



Biovitenskap, fiskeri og økonomi

Blokkjedeteknologi i oppdrettsnæringen

Hvilke innvirkninger kan blokkjede ha på sporbarhet i oppdrettsnæringen?

Rolf Jakob Sande

Masteroppgave i fiskeri- og havbruksvitenskap...FSK-3960...mai 2020



Forord

Denne masteroppgaven er skrevet som en avsluttende del av masterutdanningen i fiskeri- og havbruksvitenskap ved Norges Fiskerihøgskole, UiT Norges arktiske universitet. Den markerer slutten på fem lærerike og spennende år. Nå gleder jeg meg til et nytt og spennende kapittel i arbeidslivet.

I den anledning vil jeg takke mine veiledere Petter Olsen (Seniorforsker i Nofima) og Michaela Aschan (Professor i fiskeri og forvaltning ved Norges fiskerihøgskole). Takk for konstruktive tilbakemeldinger og tips om litteratur i arbeidet med masteroppgaven. Dere har motivert, delt deres kunnskap, og kommet med innspill når det har trengtes som mest. Videre vil jeg takke respondentene som har tatt seg tid til å dele sine erfaringer og kunnskap.

En spesielle takk til mine medstudenter som har bidratt til å gjøre studietiden som den har vært. Fra faglige diskusjoner til sosiale arrangementer, noe som har ført til fem fantastiske år. Til slutt vil jeg takke familien for støtten i disse fem studieårene.

Tromsø, 15 mai 2020

Rolf Jakob Sande

Sammendrag

I denne studien søker jeg å besvare problemstillingen: *Hvilke innvirkninger kan blokkjede ha på sporbarhet i oppdrettsnæringen?* Oppgaven skal gi et innblikk i hvordan blokkjedeteknologi kan brukes i sjømatnæringen, og hvilke fordeler og ulemper det eventuelt vil medføre. Formålet med teknologien er å tilrettelegge for sikker datautveksling og bedre sporing av informasjon. I den forbindelse går jeg også dypere inn å beskriver egenskapene ved teknologien som de siste årene har fått mye oppmerksomhet fra academia og industri. Masteroppgaven tar utgangspunkt i en kvalitativ tilnærming, og datagrunnlaget består av primær- og sekundærdata.

Mine funn tyder på at forbrukere som søker bærekraftige sjømatprodukter vil ha tilgang til et bredt spekter av relevant informasjon ved en eventuell implementering. Løsningen med blokkjede gjør det mulig å spore fisk gjennom hele forsyningskjeden, og skaper en digital identitet for hver fisk. Et datapunkt som gir lakseprodusenter, forbrukere og restauranter en økt tillit til produktet. Ved implementeringen av blokkjedeteknologien blir blokkjedenettverket Konsortium, blokkjedeplattformen Ethereum, og ekstern rådgivning med Microsoft Azure sett på som de mest egnede for et oppdrettsselskap som Lerøy.

Blokkjedeteknologi gir åpenhet (transparens), effektiv informasjonsutveksling, og sørger for gjensidig ansvarlighet mellom aktørene som bruker blokkjeden. Selv om blokkjede har mange positive sider er det utfordringer som må jobbes med. Pålitelighet av data blir sett på som en av styrkene ved blokkjede, da man ikke kan overskrive data. På den negative siden hindrer ikke denne funksjonen at usann informasjon blir ført inn i blokkjeden. Kostnadene rundt implementeringen av teknologien er høy, og det er vanskelig å konkludere med hvor stor den økonomiske gevinsten vil være.

Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING	1
1.1	BAKGRUNN	2
2	TEORI	3
2.1	HAVBRUKSPRODUKSJON	3
2.1.1	<i>Produksjonssyklus til Atlantisk laks</i>	4
2.1.2	<i>Materialflyt og identifisering av laksenæringen</i>	5
2.2	SPORBARHET	8
2.2.1	<i>Sporbarhetssystemer</i>	8
2.2.2	<i>Intern og ekstern sporbarhet</i>	9
2.2.3	<i>Fordeler knyttet til sporbarhet</i>	10
2.2.4	<i>Utfordringer knyttet til sporbarhet</i>	10
2.3	BLOKKJEDE OG BLOKKJEDETEKNOLOGI	13
2.3.1	<i>Definisjoner</i>	13
2.3.2	<i>Distributed Ledger Technology</i>	15
2.3.3	<i>Konsensus</i>	16
2.3.4	<i>Blokkjedenettverk</i>	18
2.3.5	<i>Smarte kontrakter</i>	20
2.3.6	<i>Blokkjedeplattformer</i>	20
2.3.7	<i>BaaS (Blockchain as a Service)</i>	24
2.3.8	<i>Blokkjedens infrastruktur</i>	25
3	METODE	26
3.1	FORSKNINGSDESIGN	26
3.2	DEN KVALITATIVE FORSKINGSPROESSEN	27
3.3	DATAINNSAMLING	28
3.4	INTERVJUSTRATEGI	29
3.4.1	<i>Kvalitative intervju</i>	29
3.4.2	<i>Fremgangsmåte</i>	29
3.4.3	<i>Intervjuobjekt</i>	30
3.5	DOKUMENTANALYSE	31
3.5.1	<i>Fremgangsmåte</i>	31
3.6	OPPGAVENS BEGRENSNINGER OG SVAKHETER	32
4	RESULTAT OG DISKUSJON.....	33
4.1	NÅVÆRENDE SITUASJON I OPPDRETTSNÆRINGEN	33
4.1.1	<i>Forsyningskjede</i>	33
4.1.2	<i>Sertifisering</i>	34
4.1.3	<i>Sporbarhet</i>	35
4.1.4	<i>Åpenhet i forsyningskjeden gir konkurransefortrinn</i>	39

4.2	BLOKKJEDE I OPPDRETTSNÆRINGEN	41
4.2.1	<i>Sporbarhet som drivkraft for innføring av blokkjedeteknologi</i>	41
4.2.2	<i>Implementering av blokkjede</i>	42
4.2.3	<i>Prosjektgjennomføring</i>	47
4.2.4	<i>Blockchain as a Service (BaaS)</i>	49
4.2.5	<i>Utvikle en komplett løsning</i>	53
4.2.6	<i>Kostnader</i>	59
4.2.7	<i>Fordeler ved blokkjede</i>	61
4.2.8	<i>Utfordringer ved blokkjede</i>	63
5	KONKLUSJON	64
	REFERANSELISTE	65
6	VEDLEGG	70
6.1	INTERVJUGUIDE 1	70
6.2	INTERVJUGUIDE 2	72

Begrepsliste

Tabell 1: Begrepsliste

Batch	Er mengden materiale som er forberedt, eller nødvendig for en operasjon. I forsyningskjeder til sjømat brukes følgende begreper: «råstoffbatcher» (fiskekomponenter), «ingrediensbatch» (andre komponenter) og «produksjonsbatcher» (Olsen & Borit, 2016).
Bitcoin	Er en form for digital valuta bygget på en idé formulert av Satoshi Nakamoto i 2008. Bitcoin-valuta er bygget på blokkjedeteknologi som har gjort det mulig å ha med en sikker transaksjonskontrakt i selve valutaen. Den enkelte Bitcoin er unik, og det er den som spores og gjøres sikker av blokkjedeteknologien (Narayanan et al., 2016).
Blokkjedeteknologi	Er en datastruktur som gjør det mulig å lage et digitalt register for transaksjoner, hvor kopier av registeret er lagret på et nettverk av datamaskiner. Den bruker kryptografi for å la hver deltaker i nettverket redigere hovedboken på en sikker måte, uten at den trenger godkjenning fra en sentral myndighet (Weking et al., 2019).
Desentralisering	Er prosessen med å spre funksjoner og makt bort fra et sentralt sted eller myndighet. Blokkjedeteknologier som Bitcoin og Ethereum er eksempler på desentraliserte arkitekturer og systemer (Anderson, 2019).

Distribuert hovedbok	Er en database som deles og synkroniseres over nettverksspredning på flere nettsteder, institusjoner eller geografiske områder. En hovedbok er en digital logg over alle transaksjonene som har funnet sted på et bestemt blokkjedenettverk. Kopier av hovedboken lagres over nettverket og oppdateres kontinuerlig for å tilpasses hverandre, slik at transaksjonene kan verifiseres av alle på nettverket (Bashir, 2018).
Enterprise Resourch Planning (ERP)	Er konfigurerbare informasjonssystempakker som integrerer informasjons- og informasjonsbaserte prosesser innenfor og på tvers av funksjonelle områder i en organisasjon (Kumar & Hillegersberg, 2000).
Forsyningskjede	Er en strukturert produksjonsprosess der råvarer blir omdannet til ferdige varer og deretter levert til slutt kunder (Beamon, 1998).
Interoperabilitet	Er en egenskap ved et produkt eller et system. Det innebærer at dets grensesnitt er fullstendig forstått og klart definert, slik at det kan arbeide sammen med andre produkter eller systemer, nåværende eller fremtidige, i en hvilken som helst implementasjon eller tilgang, uten noen restriksjoner (Wegner, 1996).
Konsensusalgoritmer	Er en prosess innen informatikk som brukes til å oppnå enighet om en enkelt dataverdi blant distribuerte prosesser eller systemer. Konsensusalgoritmer er designet for å oppnå pålitelighet i et nettverk som involverer flere upålitelige noder (Rouse, 2017).

Kryptografi	Er vitenskapen om prinsipper og teknikker for å skjule informasjon slik at bare de(n) som er autorisert har mulighet til å avsløre innholdet (Munir, 2005).
Kryptovaluta	Er en valuta som er utformet for å ikke ha noe sentralt eierskap. Hver transaksjon får en unik kryptering. Blokkjedeteknologi er infrastrukturen som gjør det mulig å lagre kryptovalutaer og at sjetonger kan bytte eier på nettverket (Bashir, 2018).
Miner	Er den som sørger for at en transaksjon mellom A og B blir registrert. Dette er et mellomledd i en transaksjon (Bashir, 2018).
Noder	Er en digital enhet som er koblet til internett. Målet til noden er å støtte blokkjedenettverket ved å beholde en kopi av blokkjeden (Bashir, 2018).
Peer-to-peer	Er en måte å organisere samspill mellom datamaskiner hvor alle maskinene interagerer på like fot, ofte forkortet til P2P (Bashir, 2018).
QR-kode	Er en måte å koble offline aktiviteter med online ressurser, og QR står for «Quick Response». QR koder er todimensjonale strekkoder, og kan derfor inneholde mye mer informasjon enn vanlige strekkoder. Siden QR koden er skannbar for smarttelefoner og lesebrett, kan den utformes slik at den peker til en nettadresse, et bilde, en tekst eller lignende (Soon, 2008).
Relasjonsdatabase	Er en type database som lagrer og gir tilgang til datapunkter som er relatert til hverandre. I en relasjonsdatabase er hver rad i tabellen ofte en post med en unik ID. Kolonnene i tabellen inneholder attributter for dataene, og hver post har vanligvis en verdi for hvert attributt, noe som gjør det enkelt å etablere sammenhenger mellom datapunkter (Halpin & Morgan, 2010).

RFID	Er en teknologi for identifisering av fysiske objekter. RFID består typisk av objekter forsynt med en liten brikke som kan avleses av en RFID-leser (Weinstein, 2015).
Sporbar Ressursenhet (SR)	Er «enheten man skal spore», eller «enheten som man registrerer informasjon på i et sporbarhetsystem». <i>Transformasjon:</i> Er et øyeblikk eller en varighet av tiden der en prosess på et gitt sted bruker et sett med innganger (SR) for å generere utganger (nye SR) (Olsen & Borit, 2016).
Transparens	Er i sammenheng med blokkjede muligheten til å se offentlige adresser der du vil kunne få tilgang til transaksjonshistorikk, eiendeler etc. Uten begrensninger eller grenser (Ibrahim, 2018).
Verdikjede	Er aktører langs en kjede som produserer, transformerer og bringer varer og tjenester til slutt kunder gjennom en rekke aktiviteter (Donovan et al., 2015).
Whitepaper	Er en detaljert og autoritativ rapport. Det tradisjonelle målet med whitepaper er å belyse leserne om et komplisert politisk eller vitenskapelig emne (Kemp, 2005).

1 Innledning

Oppgaven skal gi et innblikk i hvordan blokkjedeteknologi kan brukes i sjømatnæringen, og hvilke fordeler og ulemper det eventuelt vil medføre. Jeg har valgt å ta utgangspunkt i sporbarhetsløsningene Lerøy benytter seg av per d.d, for så å se på muligheten for innføring og bruk av blokkjedeteknologi i forsyningskjeden.

Lerøy Seafood Group ASA har hovedkontor i Bergen, og er en av Norges ledende produsenter og eksportører av sjømat. Selskapet er i stor vekst, og hadde i 2019 en omsetning på 20,4 milliarder kroner. Selskapet sysselsatte drøyt 4400 personer samme år. I dag leverer selskapet sjømat tilsvarende fem millioner måltider hver dag, til mer enn 80 markeder over hele verden (Lerøy, 2019).

Det er økt etterspørsel etter sporbarhet på produkter, både for å forbedre driftseffektiviteten i forsyningskjeden, men også for å sikre at konsumentene har tilgang til pålitelig produktinformasjon. Det er en trend at forbrukere krever informasjon om produktets opphav. Forbrukeren ønsker å være trygg på autenticiteten til produktet, og forsikre seg om at produktet blir produsert med hensyn til miljø og etiske arbeidsforhold (Loop, 2016; New, 2010). Forsyningskjeden til sjømat er en av de mest komplekse og fragmenterte av alle matvarekjeder (Forbes & Alexander, 2014). Produksjonen finnes over hele verden, både på land og i vann, noe som medfører at mange produkter er vanskelig å identifisere og spore. Det er ikke uvanlig at et produkt blir produsert i Kina, pakket i USA og solgt i Norge. Dette skaper utfordringer, for eksempel når produkter ikke oppfyller gitte kvalitetskrav eller krav fra myndigheter.

Feilmerket fisk er et globalt problem. Forskning viser at i overkant av 20 prosent av fisken i markedet, ikke er den fisken som den er annonsert som (Warner, 2013). Problemet er ikke unikt for sjømatnæringen, det er en utbredt problemstilling for produkter som selges i ulike markeder til forbrukere (Warner, 2013). Det er viktig at markedet har tillit til kvalitet og opprinnelsen til den varen de kjøper gjennom sporbarhet og korrekte data. En dårlig leveranse til markedet kan ha katastrofale konsekvenser for en merkevare eller virksomhet. Enda verre er det hvis leverandøren ikke kan identifisere eller vite nøyaktig hvor årsakene til problemet oppsto, og de ikke vet med sikkerhet hvilken fisk som er berørt.

Blokkjedeteknologi, som ble definert i begrepslisten, har potensiale til å være en sikker og pålitelig datalagring for alle data som skal presenteres for sluttforbrukeren. God sporbarhet kan gi konkurransefortrinn, høyere prosesskvalitet samt bedre matsikkerhet for forbrukeren.

Formålet med denne oppgaven er å se på mulighetene, men også belyse utfordringene med blokkjedeteknologi, og videre hvordan blokkjede kan innføres i et oppdrettsselskap.

Problemstillingen for oppgaven er følgende:

Hvilke innvirkninger kan blokkjede ha på sporbarhet i oppdrettsnæringen?

Grunnet en relativt vid problemstilling er det hensiktsmessig å avgrense den ved å definere følgende forskningsspørsmål:

- Hvordan kan kundene spore fisken som er kjøpt fra Lerøy i dag?
- Hva er fordelene og ulempene ved innføring av blokkjedeteknologi?
- Hvordan kan blokkjedeteknologi innføres i forsyningskjeden til Lerøy?

1.1 Bakgrunn

Blokkjedeteknologien dukket for første gang opp i 2008 gjennom Satoshi Nakamotos «whitepaper» for Bitcoin, en digital valuta bygd på prinsippene kryptografi og desentralisering. De siste årene har blokkjedeteknologien gått fra å være en ren finansteknologi til også å bli tatt i bruk i andre deler av samfunnet som i helsevesenet, innen utdanning og i industri (Bashir, 2018).

For industrielle aktører, spesielt som en konsekvens av økt global handel og konkurranse (Zeng & Yen, 2017), har kostnader i forsyningskjeden blitt en større andel av de totale kostnadene. Det har resultert i mer vitenskapelig arbeid med strategi for forsyningskjeder og prosessoptimalisering (Gunasekaran et al., 2008).

2 Teori

I dette kapitlet defineres sentrale tema og redegjør for masteroppgavens teoretiske perspektiv. Teorien gir en oversikt over fiskeri- og oppdrettsnæringen i Norge, en oversikt over produksjonssyklusen og et innblikk i det tradisjonelle sporbarhetssystemet. Samlet gir det et enkelt innblikk i hvordan næringen fungerer. Avslutningsvis defineres sentrale tema innenfor blokkjedefinerte og gir et innblikk i teknologien.

2.1 Havbruksproduksjon

Havbruksproduksjon har lange tradisjoner i Norge. Den store veksten startet på 70-tallet. Nye teknologier har gitt industrien mulighet til å dyrke atlantisk laks og regnbueørret i sjøvannsbur (merd), og siden har industrien hatt en enorm vekst (Venvik, 2005). I dag blir mellom 90-95% av alle norske produkter innen havbruk eksportert, med Europa som hovedmarked (Venvik, 2005). Den norske produksjonen er sentrert rundt atlantisk laks, og arten utgjør nesten 80% av den totale havbruksproduksjonen.

For å kunne produsere fisk til kommersielle formål kreves det at de aktuelle selskapene har lisens fra fiskeridirektoratet (Aarset, 1998). I Norge er det over tusen lisenser for oppdrett av laks og ørret (Fiskeridirektoratet, 2020). Atlantisk laks er en anadrom art, noe som betyr at det er ferskvann- og saltvannsfaser i livssyklusen (Jonsson & Jonsson, 2009).

Produksjonen på ett produksjonssted er relativt stor, og varierer typisk fra 850 til 4200 tonn biomasse pr. produksjonssyklus. Kostnadene knyttet til havbruk er stort sett tilknyttet fôr, som utgjør omtrent halvparten av den totale produksjonskostnaden (Venvik, 2005). Resterende produksjonskostnader går i hovedsak til lønn, strøm til produksjonsstedene, og kostnader knyttet til hendelser med lakselus (Mowi, 2019).

Prosessene rundt akvakultur er relatert til å avle og dyrke fiskearter som hovedsakelig brukes som mat eller som ingredienser i matprodukter.

2.1.1 Produksjonssyklus til Atlantisk laks

Prosessen starter ved å tappe rogn fra hunnlaksen, og melk fra hanlaksen. Rognen og melken blandes sammen for å gi befruktet egg. Etter dette føres rognen til klekkeriet (Vassvik, 2000).

2.1.1.1 Settefisk

Det vil ta rundt 60 dager til lakseroggen klekkes, og vanntemperaturen bør ligge på rundt 7-8 grader. Rognen blir til øyerogn etter 25-30 dager i klekkeriet (man kan se to svarte prikker i egget). Rognen klekkes når skallet sprekker, og yngelen blir frigjort. De første ukene får yngelen i seg mat fra plommesekken. Fra dette stadiet bestemmes utviklingen av temperatur. Hvis vanntemperaturen multipliseres med antall døgn får vi døgngrader. Eksempelvis kommer en frem til 80 døgngrader ved å multiplisere en vanntemperatur på 8 grader med 10 døgn, eller om en multiplisere en vanntemperatur på 4 grader med 20 døgn (Vassvik, 2000).

Når yngelen er fri for mat fra plommesekken starter man med fôring. Yngelen flyttes fra klekkeri over i fiskekar. Perioden varer i omtrent seks uker. Før smoltifisering vaksineres fisken. Smoltifisering er prosessen der settefisken tilpasser seg et liv i saltvann.

Transportering av smolt til matfiskanleggene skjer både med brønnbåt og med bil (Vassvik, 2000). Fisken har tilsammen tilbragt 10-16 måneder i ferskvann (Mowi, 2019).

2.1.1.2 Matfisk

Oppdrett av matfisk foregår hovedsakelig i merder i sjøen, og laksen sorteres etter hvert som den vokser. Veksten påvirkes av temperatur, lys og fôring. Bruk av ekstra lys om våren og vinteren vil kunne påvirke veksten i en positiv retning (Vassvik, 2000). Produksjonssyklusen i havvann varer i 12-24 måneder (Mowi, 2019).

2.1.1.3 Slakting

Laksen fraktes levende i brønnbåt, med sjøvann ombord. Fisken blir plassert i ventemerder, og transporteres videre til slakteriet gjennom et rørsystem. Det er maskindrevet slakteprosesser, hvor laksen blir vasket, sløyd, sortert etter kvalitet og størrelse, og lagt på is (Vassvik, 2000).

2.1.1.4 Distribusjon

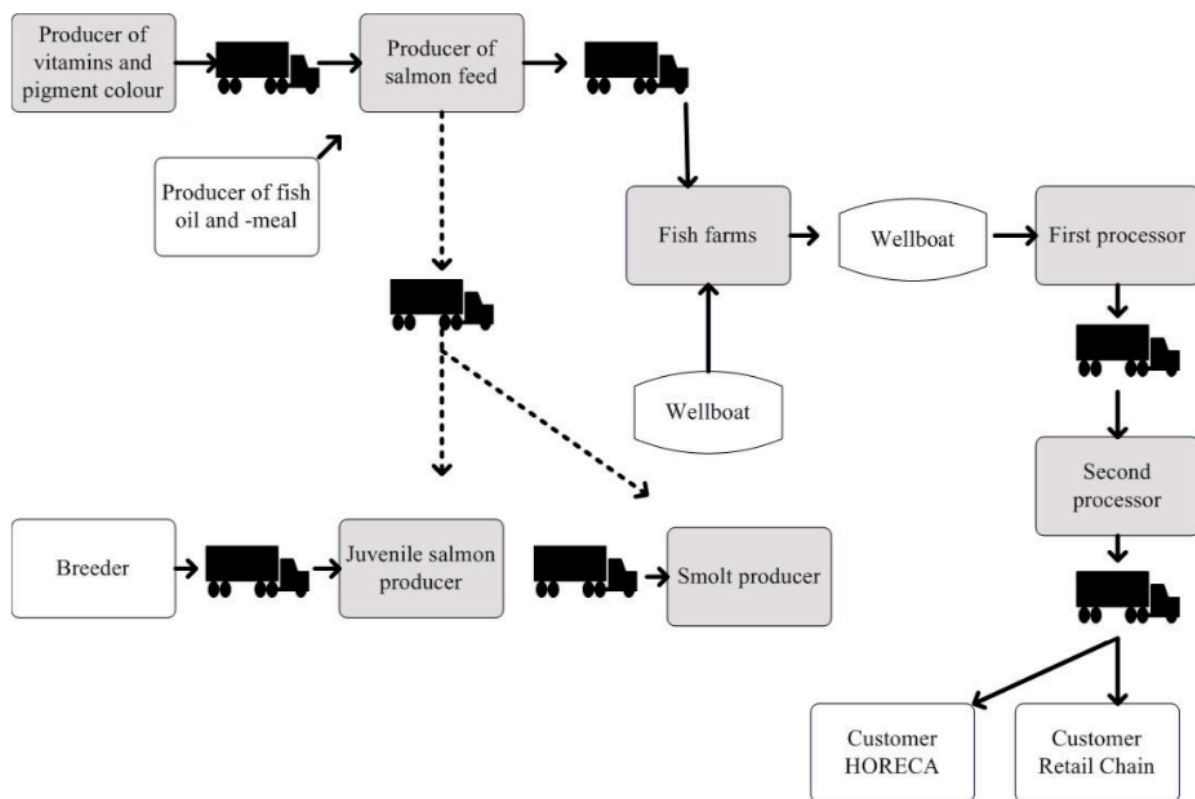
Fisken pakkes i bokser eller esker med is, noe som er med på å forlenge både kvaliteten og holdbarheten på laksen. Noe av produksjonen blir foredlet i Norge, men mesteparten blir

transportert til andre land, hvor laksen overtas av foredlingsbedrifter. Disse leverer tilpassede produkter til ulike markeder (Vassvik, 2000).

2.1.2 Materialflyt og identifisering av laksenæringen

SINTEF utviklet en rapport i 2007 som blant annet omhandler sporbarhet og materialflyt i laksenæringen. Det tas utgangspunkt i nevnte rapport ved fremstillingen av forsyningskjeden til laks i Norge:

Forsyningskjeden til laks fra avl til produksjon av laksefilet i Norge er undersøkt (Figur 1). Dette inkluderer produksjon av vitaminer, pigmentfarge og produksjon av laksefôr.



Figur 1. Oversikt over forsyningskjeden til laks i Norge (Karlsen et al., 2007).

2.1.2.1 Produsent av vitaminer og pigmentfarge

Produsent av vitaminer og pigmentfarge leverer vitaminer til produksjon av laksefôr.

Vitaminene er basert på kjemiske produkter. Alle trinnene, inkludert forsyningen av naturgass, var internt i bedriften som ble analysert (Karlsen et al., 2007).

Transformasjonsinformasjonen i Enterprise Resource Planning system (ERP) mellom

produsent ID, produksjonsbatch ID og kunde ID indikerte at produsenten av vitaminer og pigmentfarge hadde muligheten til å spore hver batch, eventuelt en artikkel, til et definert antall av kunder.

2.1.2.2 Produsent av laksefôr

Produsenten som ble analysert i rapporten mottok råvarer fra mer enn 100 forskjellige leverandører. Størrelsen på de mottatte partiene kunne variere mellom noen kilo i en enkel boks med vitaminer til flere hundre tonn i en last med fiskemel (Karlsen et al., 2007).

2.1.2.3 Produsent av settefisk (yngel)

Produsenten av settefisk mottar lakserogn. Fôr, oksygen og vann blir tilsatt for å få lakseroggen til å vokse til yngel. Lys og temperatur blir kontrollert for å optimalisere vekstforholdene. Identifiseringen av handelsenheter er unik både for mottak og utsendelse av fiskegrupper (Karlsen et al., 2007).

2.1.2.4 Produsent av smolt

Smoltprodusenten mottar yngel. Vann og fôr blir tilsatt for å få laksen til å vokse fra yngel til smolt (klar for saltvann). Lys og temperatur blir kontrollert for å optimalisere vekstforholdene, og fisken blir vaksinert mot sykdom. Laksesmolt blir levert til oppdrettsanlegg enten i september/oktober samme år som den blir mottatt (0 åringer), eller april/mai (1 åringer) (Karlsen et al., 2007).

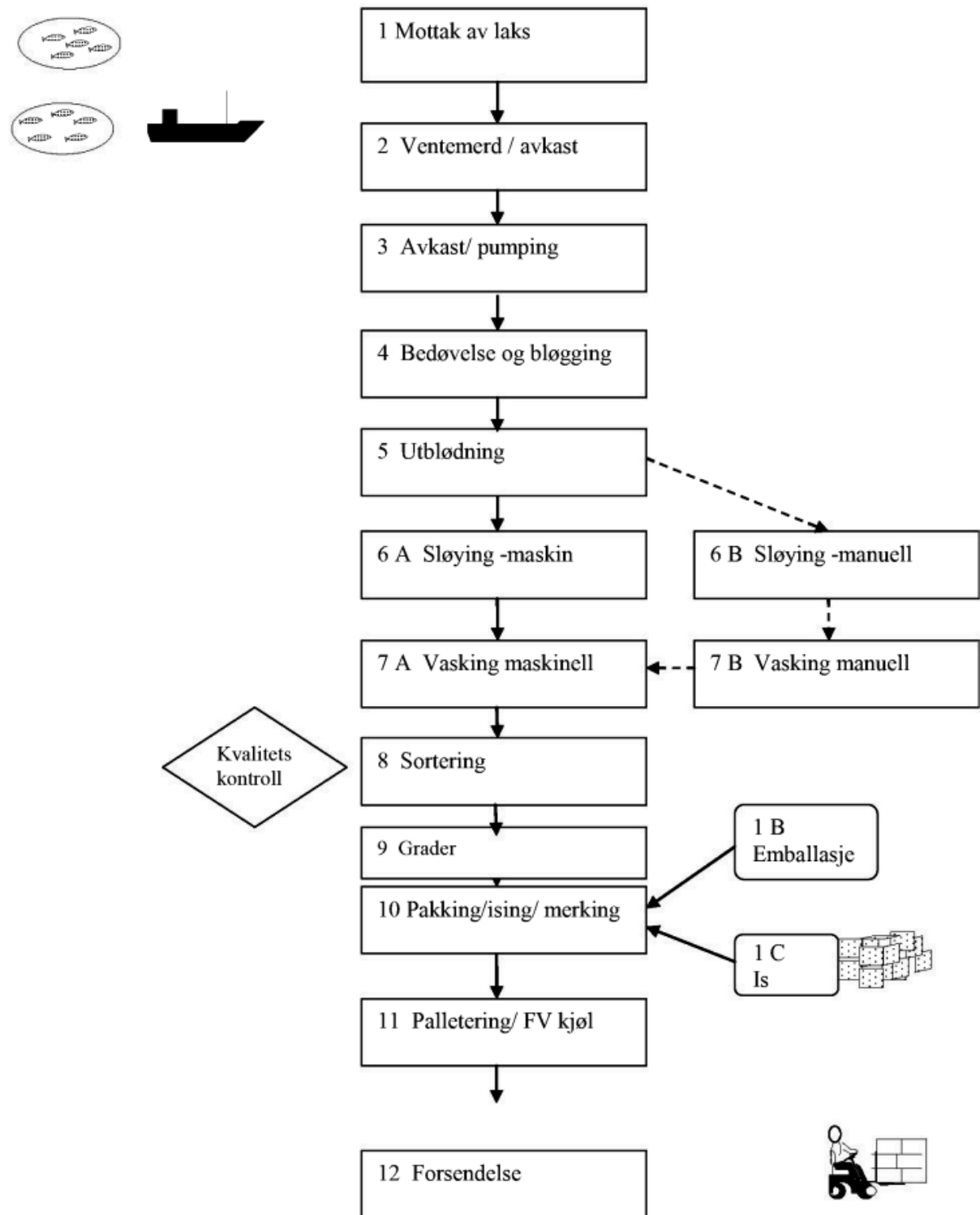
2.1.2.5 Oppdrettsanlegg

Oppdrettsanlegg mottar smolt. Fôr blir tilsatt for å få laksen til å vokse fra smolt til 4-6 kg laks. Lys og temperatur blir kontrollert for å optimalisere vekstforholdene, og fisken blir kjemisk behandlet mot lus. Laksesmolt mottas på oppdrettsanlegg i september/oktober, eller i april/mai. Det tar 10-18 måneder å vokse fra smolt til 4-6 kg laks. Sporbarhet av SR-ene for fisk blir ansett for å være god (Karlsen et al., 2007).

2.1.2.6 Slakteri

Brønnbåter frakter levende laks fra oppdrettsanleggene til slakteriene. Levende laks blir mottatt fra brønnbåter og plassert i ventemerder. Laksen i hver merd får tildelt en produksjonsbatch-identifikasjon, og behandles en merd om gangen. Produksjonslinjer blir tømt mellom partier for å sikre at partiene ikke blandes. For å holde laksen rolig blir det tilsatt

CO2 i kjøletanken. Fra kjøletanken blir laksen pumpet til en stasjon for bløgging, og videre til en tank for utblødning. Laksen blir deretter sendt gjennom en sorteringsmaskin for sortering etter størrelse. Flytskjema for pakking av laks er undersøkt (Figur 2). Dette er fra mottak av laks til forsendelse videre hos slakteriet.



Figur 2. Flytskjema for pakking av laks (Wilsgård & Benjaminsen, 2015).

2.2 Sporbarhet

Sporbarhet er ikke lett definerbart. En systematisk litteraturgjennomgang viser at selv i vitenskapelige artikler er det mye forvirring og inkonsekvens (Olsen & Borit, 2013). I valget mellom ulike definisjoner i artikkelen «*how to define traceability*» av Olsen og Borit, er ISO-8402 den anbefalte definisjonen å bruke. ISO-8402 er dessverre trukket tilbake, og definisjonen lider under det faktum at den definerer sporbarhet som «*evnen til å spore*», uten å definere begrepet «å spore». Dette betyr at vitenskapelige artikler for tiden ikke har en eksisterende standard eller definisjon uten åpenbare svakheter å referere til.

I artikkelen nevnt ovenfor har de foreslått en egen definisjon som blir sett på som en forbedring i forhold til alternativene som for tiden eksisterer.

«Muligheten til å få tilgang til all informasjon relatert til det som er under vurdering, gjennom hele livssyklusen, ved hjelp av å registrere identifikasjoner» (Olsen & Borit, 2013).

Denne definisjonen samsvarer med egenskapene til sporbarhetssystemer som brukt i produksjonsindustrien, og spesielt i matproduksjonsindustrien (Olsen & Borit, 2013).

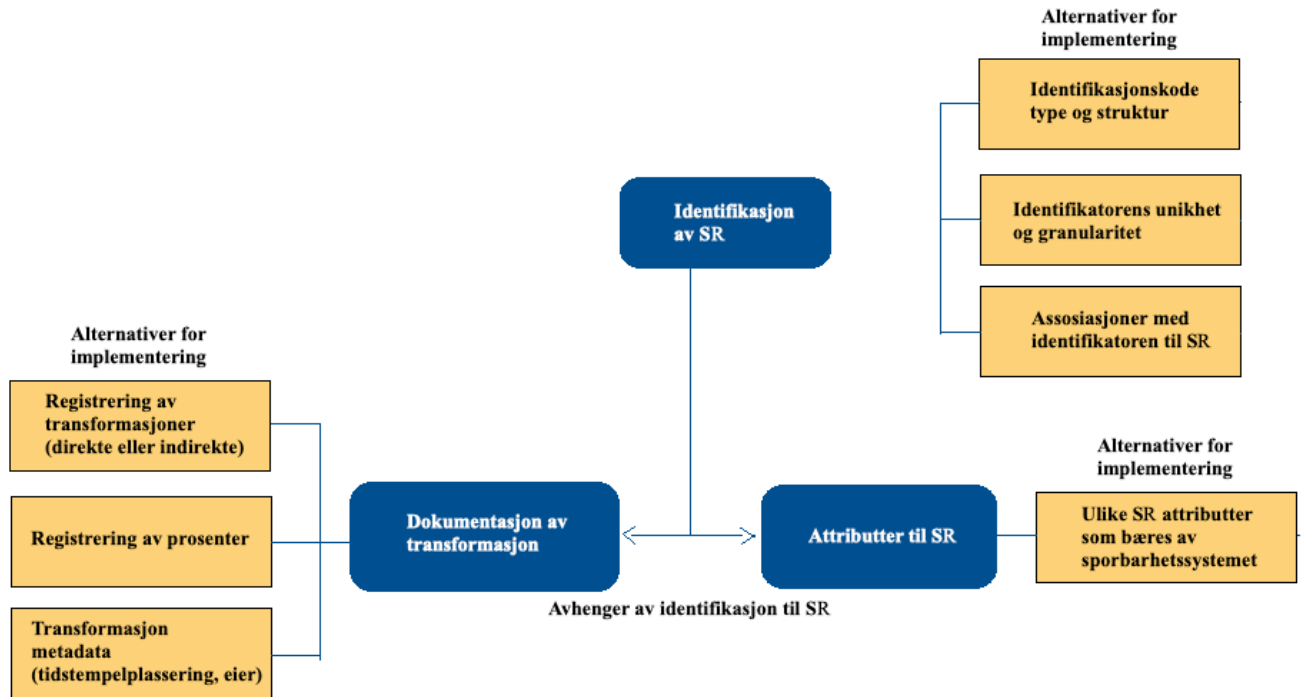
2.2.1 Sporbarhetssystemer

Hensikten med sporbarhet er at man ønsker å få tilgang til all informasjon relatert til det som vurderes. Med dette menes at informasjon som er registrert i den første lenken i kjeden, må gjøres tilgjengelig i neste lenke i kjeden. Sporbarhetssystemet sørger for at den registrerte informasjonen blir gjort tilgjengelig andre steder, og en lagring av informasjon medfører at den ikke går tapt. Om man skal beskrive eller analysere et sporbarhetssystem må man skille mellom følgende komponenter:

- Systemene og prosessene som er relatert til identifiseringen av de SR (sporbare ressursenheter), som inkluderer å bestemme valg av kode og kodens unikheter. Man velger også hvordan identifikatoren skal knyttes til sporbare ressursenheter.
- Systemene og prosessene som er relatert til dokumentasjon av transformasjonene i kjeden, som inkluderer registrering av SR transformasjonene, prosenter og de tilhørende metadataene.
- Registreringen av attributtene til SR, som i utgangspunktet kan være hva som helst som beskriver SR (eksempelvis SR opprinnelse, beskrivelse av SR, målinger tatt på

SR og prosessparametere som er registrert når SR var produsert) (Olsen, Borit & Syed, 2019).

Komponentene i et sporbarhetssystem er illustrert i figur 3.



Figur 3. Komponentene i et sporbarhetssystem (Olsen & Borit, 2017).

2.2.2 Intern og ekstern sporbarhet

Et sporbarhetssystem skal gjøre det mulig å spore alle registreringer i kjeden, samt å identifisere innsatsfaktorene og råvarene som brukes ved produksjonen av produktet. Dette vil si hvordan prosesser som er brukt, og hva slags sluttprodukt de er en del av (Moe, 1998).

Det som skjer internt i en bedrift handler om *intern sporbarhet* (Moe, 1998), og dette kan derfor tilpasses etter hva bedriften selv måtte ønske. Eksempel på dette kan være når bedriften merker sine produkter internt, og da trenger de ikke å følge en internasjonal standard.

Kjedesporbarhet er å finne tilbake til produktets informasjon gjennom leddene i en verdikjede. Dette vil si produktets informasjon som en bedrift mottar og avgir. For at denne type sporbarhet skal fungere er det nødvendig at også intern sporbarhet praktiseres. Det burde være unike nummer på det bedriften sender ut, og datasystemene i bedriften bør være like (Moe, 1998).

2.2.3 Fordeler knyttet til sporbarhet

Det finnes mange fordeler relatert til sporbarhet. Jeg har valgt å ta utgangspunkt i tre av de mest sentrale fordelene.

2.2.3.1 Bærekraft og verdifangst

Det kan potensielt være store merkevarefordeler ved å kunne spore produkter til en pålitelig kilde der et selskap kan validere at produktet er bærekraftig. Med bedre sporing vil det være enklere for selskaper å ha kontroll over varelager, forbedre styring av forsyningskjeden og ha mer nøyaktighet. Dette vil føre til reduserte kostnader og økt resultat (Sterling & Chiasson, 2014).

2.2.3.2 Omfang av tilbakekalling

Å kunne redusere antall tilbakekalte produkter gjennom mer presise data og sporingspraksis. Hvis kilden til problemet, og den spesifikke batchen som er berørt ikke kan identifiseres skaper det problemer. Dette medfører at selskapet må destruere, eller trekke tilbake alle partier. Med effektiv sporbarhet kan et selskap redusere kostnadene for tilbaketrekking av produkter (Goulding, 2016).

2.2.3.3 Kvalitetsstyring

Et effektivt system innen sporbarhet styrker mulighetene for å styre mattryggheten. Problemer med sporbarhet oppstår ofte i et annet trinn i forsyningskjeden enn hvor problemet blir oppdaget. For å finne problemet er det nødvendig å kunne spore hvert steg bakover i forsyningskjeden for å finne årsaken til feilen. Det kan også være nødvendig å kunne spore produkter fremover. Dette for å identifisere potensielle aktører som har mottatt dårlige produkter, og deretter rapportere dette til aktørene det gjelder (Goulding, 2016).

2.2.4 utfordringer knyttet til sporbarhet

Til tross for mange gode fremgangsmåter og verktøy for sporbarhet av fisk, finnes det fortsatt utfordringer. For å identifisere disse utfordringene må det gjøres en GAP analyse (Olsen & Borit, 2016). En GAP analyse går ut på å finne differansen mellom nåværende situasjon og ønsket situasjon. En slik analyse er et godt utgangspunkt for videre arbeid, og kan peke ut de utfordringene som kan være relatert til ulike deler av virksomheten (Channon & Sammut-Bonnici, 2015).

Olsen & Borit (2016) analyserte en slik analyse innen sjømatnæringens sporbarhetssystemer. Jeg tar utgangspunkt i denne analysen da jeg her gir en oversikt over utfordringene knyttet til sporbarhet.

2.2.4.1 Bevissthet

Det mangler forståelse for hvordan sporbarhet kan effektivisere selskapenes interne prosesser og forbedre økonomiske resultater. Det mangler også forståelse for at sporbarhet må dekke hele forsyningskjeden i stedet for ett bestemt selskap alene (Olsen & Borit, 2016).

2.2.4.2 Forpliktelser

Utfordringer finnes fortsatt i ulike skalaer knyttet til standarder, teknologi og løsninger. De fleste selskaper har mindre sporbarhet enn de burde hatt. Et godt sporbarhetssystem kan redusere driftskostnader, og gi et selskap konkurransefortrinn gjennom markedsføring og merkevarebygging. Det er vanlig at selskaper investerer i sporbarhet fordi det er pålagt av enten kommersielle eller lovgivningsmessige krav for å komme seg inn i et marked. Gjennom arbeidet blir selskaper overrasket over de på forhånd ukjente positive effektene disse investeringene gir (Olsen & Borit, 2016). Selv om det er positive effekter, er det mange selskaper som ikke er bevisst, eller klarer å nyttiggjøre seg av dette fullt ut (Olsen & Borit, 2016). Dette er viktige faktorer som forklarer hvorfor næringsaktører mangler forpliktelser og motivasjon til å innføre sporbarhetssystemer.

2.2.4.3 Teknologi

I dag mangler det prosedyrer for bekreftelse (autentisering), som integrert del i overvåkning av produktets autenticitet. Et selskap, eller en kunde kan følge fisken frem og tilbake gjennom forsyningskjeden. Dette betyr ikke at de kan garantere at fisken er den som den hevdes å være. Årsaken til dette er mangelen på robuste, funksjonelle og billige RFID brikker. Det har også vært mangel på robust, funksjonell og billig teknologi for automatisk datafangst. En betydelig kostnad knyttet til drift av et sporbarhetssystem er manuell dataregistrering. Dette fører til at arbeidsprosessene er tidkrevende og at manuelle feilregistreringer oppstår (Olsen & Borit, 2016).

2.2.4.4 Standarder

Det er mangel på standarder og normer for sporbarhet, og det er store forskjeller mellom ulike institusjoner. Vanlige standarder for informasjonsdeling og innhenting gjennom

forsyningskjeden er manglende, noe som betyr at det er mangel på interoperabilitet mellom IT-systemer på tvers av forskjellige selskaper. Dette fører til at kostnadene og forretningsrisikoen øker når man tar i bruk et bestemt sporbarhetssystem. Det mangler ofte en standard navneliste for ulike arter (Olsen & Borit, 2016). Eksempelvis kan ulike land bruke forskjellige navn på samme art, eller samme navn på forskjellige arter (Olsen & Borit, 2016).

2.3 Blokkjede og blokkjedeteknologi

Dette kapitlet tar for seg de viktigste tekniske funksjonene til blokkjede for å belyse en klar forståelse av teknologien. I definisjonene dykkes det ikke inn i tekniske detaljer, men prøver her å gi en enkel forklaring på hva blokkjedeteknologi er på en måte som er forståelig for allmennheten.

Begrepet «Blokkjede» har opphav fra «blokker» av validerte, og uforanderlige transaksjoner og hvordan de kobler seg sammen i en kronologisk rekkefølge for å danne en kjede. Derav uttrykket «Blokkjede».

I 1991 publiserte Dr. Scott Stornetta, og hans medforfatter Dr. Stuart Haber en artikkel som introduserte blokkjedeteknologi, en desentralisert, kryptert database der digitale transaksjoner er sikret. Harber og Stornetta (1991) fant ut at tidsstempling av dokumenter var et problem, og at endringer i digitale filer kunne forekomme. De prøvde seg på en løsning som baserte seg på algoritmisk og kryptografisk nøyaktighet. Denne løsningen ville være mer sikker enn det å måtte stole på en tredjepart (Harber & Stornella, 1991). De to entusiastene Harber og Stornetta kom ikke så langt med denne idéen, men konseptet ble introdusert igjen i 2008, av Satoshi Nakamoto. Dette for å støtte transaksjoner i Bitcoin, som er en virtuell kryptovaluta som opprettholder verdien uten støtte fra en sentralisert myndighet eller finansiell enhet. Utenom en anvendelse som kryptovaluta, er blokkjede et nytt datasystem som vedlikeholder, og registrerer data på en måte som gjør at flere interessenter kan dele tilgang til samme data og informasjon på en trygg måte.

2.3.1 Definisjoner

En blokkjede er en type uoverskrivbar database som inneholder en digital registrering av transaksjoner, og hvem som gjorde registreringene. Et blokkjedesystem er normalt distribuert over et nettverk av datamaskiner. Det er derfor ikke sentralt administrert. En transaksjon innen en blokkjede deles mellom alle deltakerne i blokkjedens nettverk. Transaksjonene blir sjekket og validert gjennom en konsensusmekanisme før de blir en del av blokkjeden. Ved å koble transaksjoner kryptografisk til tidligere transaksjoner er dataimmutabilitet sikret. Dette medfører at det å endre/tukle med data blir umulig. En av de viktige fordelene med blokkjede er at ingen transaksjoner kan noen gang slettes, slik at de kan gi informasjon om alle endringer som noen gang skjedde i blokkjeden.

Normalt er implementeringer av blokkjede basert på fem grunnleggende prinsipper som ligger til grunn for dens teknologi (Lansiti & Lakhani, 2017).

Distribuert database

- Hver bruker i nettverket har tilgang til hele databasen og alle dens transaksjoner.
- Ingen enkeltbruker kontrollerer databasen.
- Hver bruker kan bekrefte transaksjonene direkte.

Peer-to-Peer overføring

- Kommunikasjon mellom brukere i blokkjeden skjer direkte uten bruk av en formidler.
- Hver bruker lager og sender informasjon til hele nettverket.

Åpenhet med pseudo anonymitet

- Hver transaksjon på blokkjeden er synlig for alle som har tilgang til blokkjeden.
- Hver bruker har en unik adresse som identifiserer dem.
- En bruker kan være anonym eller kan velge å avsløre identiteten sin.
- Transaksjoner skjer mellom brukeradresser.

Irreversibilitet

- Når en transaksjon er lagret i blokkjeden kan den ikke endres.
- Transaksjoner innen blokker er knyttet til andre blokker.
- Algoritmer bruker for å sikre at transaksjoner blir registrert permanent, kronologisk bestilt og er tilgjengelig for alle brukere på nettverket.

Beregningslogikk

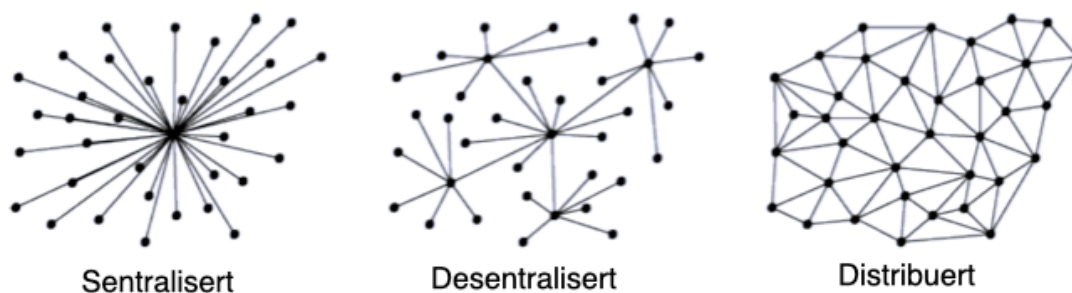
- Blokkjedetransaksjoner kan knyttes til beregningslogikk, og kan dermed programmeres.
- Brukere kan sette opp algoritmer for å utløse transaksjoner mellom noder.

2.3.2 Distributed Ledger Technology

I hovedsak gir blokkjedeteknologien muligheten til å opprette og distribuere hovedboken (i blokkjeden), eller registrere hver transaksjon til tusenvis av datamaskiner som er koblet til et nettverk. Tradisjonelle systemer eies av en enhet, eksempelvis en gruppe, organisasjon eller virksomhet. Dette kontrolleres av en utpekt administrator. Denne administratoren kan implementere endringer i systemet uten å kreve konsensus fra alle interessenter i systemet (Mills et al., 2016).

I kontrast er blokkjede en delt, desentralisert og distribuert hovedbok (Figur 4) blant et nettverk av interessenter som ikke kan oppdateres av noen administrator. Den kan bare oppdateres med samtykke fra nettverksdeltakere, og alle endringer i den distribuerte hovedboken er reviderbare. Det brukes offentlige og private nøkler for å sikre personvern og konfidensialitet. Enkelt sagt kan en offentlig nøkkel sammenlignes med adressen til en fysisk postkasse, som er offentlig kjent av avsendere. En privat nøkkel ligner passordet, eller nøkkelen som kreves for å låse opp postkassen. Dette er ivaretatt av eieren til en hver tid, og må ikke deles med en tredjepart (Mills et al., 2016).

For bedriftsbruk er nok private hovedbøker mest egnet, da data bare kan leses, og behandles av brukere med den nødvendige tilgangskontrollen. Siden det er bygd på flere systemer som tilhører flere enheter, deles ansvaret for å vedlikeholde, lagre og validere informasjon som finnes på blokkjeden av de forskjellige deltakerne. Arbeidet med blokkjedenettverket gir Peer to Peer deltakelse, noe som betyr at alle blir behandlet likt og under de samme forholdene (Mills et al., 2016).



Figur 4. Sammenligning av Sentralisert, Desentralisert og Distribuert (Mills et al., 2016).

2.3.3 Konsensus

I motsetning til sentraliserte organisasjoner tas ikke beslutninger i blokkjeden av en leder, men av en gruppe hvor det kreves konsensus for at en beslutning skal tas. Enklere forklart er konsensusmekanismer protokoller som sørger for at alle noder (enheter på blokkjeden som opprettholder den, og noen ganger behandler transaksjoner) synkroniseres med hverandre, og blir enige om hvilke transaksjoner som er legitime og legges til på blokkjeden. En konsensusmekanisme er avgjørende for at en blokkjede skal fungere korrekt. Alle i en blokkjede kan sende inn informasjon som skal legges til, så det er nødvendig at alle transaksjoner blir sjekket kontinuerlig, og at blokkjeden blir revidert fortløpende av alle noder. Uten gode mekanismer vil blokkjeden kunne bli utsatt for forskjellige angrep. Konsensus bringer løsninger på dette problemet da det er i stand til å koordinere handlinger når en komponent i det distribuerte systemet mislykkes (Zheng et al., 2017).

De fleste blokkjeder har mange likhetstrekk, og fungerer på lignende måter, men en av måtene blokkjeden kan være unik på, er måten konsensus oppnås. Det finnes mange ulike protokoller, men jeg har valgt de mest relevante for denne oppgaven.

2.3.3.1 Proof of work (PoW)

Proof of work er metoden som brukes i kryptovalutaen Bitcoin. PoW prosessen er kjent som «mining», og nodene er kjent som «minere». En miner er et mellomledd i en transaksjon, og sørger for at en transaksjon mellom A og B blir registrert (Bashir, 2018). Minere løser komplekse matematiske oppgaver som krever mye regnekraft. Den første som løser oppgaven lager en blokk, og får belønning for å lage denne blokken. Disse matematiske oppgavene er asymmetriske, noe som betyr at det er tidskrevende å komme frem til svaret, men det er likevel enkelt å bekrefte om svaret er korrekt. Den eneste måten å løse disse gåtene på er å gjette svaret. Det er ikke mulig å løse gåtene raskere ved bruk av noen annen metode enn prøving og feiling. Derfor, jo mer datakraft som brukes, desto raskere blir løsningen funnet. Dette kan da føre til at det blir veldig ressurskrevende og kostbart. Til tross for at PoW er en pålitelig og sikker konsensusmekanisme, innebærer den også store ressursforbruk (Seang & Torre, 2018).

En av de største ulempene med PoW er altså den enorme energimengden som brukes av datamaskiner i nettverket for å løse kryptografiske regnestykker. I tillegg er kryptografiske

regnestykker vanskelige å løse. Det tar tid å validere/opprette, og legge nye blokker til blokkjeden (Olsen, Borit & Syed, 2019).

2.3.3.2 Proof of stake (PoS)

PoS algoritmen ligner på PoW systemet, men deltakerne i denne prosessen er begrenset til aktører som har blitt identifisert til å ha en legitim eierandel i blokkjeden. PoS bruker forutsetningen om at de som eier flest mynter i et nettverk har en interesse av å opprettholde nettverket, og verdien av myntene høy. En tilfeldig prosess brukes for å bestemme hvem som får produsere den neste blokken. Brukere kan satse et beløp (digitalt) for å bli en validerer (noen som kan produsere blokker), noe som betyr at de låser dette beløpet i en viss tid. Etter de har gjort dette er de kvalifisert til å produsere blokker. Prosessen som bestemmer hvem som skal produsere den neste blokken vurderes vanligvis ut fra hvem som har størst eierandel. Størst eierandel gir deg altså mulighet til å produsere neste blokk. PoS er mye mer ressursvennlig enn PoW, ettersom ingen minere er nødvendig. Ulempen med PoS er at et lite antall brukere eier de fleste eiendelene i nettverket, og kan ha stor innflytelse på konsensusprosessen. PoS systemet brukes ofte i en kombinasjon med andre sikkerhetsmetoder (Seang & Torre, 2018).

2.3.3.3 Proof of authority (PoA)

PoA fungerer på lik linje som PoS, med den forskjellen at i stedet for å validere blokker med antall mynter en person eier, valideres det basert på en persons identitet. Blokker og transaksjoner blir bekreftet av forhåndsgodkjente deltakere, som fungerer som moderatorer av systemet. Fordelen med PoA fremfor PoS er dens makt til å validere blokker basert på en persons faktiske identitet, som gjør at systemet blir mer effektivt og sikkert. Ulempen med PoA er mangelen på desentralisering. I motsetning til PoW, kan PoA bare ha et begrenset antall brukere som deltar i blokkvalideringen (Naumoff, 2017).

2.3.4 Blokkjedenettverk

Blokkjedenettverkene kan for øyeblikket kategoriseres i tre typer; Offentlig blokkjede, privat blokkjede og konsortium blokkjeder. Dette kapitlet beskriver noen forskjeller på de tre typene blokkjede.

2.3.4.1 Offentlig blokkjede

Offentlige blokkjeder er fullstendig desentraliserte. Det tillater alle i hele verden å lese og skrive dataen som er lagret på blokkjeden. En offentlig blokkjedeprotokoll basert på PoW (Proof of work) konsensusalgoritmer er basert på en åpen kildekode. Dette vil si at hvem som helst kan laste ned den offentlige blokkjede koden, validere transaksjoner i nettverket og delta i konsensusprosessen (prosessen ved å lage nye blokker som deretter legges til blokkjeden) uten tillatelse. Hvem som helst kan sende transaksjoner til blokkjedenettverket, og lagres permanent i blokkjeden så fremst den er gyldig. I tillegg til dette kan hvem som helst lese transaksjonene som er oppført i blokkjeden. Vanligvis er disse transaksjonene anonyme eller pseudo-anonyme (Olsen, Borit & Syed, 2019).

Eksempler på offentlige blokkjeder:

- Bitcoin
- Litecoin
- Ethereum
- Dash
- Monero

Med offentlig blokkjedeteknologi er det ikke nødvendig å vedlikeholde servere eller systemadministratorer, noe som radikalt reduserer kostnadene for å opprette og kjøre desentraliserte applikasjoner.

2.3.4.2 Privat blokkjede

En privat blokkjede blir sett på som et sentralisert nettverk siden det fullstendig kontrolleres av en organisasjon. Ønsker man ikke full offentlighet kan man ta del i en privat blokkjede. Med private blokkjeder blir skrivetillatelse til blokkjeden ofte sentralisert til en organisasjon. Blokkjeden kan være delvis offentlig eller begrenset til noen få utvalgte. Eksempel på dette vil være å bli invitert til å delta i nettverk eller ha gitt tilgang. En privat blokkjede er dermed

sterkt begrenset. Mekanismen for tilgang kan variere noe, for eksempel kan eksisterende deltakere invitere nye medlemmer, en regulerende myndighet kan utstede lisens for å delta, eller en gruppe medlemmer kan ta slike avgjørelser. Private blokkjeder er en måte å dra nytte av blokkjede teknologien ved å sette opp grupper og deltakere som kan verifisere transaksjoner internt (Olsen, Borit & Syed, 2019).

2.3.4.3 Konsortium blokkjede

Konsortium blokkjeder er en hybrid mellom offentlig og private blokkjeder. Denne typen blokkjede administreres vanligvis av en gruppe mennesker, enheter eller pålitelige autoriteter. En slik blokkjede er kjent som en semi-desentralisert blokkjede. I hovedsak er det begrenset tilgang til dette blokkjede nettverket, og det det gis bare til et valgt sett med noder. Dette er en av hovedforskjellene når man sammenligner det med en offentlig blokkjede (tabell 2), der det er noen personer med tilgang til internett kan delta i prosessen med å verifisere transaksjoner og opprette nye blokker (Olsen, Borit & Syed, 2019).

Tabell 2: Oversikt over de ulike blokkjedenettverkene (KDRS, 2020).

		Lese	Handle	Lagre
Åpen	Offentlig, vilkårsløs	Alle	Alle	Alle
	Offentlig, Begrenset	Alle	Autoriserte deltakere	Begrenset
Lukket	Privat	Lukket innenfor org.	Kun operatør/eier	Kun operatør/eier
	Konsortium	Begrenset	Autoriserte deltakere	Begrenset

Det er viktig å merke seg at når man velger en bestemt type blokkjede, betyr det ikke nødvendigvis at den ene er bedre enn den andre. Det som kanskje fungerer for en, fungerer med andre ord ikke nødvendigvis for en annen.

2.3.5 Smarte kontrakter

Blokkjedebaserte smarte kontrakter er en form for blokkjedeteknologi. Idéen om smarte kontrakter er relativt enkel: En programvareprotokoll utfører en handling (frigjør midler, sender informasjon, lager kjøp) når visse betingelser er oppfylt (en betaling mottas, eller resultatet av en hendelse bestemmes). Fordelen med blokkjedebaserte kontrakter er at de reduserer mengden menneskelig involvering som kreves for å utføre, opprette og håndheve en kontrakt. Kostnadene reduseres dermed, samtidig som at man sikrer sikkerhet for utførelses- og håndhevingsprosesser (Abeyratne & Monfared, 2016).

2.3.6 Blokkjedeplattformer

Når man snakker om plattform, refereres det til de forskjellige protokollene og nettverkene som finnes i blokkjeder. Hver plattform har sin egen konsensus, arkitektur og sine sikkerhetsparametere. Jeg har valgt å fokusere på to ulike plattformer som vil være relevant for denne oppgaven.

2.3.6.1 Hyperledger Fabric

I 2015 lanserte Linux Foundation Hyperledger med den hensikt å fremme blokkjedeteknologien på tvers av bransjer. Hyperledger posisjonerer seg som en blokkjede for B2B (Business-to-Business) applikasjoner. Det er en «åpen kildekode» plattform som ønsker at utviklere skal komme med applikasjoner som tilbyr smarte løsninger for forskjellige bransjer. Systemet, og de underliggende komponentene er designet med fokus på distribuerte databaser fremfor desentraliserte applikasjonsplattformer (Hyperledger, 2018).

Arkitektur

Med Hyperledger Fabric er det mulig å bruke forskjellige komponenter uavhengig av ethvert spesifikt bruksområde. Med andre ord gir det muligheten til å koble til den funksjonen som er ønskelig, som medlemstjenester eller en spesifikk konsensus, og begynne å bruke den. En klient handler på vegne av en sluttbruker, som oppretter og påkaller transaksjoner.

Personvern og datasikkerhet

Hyperledger Fabric er et nettverk som tilbyr et bredt spekter med løsninger innen datasikkerhet. Dette hjelper med å beskytte bedriftsdata gjennom en tre nivå dataflytstruktur.

- Private transaksjoner: Innføre ekstra personvern for å holde data konfidensielle mellom berørte parter. Ikke tillate tilgang til en tredjepart.
- Separat hovedbok: Å gruppere et sett med informasjon under separate kanaler for å gi tilgang til autoriserte brukere.
- Null-kunnskap validering: Gjør det mulig for en part som har behov for å bevise en konfidensialitet overfor en annen part, om at dens hemmelighet tilfredsstillende et gitt sett med egenskaper, uten å avsløre den faktiske hemmeligheten.

Når det gjelder personvern krypterer den utstedende myndigheten til Hyperledger identiteten til hver bruker, eller peer, via et digitalt sertifikat. Kryptering av identitet gjøres på en måte slik at den forblir skjult for uønskende deltakere. Dette fører til at fullstendig desentralisering ikke oppnås, i motsetning til det som skjer med andre tillatte blokkjeder (Hyperledger, 2018).

Hyperledger har smarte kontrakter som kalles «chaincoin», som kjører innenfor valideringsnodene. Dette gir en rask utførelse, men kompliserer distribusjonen, fordi koden og kodeoppdateringene må distribueres manuelt på tvers av alle deltakende peers.

2.3.6.2 Ethereum

Ethereum er utviklet av Vitalik Buterin, og er en åpen programvare som søker å gi et rammeverk for at utviklere skal komme med desentraliserte applikasjoner (DApps). En desentralisert applikasjon kjører på et Peer to Peer nettverk i stedet for en enkelt datamaskin. Det har som formål å eksistere på internett, og ikke bli kontrollert av en enkelt enhet. Ethereum tilbyr generaliserte applikasjoner, og er mest brukt til B2C (Business-to-Consumer) og B2B (Buterin, 2018).

Enterprise Ethereum Alliance (EEA) er en gruppe utviklere og selskaper som befinner seg over hele verden. EEA ble startet for å dra nytte av Ethereum, tilpasse blokkjeden og hjelpe firmaer til å utnytte egenskaper som uforanderlighet av transparens, data og dataintegritet (Buterin, 2018).

Dette bedriftssystemet består av mer enn 300 000 produktutviklere og programvareingeniører. De er ansvarlig for bygging av nødvendig infrastruktur, applikasjoner og andre verktøy som kreves for å tilrettelegge for god support, levering og løsninger (Medium, 2020).

Arkitektur

Avhengig av bruken av nettverket, eksisterer det tre forskjellige typer nettverk:

- Hovednettverket: Dette er det offentlige nettverket til Ethereum, hvor det ikke er noen begrensninger for å bli med.
- Testnettverket: Dette er et nettverk som brukes til å distribuere og teste smarte kontrakter og DApps, før disse blir distribuert til hovednettverket.
- Det private nettverket: Dette kreves når en gruppe enheter ønsker å ha et kontrollert nettverksmiljø.

I Ethereum er desentralisering forankret i arkitekturen, ettersom bedriftsnettverket har tilgang til Ethereums hovednettverk. Denne interoperabiliteten med Ethereums hovednettverk tillater datalagring på tvers av blokkjeden og en privat skyplattform, med mulighet for tilpasset personvern (Buterin, 2018).

Personvern og datasikkerhet

Sammenlignet med Hyperledger Fabric (tabell 3), har Ethereum plattformen et litt smalere spekter av personvern. Imidlertid ser nye løsninger og rammer ut til å fylle dette gapet, eksempelvis Quorum eller Evan.nettwok.

Ethereum skiller seg ut ved å ha muligheten til å utvikle fullt tilpassede smarte kontrakter, som er en av dens største styrker (Buterin, 2018).

Ethereum er den eneste av de nevnte plattformene som har en innebygd kryptovaluta kalt ETH. Ethereum tillater å lage digitale «tokens» for tilpassede brukssaker gjennom smarte kontrakter, noe som betyr at man kan definere sin egen valuta. Dette gjør digitalisering av eiendeler tilgjengelig. Digitalisering av verdifulle eiendeler i forsyningskjeden vil bety inngang i en digital økonomi der varer byttes uten mellomledd (Buterin, 2018).

Tabell 3: Sammenligning av Hyperledger Fabric og Ethereum (Valenta & Sandner, 2017).

	Hyperledger Fabric	Ethereum
Bruksområder	En foretrukket plattform for B2B operasjoner. Hovedsakelig brukt i bedrifter	Populær med generaliserte applikasjoner, og mest brukt til B2C og B2B
Datasikkerhet	Tillit til eieren av blokkjeden	Færre løsninger enn Hyperledger Fabric
Uforanderlighet	Data kan ikke endres	Full uforanderlighet knyttet til det offentlige nettverket
Personvern/fortrolighet	Bare personer som er involvert i et gitt prosjekt får tilgang til data i et nettverk	Private transaksjoner blant deltakerne i den private kjeden
Smarte kontrakter	Det tillater smarte kontrakter i Chaincode	Integrert i Ethereums arkitektur. Det tillater smarte kontrakter (DApps)
Konsensus	Ikke alle noder i nettverket må delta i konsensusprosessen (ingen minere)	Proof of Authority
Digitale eiendeler	Nei	Kan lage digitale eiendeler (ETH)

2.3.7 BaaS (Blockchain as a Service)

BaaS er en unik modell som leverer fullverdige blokkjedeplattformer som letter utviklingsprosessen til bedrifter. BaaS-leverandørene konfigurerer implementeringen av blokkjede, og bedriften som kjøper en slik løsning må gi leverandørene en gitt avgift for å distribuere og vedlikeholde blokkjedenodene. BaaS-tjenester inkluderer også sikkerhetsprotokoller (Hertz, 2019).

Det er to selskaper som dominerer markedsplassen til BaaS: Microsoft og Amazon.

2.3.7.1 Microsoft Azure blokkjede

Microsoft Azure var det første store teknologiselskapet som kunngjorde BaaS-funksjonalitet til utviklere og selskaper. Selskapet hevder selv å tilby en billig, rask og feilsikker blokkjedeløsning med lav risiko. Noe av det Microsoft Azure kan tilby:

- Ved hjelp av en globalt tilgjengelig skyplattform holder den dataene sikret. Løsningen er også skalerbar, som gjør det mulig å utvide når som helst.
- Reduserer utviklingstiden ved å tilby brukere forhåndskonfigurerte nettverk og infrastruktur. Dette lar brukere begynne med utvikling av de desentraliserte applikasjonene umiddelbart.

Microsoft Azure gir virksomheter muligheten til å drifte og utvide blokkjedenettverket. Bedrifter har full kontroll over styring av blokkjedenettverket, samt infrastrukturen (Singh, 2019).

2.3.7.2 Amazon Web Services (AWS)

AWS integrerer et bredt utvalg av løsninger innen blokkjede. Hovedfunksjonene til AWS er:

- God sikkerhet til selskaper
- Man betaler bare for de tjenestene som brukes, og hvor lang tid man brukte på dem
- Tilbyr et bredt spekter av alternativer når det kommer til blokkjederammer, som i bedriftstilfelle er Ethereum.

«AWS Blockchain Template» er deres primære produkt som lar brukere ta Ethereums åpen kilde-ramme for å distribuere sikre blokkjedenettverk på en rask måte uten å bekymre seg for

langsomme konfigureringsprosesser. En rekke verktøy for å overvåke og administrere blokkjeden tilbys også (Shackelford, 2019).

2.3.8 Blokkjedens infrastruktur

Selskaper lagrer i dag informasjon i en digital database eller i et forsyningskjedesystem. Slik informasjon kan lagres direkte, eller indirekte (webgrensesnitt) på en blokkjede. Utenom manuell inntasting av data i systemet, kan skannere eller andre elektroniske leseenheter benyttes. Programmeringsgrensesnitt for datakontakt (APIer) gjør det mulig for selskaper å effektivt laste opp data fra forsyningskjeden, fra eksisterende datalager (feks SAP), til deres blokkjedesystem, for sømløs integrering av data fra bedriftssystemer til blokkjedeløsninger. Selskaper som ikke bruker bedriftsprogramvare kan legge inn data gjennom nettgrensesnitt (Olsen, Borit & Syed, 2019).

3 Metode

I dette kapittelet skal jeg utdype forskningsmetoden som er benyttet i masteroppgaven. Jeg vil presentere forskningsdesign, den kvalitative forskningsprosessen, datainnsamling og intervjustrategi. Jeg har valgt å ta i bruk en kvalitativ tilnærming for denne masteroppgaven, og datagrunnlaget består av primær- og sekundærdata, i form av semistrukturerte intervjuer, samt dokumentanalyse som supplerende data.

Primærdata bygger på to intervjuer fra oppdrettsselskap: Lerøy og Cermaq. Jeg har benyttet meg av noe sekundærdata som supplement, i form av dokumentanalyse. Det var vanskelig å finne individ i bedrifter som hadde kompetanse innen sporbarhet og blokkjede, og situasjonen som oppsto med COVID-19, gjorde at jeg ikke fikk gjennomført ønsket mengde intervjuer, spesielt innen blokkjedeteknologi.

3.1 Forskningsdesign

Det finnes tre ulike forskningsdesign; Eksplorerende, deskriptivt og kausalt design. Ved bruk av eksplorerende design ønsker man å undersøke spørsmål som ikke er forsket på tidligere. Hvis det er noe usikkerhet relatert problemstillingen og teorien i oppgaven vil det være fornuftig å bruke et eksplorativt design (Ringdal, 2013). En deskriptiv tilnærming vil være et ønske om å forklare fenomenet i den konteksten den er i. Deskriptiv forskning har som hensikt å besvare: hvordan, hva, hvem, og hvorfor. Formålet med dette er å se sammenhengen mellom variabler (Sandelowski, 2020). Kausal forskningsdesign handler om å finne en sammenheng.

Min problemstilling berører et felt hvor det foreligger lite forskningsdata, og det vil derfor være hensiktsmessig å ha et eksplorativt forskningsdesign. Hensikten med denne masteroppgaven er å formidle informasjon og forståelse om blokkjede og dens innvirkning på sporbarhet i oppdrettsnæringen. Ved en slik tilnærming kan man være fleksibel i den grad man får ny type kunnskap, og derfor valgte jeg en eksplorativ tilnærming for denne masteroppgaven.

Yin (2014) forklarer forskningsdesign til å være den metoden som binder de empiriske forskningsspørsmålene til avhandlingen med datainnsamling. Jeg har vært gjennom flere ulike prosesser for å få svar på forskningsspørsmålene, denne utviklingen beskrives her.

Forskningsdesign kan beskrives som en guide for analyseprosessen, datainnsamling og tolkning (Yin, 2014).

Oppsummering av forskningsdesign:

- Fokus på blokkjeden sin innvirkning på sporbarhet i oppdrettsnæringen
- Dybdeintervjuer for datainnsamling (kravene var at individet skulle være ekspert innen sporbarhet, oppdrett og tekniske områder inklusive blokkjede)

Idéen var å jobbe med avhandlingen steg for steg. Dette gikk ut på å samle inn data før andre deler av oppgaven ble gjort. Jeg har skrevet deler av avhandlingen mens jeg samlet inn data, og endret teksten i forhold til datainnsamlingen i etterkant. Det å ha en fleksibel tilnærming er sett på som viktig for å ta hensyn til endringer som oppstår underveis (Thagaard, 2018).

For litteraturforskningen ble «Google Scholar» benyttet. Søkene jeg foretok meg var «Blockchain technology», «Supply chain traceability» og «Blockchain implementation into supply chains». Det ble benyttet fire prinsipper for de artiklene jeg valgte å analysere, basert på anbefalinger fra Rowley og Slack (2004). Kilden skal helst:

1. Være relevant til forskningsfaget
2. Være oppdaterte
3. Ha omfattende kildereferanser
4. Være skrevet av en autoritativ (sikker og troverdig) forfatter

Når et søk genererte mange treff ble valget basert på antall siteringer av artikkelen. Denne teknikken ble ikke benyttet til artikler angående blokkjedeteknologi. Forskningsfaget er nytt, og de mest relevante artiklene kan ha blitt publisert nylig, og ennå ikke sitert. Sitater fra relevante artikler ble brukt for å finne andre artikler som kunne være nyttige i litteraturgjennomgangen.

3.2 Den kvalitative forskningsprosessen

Masteroppgaven bygger på en kvalitativ tilnærming. Kvalitativ metode er en åpen tilnærming hvor man i utgangspunktet legger så få føringer som mulig vedrørende den informasjonen som skal samles inn. Ulike datainnsamlinger kan endres ut i fra erfaringer eller nye oppdagelser som gjøres underveis. En kvalitativ metode karakteriseres gjennom substansielle analyser og forståelse for problemstillingen. Ved å benytte en slik tilnærming blir tolkningen av datamaterialet mer relevant (Grønmo, 2015). Basert på en kvalitativ tilnærming vil masteroppgaven bygge på gjennomføring av intervju og innholdsanalyse av dokumenter.

3.3 Datainnsamling

Det er mange ulike metoder for datainnsamling i kvalitativ forskning: Observasjoner, dokumenter, feltarbeid og intervju. De mest brukte, og de som er relevant for min masteroppgave er dokumenter og intervju. En måte å samle inn data på kan være en triangulering. Dette innebærer at man benytter seg av flere ulike datainnsamlingsmetoder fra ulike kilder for å finne ut om funnene har en overensstemmelse. Triangulering brukes i hovedsak for å forsterke validiteten (Yin, 2014).

Ulike studier krever ulike tilnærminger, blant annet: pragmatisme, strukturalisme, fenomenologi og evaluering. Alle ulike tilnærminger har sine egenskaper som passer til ulike studier. Jeg skal ikke gå i dybden på hver enkel tilnærming, men forklare hvilken jeg har gått for, og årsaken til valget.

Jeg ser på fenomenologi som den mest egnede til min masteroppgave. Denne tilnærmingen tar utgangspunkt i den subjektive opplevelsen og undersøker erfaringer mennesker har på et grunnleggende nivå. Virkeligheten baserer seg på en tolkning av personens erfaring, og kunnskapen blir basert på flere individers erfaring som vil bidra til en felles forståelse (Savin-Baden & Major, 2013).

3.4 Intervjustrategi

3.4.1 Kvalitative intervju

Hensikten med et kvalitativt intervju er å kunne kartlegge informantens meninger og tolkninger. Man oppnår en direkte kommunikasjon mellom informanten og intervjuer, noe som er styrken med et kvalitativt intervju. Ved bruk av intervju har informantene muligheten til å komme med opplysninger som sees på som relevante for forskningen, og eventuelle misforståelser kan oppklares underveis i intervjuet (Bryman & Bell, 2007).

Jeg har tidligere nevnt at min tilnærming er fenomenologisk. Med slike intervjuer genererer jeg detaljerte beskrivelser av deltakerens erfaringer om temaet. Dette gjøres ved å stille åpne spørsmål om deltakerens forståelse, oppfatning og erfaring. Dette skaper et godt grunnlag for undersøkelsen (Savin-Baden & Major, 2013).

I neste avsnitt vil jeg beskrive fremgangsmåten jeg benyttet meg av for å hente inn nødvendig data knyttet til masteroppgaven.

3.4.2 Fremgangsmåte

Innen intervju finnes det flere ulike metoder forskere kan velge mellom: Ustrukturert, semistrukturert og strukturert intervju. Telefonsamtaler og internettbaserte metoder er også vanlige (Savin-Baden & Major, 2013). Ustrukturerte intervjuer diskuterer typiske temaer i stedet for spesifikke spørsmål (Höst et al., 2006). Slike intervjuer kan gi verdifull innsikt, men også føre forskere til å gi informasjon utenfor omfanget til intervjuet. Imidlertid kan dette føre til at intervjuobjektet unngår faglig stoff som hun eller han er ukomfortabel med å diskutere (Höst et al., 2006).

Strukturerte intervjuer bruker helt forhåndsbestemte spørsmål med bindende svar, og metoden har likhetstrekk med et undersøkelsesstudie. En fordel med å intervjuer i stedet for å bruke undersøkelser er at intervjuobjektet ikke trenger å fylle ut svar og uklare spørsmål kan forklares (Höst et al., 2006).

Semistrukturerte intervjuer bruker både forhåndsbestemte spørsmål med bindende svar, og åpne spørsmål som gir et fortellende svar (Höst et al., 2006).

Intervjuene i denne masteroppgaven hadde som mål å forholde seg til rammeverket nevnt over. Ustrukturert intervju var derfor ikke mulig, fordi det å adressere spørsmålene krever

klare spørsmål med bindende svar. Det å intervju en ekspert på et tema må fremdeles være av utforskende karakter, da rammene ikke bare forbedres ved å ta opp spørsmål, men også av intervjuobjektets meninger. Ved et strukturert intervju risikerer man å holde igjen informasjon fra intervjuobjektet, noe som ikke er ønskelig i dette studiet.

Ved intervju av informanter har jeg således valgt en semistrukturert intervjuform. Ved bruk av intervju får man en detaljert beskrivelse av deltakernes erfaring rundt temaet. Dette gjennomføres ved hjelp av en god intervjuguide der man stiller spørsmål som fremmer deltakernes forståelse, oppfatning og erfaring. Med et slikt utgangspunkt skaper man et godt grunnlag for undersøkelsen. Intervjuene skal gjennomføres i fire faser: kontekst, innledende spørsmål, hovedspørsmål og sammendrag (Höst et al., 2006). Den første fasen skal presentere konteksten av intervjuet til intervjuobjektet. Dette består av formålet, og hvorfor intervjuobjektet er valgt. For andre fase skal noen innledende nøytrale spørsmål spørres: Intervjuobjektets alder, jobb og arbeidsoppgaver. Etter de første spørsmålene skal hovedspørsmålene adresseres i en rekkefølge som er logisk for intervjuobjektet. Til slutt skal intervjuet oppsummeres til intervjuobjektet, slik at vedkommende kan legge til tilleggsinformasjon, samt avklare eventuell feiltolket informasjon.

3.4.3 Intervjuobjekt

Intervjuobjektene ble valgt basert på deres ekspertise innen sporbarhet og blokkjedeteknologi. Jeg tok kontakt med ulike bedrifter og fagpersoner som hadde dette som fagfelt. Dette for å finne personer som hadde kunnskap, og således vil bidra med faglig tyngde på sine respektive områder. Det var en krevende prosess å finne intervjuobjekter i oppdrettsnæringen med kompetanse på både sporbarhet og blokkjedeteknologi, og derfor ble det kun gjennomført to intervjuer.

Intervjuobjektene var fagpersoner som jobbet i oppdrettsnæringen, med arbeidsoppgaver innen sporbarhet og blokkjedeteknologi. For å forsikre meg om at jeg ikke hadde tolket noe feil, valgte jeg å sende intervjuobjektene referat for å kvalitetssikre innholdet i teksten. Intervjuguidene til intervjuene er presentert i vedlegg 6.1 og 6.2.

3.5 Dokumentanalyse

I tillegg til å gjennomføre intervjuer har jeg også analysert dokumenter for å komme frem til gode løsninger for selve implementeringen av blokkjede. Dokumentanalyse er relevant data innsamlet av andre forskere i form av andre studier (Grønmo, 2015). Dokumenter kan komme i forskjellige former som for eksempel offentlige dokumenter, aviser, møterapporter, administrerende dokumenter, dagbøker osv. (Yin, 2014). Det er viktig at dokumentene oppfyller vilkårene nevnt ovenfor:

1. Være relevant til forskningsfaget
2. Være oppdaterte
3. Ha omfattende kildereferanser
4. Være skrevet av en autoritativ (sikker og troverdig) forfatter

3.5.1 Fremgangsmåte

Jeg har bruk offentlige dokumenter som man finner på internett. Disse dokumentene er allment tilgjengelig. Ettersom blokkjedeteknologi er et relativt nytt begrep for meg, krevde studien at jeg satt meg grundig inn i dokumenter og foreliggende forskning for å forstå hva denne teknologien innebærer. Jeg har vært kritisk til hvem som har publisert dokumentene, ettersom dokumenter på internett i noen tilfeller kan publiseres og redigeres av ukjente personer. På bakgrunn av dette har jeg vært kritisk og bevisst til innsamlingen av dokumenter. For å velge relevante dokumenter har jeg vektlagt: Forfatteren, hensikten med teksten, informasjonens troverdighet, antall siteringer og årstallet den ble skrevet.

Dokumenter som ble analysert var hovedsakelig: An overview of blockchain technology: Architecture, consensus, and future trends (Zheng et al., 2017), Microsoft Azure Blockchain Tutorial (Singh, 2019), Blockchain: The solution for transparency in product supply chains (Provenance, 2015) og Total cost of ownership for blockchain solutions (EY, 2019). I tillegg er ulike blokkjedeprosjekter, whitepapers og dokumenter om teknologiens fordeler og ulemper analysert.

Valgene som ble tatt for selve implementeringen av blokkjede ble analysert fra rapporten: Blockchain implementation into a seafood company (Amondarain, 2019). Denne rapporten sammenligner ulike egenskaper i blokkjedeteknologien, og konkluderer med hvilken

implementering som passer best for rapportens formål. For å analysere hvordan blokkjede kunne implementeres for Lerøy valgte jeg å benytte meg av SWOT-analyser. SWOT-analysene ble benyttet når jeg sto ovenfor ulike alternativ rundt selve implementeringen av blokkjede. Man vil gjennom en slik analyse kunne identifisere styrker, svakheter, muligheter og trusler fra de ulike alternativene, noe som kan gi viktig informasjon i en beslutningsfase (Brudvik, 2000).

Ordet «SWOT» står for Strength, Weaknesses, Opportunities og Threats, som på norsk blir: Styrker, svakheter, muligheter og trusler. Modellen skiller mellom interne og eksterne styrker og svakheter. En SWOT-analyse gir et godt utgangspunkt for å ta beslutninger, og kan være et godt verktøy for å identifisere områder for forbedring (Brudvik, 2000).

3.6 Oppgavens begrensninger og svakheter

Oppgavens hensikt var å gi et innblikk i hvordan blokkjedeteknologi kan brukes i sjømatnæringen, og hvilke fordeler og ulemper det eventuelt vil medføre. En utfordring har vært mine forkunnskaper om blokkjedeteknologi, og derfor gikk det mye tid i starten av studiet til å innhente informasjon for å få en overordnet forståelse av teknologien. Blokkjedeteknologi er svært kompleks, og derfor er det en fare for at jeg har misforstått, eller gått glipp av relevant informasjon. En annen påvirkende faktor som kan sees i sammenheng med størrelsen på bransjen. Det at jeg ikke har intervjuet aktører fra førselskap, transportselskap, konsumenter og eksperter innen blokkjede. Tilgang på sensitiv informasjon fra oppdrettsselskap har vært utfordrende å få tak i, noe som førte til at kostnadsmodellen ble gjort på en generell basis, der informasjon ble hentet fra sekundærdata (dokumentanalyse).

4 Resultat og diskusjon

Hensikten er å svare på tre forskningsspørsmål. Ved å analysere disse tre spørsmålene vil oppgaven belyse hvordan kundene kan spore fisken som er kjøpt fra Lerøy i dag, hvordan blokkjedeteknologi kan innføres i forsyningskjeden til Lerøy, og hvilke fordeler og ulemper en innføring av blokkjedeteknologi vil ha.

Gjennom bruk av kvalitativ forskningsmetode har jeg interesse av å fremheve informantenes stemme. Dette vil jeg gjøre gjennom å gjengi sitater fra intervjuene. Jeg vil også fortelle informantenes historier med egne ord for å få et fyldigere innblikk i deres mening. Respondentene Lerøy og Cermaq blir referert til som R1 (Lerøy), og R2 (Cermaq).

Resultatene presenteres med utgangspunkt i temaene fra intervjuguidene (vedlegg 6.1 og 6.2). Først beskrives nåsituasjonen hos oppdrettselskapene, deretter presenteres innføring av en løsning som utnytter blokkjedeteknologien.

4.1 Nåværende situasjon i oppdrettsnæringen

I den teoretiske bakgrunnen for denne oppgaven startet jeg med å introdusere havbruksproduksjon (kapittel 2.1) og sporbarhet (kapittel 2.2). Som nevnt tidligere er økt sporbarhet angitt å være en viktig faktor for å forbedre synligheten i forsyningskjeden og tillit hos forbrukeren. Svar knyttet til disse temaene vil bli presentert.

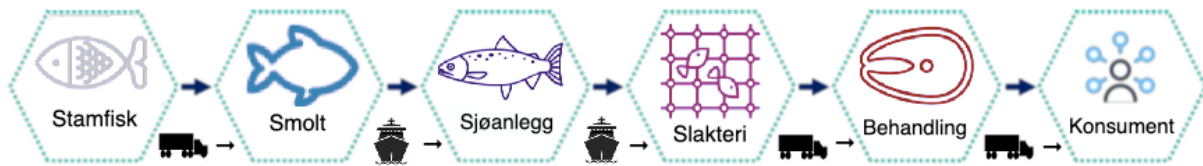
4.1.1 Forsyningskjede

Lerøy sine produkter kan deles inn i fire kategorier: hvitfisk, skalldyr, pelagisk fisk og lakseprodukter. R1 på Lerøy uttaler at:

«Laks er hovedproduktet vårt, og utgjør rundt tre fjerdedeler av den totale omsetningen, og vi er en av verdens største produsenter av atlantisk laks».

Dette produktet har altså vært sentrale i selskapets vekst og vil være det i fremtidig satsing.

Følgende figur viser forsyningskjeden hos Lerøy i dag:



Figur 5. Forsyningskjeden til laksenæringen hos Lerøy

Lerøy eier alle leddene i forsyningskjeden selv. Dette gjør at de har en stor konkurransefordel i forhold til å ivareta sporbarhet i alle ledd. Det vil også være enklere å implementere blokkjedeteknologi i en verdikjede der man har kontroll på alle stegene i fremstillingsprosessen.

Lerøy får råstoffet fra oppdrettene deres, og råstoffet følges gjennom hele kjeden. Dette gjør at veien til en eventuell implementering av blokkjede blir veldig kort for selskapet:

«Vi har et elektronisk system på havbrukssiden som heter FishTalk. All informasjon om fisken registreres fra begynnelse til slutt. Helt fra stamfiskproduksjon, og helt til fisken er ferdig slaktet på slakteriet» (R1).

På FishTalk kan kundene hente opplysninger fra sin faktura og fra sporings CV-en til fisken med all informasjon om fisken gjennom hele livssyklusen. Her kan det nevnes at for villfanget fisk kreves det et «Catch Certificate». I henhold til rådsforordning EC 1005/2008 kreves det fangstsertifikat for fiskeriprodukter som eksporteres fra Norge til EU. Kravet gjelder både for fisk som eksporteres direkte eller via tredjeland (Catch Certificate, 2018). Fangstsertifikatet inneholder informasjon om hvor fisken kommer fra, når den er fisket og fra hvilken båt. Dette er informasjon kundene har tilgang til per d.d.

4.1.2 Sertifisering

Når en sjømatbedrift blir sertifisert settes det visse krav til registrering av data og sporbarhet. Om man skal kunne selge sertifiserte produkter må man dokumentere at produktet oppfyller det såkalte «Chain of Custody» kriteriet. Det vil si at en må kunne dokumentere at det sertifiserte produktet ikke har vært blandet sammen med usertifiserte produkter. Selskapet blir da pliktig en revidering, og dette gjøres for å sjekke at man har et godt sporbarhetssystem fra havbruk ned til siste produksjonsledd.

På laks har Lerøy Global G.A.P (Good Aquaculture Standard), og ASC (Aquaculture Stewardship Council). Dette er sertifiseringene Lerøy har i dag, og all sertifisering skal ha en årlig revidering for å sikre at kravene er i henhold til angitt standard:

«Dette gir oss et sertifikat, som vi da kan bruke til neste revisjon igjen. Dette for å vise at vi faktisk følger kravene i standarden» (R1).

Lerøy anser mattrygghet som en av deres viktigste arbeidsoppgaver, kombinert med HMS og bærekraftig produksjon. Ved å fokusere på disse områdene kan Lerøy produsere trygg og bærekraftig sjømat:

«Vi kan ikke produsere produkter som er helseskadelige. Da sliter vi veldig. Vi kan ikke ødelegge miljøet, for da får vi ikke fisk. Vi kan ikke ødelegge våre ansatte, for da har vi ikke folk som kan drive dette. Dette er det som vi har definert som det viktigste vi jobber med» (R1).

4.1.3 Sporbarhet

Lerøy benytter seg av LOT-nummer, batchnummer og partinummer. Dette er sporingsnummer som identifiserer partiet. Hos laks er sporingsnummer vesentlig for å kunne spore fisken. Utgangspunktet er at man har en lokalitet med en merd som slaktes. Dette partiet får da en link via FishTalk med nødvendig informasjon:

«Vi kan eksemplifisere dette gjennom vår lokalitet ved navn Ramsøy, som ligger i Hordaland. Lokaliteten har slaktet fisken, og størrelsen er 4-5 kg med superior kvalitet. Partiet med fisk har fått koden 151331. Ved bruk av denne koden kan man gå inn i vårt sporingsssystem, taste inn sporingsnummeret, og dermed få informasjon relatert til fisken» (R1).

Samme informasjon kan benyttes i en blokkjedeløsning, slik at man alltid har en unik identifikator når man skal linke informasjon i hele verdikjeden frem til forbrukeren.

Enkelte lokaliteter kan levere råstoff fra ulike lokaliteter i en og samme batch. Det at de mikser flere lokaliteter kan resultere i store mengder informasjon, som kan gjøre det utfordrende å få historikk på fisken. Forskriften om allmenne prinsipper og krav i næringsmiddelregelverket, a18 (Matlovsforskriften, 2008), sier at næringsmidler, fôr og dyr bestemt til næringsmiddelproduksjon og alle andre stoffer som er bestemt til, eller kan

forventes å bli iblandet et næringsmiddel eller et fôr, skal kunne spores i alle ledd i produksjon, bearbeiding og distribusjon.

Lerøy eier hele verdikjeden sin slik at de kan spore alle ledd i produksjonen fra A til Å selv:

«All informasjon som er på våres etiketter blir da videreført elektronisk. Både størrelse, hvilken kasse ID denne kassen har, så man vet hvilken kasse dette kommer fra» (R1).

Ved å benytte strekkoder kan man holde oversikt over hvor fisken befinner seg til enhver tid. En unik strekkode-identifikator forteller hvilket selskap som har produsert og slaktet fisken.

R1 hos Lerøy kommer med et eksempel på hvordan sporingskodene fungerer:

«Koden 02 betyr at fisken er oppdrettet, og NO betyr at den er oppdrettet i Norge. Nummer 11 sier noe om slaktedatoen til fisken. Nummer 10 er LOT koden (sporingnummeret i strekkoden). Nummer 00 er den unike kasseidentifikasjonen som viser at dette er den kassen man har kjøpt».

Når industrikundene får informasjon inn i sitt interne system, kan de gå inn på eget lager å finne frem til den aktuelle kassen. Der kan de sjekke innholdet, og se at alt er som det skal være.

4.1.3.1 Gladlaks

Lerøy var tidlig ute med det de selv kaller «light blockchain». De har nettsiden www.gladlaks.no som er laget til forbrukerne:

«På gladlaks kan alle forbrukere gå inn å spore våre produkter som de finner i butikkhyllene. Emballasjen er merket med en unik kode som kan tastes inn via vårt nettsted www.gladlaks.no» (R1).

Koden returnerer informasjon om fisken, samt informasjon om negative sider ved oppdrett generelt. Nettsiden blir på denne måten en informasjonsportal til forbrukeren. Hvis forbrukeren ønsker informasjon om lus, eller hvordan fisken blir oppdrettet, kan de altså gå inn på gladlaks sine sider for å få svar. Dette er løsningen Lerøy eksklusivt har til det norske markedet.

4.1.3.2 Sporbarhet mot industrikundene

Hver enkelt kunde har tilgang til det digitale systemet selskapet har i dag. Her har kunden oversikten over alle fiskene de har kjøpt, og historiske data om kjøp. Løsningen er ikke rettet mot forbrukere, men kunder som har kjøpt fisk direkte fra Lerøy:

«Systemet kom i 1996, og data kan hentes ut helt tilbake fra den tiden. Vi var veldig tidlig ute med å ha et system der kundene kan spore fisken» (R1).

Dette har alltid vært en av de store innsalgene til Lerøy, et system som er transparent og viser fiskens reise i forsyningskjeden. Lerøy har et tradingsystem der kundene får en «packinglist». Den ligner litt på en faktura og inneholder spesifikasjon om fisken de har kjøpt. Listen inneholder informasjon om hvor mye kassene veier, total vekt på forsendelsen og hvor fisken kommer fra. R1 hos Lerøy kommer med et eksempel på slik informasjon:

«Fisken har kommet fra Lerøy Aurora, som er slaktet i nord. Denne har et godkjenningsnummer fra mattilsynet på 3126. Dette viser;

- *Når fisken er kjøpt*
- *Hvilken kunde som har fått fisken*
- *Hvilket ordrenummer det ligger på*
- *Når fisken gikk ut*
- *Når fisken kommer*
- *Hvem som har transportert fisken*
- *Hvilken avtaler som er gjort i bakgrunnen*
- *Hvilken adresse den skal sendes til*
- *Hvilken type fisk kunden har fått*

I dette tilfelle var det fersk laks av superior kvalitet, størrelse 6-7 kilo og transportert i en flykasse. Kunden har fått 30 kasser med 565 kilo».

Kunden får altså unik informasjon om hvor mye vekt det er i hver av de ulike kassene. Om kunden ønsker mer informasjon kan de gå inn på sporbarhetssystemet til Lerøy. Ved å logge på egne kundesider kan de da få opp en CV på fisken ved å taste inn LOT nummeret de har fått.

Slik informasjon vil være:

«Om fisken

- *Art*
- *Hvilken stamme fisken består av*
- *Hvor fisken er vokst opp på landanlegg*
- *Hvilken smoltstørrelse det var på slutten (vekt)*
- *Når fisken klekkes*
- *Hvilken lisens smoltanlegget har*
- *Hvilken brønnbåt som har transportert fisken videre til sjøanlegget,*

På sjøanlegget

- *Tetthet i merden, merdnummer*
- *Når fisken ble fôret sist*
- *Hvilken temperatur det var i sjøen da den fikk fôr sist*
- *Klokkeslett og dato når fisken ble sendt i sjøen*
- *Transporttiden når den er sendt til sjøen*

På pakkeriet

- *Hvilket pakkeri den er pakket på*
- *Hvilken temperatur fisken var i når den ble pakket*
- *Hvilken dato fisken ble slaktet på*
- *Om det ble laget filet av fisken*

Fôr

- *Hvilket fôr fisken har fått fra første dag*
- *Navn på fôrtypen og hvilken leverandør som har levert dette fôret» (R1).*

Videre er informasjon om hvilken behandling fisken har fått viktig. Dette er informasjon som går helt tilbake til smoltstadiet til fisken som viser at fisken har fått nødvendig vaksinerings:

«Slikt kan være en bedøvelse fisken har fått i forkant av lusebehandlingen, som viser all informasjon om hva som har skjedd med fisken underveis» (R1).

Fire uker før slakt tar oppdretter ut fett og fargeprøve som blir lagt inn i systemet, slik at kunden får vite:

- *«Hvilket fettinnhold fisken har*
 - *Hvilken farge fisken har*
 - *Hvilket kjemisk pigment (milligram pr kilo mål i forhold til farge i fisken)*
 - *Hvilken kondisjonsfaktor fisken har (er den lang og tynn, eller er den tjukk og brei). Denne informasjon er viktig når de skal produsere fisken videre i forhold til utbytte»*
- (R1).

4.1.4 Åpenhet i forsyningskjeden gir konkurransefortrinn

Etterspørselen til åpenhet øker. Man vet overraskende lite om de produktene man benytter seg av daglig. Før fisken når sluttbrukeren reiser produktet gjennom et stort nettverk av distributører, forhandlere, anlegg for lagring og leverandører som deltar i produksjon, salg og levering. I de fleste tilfeller forblir produktets reiser utilgjengelig for forbrukere (Provenance, 2015).

Det er en økende oppfordring fra myndigheter og kunder som krever mer åpenhet fra produsenter i hele forsyningskjeden (Provenance, 2015).

R2 fra Cermaq uttaler at:

«Det er ikke utenkelig at fremtiden bringer frem forskrifter som krever at selskaper skal offentliggjøre pålitelig informasjon om deres forsyningskjede. Store selskap har lenge innsett konkurransefortrinnet med transparente, og åpne forsyningskjeder med en bærekraftig produksjon».

Eksempelvis startet fiskeleverandøren John West fra Storbritannia med å inkludere koder på deres bokser med tunfisk. Noe som gjorde det mulig for forbrukere å spore fisken tilbake til fiskeren. Selskapets initiativ alene ga omkring 250 million kroner i økt salg (Nichol, 2016). Sertifiseringer og standarder har vært viktige verktøy for å muliggjøre valgdifferensiering, men utfallet av sertifiseringen er ofte bare en trykt etikett, eller en bildefil på emballasjen. Noe som gjør at den faktiske betydningen er vanskelig å verifisere. Å kunne garantere integriteten til sertifikater er en kostbar prosess, som til tross for arbeidskrevende revisjoner fortsatt sliter med å sikre gyldigheten av kravene som fremstilles (Provenance, 2015).

Til tross for utfordringer i dagens systemer har man sett på nåværende systemer som den eneste måten å oppnå transaksjons- og datatransparens langs forsyningskjeden. I dag presenteres imidlertid blokkjedeteknologi, som kan gi en helt ny tilnærming. Blokkjede er en utvikling innen informatikk, som bruker et globalt peer-to-peer nettverk for å tilby en åpen plattform som kan levere pålitelighet, nøytralitet og sikkerhet. Blokkjede kan generaliseres, og brukes til å implementere et vilkårlig sett med regler. Disse reglene kan ingen, verken operatører eller brukere av systemet bryte. I kapitlet under vil jeg komme med et forslag for hvordan man kan gjennomføre en implementering av blokkjedeteknologi i oppdrettsnæringen.

4.2 Blokkjede i oppdrettsnæringen

I denne delen av resultatet presenteres blokkjede, og hvordan den kan implementeres i forsyningskjeden til selskap i oppdrettsnæringen. Jeg har valgt å ta utgangspunkt i forsyningskjeden til Lerøy for denne implementeringen, da det er dette selskapet jeg har fått mest informasjon fra. En slik modell skal andre selskaper i oppdrettsnæringen også kunne dra nytte av.

Lerøy er et stort selskap med flere muligheter knyttet til ny teknologi:

«I dag har vi kunder over store deler av verden, og en blokkjedeløsning vil ikke bare være for forbrukere i Norge. Et slikt system vil kunne ta hensyn til de plattformene vi har informasjon om i dag» (R1).

Selskapet kan hente informasjonen fra FishTalk, som er en database der kundene henter ut informasjon ut i fra hvor fisken er oppdrettet. Her har man ulike koordinater som viser hvor lokaliteten ligger i Norge. Lerøy har GLN (Global Location Number) på de ulike slakteriene:

«GLN er et lokasjonsnummer som brukes til å identifisere en fysisk lokasjon. Den viktigste informasjon knyttet til GLN er lokasjonsnavn, bedriftens navn, organisasjonsnummer, besøksadresse og GPS koordinater» (R1).

Hvilken som helst type data kan i prinsippet lagres med blokkjedeteknologi. Datasystemet som brukeren har tilgang til, kan se helt identisk ut uavhengig om det er en relasjonsdatabase, eller en blokkjedeløsning. Blokkjede handler om hvordan informasjonen blir lagret, ikke hvilken informasjon som blir lagret.

4.2.1 Sporbarhet som drivkraft for innføring av blokkjedeteknologi

Økt sporbarhet blir sett på som en av driverne med implementering av blokkjede. På spørsmål om hvorfor de vurderer å ta i bruk blokkjedeteknologi forklarer Lerøy at:

«Den viktigste grunnen for implementering av blokkjede i sjømatnæringen er mattrygghet. Det å vite hva som er pakket, finne ut om det er noe galt med den fisken og hvordan fisken har blitt føret gjennom produksjon. Blokkjede kan ha en positiv effekt på sporbarhet. Det å kunne vite hvor fisken har gått, og hvor den kom i fra er et veldig bra salgsinnlegg» (R1).

Lerøy trekker frem matvaretrygghet som den viktigste driveren til sporbarhet, og forklarer imidlertid at blokkjede har størst innvirkning på distribusjon og sporbarhet. Carmaq uttaler at rask sporing av produktene som muliggjør tilbakekalling er en av grunnene for implementering:

«For oss er det viktig å kunne spore produktet raskt med en elektronisk løsning. Blokkjede vil gi en mer sikker løsning, og gjøre at man kan spore produkter på sekunder, isteden for fire timer (som er kravet i forskjellige standarder)» (R2).

Muligheten for å gi informasjon om hvor produktet kommer fra, hvem som har laget det, hvor det ble fraktet (av hvem og hvordan), eller bare hvor det er nå, er av høy verdi for alle kunder og et konkurransefortrinn for selskaper som kan gi dette.

Med en blokkjedeløsning kan man garantere at informasjonen ikke har blitt endret i ettertid, og den kan dokumentere og verifisere hvem som har registrert informasjon. Dette er en av formålene ved å implementere en blokkjedeløsning i forsyningskjeden.

Sporing og tilbakekalling av fisken og ingredienser har spesielt betydning når forbrukere blir matforgiftet, eller om det er noe feil med produktet. Det kan være utfordrende for selskaper innen oppdrettsnæringen å gi all informasjon innen sporbarhet til kundene, da de ikke alltid har full kontroll over hva som skjer i hvert ledd av forsyningskjeden. Selskaper som Walmart, IBM og deres partnere jobber nå med å utvikle standarder og løsninger for større sikkerhet innen mat i hele matforsyningskjeden ved å teste sporing av mat som svinekjøtt og mango fra Kina til USA. Ifølge Walmart reduserte tiden det tok å spore mangoen fra gården til butikk fra flere uker til to sekunder med blokkjede (Aitken, 2017).

4.2.2 Implementering av blokkjede

I dette avsnittet vil jeg gå gjennom en rekke krav innen blokkjedeimplementering. Til tross for å være en ny teknologi med få års utvikling, har plattformer og organisasjoner begynt å benytte seg av denne teknologien. Derfor er det viktig å se på ulike løsninger for å sammenligne og velge alternativene som eventuelt ville passe best for Lerøy. Jeg har valgt å bruke en del sekundærdata (dokumentanalyse) i denne delen av oppgaven, da jeg ikke fikk tilstrekkelig med informasjon om det tekniske aspektet med blokkjede fra primærdata (intervju med R1).

4.2.2.1 Valg av blokkjedenettverk

Blokkjedeapplikasjoner har klare ulikheter, og det krever presisjon når det gjelder hvilket type nettverk som skal brukes. Blokkjede kommer i forskjellige typer: Offentlig, Privat og Konsortium (Tabell 4). Selv om hver blokkjede har sine forskjeller, har de også felles egenskaper:

- De er desentraliserte Peer to Peer nettverk, der hver deltaker opprettholder en kopi av hovedboken.
- Opprettholder kopiene som er synkronisert gjennom konsensus.
- De gir visse garantier for uforanderlighet til hovedboken.

Med utgangspunkt fra beskrivelsene i teoridelen har jeg valgt å analysere de ulike nettverkene i en SWOT-analyse.

Tabell 4: Blokkjedenettverk oppsummert i SWOT-rammeverk (styrker og svakheter internt, samt muligheter og trusler eksternt) (Fisher, 2017).

	Offentlig	Privat	Konsortium
Styrker	<ul style="list-style-type: none"> • Desentralisering (Å ikke ha et sentralisert punkt for feil sikrer pålitelighet og lang levetid) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kontroll over deltakere • Raske transaksjoner • Effektiv konsensus 	<ul style="list-style-type: none"> • Raske transaksjoner • Tilbyr private og offentlige nettverk • Kompleks forretningslogikk kan kartlegges
Svakheter	<ul style="list-style-type: none"> • Dårlig hastighet • Lite kontroll • Ressurskrevende • Irreversibilitet (Hvis en deltaker mister sin private nøkkel kan det bety tap av eiendeler) 	<ul style="list-style-type: none"> • Sentralisering • Teknologien er relativt ny • Kostnader 	<ul style="list-style-type: none"> • Vanskelig å oppgradere protokollen • Komplekst system
Muligheter	<ul style="list-style-type: none"> • B2C • Åpenhet 	<ul style="list-style-type: none"> • B2B • Oversikt over deltakere • Fleksibilitet • Personvern 	<ul style="list-style-type: none"> • Redusere transaksjonskostnader • Forenkle dokumenthåndtering • B2B og B2C
Trusler	<ul style="list-style-type: none"> • Energiforbruk • Ikke oversikt over deltakere • Sikkerhet 	<ul style="list-style-type: none"> • Tillit • Sikkerhet • Lovgivning 	<ul style="list-style-type: none"> • Kostnader • Utfordrende å etablere et felles nettverk mellom flere virksomheter

Med bakgrunn fra SWOT-analysen blir valget konsortium, som kombinerer fordelene fra offentlige og private blokkjeder.

Uforanderlighet oppnås gjennom en ikke-tillatt tredjeparts validering av transaksjonsinnhold, samtidig som data holdes sikre som en privat blokkjede. I utgangspunktet er en konsortium blokkjede en privat blokkjede som kjører på en offentlig blokkjede. En konsortium blokkjede er den løsningen jeg tror vil passe best for forsyningskjeden i dette tilfelle (Amondarain, 2019).

4.2.2.2 Valg av blokkjedeplattform

Nå er det viktig å se på hvilken plattform som er mest relevant for en implementering hos et oppdrettsselskap. I denne delen av oppgaven vurderer jeg de grunnleggende forretningsfunksjonalitetene for to av de mest relevante blokkjedeplattformene for denne implementeringen: Hyperledger Fabric og Ethereum. De valgte plattformene ble studert i teoridelen på side 26.

Jeg benytter meg av en SWOT-analyse (tabell 5) for å sammenligne ulike funksjoner som blir tilbudt. Til slutt blir et valg tatt ut i fra hvilken plattform som gir flest fordeler ved en eventuell implementering.

Tabell 5: Blokkjedeplattformer oppsummert i et SWOT-rammeverk (styrker og svakheter internt, samt muligheter og trusler eksternt) (Valenta & Sandner, 2017).

	Ethereum	Hyperledger Fabric
Styrker	<ul style="list-style-type: none"> • Generisk plattform • Ingen minere • Åpenhet • Offentlig, privat og vilkårsløst nettverk 	<ul style="list-style-type: none"> • Konfidensielle transaksjoner • Privat og begrenset nettverk • Modulær arkitektur
Svakheter	<ul style="list-style-type: none"> • Vilkårsløst nettverk og åpenhet går på bekostning av skalerbarhet og personvern 	<ul style="list-style-type: none"> • Mangel på påviste bruksaker • Relativt ny (lansert i 2017) • Hovedboken er ikke offentlig • Kompleks arkitektur • Krever tillatelse til å bli medlem av nettverket
Muligheter	<ul style="list-style-type: none"> • B2B og B2C • Digitale enheter (ETH) • Smarte kontrakter (DApps) 	<ul style="list-style-type: none"> • Laget for B2B • Smarte kontrakter • Bedre skalerbarhet og personvern enn Ethereum
Trusler	<ul style="list-style-type: none"> • Personvern • Hver transaksjon er synlig for alle i nettverket 	<ul style="list-style-type: none"> • Ikke helt transparent (siden nettverket er begrenset) • Mangel på insentiver (på grunn av utilgjengelighet av innebygd digital enhet)

Med utgangspunkt i SWOT-analysen blir valget av plattform Ethereum, noe jeg mener passer best for et selskap som Lerøy grunnet plattformens store spekter av muligheter, og erfarne utviklere.

Ethereum gir stor grad av desentralisering, og den har en innebygd kryptovaluta. Dette kan potensielt gi en rekke bruksområder og funksjoner som kan ha fordeler for et system i forsyningskjeden, og samler mange av fordelene med blokkjedeteknologien. Ved utplassering

av smarte kontrakter gir Ethereum verktøysett og DApps som gjør den til den mest interessante plattformen, og kan bidra til å feste prosesser langs forsyningskjeden (Amondarain, 2019).

Hyperledger Fabric har høyere grad av personvern, men Ethereum drar fordeler fra et stort erfarent team av utviklere på EEA, som stadig gir forbedringer og løsninger på dagens blokkjedeproblemer. Støtte fra EEA kan også effektivisere implementeringen av spesifikke funksjoner i blokkjeden (Amondarain, 2019).

4.2.3 Prosjektgjennomføring

Neste trinn i beslutningsprosessen er å bestemme hvilken type gjennomføring som skal brukes til implementering av blokkjedemodellen. Alternativene er enten en intern løsning, der man ansetter en gruppe utviklere som skal programmere og bygge blokkjeden opp fra start, eller gå for en ekstern løsning som BaaS (blockchain as a Service) (Amondarain, 2019).

4.2.3.1 Ekstern rådgivning

BaaS er et tilbud som lar kundene utnytte skybaserte løsninger. Den skybaserte tjenesteleverandøren administrerer alle nødvendige oppgaver og aktiviteter for å holde infrastrukturen operativ. BaaS tilbyr alle funksjonalitetene og fordelene til blokkjedeteknologien ved at Lerøy betaler et gebyr, slik at de slipper å bekymre seg for de underliggende kompleksitetene som er involvert i å lage, konfigurere og betjene blokkjeden. Den største fordelen ved å bruke BaaS kommer fra å ha en rimelig tilgang til teknologi med fokus på Lerøys kjernevirksomhet, økt datasikkerhet, full tilgang hvor som helst og kompatibilitet med andre firmaer. Tar man alt i betraktning gir mulighetene med BaaS en bekymringsfri og kostnadseffektiv løsning, som er egenskaper et hvert selskap verdsetter (Amondarain, 2019).

4.2.3.2 Intern rådgivning

Dette alternativet bygger en ønsket løsning internt i bedriften, uten tidligere infrastruktur. I dette tilfelle vil blokkjedeutviklere bli ansatt hos Lerøy. Når man ser på den økonomiske siden er lønningene mye høyere innen blokkjede enn for vanlige programutviklere. Det er også utfordrende å finne blokkjedeeksperter i dagens marked (Amondarain, 2019).

Å opprette nettverket internt fra begynnelsen gjør det mulig å ha en beslutningskraft som en ekstern løsning ikke gir, da hvert parameter (antall noder, konsensus, personvern, sikkerhet

osv.) kan velges i henhold til selskapets prioriteringer (Amondarain, 2019). For å evaluere disse muligheten har jeg laget en SWOT-analyse (tabell 6).

Tabell 6: Prosjektgjennomføring oppsummert i et SWOT-rammeverk (styrker og svakheter internt, samt muligheter og trusler eksternt) (Amondarain, 2019).

	BaaS	Intern rådgivning
Styrker	<ul style="list-style-type: none"> • Kunder kan utnytte skybaserte løsninger • Økt datasikkerhet • Kostnadseffektivt 	<ul style="list-style-type: none"> • Bedre beslutningskraft • Oppstår det problemer kan dette løses umiddelbart internt
Svakheter	<ul style="list-style-type: none"> • Vanskelig å få en helt tilpasset modell fra start • Må stole på en ekstern rådgivning 	<ul style="list-style-type: none"> • Veldig kostbart • Utfordrende å finne blokkjedeeksperter
Muligheter	<ul style="list-style-type: none"> • Tilgang hvor som helst • Kompatibilitet med andre firmaer 	<ul style="list-style-type: none"> • Kan velge parameter i henhold til selskapets prioriteringer
Trusler	<ul style="list-style-type: none"> • Uventede kostnader • Hvis det oppstår problemer er man avhengig av ekstern hjelp 	<ul style="list-style-type: none"> • Usikkerhet rundt kompatibilitet med andre firma • Oppstår det problemer må dette løses internt

Med bakgrunn fra SWOT-analysen gjort over blir en ekstern tjeneste (BaaS) valgt som den mest egnede for Lerøy.

Til tross for at resultat ved å stole på en gruppe utviklere internt kan bli bra tilpasset, må dette alternativet avvises på grunn av de store utgiftene det medfører. Det vil også ta veldig lang tid før man kan jobbe med et levedyktig blokkjedesystem. Med en ekstern løsning kan man legge til teknologileverandører og koordinering som kommer fra et stort nettverk av selskaper en konsulentgruppe administrerer. Tiden det vil ta å lage og lansere den gjennomførbare

løsningen blir forkortet ved å dra nytte av tidligere implementeringer og prototyper på forsyningskjeden, som mange konsulentfirmaer allerede har jobbet med (Amondarain, 2019).

4.2.4 Blockchain as a Service (BaaS)

BaaS-løsninger leveres av mange forskjellige selskap, fra store til små bedrifter. Noen spesialiserer seg på pålitelige sertifiseringer, andre innen kompetanse for sporbarhet og revisjon. Til tross for at blokkjede er en ny teknologi finnes det flere hundre firmaer som tilbyr BaaS, noe som gjør det vanskelig å velge et fremfor en annen (Amondarain, 2019). For å begrense dette er Ethereum-baserte plattformer, og evnen til å integrere blokkjedeløsninger i forsyningskjeden prioritert. Det er to selskapene som dominerer markedsplassen til BaaS med ønskede egenskaper: Microsoft Azure og Amazon Web Service. For å analysere disse selskapene har jeg laget en SWOT-analyse (tabell 7).

Tabell 7: Prosjektgjennomføring oppsummert i et SWOT-rammeverk (styrker og svakheter internt, samt muligheter og trusler eksternt) (Onik & Miraz, 2019).

	Microsoft Azure	Amazon Web Service
Styrker	<ul style="list-style-type: none"> • Lav risiko • Tilbyr mange tjenester utover blokkjede • Feilsikker blokkjedeløsning • WorkBench 	<ul style="list-style-type: none"> • Høyere investeringer enn konkurrentene • Betaler bare for tjenestene man bruker og hvor lang tid man bruker dem • Første markedsinngang i 2006 • Stor forankret klientdatabase
Svakheter	<ul style="list-style-type: none"> • Avansert ekspertise er nødvendig for å implementere Azure på en sikker og pålitelig måte 	<ul style="list-style-type: none"> • Få verktøysett • Support er ikke inkludert • Pris og service
Muligheter	<ul style="list-style-type: none"> • Globalt tilgjengelig skyplattform • Support inkludert • Kontrahere en utvikler • Smarte kontrakter 	<ul style="list-style-type: none"> • Smarte kontrakter • Distribuerte konsensusalgoritmer • Voksende marked for store bedrifter •
Trusler	<ul style="list-style-type: none"> • Konkurrenter • Markedsutvikling 	<ul style="list-style-type: none"> • Pris for maskinvare • Konkurrenter • Privat sky • Markedsutvikling

Med utgangspunkt i SWOT-analysen gjort over er Microsoft Azure plattformen som passer best ved en eventuell implementering av blokkjede hos Lerøy, for å dra nytte av et bredt spekter av integrerte moduler for å bygge et tilpasset resultat. Microsoft Azure er et mer komplett alternativ med gode muligheter innen utvikling, samt flere funksjoner utenom blokkjede, som kan brukes til analyse og datastyring. Microsoft gir også muligheten til å kontrahere en utvikler, og support er inkludert i tilbudet.

4.2.4.1 Implementering av Microsoft Azure Blokkjede

Dette avsnittet tar for seg den tekniske delen av implementeringe, uten å gå for dypt inn i detaljer.

R1 fra Lerøy uttaler at de ønsker et komplett B2B og B2C nettverk:

«For oss vil det være ønskelig å se på en implementering av blokkjede med et komplett B2B og B2C nettverk, ikke bare B2B».

Siden det er ønskelig for Lerøy med en full implementering av et B2B og B2C nettverk, er det lurt å ha ekspertise innen blokkjede tilstede. Microsoft leverer et stort antall guider og opplæringsprogrammer, men tilbyr også en utvikler for å tydeliggjøre og koordinere med nåværende IT ansatte i Lerøy. Utvikleren vil også hjelpe til med å programmere, og integrere de forskjellige modulene, slik at man får en skreddersydd løsning (Altimore, 2020).

Når det gjelder database og lagring har Microsoft en skytjeneste som heter Microsoft Azure Storage, som Lerøy kan bruke til sin blokkjedeløsning. Lagring av arbeidskontrakter, forsendelsesregninger og innkjøpsordrer kan lagres lokalt, da det ikke er passende å plassere dette direkte på blokkjeden til Ethereum. Hovedgrunnen til å lagre noe data lokalt, er de dyre kostnadene ved lagring av data permanent på Ethereum (Altimore, 2020).

Azures blokkjede er basert på Proof of Authority mekanismen, som ble forklart på side 23. Azures konsortium blokkjede er begrenset til spesifikke deltakere i nettverket (Altimore, 2020). Nettverket kan inneholde to type roller for deltakerne:

- Administrator: Privilegerte deltakere som kan ta administrative handlinger, og delta i blokkjedetransaksjoner.
- Bruker: Deltakere som ikke kan ta noen administrative handlinger, men kan delta i blokkjedetransaksjoner (Altimore, 2020).

Følgende figur viser et konsortium nettverk med flere deltakere:

Azure Blokkjede Konsortium

Administrator

Bruker

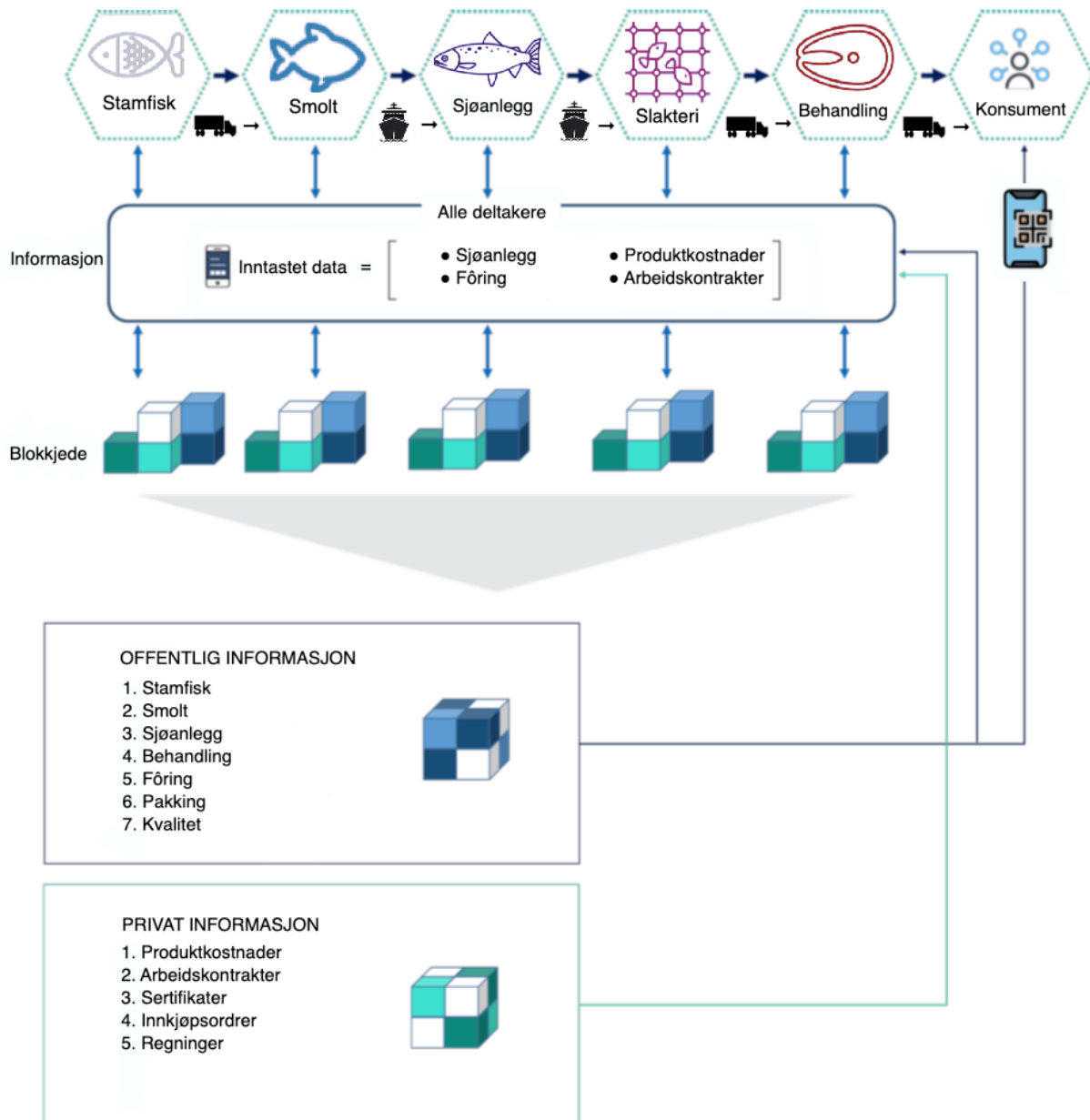


Figur 6. Azure blokkjede konsortium (Altimore, 2019).

4.2.5 Utvikle en komplett løsning

I dette kapittelet presenteres en komplett løsning som inkluderer forsyningskjede, smarte etiketter, kostnader, samt fordeler og ulemper avslutningsvis. Denne løsningen skal kunne brukes av andre selskaper i sjømatnæringen i fremtiden.

Følgende figur viser hvordan forsyningskjeden til Lerøy vil bli integrert i en blokkjede:



Figur 7. Implementeringen av blokkjede i forsyningskjeden hos Lerøy (Amondarain, 2019).

Gjennom hver prosess er oppdrettere, transportører, distributører og konsumenter koblet til hverandre. Opprettelse, verifisering, evaluering og bruk av informasjon om forsyningskjeden skjer i nåtid.

4.2.5.1 Informasjon og lagring

Avhengig av informasjon vil den bli lagret på to forskjellige måter:

Offentlig informasjon som avlsstasjon til stamfisk, klekkeri til landanlegg, lokalitet til sjøanlegg og pakkeri til pakking. Hvordan kvalitet fisken har (fettinnhold, farge og kondisjonsfaktor), hvilken behandling fisken har fått (medikamenter og vaksiner) og hvordan fôr fisken har fått. Slik informasjon kan bli lagret i blokkjeden med gratis tilgang.

Informasjonen kan bli delt, og vil være tilgjengelig for alle som ønsker.

Privat informasjon som produktkostnader, arbeidskontrakter, sertifikater, innkjøpsordrer eller regninger vil bli lagret i blokkjeden med bestemte lag av personvern. Denne konfidensielle og sensitive informasjonen vil kun spesifikke brukere med tillatelse få tilgang til.

Blokkjede gir videre et enestående nivå av sikkerhet til informasjonens pålitelighet. Man kan være sikre på at all eieroverføring eksplisitt blir godkjent av Lerøys relevante kontrollører. Interesserte parter kan også revidere produksjonen, og bekrefte at Lerøys forsyningskjede gjenspeiler virkeligheten.

I praksis kan det hende at man ønsker registrere noe mer informasjon i blokkjeden, for hvis man først har en så avansert løsning så vil det være rimeligere å registrere noe mer data som man ikke gjorde i det vanlige systemet. Lerøy har ulike parametere de har valgt å gå for:

«Vi bruker ikke lusemidler som kan være skadelig for miljøet. I dag har man noe som heter kitinhemmere, som er et lusemiddel som går utover skalldyrene i sjøen. Vi har aldri brukt dette i våre produkter, dermed kan vi informere om nettopp dette. Videre kan man sette et krav om at det skal være null rømning» (R1).

GMO (genmodifisering) er ikke tillatt omsatt eller markedsført i Norge med mindre mattilsynet har godkjent dette. Det finnes per i dag ingen godkjente fôr- eller matprodukter under matloven. Dette kan selges inn som en positivitet i produktet.

«Vi har et høyere omega-3 innhold i vårt fôr, enn vanlig kommersielt fôr. Vi sikrer at det er 30% høyere omega-3 innhold i fôret» (R1).

Slike salgsparametere som Lerøy kan dokumenteres gjennom en sertifisering, blir da en del av informasjonen til blokkjedeløsningen. De får da informasjon og dokumentasjon på at dette faktisk er gjort.

Det finnes ulike typer emballasje som brukes i produktene man produserer. Med analyser kan man gi garanti for at disse ikke avgir giftige stoffer til produktet. Man har dermed full kontroll på all emballasjen som inngår i produktet. På emballasjen kan man opplyse at man har en egen resept på fôret, eksempelvis.

Med blokkjede innhenter man informasjon fra ulike kilder, som lastes opp og ved sending vil være umulig å endre i ettertid. I et slikt system vil det bare være fremtiden som setter begrensinger i forhold til hvilken informasjon som skal inn i systemet. Det at det er umulig å overskrive data som allerede er tastet inn i en blokkjedeløsning, er både positivt og negativt.

Man vil få en unik identifikasjon med hvilken person som har vært inne og gjort en registrering:

«Det er opp til oss å ha en kontinuerlig kvalitetssikring på de områdene det overføres informasjon fra, slik at informasjon er riktig før fisken sendes og slaktes. Hvis det skjer en feil i denne prosessen blir dette overført direkte til forbruker slik at de kan se det». (R1).

Eksempelvis bruker ikke Lerøy antibiotika i deres produkter, men om dette blir skrevet inn feil slik det blir opplyst at antibiotika blir brukt, så vil dette være umulig å endre, noe som er negativt. Det positive er at systemet blir veldig åpent og transparent.

Det er ikke alt av informasjon som er av interesse for forbrukeren. Lerøy uttaler at:

«Hvis det kommer et fôr fra EWOS med navnet «Adapt marin 50/70a 3m», så er det ingen som har et forhold til en slik informasjon. Det er derfor viktig å tenke gjennom hvilken informasjon som kommer ut» (R1).

Dette kan man gjøre ved å legge inn en type innholdsfortegnelse av det fôret som kommer inn. Hvilken type fisk, og hvilken vegetabiliske ingredienser er brukt. Dette gjør at man har full sporbarhet tilbake på fôret. Det vil være mulig å ha tilgjengelig informasjon på hvilken art som er inngått i fôret, og hvor den har blitt fisket. Dette kan altså bli en del av nye systemet. Det er slik man viser sporbarheten sin. Alt går inn i en og samme løsning mot forbruker.

Det å kunne gi informasjon som er troverdig gjennom transparente kilder slik at forbrukeren vet hva som kjøpes, er det jeg tenker blokkjede er til for. Lerøy sier at:

«Blokkjede kan gjøre at man luker vekk de useriøse aktørene. Forbrukeren kan da få muligheten til å kjøpe produkter fra seriøse aktører, og luke bort andre selskap som ikke kan tilby en løsning som er like transparent» (R1).

Det å være bevisst på hvor ingrediensene kommer fra, og kunne dele denne informasjon kan være viktig for et selskap som Lerøy:

«Om det skulle være tilfelle at soyainnholdet i fôret kommer fra regnskogen i Brasil, der hele regnskogen er hugget ned, vil slik informasjon være greit for forbrukeren å få, slik at de unngår å kjøpe den fisken» (R1).

En slik oversikt vil skjerpe Lerøy som selskap, som gjør at de må tenke gjennom hva som er konsekvensen av det som blir gjort. Lerøy må da ha kontroll på soyaen som befinner seg i fôret. Hvis soyaen er kjøpt fra Brasil må man forsikre seg om at:

- Den ikke er produsert i områdene i Amazonas
- Den ikke er GMO-modifisert
- De ansatte ved en slik plantasje har gode arbeidsforhold

Med et slikt system kan man vise at man har sporbarhet helt tilbake til opprinnelse. Dette kan da dokumenteres ovenfor forbruker. Slikt vil kunne gi mindre kritikk i media, noe som er positivt.

4.2.5.2 Smarte etiketter

Det å koble fysiske produkter og deres digitale identitet til blokkjeden innebærer også at produktene må merkes. Det finnes mange ulike etiketter på markedet, men jeg har valgt å ta utgangspunkt i QR koder. Slike etiketter kan også benyttes i en vanlig databaseløsning, men det er mer sannsynlig at man benytter seg av disse for å ha unike identifiseringer av enhetene, ved implementering av blokkjede.

QR koden er en forbedret versjon av en endimensjonal kode. Strekkoder har en endimensjonal kode, og gir bare horisontal informasjon. QR koder har to dimensjoner, vertikal og horisontal.

Dette gjør at QR koder er bedre når det gjelder datavolum og feiltoleranse (Soon, 2008). QR koder brukes allerede i Lerøy og Cermaqs forsyningskjede, noe som vil gjøre implementeringen lettere:

«Når koden er skrevet ut kan ikke informasjonen endres, og vil være tilgjengelig med en skanner. QR koder kan også enkelt skannes av en smarttelefon, som muliggjør en direkte kobling til en eventuell forbrukerapp» (R1).

«Våre kunder i Frankrike bruker QR koder, og vi ser på denne type tagger som de best egnede ved en implementering av blokkjede» (R2).

Ved å ha muligheten til å skanne QR koden på pakken, vil konsumentene kunne lære mer om hvordan produktene administreres når de beveger seg gjennom forsyningskjeden ved å inkludere informasjon som lokalitet til sjøanlegg, behandlinger, fôr osv. Denne informasjonen vil bli samlet inn, som gjør at konsumenten vil få en mer pålitelig og transparent informasjon.

For salget rettet mot restauranter, dagligvarebutikker og fiskeforhandlere, kan det gjøres en avtale om å inkludere QR koder, som vil være gunstig for begge parter. Eksempelvis kan restauranter inkludere QR koden i menyen, slik at kunder kan få tilgang til informasjon før de bestiller mat. Dette vil kunne fremme valget av Lerøys produkter, og få kundenes tillit.

Ved å dra nytte av en forbedret interoperabilitet som blokkjede gir, vil en vurderingsplattform bli anbefalt i denne implementeringen. Forbrukere vil kunne vurdere produkter (i dette tilfelle laks) gjennom forbrukerapplikasjonen etter de har kjøpt det. Evalueringen kan eksempelvis omfatte anmeldelser og en tilfredshetsevaluering. Dette fører til at Lerøy får tilbakemeldinger og rangeringer fra forbrukerevalueringene. Lerøy vil da kunne evaluere tilbakemeldinger, og forbedre kundenes krav.

I følgende figur har jeg laget et eksempel på hvordan forbrukere kan få tilgang til informasjon ved å skanne QR koden og taste inn et ID nummer som for eksempel vil være klistret til produktets emballasje.



Figur 8. Eksempel på hvordan forbrukere kan få tilgang til informasjon ved bruk av smarttelefon (Amondarain, 2019).

4.2.6 Kostnader

Denne delen gir en anslått pris på totalkostnadene av modellen beskrevet ovenfor. Jeg har ikke fått tilstrekkelig med informasjon fra informantene i denne masteroppgaven, og kostnadene har vært vanskelig å estimere. Med dette som utgangspunkt har jeg valgt å analysere EY (2019) rapport «Total cost of ownership for blockchain solution». Med grunnlag i rapporten og tekniske løsninger innen blokkjede valgt ovenfor, har jeg estimert en pris som kan brukes som et forslag for selskap i oppdrettsnæringen, da eksakt pris er vanskelig å estimere.

Det er mange faktorer som påvirker pris, men EY (2019) fremhever: Transaksjonsstørrelse, transaksjonsvolum, konsensusprotokoll og metode innen node som de mest innflytelsesrike. Transaksjonsstørrelse referer til lagringskravene for en enhet som blir brukt på nettverket. Størrelse påvirker først og fremst revisjonskostnader og transaksjonskostnader.

Transaksjonsvolum angår mengden aktivitet utført på en blokkjede. Konsensusprotokoll viser til metoden for å bekrefte legitimiteten til blokker av transaksjoner, som nevnt tidligere valgte jeg Proof of Authority som konsensusprotokoll for dette tilfelle. Nodemetoden refererer til den valgte metoden for lagring av en blokkjedeplattform og alle de tilhørende teknologiske kravene (EY, 2019).

Kostnadene estimeres med utgangspunkt i 10 fulle noder og 250 sluttbrukere. Dette er sentrale forutsetninger, som kan endres på ut i fra hvilket behov selskapene har. En generell kostnadsmodell (tabell 8) kan konstrueres ved bruk av forutsetningene og valgene som tidligere er diskutert.

Tabell 8: Kostnadsmodell som er delt inn i fire hovedkategorier (EY, 2019).

Daglig transaksjonsvolum:	50,000
Transaksjonsstørrelse:	Medium – 250 bytes
Node metode:	Skybasert
Konsensusprotokoll:	Proof of Authority

Med denne modellen som utgangspunkt kan jeg se på de ulike løsningene EY (2019) legger frem, for så å finne ut hva som passer best med mine anbefalinger.

Tabell 9: Kostnader ved implementering av blokkjede (EY, 2019).

	Første år	Andre år	Tredje år	Fjerde år	Femte år
Oppstartskostnader	NOK 1,006,371	NOK 39,834	NOK 37,857	NOK 35,993	NOK 34,222
Skykostnader	NOK 271,973	NOK 232,550	NOK 198,844	NOK 170,018	NOK 145,374
Vedlikeholdskostnader	NOK 1,448,383	NOK 1,446,489	NOK 1,444,625	NOK 1,442,811	NOK 1,441,041
Overvåkningskostnader	NOK 43,594	NOK 42,183	NOK 40,844	NOK 39,567	NOK 38,361
Totale kostnader	NOK 2,770,321	NOK 1,761,056	NOK 1,722,170	NOK 1,688,389	NOK 1,658,998

De totale kostnadene er beregnet for de første fem årene etter implementering (tabell 9). Det første året er kostnadene estimert til å være 2,770,321 NOK, men det andre året er det redusert til 1,761,056 NOK da oppstartskostnadene nesten forsvinner.

Denne kostnadsmodellen er satt sammen fra EY (2019), der det er blitt sammenlignet ulike kostnader som møter de modellene valgt tidligere i denne oppgaven. Prisene er omgjort fra USD til NOK. Dette ble gjort med en kurs på 1 NOK = 0.0962 USD.

4.2.7 Fordeler ved blokkjede

I dette kapitlet synliggjøres en del av de fordelene blokkjede gir, som man ikke får i en vanlig database som benyttes i dag.

4.2.7.1 Pålitelighet og åpenhet av data

I en tradisjonell database kan dataelementer overskrives. Den tradisjonelle databasen har ikke en innebygd integritet (tabell 10), den lagrer den siste innspilte tilstanden til hvert dataelement uavhengig av hverandre. Dataene som er registrert i en blokkjede er uforanderlige av design, noe som betyr at vi vet at innspilt data aldri har blitt overskrevet. I en blokkjedeimplementering blir ikke status for hver variabel lagret, i stedet lagres alle transaksjoner som førte til denne tilstanden (Olsen, Borit & Syed, 2019).

Åpenhet er et stort spørsmål når det gjelder sentraliserte systemer. Gjennom mange år har bedrifter prøvd å gjøre systemet mer oversiktlig, og kvitte seg med all korrupsjon, men sentraliseringen av nettverket kan ikke gjøre det hundre prosent transparent.

Blokkjedeteknologien medfører at full åpenhet lettere vil kunne oppnås. I virkeligheten trenger ikke teknologien i seg selv noe sentralisert kraft, som et resultat av dette er informasjon åpent for brukere å se.

I blokkjeden er det en slags sporing i databasen til de som har lagt inn data. Dette vil alltid være linket til en form for ID. Slikt vil det som oftest ikke være i en relasjonsdatabase. I en relasjonsdatabase så ligger det en verdi. Denne verdien har noen lagt inn på et tidspunkt, men man vet ikke hvem som opprinnelig har lagt inn, og man vet ikke om noen har endret på dette i ettertid.

Tabell 10: Sammenligning av blokkjede og relasjonsdatabase (Olsen, Borit & Syed, 2019).

	Blokkjede	Relasjonsdatabase
Autoritet	Desentralisert	Sentralisert
Arkitektur	Peer-to-Peer modell	Klientserver modell
Utførelse	Relativt treg	Fort
Kostnader	Kostbar	Billig
Datahåndtering	Bare les og skriv	Opprette, lese, oppdatere og slette
Dataintegritet	Har dataintegritet	Har ikke dataintegritet
Åpenhet	Transparent	Ikke transparent
Kryptografi	Ja	Nei

4.2.7.2 Interoperabilitet

I prinsippet kan interoperabilitet bli sett på som uavhengig av valget mellom det tradisjonelle systemet, eller blokkjede. I praksis er dette imidlertid ikke tilfelle.

Et tradisjonelt elektronisk sporbarhetssystem har et stort antall implementeringsalternativer, og den relasjonsdatabasen kan struktureres på mange forskjellige måter. Det nåværende nivået av interoperabilitet i det tradisjonelle sporbarhetssystemet er ganske lavt. Årsaken til dette er mange konkurrerende standarder på områder som elektronisk datautveksling og datainnhold. For øyeblikket er implementeringer av blokkjede mer homogen, ved at de lagrer alle transaksjoner, i stedet for verdier av dataelementer. Dette fordi de er på nett, de er uforanderlige og de bruker kryptografi for å verifisere identiteten. I denne masteroppgaven fremhever jeg forbedret interoperabilitet som en av de viktigste fordelene ved å bruke et blokkjedebasert elektronisk sporbarhetssystem i oppdrettsnæringen. Denne fordelen er basert på det faktum at interoperabilitet mellom blokkjedeimplementeringer er enklere, og mer like

enn tradisjonelle sporbarhetsimplementeringer, som kan bygges på et bredt spekter av databasetyper, driftsprinsipper og systemarkitekturer (Olsen, Borit & Syed, 2019).

4.2.8 utfordringer ved blokkjede

Blokkjede har mange fordeler nevnt ovenfor, men teknologien har også en del utfordringer. I dette avsnitte adresseres utfordringene blokkjedeteknologien står ovenfor.

4.2.8.1 Pålitelighet av data

Som det er blitt nevnt tidligere i denne oppgaven gjør denne funksjonen blokkjedeteknologi til et unikt verktøy for å holde en pålitelig oversikt over følgende transaksjoner, i dette tilfelle, for å sikre at sporbarhetsystemet ikke kan manipuleres. Lerøy uttaler at:

«Bedrifter kan ikke endre informasjonen når den er blitt tastet inn i blokkjedesystemet, men det er imidlertid ingenting som hindrer deltakere i å manipulere data før de registreres på blokkjeden» (R1).

Denne funksjonen hindrer ikke at usann informasjon blir ført inn i blokkjeden. Blokkjede er egentlig bare en digital hovedbok som inneholder all informasjon som nodene bringer inn, uten mulighet til å verifisere nøyaktigheten til selve informasjonen (Eycken, 2019).

4.2.8.2 Kostnader

Ved implementering av blokkjede kan kostnadene relatert til byttet fra dagens systemer til blokkjede være negativt. Lerøy uttaler at kostander kan være en av de negative sidene ved blokkjede:

«Det negative er kanskje at det er en fordel for de større aktørene som har penger og kompetanse til å kunne implementere slike systemer. Så har man de mindre og lokale som ikke har denne kompetansen eller pengene til å gjøre dette. De har kanskje produkter av god kvalitet og gode systemer, men klarer ikke å levere dette til en "retailer" som krever en blokkjedeløsning» (R1).

Respondenten fra Lerøy sier også at dette kan endre seg over tid:

«Det er jo mulig at det blir en billigere løsning av dette. Alt etter som hvor standardiserte løsningene blir over tid. Over tid så vil dette bli mer standardisert og det blir kanskje rimeligere og lettere for mindre aktører å henge seg på» (R1).

5 Konklusjon

I denne avhandlingen har jeg sett på hvilke innvirkninger blokkjede kan ha på sporbarhet i oppdrettsnæringen. Etter gjennomgang av eksisterende litteratur, samt avholdt intervju konkluderer jeg med at blokkjedeteknologi har potensiale til å øke sporbarhet og transparens i forsyningskjeden hos sjømatnæringen. Det er viktig å bemerke seg at denne teknologien er relativt ny, og samfunnsøkonomiske og teknologiske utfordringer må overvinnnes for at teknologien skal nå sitt fulle potensiale. På styrings- og bransjenivå er interessenter koblet på en distribuert hovedbok, noe som vil øke sporbarheten og åpenheten i bransjen. Produkter kan enkelt spores, og aktiviteter utføres ved hjelp av konsensus. Jeg har sammenlignet fordelene og ulempene relatert til ulike elementer ved implementering av blokkjede i forsyningskjeden.

Mine funn tyder på at forbrukere som søker bærekraftige sjømatprodukter vil ha tilgang til et bredt spekter av relevant informasjon ved en eventuell implementering. Dette innebærer blant annet transportforhold og selskapene som er involvert. Dette vil gi forbrukeren et nyttig verktøy for å ta en velinformert beslutning. For implementeringen av teknologien blir blokkjedenettverket Konsortium, blokkjedeplattformen Ethereum, og ekstern rådgivning med Microsoft Azure sett på som de mest egnede for et oppdrettsselskap som Lerøy. Den globale forsyningskjeden for sjømat må håndtere sporbarhet på en transparent måte hvis man ønsker å adressere markedets bekymringer angående matvaretrygghet, tillit og uetisk produksjon av sjømatprodukter. Med blokkjedeteknologi kan alle deltakere se den komplette transaksjonshistorikken som sikrer full åpenhet om alle historiske hendelser. Løsningen med blokkjede gjør det mulig å spore fisk gjennom hele forsyningskjeden, og skaper en digital identitet for hver fisk. Et datapunkt som gir lakseprodusenter, forbrukere og restauranter tillit til produktet.

Det er tydelig at blokkjede har potensiale til å forbedre den eksisterende sporbarhetskvaliteten for varer innen sjømatsektoren. Selv om blokkjede har mange positive sider er det utfordringer som må jobbes med. Pålitelighet av data blir sett på som en av styrkene ved blokkjede, da man ikke kan overskrive data. Likevel er det slik at blokkjede ikke hindrer at usann informasjon blir ført inn i blokkjeden. Kostnadene rundt implementeringen av teknologien er høy, og det er vanskelig å konkludere med hvor stor den økonomiske gevinsten vil være.

Referanseliste

- Aarset, B. (1998). Norwegian salmon-farming industry in transition: Dislocation of decision control. *Ocean & Coastal Management*. [https://doi.org/10.1016/S0964-5691\(97\)00037-9](https://doi.org/10.1016/S0964-5691(97)00037-9)
- Abeyratne, S. A. & Monfared, R. P. (2016). Blockchain ready manufacturing supply chain using Distributed Ledger. *International Journal of Research in Engineering and Technology*. <http://doi.org/10.15623/ijret.2016.0509001>
- Aitken, R. (2017). IBM & Walmart launching blockchain food safety alliance in china with fortune 500`s jd.com. *Forbes*.
- Altimore, P. (2019). Azure Blockchain Service consortium. Hentet fra: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/blockchain/service/consortium>
- Altimore, P. (2020). What is Azure Blockchain Service? Hentet fra: <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/blockchain/service/overview>
- Amondarain, F. F. (2019). Blockchain implementation into a seafood company. *Escola tècnica superior d'enginyeria industrial de Barcelona*.
- Anderson, M. (2019). Exploring decentralization: Blockchain technology and complex coordination. *Journal of design and science*. Hentet fra: <https://jods.mitpress.mit.edu/pub/7vxemtm3>
- Bashir, I. (2018). Mastering blockchain: Distributed ledger technology, decentralization, and smart contracts explained. *Packt Publishing Ltd*.
- Beamon, B. (1998). Supply chain design and analysis: Models and methods. *Elsevier BV*. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00079-6](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00079-6)
- Brudvik, M. (2000). Strategisk analyse (SWOT-analyse). *Nasjonalt kunnskapssenter for helsetjenesten*.
- Bryman, A. & Bell, E. (2007). Business research methods. *Oxford university press*.
- Buterin, V. (2018). Ethereum white paper. A next generation smart contract & decentralized application platform. *[White paper]*.
- Catch Certificate. (2018). Om Catch Certificate. Hentet fra: <https://www.catchcertificate.no/catch-certificate/om-catch-certificate/>
- Channon, D. F. & Sammut-Bonnici, T. (2015). GAP Analysis. *Wiley Encyclopedia of Management*. DOI: 10.1002/9781118785317.weom120109

- Donovan, J., Franzel, S., Cunha, M., Gyau, A. & Mithöfer, D. (2015). Guides for value chain development: a comparative review. *Journal of agribusiness in developing and emerging economies*.
- EY. (2019). Total cost of ownership for blockchain solutions. Hentet fra:
[https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-total-cost-of-ownership-for-blockchain-solutions/\\$File/ey-total-cost-of-ownership-for-blockchain-solutions.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-total-cost-of-ownership-for-blockchain-solutions/$File/ey-total-cost-of-ownership-for-blockchain-solutions.pdf)
- Eycken, D. V. (2019). Blockchains as an alternative for enhancing food safety and consumer choice in the European Union. *University of Ghent*.
- Fisher, T. (2017). An analysis of blockchain technology and its commercial exploitation. *Cardiff University*.
- Fiskeridirektoratet. (2020). Antall tillatelser 1994-2019. Hentet fra:
<https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Tall-og-analyse/Akvakulturstatistikk-tidsserier/Laks-regnbueoerret-og-oerret/Matfiskproduksjon>
- Forbes, D. & Alexander, P. (2014). Breach with intent: A risk analysis of deliberate security breaches in the seafood supply chain. *Global supply chain security*, 133–162.
 doi:10.1007/978-1-4939-2178-2_9
- Ibrahim, A. (2018). Does blockchain mean higher transparency in the financial sector? *UPF Barcelona school of management*.
- Jonsson, B. & Jonsson, N. (2009). A review of the likely effects of climate change on anadromous Atlantic salmon *Salmo salar* and brown trout *Salmo trutta*, with particular reference to water temperature and flow. *Journal of fish biology*.
<https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2009.02380.x>
- Kumar, K. & Hilleberg, J. V. (2000). ERP experience and evolution. *Communications of the ACM*.
- Matlovsforskriften. (2008). Forskrift om allmenne prinsipper og krav i næringsmiddelregelverket, a18 (FOR-2008-12-22-1620). Hentet fra:
<https://lovdata.no/forskrift/2008-12-22-1620/a18>
- Munir, M. W. (2005). Cryptography. doi:10.13140/RG.2.1.2947.9844
- Goulding, I. (2016). Manual on traceability systems for fish and fishery products. *CRFM Special Publication*.
- Grønmo, S. (2015). Samfunnsvitenskapelige metoder. *Vigmostad & Bjørke AS*.
- Gunasekaran, A., Lai, K. H. & Cheng, T. C. E. (2008). Responsive supply chain: A competitive strategy in a networked economy. *Omega*.
<https://doi.org/10.1016/j.omega.2006.12.002>

- Halpin, T. & Morgan, T. (2010). Information modeling and relational databases. *Morgan Kaufmann*.
- Harber, S. & Stornella, W. S. (1991). How to time-stamp a digital document. *Journal of Cryptology*. <https://doi.org/10.1007/BF00196791>
- Hertz, L. (2019). What is Blockchain as a Service? (BaaS) - How to select the right BaaS platform? Hentet fra: <https://hackernoon.com/what-is-blockchain-as-a-service-28667754d6dc>
- Hyperledger. (2018). An introduction to Hyperledger. [*White paper*].
- Karlsen, K. M., Donnelly, K., Olsen, P., Forås, E., Senneset, G., Fredriksen, M., ... Zárata, A. G. (2007). Process mapping; Analysis of traceability of herring, tuna and salmon. *Nofima rapportserie*.
- KDRS. (2020). Blokkjede er løsningen, men hva var spørsmålet? *Kommunearkivinstusjonenes digitale ressurscenter*. Hentet fra: https://www.kdrs.no/sites/default/files/filer/Tor%20Eivind%20Johansen/blokkjede_pr osjektet.pdf
- Kemp, A. (2005). White paper writing guide. *Impact Technical Publications*.
- Lansiti, M. & Lakhani, R. K. (2017). The truth about blockchain. *Harvard business review*.
- Lerøy. (2019). Årsrapport 2019. Hentet fra: <https://www.leroyseafood.com/globalassets/02-documents/rapporter/arsrapporter/leroy-arsrapport-2019.pdf>
- Loop, P. (2016). Blockchain: The next evolution of supply chains. *Material handling & logics, Vol. 71, No. 10*.
- Medium. (2020). Enterprise Ethereum is the best blockchain for business.
- Mills, D., Wang, K., Malone, B., Ravi, A., Marquardt, J., Chen, C. & Baird, M. (2016). Distributed ledger technology in payments, clearing, and settlement. *Finance and economics discussion series*. <https://doi.org/10.17016/FEDS.2016.095>.
- Moe, T. (1998). Perspectives on traceability in food manufacture. *Trends in Food Science & Technology, 9.5*, 211-214.
- Mowi. (2019). Salmon farming industry handbook. Hentet fra: <https://ml.globenewswire.com/Resource/Download/1766f220-c83b-499a-a46e-3941577e038b>
- Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A. & Goldfeder, S. (2016). Bitcoin and cryptocurrency technologies: a comprehensive introduction. *Princeton University Press*.

- Naumoff, A. (2017). Why blockchain needs proof of authority over proof of stake. *Cointelegraph*.
- New, T. (2010). The transparent supply chain. *Harvard Business review*, Vol 88, No. 10.
- Nichol, P. B. (2016). Blockchain health record bank replaces EHRs and EMRs. *CIO*. Hentet fra: <https://www.cio.com/article/3051735/blockchain-health-record-bank-replaces-ehrs-and-emrs.html>
- Olsen, P. (2007). Analysis of traceability in food supply chains - Standard method. *Journal of Supply Chain Management*.
- Olsen, P. & Borit, M. (2013). How to define traceability. *Trends in Food Science & Technology*.
- Olsen, P. & Borit, M. (2016). Seafood traceability systems: GAP Analysis of inconsistencies in standards and norms. *FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1123*.
- Olsen, P. & Borit, M. (2017). The components of a food traceability system. *Trends in Food Science & Technology*.
- Olsen, P., Borit, M. & Syed, S. (2019). Applications, limitations, costs, and benefits related to the use of blockchain technology in the food industry. *Nofima*.
- Onik, M. M. H. & Miraz, D. (2019). Performance analytical comparison of Blockchain-as-a-Service (BaaS) platforms. *International Conference for Emerging Technologies in Computing*. doi:10.1007/978-3-030-23943-5_1
- Provenance. (2015). Blockchain: The solution for transparency in product supply chains. Hentet fra: <https://www.provenance.org/whitepaper>
- Ringdal, K. (2013). Enhet og mangfold: Samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode (3. utg. ed.). *Bergen fagbokforlag*.
- Rouse, M. (2017). Consensus algorithm. Hentet fra: <https://whatis.techtarget.com/definition/consensus-algorithm>
- Rowley, J. & Slack, F. (2004). Conducting a literature review. *Management Research News*.
- Sandelowski, M. (2000). Whatever happened to qualitative description? Focus on research methods. *Research in Nursing & Health*, 23, 334-340.
- Savin-Baden, M. & Major, C. H. (2013). Qualitative research: The essential guide to theory and practice. *London Routledge*.
- Seang, S. & Torre, D. (2018). Proof of Work and Proof of Stake consensus protocols: A blockchain application for local complementary currencies. *GREDEG Working papers*.

- Shackelford, A. (2015). Getting started with Amazon Web Services: Beginning Amazon Web Services with Node.js. *Apress, Berkeley, CA*. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-0653-9_1
- Singh, N. (2019). Microsoft Azure Blockchain tutorial. Hentet fra: <https://101blockchains.com/azure-blockchain/>
- Soon, T. J. (2008). QR code. *Synthesis Journal*, 59-78.
- Sterling, B. & Chiasson, M. (2014). Enhancing seafood traceability. *Global Food Traceability Center*.
- Thagaard, T. (2018). Systematikk og innlevelse: En innføring i kvalitative metoder. *Bergen fagbokforlaget*.
- Valenta, M. & Sandner, P. (2017). Comparison of Ethereum, Hyperledger Fabric and Corda. *Frankfurt School Blockchain Center*.
- Vassvik, V. (2000). Havbruk - et fargerikt eventyr: En bildeserie i den blå åkeren. *Sunnalsøra Forlag*.
- Venvik, T. (2005). National aquaculture sector overview: Norway. *FAO Fisheries and Aquaculture Department*.
- Warner, K. (2013). Oceana study reveals seafood fraud nationwide. *Oceana*.
- Wilsgård, F. & Benjaminsen, K. (2015). Egenkontroll. *Wilsgård Fiskeoppdrett AS*.
- Wegner, P. (1996). Interoperability. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 28(1), 285-287.
- Weinstein, R. (2005). RFID: a technical overview and its application to the enterprise. *IT Professional*.
- Weking, J., Mandalenakis, M., Hein, A., Hermes, S., Böhm, M. & Krcmar, H. (2019). The impact of blockchain technology on business models - a taxonomy and archetypal patterns. *Electron Markets*. <https://doi.org/10.1007/s12525-019-00386-3>
- Yin, R. K. (2014). Case study research: Design and methods. *Thousand Oaks: Sage Publications*.
- Zeng, B. C. & Yen, B. P. C. (2017). Rethinking the role of partnerships in global supply chains: A risk-based perspective. *International Journal of Production Economics*, 185, 52-62.
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X. & Wang, H. (2017). An overview of blockchain technology: Architecture, consensus, and future trends. *IEEE International Congress on Big Data*.

6 Vedlegg

6.1 Intervjuguide 1

Navn på selskap: **Lerøy Seafood Group**

Bakgrunn

- Hvem er jeg
- Kort om studiet
- Forklare hensikten med intervjuet

Interesseemne - bli kjent med / oppvarming:

Kan du fortelle meg litt om deg selv?

- Hva er din rolle i selskapet / organisasjonen (tittel)?
- Antall år i selskapet
- Hva er din erfaring med sporbarhet i denne industrien?

Kan du fortelle oss om bedriften / organisasjonen du representerer?

- Hva er dine viktigste forretningsområder?
- Hva er størrelsen på selskapet ditt? (antall personer, lønnsomhet, antall lagringsenheter etc.)
- Hvor befinner du deg? (nasjonalt / internasjonalt)
- Har dere noen store konkurrenter? I så fall, hva er deres viktigste styrker / svakheter i sammenligning?

Interesseemne - Sporbarhet

Hvor viktig er sporbarhet for bedriften din?

- Hvor mye tid og ressurser bruker dere på sporbarhet?
- Hva ser dere på som de største utfordringene rundt sporbarhet?
- Kan forbrukeren spore fisken de kjøper hos dere?
- Om det oppstår en feil/dårlig fisk, kan dere spore dette tilbake? (Om så, hvilken prosedyrer har dere?)
- Når fisken er i butikken, hvilken informasjon er det på emballasjen?

- Kan denne informasjonen spore fisken tilbake i tid? (isåfall, hvor langt bak i verdikjeden)

Interesseemne - Blokkjedeteknologi.

Hva er deres kjennskap til blokkjedeteknologi?

- I hvilken grad er du kjent med blokkjedeteknologi?
- I hvilken grad er selskapet deres kjent med blokkjedeteknologi?
- Hvor stor andel av investeringer i selskapet går i ny teknologi, og i hvilke områder er dette?

Blokkjedeteknologi

- Hvordan ser dette ut om 5, 10 og 20 år?
- Er det noe helt nytt på gang?
- Hvordan stiller ditt selskap seg? (utvikler dere, adapterer dere eller lar dere være?)
- Vet du om noen av deres konkurrenter har adaptert blokkjedeteknologi nå, eller kommer til å gjøre dette i fremtiden? (bedriftens respons på dette?)

6.2 Intervjuguide 2

Navn på selskap: **Cermaq Group AS**

Bakgrunn

- Hvem er jeg
- Kort om studiet
- Forklare hensikten med intervjuet

Intervju

- 1 Hvilke forventninger har dere til blokkjede, og forstår dere hva blokkjede faktisk er.
- 2 Hvorfor tar dere denne avgjørelsen? Skulle dere uansett oppgradere systemet, eller var det et blockchainsystem dere ville ha, og i så tilfelle hvorfor.
- 3 Hvilken endret funksjonalitet ser dere for dere med et blokkjedesystem?
- 4 Skal blokkjede bare brukes til B2B eller også B2C? Hvilken nytte, om noen, hva ser dere for dere at kunden / mottakeren av data (enten det nå er B2B eller B2C) får av dette?
- 5 Vil byttet til et blokkjedesystem i det hele tatt være synlig for kunden eller mottakeren av data?
- 6 Hvordan er integreringen av blokkjedesystemet med de andre systemene eller databasene dere har?
- 7 Ser dere for dere å bytte til blokkjedebaserte systemer også for andre funksjoner i bedriften, f.eks. ERP (enterprise resourch planning)?
- 8 Lagring av informasjon: Blokkjede handler om hvordan informasjon blir lagret, ikke hvilken informasjon. Hvordan lagres denne informasjonen på blokkjeden?
- 9 Kostnader: Hva vil de totale kostnadene ved implementering av blokkjede være? Mulig å få et innsyn på et regnestykke av dette?
- 10 Hva koster det systemet dere hadde fra før, sammenlignet med blokkjede?
- 11 Hvilken effekt har blokkjede hatt på deres bedrift
- 12 Sporbarhet med blokkjede: QR koder? Rfid? Bruker dere slike løsninger i dag, eller er dette en ekstra kostnad?
- 13 Erfaringer dere har gjort med implementering av blokkjede? (Negative og positive)

