.d). Et gjennomstrømningsanlegg er et landbasert oppdrettsanlegg som går ut på at vannet som blir brukt i karene hentes fra vannressurs som “strømmer” gjennom de ulike karene. Tradisjonelt sett har dette vært den typen landbasert anlegg som har blitt brukt mest når Norge første startet med oppdrett av laks og ørret. For at et slikt anlegg skal fungere er man avhengig av at man enten har en elv eller en annen form for rennende ferskvann som man kan hente vannet fra. Et slikt anlegg benytter liten til ingen grad av vannbehandling av inntaksvann. En av utfordringene med et det er at et gjennomstrømningsanlegg trenger store mengder med vann for å kunne fungere optimalt.

Det finnes også regelverk som bestemmer hvor mye vann de har lov til å ta ut fra elven ettersom det er påbudt å ha rennende vann i elven til enhver tid. Dette er grunnet det biologiske livet som lever her. Et gjennomstrømningsanlegg kan derfor oppleve begrensninger med hvor mye fisk de kan produsere ut ifra hvor stor elven er. Dette gjør at et gjennomstrømningsanlegg som benytter ferskvann fra en elv har begrensninger på hvor stor produksjon de kan ha. Størrelsen på elven setter derfor en begrensning på utvikling og utviding i anlegget.

De siste årene har det også blitt satt større krav til rensing av vannet som blir brukt. Grunnen til dette er at det ikke er ønskelig at slam og annet avfall skal forurense lokalt. Ved rensing i et gjennomstrømningsanlegg benytter man oftest mekaniske filtre. Etter vannet har passert filtrene går vannet til utløp i resipient. Slammet går derimot videre til slambehandling, hvor vann som blir skilt fra slammen går videre til utløp og resten av avfallet blir tørket. Det tørkede avfallet, slammen, kan deretter benyttes på andre måter. Nedenfor kan vi se hvordan et gjennomstrømningsanlegg er bygd opp og hvordan det fungerer.



Figur 7: Gjennomstrømningsanlegg forenklet prinsippkisse (Bente S. Lomnes 2019)



Figur 8: Gjennomstrømningsanlegg (Artec Aqua i.d)

Anlegg man i dag omtaler som gjennomstrømningsanlegg har normalt sett vannbehandling som inneholder oksygenmetning, temperaturregulering og lufting (ArtecAqua u.d.). Avhengig av området anlegget befinner seg i og lokale miljøkrav, kreves det også desinfeksjon av inntaksvann og avløpsvann (Aarhus, et al. 2011).

4.2.2 Løsninger og utfordringer med gjennomstrømningsanlegg

Et gjennomstrømningsanlegg er foretrukket valg dersom man ikke har tilgang på riktig kompetanse eller teknologi for å drive et RAS-anlegg. Gjennomstrømningsanlegg er et mindre komplisert anlegg, og konsekvensen er mindre om det skulle oppstå smitte eller andre uønskede hendelser. I et gjennomstrømningsanlegg har man også muligheten til å sperre av de ulike karene slik at man kan forhindre at smitte sprer seg til andre kar. Dersom gjennomstrømningsanlegg er riktig plassert, er man heller ikke avhengig av å pumpe vann opp i karet. I stedet for kan man dra nytte av den naturlige tyngdekraften slik at vannet renner igjennom anlegget på denne måten. Gjennomstrømningsanlegg har derimot ikke den samme muligheten til å optimalisere veksten til settefisker med å temperaturregulering. Hvis man hadde prøvd på det ville det ført til et energiforbruk som ikke hadde vært hensiktsmessig. Vannet som går gjennom et gjennomstrømningsanlegg, blir heller ikke gjenbrukt og dette fører til at ressurser går tapt. Dersom vannet pumpes opp i anlegget og varmes opp, vil ikke vannet forblir særlig lenge i karet før det renner videre ut i havet. Dermed kan vi påstå at et gjennomstrømningsanlegg vender mer mot en lineær økonomi enn en sirkulær økonomi.

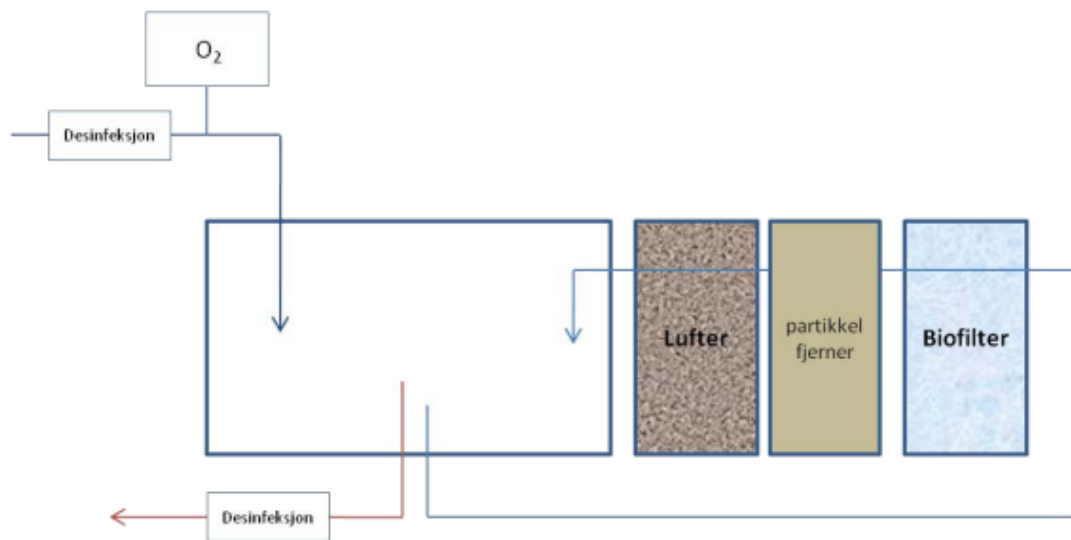
4.2.3 RAS (Recirculating aquaculture systems)

Resirkulasjons akvakultursystemer (RAS) er systemer som brukes i landbasert fiskeoppdrett, der vann gjenbrukes etter behandling. RAS gir muligheter for å redusere vannforbruket og forbedrer avfallshåndtering og resirkulering av næringsstoffene (Aarhus, et al. 2011). Ved bruk av denne driftsmetoden resirkuleres inntil 99,9 prosent av vannet i anlegget, og vannet kan overvåkes og kontrolleres nøye (Nofima 2022).

Denne teknologien har potensial for betydelig utvikling innen lakseproduksjon og produksjon av andre arter. Fordelen med et RAS-anlegg er at man unngår rømming og ytre påvirkninger som lakselus og alger. I tillegg kreves det lite tilgang på vann, og resirkulering av vannet som gjør at en kan redusere vannbehovet som igjen fører til bedre energiutnyttelse og mulighet til å ta vare på, og utnytte avfall (Havforskningsinstituttet 2021).

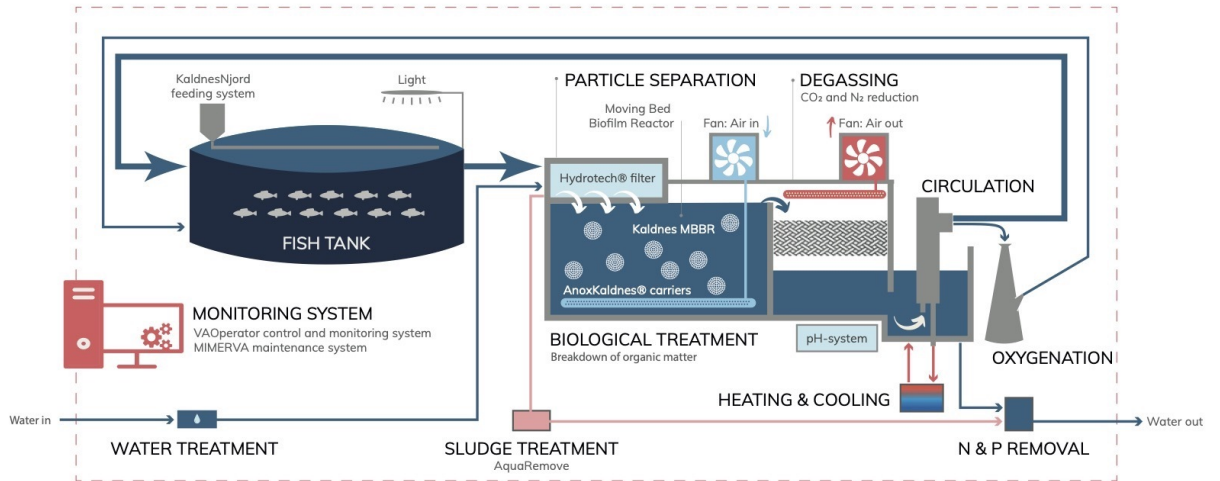
Teknologien innen resirkuleringsanlegg har hatt en stor utvikling de siste årene, der resirkuleringsanlegg som bygges i dag blir utviklet på mange ulike måter. Det finnes utallige

design for resirkuleringsystemer, og de fleste vil fungere effektivt hvis de oppnår lufting, fjerning av partikler, biologisk filtrering for å fjerne ammoniakk- og nitrittavfall, og buffering av pH. Disse prosessene kan oppnås med biofiltre. Dette er levende filtre som består av et medium (korrugerte plastplater, perler eller sandkorn) som en film som bakterier vokser på. Bakteriene sørger for å styrke avfallsbehandlingen ved å fjerne forurensninger. De to primære vannforurensningene som må fjernes er (1) fiskeavfall (giftige ammoniakkforbindelser) som skiller ut i vannet og (2) uspiste fiskefôrpartikler. I prinsippsskissen under kan vi se hvordan hovedkomponentene utarbeides:



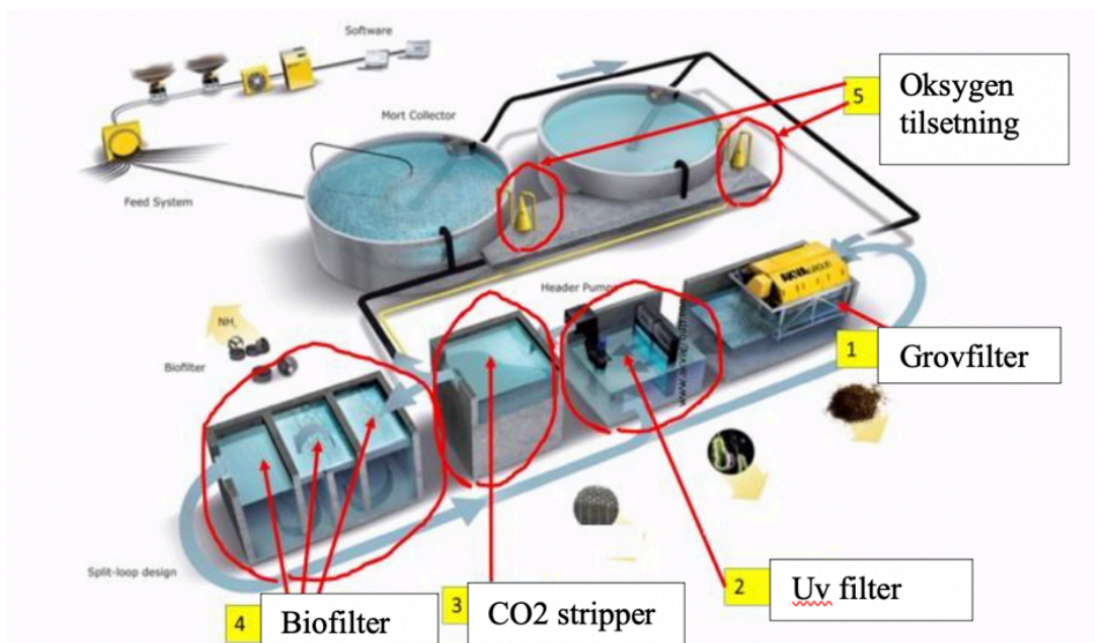
Figur 9: Prinsippsskisse for resirkuleringsanlegg. Mørkeblå pil indikerer inntaksvann, lyseblå pil indikerer resirkulert vann og rød pil indikerer avløpsvann (Aarhus, et al. 2011).

RAS prinsipp



PURE salmon | Kaldnes

Figur 10: RAS-anlegg, prinsippmatrise (Pure Salmon 2022)



Figur 11: RAS-anlegg, hvert steg forklart (Kanstad. u.d.)

Kort forklart hvordan hver komponent i RAS-anlegget fungerer – Figur 12:

1. Først blir det eksisterende vannet i karet sendt gjennom en filtreringsprosess der et grovfilter fjerner avføring, spillfôr og andre partikler mekanisk fra vannet. Det er her de store partiklene en kan se med det blotte øyet blir fjernet. (Norsk røyeforum 2022)
2. Videre blir vannet sendt gjennom et UV filter for å drepe bakterier som kan være skadelig for fisken.
3. Deretter blir vannet sendt gjennom en CO₂ stripper for å fjerne all CO₂ fra vannet.
4. I biofilteret blir vannet renses for gasser og andre farlige stoffer som f.eks. ammonium, nitritt, nitrat, ammoniakk osv.
5. Til slutt blir det tilsatt nødvendig oksygen og en eventuell bestråling av vannet, før det fraktes tilbake til fisken igjen. Her vil det også være mulig å regulere temperaturen i vannet, for å gi fisken best mulig vekst og levevilkår (NTNU 2016).

I et RAS-anlegg er det viktig at anlegget er under konstant overvåkning. Grunnen til dette er at hvis det oppstår problemer som for eksempel forurensing i vannet, overfôring eller at oksygen tilførselen blir defekt vil dette påvirke hele anlegget ettersom vannet resirkuleres. Det er derfor nødvendig at vannkvaliteten, stoffer i vannet som bakterier og alt annet som kan påvirker fiskens helse, blir overvåket. Et RAS-anlegg er derfor mer sårbart enn er gjennomstrømningsanlegg når det kommer til indre risiko faktorer, mens et gjennomstrømningsanlegg er mer sårbart for eksterne faktorer. Et gjennomstrømningsanlegg vil også blir påvirket dersom det er tørre somre og lite vann i elven. Om dette skulle oppstå må man kutte ned på biomassen på anlegget.

En fordel mer RAS-anlegg er at man er i stand til å kontrollere temperaturen på vannet og andre kvaliteter som kan hjelpe til med å få et optimalt vekstmiljø for fisken. Dette er mulig siden man resirkulerer vannet og dermed kan holde en jevn temperatur. Dette ville ikke vært mulig for andre oppdrettstyper grunnet mengden energi som må til for å varme opp vannet. I dag er det flere og flere som velger å gå over til RAS-anlegg når man ser hvilke fordeler som kommer med, og derav muligheten til å kunne «skreddersy» fisken etter kunden sine ønsker. Dette betyr også at et RAS-anlegg er veldig komplisert og vanskelig å få til, men hvis man knekker koden kan belønningen være stor.

4.2.3.1 Løsninger og utfordringer med RAS-anlegg

RAS-anlegget er et nyere type anlegg som det fortsatt forskes på. Dette er fordi RAS-anlegg kommer med løsninger slik at en bedrift kan optimalisere produksjonen sin, ved å korte ned på ledetiden. Dette gjøres ved at man blant annet kan regulere temperaturen i anlegget og dermed sørge for at det til enhver tid er optimale vekstforhold for settefisken.

RAS-anlegget har også løsninger på hvordan en bedrift kan holde resursene de bruker i bedriften lenger og dermed korter ned råvarebruket. Dette fører også til at RAS-anlegg i stor grad kan benytte seg av sirkulær økonomi. Måten RAS-anlegget kan komme med disse løsningene er at anlegget gjenbraker om lag 95% av vannet som brukes i anlegget. Når man holder vannet i anlegget, er det lettere å holde det på en gitt temperatur. Hvis en oppdrettslokalitet har lite tilgang på vann, er det en fordel å benytte seg av RAS-anlegg grunnet at man ikke er like avhengig av tilgjengelige vannressurser (Havforskningsinstituttet 2021).

Det oppstår også ulemper ved å benytte seg av RAS-anlegg, noe som kan føre til store konsekvenser hvis det drives med feil eller lav kompetanse. Grunnet den lille mengden nytt vann anlegget tar inn er det lett for bakterier og virus å spre seg i anlegget. Dette er fordi vannet går i omløp og hvis det oppstår smitte blir hele anlegget kontaminert. Hvis sykdom først har oppstått er det også veldig vanskelig å bli kvitt grunnet den store mengden med rør og pumper som trengs i et RAS-anlegg.

Pumping av vann er også en post som krever mer kostnad enn på et gjennomstrømningsanlegg. Kompleksiteten til et RAS-anlegg er også et moment som gjør RAS-anlegg til en ulempe. Det fører til at det er en høy sannsynlighet for at en uønsket hendelse inntreffer. Når et RAS-anlegg fungerer som det skal, fungerer det veldig bra. Men dersom noe går gale, vil det få store konsekvenser.

I dette kapitlet har vi beskrevet caset vår og gitt en enkel innføring i landbasert oppdrett og forklart hvordan settefiskproduksjon fungerer. Vi beskrev deretter de to ulike driftsformene for settefiskproduksjon, RAS-anlegg og gjennomstrømningsanlegg, som vi nå ønsker å analysere.

5.0 Analyse av empiriske funn

I dette kapittelet forsøker vi å gi svar på forskningsspørsmålene som vi stilte i første kapittel og presenter funnene vi har gjort. Vi har mottatt data fra energiforbruket deres og oversikt over alle produksjonstallene fra både RAS-anlegget og gjennomstrømningsanlegget. Under figurene om produksjonstallene finner vi også en oversikt over dødelighet og destruering.

5.1 Energiforbruk

Energiforbruket er et område som utgjør en stor del av både kostnader og utslippet til de forskjellige anleggene. Selv om man kan velge å kjøpe strøm som er *bærekraftig* produsert ønsker en unngå å ha et høyt strømforbruk i forhold til hvor mye fisk man produserer. Det er viktig at administrasjonen har en oversikt over hvor mye strøm de ulike delene av anlegget buker, og hvor effektivt kan man utnytte den strømmen man har tilgjengelig.

I denne delen av oppgaven skal vi analysere forskjellen på strømforbruket i kwh i de ulike anleggene til oppdrettsbedriften vi samarbeider med. Dette er for å se på hvordan de ulike anleggene påvirker miljøet. Vi skal også analysere kostnadene som er knyttet til strømforbruket ved å se på forbruk og strømpris. På denne måten kan vi kartlegge hvor økonomisk bærekraftig de ulike anleggene er. Ved hjelp av strømprisen får man et innblikk i hvor mye strøm som går til de ulike anleggene. I strømanalysen sammenlignes strømforbruket til de ulike anleggene i vekstintervallen 5-300 gram. Dette fører til at det blir oppgitt ulike antall produksjons måneder ved de ulike anleggene.

Strømpris RAS			
År	Kalender måned	Produskjons måned	Strømpris
2021	September	1	kr 91,426.00
	November	2	kr 96,437.00
	Desember	3	kr 110,485.00
	Januar	4	kr 111,600.00
2022	Februar	5	kr 116,694.00
	Mars	6	kr 99,061.00
	April	7	kr 106,572.00
	Mai	8	kr 114,383.00
Total			kr 846,658.00

Tabell 1: RAS-anlegg strømpris (5-300gram)

Strømpris Gjennomstrømningsanlegg			
År	Kalender måned	Produksjons måned	Strømpris
2020	Mai	1	kr 22,382.00
	Juni	2	kr 51,229.00
	Juli	3	kr 74,850.00
	August	4	kr 83,804.00
	September	5	kr 80,408.00
	Oktober	6	kr 72,339.00
	November	7	kr 61,630.00
	Desember	8	kr 77,696.00
2021	Januar	9	kr 90,283.00
	Februar	10	kr 92,688.00
	Mars	11	kr 72,674.00
	April	12	kr 86,999.00
	Mai	13	kr 77,191.00
Total			kr 944,173.00

Tabell 2: Gjennomstrømningsanlegg strømpris (5-300gram)

Ovenfor er oversikten over hvor mye strømmen koster hos de ulike anleggene bedriften bruker. I denne bacheloroppgaven har vi valgt å sammenligne forbruket for et vekstperioden 5-300g. Grunnen til dette er at vi da kan få et helhetlig bilde om hvor mye de ulike anleggene bruker i løpet av vekstintervallet. Dermed får vi et bilde på hvor mye strøm som trengs for at fisken skal vokse fra 5-300gram.

I løpet av hele vekstintervallet hadde RAS-anlegget en samlet strømpris på 846 658kr (tabell 1), mens gjennomstrømningsanlegget hadde en samlet strømpris på 944 173 kr (tabell 2) i løpet av hele vekstintervallet. RAS anlegget hadde høyest strømpris i månedene desember - februar og april - mai, med en topp på 116 694 kr (tabell1) i januar. De månedene der RAS-anlegget hadde lavest strømpris var månedene september - november, med september som måned med lavest forbruk på 91 426 kr (tabell 1). RAS-anlegget har strømpris som er billig i starten av vekstintervallet, men prisen øker ut i resten av intervallet. Et unntak med et prisfall i mars.

Når vi ser på gjennomstrømningsanlegget er det produksjonsmåned 1 og 2 som har lavest strømpris, med den laveste prisen i mai på 22 382kr. Strømprisen hos gjennomstrømningsanlegget er på sitt høyeste i produksjonsmånedene 9 og 10, med en topp

i februar i produksjonsmåned 10. Når det gjelder RAS-anlegget er det også produksjonsmåned 1 og 2 som har lavest strømpris. Resten av produksjonstiden varierer strømmen mellom 61 000kr og 92 000kr, med en strømpris topp i vintermånedene.

Strømpris forskjell						
Måned	RAS		GJ		Forskjell kr	Forskjell prosent
1	kr	91,426.00	kr	22,382.00	kr 69,044.00	76%
2	kr	96,437.00	kr	51,229.00	kr 45,208.00	47%
3	kr	110,485.00	kr	74,850.00	kr 35,635.00	32%
4	kr	111,600.00	kr	83,804.00	kr 27,796.00	25%
5	kr	116,694.00	kr	80,408.00	kr 36,286.00	31%
6	kr	99,061.00	kr	72,339.00	kr 26,722.00	27%
7	kr	106,572.00	kr	61,630.00	kr 44,942.00	42%
8	kr	114,383.00	kr	77,696.00	kr 36,687.00	32%
9		-	kr	90,283.00	-	-
10		-	kr	92,688.00	-	-
11		-	kr	72,674.00	-	-
12		-	kr	86,999.00	-	-
13		-	kr	77,191.00	-	-
Total	kr	846,658.00	kr	944,173.00	-kr 97,515.00	-12%

Tabell 3: Sammenligning strømpris

Tabell 3 gir en oversikt på strømpris i de ulike anleggene, RAS-anlegg og gjennomstrømning. Tabellen viser også forskjell i pris måned og prosent pr måned. Her kan vi se at RAS-anlegget har en strømpris som ligger mellom 25% og 40% høyere enn gjennomstrømningsanlegget. Dette er foruten en stor forskjell i startmånedene når forskjellene er på 76% i måned 1, og 47% i måned 2. Sammenlagt over vekstintervallen kan vi se at det er gjennomstrømningsanlegget som har størst forbruk. Gjennomstrømningsanlegget har et sammenlagt forbruk på 944 173 kr, mens RAS-anlegget har et sammenlagt forbruk på 846 658 kr. Det er gir en forskjell på 12%, som utgjør en pris på 97 515 kr mer for gjennomstrømningsanlegget.

5.2 Produksjonstall

Produksjonen til anleggene er viktig å se på når man skal avgjøre hvilket av anleggene som er mest bærekraftig. Grunnen til dette er at det er at det vil gi et mer nøyaktig resultat ved å sammenligne biomassen som anleggene produserer opp mot energiforbruk, dødelighet og destruering. Vi analyserer derfor først tallene som omhandler produksjon slik at de kan brukes senere i analysen.

I samarbeid med oppdrettsselskapet har vi fått tilgang til produksjonstallene til både RAS-anlegget og gjennomstrømningsanlegget. Tidsintervallet som de har valgt å dele med oss er perioden 29.04.2020 - 31.05.2021 for gjennomstrømningsanlegget som produserer ørret, og perioden 30.08.2021 - 21.04.2022 for RAS-anlegget som produserer laks. Fisken vi skal sammenligne fra begge anlegg er fisk fra 5g til 300g.

RAS-anlegg LAKS

Periode	30.08.2021	Til	21.04.2022
+ Prosjekt	21-1-3-1-21		

Ar	Uke	Prosjekt	IB			Dødelighet		Destruering		Levering / Mottak		UB			Fôr		Netto	Statistikker			
			Antall	Vekt	Biomasse	Antall	Biomasse	Antall	Biomasse	Antall	Biomasse	Antall	Vekt	Biomasse	Bruk	Dager	Produksjon	Tilv-%	Øk FF	bFF	
2021	35	BXH - 21-1-3-1-21	1 000 536	5,83	5 835	710	7					999 826	9,57	9 570	1 114,0	7	3 735	7,313	,298	,298	
2021	36	BXH - 21-1-3-1-21	999 826	9,57	9 570	620	7					999 206	11,32	11 313	1 542,0	7	1 743	2,446	,885	,881	
2021	37	BXH - 21-1-3-1-21	999 206	11,32	11 313	348	5					998 858	13,27	13 256	1 753,0	7	1 943	2,306	,902	,900	
2021	38	BXH - 21-1-3-1-21	998 858	13,27	13 256	269	4					998 589	15,45	15 426	1 956,0	7	2 169	2,196	,902	,900	
2021	39	BXH - 21-1-3-1-21	998 589	15,45	15 426	212	3					998 377	17,48	17 453	1 828,0	7	2 028	1,783	,901	,900	
2021	40	BXH - 21-1-3-1-21	998 377	17,48	17 453	277	6					998 100	20,74	20 699	3 014,0	7	3 246	2,469	,929	,927	
2021	41	BXH - 21-1-3-1-21	998 100	20,74	20 699	381	9					997 719	23,83	23 778	2 779,0	7	3 079	2,003	,903	,900	
2021	42	BXH - 21-1-3-1-21	997 719	23,83	23 778	754	17					996 965	26,38	26 305	1 887,0	6	2 526	1,181	,747	,742	
2021	43	BXH - 21-1-3-1-21	996 965	26,38	26 305	516	14					996 449	31,71	31 600	2 995,0	7	5 295	2,897	,566	,564	
2021	44	BXH - 21-1-3-1-21	996 449	31,71	31 600	652	22	135 776	1 358				861 431	32,23	27 764	1 209,0	5	- 3 052	,691	-,396	-,723
2021	45	BXH - 21-1-3-1-21	861 431	32,23	27 764	239	8					861 192	35,55	30 616	2 574,5	7	2 852	1,437	,903	,900	
2021	46	BXH - 21-1-3-1-21	861 192	35,55	30 616	676	23					860 516	39,79	34 242	3 284,0	7	3 626	1,658	,906	,900	
2021	47	BXH - 21-1-3-1-21	860 516	39,79	34 242	286	12					860 230	43,9	37 764	3 611,0	7	3 523	1,627	1,025	1,022	

Tabell 4: Produksjonstall, Laks, RAS-anlegg

Ar	Uke	Prosjekt	IB			Dødelighet		Destruering		Levering / Mottak		UB			Før		Netto		Statistikker		
			Antall	Vekt	Biomasse	Antall	Biomasse	Antall	Biomasse	Antall	Biomasse	Antall	Vekt	Biomasse	Bruk	Dager	Produksjon	Tilv-%	Øk FF	bFF	
2021	48	BXH - 21-1-3-1-21	860 230	43,9	37 784	505	22					859 725	50,62	43 522	3 340,5	7	5 757	1,988	,580	,578	
2021	49	BXH - 21-1-3-1-21	859 725	50,62	43 522	141	7	19 344	580			840 240	53,13	44 643	2 123,0	7	1 121	,853	1,893	1,243	
2021	50	BXH - 21-1-3-1-21	840 240	53,13	44 643	1 013	64	19 242	385			787 638	60,98	48 027	3 231,0	7	523	,609	6,183	3,325	
2021	51	BXH - 21-1-3-1-21	787 638	60,98	48 027	251	15					787 387	68,2	53 696	5 116,0	7	5 669	1,595	,902	,900	
2022	52	BXH - 21-1-3-1-21	787 387	68,2	53 696	305	20					787 082	73,67	57 985	6 458,9	7	4 289	1,007	1,506	1,499	
2022	1	BXH - 21-1-3-1-21	787 082	73,67	57 985	158	12					786 924	84,57	66 548	7 264,4	7	8 563	2,040	,848	,847	
2022	2	BXH - 21-1-3-1-21	786 924	84,57	66 548	279	25					786 645	95,39	75 040	7 665,1	7	8 492	1,781	,903	,900	
2022	3	BXH - 21-1-3-1-21	786 645	95,39	75 040	1 389	133					807 298	108,15	87 312	7 160,7	7	12 272	1,886	,584	,577	
2022	4	BXH - 21-1-3-1-21	807 298	108,15	87 312	478	54					806 820	120,54	97 252	8 995,0	7	9 941	1,542	,905	,900	
2022	5	BXH - 21-1-3-1-21	806 820	120,54	97 252	734	97					806 086	133,72	107 789	9 570,0	7	10 537	1,505	,908	,900	
2022	6	BXH - 21-1-3-1-21	806 086	133,72	107 789	492	75					805 594	144,78	116 634	8 028,0	7	8 845	1,187	,908	,900	
2022	7	BXH - 21-1-3-1-21	805 594	144,78	116 634	3 249	474	7 104	995			794 941	162,4	129 102	9 083,0	7	11 109	1,519	,818	,722	
2022	8	BXH - 21-1-3-1-21	794 941	162,4	129 102	432	69					794 509	178,17	141 555	11 270,0	7	12 453	1,361	,905	,900	
2022	9	BXH - 21-1-3-1-21	794 509	178,17	141 555	603	103					793 906	193,74	153 808	11 121,0	7	12 253	1,248	,908	,900	
2022	10	BXH - 21-1-3-1-21	793 906	193,74	153 808	3 655	803					790 251	209,81	165 646	11 376,0	7	11 837	1,156	,961	,900	
2022	11	BXH - 21-1-3-1-21	790 251	209,81	165 646	1 752	394					788 499	228,64	180 283	12 548,0	7	14 638	1,259	,857	,835	
2022	12	BXH - 21-1-3-1-21	788 499	228,64	180 283	477	118					788 022	245,89	193 767	12 241,0	7	13 483	1,054	,908	,900	
2022	13	BXH - 21-1-3-1-21	788 022	245,89	193 767	451	115					787 571	263,09	207 203	12 196,0	7	13 436	,976	,908	,900	
2022	14	BXH - 21-1-3-1-21	787 571	263,09	207 203	486	136					787 085	279,15	219 711	11 380,0	7	12 508	,862	,910	,900	
2022	15	BXH - 21-1-3-1-21	787 085	279,15	219 711	425	124			- 198 595	- 59 976	588 065	290,19	170 652	8 031,0	7	10 917	,910	,736	,727	
2022	16	BXH - 21-1-3-1-21	588 065	290,19	170 652							588 065	290,19	170 652	,0	4					

Tabell 5: Produksjonstall, Laks, RAS-anlegg

Ar	Uke	Prosjekt	IB			Dødelighet		Destruering		Levering / Mottak		UB			Før		Netto		Statistikker		
			Antall	Vekt	Biomasse	Antall	Biomasse	Antall	Biomasse	Antall	Biomasse	Antall	Vekt	Biomasse	Bruk	Dager	Produksjon	Tilv-%	Øk FF	bFF	
Prosjekt total			1 000 536	5,83	5 835	23 215	2 997	181 466	3 317	- 198 595	- 59 976	588 065	290,19	170 652	197 745,1	232	221 356				

Tabell 6: Totale produksjonstall ved ca. 300g, Laks, RAS-anlegg

Gjennom kommunikasjon med bedriften via e-post kunne de gi oss forklaring på ulike destrueringsstall i tabellen:

2021, Uke: 44 – sortering

2021, Uke: 49-50 – vaksinerings av den største fisken

2022, Uke: 7 – vaksinerings av den mindre fisken

Fra 5g til 300g = 34 uker

Gjennomstrømming - ØRRET

	Periode	29.04.2020	Til	31.05.2021
+	Prosjekt	21-2-4-2-20		

År	Uke	Prosjekt	IB			Dødelighet		Destruering		Levering / Mottak		UB			Før		Netto	Statistikker		
			Antall	Vekt	Biomasse	Antall	Biomasse	Antall	Biomasse	Antall	Biomasse	Antall	Vekt	Biomasse	Bruk	Dager	Produksjon	Tilv-%	Øk FF	bFF
2020	19	BXH - 21-2-4-2-20				610	3			367 706	1 697	367 096	5,03	1 848	154,0	5	151	1,746	1,019	1,000
2020	20	BXH - 21-2-4-2-20	367 096	5,03	1 848	63						367 033	6,16	2 260	426,0	7	412	2,804	1,034	1,033
2020	21	BXH - 21-2-4-2-20	367 033	6,16	2 260	271	2					366 762	7,35	2 696	505,0	7	436	2,537	1,159	1,154
2020	22	BXH - 21-2-4-2-20	366 762	7,35	2 696	392	3					366 370	9,29	3 402	636,0	7	706	3,441	,901	,897
2020	23	BXH - 21-2-4-2-20	366 370	9,29	3 402	346	4					366 024	11,56	4 231	828,0	7	829	3,123	,998	,994
2020	24	BXH - 21-2-4-2-20	366 024	11,56	4 231	977	13					365 047	14,71	5 370	1 014,0	7	1 139	3,452	,891	,881
2020	25	BXH - 21-2-4-2-20	365 047	14,71	5 370							365 047	18,64	6 805	1 435,0	7	1 435	3,439	1,000	1,000
2020	26	BXH - 21-2-4-2-20	365 047	18,64	6 805	2 480	58					362 567	23,17	8 399	1 652,0	7	1 594	3,147	1,036	1,000
2020	27	BXH - 21-2-4-2-20	362 567	23,17	8 399	1 405	43					361 162	28,83	10 412	1 441,0	7	2 013	3,036	,716	,701
2020	28	BXH - 21-2-4-2-20	361 162	28,83	10 412	1 475	34					363 890	28,67	10 433	1 012,0	6	1 045	1,388	,968	,938
2020	29	BXH - 21-2-4-2-20	363 890	28,67	10 433	841	20					363 049	40,07	14 548	2 375,3	7	4 116	5,024	,577	,574
2020	30	BXH - 21-2-4-2-20	363 049	40,07	14 548	380	14					362 669	48,75	17 680	3 146,0	7	3 132	2,809	1,004	1,000
2020	31	BXH - 21-2-4-2-20	362 669	48,75	17 680	375	20	1 890	47			360 644	52,98	19 105	1 535,9	7	1 425	1,486	1,078	1,029

Tabell 7: Produksjonstill, Ørret, gjennomstrømningsanlegg

År	Uke	Prosjekt	IB			Dødelighet		Destruering		Levering / Mottak		UB			Før		Netto	Statistikker		
			Antall	Vekt	Biomasse	Antall	Biomasse	Antall	Biomasse	Antall	Biomasse	Antall	Vekt	Biomasse	Bruk	Dager	Produksjon	Tilv-%	Øk FF	bFF
2020	32	BXH - 21-2-4-2-20	360 644	52,98	19 105	159	8					360 485	54,77	19 744	2 781,4	7	638	,328	4,356	4,302
2020	33	BXH - 21-2-4-2-20	360 485	54,77	19 744	368	19			210 928	2 658	571 045	44,55	25 442	3 059,5	7	3 040	1,891	1,006	1,000
2020	34	BXH - 21-2-4-2-20	571 045	44,55	25 442	433	15					570 612	53,65	30 611	3 653,8	7	5 169	2,457	,707	,705
2020	35	BXH - 21-2-4-2-20	570 612	53,65	30 611							570 612	61,24	34 945	4 333,8	7	4 334	2,216	1,000	1,000
2020	36	BXH - 21-2-4-2-20	570 612	61,24	34 945	247	20			- 228 991	- 24 960	341 374	42,36	14 459	2 968,3	7	4 474	2,545	,663	,660
2020	37	BXH - 21-2-4-2-20	341 374	42,36	14 459	1 928	75					339 446	48,93	16 609	2 224,2	7	2 149	2,276	1,035	1,000
2020	38	BXH - 21-2-4-2-20	339 446	48,93	16 609	837	39	6 267	251			332 342	58,6	19 477	1 483,7	7	884	1,531	1,679	1,265
2020	39	BXH - 21-2-4-2-20	332 342	58,6	19 477	426	15			149 587	- 3 855	481 503	36,21	17 437	2 265,6	6	1 816	1,507	1,248	1,238
2020	40	BXH - 21-2-4-2-20	481 503	36,21	17 437	133	5					481 370	41,8	20 121	2 690,0	7	2 685	2,071	1,002	1,000
2020	41	BXH - 21-2-4-2-20	481 370	41,8	20 121	206	10					481 164	47,45	22 833	2 721,0	7	2 711	1,829	1,004	1,000
2020	42	BXH - 21-2-4-2-20	481 164	47,45	22 833	154	8					483 063	54,37	26 265	1 835,0	7	1 878	1,059	,977	,973
2020	43	BXH - 21-2-4-2-20	483 063	54,37	26 265	427	20					470 386	61,11	28 743	2 161,0	7	509	,803	4,247	4,084
2020	44	BXH - 21-2-4-2-20	470 386	61,11	28 743	122	8					470 264	68,35	32 142	3 407,0	7	3 399	1,684	1,002	1,000
2020	45	BXH - 21-2-4-2-20	470 264	68,35	32 142	168	11					470 096	76,34	35 887	3 756,0	7	3 745	1,608	1,003	1,000
2020	46	BXH - 21-2-4-2-20	470 096	76,34	35 887	268	21					469 828	84,93	39 905	4 172,0	7	4 017	1,507	1,038	1,033
2020	47	BXH - 21-2-4-2-20	469 828	84,93	39 905	102	10			- 45 600	- 2 462	424 126	97,64	41 411	3 979,0	7	3 969	1,464	1,002	1,000
2020	48	BXH - 21-2-4-2-20	424 126	97,64	41 411	170	18					423 956	110,04	46 652	3 589,0	7	5 241	1,812	,685	,682
2020	49	BXH - 21-2-4-2-20	423 956	110,04	46 652	121	14					423 835	117,7	49 887	3 249,0	7	3 235	,963	1,004	1,000
2020	50	BXH - 21-2-4-2-20	423 835	117,7	49 887	574	66	14 810	922			408 451	119,99	49 009	587,0	7	- 1 173	,170	-,500	-3,168
2020	51	BXH - 21-2-4-2-20	408 451	119,99	49 009	71	9					408 380	124,37	50 792	1 791,0	7	1 782	,514	1,005	1,000
2020	52	BXH - 21-2-4-2-20	408 380	124,37	50 792	71	9					408 309	130,31	53 205	2 423,0	7	2 414	,667	1,004	1,000

Tabell 8: Produksjonstill, Ørret, gjennomstrømningsanlegg

År	Uke	Prosjekt	IB			Dedelighet		Destruering		Levering / Mottak		UB			Før		Netto	Statistikker		
			Antall	Vekt	Biomasse	Antall	Biomasse	Antall	Biomasse	Antall	Biomasse	Antall	Vekt	Biomasse	Bruk	Dager	Produksjon	Tilv-%	Øk FF	bFF
2021	53	BXH - 21-2-4-2-20	408 309	130,31	53 205	47	6					408 262	137,17	56 003	2 804,0	7	2 798	,735	1,002	1,000
2021	1	BXH - 21-2-4-2-20	408 262	137,17	56 003	36	5					408 226	144,58	59 021	3 023,0	7	3 018	,752	1,002	1,000
2021	2	BXH - 21-2-4-2-20	408 226	144,58	59 021	45	7					408 181	152,03	62 057	3 042,1	7	3 036	,720	1,002	1,000
2021	3	BXH - 21-2-4-2-20	408 181	152,03	62 057	43	7					408 138	167,31	68 288	3 236,5	7	6 231	1,349	,519	,519
2021	4	BXH - 21-2-4-2-20	408 138	167,31	68 288	51	9					408 087	173,42	70 770	2 491,0	7	2 482	,514	1,003	1,000
2021	5	BXH - 21-2-4-2-20	408 087	173,42	70 770	36	6					408 051	178,31	72 760	1 996,3	7	1 990	,399	1,003	1,000
2021	6	BXH - 21-2-4-2-20	408 051	178,31	72 760	47	9					408 004	183,37	74 815	2 064,0	7	2 055	,401	1,004	1,000
2021	7	BXH - 21-2-4-2-20	408 004	183,37	74 815	65	12					407 939	189,04	77 116	2 312,8	7	2 301	,436	1,005	1,000
2021	8	BXH - 21-2-4-2-20	407 939	189,04	77 116	82	16					407 857	195,08	79 565	2 465,3	7	2 449	,451	1,006	1,000
2021	9	BXH - 21-2-4-2-20	407 857	195,08	79 565	42	9					407 815	201,72	82 264	2 707,0	7	2 698	,479	1,003	1,000
2021	10	BXH - 21-2-4-2-20	407 815	201,72	82 264	76	16					407 739	208,63	85 065	2 817,0	7	2 801	,482	1,006	1,000
2021	11	BXH - 21-2-4-2-20	407 739	208,63	85 065	473	97					407 266	203,28	82 789	2 521,0	7	- 2 276	-,366	-1,108	-1,157
2021	12	BXH - 21-2-4-2-20	407 266	203,28	82 789	209	44					407 057	208,41	84 835	2 090,0	7	2 046	,353	1,022	1,000
2021	13	BXH - 21-2-4-2-20	407 057	208,41	84 835	130	28					406 927	216,89	88 260	3 453,0	7	3 425	,574	1,008	1,000
2021	14	BXH - 21-2-4-2-20	406 927	216,89	88 260	35	8					406 892	225,88	91 908	3 657,0	7	3 649	,583	1,002	1,000
2021	15	BXH - 21-2-4-2-20	406 892	225,88	91 908	54	12					406 838	235,42	95 776	3 880,0	7	3 868	,594	1,003	1,000
2021	16	BXH - 21-2-4-2-20	406 838	235,42	95 776	70	17					406 768	245,65	99 923	4 164,0	7	4 147	,611	1,004	1,000
2021	17	BXH - 21-2-4-2-20	406 768	245,65	99 923	91	23					406 677	267,41	108 751	4 347,0	7	8 828	1,225	,492	,491
2021	18	BXH - 21-2-4-2-20	406 677	267,41	108 751	126	35					406 551	278,72	113 314	4 598,0	7	4 563	,595	1,008	1,000
2021	19	BXH - 21-2-4-2-20	406 551	278,72	113 314	104	29					406 447	290,59	118 108	4 823,0	7	4 794	,599	1,006	1,000
2021	20	BXH - 21-2-4-2-20	406 447	290,59	118 108	13	4					406 434	303,04	123 166	5 062,0	7	5 058	,603	1,001	1,000

Tabell 9: Produksjonstill, Ørret, gjennomstrømningsanlegg

År	Uke	Prosjekt	IB			Dedelighet		Destruering		Levering / Mottak		UB			Før		Netto	Statistikker		
			Antall	Vekt	Biomasse	Antall	Biomasse	Antall	Biomasse	Antall	Biomasse	Antall	Vekt	Biomasse	Bruk	Dager	Produksjon	Tilv-%	Øk FF	bFF
2021	21	BXH - 21-2-4-2-20	406 434	303,04	123 166	32	9			- 406 402	- 123 140				0	1	- 26	,188		
Prosjekt total						18 507	1 022	22 967	1 220	47 228	- 150 063				142 844,3	382	145 284			

Tabell 10: Total produksjonstill ved ca. 300g, Ørret, gjennomstrømningsanlegg

Gjennom kommunikasjon med bedriften via e-post kunne de gi oss forklaring på ulike destrueringsstall i tabellen:

2020, Uke: 31 – sortering

2020, Uke: 38 – sortering

2020, Uke: 50 – vaksinerings

Fra 5g til 300g = 55 uker

Sortering skjer for å holde fisk på lik størrelse sammen. Fordelen med dette er at mer fisk blir mett under foring. Om man ikke sorterer vil den store fisken spise opp foret før den når ned til den lille fisken, noe som vil skape enda større forskjell på fisken. Under sortering blir en viss andel destruert, dette blir bestemt ut ifra innstillinger på sorteringsmaskinen hvor de aller minste fiskene vil dette gjennom maskinen og opp i et bedøvningskar. Fisken sorteres som regel 1-2 ganger før den bli vaksinert.

Vaksinering av fisken skjer vanligvis når fisken er mellom 30 -170g. fisken får ulike typer vaksiner ut ifra hva kjøperen ønsker. Under denne prosessen har en mulighet til å få sett på hver enkelt fisk og tilstanden til den. Dette blir gjort for hånd av dyktige fagfolk, eller automatisk av en intelligent vaksineringsmaskin. Dersom en oppdager deformitet eller andre tilstander på fisken som tilsier at den ikke kommer til å overleve blant frisk og sterk fisk, vil denne fisken bli destruert ved bedøvelse i vann.



Figur 12 taperfisk, Foto: Trude bakke Jøssum, (Kyst u.d.)

Destruering av fisk under sortering og vaksinering blir gjennomført for å kvitte seg med den aller minste fisken, men også de vi kaller for «tapere». Disse fiskene kan som regel leve like lenge som frisk fisk, men ikke med den samme dyrevelferden. I hovedsak er disse enklere å legge merke til etter sjøsetting da det vil være stor forskjell på en taper fisk og en frisk fisk. Taperen vil være vesentlig tynnere og avmagret. Selv om en ser det tydelig etter sjøsetting, går det an å oppdage de i settefiskfasen og destruere de ved bedøvelsesvann på denne måten. Årsaken til tapersyndrom er fortsatt uavklart, og det kan være sammensatte faktorer som spiller inn. Problemer i forbindelse med stress, mye håndtering, smoltifisering og dårlig smoltkvalitet kan være slike faktorer (Gu 14.02.2019).

Levering skjer etter avtale med kunden, hvor mye fisk en vil ha og hvilken størrelse den skal være. Her må kunden være fleksibel ettersom det kan oppstå ulike situasjoner som for eksempel sjukdom eller destruering som gjør at dette antallet blir mindre en først avtalt. Et RAS-anlegg produserer laks fra eget klekkeri hvor de har et stort kull. I dette tilfellet er kullet på om lag 1 000 000 smolt på 5g ved innsetting. Det er ikke uvanlig at det oppstår et tilfelle hvor en har mindre fisk enn hva selgeren i utgangspunktet har lovet. Om antallet blir mye mindre enn hva kunden har etterspurt når fisken er rundt 300g og klar for sjøsetting må man underveis i produksjonen opplyse kunden om situasjonen. Dette er for å sørge for at kunden får mulighet til å bestille det resterende antallet hos en annen leverandør om det er snakk om en betydelig mengde.

I tilfellet til denne bedriften er mottak mer vanlig i gjennomstrømningsanlegget som produserer ørret. Grunnen til dette er at bedriften har flere settefiskanlegg som kan supplere med mer fisk fra samme kull dersom en opplever at en får mindre fisk enn hva kunden har etterspurt. Vi ser derfor ut i fra tabellen at det er mer fisk som går ut og inn av dette anlegget. Bedriften samarbeider med tilhørende egne settefiskanlegg fra samme kull for å tilfredsstille kunders behov. I noen tilfeller vokser fisken fortere enn antatt og en må levere til andre settefiskanlegg for å passe på at en ikke går over maks tillat biomasse på eget anlegg. Et annet alternativ er å holde tilbake på føringen for å senke veksten på fisken, derav lavere biomasse.

5.3 Dødelighet og destruering

I analysen om dødelighet og destruering ønsker vi å se på forskjeller mellom de ulike anleggene, men også grunner til hvorfor fisk dør eller blir destruert under produksjonen. Årsaker til at fisken dør under produksjon kan være flere grunner til. Destruering er en bevisst metode de ansatte ved anlegget bruker for å kvitte seg med den aller minste fisken og fisk med deformiteter, dette gjør de under vaksiner og sortering når en får sett fisken på nært hold.

Dersom denne typen fisk ikke blir plukket opp under vaksiner eller sortering vil denne gruppen dø av naturlige årsaker under vanlig produksjon. Om et større antall av frisk og sunn fisk plutselig begynner å dø, mistenker man først at fisken har fått en sykdom. Prosedyren ved dette tilfellet er at en fiskehelsebiolog kommer og ser på fisken. Fiskehelsebiologen får tatt prøver og analysert disse slik at de ansatte ved anlegget vet hvilke typer behandling eller medisin de må gi fisken.

En av de mest vanlige sykdommene i et settefiskanlegg er IPN. Infeksiøs pankreasnekrose (IPN) er en virussjukdom som først og fremst er knyttet til oppdrett av lakse og regnbueørret. IPN-viruset er globalt utbredt, som også er påvist hos en rekke andre fiskearter (Veterinærinstituttet 2022).

Tabellene om produksjonstall inneholder oversikt over dødelighet og destruering. I tabellen som omhandler RAS-anlegget ser vi at det er økt dødelighet i uke 50 i 2021, dette er som

følge av sortering. Årsaken til dødelighet grunnet sortering kan være at fisken har blitt utsatt for stress under pumping fra et kar til et annet. Det er også en sortering i uke 7 i 2022. I denne uken og de påfølgende 4 ukene er det mer dødelighet enn vanlig. En årsak til dette kan være at fisken har pådratt seg skader under sorteringen fra skarpe kanter. Dette kan utvikle seg til større sår, hvor immunsystemet til fisken svekkes og kan føre til at den etter hvert dør som følge av dette.

Vi har nå presentert funnene vi har gjort i vår forskning, og skal videre nå diskuterer disse opp mot bærekraft, FNs bærekraftsmål og vurdere dem inn i sirkulær økonomi og lineær økonomi.

6.0 Diskusjon

Diskusjonen tar for seg problemstillingen: *«Hvordan landbaserte oppdrett: RAS- og gjennomstrømningsanlegg bidrar til en bærekraftig produksjon av settefisk»*. Dette belyses gjennom å sammenligne ulike aspekter mellom RAS-anlegget og gjennomstrømningsanlegget. De aspektene vi har valgt å sammenligne er forskjeller og likheter mellom strømbruket, produksjonstallene, og dødelighet/destruering av fisk til de ulike anleggene. Vi vil deretter belyse hvordan anleggene måler seg opp mot de utvalgte bærekraftsmålene til FN, samt komme med forslag til forbedringer.

6.1 Energiforbruk

I diskusjonen om energiforbruk, diskuterer vi årsaker til de funnene som ble gjort i analysen. Dette innebærer å forklare hvorfor anleggene har ulikt strømforbruk, hva strømmen i de ulike anleggene går til og hvordan anleggene kan redusere strømforbruket. Til slutt sammenligner vi RAS – og gjennomstrømningsanleggene opp mot bærekrafts mål 13, Stoppe klimaendringene.

6.1.1 Energi forbruk RAS-anlegg

I analysen over presenterte vi strømprisene til de ulike anleggene, der kan en se at den totale strømprisen til gjennomstrømningsanlegget er høyere enn den totale prisen til RAS-

anlegget. Hovedgrunnen til dette er at i et gjennomstrømningsanlegg vokser fisken saktere og det tar derfor lengre tid før settefisken blir 300 gram. I RAS-anlegget er det et høyere forbruk av strøm per måned, og temperaturen i vannet kan enkelt reguleres her. RAS teknologien optimaliserer altså vekstforholdene noe som reduserer veksttiden ned med 5 måneder, i forhold til gjennomstrømningsanlegget. Dette fører til at gjennomstrømningsanlegget har brukt 12% mer strøm enn hva RAS-anlegget har gjort. En av grunnene til at RAS-anlegget bruker mer strøm per måned, er fordi man har muligheten til å optimalisere vekstforholdene gjennom regulering av temperatur. Dette er mulig fordi vannet i et RAS-anlegg blir resirkulert og at man derfor slipper å hente inn nytt og kaldt vann hele tiden. Oppvarming av vann ville ikke vært mulig i like stor grad i gjennomstrømningsanlegget fordi det hele tiden blir hentet inn mer vann. Hvis man uansett hadde prøvd å varme vannet i like stor grad som det blir gjort i RAS-anlegget, ville dette ført til en såpass stor strømpris som hadde gjort at det ikke hadde vært lønnsomt.

Det er også viktig å sammenligne strømprisen til anlegget opp mot antall fisk som blir produsert. Dette gjør vi fordi vi får en oversikt over hvor mye strøm som trengs for å produsere et gitt antall mengde fisk. I RAS-anlegget ble det satt inn 1 000 536 fisk, og tatt ut til sammen 204 681 fisk. Vi velger derfor å se på gjennomsnittlig mengde fisk som var i RAS-anlegget gjennom vekst perioden.

$$\text{Gjennomsnittlig mengde fisk} = 1\,000\,536 - (1\,000\,536 - 204\,681) = 795\,855$$

$$\frac{(1\,000\,536 + 795\,855)}{2} = \mathbf{898\,295}$$

Grunnen til at vi velger å bruke gjennomsnittet på fisk som er produsert. Er fordi fisk blir tatt ut på ulike tidspunkt gjennom vekst perioden. Slik at noen fisk blir tatt ut tidlig, når det ikke har blitt brukt mye strøm for å optimalisere vekstforholdenes deres. Mens noen blir tatt ut sent i vekstperioden, når det er blitt brukt mye strøm for å optimalisere veksten vekstforholdene. Det vil derfor være mer hensiktsmessig å se på gjennomsnittet, istedenfor å se på strømmen som blir brukt på hver enkelt fisk. Når vi har funnet gjennomsnittet på fisk som har blitt oppbevart i anlegget, kan vi sammenligne dette opp mot strømprisen for å finne hvor mye strøm det koster å produsere hver fisk i et RAS-anlegg. 898 295

$$\text{Hvor mye strøm krever hver fisk: } \frac{\text{Antall fisk}}{\text{Strømpris}} = \frac{898\,295}{846\,658} = 1,06\text{kr}$$

Ovenfor kan vi se at hver fisk som er i RAS-anlegget trenger 1,06kr i strøm for å vokse fra 5-300gram.

6.1.2 Energiforbruk gjennomstrømningsanlegg

Når det gjelder gjennomstrømningsanlegget blir den vannmengden som blir varmet opp sluppet ut. Derfor blir bare det varme vannet benyttet en gang, hvor det flyter igjennom anlegget og deretter sluppet ut som spillvann. Dette gjør at kostnadene som er knyttet opp til strømmen i et gjennomstrømningsanlegg bare har en kort tid i «bedriften» før den slippes ut som spillvann i havet. Når man ser på den økonomiske bærekraftige til de ulike anleggene vil derfor RAS-anlegget har en mer bærekraftig økonomi.

Gjennomstrømningsanlegget begynte med 367 706 settefisk i anlegget. Anlegget har i løpet av vekstperioden mottatt 360 515 fisk gjennom sortering og levert 274 591 fisk. Anlegget hadde dermed et gjennomsnittlig antall på 324 744 fisk i løpet av vekst perioden.

$$\text{Hvor mye strøm krever hver fisk: } \frac{\text{Antall fisk}}{\text{Strømpris}} = \frac{324\,744}{944\,173} = 2,91\text{kr}$$

Ovenfor kan vi se at i gjennomstrømningsanlegget var strømkostnaden 2,91kr for hver fisk som ble produsert.

6.1.3 Forskjeller og likheter strømforbruk

Som vi ser er forskjellene store mellom RAS-anlegget og gjennomstrømningsanlegget når det kommer til hvor mye strøm som må til for å produsere fisk. I RAS-anlegget er prisen 1,06kr strøm for hver fisk, mens i gjennomstrømningsanlegget er den på 2,91kr som er ca tre ganger så mye. Selv om RAS-anlegget har en høyere månedskostnad for strømmen er produksjonstallene såpass høye at det fører til at strømprisen per settefisk blir liten. Dette er mulig fordi vannet gjenbrukes og at bedriften dermed slipper å varme opp nytt vann. Gjennomstrømningsanlegget har derimot en lengere ledetid som fører til at mer strøm må brukes. Dette fører til at selv om månedskostnaden er lav blir den for det først til at

totalkostnaden blir adskillig høyere. Det produseres heller ikke like mye settefisk i gjennomstrømningsanlegget som fører til at strømkostnaden per fisk blir stor.

Fiskearter er også noe vi må ta med i betraktning når vi sammenligner grunnet at det er laks på RAS-anlegget og ørret i gjennomstrømningsanlegget. Hvis vi hadde hatt samme fiskeart i begge anleggene ville forskjellen trolig blitt enda større. Dette er fordi ørret vokser fortere enn laks, og ørreten er plassert i det anlegget som har brukt lengst tid på veksintervallen. Hadde det vært ørret i RAS-anlegget ville ledetiden blitt enda kortere og dermed også ført til lavere strømkostnader. Hadde det derimot vært laks i gjennomstrømningsanlegget ville ledetiden i gjennomstrømningsanlegget blitt enda lengere og ført til større strømkostnader.

En av grunnene til at det er en så stor forskjell mellom anleggene er fordi at vannet som brukes i et RAS-anlegg kontinuerlig blir varmet opp for å holde en angitt temperatur. I et gjennomstrømningsanlegg varmer man derimot ikke opp vannet. Dette fører til lavere strømforbruk, men det fører også til at fisken vokser fortere i et RAS-anlegg fordi det alltid vil være gunstige vekstforhold.

RAS-anlegget bidrar også til bedre sirkulærøkonomi enn gjennomstrømningsanlegget. Grunne til dette er at vannet som blir oppvarmet i RAS-anlegget blir resirkulert slik at oppvarmet vann holdes i anlegget, man ikke slipper derfor ikke ut det varme vannet for deretter å varme opp nytt vann. Derfor kan man også si at kostnadene som brukes til oppvarming av vann holdes lengere i omløp. I gjennomstrømningsanlegget blir ikke vannet resirkulert. Man bruker derfor bare det varme vannet til det har gått igjennom anlegget en gang. Dette fører til at kostnadene som går med på å varme opp vannet ikke blir holdt i bedriften over en særlig lang tid. Gjennomstrømningsanlegget er følger en mer lineær økonomisk oppbygning, hvor man «kaster» vannet ved å sleppe det ut i havet uten å gjenbruke det.

6.1.4 FNs Bærekraftsmål – inn mot bedriften

Siden et gjennomstrømningsanlegg er mye «enklere» bygd enn et RAS-anlegg krever den lite energi sammenlignet med storebroren, RAS-anlegget. Et RAS-anlegg krever mye energi for å hele tiden kunne resirkulere vannet som er i karene, holde oppe temperaturen og drive

alle systemer som gjør at det fungerer best mulig. Hvis man derimot ser på helheten og den totale kostnaden knyttet til strøm så er RAS-anlegget mer bærekraftig enn gjennomstrømningsanlegget på dette punktet. I dette studiet er dermed RAS-anlegget mest bærekraftig hvis man sammenligner anleggene opp mot FNs bærekraftsmål 13 og målet deres med å klare å stoppe klimaendringene.

6.1.5 Tiltak for å forbedre strømbruken til anleggene

Tiltak som kan iverksettes er ofte det samme for begge anleggene siden mye av hva de bruker strøm på er det samme. Tiltakene som kan iverksettes for å senke energi forbruket er blant annet å isolere anleggene godt slik at temperaturen holder seg. Karene som fisken blir oppbevart i kan også isoleres for å unngå varmetap. Det er vanlig å bruke varmeelementer for å varme opp vannet. Oppdrettsanlegget brukte både strøm til å varme opp vannet med, men benytter seg også av saltvann for å varme opp vannet. Måten de gjør dette på er at de benytter varmeveksler med saltvann for å varme opp ferskvannet, siden saltvannet har en høyere temperatur enn ferskvannet. Man bør også se på muligheter for å kunne varme opp vannet på mer energi effektive måter.

En av disse måtene kan være å endre stedet man henter oppvarmnings vannet fra. Hvis man for eksempel henter oppvarmningsvannet fra havet, kan man sørge for å hente vannet på et dypt nivå. Grunnen til dette er at vannet har en høyere temperatur da. Når det kommer til energiforbruket som går til pumping av vann kan man se på løsninger som gjør at vannet får minst mulig avstand å transporteres. Dette kan man gjøre ved at man bygger anlegget nært vannkilden som man henter vannet fra. Dette har oppdrettsanlegget vi samarbeidet gjort, noe som fører til at transport distansen til vannet blir redusert og dermed senker energi forbruket. Anleggslokasjon kan også plasseres på en slik måte at man kan benytte seg av tyngdekraften for å få transportert vannet. Dette gjøres med at man sørger for at lokasjonen er på et høydenivå som er lavere enn høydenivået man henter vann fra. Slik at vannet kan renne ned til anlegget og man forhindrer bruk av pumper. Et annet mål bør også være å holde det varme vannet i anlegget lengst mulig, dette er spesielt et punkt som gjennomstrømningsanlegget har mye forbedringspotensialet innenfor.

6.2 Produksjonstall

I diskusjonen av produksjonstallene er det flere ting å ta hensyn til. Det er viktig å få fram at vi sammenligner 2 forskjellige typer fisk. Selv om laks og ørret er like på flere måter, er adferden litt forskjellig, noe som har mulighet til å påvirke resultatene våre. Tallene vi har fått fra de forskjellige anleggene er fra forskjellige tidsperioder, men overlapper hverandre i noen måneder i 2021.

På tabellene ser vi at fisken vokser i ulikt tempo, dette kan det være flere årsaker til. Vi må huske at det er biologisk forskjell på ørreten og laksen. Ørreten vokser biologisk fortere enn laksen. På tabellene derimot ser vi at det ikke er tilfellet i denne situasjonen. Dette er grunnet at ørreten er i gjennomstrømningsanlegget og laksen er i RAS-anlegget.

Funnene vi har gjort tilsier at å drive med oppdrett av laks i et RAS-anlegg vil være mer bærekraftig enn å drive oppdrett av ørret i et gjennomstrømningsanlegg. Gjennomstrømningsanlegget er mer basert på lineær økonomi på den måten at en bruker mer vann enn et RAS-anlegg. Samtidig vokser ørreten i gjennomstrømningsanlegget mye saktere med flere fôrdager. RAS-anlegget resirkulerer vannet og holder oppe en temperatur som gjør at laksen har de beste forutsetningene for å vokse effektivt uten å påvirkes av vær og temperatur fra ulike årstider. Vi vil kategorisere RAS-anlegget til å være bygd på sirkulær økonomisk retning. Med dette mener vi at en har tatt lærdom fra utfordringene med et gjennomstrømningsanlegg, og ut ifra denne informasjonen klart å skape en helt ny tankegang om hvordan en kan drive med oppdrett av fisk.

6.2.1 RAS

Det som er unikt for laksen i RAS-anlegget, er at der kan fisken vokse raskere til tross for det biologiske utgangspunktet som tilsier at en ørret i gjennomsnitt vokser raskere enn laksen. Grunnen til det er at RAS-anlegget har mulighet til varmekontrollere karene med temperaturreguleringer. For å sikre jevn vekst av fisken er det viktig med god bakteriekultur i karene, og derfor er det viktig med jevnlig vannprøver for å måle verdier i vannet. Dersom det for eksempel er for mye ammonium, har en mulighet til å endre på innstillinger for å få pH-verdien tilbake på et optimalt nivå. Dette gir bedriften mulighet til å overvåke vannkvaliteten og fiskehelsen svært nøye. På denne måten har en mulighet til å oppdage

feilen før den får store konsekvenser. RAS-anlegget har ved hjelp av disse funksjonene mulighet til å skreddersy fisken etter kundens ønsker, noe som gjør at det er store muligheter for tilpasning med et RAS-anlegg enn det er i et gjennomstrømningsanlegg.

6.2.2 Gjennomstrømming

På tabellen om ørreten er den 5g i mai måned og opplever i løpet av sin produksjonstid alle de forskjellige årstidene utendørs i gjennomstrømningsanlegget. I RAS-anlegget vokser fisken i gjennomsnitt jevnt under hele produksjonen, mens i gjennomstrømningsanlegget vokser fisken betydelig mindre i løpet av vintermånedene enn de gjør på sommeren. Dette er på grunn av temperaturforskjeller. På vinteren spiser fisken mindre grunnet kaldere vann fra resursvannet, (her elven). På sommeren har den en økt appetitt og kan spise mye mer. Utfordringen på sommeren er at den også er avhengig av tilstrekkelig med oksygen for å ha appetitt. Tidligere forskning gjennomført av havforskningsinstituttet viser at appetitten til fisken sank betydelig når de satt ned oksygentilførselen. På varme sommerdager når fisken spiser mest, er det særs viktig å overvåke oksygenet i hvert kar og tilsette nød-oksygen dersom det blir for lave verdier (Nor-fishing 2016).

6.2.3 Forskjeller og likheter produksjonstall

Ørreten er produsert i et gjennomstrømningsanlegg og bruker ved dette anlegget 382 fôrdager på å vokse fra 5g til 300g. Laksen som er produsert i et RAS-anlegget bruker bare 232 fôrdager på å vokse fra 5g til 300g. Fôrdager er antall dager de har gitt fisken fôr. Vi regner i fôrdager ettersom fisken ikke har fått fôr hver dag under produksjonen. Dette er grunnet blant annet vaksinerings og sortering dersom disse prosessene har foregått over flere dager.

- I løpet av 232 fôrdager, har Laksen i RAS-anlegget i gjennomsnittet en tilvekstprosent på ca. 1,708% hver uke med en gjennomsnittlig fôrfaktor på 5992,3g fôr hver uke.
- For ørreten i gjennomstrømningsanlegget med 382 fôrdager har de i gjennomsnittet en tilvekstprosent på 1,462% hver uke med en gjennomsnittlig fôrfaktor på 2597,2g fôr hver uke.

Disse funnene viser at laksen i RAS-anlegget har vokst mer enn ørreten for hver uke ettersom den også har spist mer fôr for hver uke. Ørreten har spist mindre fôr, derav vokst mindre hver uke. Vi må ta hensyn til at dette er to forskjellige arter med fisk. Likevel har ørreten brukt 150 flere fôrdager enn laksen på å vokse til samme størrelse på 300g. Mye av dette er forklart med at ørreten har opplevd kalde vintere med lavere appetitt enn laksen som har vært innendørs med varmeregulerte kar.

6.2.4 FNs Bærekraftsmål – inn mot bedriften

Ettersom RAS-anlegget er i kraftig vekst på markedet, er det store muligheter for gevinst for både eksport av norsk sjømat og mulighet til å fø en befolkning i vekst. Ved å gå over til produksjon av oppdrettsfisk i et RAS-anlegg vil en ha mulighet til å produsere mer fisk på kortere tid. FNs bærekraftsmål nr.2, utrydde sult, handler om å finne løsninger på å fø en økende befolkning. RAS teknologien gjør det mulig å kunne produsere mer effektivt og i større skala slik at det blir mer mat til befolkningen på kortere tid.

RAS-anlegg er fremdeles i vekst. Dette vil si at man hele tiden forsøker å utvikle nye løsninger for å gjøre prosessen mer rettet mot sirkulær økonomi med bærekraftige løsninger. Delmål 9.4 handler om å akkurat dette. RAS-anlegget jobber med å bli effektiv og selvstendig ved å iverksette smartere løsninger som blant annet automatisering og implementering av sensorer. RAS-anlegg avhenger på menneskelig kraft for at driften skal gå optimalt, noe som gjør anlegget sårbart om det oppstår menneskelig svikt eller er mangel på riktig kompetanse.

Gjennomstrømningsanlegget er en av de første metodene som ble brukt til oppdrett av fisk. Anleggene har utviklet seg med tiden, men prinsippene for de ulike prosessene har endret seg lite. Ut ifra dette kan vi si at anlegget har endret seg minimalt med årene og er derfor fremdeles basert på en lineær økonomisk retning.

Delmål 12.2. For at et gjennomstrømningsanlegg skal fungere må man ha tilgang til rennende ferskvann hele tiden. De fleste gjennomstrømningsanlegg er derfor bygd ved siden av en elv slik at de alltid har tilgang på rennende ferskvann. Ved nød er anlegge anlagt til at det kan tas opp vann fra fjorden og gjøre det om til brakkvann. Vannet blir derimot

ikke varmet opp på samme måte som det blir i et RAS-anlegg. Et RAS-anlegg bruker sammenlignet med et gjennomstrømningsanlegg mye mindre vann ettersom vannet resirkuleres. Det brukes derimot mye energi på å varme opp vannet i et resirkulerende anlegg, samt på å drifte hele anlegget. Fordelen er mindre avhengighet av rennende vann og raskere produksjon med temperaturregulering, noe som vil være økonomisk bærekraftig. Under dette delmålet ser vi at et RAS-anlegg har mulighet til å gjøre mer med mindre naturressurser.

Når det kommer til fôr for de fleste oppdrettere er det prisen som styrer hvilket fôr de bruker. Dette valget kommer av at fôrutgiftene er den største drivsutgiften til et oppdrettsanlegg. De fleste fôrleverandørene henter råvarer fra samme land, i tillegg er det også ganske lite forskjell på ytelse på de forskjellige fôrtypene.

Flere fôrleverandører har økt fokuset sitt rundt bærekraft etter FNs bærekraftsmål ble satt. Dersom en ønsker å oppfylle ønsket til delmål 12.2 og bidra til den store felles dugnaden, er man avhengig av å følge med på utviklingen. Hele verdikjeden henger sammen, og hvert ledd i produksjonen har ansvar for å følge med på den bærekraftige utviklingen som skjer og hvilke krav kunden stiller til et bærekraftig sluttprodukt.

6.3 Dødelighet og destruering

I dette avsnittet skal vi diskutere tallene merket med dødelighet og destruering fra de forskjellige anleggene. Disse tallene finner vi på samme tabell som produksjonstallene. En innsikt i både dødelighet og destruering vil kunne gi oss et bredere perspektiv, og en innsikt i hvordan de forskjellige anleggene fungerer.

6.3.1 RAS

Vi regner på hvor mye fisk de startet med og hvor mye fisk som har dødd naturlig i løpet av produksjonen, samt hvor mye fisk som er destruert som følge av vaksinerings og sortering. I dette tilfellet hadde de ingen mottak av fisk, kun en levering når fisken var rundt 279,15g. I RAS-anlegget hadde de 1 000 536 fisk ved 5g størrelse. Etter laksen hadde nådd ca. 300g i størrelse hadde de en total dødelighet på 23 215 fisk og en destrueringstotal på 181 466 fisk. I prosent utgjør dette 2,32% i dødelighet og 18,14% i destruering av totalen.

6.3.2 Gjennomstrømming

I gjennomstrømningsanlegget for ørret opplevde de flere leveringer og mottak av fisk. Vi må se på hvor mange fisk de hadde fra den var 5g, hvor mye fisk som er levert og mottatt. ut ifra dette kan vi regne oss fram til en prosent fra tabellen. De begynte med 367 706 fisk på 5g da de fikk inn fisken på anlegget. Totalt har de mottatt 360 515 fisk og levert -274 591 fisk, dette gis oss en sum på totalt 453 630 fisk. Den totale dødeligheten er på 18 507 fisk og en destrueringstotal på 22 967 fisk. I prosent utgjør dette 4,08% i dødelighet og 5,06% i destruering totalt.

6.3.3 Forskjeller og likheter

Det første vi oppdager når vi sammenligner tallene fra de ulike anleggene er at RAS-anlegget har en lavere dødelighet på 2,32% sammenlignet opp mot gjennomstrømming som har en dødelighet på 4,08%. På destruering derimot er tilfellet omvendt. Gjennomstrømming har en destruering på 5,06%. RAS-anlegget derimot har en mye høyere prosent på 18,14% destruering. Grunner til akkurat disse tallene kan forklares. RAS-anlegget har mye mer i destrueringsprosent enn gjennomstrømming. Dette er forklart med at bedriften ikke kjøper yngel fra andre oppdrettsanlegg ved RAS-avdelingen slik som de gjør med gjennomstrømningsanlegg. På RAS-anlegget har de et eget klekkeri hvor de avler fram egen fisk for så å sortere den når den har vokst seg større. På gjennomstrømningsanlegget mottar de fisk som er sortert på forhånd. Dette betyr at den aller minste fisken blir sortert vekk før kunden mottar den. Dette forklarer de store forskjellene mellom destrueringstallene da RAS-anlegget ikke blir kvitt den aller minste fisken før de sorterer fisken selv.

6.4 Avfall fra anleggene

I en sirkulær økonomi ønsker man at alt avfallet material gjenvinnes slik at det avfallet kan brukes som råvarer i ny produksjon (miljodirektoratet 2022). På denne måten kan ressursene utnyttes flere ganger og minst mulig går tapt. I et oppdrettsanlegg forekommer det store mengder avfall, og det er dette vi kaller for slam. I dagens landbaserte oppdrett av laks, er rundt 50 prosent av slammets uspisbare fôr som inneholder planteråvarer med ufordøyelige stoffer som ender opp som avføring (nofima 2022). De rike næringsstoffer fra fôret som går tapt i avløpsvannet har høyt innhold av fett, protein, karbohydrat og mineraler. Gjennom

RAS -og gjennomstrømningsanlegg skilles disse næringsrike avfallsstoffene ut fra oppdrettsanleggene og videre inn i et slamanlegg. Alle oppdrettsselskap er påkrevd å ha et slamoppsamlingsanlegg som samler opp og renses avfallsstoffene.

6.4.1 FNs Bærekraftsmål – inn mot bedriften

Bedriften vi samarbeider med produserer slam med mekanisk avvanning og tørking, dette gjør at næringsstoffene fra slammet blir tatt vare på. Biproduktet bedriften sitter igjen med, er en ressurs som kan brukes som gjødsel i det norske landbruket. FNs bærekraftsmål nummer 2 «Utrydde sult» går ut på å fremme bærekraftig landbruk, noe som bedriften kan oppnår ved å gjenvinne avfallet fra oppdrettsanlegget og bruke biproduktene i det norske jordbruket.

Delmål 12.4 går ut på å forvalte og beskytte økosystemene i havet og langs kysten på en bærekraftig måte for å unngå betydelig skadevirkninger. Det innebærer blant å styrke økosystemenes motstandsevne og å iverksette tiltak for å gjenoppbygge dem, slik at havene kan bli sunne og produktive (FN-Sambandet 2022). For å forhindre uønsket avfall i havet fra fiskeoppdrett, har myndighetene utarbeidet lover og regler om hva som er tillat. Forurensingsloven går ut på å verne det ytre miljø mot forurensning og å redusere eksisterende forurensning, og ved å fremme en bedre behandling av avfall. Loven skal sikre en forsvarlig miljøkvalitet, slik at forurensninger og avfall ikke fører til helseskade, går ut over trivselen, eller skader naturens evne til produksjon og selvfornyelse (Lovdata 2022). Hver bedrift som driver med fiskeoppdrett, må søke om tillatelse gjennom denne loven for å se hvor mye man har lov til å slippe ut av avfall som for eksempel næringssalter.

Samarbeidsbedriften vår har eget renseanlegg hvor de samler opp alt av slam og avfall, der tilsettes polymer slik at avfallet klumper seg. Videre blir reststoffene tørket slik at det blir til et tørrstoff som er enklere å transportere og behandle videre. Deretter blir det hentet av et firma ved navn grønn gjødsel som holder til i Fredrikstad. Delmål 12.5 omhandler å redusere avfallsmengden. I dette tilfellet er avfall noe som naturlig kommer fra produksjonen, det blir derfor viktig å finne løsninger på hvordan en kan utnytte disse avfallsstoffene på mest mulig vis. Mattilsynet forteller om hvordan kravene til slam var for noen år siden og hvordan situasjonen er i dag.

- *Kravene til slam har endret seg og blitt vesentlig strengere med årene. Strengt regelverk krever ekstra oppfølging ved renseanlegget for å etterkomme kravene. Det betyr at slam fra norske renseanlegg er noe av det reneste i Europa. Belønningen er at Norge er blant de som resirkulerer mest slam» (Norsk Vann u.d.).*

Næringssalter er rester fra oppsamlingen av slam og grovstoffer som renner gjennom systemet og videre ut i sjøen. Delmål 14.1 er rettet mot landbasert havbruk, der utslipp fra anleggene står sentralt. Disse næringssaltene er avfall som kommer når fisken spiser fôr, dette renner ut sammen med slammet. Næringssalter fra oppdrett kommer i form av fosfor og nitrogen. Som regel blir dette spist opp av villfisk som lever i området uten noen konsekvenser. Dersom det blir for mye av disse næringssaltene kan det påvirke havbunnen og vannkvaliteten. Hvor stor påvirkning dette gjør, kommer helt an på lokasjonen og miljøet rundt disse anleggene. Ettersom det er mange næringsstoffer i dette biproduktet, forsker flere på hvordan en kan fange opp disse næringssaltene og bruke det til noe nytt. Noe som er svært bærekraftig og tilfredsstillende sirkulær økonomi retningen.

Eksempel på hvordan vi kan utnytte næringssalter fra oppdrett til annen matproduksjon:

- Det er 2 - 4 ganger mer protein i havsalat dyrket på avløpsvann fra fiskekar
→ Opp mot 40% protein av tørrstoff
- Havsalat kan fungere som et ekstra biofilter for å forbedre vannkvaliteten
→ Tåler lav salinitet og stor variasjon i temperatur og lys
- Ved å inkludere marine planter i sjø- og landbasert oppdrettsanlegg får man ut en ekstra verdi i form av ny biomasse fra "avfallsstoffene"
- Makroalger er ettertraktet til humant konsum, fôr, gjødsel, ekstraksjon av protein eller andre verdihøye komponenter som antioksidanter, vitaminer og mineraler
- Ulike anleggstyper kan ha ulike arter av makroalger for maksimal utnyttelse av systemet (Forbord u.d.)

6.5 Bidrag fra RAS-anlegg og gjennomstrømningsanlegget til bærekraft

Bærekraft	Sammenligningsgrunnlag	RAS-anlegg	gjennomstrømningsanlegget
Miljø	Veksttid	Veldig bra	Litt dårlig
	Mengde nytt vann som brukes	Veldig lite	Veldig mye
	Totalt energiforbruk	Litt dårlig	Veldig dårlig
Sosial	Sykdomskontroll	Veldig dårlig	Veldig bra
	Sårbarhet eksterne problemer	Ikke sårbar	Veldig sårbar
	Sårbarhet interne problemer	Veldig sårbar	Litt sårbart
	behov for faglærte arbeidere/kompleksitet	Stort krav/Svært komplisert	Litt behov/ litt komplisert
Økonomi	Bruk av sirkulærøkonomi	Veldig bra	Veldig dårlig
	Veksttid	Veldig bra	Veldig dårlig
	Total energikostnad	Litt dårlig	Veldig dårlig

Tabell 11: sammenligning bidrag til bærekraft

Tabell 11 viser hvordan de ulike anleggene sammenlignes opp mot hverandres. Vi har delt bærekraftsaspektene inn i Miljø, Sosiale og økonomi. De ulike momentene som vi har valgt å sammenligne er hentet fra diskusjonen. Siden det brukes ulike betegnelser for hvor bra/dårlig et anlegg scorer har vi også benyttet oss av fargekoder. Grønt er svært bra, gult er litt bra, oransje er litt dårlig og rødt er svært dårlig.

Resirkulerende akvakultursystemer (RAS) er det anlegget som scorer høyest på flest sammenligningsgrunnlag. RAS er spesielt bra når det gjelder veksttid, både når det kommer til miljøet og økonomien. Dette er fordi veksttiden bare er på 5 måneder. RAS-anlegget får også svært høy score på vannbruk og implementering av sirkulær økonomi. Gjennomstrømningsanlegget scorer høyest på sykdomskontroll. Dette er fordi det er mye lettere å minimere smitte hvis sykdom oppstår.

Resirkulerende akvakultursystemer (RAS) er også det beste alternativet for steder nær eller i byer, med god tilgjengelighet av elektrisitet. Ved siden av dette er bruk av RAS-teknologi den eneste muligheten for oppdrett av tropiske fiskearter i moderat til kaldt klima innendørs. Gjennomstrømningsanlegget er det anlegget som er best til å kontrollere smitte, hvis sykdom oppstår.

7.0 Avslutning

I avslutningen vil vi legge fram vår konklusjon til problemstillingen: *«hvordan landbaserte oppdrett: RAS- og gjennomstrømningsanlegg bidrar til en bærekraftig produksjon av settefisk»*, samt konkludere med forskningsspørsmålene. Vi skal også gå igjennom implikasjoner som vi har møtt på under studiet. Avslutningsvis legges det frem forslag til fremtidige studier, samt avgrensninger med studie.

7.1 Konklusjon

Gjennom vår forskning konkluderer vi med at RAS-anlegget som er basert på sirkulær økonomi bidrar mer til en bærekraftig produksjon av settefisk sammenlignet med gjennomstrømningsanlegget. Gjennomstrømningsanlegget har en gammeldags tankegang som vi forbinder med lineær økonomi, og vil dermed ikke være like bærekraftig som RAS. Funnene våre viser også at et RAS-anlegg har kortere produksjonstid enn hva gjennomstrømningsanlegget har. Dette fører til at RAS-anlegget bruker mindre energi, strøm, og teoretisk kan produsere dobbelt så mye settefisk enn et gjennomstrømningsanlegg i løpet av samme periode. Den korte produksjonstiden gjøres mulig med at man kan optimalisere vekstforholdene til settefisken, på denne måten kan man sørge for at fisken vokser kontinuerlig. RAS-anlegg har også en mer sirkulærøkonomisk driftsform. Dette kommer i form av at råvarer og kostnader holdes lengere i bedriften. Et eksempel på dette er at RAS-anlegget gjenbraker opp til 99,9% av vannet istedenfor la vannet renne rett gjennom anlegget slik som gjennomstrømningsanlegget gjør. RAS-anlegget er også mer skjermet fra eksterne uønskede hendelser og temperaturer siden det er et lukket anlegg innendørs.

Gjennomstrømningsanlegget er derimot mer bærekraftig når det kommer til sykdomstiltak. Dette er fordi det er lettere å minimere spredning av sykdom dersom det først oppstår. I et RAS-anlegg er det vanskelig å stoppe spredning hvis sykdommen først har oppstått, dette er grunnet at vannet resirkuleres gjennom alle karene i anlegget. Et gjennomstrømningsanlegg er også mindre komplisert som gjør at det er lettere å få til uten bred kompetanse.

Etter å ha diskutert dødelighet og destrueringsstall fra begge anleggstypene kommer vi fram til at de stiller forholdsvis likt. RAS-anlegget har en litt lavere dødelighetsprosent enn

gjennomstrømningsanlegget. På andre siden scorer sistnevnte bedre enn RAS-anlegget på lavest destrueringsprosent. Dette ble forklart med at ørreten ved gjennomstrømningsanlegget var sortert før den ble mottatt fra leverandør. RAS-anlegget sorterer ikke før senere i vekstintervallet da laksen kommer fra eget klekkeri.

RAS-anlegget er også det anlegget som oppnår mest bærekraft når man sammenligner anlegget opp mot de utvalgte bærekraftsmålene. Det eneste bærekraftsmålet som gjennomstrømningsanlegget scoret best på var mål nr. 13, Stoppe klimaendringene. Det er viktig å poengtere at dette bare inntreffer hvis man ser på strømforbruket per måned og ikke det totale strømforbruket under hele produksjonstiden.

Med dette konkluderer vi derfor med at RAS-anlegg bidrar til en mer bærekraftig settefiskproduksjon.

7.2 Implikasjoner

Funnene våre fyller det teoretiske kunnskapsgapet om hvorvidt sirkulær økonomi og bærekraft kan matche hverandre og hvordan. Dette forskningsspørsmålet har vært underutviklet i litteraturen tydelig. I denne bacheloroppgaven har vi gjort et forsøk på å avdekke dette samspillet ved å sammenligne RAS-anlegget og gjennomstrømningsanlegget i settefiskproduksjon i Norge.

For at oppgaven skulle blitt mest mulig nøyaktig ville det vært gunstig å sammenligne hvordan de ulike anleggene gjorde det på samme fiskeslag. I denne oppgaven har vi sammenlignet laks i RAS-anlegget og ørret i gjennomstrømningsanlegget. Tross dette hadde konklusjonen blitt den samme bare at det hadde vært en enda større forskjell på anleggene. Et annet hinder er at vi har sammenlignet forskjellige årstider og forskjellige år. Grunnen til at årstidene er ulike er fordi settefisken ble plassert ut på ulike tidspunkt i anleggene. Vi prioriterte heller å ha samme vekstintervallet (5-300gram) istedenfor å fokusere på vekst i forhold til årstid.

Våre funn vil være interessante for lederne som er involvert i utviklingen av settefiskproduksjon. Samt oppdrettsselskap som ønsker å vite mer om fordeler og ulemper ved RAS – og gjennomstrømningsanlegg.

For å kunne generalisere må man ifølge Jacobsen (Jacobsen, 2018) ha forsket videre på andre case og utført en såkalt komparativ casestudie. Dette lar seg ikke gjøre i vår forskning og vi kan derfor ikke generalisere våre data.

7.3 Begrensninger og forslag til fremtidige studier

Fremtidige studier kan gå mer i dybden på hvordan vi kan utvikle bærekraften til et RAS-anlegg og et gjennomstrømnings anlegg. Dette kan gjøres ved at man skriver egne studier om de ulike anleggene og ser på barrierer som forhindrer anleggene fra å utvikle seg i en mer bærekraftig retning. Fremtidige studier kan også se utforske andre måter å benytte seg av sirkulær økonomi på. Dette kan gjøres med at man tar inn mindre nytt vann, bruker strømmen mer effektivt, og gjenvinner avfallet. Spesielt avfall er et punkt som kan forbedres slik at man ikke kaster dette som søppel, men heller selger det som gjødsel til andre bedrifter. Dette er noe som bedriften vi samarbeidet med allerede gjør, men som kan forbedres gjennom fremtidige studier. En begrensning vi hadde var at vi utforsket samspillet mellom sirkulær økonomi og bærekraft i settefisk produksjonen i Norge.

Figurligste

Figur 1: Bærekraftig utvikling består av tre dimensjoner: økonomi, miljø og sosiale forhold. (Bærekraftig utvikling 2021).....	5
Figur 2 Klima og miljø (x-ide u.d).....	6
Figur 3: Økologisk fotavtrykk for Norge og India. Hvis alle mennesker skulle hatt samme forbruk som en gjennomsnittlig innbygger i Norge ville vi trenge 3,6 jordkloder. Til sammenligning er dette tallet 0,7 for India. (Bærekraftig utvikling 2021).....	7
Figur 4: FNs bærekraftsmål (FN-sambander,2019).....	8
Figur 5: Lineær økonomi venstre, sirkulær økonomi høyre (Jonassen 2019)	12
Figur 6: Oppdrettsprosessen (Skatvold 2012).....	24
Figur 7: Gjennomstrømningsanlegg forenklet prinsippkisse (Bente S. Lomnes 2019).....	27
Figur 8: Gjennomstrømningsanlegg (Artec Aqua i.d)	27
Figur 9: Prinsippkisse for resirkuleringsanlegg. Mørkeblå pil indikerer inntaksvann, lyseblå pil indikerer resirkulert vann og rød pil indikerer avløpsvann (Aarhus, et al. 2011).	29
Figur 10: RAS-anlegg, prinsippmatrise (Pure Salmon 2022).....	30
Figur 11: RAS-anlegg, hvert steg forklart (Kanstad. u.d.).....	30
Figur 12 taperfisk, Foto: Trude bakke Jøssum, (Kyst u.d.)	40

Bibliografi

- Aarhus, Ingvild Johanne, Erik Høy, Arne Fredheim, og Ulf Winther. 2011. *Kartlegging av ulike teknologiske løsninger for å møte de miljømessige utfordringene i havbruksnæringen*. Rapport, Trondheim: Sintef.
- ArtecAqua. u.d. *Gjennomstrømningsanlegg* . Funnet 02 21, 2022. <https://www.artec-aqua.no/systemlosninger-old/gjennomstromningsanlegg---fts/>.
- Artec Aqua. i.d. *Gjennomstrømningsanlegg - FTS*. Funnet 04 01, 2022. <https://www.artec-aqua.no/systemlosninger-old/gjennomstromningsanlegg---fts/>.
- Aven, Terje. 2016. *pålitelighet*. 16 03. <https://snl.no/p%C3%A5litelighet>.
- Bente S. Lomnes, Asbjørn Senneset, Geir Tevasvold. 2019. *Kunnskapsgrunnlag for rensing av utslipp fra landbasert akvakultur* . Rapport, Kobbegate 2 PB 9420 Torgarden N-7493 Trondheim: Rambøll.
- Bente S. Lomnes, Asbjørn Senneset, Geir Tevasvold. 2019. *Kunnskapsgrunnlag for rensing av utslipp fra landbasert akvakultur*. Rapport, Trondheim: Rambøll. <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1568/m1568.pdf>.
- Bente S. Lomnes, Asbjørn Senneset, Geir Tevasvold. 2019. *KUNNSKAPSGRUNNLAG FOR RENSING AV UTSLIPP FRA LANDBASERT AQUAKULTUR*. Trondheim: Miljødirektoratet.
2021. *Bærekraftig utvikling*. 28 10. <https://www.fn.no/tema/fattigdom/baerekraftig-utvikling>.
- Blytt, Line Diana. i.d. «Bruk av avløpsslam, informasjonsbrosjyre.» *Mattilsynet.no*. Funnet 04 01, 2022. https://www.mattilsynet.no/planter_og_dyrking/gjodsel_jord_og_dyrkingsmedier/bruk_av_avlopsslam_informasjonsbrosjyre.2051/binary/Bruk%20av%20avl%C3%B8psslam,%20informasjonsbrosjyre.
- Dahlum, Sirianne. 2021. *Validitet*. 09 03. <https://snl.no/validitet>.
- . 2019. *Validitet*. 09 03. <https://snl.no/validitet>.
- Deloitte 175. 2020. *Kunnskapsgrunnlag for nasjonal strategi for sirkulær økonomi i Norge* . Deloitte.
- Environmental Solutions. 2005. *Environmental Impact Assessment* . Funnet 02 15, 2022. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/096456919290059T>.

- EY. 2021. *The Norwegian aquaculture analysis 2021*. Funnet 03 21, 2022. https://www.ey.com/en_no/strategy-transactions/ey-report-reveals-the-latest-aquaculture-and-fishing-industry-trends.
- Fiskeridirektoratet. i.d. *Settefisk*. Funnet 04 04, 2022. <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Tildeling-og-tillatelser/Kommersielle-tillatelser/Laks-oerret-og-regnbueoerret/Settefisk>.
- fiskeridirektoratet. i.d. *Settefisk*. Funnet 04 01, 2022. <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Tildeling-og-tillatelser/Kommersielle-tillatelser/Laks-oerret-og-regnbueoerret/Settefisk>.
- FN-sambandet. 2022. *FN.no*. 18 03. <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal>.
- . 2022. *FNs bærekraftsmål*. 06 05. Funnet 05 07, 2022. <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal>.
- . 2022. *FNs bærekraftsmål*. 04 02. Funnet 02 16, 2022. <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal>.
- FN-Sambandet. 2022. *Livet i havet*. 23 02. <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal/livet-i-havet>.
- Forbord, Silje. u.d. *Hvordan fange oppløste næringsalter fra oppdrett*. <https://www.sintef.no/globalassets/sintef-ocean/arrangement/slam/006-hvordan-fange-opploste-naringsalter-fra-oppdrett-ved-forsker-sintef.pdf>.
- Gu, Jinni. 14.02.2019. *Fiskehelse rapporten 2018*. www.vetinst.no: Veterinærinstituttet.
- Havforskningsinstituttet. 2021. «hi.» *Tema: Landbaserte oppdrettsanlegg/lukkede anlegg*. 15 1. <https://www.hi.no/hi/temasider/akvakultur/landbaserte-oppdrettsanlegg-lukkede-anlegg>.
- Havforskningsinstituttet. 2021. *Tema: Landbaserte oppdrettsanlegg/lukkede anlegg*. 02 06. Funnet 04 30, 2022. <https://www.hi.no/hi/temasider/akvakultur/landbaserte-oppdrettsanlegg-lukkede-anlegg>.
- Jacobsen, Dag Ingvar. 2018. *Hvordan gjennomføre undersøkelser?* Oslo: Cappelen Damm As.
- Jonassen, Knut. 2019. *Fra lineær til sirkulær økonomi – standardisering som bærebjelke i det grønne skiftet*. 12 august. <https://energiogklima.no/meninger-og-analyse/kommentar/fra-lineaer-til-sirkulaer-okonomi-standardisering-som-baerebjelke-i-det-gronne-skiftet/>.

- Kanstad., Marianne Bothner. u.d. *Landbasert oppdrett Notodden*.
<https://nuas.no/landbasert-oppdrett-notodden/>.
- KS. 2018. *Hva er sirkulær økonomi*. 24 09.
<https://www.ks.no/fagomrader/samfunnsutvikling/miljo/sirkular-okonomi-og-avfallspolitikk/hva-er-sirkular-okonomi/>.
- Kyst. u.d. *Stress og depresjon gir «taperfisk»*. <https://www.kyst.no/article/stress-og-depresjon-gir-taperfisk/>.
- Laksefakta. 2021. *Laksefakta*. 12 November. <https://laksefakta.no/laks-og-miljo/hva-er-barekraft/>.
- lovdata. 1997. *Forskrift om desinfeksjon av inntaksvann til og avløpsvann fra akvakulturrelatert virksomhet*. 02 20. Funnet 30 03, 2022.
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1997-02-20-192>.
- Lovdata. 2022. *Lov og vern mot forurensninger og om avfall (forurensningsloven)*. 10 Mars.
https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1981-03-13-6/KAPITTEL_3#%C2%A720.
- Martins, C.I.M. 2010. *New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability*. Article, 6700 AH, Wageningen, The Netherlands: Elsevier.
- Mattilsynet. 2020. *Desinfeksjon av vann i akvakultur*. 17 07. Funnet 04 24, 2022.
https://www.mattilsynet.no/fisk_og_akvakultur/akvakultur/desinfeksjon/desinfeksjon_av_vann_i_akvakultur.3973#:~:text=Krav%20om%20desinfeksjon%20av%20inntaksvann,tas%20inn%2C%20skal%20det%20desinfiseres.
- Miljødirektoratet. 2020. *Klimakur 2030: Tiltak og virkemidler mot 2030*. 31 01. Funnet 04 01, 2022.
<https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/m1625/m1625.pdf#page=336>.
- miljodirektoratet. 2022. *Sirkulær økonomi*. 31 03. Funnet 05 07, 2022.
<https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/avfall/sirkular-okonomi/>.
- . 2022. *Sirkulær økonomi*. 31 03.
<https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/avfall/sirkular-okonomi/>.
- Nesfossen Smolt. i.d. *LAKSENS LIVSSYKLUS*. Funnet 04 05, 2022.
<https://www.nesfossen.no/laksens-livssyklus/>.
- Nilsen, Heidi Rapp. 2021. *Sirkulær Økonomi*. 03 05.
https://snl.no/sirkul%C3%A6r_%C3%B8konomi.

- Nilsen, Heidi Rapp. 2021. *Sirkulær Økonomi*. 03 05. Funnet 04 01, 2022. https://snl.no/sirkul%C3%A6r_%C3%B8konomi.
- Nofima. 2022. *Ulike typer oppdrettsanlegg*. 23 03. Funnet 03 29, 2022. <https://nofima.no/fakta/ulike-typer-oppdrettsanlegg/#ib-toc-anchor-1>.
- nofima. 2022. *Verdt å vite om slam fra fiskeoppdrett*. 23 03. <https://nofima.no/fakta/verdt-a-vite-om-slam-fra-fiskeoppdrett/>.
- Nor-fishing. 2016. *Stress og depresjon gir «taperfisk»*. 27 Juni. <https://www.kyst.no/article/stress-og-depresjon-gir-taperfisk/>.
- Norges Fiskarlag. 2022. *PRISØKNING GIR REKORD*. 04 05. <https://www.fiskarlaget.no/nyheter/details/5/2852-prisokning-gir-rekord>.
- Norsk røyeforum. 2022. *Recirculation Aquaculture Systems*. 17 02. Funnet 04 30, 2022. <https://royeforum.no/oppdrett/ras/>.
- Norsk Vann. u.d. *Til nytte på land - avløpsvann i jordbruk og grøntanlegg*. https://www.mattilsynet.no/planter_og_dyrking/gjodsel_jord_og_dyrkingsmedier/bruk_av_avlopsslam_informasjonsbrosjyre.2051/binary/Bruk%20av%20avl%C3%B8psslam,%20informasjonsbrosjyre.
- NTNU. u.d. *13. stoppe klimaendringene*. <https://www.ntnu.no/baerekraftmaal/13stoppe-klimaendringene>.
- . 2016. *Kartlegging av påvekst på biolegemer fra RAS-anlegg for laksesmolt*. 02 06. Funnet 04 30, 2022. <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2417234/Gitmark%2C%20S.%20og%20Olsen%2C%20L.P.%202016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Pure Salmon, Kaldnes. 2022. *RAS technology – It's all about fish welfare*. <https://puresalmonkaldnes.com/technology/>.
- Redaksjonen. 2021. *Næringsstoffer fra lakseoppdrett kan bidra til sirkulær økonomi*. 10 02. Funnet 05 07, 2022. <https://www.kyst.no/article/naeringsstoffer-fra-lakseoppdrett-kan-bidra-til-sirkulaer-oekonomi/>.
- Regjeringen. 2021. *Blått hav, grønn fremtid*. 07. Funnet 03 21, 2022. <https://www.regjeringen.no/contentassets/564afd76f1e34ccda982f785c33d21b9/no/pdfs/211524-regjeringens-havrapport.pdf>.
- . 2021. *Havbruksstrategien - Et hav av muligheter*. 06. Funnet 03 20, 2022. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/havbruksstrategien-et-hav-av-muligheter/id2864482/?ch=2>.

- . 2021. *Meld. St. 40 (2020–2021)* . 23 06. Funnet 02 16, 2022. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-40-20202021/id2862554/?ch=1>.
- . 2021. *Norsk havbruksnæring* . 11 10. Funnet 02 21, 2022. <https://www.regjeringen.no/no/tema/mat-fiske-og-landbruk/fiskeri-og-havbruk/Norsk-havbruksnaring/id754210/>.
- Ringedal, Kristen. 2018. *Enhet og mangfold - samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode* . Bergen: Fagbokforlaget.
- Sander, Kjetil. 2019. *reliabilitet*. 05 09. <https://estudie.no/reliabilitet/>.
- sciencedirect. 1992. «Aquaculture with its environment: Prospects for sustainability.» www.sciencedirect.com. Funnet 02 21, 2022. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/096456919290059T>.
- ScienceDirect. 1992. *Aquaculture with its environment: Prospects for sustainability*. Funnet 02 15, 2022. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/096456919290059T>.
- sciencedirect. 2020. «Recirculating Aquaculture Systems.» [sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com). Funnet 08 04, 2022. <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/recirculating-aquaculture-systems/pdf>.
- Skatvold, Mari. 2012. «ntnuopen.ntnu.no.» *Fremtidens landbaserte produksjonsanlegg for settefisk* . Funnet 04 08, 2022. <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/241174>.
- Skretting. u.d. *Hvor mye fôr trengs for å vokse frem en fisk?* <https://www.skretting.com/no/aapenhet-og-tillit/ofte-stilte-spoersmaal/hvor-mye-for-trengs-for-aa-vokse-frem-en-fisk/>.
- SNL. 2021. *forskningsmetode - samfunnsvitenskap* . 01 05. Funnet 05 01, 2022. https://snl.no/forskningsmetode_-_samfunnsvitenskap?fbclid=IwAR277b48f12VEa4akZGKLTmyYH1VP8wvLfgH0rKAVLQjQyQp7jc4Ypui6MI.
- . 2021. *kvantitativ metode*. 07 11. https://snl.no/kvantitativ_metode.
- UN Global Compact. u.d. «Mål 12: Ansvarlig forbruk og produksjon .» globalcompact.no. Funnet 05 10, 2022. <https://globalcompact.no/barekraftsmal/mal-12-ansvarlig-forbruk-og-produksjon/>.

- . u.d. «Mål 14: Livet under vann .» *globalcompact.no*. Funnet 05 10, 2022. <https://globalcompact.no/barekraftsmal/mal-14-livet-under-vann/>.
- . u.d. «Mål 2: Utrydde sult .» *globalcompact.no*. Funnet 05 10, 2022. <https://globalcompact.no/barekraftsmal/mal-2-utrydde-sult/>.
- . u.d. «Mål 9: Innovasjon og infrastruktur .» *globalcompact.no*. Funnet 05 10, 2022. <https://globalcompact.no/barekraftsmal/mal-9-innovasjon-og-infrastruktur/>.
- UN globalcompact. u.d. «Mål 13: Stoppe klimaendringene .» *globalcompact.no*. Funnet 05 10, 2022. <https://globalcompact.no/barekraftsmal/mal-13-stoppe-klimaendringene/>.
- Ungdomsbedrift.no. u.d. *Mål 12 Ansvarlig forbruk og produksjon*. <https://baerekraft.ungdomsbedrift.no/12-ansvarlig-forbruk-og-produksjon>.
- utforsksinnet. 2022. *Hva er forskjellen mellom validitet og reliabilitet?* 05 02. <https://utforsksinnet.no/hva-er-forskjellen-mellom-validitet-og-reliabilitet/>.
- Veterinærinstituttet. 2022. *Infeksiøs pankreasnekrose*. <https://www.vetinst.no/sykdom-og-agens/infeksi%C3%B8s-pankreasnekrose-ipn>.
- weblogographic. 2017. *Forskjell mellom intern og ekstern gyldighet*. <https://nor.weblogographic.com/difference-between-internal-and-external-validity-6121>.
- x-ide. u.d. «Miljø.» *xide.no*. Funnet 05 10, 2022. <https://www.xide.no/miljo-2/>.

Vedlegg 1

Intervjuguide

Om prosjektet: Bærekraft er et aktuelt tema om dagen. Vi ønsker å gjøre en sammenligning av to ulike typer landbaserte oppdrettsanlegg, RAS-anlegg og gjennomstrømming, for å se hvilken av de to som er mest bærekraftig. For at anlegget skal være bærekraftig, innebærer det at anlegget produserer effektivt, med lite energibruk, har lavt utslippsnivå og god avfallshåndtering.

Studien er frivillig og du/dere kan trekke dere når som helst dere måtte ønske. Data blir anonymiserte. Vi tar utgangspunktet i året som var, 2021 for å få best mulig innsikt i oppdrettsanlegget sine data

Tid: Ca 50-90 minutter.

Energibruk/bærekraft	
	<ul style="list-style-type: none">• Kan dere fortelle litt om energibruken på anleggene deres?• Hvor mye energi kWh bruker dere i løpet av et år?• Er det stor forskjell på strømbehov i de ulike anleggene?• Hvilken av anleggene bruker mest strøm?
Avfall	
	<ul style="list-style-type: none">• Kan dere fortelle litt om slamoppsamlingen deres?• Hvor stor andel av avfall samler dere opp?• Hvor mye slam produserte dere i 2021?• Hvor mye avfall produseres det i løpet av et år?• Hvor stor var andelen av dødfisk i 2021• Hva gjør dere med slammet som blir samlet opp?
Produksjonstall/Før?	
	<ul style="list-style-type: none">• Hvordan fungerer de to ulike produksjonsanleggene? - RAS og gjennomstrømming• Hva er forskjeller og likheter ved anleggene?• Hvilke fôrtype bruker dere, og hvorfor?• Hvor mye fôr brukes i gjennomsnitt i løpet av et år?• Hva er største utfordringen i de to ulike anleggene?• Hvilke bærekraftige tiltak har dere?

Respondent	Stilling	Dato
1	Daglig leder	03.03.2022
2	Driftsleder	03.03.2022