



UiT Norges arktiske universitet

Fakultet for biologi, fiskeri og økonomi – Norges Fiskerihøgskole

Klimaanalyse av lakseoppdrett med hybride løsninger ved Alsaker Fjordbruk

A/S

Håkon B. Rønnevik

Masteroppgave i fiskeri- og havbruksvitenskap (60stp), mai 2024

Forord

Denne oppgaven er det siste arbeidet jeg gjør som masterstudent på linjen Fiskeri- og Havbruksvitenskap ved Norges Fiskerihøgskole (NFH).

Jeg valgte å skrive en klimaanalyse fordi jeg har en sterkt tro på at dette temaet kommer til å bli stadig viktigere i fremtiden. Organisasjoner vil legge mer innsats og ressurser i å redusere sine karbonavtrykk på grunn av lover, omdømme, økende ansvar for miljøpåvirkning og så videre. Klimaanalyser er verdifulle verktøy for slikt arbeid, og jeg ønsket derfor å lære mer om temaet.

Jeg vil først av alt rette en stor takk mine to veiledere, Edel O. Elvevoll og Andreas Langdal, for støtten og kunnskapen de har kommet med i arbeidet med denne oppgaven. Underveis i arbeidet med å gjennomføre oppgaven førte uventede omstendigheter til at prosessen ble ekstra krevende, og jeg ønsker å rette en dyp takknemmelighet til mine to veiledere for forståelsen og omsorgen de viste meg. Det har vært meningsrikt og gøy å jobbe under deres veiledning, og det hadde ikke vært mulig å gjennomføre denne oppgaven uten dem.

Jeg vil også takke samfunnskontakt i Alsaker Fjordbruk, Kristian Råsdal, for å ha vært veldig behjelpelig med tilgang til data, og som inviterte til besøk og viste meg rundt ved Bjølve bruk i Hardanger.

Jeg vil også takke mine medstudenter som har bidratt til min trivsel som student i Tromsø, og som har vært veldig viktige gjennom mine 5 år som student ved NFH.

Sammendrag

Denne masteroppgaven undersøker effekten av innføring av hybride løsninger i lakseoppdrett for et norsk oppdrettsselskap, med sikte på å få en forståelse av hvordan innføringen av hybride løsninger kan påvirke klimagassutslipp.

Oppgaven fokuserte spesielt på Scope 1- og Scope 2 utslipp fra Alsaker Fjordbruks aktiviteter, inkludert direkte utslipp fra oppdrettsanlegg og indirekte utslipp fra energiforbruk. Resultatene av analysen avdekket betydelige endringer i utslippsnivåer fra 2021 til 2022, med en markant økning som påvirker selskapets totale utslipp – hovedsakelig som følge av økt forbruk diesel.

Ved å begrense analysen til Scope 1- og Scope 2 utslipp, kunne studien identifisere utslippskilder og hotspots innenfor Alsaker LFCs virksomhet. Dette gir verdifull innsikt i miljøpåvirkningen av selskapets operasjoner og peker på områder for potensiell miljøforbedring, hovedsakelig redusering av dieselforbruk og elektrifisering av produksjonen.

I tillegg har to klimaregnskapsverktøy, ISO/TS 72 og UNEP Guidance, sammenlignet med hverandre for å identifisere likheter og ulikheter.

Studien støtte på utfordringer med å finne passende omregningsfaktorer for smøremiddel brukt i ulike arbeidsbåter, men tilgjengelig litteratur ble benyttet og sammenstilt for å løse dette.

Denne studien understreker behovet for bærekraftige praksiser og miljøvennlige tiltak for å redusere utslippene fra slike virksomheter.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	ii
Figurer	iv
Tabeller.....	iv
Forkortelser.....	v
1 Introduksjon	1
1.1 Klimagasser.....	3
1.2 Norsk strømproduksjon	4
1.3 Hybride løsninger.....	5
1.4 Hybrid versus helelektrisk.....	6
1.5 EUs handlingsplan for bærekraftig finans	6
1.5.1 Livsløpsanalyser.....	7
1.5.2 O-LCA	9
1.5.3 Klimarapportering	10
2 Metode	13
2.1 Datainnsamling.....	13
2.2 Stadier i en LCA.....	14
2.3 Prinsipper i GHG-protokollen	16
2.3.1 Organisatoriske og operasjonelle grenser.....	18
2.3.2 Scope 1, 2 & 3	19
2.4 Formler	20
3 Resultat	21
3.1 Scope 1	21
3.2 Direkte utslipp Scope 2	24
4 Diskusjon og tolkning.....	26
4.1 Ulikheter mellom ISO/TS 14072 og UNEP Guidance.....	32
4.1.1 Mål og scope.....	32
4.1.2 Livssyklusinventar (LCI).....	32
4.1.3 Rapportering og kritisk gjennomgang	32
4.2 Omregningsfaktorer.....	33
4.3 Scope 3	34
4.4 ISO 14040 & 14044 og GHG-protokollen	35
4.5 Hotspots.....	36
4.6 Tiltak	36
5 Konklusjon.....	37
Referanseliste	39

Figurer

Figur 1: Organisering av Alsaker Fjordbruk og dets eierandel i ulike datterselskap(Alsaker Fjordbruk, 2023).....	13
Figur 2: LCA-rammeverk tilpasset ISO 14044 (O'Born et al., 2016)	16
Figur 3: Prosentvis fordeling av konsernets strømforbruk på aktiviteter (smolt-, settefisk-, og matfiskproduksjon samt slakteri og bruk av rensefisk) i 2021.....	25
Figur 4: Prosentvis fordeling av konsernets strømforbruk på aktiviteter (smolt-, settefisk-, og matfiskproduksjon samt slakteri og bruk av rensefisk) i 2022.....	25
Figur 5: Indirekte og direkte (Scope 1 og 2) utslipp som tonn CO2 ekvivalenter (tCO _{2e}) for henholdsvis 2021 og 2022 fordelt på underselskaper/lokaliteter i Alsaker Fjordbruk AS.	28
Figur 6: Indirekte og direkte (Scope 1 og 2) utslipp som tonn CO2 ekvivalenter (tCO _{2e}) for henholdsvis 2021 og 2022 fordelt på underselskaper/ lokaliteter, hvor Alsaker LFC er ekskludert, i Alsaker Fjordbruk AS.....	29
Figur 7: Indirekte og direkte (Scope 1 og 2) utslipp som tonn CO2 ekvivalenter (tCO _{2e}) fra matfiskproduksjon for henholdsvis 2021 og 2022 fordelt på lokaliteter i Alsaker Fjordbruk AS.....	29
Figur 8: Fordeling av indirekte og direkte (Scope 1- og 2) utslipp 2021 og 2022 i konsernet Alsaker Fjordbruk AS. Fordelingen av Scope 1- og 2-utslipp var lik for 2021 og 2022, og samme figur er derfor gjeldende for både 2021 og 2022.	31

Tabeller

Tabell 1: Forbruk av drivstoff (liter) som diesel og smøreolje 2021 fordelt på lokalitet og aktivitet.....	21
Tabell 2: Forbruk av drivstoff (liter) som diesel og smøreolje 2022 fordelt på lokalitet og aktivitet.....	21
Tabell 3: Scope 1- utslipp fra smøremidler som tonn karbon dioksid ekvivalenter (tCO ₂) fra diesel, NO _x og smøreolje for 2021 og 2022.	23
Tabell 4: Scope 2 - Totalt innkjøpt strøm (kWh) fordelt på lokalitet og aktivitet i henholdsvis 2021 og 2022.....	24
Tabell 5: Scope 2 - Totalt innkjøpt strøm (kWh) for aktivitet i henholdsvis 2021 og 2022. ...	24

Tabell 6: Scope 2 Totalt strømforbruk (kWh) som karbon dioksid (CO₂)-ekvivalenter 26

Forkortelser

Forkortelse	Beskrivelse
C/TJ	Karbon/Tera Joule
C ₂ F ₆	Heksafluoretan
CC	Carbon content, karboninnhold
CF ₄	Perfluormetan
CH ₄	Metan
CO ₂	Karbondioksid
CO ₂ e	CO ₂ -ekvivalenter
EU	Europeiske Union
EU ETS	European Union Emissions Trading System, EUs klimakvotesystem
EU-27	EUs 27 medlemsland
FN	De Forente Nasjoner
g	Gram
GHG	Green house gas, drivhusgass
GWP100	Global warming potential, globalt oppvarmingspotensiale
HFK	Hydrofluorkarboner
ISO	International Standardization Organisation
Kg	Kilogram
kWh	Kilo Watt hour, Kilowatttime
LC	Lubricant consumption, forbruk av smøremiddel
LCA	Life cycle analysis, livsløpsanalyse
LCI	Life cycle inventory, livsløpsinventar
LCIA	Life cycle impact assesment, livsløpsvurdering
mWh	Mega Watt hout, Megawatttime
NO _x	Nitrogenoksider
NVE	Norges Vassdrags- og Energidirektorat
O-LCA	Organisational life cycle analysis
O ₃	Ozon
ODU	Oxidized during use, oksidert under bruk

PFK	Perfluorkarboner
RSW	Refrigerated sea water, nedkjølt sjøvann
RU	Reporting unit, rapporteringsenhet
SETAC	Society of Environmental Toxicology and Chemistry
SF ₆	Svovelheksafluorid
t	Tonn
UNEP	United Nations Environment Programme, FNs miljøprogram
UNSD	United Nations Statistics Division, FNs statistikkdivisjon
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development
WRI	World Resources Institute

1 Introduksjon

Lakseoppdrett har på relativt kort tid blitt en hjørnesteinsnæring i Norge. Norge eksporterte i 2022 laks til en verdi av 105,8 mrd. kroner, en økning på 25,7 mrd. kroner fra 2021 (Norges Sjømatråd, 2023). Med et betydelige økonomiske bidrag, sysselsetting og en økende global etterspørsel etter laks har næringen blitt viktig for norsk økonomi (Maren Nygård Basso et al., 2023; SSB, 2017). Næringen ønsker å vokse betydelig fram mot 2050, med opp til en fire- til femdobling av årlig produsert mengde sjømat (Miljødirektoratet, 2020, s. 364). Samtidig har klimaendringer og bærekraft blitt sentrale temaer for aktører i havbrukssektoren, og det legges stadig mer ressurser i å få oversikt og en dypere forståelse for næringens påvirkning av miljøet – og hvordan en kan minimere disse. Eksempler på disse er blant annet negative påvirkning på ville fiskebestander, spredning av næringssalter, og skade på bunnsfauna (Havforskningsinstituttet, 2024). Samtidig har Norge satt seg mål om å redusere klimagassutslipp med 55% av 1990-nivået før 2030 (Klima- og miljødepartementet, 2023). Det har derfor blitt lagt stort fokus på hvordan ulike næringer kan oppnå dette (Miljødirektoratet, 2020).

For å begrense den globale temperaturstigningen i tråd med Parisavtalen må det til store utslippskutt om Norge skal bli et lavutslippsland. I januar 2020 publiserte miljødirektoratet rapporten «Klimakur 2030: Tiltak og virkemidler mot 2030». I rapporten analyserte Miljødirektoratet, Statens vegvesen, Kystverket, Landbruksdirektoratet, Norges vassdrags- og energidirektorat og Enova potensialet for å redusere ikke-kvotepliktige utslipp av klimagasser og tiltak som øker opptaket og reduserer utslipp fra skog og annen arealbruk (Miljødirektoratet, 2020). Ikke-kvotepliktige utslipp er utslipp som ikke omfattes av EUs kvotesystem EU ETS (European Union Emissions Trading System), et kvotesystem hvor én klimakvote gir tillatelse til utslipp av ett tonn CO₂-ekvivalenter (Miljødirektoratet, 2024). Norge har deltatt i systemet siden 2008, og Miljødirektoratet forvalter kvotene i Norge. De største ikke-kvotepliktige utslippene kommer fra veitrafikk, jordbruk og annen transport. De største kvotepliktige utslippene kommer fra industri og olje- og gassutvinning (Miljøstatus, 2023).

Klimakur 2030 inneholder blant annet tiltak for utslippsreduksjon av ikke-kvotepliktige utslipp innen sjøfarts-, havbruk- og fiskerisektoren. I rapporten nevnes bruk av landstrøm som et tiltak med betydelig utslippsreduksjonspotensial – siden en vesentlig del av energiforbruket fra skip

skjer når de ligger ved kai. Bruk av biodrivstoff trekkes også fram som et tiltak med stort potensiale for utslippsreduksjon. I tillegg er teknologien for plug-in-hybride båter er relativt moden sammenlignet med hydrogen og ammoniakk som drivstoff for båter (Miljødirektoratet, 2020).

Laksenæringen har flere ulike kilder til sitt klimagassutslipp som blant annet fôrforbruk, transport, og prosessering (Fiskeri- og Havbruksnæringens Forskningsfinansiering, 2023). En av mulighetene som derfor blir evaluert er elektrifisering av oppdrettsflåten (Miljødirektoratet, 2020). Andre løsninger som ammoniakk- og hydrogenløsninger drøftes også, men er definert som mindre tilgjengelig og teknologisk umodne. Deres barrieredriver dermed kostnadene høyere i kontrast med elektrifisering. På den andre siden har Enova har anslått at rundt 60 % av de omtrent 1000 oppdrettsanleggene i Norge i dag er allerede tilknyttet strømmettet. Elektrifisering av disse anleggene vil derfor ha lav tilknytningskostnad. De resterende 40% av anleggene er anslått at ligger lengre fra land, og vil bli dyrere å koble til strømmettet (Miljødirektoratet, 2020, s. 364).

Alsaker Fjordbruk er en betydelig aktør i oppdrettssektoren etablert i 1986, med drift langs den kystrike regionen i Rogaland og Vestland. De har startet arbeidet med å elektrifisere deler av driften og har innført hybride anlegg som en del av strategien for å redusere sitt klimaavtrykk. Dette er hybride anlegg i form av Fjord Hybrid, et hybridsystem levert av selskapet Fjord Maritime. Hybridsystemet fungerer ved at det bruker restkapasiteten fra generatoren på flåten til å lade batterier, samtidig som den fører resten av anlegget med strøm. Når batteriene er fulladet stopper generatoren, og Fjord Hybrid sine batteripakker tar over driften. Alsaker Fjordbruk AS hadde i 2022 åtte matfiskanlegg med tilrettelagt elektrifisering/hybrid-drift. Av disse var fem i drift hele året, mens tre gikk over til hybrid-drift i løpet av 2022. Konsernets brønnbåt Kristoffer Tronds M/S er utstyrt med batteri-/hybrid-løsning, i tillegg system for varmegjenvinning og temperaturutveksling mot sjøvann (RSW – refrigerated sea water). Konsernets settefiskanlegg er basert på gjennomstrømming, og bruker varmeveksling via varmegjenvinning og temperaturutveksling mot oppvarmet sjøvann fra havbunnen, som holder en stabil temperatur på rundt 12 grader Celsius. Dette gjør at anlegget bruker mindre energi i form av elektrisitet og diesel på å varme opp vann til ønsket temperatur (K. Råsberg, personlig kommunikasjon, 12. mars 2024).

1.1 Klimagasser

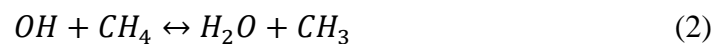
Det er konsensus hos de fleste av verdens klimaforskere at klimaendringene vi ser i dag skyldes menneskelig aktivitet med utslipp av klimagasser - også omtalt som drivhusgasser fra «*green house gases*» (GHG) (FN-sambandet, 2023). De viktigste klimagassene er CO₂, metan, lystgass og fluorholdige gasser som hydrofluorkarboner (HFK) og perfluorkarboner (PFK). Karbondioksid er en naturlig del av atmosfæren, men mengden har økt kraftig (Miljødirektoratet, 2023).

Den totale mengden antropogene klimagasser i atmosfæren, altså klimagasser skapt av menneskelig aktivitet, fortsatte å øke mellom 2010 og 2019. I samme periode var også gjennomsnittlige årlige klimagassutslipp høyere enn noe tidligere tiår (P.R. Shukla et al., 2022, s. 10). I perioden 2011-2020 var gjennomsnittstemperaturen ved jordens overflate 1,1 grader Celsius varmere enn gjennomsnittstemperaturen på slutten av 1800-tallet, og varmere enn den har vært de siste 100 000 årene (De største, globale utslippskildene inkluderer produksjon av strøm og varme, jordbruk, transport og produksjon). I tillegg fører endring i arealbruk til endring i karbonlagre, og bidrar dermed indirekte til utslipp eller opptak av CO₂ (Rypdal et al., 2005, s. 2).

Drivhuseffekten blir forsterket i takt med økte klimagassutslipp, og kloden blir varmere – som fører til endringer i klimaet. Ifølge FNs klimapanel vil klimaendringer føre til dårligere tilgang til mat og vann, dårligere fysisk og mental helse, økonomisk ulikhet, konflikter, humanitære katastrofer og flyktninger, tap av naturmangfold og utryddelse av arter og skader på natur, infrastruktur og bygninger. Ifølge FNs siste klimarapport publisert mars 2023 er situasjonen kritisk (IPCC, 2023), og det må gjøres store kutt i utslipp av klimagasser om vi ønsker å nå 2-gradersmålet og dempe klimaendringene vi ser starten av i dag.

For å omregne utslippene av ulike klimagasser i CO₂-ekvivalenter, venter man hver av klimagassene ut fra deres globale oppvarmingspotensial i et hundreårsperspektiv. Dette gjøres ved å gange mengden av en gitt klimagass i tonn med gassens globale oppvarmingspotensial, GWP_{100, Global}. I internasjonal rapportering og det norske klimagassregnskapet benyttes verdiene fra FNs klimapanel sin femte rapport (Miljødirektoratet, 2019). I den har CO₂ en GWP 1 (IPCC, 2015, s. 87).

Nøyaktig bestemmelse av GWP for NO_x, som en samlet verdi for alle utslippskilder, er utfordrende fordi GWP er sterkt avhengig av hvilken type kilde utslippene kommer fra; overflate kilde, luftbåren kilde, fra transport- eller stillestående kilder. NO_x er også en indirekte klimagass, og påvirkningen den har på klimaet er svært varierende basert på hvilke kjemiske forbindelser som finnes i atmosfæren hvor NO_x slippes ut. Tilstedeværelsen av NO_x fører til dannelsen av ozon (O₃) og karbondioksid (CO₂) ved bestråling av sollys, og påvirker på den måten klimaet ved å danne andre direkte klimagasser (Lasek & Lajnert, 2022, s. 7). Den kan også, i noen spesifikke tilfeller, virke kjølede på klima med en negativ GWP_{100, Global}. Tilstedeværelsen av nitrogenoksider (NO) kan påvirke økningen av OH-radikaler i atmosfæren, og OH-radikaler bidrar til ødeleggelsen av metan (CH₄) i atmosfæren, ifølge følgende formler (Johnson & Derwent, 1996, s. 440):



Metan (CH₄) er en direkte klimagass, og å redusere utslipp av denne vil føre til en kjølede effekt. Reduksjon av CH₄ fører til en langsiktig reduksjon av ozon (O₃), og en langsiktig reduksjon i stratosfærisk vanndamp fra redusert oksidasjon av CH₄ (Lasek & Lajnert, 2022, s. 7). Det mest realistiske anslaget er at NO_x har en GWP_{100, Global} på 1,6 (Lasek & Lajnert, 2022). Fluorholdige gasser som perfluormetan (CF₄) og heksafluoretan (C₂F₆) har svært høy GWP_{100, Global} – henholdsvis 6 630 og 11 100. Svovelheksafluorid (SF₆) har en GWP_{100, Global} på 23 500 (Miljødirektoratet, 2019).

1.2 Norsk strømproduksjon

Norsk kraftforsyning har den høyeste andelen av produksjon fra fornybare kilder og de laveste utslippene i Europa. Norges 1769 vannkraftverk står for omtrent 88 prosent av den totale norske normalårsproduksjonen av kraft, mens vindkraft står for omtrent 11 prosent. Per 31. mars 2023

utgjør varmekraft i underkant av 2 prosent. Her benyttes kommunalt avfall, industriavfall, spillvarme, olje, naturgass og kull som energiresurser (Energifakta Norge, 2024). Hvert år utarbeider Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) en *Klimadeklarasjon for fysisk levert strøm* for fjoråret. Ifølge NVE er klimagassutslippet forbundet med strømproduksjon i Norge tilnærmet lik null, som følge av den høye andelen strøm produsert fra fornybare kilder som vann og vind. I 2021 var beregnet utslipp regnet i CO₂-ekvivalenter for strømforbruk i Norge 11 gram CO₂e./kWh., mens den i 2022 var på 19 gram CO₂e./kWh. Det vil si at det gjennomsnittlige klimaavtrykket av å bruke strøm i Norge i 2021 var 11 gram CO₂-ekvivalenter for hver kilowattime, mens det gjennomsnittlige klimaavtrykket av å bruke strøm i Norge i 2022 var 19 gram CO₂-ekvivalenter for hver kilowattime. Dette er relativt lavt, tatt i betraktning EU-27 som har hatt en CO₂-faktor på rundt 300 g CO₂e./kWh de siste årene (NVE, 2021). I 2021 stod vindkraft, vannkraft og andre fornybare produksjonskilder for 97 prosent av strømforbruket. I 2022 stod fornybare kilder for 95 prosent av forbruket. Metoden NVE bruker for å beregne *klimadeklarasjon for fysisk levert strøm* tar hensyn til at Norge veksler strøm med landene rundt, og inkluderer også klimagassutslipp fra importert strøm (NVE, 2023b). Norge importerer strøm fra utlandet i de timene det er billigere enn å bruke strøm produsert i Norge. Når vannmagasinene i Norge er fulle, og det er mye nedbør og/eller tilsig, vil Norge ha et lavere importbehov og produsere en større andel strøm innenlands til en lavere kostnad enn importert, utenlandsk strøm. Fordi norsk strømproduksjon kommer fra en stor andel fornybare kilder vil også CO₂-faktoren være lavere ved slike år enn ved tørrere år. Andre faktorer spiller også inn, som prisen på CO₂-kvoter, priser på kull, gass og olje og teknologikostnader (NVE, 2023b).

1.3 Hybride løsninger

Hybride løsninger er kombinasjoner av ulike teknologier for å produsere kraft. En av hensiktene med å bruke hybrid energi er å redusere forbruket av ikke fornybare energikilder, og dermed redusere utslippet av klimagasser. I havbruksnæringen består hybride løsninger i hovedsak av bruk batterier i kombinasjon med landsstrøm/dieselaggregater for å gi energi til for eksempel fôrflåte og lading av båter, og har som formål å redusere klimagassutslippene enn ved bruk av kun fossile løsninger/kilder. Andre hybride løsninger kan være ulike hybride båter. For eksempel har Alsaker Fjordbruk har nylig fått en ny arbeidsbåt, M/S Ritter, med avanserte hybridssystemer bestående av bl.a. batteri og el-motor/akselakselgenerator (Frydenbø-industri, u.å.).

Hybride løsninger kan tas i bruk for å kutte CO₂-utslipp, redusere drivstoffkostnader og øke bedriftens omdømme. Hybride løsninger er også ofte mer energi- og driftseffektivt ved at el-kraft kan tas i bruk for oppgaver som krever øyeblikkelig respons, mens forbrenningsmotoren kan tas i bruk for oppgaver som krever høy effekt. Ved å optimalisere energiforbruket minimerer en sløsing av energi, som er fordelaktig for kostnader og miljø.

Det kan bidra til å gi et positivt omdømme gjennom å vise forpliktelse til miljøvern og bærekraft, og kan appellere til bevisste forbrukere som legger vekt på bærekraft.

1.4 Hybrid versus helelektrisk

Det kan være flere ulike grunner til at det å velge hybride løsninger er mer hensiktsmessig enn å velge helelektriske løsninger: Oppdrettsanlegg plasseres ofte, av ulike grunner, på avsidesliggende områder - og tilgangen til pålitelig energiforsyning, spesielt med tanke på ladekapasitet, kan variere fra område til område. Ved å benytte hybride løsninger fremfor helelektriske kan terskelen for å bruke elektrisk drift være lavere når en har en forbrenningsmotor i bakhånd som kan ta over om batterikapasiteten brukes opp. I tillegg kan det være dyrt å bygge en helelektrisk infrastruktur, spesielt i avsidesliggende områder, og hybride løsninger kan derfor være mer kostnadseffektive. Hybrid drift gir også bedre tilpasning til allerede eksisterende infrastruktur, og tillater en gradvis overgang til mer bærekraftige alternativer uten å kreve en fullstendig omlegging av eksisterende infrastruktur. Helelektriske løsninger er også mer sensitive for temperaturendringer, og vil prestere mer varierende og ofte verre i et kaldere klima enn hybride løsninger.

1.5 EUs handlingsplan for bærekraftig finans

EU (Europeiske union) la i 2021 frem et forslag til hvordan Europa kan bli verdens første klimanøytrale kontinent innen 2050. Dette skal oppnås igjennom Europas grønne giv (*The European Green Deal*) via: (1) Rapporteringskrav. Det vil innføres krav om rapportering innen bank- og finanssektoren, samt større foretak, for hvilke deler av omsetningen som kommer fra bærekraftige aktiviteter. I tillegg må det rapporteres om hvilken andel av produktene og tjenestene de tilbyr som tilfredsstiller kravene satt i EUs taksonomi. (2) Nye regler. Bærekraft

vil bli en del av regelverket for bank- og finanssektoren. I tillegg til (1) må disse sektorene rapportere på den andelen av produktene de tilbyr som oppfyller kravene taksonomien setter, inkludert blant annet risikostyring og forvaltning ifm. grønne investeringer. (3) Klassifisering av bærekraft. Innføringen av et klassifiseringssystem for bærekraftige aktiviteter (EU taksonomien) (NHO, u.å.).

Taksonomiregelverket tråde i kraft i Norge 1. januar 2023. Den nye ordningen baserer seg på EUs taksonomi, en klassifisering som skal gjøre det lettere for investorer å investere i grønne/bærekraftige/miljøvennlige aksjer. Taksonomien skal bidra med å klassifisere hva en bærekraftig aktivitet er. Dette ved å kreve at en økonomisk aktivitet som skal kunne defineres som bærekraftig må oppfylle minstekrav for sosiale og styringsmessige forhold, bidra betydelig til minst ett av de seks hovedmålene (å redusere og forebygge klimagassutslipp; klimatilpasning; bærekraftig bruk og beskyttelse av vann- og marine ressurser; omstilling til en sirkulærøkonomi, avfallsforebygging og gjenvinning; forebygging og kontroll av forurensning; eller verne om og restaurere naturmangfold og økosystemer) samt at aktiviteten heller ikke ha en betydelig negativ påvirkning på noen av de andre målene. Taksonomien legger ingen føringer på private eller offentlige investeringer, men skal fungere som et verktøy som skal gjøre det lettere for aktører i finansmarkedene å gjøre langsiktig bærekraftige investeringer i henhold til europeiske og nasjonale klimamål. Taksonomien skal ikke avgjøre hvorvidt et selskap er bra eller dårlig, og legger heller ikke forbud mot å drive ulike typer virksomhet. Taksonomien skal gi investorer informasjon, og det er opp til investorene å vurdere hvorvidt det skal investeres i bedriften eller ikke (Finansdepartementet, 2023). Det har derfor blitt utviklet en rekke verktøy som kan benyttes av organisasjoner, bedrifter, myndigheter, forskningsinstitusjoner e.l. for å få oversikt over klimagassutslippene og implementere strategier for å redusere dem. To sentrale verktøy er livsløpsanalyser (LCA, life cycle assesment), og klimarapportering.

1.5.1 Livsløpsanalyser

En livsløpsanalyse er systematisk metode for å beregne og vurdere de miljømessige konsekvensene av et produkt eller en tjenestes livsløps – fra råvareutvinning, produksjon, distribusjon, bruk og avfallshåndtering/gjenvinning. Formålet er å kvantifisere og vurdere miljøkonsekvensene knyttet til disse stadiene. Flere standardiseringer har blitt forsøkt utredet, som blant annet SETAC «*code of practise*», men ved 1997 ble det publisert en formell, offentlig

LCA standard ISO 14040 via den internasjonale standardiseringsorganisasjonen (ISO) (Hauschild et al., 2017, s. 19). ISO-standarder er internasjonale standarder utarbeidet av ISO (International Organization for Standardization), som er en uavhengig, ikke-statlig internasjonal organisasjon. Organisasjonens mål er å «bringe sammen globale eksperter for å bli enige om de beste måtene å gjøre ting på, fra å lage produkter til å administrere prosesser» (ISO, u.å.). En serie av disse standardene er ISO 14000 som omhandler «environmental management», eller miljøledelse. Frem til 2006 var det fire standarder som omhandlet LCA; ISO 14040-14043. Disse ble da erstattet av to nye, reviderte standarder: Nye ISO 14040 og ISO 14044 (ISO, 2006a) (ISO, 2006b). Den nye ISO 14040-standarden hadde som mål å bygge videre på de gjeldende standardene uten å fjerne noe fra de «gamle» standardene (Finkbeiner et al., 2006). Fordelen med de nye standardene er et redusert antall ulike standarder å forholde seg til (ISO 14040 og ISO 14044 istedenfor ISO 14040 og ISO 14041-14043), og det er også færre sider som inneholder krav. En annen forbedring er tilpasningen av definisjonene i de to standardene, som nå begge inneholder det samme settet med definisjoner for en LCA. Formelt sett har alle definisjoner spesifikk for LCA opprinnelse i ISO 14040, men de gjentas i ISO 14044 slik at brukeren ikke trenger å benytte seg av et annet dokument, for eksempel ISO 14040, bare for å få tilgang på de relevante definisjonene, mens en for eksempel jobber med ISO 14044 (Finkbeiner et al., 2006, s. 82). Disse endringene gjør standardene mer lesbare og tilgjengelige, ikke bare for eksperter på LCA, men også for andre utøvere.

ISO 14040 henger sammen med ISO 14044. Hvis det utføres en LCA basert på ISO 14040, *skal* de ulike detaljerte reglene og kravene i ISO 14044 tas til etterretning. En LCA gjennomført ut ifra ISO 14040 er altså ikke gjeldende uten å også forholde seg til ISO 14044 (Klöpffer, 2012, s. 1089).

Ifølge ISO 14044 må en LCA inkludere:

- En tydelig forklaring på hva analysen skal brukes til
- Grunnen/årsak til at analysen utføres
- Målgruppe for undersøkelsen
- Avklaring om resultatet av undersøkelsen er ment å brukes i sammenlignende påstander som er ment å bli offentliggjort

1.5.2 O-LCA

En variant av LCA er O-LCA – organisatorisk livsløpsanalyse. Hovedformålet med denne metoden er å evaluere miljøpåvirkninger av organisasjoner, inkludert interne prosesser, aktiviteter og beslutninger. O-LCA utvider perspektivet til en vanlig LCA, som fokuserer på en enkelt vare eller tjeneste, til å ta de miljømessige påvirkningene av en hel virksomhet i betraktning. Det er flere fordeler med å benytte en O-LCA fremfor en LCA. En O-LCA vil gi det aktuelle selskapets miljøprestasjon over tid. En LCA vil kunne gjøre det samme, men på et generelt grunnlag da en LCA er mer uavhengig av et tidsperspektiv. En O-LCA gir muligheten til å identifisere ulike hotspots gjennom hele produksjonskjeden for hver enkelt miljøkategori en undersøker, og ikke bare for produksjonen av et enkelt produkt. Det gir også muligheten til å få innsikt om hovedaktørene og virkningene involvert i driften internt, samt verdikjede.

Organisasjoner, bedrifter, selskaper, firmaer, offentlige institusjoner osv. har et overordnet ansvar når det kommer til å redusere miljømessige påvirkninger. En tilnærming som analyserer organisasjonen som en helhet, inkludert dens verdikjede og ikke bare organisasjonens fasiliteter, og som vurderer et sett med relevante miljøaspekter kan fremme integreringen av miljøet i organisasjonens strategi og operasjon (Martínez-Blanco et al., 2016, s. 335).

Å ha tilstrekkelig forståelse av et system er avgjørende for å kunne utforme effektive strategier som forbedrer selskapets ytelser i det lange løp. I tillegg til alle produktene og tjenestene en organisasjon produserer og tilbyr, vil den organisatoriske tilnærmingen til en LCA kunne identifisere hotspots som organisasjonen bør fokusere på og vurdere å gjøre inngrep. En slik forståelse over organisasjonens/selskapets produksjonssystem gir ytterligere grunnlag for ulike beslutninger på ulike nivåer, som investering i teknologi, utvikling av nye produktlinjer eller andre investeringer (Martínez-Blanco et al., 2016, s. 335).

I dag er det to hovedstandarder for globale, organisatoriske livsløpsvurderinger; ISO sin “ISO/TS 14072: Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines for Organizational life cycle assessment” (ISO, 2014) og UNEP/SETAC (United Nations Environment Programme / Society of Environmental Toxicology and Chemistry) sin «Guidance on Organizational life cycle assessment» (UNEP, 2015). Dette er en type O-LCA som bruker ISO 14072 som «ryggrad» (Martínez-Blanco et al., 2016, s. 333), og bruker samme terminologi som ISO 14040 og 14044, og ISO/TS 14072.

En O-LCA i henhold til ISO/TS 14072 bygger altså videre på LCA fra ISO 14040 og 14044, og gir muligheten til å se på et helt selskaps miljøpåvirkning fremfor et enkelt produkt eller tjeneste. En av fordelene med O-LCA er at det gir selskaper muligheten å forstå hele selskapets miljøpåvirkning, og promoterer miljøansvar. Den kan identifisere områder i selskapets livsløps hvor ressursbruk kan optimeres og lede til sparte kostnader. Det kan gi verdifull informasjon for strategiske avgjørelser, og fremmer en positiv kultur for innovasjon og konstant forbedring.

O-LCA kan tilføre et selskap verdi ved å gjøre det motstandsdyktig mot fremtidige klimaendringer, og kan gi selskapet et forbedret omdømme ovenfor interessepersoner og kunder. Til forskjell fra LCA, bruker en O-LCA RU (reporting unit, rapporteringsenhet) istedenfor en funksjonell enhet, definert som «det kvantifiserte ytelsesuttrykket til organisasjonen som studeres for å bli brukt som referanse» (Manzardo et al., 2018, s. 430). En annen forskjell mellom LCA og O-LCA er at det i en O-LCA inkluderes en konsolideringstilnærming (dvs. finansiell kontroll, operasjonell kontroll og aksjeandel). Dette inkluderes for å støtte aggregering (kombinering av enkeltresultater til større grupper) av resultater, som er en nødvendighet ved analysering av komplekse organisasjonsstrukturer. En annen forskjell mellom de to metodene er knyttet til systemgrenser som tar for seg ett perspektiv i LCA, hvor kun livsløpet til produktene/tjenestene vurderes, mens det i en O-LCA er to perspektiver – hvor det andre representeres av organisasjonens struktur (Manzardo et al., 2018, s. 430).

1.5.3 Klimarapportering

En av de vanligste klimarapporterings standardene er GHG-protokollen (Greenhouse Gas Protocol Initiative) (Greenhouse Gas Protocol, u.å.). Den ble utviklet igjennom et partnerskap mellom bedrifter, ikke-statlige organisasjoner, regjeringer, med flere. GHG-protokollen ledes av World Resources Institute (WRI), en USA-basert, ikke-statlig organisasjon, og World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), en koalisjon mellom internasjonale bedrifter stasjonert i Genève (GHG-protocol, 2004, s. 2). WRI jobber globalt og i fokusland med å møte folks grunnleggende behov; å beskytte og restaurere natur og stabilisere klimaet; og bygge motstandsdyktige samfunn (WRI, u.å.). WBCSD har over 200 medlemsbedrifter, bl.a. Apple, Amazon og Equinor, og jobber for å «akselerere overgangen til en bærekraftig verden ved å gjøre mer bærekraftige virksomheter mer vellykkede» (WBCSD, u.å.). Arbeidet med

utviklingen av en GHG-protokoll ble startet i 1998 og hadde som mål å utvikle internasjonalt aksepterte klimagassregnskaps- og rapporteringsstandarder for virksomheter og å fremme bred bruk av disse. Første versjon av GHG-protokollen ble utgitt i 2001 (GHG-protocol, 2004, s. 2-3). I 2004 publiserte WRI og WBCSD en revidert versjon av «The Corporate Standard», eller «Bedriftsstandarden», for å gi ytterligere veiledning til bedrifter som ønsket å føre klimaregnskap og rapportere. Den reviderte standarden fra 2004 er vidt anerkjent og vedtatt av ulike utslippsrapporteringsordninger over hele verden, og legger grunnlaget for en rekke rapporteringsprogrammer og eksisterende klimagassregnskap (Hickmann, 2017, s. 97).

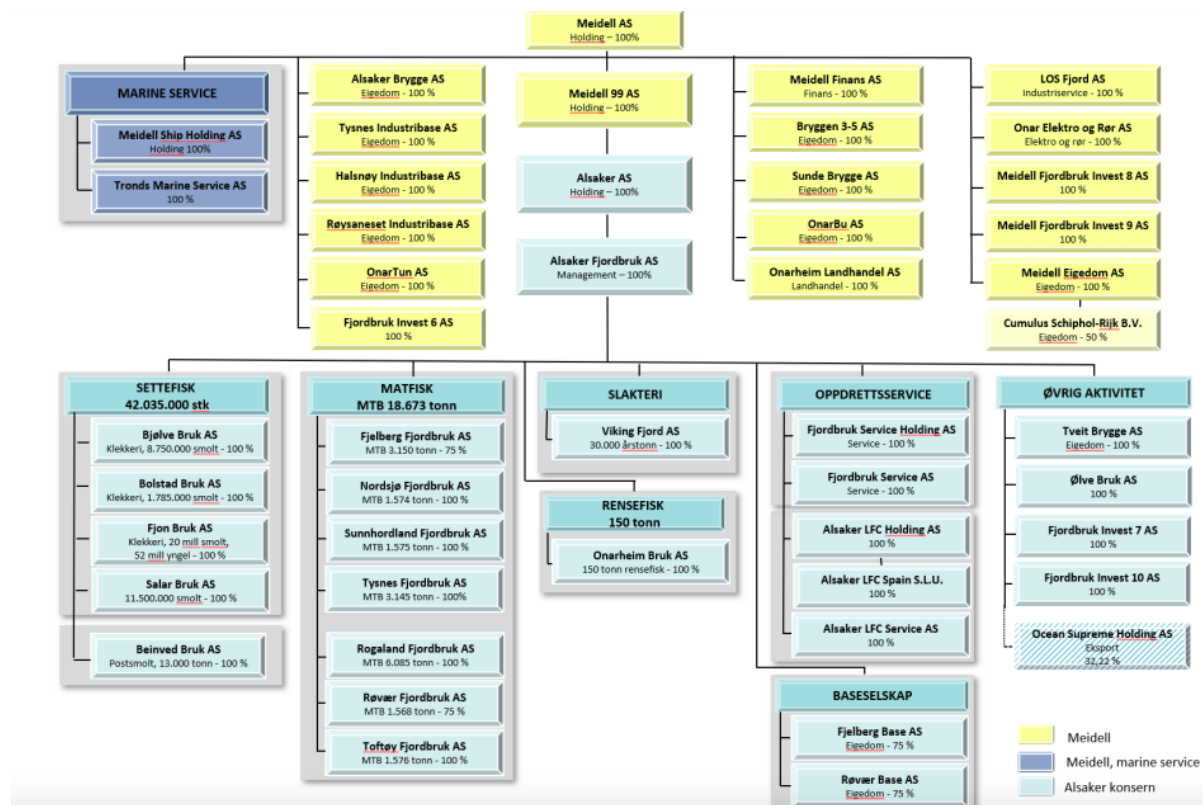
Det er verdt å understreke forskjellen mellom føring av klimagassregnskap og klimagassrapportering. Føring av klimagassregnskap angår anerkjennelse og konsolidering av klimagassutslipp fra virksomheter et morselskap har en eierandel i og å koble disse utslippene mot geografiske lokasjoner, spesifikke operasjoner, virksomhetsprosesser og eiere. På den andre side handler klimagassrapportering om fremstilling av klimagassdata i formater som passer til brukers behov (GHG-protocol, 2004, s. 20).

For å forstå effekten av innføringen av hybridanlegg på bedriftens totale klimaavtrykk, har det blitt et behov for en mer dyptgående klimarapport. Hensikten er å identifisere bedriftens viktigste aktiviteter for utslipp og kartlegge de største utslippspostene som er mest relevante for utslippsreduksjoner. Slike områder blir også ofte omtalt som «hotspots». I oppgaven gjennomføres en organisatorisk livsløpsanalyse (O-LCA), hvor bedriftens klimaavtrykk i 2021 vil bli sammenlignet med 2022 for å se effekten av elektrifisering av eller innføringen av hybride anlegg. I tillegg vil ulike praksiser for rapportering av klimaavtrykk sammenlignes. Gjennom dette vil denne masteroppgaven bidra med en dypere innsikt i miljøpåvirkning av aktivitetene i Alsaker Fjordbruk og for næringen generelt ved å gi en bredere innsikt i temaet og bidra til diskusjon om beste praksis for klimaregnskap på selskapsnivå, og innenfor sektorer som står ovenfor lignende klimautfordringer. Norsk laksenæring står ovenfor potensielt store endringer i klima, og hybridisering av næringen, gjennom implementering av hybridteknologi i oppdrettsflåter og transport, blir stadig viktigere for å oppnå mer effektiv ressursbruk og lavere miljøpåvirkning. Ved å kombinere diesel og elektrisitet har næringen større muligheter til å redusere sine karbonutslipp, og samtidig opprettholde effektiv drift.

2 Metode

2.1 Datainnsamling

Dataene som ble brukt i denne oppgaven er samlet inn fra Alsaker Fjordbruk A/S. Alsaker Fjordbruk er som sagt et havbruksselskap som opererer langs Norges Sør-Vestkyst. Hovedkontoret ligger i Onarheim, en bygd i Vestland. Konsernet er organisert på følgende måte:



Figur 1: Organisering av Alsaker Fjordbruk og dets eierandel i ulike datterselskap (Alsaker Fjordbruk, 2023)

Som figur 1 viser, er selskapet Alsaker Fjordbruk delt inn i flere undergrupper; Settefisk, matfisk, slakteri, rensefisk og oppdrettsservice. Selskapene som er del av analysen under oppdrettsservice, er Alsaker LFC Service AS og Fjordbruk Service AS, da det er disse som eier båtene som blir brukt i produksjonen. Alsaker LFC eier en brønnbåt, Kristoffer Tronds M/S, og Fjordbruk Service AS eier 10 arbeidsbåter som brukes under produksjonen (Alsaker Fjordbruk, u.å.)

For å samle inn data ble det etablert et samarbeid med Alsaker Fjordbruk. Dataene som blir brukt i denne oppgaven er fra 2021 og 2022, altså over en toårsperiode. Dette tillater en sammenligning av utslippsdata fra begge årene. Dette er interessant for å kunne undersøke

hvilken forskjell innføringen bedriften har gjort av hybride løsninger i sin produksjon har utgjort, noe de gjorde i 2021 og 2022. Analysen inkluderer data fra hele år for å ta høyde for sesongmessige variasjoner. Analysen vil omfatte hele Alsaker Fjordbruk-konsernet og involvere vurdering av miljøpåvirkning fra alle selskaper under konsernet. Miljøaspekter som har betydelig påvirkning på organisasjonens miljøprestasjon og bærekraft prioriteres. Den vil bli utført i samsvar med ISO-standardene ISO 14040-14044, som er internasjonalt anerkjente. Den er basert på tilgjengelig og pålitelig data, for å sikre at resultatene er så nøyaktige og like virkeligheten som mulig. Analysen er i tråd med selskapets mål om å integrere miljøhensyn i sine strategiske beslutninger og i sin operasjonelle praksis. Basert på disse rammene og prinsippene ble det valgt at analysen skal utføres med en bred tilnærming for å gi en helhetlig vurdering av organisasjonens miljøpåvirkning, samt støtte beslutningsprosesser for miljøstyring og bærekraftsinitiativer.

Følgende selskaper fikk installert hybridanlegg på sine lokaliteter i perioden 2021-2022:

- Toftøy: Installert juni 2021
- Tysnes: Installert november 2021
- Fjelberg: Installert desember 2021
- Tysnes: Installert desember 2021
- Rogaland: Installert januar 2022
- Rogaland: To anlegg Installert november 2022

2.2 Stadier i en LCA

Det typisk er fire stadier i en LCA:

1) Mål og omfang:

Målet og omfanget av analysen skal defineres klart og tydelig. Hvorfor utføres analysen, hvilke spørsmål skal den besvare, for hvem utfører den? Definisjonen av målet legger grunnlaget for hvordan omfanget av analysen bestemmes og setter en kontekst for analysen (Hauschild et al., 2017, s. 61).

I en O-LCA vil en definere total mengde utslipp per total mengde produksjon for en gitt tidsserie (i dette tilfellet 2021 mot 2022), til forskjell fra en LCA hvor en vil definere en funksjonell enhet per kg utslipp (som f.eks. 1 kg produkt / kg CO₂ ekvivalent.).

2) Livsløpsinventar (LCI):

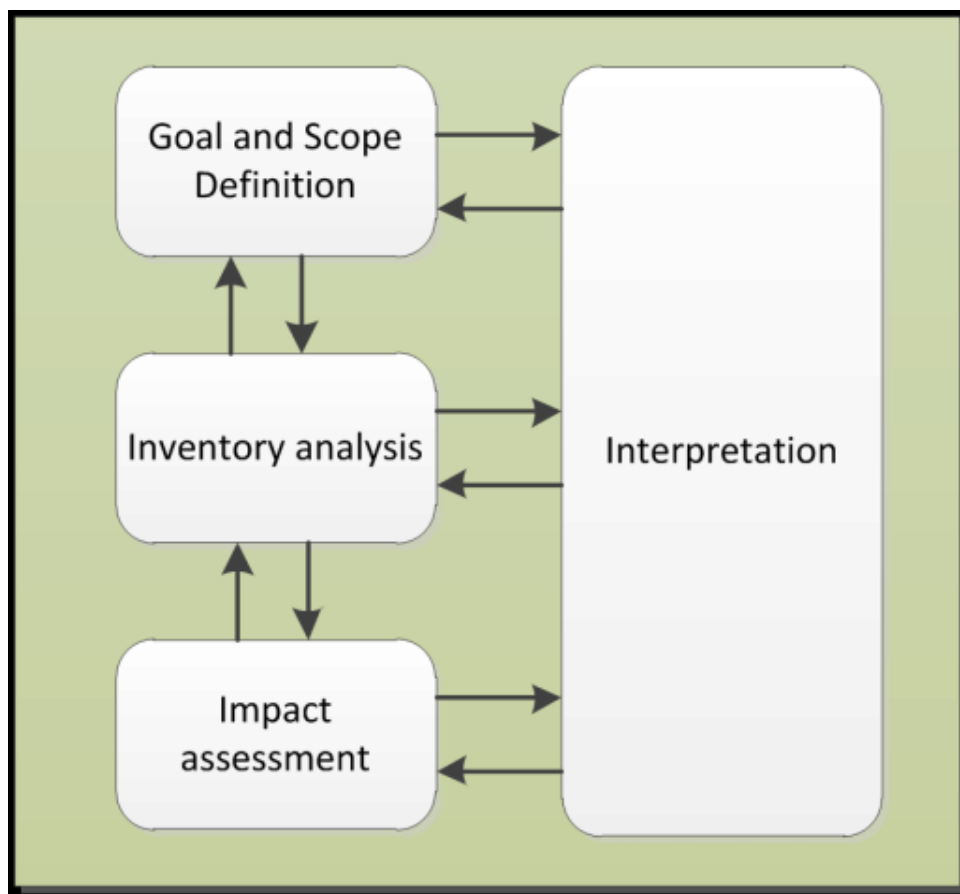
Livssyklusinventar er stadiet i livsløpsanalysen hvor man identifiserer input- og output-data for systemet som undersøkes. Dette innebærer innsamling av data som er nødvendig for å oppfylle målene for den definerte studien (ISO, 2006a). Dette kan for eksempel være råmaterialer brukt i produksjonen, hvilken type energi som benyttes eller hvilke forskjellige typer utslipp produksjonen skaper til vann, land og luft.

3) Livsløpsurdering (LCIA):

Hensikten med påvirkningsvurderingen er å gi tilleggsinformasjon for å hjelpe til med å vurdere hvilken påvirkning de ulike input- og output-strømmene identifisert i punkt 2 (LCI) vil ha på miljøet. For eksempel vil en gitt mengde drivstoff som har blitt brukt for å produsere et gitt produkt, og som er identifisert i livsløpsregnskapet, og påvirkningen forbrenningen av dette stoffet har på miljøet bli beregnet (ISO, 2006a).

4) Tolkning:

Tolkningsdelen av en LCA er den siste fasen, hvor resultatene fra livsløpsregnskapsdelen eller påvirkningsvurderingsdelen, eller begge, oppsummeres og diskuteres som grunnlag for konklusjoner, anbefalinger og beslutningstaking i henhold til mål- og omfangsdelen (ISO, 2006a). En viktig del av denne fasen er identifisering av hotspots, hvor det identifiseres faser i deler av produksjonen hvor bedriften har et spesielt forbedringspotensial når det kommer til å redusere sin miljøpåvirkning (Castellani et al., 2017).



Figur 2: LCA-rammeverk tilpasset ISO 14044 (O'Born et al., 2016)

Analysen utføres grunnet et ønske om å se hvilke konsekvenser Alsaker Fjordbruks innføring av hybride systemer på sine lakseoppdrettsanlegg har hatt for konsernets miljøpåvirkning.

2.3 Prinsipper i GHG-protokollen

Klimagassregnskap og klimarapportering skal ifølge GHG-protokollen (GHG-protocol, 2004) være basert på følgende prinsipper:

- **Relevans**

For at en bedrifts klimarapport skal være relevant må den inneholde informasjon som betjener beslutningsbehovene til brukerne av rapporten, både eksternt og internt i selskapet. Et viktig aspekt når det gjelder relevans er valg av hensiktsmessig inventargrense, som avhenger av det tiltenkte formålet med informasjonen som presenteres i rapporten og behovene til brukerne av rapporten, samt selskapets karakteristikk.

- **Fullstendighet**

Alle klimagassutslipp innenfor de satte inventargrensene skal redegjøres for, og rapporteres om. Eventuelle ekskluderinger må oppgis og begrunnes. Bedrifter kan sette en minimumsgrense for utslipp og ekskludere utslipp under denne grensen, men i praksis vil dette gi et underestimat og ikke være i tråd med fullstendighetsprinsippet til GHG-protokollen. Det vil også være paradoksalt ved at utslipp må kvantifiseres for å sikre at det er under en slik grense. Men når utslippet da allerede er kvantifisert vil de fleste fordelene med å ha en slik minimumsgrense være tapt. I tilfeller hvor utslipp ikke er estimert eller estimert til et utilstrekkelig nivå er det viktig at dette er transparent dokumentert og begrunnet. Revisorer for rapporten kan anslå innvirkningen eller relevansen en slik eksklusjon vil ha på sluttrapporten.

- **Konsekvent**

Konsekvent bruk av metoder, beholdningsgrense og beregningsmetoder er essensielt for å få meningsfulle sammenligninger av utslipp over tid. Alle endringer i data, beholdningsgrense, metoder eller andre relevante faktorer i den gitte tidsserien må transparent dokumenteres.

- **Åpenhet**

Åpenhet rundt utarbeidelsen av et klimagassregnskap i henhold til GHG-protokollen handler om i hvilken grad informasjon om prosessene, prosedyrene, antakelsene og begrensningene blir fremlagt på en saklig, nøytral og forståelig måte basert på klar dokumentasjon. Informasjon må registreres og fremlegges på en måte som gjør det mulig for interne og eksterne revisorer å verifisere rapportens troverdighet.

- **Nøyaktighet**

Data brukt i utarbeidelsen av rapporten må være tilstrekkelig nøyaktig for at beslutninger basert på resultatene av rapporten med rimelig sikkerhet. Beregninger, målinger og estimer av bedriftens utslipp må være så nære den

faktiske utslippsverdien som mulig, og usikkerheter må reduseres så godt det er praktisk mulig. Rapportering av ulike tiltak gjort for å sikre nøyaktighet av klimagassregnskapsføringen kan bidra til å fremme rapportens troverdighet, samt øke åpenheten.

2.3.1 Organisatoriske og operasjonelle grenser

Bedrifter kan variere i juridiske og organisatoriske strukturer. De kan være heleide virksomheter, datterbedrifter, fellesforetak osv. Ved å sette organisatoriske grenser velger et selskap en tilnærming for å rapportere klimagassutslipp, og valgt tilnærming brukes konsekvent for å definere virksomhetene og aktivitetene som utgjør selskapet med det formål å føre klimaregnskap og rapportere klimagassutslipp (GHG-protocol, 2004, s. 16). For bedriftsrapportering er det to ulike tilnærminger som kan brukes for å konsolidere klimagassutslipp: aksjeandeltilnærmingen og kontrolltilnærmingen.

- Aksjeandeltilnærmingen

Ved å bruke denne tilnærmingen står et selskap ansvarlig for klimagassutslippene en aktivitet har i henhold til selskapets eierandel av den aktiviteten.

- Kontrolltilnærmingen

Ved å bruke kontrolltilnærmingen vil et selskap rapportere 100% av klimagassutslippet for aktiviteter selskapet har kontroll over. Selskapet vil ikke rapportere utslipp for aktiviteter selskapet har interesser i, men ikke har kontroll over. Kontroll kan defineres som operativ eller økonomisk kontroll, og selskaper som bruker kontrolltilnærmingen skal velge mellom hvilken type kontroll de har over de ulike aktivitetene (GHG-protocol, 2004, s. 18).

I denne undersøkelsen ble det valgt å anvende en kontrolltilnærming for å definere rapporteringsgrenser i tråd med GHG-protokollen, da Alsaker Fjordbruk-konsernet har 100% eierskap over nesten alle sine selskaper, med unntak av Fjelberg Fjordbruk og Røvær Fjordbruk (se figur 1), hvor selskapet har 75% eierskap. Alsaker Fjordbruk har fortsatt operativ kontroll over de to selskapene, og de vil derfor inkluderes i analysen. Siden målet med oppgaven er å undersøke effekten av hybridisering av oppdrettsflåten, tas ikke selskaper uten tilknytning til oppdrett hensyn til. Dette sikrer at alle enheter og aktiviteter der konsernet har direkte kontroll eller styring blir inkludert i analysen av klimagassutslipp. Med en kontrolltilnærming vil en

kunne få en grundig og nøyaktig oversikt over konsernets totale klimapåvirkning og identifiserer spesifikke områder hvor utslippsreduksjoner på best mulig måte kan oppnås. Kontrolltilnærmingen vil også legge til rette for bedre målrettede tiltak for å redusere konsernets klimaavtrykk og fremme bærekraftige praksiser. Det er avgjørende for den helhetlige forståelsen av konsernets totale klimagassutslipp at en tar hensyn til alle aktiviteter som kontrolleres av konsernet.

2.3.2 Scope 1, 2 & 3

Etter valg av organisatoriske grenser, settes de operasjonelle grensene. Her identifiseres utslipp knyttet til driften, og utslippene kategoriseres som direkte eller indirekte utslipp. Omfanget av regnskapsføring og rapportering av indirekte utslipp skal også bestemmes.

Direkte klimagassutslipp er utslippskilder heleid eller kontrollert av et selskap. Indirekte klimagassutslipp er utslipp som kommer som følge av virksomheten i selskapet, men som forekommer fra kilder som eies eller kontrolleres av et annet selskap (GHG-protocol, 2004, s. 25).

Her kommer bruken av konseptet «scope» inn. Tre ulike scopes (scope 1, 2 og 3) brukes for å avgrense direkte og indirekte utslippskilder, samt øke åpenheten og bruksnyttigheten for ulike typer organisasjoner og ulike klimapolicyer og forretningsmål. Et minimumskrav er at bedrifter rapporterer for scope 1 og 2, mens scope 3 er valgfri (kilde).

- **Scope 1: direkte klimagassutslipp**

Under scope 1 faller direkte klimagassutslipp fra kilder som eies eller kontrolleres av selskapet. Dette kan være stasjonære forbrenningsmotorer som brukes ved generering av strøm, varme eller damp - eller mobile forbrenningsmotorer som brukes ved ulike former for transport av materialer, produkter, avfall eller ansatte i båter eller andre fremkomstmidler. Under scope 1 havner også ukontrollerte utslipp, som utslipp av hydrofluorkarboner ved kjøling eller utstyrslekkasjer av smøring fra f.eks. skjøter eller pakninger (GHG-protocol, 2004, s. 27).

- **Scope 2: Indirekte klimagassutslipp**

Under scope 2 faller indirekte klimagassutslipp fra genereringen av innkjøpt strøm som forbrukes av selskapet. Kjøpt strøm defineres som strøm som kjøpes eller på andre

måter bringes innenfor selskapets organisatoriske grenser. Scope 2-utslipp skjer fysisk der strømmen genereres.

- Scope 3: Andre indirekte klimagassutslipp

Scope 3 er en valgfri rapporteringskategori som omfatter andre indirekte utslipp. Scope 3 omfatter utslipp som kommer som en konsekvens av selskapets virksomheter, men som oppstår fra kilder som ikke eies eller kontrolleres av selskapet. Eksempler på scope 3-utslipp er transport av f.eks. produkt eller innkjøpt drivstoff, avfallshåndtering og bruk av solgte produkter eller tjenester (GHG-protocol, 2004, s. 25). Scope 3-utslipp kan være relevante å inkludere av flere grunner; De kan være (antatt) relativt store i forhold til selskapets scope 1- og 2-utslipp. Det kan potensielt være utslippsreducerende muligheter som kan utføres av selskapet. Utslippene kan også være kritiske for sentrale interessenter (stakeholders), som følge av f.eks. tilbakemeldinger fra kunder eller investorer (GHG-protocol, 2004, s. 32).

Basert på eierstrukturen i selskapet (figur 1), ble det valgt en kontrolltilnærming når klimarapporten ble utformet. I denne analysen ble det også besluttet å begrense fokuset til Scope 1- og Scope 2-utslipp, og å ikke inkludere Scope 3-utslipp. Dette valget er i tråd med konsernets ønsker, og begrensingen er også basert på en strategisk tilnærming for å optimalisere ressursbruken og konsentrere innsatsen om de utslippskildene som direkte påvirker selskapets kjernevirksomhet og operasjoner.

2.4 Formler

For å finne karbonavtrykket til smøreoljen konsernet har brukt, benyttes en metode fra FNs klimapanel IPCC fra (Olivier et al., 2006):

$$CO_2Utslipp = LC * CC_{Smøremiddel} * ODU_{Smøremiddel} * 44/12 \quad (3)$$

Hvor:

$CO_2Utslipp$ = CO_2 -utslipp fra smøremiddel, oppgitt i tonn CO_2

LC = Totalt forbruk smøremiddel, TJ.

$CC_{Smøremiddel}$ = karboninnhold (Carbon content) av smøremiddel (standardverdi), oppgitt i tonn C/TJ (Karbon/Tera Joule), (=kg C/GJ)

$ODU_{\text{Smøremiddel}} = \text{ODU-faktor (Oxidized during use, basert på standard sammensetning av olje og smørefett)}$

$44/12 = \text{masseforholdet til CO}_2/\text{C}$

**Standardverdien er hentet fra GHG-protokollens «Calculation Tool for Direct Emissions from Stationary Combustion» (GHG-protocol, 2005).*

3 Resultat

I dette kapittelet presenteres resultatene fra O-LCA og klimarapporten.

3.1 Scope 1

Tabell 1: Forbruk av drivstoff (liter) som diesel og smøreolje 2021 fordelt på lokalitet og aktivitet.

Selskap	Område	Enhet	Diesel	Smøreolje
Alsaker LFC	Brønnbåt	Liter	1 028 486	1 804
Bjøolve Bruk	Settefisk	Liter	6 605	
Fjon Bruk	Smoltanlegg	Liter	3 319	
Fjordbruk Service	Service	Liter	507 542	4 482
Fjelberg Fjordbruk	Matfisk	Liter	230 936	
Nordsjø Fjordbruk	Matfisk	Liter	18 300	
Røvær Fjordbruk	Matfisk	Liter	78 728	
Sunnhordland Fjordbruk	Matfisk	Liter	139 351	
Tysnes Fjordbruk	Matfisk	Liter	345 011	
Toftøy Fjordbruk	Matfisk	Liter	151 300	
Rogaland Fjordbruk	Matfisk	Liter	308 787	
Sum		Liter	2 818 365	6 286
Sum		m³	2 818,4	6,286

Tabell 2: Forbruk av drivstoff (liter) som diesel og smøreolje 2022 fordelt på lokalitet og aktivitet.

Selskap	Område	Enhet	Diesel	Smøreolje
Alsaker LFC	Brønnbåt	Liter	2 298 300	4 300
Bjøolve Bruk	Settefisk	Liter	8 200	
Fjon Bruk	Smoltanlegg	Liter	5 100	
Fjordbruk Service	Service	Liter	374 600	
Fjelberg Fjordbruk	Matfisk	Liter	319 900	
Nordsjø Fjordbruk	Matfisk	Liter	65 700	
Røvær Fjordbruk	Matfisk	Liter	39 500	
Sunnhordland Fjordbruk	Matfisk	Liter	167 300	
Tysnes Fjordbruk	Matfisk	Liter	310 700	
Toftøy Fjordbruk	Matfisk	Liter	242 000	
Rogaland Fjordbruk	Matfisk	Liter	453 200	
Sum		Liter	4 284 500	4 300
Sum		m³	4 284,5	4,3

Omregningsfaktor for diesel er 2,66 kg CO₂ / liter energivare (Miljødirektoratet, 2022). For NO_x er omregningsfaktoren 1,6 kg CO₂/ kg (Lasek & Lajnert, 2022). For å finne karbondioksidutslippet fra smøremidlene, diesel og smøreolje, ble formel (3) brukt:

$$CO_2\text{Utslipp} = LC * CC_{\text{Smøremiddel}} * ODU_{\text{Smøremiddel}} * 44/12$$

LC er mengde smøremiddel brukt, oppgitt i Terajoule. Det er 40,20 TJ per tusen metrisk tonn med smøremiddel (UNSD (United Nations Statistics Division), 2004). Ett tonn er 1000 kg. Siden data er oppgitt i volum, og ikke masse, kan en gå ut ifra at 1 m³ veier rundt 0,85 tonn. Innhold av karbon (Carbon content) CC er 20 tonn karbon/TJ (GHG-protocol, 2005). ODU for smøreolje er ifølge IPCC 0,2 (IPCC, 2006).

Alsaker LFC brukte i 2021 1804 liter diesel og smøreolje (smøremidler), eller 1,8 m³. Det gir et Totalt forbruk smøremidler (LC) for 2021 på 1,8m³/850*40,20TJ= 0,072 TJ.

$$CO_2\text{Utslipp} = LC * CC_{\text{Smøremiddel}} * ODU_{\text{Smøremiddel}} * \frac{44}{12}$$

$$CO_2\text{Utslipp} = 0,072TJ * 20 * 0,2 * 44/12$$

$$CO_2\text{Utslipp} = 1,037$$

Alsaker LFC hadde et utslipp på omtrent 1,037 tonn CO₂ fra bruk av smøremidler i 2021. Alsaker LFC brukte i 2022 4,3 m³ diesel og smøreolje (smøremidler). LC for 2022 er da 4,3m³/850*40,20TJ = 0,203 TJ. For Alsaker LFC 2022 blir ligningen følgende:

$$CO_2Utslipp = 0,203 TJ * 20 * 0,2 * 44/12$$

$$CO_2Utslipp = 2,923$$

Alsaker LFC hadde altså et utslipp på omtrent 2,923 tonn CO₂ fra smøremidler i 2021.

Fjordbruk LFC hadde et forbruk av smøremiddel i 2021 på 4482 liter diesel og smøreolje, eller 4,482 m³. Det gir en LC på 4,482 m³/850*40,20TJ= 0,212 YJ. For Fjordbruk LFC 2021 blir ligningen følgende:

$$CO_2Utslipp = LC * CC_{Smøremiddel} * ODU_{Smøremiddel} * 44/12$$

$$CO_2Utslipp = 0,212 * 20 * 0,2 * \left(\frac{44}{12}\right)$$

$$CO_2Utslipp = 3,053$$

Fjordbruk LFC hadde et utslipp på omtrent 3,053 tonn CO₂ i 2021. I 2022 hadde Fjordbruk Service et forbruk av smøremiddel på omtrent samme nivå, så samme tall vil bli brukt for dette året.

Tabell 3: Scope 1- utslipp fra smøremidler som tonn karbon dioksid ekvivalenter (tCO₂) fra diesel, NO_x og smøreolje for 2021 og 2022.

	Enhet	2021	2022
Diesel	tCO ₂	6 146,79	11 396,77
NO _x	tCO ₂	0,00	0,04
Smøreolje	tCO ₂	4,09	5,98
Sum	tCO₂	6 150,88	11 402,79

Det samlede Scope-1-utslippene for 2021 og 2022 viser en tydelig økning fra 2021 til 2022 på 53,9%.

3.2 Direkte utslipp Scope 2

Tabell 4: Scope 2 - Totalt innkjøpt strøm (kWh) fordelt på lokalitet og aktivitet i henholdsvis 2021 og 2022.

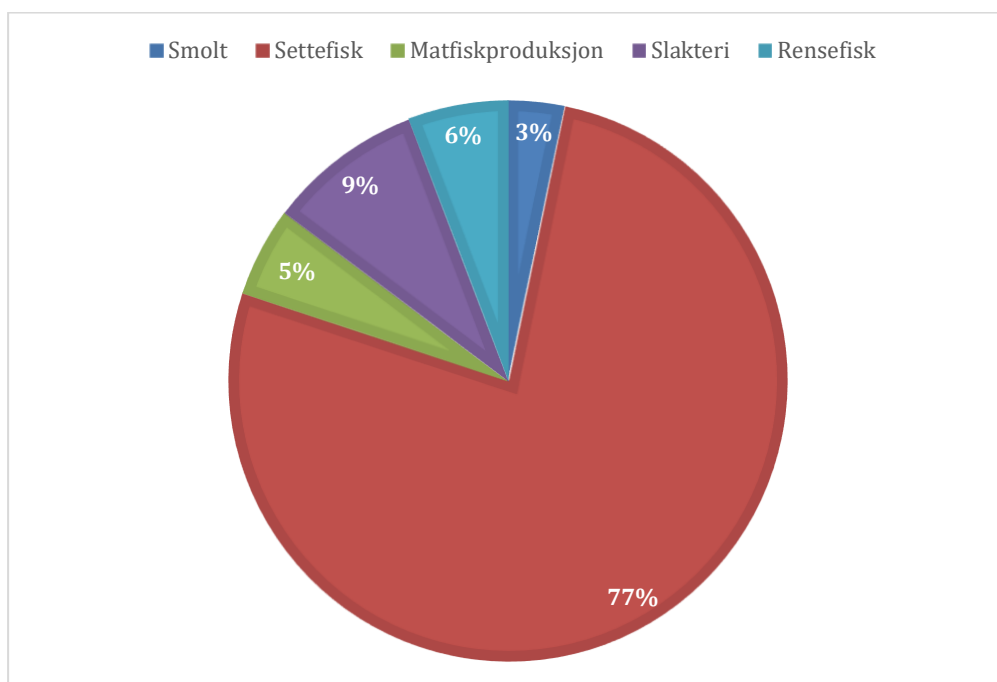
Selskap	Område	Enhet	2021	2022
Bolstad	Smolt	kWh	573 834	502 118
Bjøolve	Settefisk	kWh	3 257 287	3 090 996
Fjon	Settefisk	kWh	7 928 389	7 320 923
Salar	Settefisk	kWh	2 545 426	2 692 612
Onarheim	Rensefisk	kWh	1 033 687	1 392 010
Viking Fjord H-111	Slakteri	kWh	1 600 000	1 600 000
Nordsjø	Matfisk	kWh	117 650	175 678
Røvær	Matfisk	kWh	200 158	172 583
Rogaland	Matfisk	kWh	320 284	121 530
Toftøy	Matfisk	kWh	77 882	75 174
Sunnhordaland	Matfisk	kWh	29 994	20 489
Fjelberg	Matfisk	kWh	181 027	257 830
<i>Sum</i>		<i>kWh</i>	<i>17 865 618</i>	<i>17 421 944</i>
Sum		MWh	17866	17 422

Ifølge konsernet selv bruker ikke Kristoffer Tronds strøm, og Alsaker LFC er derfor ikke representert i tabell 4.

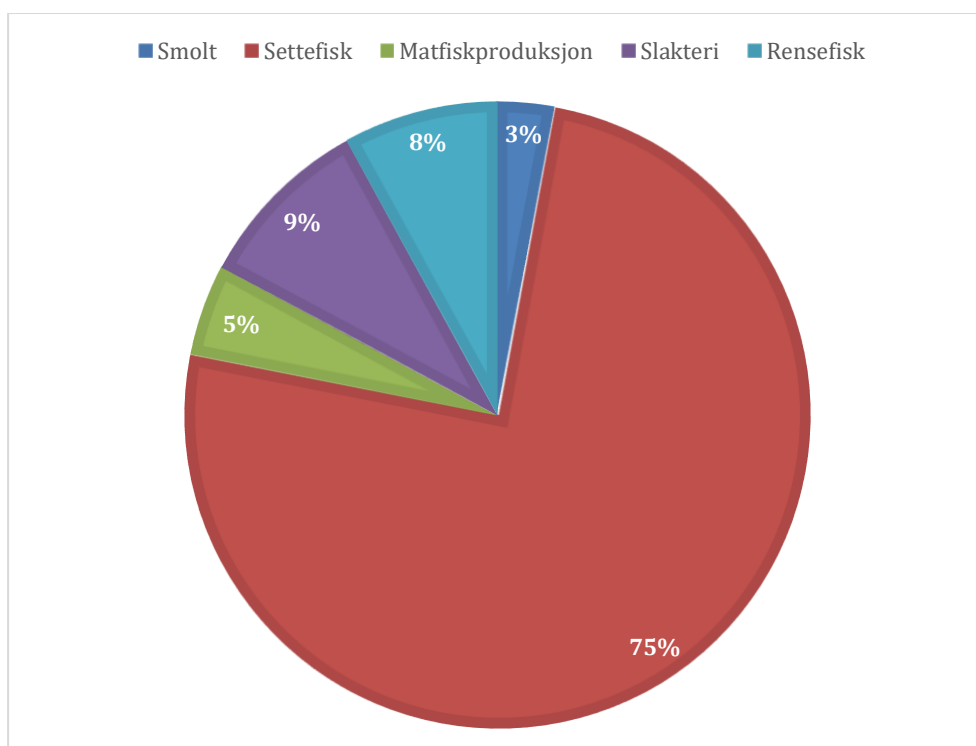
I henhold til O-LCA-regelverket bruker man som tidligere nevnt «reporting unit» (RU), rapporteringsenhet på norsk. I følgende tabell er selskapet delt inn i hensiktsmessige rapporteringsenheter:

Tabell 5: Scope 2 - Totalt innkjøpt strøm (kWh) for aktivitet i henholdsvis 2021 og 2022.

Aktivitet	Enhet	2021	2022
Smolt	kWh	573834	502118
Settefisk	kWh	13 731 102	13104531
Matfiskproduksjon	kWh	926995	823284
Slakteri	kWh	1600000	1600000
Rensefisk	kWh	1033687	1392010
Sum	kWh	17865618	17421944
Sum	MWh	17866	17422



Figur 3: Prosentvis fordeling av konsernets strømforbruk på aktiviteter (smolt-, settefisk-, og matfiskproduksjon samt slakteri og bruk av rensefisk) i 2021.



Figur 4: Prosentvis fordeling av konsernets strømforbruk på aktiviteter (smolt-, settefisk-, og matfiskproduksjon samt slakteri og bruk av rensefisk) i 2022

Tabell 6: Scope 2 Totalt strømforbruk (kWh) som karbon dioksid (CO₂)-ekvivalenter

Enhet	2021	2022
g CO ₂ e/kWh	196521793	331016928
<i>tCO₂e/MWh</i>	<i>196,5217931</i>	<i>331,0169284</i>

Beregnet CO₂-faktor for strømforbruk er hentet fra NVE, og er henholdsvis 11 g CO₂e/kWh og 19 g CO₂e/kWh for 2021 og 2022 (NVE, 2023b).

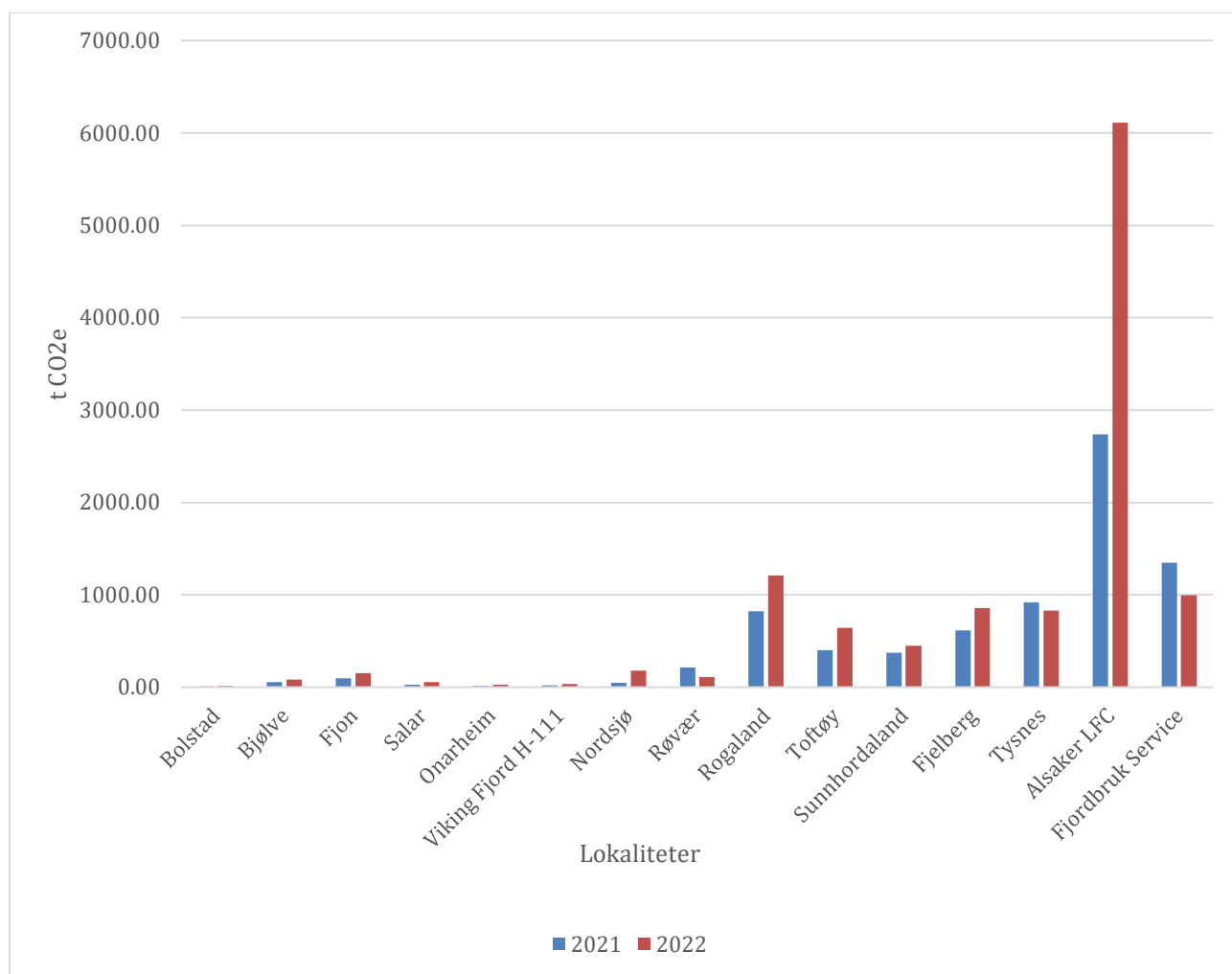
4 Diskusjon og tolkning

Selv om selskapets strømforbruk har sunket betydelig (2,5%) fra 2021 til 2022, har de opplevd en økning i utslipp av klimagasser beregnet i form av CO₂-ekvivalenter (CO₂e) tilknyttet strømforbruket. Dette skyldes en økning i omregningsfaktoren, fra 11 til 19 g CO₂/kWh for strømforbruk i 2022, noe som har betydelig effekt på selskapets beregnede klimagassutslipp. Resultatet viser at strømforbruket ble redusert med 444 MWh fra 2021 til 2022, mens utslippene av klimagass som CO₂e økte med 134,5 tonn CO₂ i samme periode. Figur 3 og 4 viser hvor små endringer det har vært i fordelingen av strømforbruket fra 2021 til 2022. Den eneste forskjellen i fordelingen av strømforbruket er at bruk av strøm til produksjon av rensefisk har økt med 2% fra 2021 til 2022, mens bruk av strøm til settefiskproduksjon har sunket med 2% samme periode. For å kvantifisere endringen i omregningsfaktor multipliseres den totale nedgangen i strømforbruket (443 674 kWh) med differansen i CO₂-faktorer per kWh (19 g CO₂e/kWh – 11 g CO₂e/kWh = 8 g CO₂e/kWh), som gir en økning på omtrent 3,6 tonn CO₂e. Dette er den potensielle reduksjonen i CO₂-utslipp for 2022 gitt at CO₂-faktoren hadde forblitt uendret mellom 2021 og 2022.

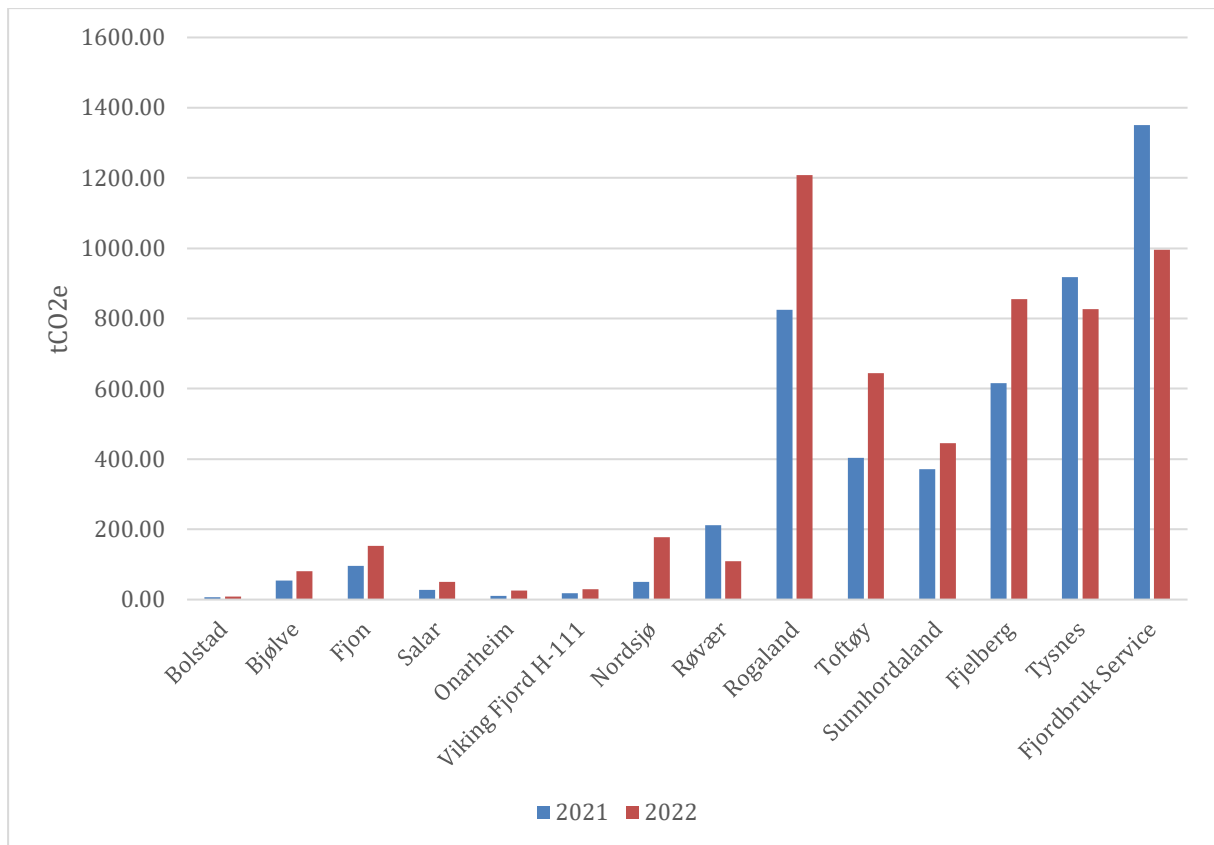
Tar en hensyn til den faktiske økningen i CO₂-utslipp på 134,5 tonn CO₂ ser en at hovedårsaken til økningen av CO₂-utslipp knyttet til indirekte utslipp skyldes en økning i omregningsfaktoren for CO₂e. Selv om omregningsfaktoren for strøm er basert på nasjonale tall og dermed er utenfor kontroll for selskapet, representerer resultatet, det totale utslippet, en viktig indikator på selskapets karbonintensitet og miljøpåvirkning. Nedgangen i Scope 2-utslipp fra 2021 til 2022 reflekterer muligens en trend mot mer effektiv energibruk i produksjonen, og implementeringen av hybrid teknologi kan ha bidratt til dette. Samtidig gir økningen i CO₂-ekvivalenser per enhet energi behov for ytterligere motivasjon for tiltak for å redusere klimapåvirkningen fra selskapets energiforbruk. Dette understreker også viktigheten av å ikke bare redusere energiforbruket, men også viktigheten av å sikre at energien som brukes på nasjonalt nivå kommer fra lavutslippsskilder for å minimere Norges totale klimapåvirkning.

Som man ser i tabell 5 og 6 har det vært en nedgang i mengden strøm bedriften har kjøpt inn med 444 MWh. Samtidig viser tabell 1 og 2 at dieselforbruket har økt med 1466 m³. Den mest utslagsgivende faktoren for økningen i dieselforbruket er konsernets brønnbåt, som er tilknyttet rederiet Alsaker LFC, som alene sto for en økning på 1270 m³ diesel fra 2021 til 2022.

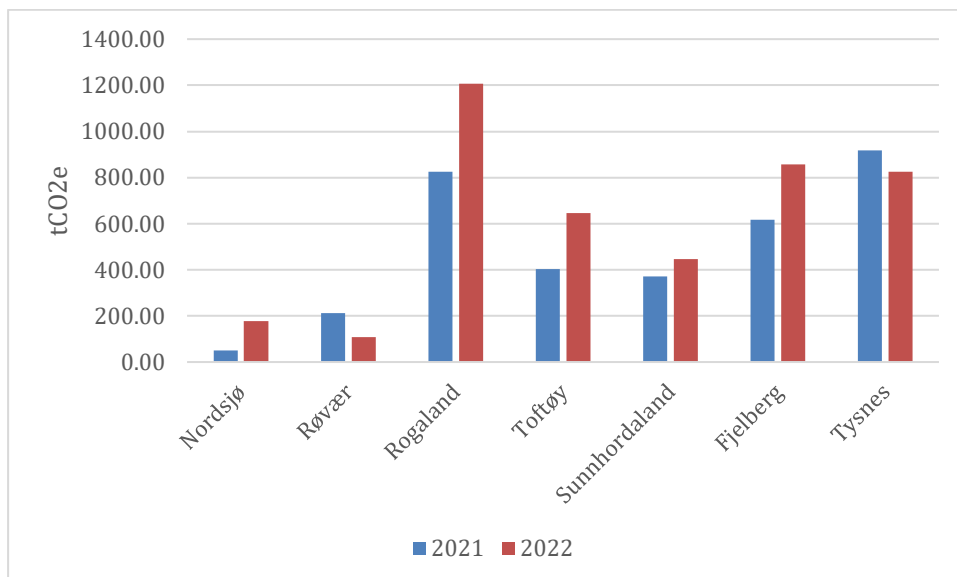
Utslippene av NO_x fra brønnbåten Kristoffer Tronds M/S hadde en liten påvirkning på selskapets totale klimagassutslipp. Brønnbåten var ikke i drift i 2021, så det er grunnen til at det ikke er data for NO_x-utslipp for 2021. Samtidig var ikke data over NO_x-utslippene fra Fjordbruk Service tilgjengelig og er derfor ikke inkludert i analysen. Dette selskapet disponerer 10 arbeidsbåter, og det ville være naturlig at også disse har utslipp av både NO_x og fluorholdige gasser. Optimalt skulle gjerne data fra mulige utslippsskilder av ulike fluorholdige gasser være undersøkt og ført opp som *fugitive emissions* under Scope 1, som f.eks. fra ulike kjølemedier eller sjøfart, men data på dette området var heller ikke tilgjengelig. Med tanke på hvor høy globalt oppvarmingspotensial GWP₁₀₀, global fluorholdige gasser som med innehold av perfluorkarbon (PKF), heksafluorkarbon (HFK) og Svovelheksafluorid har, kunne få observasjoner av en eller flere av disse gassene ha hatt relativt stor påvirkning på resultatene.



Figur 5: Indirekte og direkte (Scope 1 og 2) utslipp som tonn CO₂ ekvivalenter (tCO₂e) for henholdsvis 2021 og 2022 fordelt på underselskaper/lokalteter i Alsaker Fjordbruk AS.



Figur 6: Indirekte og direkte (Scope 1 og 2) utslipp som tonn CO2 ekvivalenter (tCO2e) for henholdsvis 2021 og 2022 fordelt på underselskaper/ lokaliteter, hvor Alsaker LFC er ekskludert, i Alsaker Fjordbruk AS.



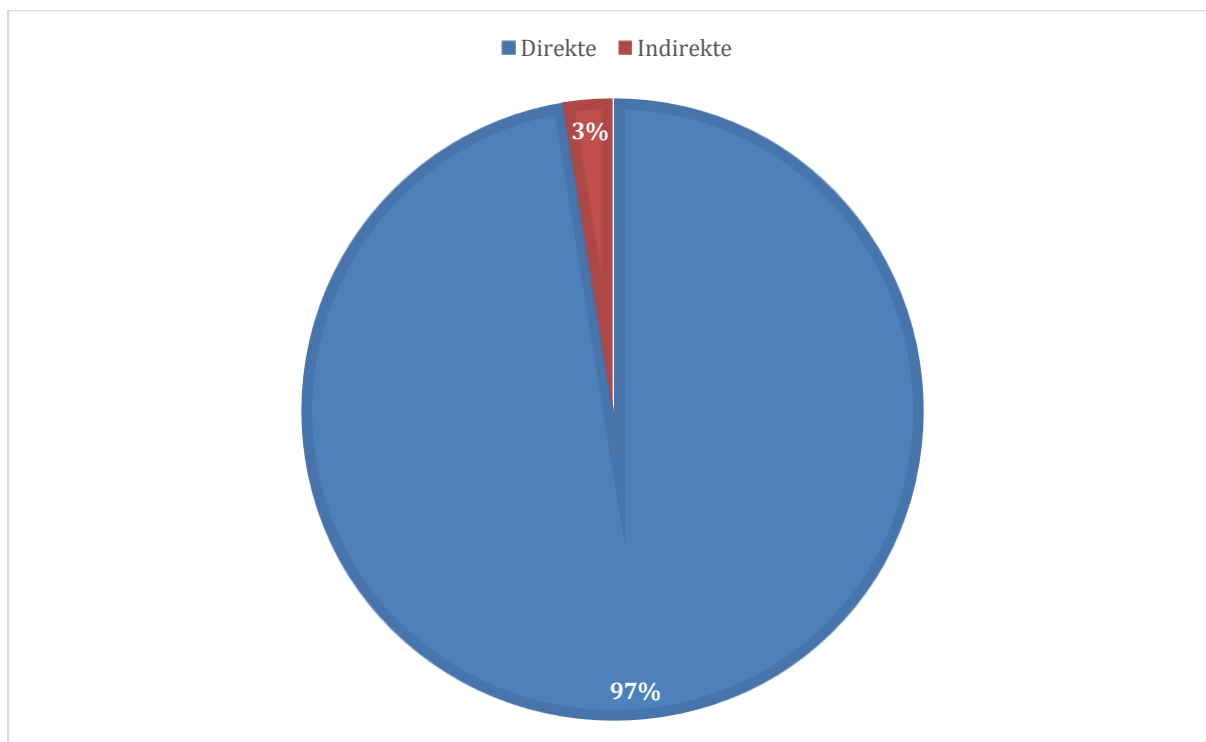
Figur 7: Indirekte og direkte (Scope 1 og 2) utslipp som tonn CO2 ekvivalenter (tCO2e) fra matfiskproduksjon for henholdsvis 2021 og 2022 fordelt på lokaliteter i Alsaker Fjordbruk AS.

Som figur 5 og 6 viser, har noen selskaper økte utslipp fra 2021 til 2022 (for eksempel Bjølve, Bolstad, Salar og Onarheim), mens andre har nedgang i utslipp (Fjon, Nordsjø og Røvær).

Alsaker LFC, Fjordbruk service, Tysnes og Fjelberg har betydelige utslipp. De relativt høye utslippene fra Alsaker LFC kan forklares av at selskapet er et rederi som eier og opererer brønnbåt. De er avhengige av diesel til å drive båtmotorene ved transport av fisk mellom lokaliteter, levering av fisk til slakteri eller andre oppdrag knyttet til oppdrettsvirksomhet. Siden diesel har et høyt karbonutslipp, vil et høyt dieselforbruk gi betydelige CO₂-utslipp. I tillegg kan brønnbåter i oppdrettsnæringer ha ulikt antall og lengde på transportoppdragene, som vil medfølge mer drivstoff – og økt utslipp. Brønnbåter er vanligvis også tyngre og større enn andre båter brukt i matfiskproduksjon, og krever større og kraftigere motorer for å kunne forflyttes – og med det mer drivstofforbruk og høyere utslipp.

Det er verdt å påpeke at selv med ny hybridløsning på brønnbåt, har selskapet hatt økte utslipp, men utslippene kan være avhengige av hvordan båten brukes. Om båten opererer på lengre avstander eller under mer krevende forhold vil utslippene øke. Endring i aktivitetsnivå, hyppighet, eller andre værforhold kan også være utslagsgivende faktorer for forbruk av drivstoff.

Ser en kun på utslippene fra matfiskproduksjon, som vist i figur 7, økte utslippene hos Nordsjø, Rogaland, Toftøy, Sunnhordaland og Fjelberg fra 2021 til 2022. Kun Røvær og Tysnes hadde en nedgang i utslippene. Røvær, Rogaland, Toftøy og Sunnhordaland hadde et lavere strømforbruk i 2021 enn i 2022. Når det gjelder dieselforbruk hos selskapene som jobber med matfiskproduksjon, har forbruket gått ned hos Røvær og Tysnes, mens det har økt for de øvrige selskapene. Av de selskapene som fikk installert hybride løsninger i perioden 2021-2022 (Toftøy, Tysnes, Fjelberg og Rogaland), har Tysnes hatt en nedgang i utslipp, mens de øvrige lokalitetene har hatt en oppgang. Fra tabell 1 og 2 ser en at kun Tysnes hadde en nedgang i dieselforbruk fra 2021 til 2022, samtidig som de andre selskapene økte forbruket.



Figur 8: Fordeling av indirekte og direkte (Scope 1- og 2) utslipp 2021 og 2022 i konsernet Alsaker Fjordbruk AS. Fordelingen av Scope 1- og 2-utslipp var lik for 2021 og 2022, og samme figur er derfor gjeldende for både 2021 og 2022.

Som figur 8 viser, er konsernets Scope 1-utslipp, de direkte utslippene, den altoverveiende største delen av de totale utslippene med 97% av totale utslipp for både Scope 1 og 2. Utslippene fra Scope 1 er knyttet til forbruk av drivstoff og smøremidler, h.h.v diesel og smørolje, gir størst bidrag til konsernets totale utslipp. Som figur 3 og 4 viser, gir produksjon av settefisk det klart høyeste forbruk av strøm. Denne delen av produksjonen sto for omtrent $\frac{3}{4}$ av konsernets totale strømforbruk i 2021 og 2022. Med tanke på hvor stor andel av konsernets utslipp som kommer fra forbrenning av fossilt brennstoff, er det tydelig at hybridisering er å foretrekke for å kunne redusere forbruket av diesel og redusere scope 1-utslipp.

4.1 Ulikheter mellom ISO/TS 14072 og UNEP Guidance

På generell basis er det flere likheter mellom de to tilnærmingene, men det er også ulikheter:

4.1.1 Mål og scope

ISO/TS 14072: Analyseenheden er rapporteringsenheden i UNEP Guidance (reporting unit, RU) – til forskjell fra ISO/TS 14072, hvor analyseringsenheden er den funksjonelle enheten).

UNEP Guidance: Analyseenheden, altså rapporteringsenheden, brytes ned til rapporterende organisasjon og rapporteringsflyt.

ISO/TS 14072: Idéen om å ha to grenser, for organisasjonen og for LCA-en, er underforstått, men ikke et krav.

UNEP Guidance: Bare én systemgrense er definert, inkludert direkte og indirekte aktiviteter (Martínez-Blanco et al., 2016, s. 343)

4.1.2 Livssyklusinventar (LCI)

ISO/TS 14072: Data fra spesifikke steder eller representative gjennomsnitt bør brukes for enheter som bidrar til mesteparten av masse- og energistrømmene, og som ansees så ha miljørelevante input- og outputverdier.

UNEP Guidance: Bruken av spesifikk data er anbefalt, spesielt for direkte aktiviteter. Økt bruk av generisk data, ekstrapoleringer og antakelser er forventet for indirekte aktiviteter. Det bør samles inn data av høyere kvalitet for prioriterte aktiviteter (basert på miljømessig betydning, masse eller energi osv.) (Martínez-Blanco et al., 2016, s. 344).

4.1.3 Rapportering og kritisk gjennomgang

ISO/TS 14072: *Hvis* O-LCA-resultatene kommuniseres til en tredjepart, *bør* en kritisk gjennomgang av studien utføres i henhold til ISO 14040 og ISO/TS 14071 av en uavhengig intern eller ekstern anmelder med tilstrekkelig kompetanse.

UNEP Guidance: *Når* O-LCA-resultatene kommuniseres til en tredjepart, *skal* det utføres en gjennomgang av studien i henhold til ISO 14040 og ISO/TS 14071 av en uavhengig intern eller ekstern anmelder med tilstrekkelig kompetanse (Martínez-Blanco et al., 2016, s. 345).

Når det kommer til rapportering og kritisk gjennomgang, sier ISO 14044:2006 paragraf 5.2 at «when results of the LCA are to be communicated to any third party (i.e. interested party other than the commissioner or the practitioner of the study), regardless of the form of communication, a third-party report shall be prepared». Videre definerer klausul 3.46

“interessert part” som “individ eller gruppe som er opptatt av eller påvirket av miljøprestasjonene til et produktsystem, eller av resultatene av livsløpsvurderingen» (Koffler et al., 2020, s. 1-2).

4.2 Omregningsfaktorer

NVEs omregningsfaktor for strøm ble benyttet fremfor andre faktorer som for eksempel SSBs omregningsfaktor fordi metoden bak *klimadeklarasjon for fysisk levert strøm* tar hensyn til at Norge er koblet til det europeiske kraftsystemet, og at Norge derfor importerer strøm fra landene rundt oss. Denne utvekslingen av strøm med utlandet gjør at noe av strømmen som brukes i Norge kan ha vært produsert et annet sted, med andre former for kraftproduksjon enn Norge (NVE, 2023b). For diesel ble en omregningsfaktor på 2,66 kg CO₂ / liter energivare valgt på grunnlag av miljødirektoratets tall for omregning til CO₂-ekvivalenter (Miljødirektoratet, 2019).

Å finne en passende omregningsfaktor for smøremiddel var utfordrende på grunn av begrenset litteratur og mangel på standardiserte retningslinjer på området. Smøremidler utgjør en variert gruppe produkter med ulike kjemiske sammensetninger og bruksområder, og mangelen på etablerte omgjøringsfaktorer kan trolig skyldes dette. Videre er det begrenset med forskning og dokumentasjon som omhandler smøremidler i form av CO₂e-utslipp og derved begrenset tilgjengelig litteratur. Mangelen på data gjorde det utfordrende, å finne pålitelige omregningsfaktorer og derved, å kvantifisere nøyaktig miljøpåvirkningen av bruk av smøremidler. Formelen fra IPCC er trolig relativt nøyaktig, mens det noe mer usikkerhet knyttet til verdiene er brukt – med unntak av karboninnholds faktoren (CC Carbon content) som ble hentet fra GHG-protokollen (GHG-protocol, 2005, s. 46). Sammenlignet med andre klimaregnskap fra lignende selskaper (Cermaq, 2022; Lerøy Seafood, 2022), ser en at smøreolje ikke er inkludert i klimaregnskapene. Utslippene fra bruken av smøreolje, som presentert i tabell 3, ga relativt lave bidrag til de totale utslippene, men er likevel en del av utslippene. I følge GHG-protokollen er fugitive emissions definert på følgende måte: «These emissions result from intentional or unintentional releases, e.g., equipment leaks from joints, seals, packing, and gaskets (...)» og kan forstås som utslipp som skyldes tilsiktet eller utilsiktet utslipp, for eksempel lekkasjer utsyr, fra skjøter, tetninger, pakninger eller lignende (GHG-protocol, 2004, s. 27) , og skal føres under Scope 1.

4.3 Scope 3

Dersom scope 3 hadde vært inkludert i analysen, ville det gitt en bredere forståelse for selskapets miljøpåvirkning. Det ville ha fanget opp miljøpåvirkninger fra aktiviteter som ikke er direkte kontrollert av konsernet, men som likevel er tilknyttet virksomheten gjennom leverandørkjeden, kundenes bruk av produktene, transport og så videre. Det ville også ha økt kompleksiteten i analysen og utvidet omfanget av datainnsamling og vurdering, og ville krevd samarbeid med eksterne leverandører. Dette ville igjen ha vært mer ressurskrevende og krevd mer avanserte metoder for estimering og kvantifisering av disse utslippene. Videre kunne det også ha avdekket flere hotspots, eller områder med betydelig miljøpåvirkning som ikke blir identifisert i analyser av Scope 1- og 2.

Ved å begrense omfanget til disse to scopene, gir analysen en mer målrettet og grundig analyse av interne utslippskilder, slik som direkte utslipp fra ulike aktiviteter ved oppdrettsanlegg og indirekte utslipp fra elektrisitetsforbruk. Dette fokuset bidro til å gjøre analysen mer strategisk og effektiv med hensyn til å identifisere konkrete og relevante mulige miljøforbedringer i tråd med selskapets miljømessige målsetninger. Det er viktig å tydeliggjøre at valget om å ikke inkludere scope 3 ikke er motivert av å unngå rapportering av utslipp, men en avgrensning med hensyn til kapasitet og tilgjengelighet av data.

Selv om ISO-standardene er nyttige verktøy, har de også sine begrensninger. De er begrenset til spesifikke miljøaspekter – ISO 14040 og 14044 gir et generelt rammeverk for gjennomføring av en LCA, men fokuserer ikke spesifikt på klimagassutslipp eller andre spesifikke miljøaspekter. Dette begrenser evnen til å gi detaljert informasjon om spesifikke miljøpåvirkninger. De inneholder heller ikke detaljerte beregningsmetoder for spesifikke typer klimagassutslipp, f.eks. metan, lystgass eller karbondioksid, men heller et generelt rammeverk for å vurdere miljøpåvirkning gjennom produktets livsløp. I tillegg fokuserer ISO 14040 og 14044 primært på miljømessig bærekraft, og ikke på sosial eller økonomisk bærekraft. De tar altså ikke for seg arbeidsforhold eller økonomisk levedyktighet.

GHG-protokollen adresserer noen av disse begrensningene. Den er utviklet spesifikt for å håndtere klimagassutslipp, og gir detaljerte retningslinjer for kvantifisering, rapportering og håndtering av klimagassutslipp fra ulike kilder. Den inkluderer også detaljerte

beregningsmetoder for ulike typer klimagassutslipp, som kan gjøre det enklere for brukeren av protokollen å utføre nøyaktige beregninger av sine klimagassutslipp.

4.4 ISO 14040 & 14044 og GHG-protokollen

Det finnes mange måter å analysere miljøbærekraft etter. To metoder er ISO 14040 og 14044, som fokuserer på livsløpsanalyser. ISO 14040 gir generelle retningslinjer og prinsipper for utførelse av livsløpsanalyser, mens ISO 14044 spesifiserer kravene og retningslinjene for utførelse av spesifikke livsløpsanalyser. En annen metode er klimagassrapportering i henhold til GHG-protokollen, som bygger videre fra ISO 14040 og 14044 for hvordan man skal rapportere klimagassutslipp gjennom hele verdikjeden og gir spesifikke retningslinjer for hvordan man skal rapportere klimagassutslipp. Disse metodene deler flere likhetstrekk slik som krav til definisjon av systemgrenser; bruken av funksjonell enhet; datapålitelighet og kvalitet; og rapportering og tolkning. Alternativt så utvider ISO 14072 anvendelsen av livsløpsanalyser (LCA) fra ISO 14040 og 14044 til å kunne integreres på selskapsnivå og definerer en bredere ramme for integrering av LCA på selskapsnivå – altså en organisatorisk LCA (O-LCA).

Dette gjelder spesielt:

- Definisjon av systemgrenser: GHG-protokollen bruker prinsipper fra ISO 14040 ved å definere systemgrensene for analysen. Dette gjelder avgrensning av hvilke prosesser, enheter eller aktiviteter som skal inkluderes i analysen.
- Bruken av funksjonell enhet: Begrepet funksjonell enhet brukes i ISO 14040 og 14044, og blir også implementert av GHG-protokollen. En funksjonell enhet representerer måleenheten for aktiviteten som vurderes. Et eksempel på en funksjonell enhet kan være 1 kg laks. Analysene ønsker da å finne miljøpåvirkningen tilknyttet livsløpet til 1 kg laks (produksjon, distribusjon og bruk).
- Datapålitelighet og kvalitet: GHG-protokollen tar hensyn til kravene om datapålitelighet og kvalitet i henhold til ISO 14044, altså at dataen som brukes i analysen er nøyaktige og basert på pålitelige kilder.
- Rapportering og tolkning: GHG-protokollen følger prinsippene om rapportering og tolkning fra ISO 14040 og 14044, altså at resultatene skal presenteres på en forståelig måte og at eventuelle usikkerheter skal tas hensyn til i tolkningen.

4.5 Hotspots

En åpenbar «hotspot», punkt med høyt utslipp, for konsernet er deres brønnbåt Kristoffer Tronds M/S, tilknyttet selskapet Alsaker LFC. Alsaker LFC stod i 2021 for 35,6% av konsernets totale Scope 1- og 2-utslipp, og 52,1% av konsernets Scope 1- og 2-utslipp i 2022. Området med nest høyest utslipp var i 2021 Fjordbruk Service, som stod for 17,55% av selskapets totale Scope 1- og 2-utslipp i 2021. I 2022 sank dette tallet til 8,5%, og selskapet med nest høyest utslipp i 2022 var Rogaland Fjordbruk med 10,3%.

4.6 Tiltak

Noen alternativer til elektrifisering av havflåten har vært å flytte oppdrett på land. Oppdrett på land er dog betydelig mer energi- og effektkrevende enn oppdrettsanlegg i sjø. Maksimalt er dagens effektforbruk fra fiskeoppdrettsanlegg mellom 50-100 kW. Hadde alle dagens oppdrettsanlegg vært på land, ville det ført til en økning i nasjonalt strømforbruk med 7 og 11 TWh (Miljødirektoratet, 2020, s. 364). Samlet er nasjonalt strømforbruk på over 300 TWh (NVE, 2023a). En større flytting av oppdrettsanlegg fra sjøen og opp på land vil derfor kunne utløse betydelige nettinvesteringer. Derfor er det også viktig å se på andre muligheter for elektrifisering av dagens lakseoppdrett i sjø. Utfasing av fossilt brennstoff og utbygging av hybrid/elektrisk teknologi er i dag den mest aktuelle løsningen for å kutte i utslipp.

5 Konklusjon

Denne avhandlingen har gjennomgått konsernet Alsaker Fjordbruk AS sin utslippsprofil med fokus på Scope 1- og Scope 2-utslipp for å se på effekten av hybride løsninger. Gjennom en analyse er dieselforbruk identifisert som den fremste kilden til Scope 1-utslipp, og strømforbruk knyttet til settefiskproduksjon som en betydelig bidragsyter til Scope 2-utslipp. I tillegg er spesifikke enheter innen konsernet, som Alsaker LFC og Fjordbruk Service, identifisert som selskaper/deler hvor aktiviteten har stor innvirkning på konsernets totale utslipp.

Metodisk ble ISO/TS 14072 og UNEP Guidance sammenlignet for miljøvurdering, og utfordringer knyttet til identifisering av passende omregningsfaktorer for ulike utslippskilder, spesielt smøremidler er diskutert. Videre har vi undersøkt fordeler og begrensninger ved å inkludere Scope 3 i analysen, og hvordan strategisk fokus på Scope 1- og Scope 2-utslipp har bidratt til konkrete forslag til/ identifisering av mulige miljøforbedringer i tråd med konsernets målsetninger.

Dieselforbruk har blitt identifisert som den største kilden til Scope 1-utslipp i konsernet. Dette understreker behovet for å vurdere alternative drivstoffkilder for å redusere direkte utslipp. Strømforbruk knyttet til settefiskproduksjon utgjør en betydelig andel av Scope 2-utslippene, og strategier for å forbedre energieffektiviteten og redusere avhengigheten av ikke-fornybare energikilder bør utforskes videre.

Spesifikke enheter, som Alsaker LFC og Fjordbruk Service, har blitt identifisert med høye utslipp som har en markant innvirkning på konsernets totale utslippsprofil. Disse funnene er viktige for å kunne målrette miljøinitiativer og implementere tiltak på virksomhetsnivå som kan redusere utslippene fra disse enhetene.

Sammenligningen av ISO/TS 14072 og UNEP Guidance har vist likheter og ulikheter i tilnærmingene til miljøvurdering. ISO/TS 14072 fokuserer på analyseenheten som rapporteringsenheten (RU), mens UNEP Guidance bryter ned analyseenheten til rapporterende organisasjon og rapporteringsflyt. Denne sammenligningen er viktig for å velge den mest hensiktsmessige tilnærmingen basert på konsernets behov og miljørapporteringskrav.

Utfordringer knyttet til identifisering av passende omregningsfaktorer for ulike utslippskilder, spesielt smøremidler, understreker behovet for mer forskning og standardiserte retningslinjer på dette området. Forbedring av datakvalitet og tilgjengelighet vil være avgjørende for nøyaktig kvantifisering av miljøpåvirkningen fra slike kilder.

Ved å velge å fokusere på Scope 1- og Scope 2-utslipp har konsernet kunnet oppnå konkrete miljøforbedringer som er i tråd med selskapets miljømessige målsetninger. Strategisk analyse av direkte og indirekte utslipp har bidratt til å identifisere nøkkelområder for innsats og utvikle effektive tiltak for utslippsreduksjon.

Basert på funnene fra denne analysen anbefales det at konsernet implementerer målrettede miljøstrategier. Dette kan inkludere overgang til alternative energikilder for å redusere Scope 1-utslipp, effektivisering av energibruk i settefiskproduksjon for å redusere Scope 2-utslipp, og implementering av beste praksis for utslippsreduksjon i enheter med høye utslipp. Videre forskning og samarbeid med eksterne interessenter kan også være avgjørende for å løse utfordringer knyttet til identifisering av passende omregningsfaktorer og inkludering av Scope 3 i fremtidige analyser. Dette vil bidra til å styrke konsernets miljørapportering og oppnå mer omfattende bærekraftige resultater.

Referanseliste

- Alsaker Fjordbruk. (2023). *Alsaker Fjordbruk-konsernet sine varsemdivurderingar*.
<https://alsaker.no/wp-content/uploads/2023/06/Alsaker-Fjordbruk-sine-varsemdivurderingar-endeleg-versjon-21.-juni-2023-med-sign.pdf>
- Alsaker Fjordbruk. (u.å.). *Fjordbruk Service AS*. <https://alsaker.no/fjordbruk-service/>
- Castellani, V., Sala, S. & Benini, L. (2017). Hotspots analysis and critical interpretation of food life cycle assessment studies for selecting eco-innovation options and for policy support. *Journal of cleaner production*, 140, 556-568.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.078>
- Cermaq. (2022). *Cermaq Sustainability* (Cermaq Sustainability report 2022).
<https://www.cermaq.com/assets/Global/PDFs-sustainability/Cermaq-Sustainability-Report-2022-GRI.pdf>
- Energifakta Norge. (2024). *Kraftproduksjon*. <https://energifaktanorge.no/norsk-energiforsyning/kraftforsyningen/>
- Finansdepartementet. (2023). *Taksonomien for bærekraftig økonomisk aktivitet*.
https://www.regjeringen.no/no/tema/okonomi-og-budsjett/finansmarkedene/taksonomien-for-barekraftig-okonomisk-aktivitet/id2924859/?expand=factbox2924970#tocNode_1
- Finkbeiner, M., Inaba, A., Tan, R., Christiansen, K. & Klüppel, H.-J. (2006). *The New International Standards for Life Cycle Assessment: ISO 14040 and ISO 14044*. *The international journal of life cycle assessment*, 11(2), 80-85.
<https://doi.org/10.1065/lca2006.02.002>
- Fiskeri- og Havbruksnæringens Forskningsfinansiering. (2023). *Oppdatert klimaregnskap for norsk havbruksnæring* (901718).
- FN-sambandet. (2023). *Klimaendringer*. <https://www.fn.no/tema/klima-og-miljoe/klimaendringer>
- Frydenbø-industri. (u.å.). *Alsaker setter seil mot en grønnere fremtid*. <https://frydenbo-industri.no/artikler/ny-hybrid-fremdriftsl%C3%B8sning-ser-dagens-lys>
- GHG-protocol. (2004). *The Greenhouse Gas Protocol: A corporate accounting and reporting standard (Revised edition)*. World Resources Institute.
- GHG-protocol. (2005). *Calculation Tool for Direct Emissions from Stationary Combustion*. I.
https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2023-02/Stationary_Combustion_Guidance_final_1_0.pdf
- Greenhouse Gas Protocol. (u.å.). *Companies and Organizations*.
<https://ghgprotocol.org/companies-and-organizations>
- Hauschild, M. Z., Rosenbaum, R. K. & Olsen, S. I. (2017). *Life Cycle Assessment: Theory and Practice* (1,1st ed. 2018. utg.). Cham: Springer Nature.
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-56475-3>
- Havforskningsinstituttet. (2024). *Risikorapport Norsk fiskeoppdrett 2024* (HI Rapport 15742). Havforskningsinstituttet. <https://www.hi.no/templates/reporteditor/report-pdf?id=79308&38564018>
- Hickmann, T. (2017). Voluntary global business initiatives and the international climate negotiations: A case study of the Greenhouse Gas Protocol. *Journal of cleaner production*, 169, 94-104. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.183>
- IPCC. (2006). *Emission Factor Detail (ID: 114163)*. EFDB (Emission factor database).
https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/ef_detail.php

- IPCC. (2015). *Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Climate change 2014, Issue. IPCC).
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf
- IPCC. (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>
- ISO. (2006a). *ISO 14040:2006. Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework*. I. O. f. Standardization.
- ISO. (2006b). *ISO 14044 (ISO 14044:2006(E))*. I. O. f. Standardization.
- ISO. (2014). *ISO/TS 14072 (ISO/TS 14072:2014(E))*. ISO.
- ISO. (u.å.). *ISO: Global standards for trusted goods and services*.
<https://www.iso.org/home.html>
- Johnson, C. E. & Derwent, R. G. (1996). Relative radiative forcing consequences of global emissions of hydrocarbons, carbon monoxide and NO_x from human activities estimated with a zonally-averaged two-dimensional model. *Climatic change*, 34(3-4), 439-462. <https://doi.org/10.1007/BF00139301>
- Klima- og miljødepartementet. (2023, 28.02.2023). *Klimaendringer og norsk klimapolitikk*.
<https://www.regjeringen.no/no/tema/klima-og-miljo/innsiktsartikler-klima-miljo/klimaendringer-og-norsk-klimapolitikk/id2636812/>
- Klöpffer, W. (2012). *The critical review of life cycle assessment studies according to ISO 14040 and 14044*. *The international journal of life cycle assessment*, 17(9), 1087-1093. <https://doi.org/10.1007/s11367-012-0426-7>
- Koffler, C., Amor, B., Carbajales-Dale, M., Cascio, J., Conroy, A., Fava, J. A., . . . Prox, M. (2020). On the reporting and review requirements of ISO 14044. *The international journal of life cycle assessment*, 25(3), 478-482. <https://doi.org/10.1007/s11367-019-01706-7>
- Lasek, J. A. & Lajnert, R. (2022). On the Issues of NO_x as Greenhouse Gases: An Ongoing Discussion. *Applied sciences*, 12(20), 10429. <https://doi.org/10.3390/app122010429>
- Lerøy Seafood. (2022). *Climate*.
<https://www.leroyseafood.com/en/sustainability/sustainability-library-2022/climate/#anchor-section-greenhouse-gas-emissions>
- Manzardo, A., Loss, A., Niero, M., Vianello, C. & Scipioni, A. (2018, 2018). Organizational Life Cycle Assessment: The Introduction of the Production Allocation Burden.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.002>
- Maren Nygård Basso, Sigrif Hernes, Erik Jakobsen, Sander Aslesen, Einar Stoltenberg Wahl & Erraia, J. (2023). *Ekspertmeldingen 2023 (MENON-PUBLIKASJON NR. 79/2023)*. Menon Economics.
<https://www.nho.no/contentassets/b7945dd871a14d639946bc1a5d929f35/menon-ekspertmeldingen-2023-med-fylkesvedlegg.pdf>
- Martínez-Blanco, J., Inaba, A. & Finkbeiner, M. (2016). *Special Types of Life Cycle Assessment* (1st ed. 2016. utg.). Springer Netherlands : Imprint: Springer.
- Miljødirektoratet. (2019, 28. november). *Tabell for omregning til CO₂-ekvivalenter*.
<https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/kutte-utslipp-av-klimagasser/klima-og-energiplanlegging/tabell-for-omregning-av-co2-ekvivalenter/>
- Miljødirektoratet. (2020). *Klimakur 2030: Tiltak og virkemidler* (Rapport M-1625).
<https://www.miljodirektoratet.no/klimakur>
- Miljødirektoratet. (2022). *Utslippsfaktorer i klimagassregnskap for Norge*.
<https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/klimagasser-utslippstall-regnskap/utslippsfaktorer-klimagassregnskap/>

- Miljødirektoratet. (2023). Klimagasser. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/klimagasser/>
- Miljødirektoratet. (2024). EUs klimakvotesystem. <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/klimakvoter/eus-klimakvotesystem/>
- Miljøstatus. (2023). Kvotepiktige og ikke-kvotelige klimagassutslipp. <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/tema/klima/norske-utslipp-av-klimagasser/klimagassutslipp-og-kvotepikt/>
- NHO. (u.å.). *EUs taksonomi og handlingsplan for bærekraftig finans*. <https://www.nho.no/tema/energi-miljo-og-klima/artikler/eus-taksonomi-og-handlingsplan-for-barekraftig-finans/>
- Norges Sjømatråd. (2023). *Ekspert av norsk sjømat totalt hittil i år fordelt på fiskeri og havbruk*. Norges Sjømatråd., <https://seafood.no/aktuelt/nyheter/norge-eksporterte-sjomat-for-1514-milliarder-kroner-i-2022/>
- NVE. (2021, 25.mai). *Lavt klimagassutslipp knyttet til norsk strømforbruk i 2021*. <https://www.nve.no/nytt-fra-nve/nyheter-energi/lavt-klimagassutslipp-knyttet-til-norsk-stroemforbruk-i-2021/>
- NVE. (2023a). *Energibruk*. <https://www.nve.no/energi/energisystem/energibruk/>
- NVE. (2023b, 20. mars). *Hvor kommer strømmen fra?* <https://www.nve.no/energi/energisystem/kraftproduksjon/hvor-kommer-stroemmen-fra/>
- O'Born, R., Brattebø, H., Iversen, O., Miliutenko, S. & Potting, J. (2016). *Quantifying energy demand and greenhouse gas emissions of road infrastructure projects: An LCA study of the Oslo fjord crossing in Norway*. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 2016, 445-466. <https://doi.org/10.18757/ejtir.2016.16.3.3152>
- Olivier, J. G. J., Gaudioso, D., Gillenwater, M., Ha, C., Hockstad, L., Martinsen, T., . . . Patel, M. (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (Bd. 3).
- P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, . . . Malley, J. (2022). *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*. Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_SPM.pdf
- Rypdal, K., Bloch, V. V. H., Flugsrud, K., Gobakken, T., Hoem, B., Tomter, S. M. & Aalde, H. (2005). *Emissions and removals of greenhouse gases from land use, land-use change and forestry in Norway* (NIJOS report 11/2005). NMBU. <https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/bitstream/handle/11250/2568266/NIJOS-Rapport-2005-11.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SSB. (2017). *8000 arbeider med fiskeoppdrett*. <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/artikler-og-publikasjoner/8-000-arbeider-med-fiskeoppdrett>
- UNEP. (2015). *Guidance on Organizational Life Cycle Assessment* (11822/32072). https://www.lifecycleinitiative.org/wp-content/uploads/2015/04/o-lca_24.4.15-web.pdf
- UNSD (United Nations Statistics Division). (2004). *2004 Energy Balances and Electricity Profiles*. <https://unstats.un.org/unsd/energy/balance/conversion.htm>
- WBSDC. (u.å.). *About us*. <https://www.wbcds.org/Overview/About-us>
- WRI. (u.å.). *About us*. <https://www.wri.org/about>

