




Universitetet  
i Stavanger

DET TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

## MASTEROPPGAVE

Studieprogram/spesialisering: Industriell Økonomi Prosjektledelse	Vårsemesteret, 2019  Åpen / Konfidensiell
Forfatter: Jørgen Bull	 ..... (signatur forfatter)
Fagansvarlig: Knut Erik Bang  Veileder: Knut Erik Bang	
Tittel på masteroppgaven: Hvordan kan digitalisering og ny teknologi påvirke Framo Innovation sitt nye pumpesystem til oppdrettsnæringen?  Engelsk tittel: How can digitalisation and new technology affect Framo Innovation's new pumping system for aquaculture industry?	
Studiepoeng: 30	
Emneord: Teknologitrender Digitalisering Industri 4.0 Fiskeoppdrett Framo Innovation	Sidetall: 97  +vedlegg/annet: 37  Bergen, 30. april 2019

## Sammendrag

Oppdrettsnæringen jobber aktivt med å utvikle nye løsninger for å skape bedre oppdrettsanlegg. En av årsakene til dette er å redusere luseproblematikken som er i tradisjonelle åpne merder. De nye anleggene er mer lukkede, som gjør at de nå trenger pumper for å sirkulere vannet i anleggene.

Framo Innovation AS jobber per dags dato med å utvikle to nye pumper som er spesialtilpasset til de nye oppdrettsanleggene. Disse pumpene ønsker de å selge sammen med kunnskap om optimal strømning. Dette gjør Framo Innovation ved å se på anlegget pumpene skal brukes i, for deretter å forsøke å forbedre dem for å skape bedre strømningsforhold. Deretter installerer og leverer Framo Innovation pumper og kontrollsystemer for disse. Framo Innovation ønsker på den måten å levere en helhetlig leveranse, og ikke bare en pumpe.

Denne oppgaven benytter teknologitrendsanalyser til å komme med forslag til hvordan Framo Innovation kan utvikle sitt pumpesystem og sin leveranse inn mot oppdrettsnæringen. Målet er å komme med forslag til hvordan leveransen kan forbedres og bli mer tilpasset fremtiden. Det vil bli fokusert på løsninger som reduserer kostnader og kan gi forbedret inntjening for Framo Innovation.

En teknologitrend er en teknologisk trend som potensielt kan ha betydelige konsekvenser for en organisasjon [1]. Denne oppgaven har tatt utgangspunkt i en metode for analyse av teknologitrender utviklet av Knut Erik Bang og Muhammad Ahmad Tauqeer ved Universitetet i Stavanger.

Det ble gjort undersøkelser av hvilke parametre som hadde betydning for fiskehelse og vannkvaliteten i anleggene. Dette var viktig informasjon for å kunne si hvordan anlegget burde utvikles. Det kom frem at oksygen og temperatur er to av de mest vekstdrivende parametrene for fiskevekst. For disse, og de fleste andre parametrene, var det kjent hva som var de optimale verdiene. Strømningshastighet på vannet var en av parametrene det var noe usikkerhet knyttet til.

Tre potensielle kunder innen oppdrett ble intervjuet for å finne mer ut om deres behov og utfordringer. De trakk frem økonomisk og biologisk risiko som to av de største utfordringene med de nye oppdrettsanleggene. Dette henger tett sammen med manglende kunnskap og erfaring om de nye anleggene.

Gjennom å analysere teknologitrendene kom det tydelig frem flere nye muligheter. Ved å utnytte mulighetene som ligger i teknologitrendene økt bruk av sensorer, skylagring og tingenes internett, kan mer data samles inn, lagres i en sky og samtidig overvåkes i sanntid fra andre lokasjoner. Dette gir muligheter for å analysere dataen slik at kunnskapsnivået øker. Ved hjelp av maskinlæring kan reguleringen av pumpene til Framo Innovation optimaliseres, slik at driften blir optimalisert. Reguleringen bør utvikles slik at den regulerer etter maksimal profitt. Det betyr at fisken vokser best mulig så lenge kostnaden av tiltaket er mindre enn fortjenesten det gir.

Mulighetene teknologitrendene gir, er mange. Optimalisering av vedlikehold kan redusere vedlikeholdsutgiftene. Utvikling av et samlet kontrollsystem for hele oppdrettsanlegget kan gi mersalg til pumpeleveransen. Mulighet til å styre anlegget fra andre lokasjoner, eller fra telefon og nettbrett gir økt funksjonalitet. Dette er verdifullt fordi det legger til rette for at anlegget kan opereres ubemannet, som er antatt å bli mer vanlig fremover.

Framo Innovation har stor kompetanse på vannstrømning, og denne kompetansen bør de fortsette å utnytte til å utvikle nye løsninger på behov i markedet. Blant annet er det behov i markedet for å få

til rengjøring av tankene og sensorene. Her er teknologitrenden robotikk sentral, og kan gi nye leveranser og økt inntjening for Framo Innovation.

Teknologiutviklingen er rask, og det anbefales Framo Innovation å innhente ekstra ressurser for å utnytte mulighetene i markedet. Dersom de er raske og utvikler nye produkter og tilleggsleveranser, vil de kunne utvide leveransene, og få økt salg. Det er videre anbefalt Framo Innovation å vurdere om samarbeid med andre selskaper kunne gi de økt salg, eller om de burde kjøpt opp små selskaper som leverer tjenester som ansees som spesielt interessante.

Ettersom oppdrettsnæringen har en del usikkerheter, anbefales Framo Innovation å vurdere og selge løsningen sin som en tjenesteleveranse, for eksempel ved hjelp av leasing. Dette vil gjøre at kostnaden for kundene blir lavere innledningsvis, og at de deretter må betale en månedlig kostnad. Kunden slipper da å eie pumpen, og Framo Innovation har fullt ansvar for at den fungerer og for å vedlikeholde den. Dette reduserer risikoen til kunden og gir de en forutsigbar kostnad.

## Innholdsfortegnelse

Sammendrag .....	2
Liste over figurer .....	8
Liste over tabeller .....	8
Forord .....	9
1 Innledning .....	10
1.1 Introduksjon .....	10
1.2 Målsetning .....	10
1.3 Begrensninger .....	11
1.4 Oppgavens oppbygning .....	11
2 Bakgrunn .....	12
2.1 Framo AS .....	12
2.2 Framo Innovation AS .....	12
2.3 Endringer i oppdrettsbransjen og overgang til mer lukkede anlegg .....	12
2.3.1 Eksempel på et semilukket oppdrettsanlegg .....	13
2.3.2 Eksempel på et lukket oppdrettsanlegg .....	14
3 Teori .....	15
3.1 Presentasjon av teknologitrender .....	15
3.1.1 Økt bruk av sensorer .....	15
3.1.2 Sammenkobling .....	16
3.1.3 Digitalisering .....	17
3.1.4 Autonomi .....	19
3.2 Overgang til tjenesteleveranser .....	19
3.2.1 Økning i tjenesteleveranser .....	19
3.2.2 Beskrivelse av tjenesteleveranser .....	20
3.2.3 Salg av tjenesten «timer i luften» istedenfor flymotorer .....	21
4 Metode .....	22
4.1 Valg og beskrivelse av metode .....	22
4.2 Feilkilder, reliabilitet og validitet .....	23
4.3 Metode for analyse av teknologitrender .....	24
5 Presentasjon av leveransen Framo utvikler .....	26
5.1 Innledende informasjon om utviklingen av nye leveranser .....	26
5.2 Utvikling av produktporteføljen .....	26
5.2.1 SR2000 .....	27
5.2.2 SEA315 .....	28
5.3 Systemdesign .....	30

5.3.1	Skisser av ulike konsepter .....	30
5.4	Spesialtilpassede systemer.....	35
5.5	Andre leveranser .....	35
5.5.1	Slampumper .....	35
5.5.2	Ballastsystemer .....	35
5.6	Kontrollsystemet .....	36
5.6.1	Krav og forventninger til kontrollsystemet .....	36
5.6.2	Framo sitt nye kontrollsystem.....	36
5.6.3	Ny kommunikasjonsstruktur for kontrollsystemet .....	37
5.6.4	Generalisert fremstilling av systemet.....	38
5.6.5	«Smart» utstyr.....	40
5.6.6	Instrumentering.....	40
6	Kartlegging av fiskens og potensielle kunders behov .....	41
6.1	Vannkvalitet og fiskehelse.....	41
6.1.1	Sykdom .....	41
6.1.2	Temperatur.....	42
6.1.3	Ammonium .....	42
6.1.4	Oksygen .....	43
6.1.5	Karbondioksid, CO <sub>2</sub> .....	43
6.1.6	Endring av totalt gasstrykk .....	43
6.1.7	Saltnivå .....	43
6.1.8	Variasjon i ulike vannkvalitetsparametere .....	44
6.1.9	Fôr.....	44
6.1.10	Avhengigheter mellom parametrene.....	44
6.1.11	Bakteriekulturer i lukkede anlegg .....	45
6.1.12	Andre utfordringer i vannet .....	45
6.2	Oppsummering etter intervjuer med potensielle kunder.....	46
6.2.1	Nye utfordringer med nye typer oppdrettsanlegg.....	47
6.2.2	Utfordringer knyttet til sirkulasjonssystemet for vann .....	47
6.2.3	Digitalisering og automatisering av anleggene .....	47
6.2.4	Driftsoptimalisering og vedlikeholdsoptimalisering.....	48
6.2.5	Integrering av systemer.....	48
7	Hvordan kan Framo ved hjelp av teknologitrender oppfylle behovene? .....	49
7.1	Resultater etter analyse av teknologitrender .....	49
7.1.1	Økt bruk av sensorer .....	50
7.1.2	Sammenkobling.....	51

7.1.3	Digitalisering .....	53
7.1.4	Autonomi.....	55
7.2	Forbedring av forholdene for fisken og redusert biologisk risiko .....	56
7.2.1	Oppsummer tilgjengelig kunnskap og finn kunnskapshull.....	56
7.2.2	Innhent data fra anlegget.....	57
7.2.3	Logging av parametre .....	61
7.2.4	Analyser dataen.....	62
7.2.5	Utnytt dataen .....	62
7.3	Driftsoptimalisering.....	65
7.3.1	Bruk av maskinlæring for å finne optimale økonomiske parametre.....	65
7.3.2	Små og rimelige trådløse sensorer .....	66
7.4	Vedlikeholdsoptimalisering .....	66
7.4.1	Tilstandsbasert vedlikehold.....	67
7.4.2	Enkel utskifting og rengjøring av måleutstyr.....	69
7.5	Utnytte mulighetene i markedet.....	71
7.5.1	Videreutvikle kompetanse på hydrodynamiske beregninger for å optimalisere slamt�mning.....	72
7.5.2	Rengjøringsrobot for lukkede anlegg .....	72
7.5.3	Måle dødfisk .....	74
7.5.4	Lage et overordnet kontrollsystem for hele oppdrettsanlegget.....	75
7.5.5	Lys i tankene .....	76
7.6	Andre muligheter i teknologitrendene.....	76
7.6.1	Bruk av smarte enheter for styring og overvåking .....	76
7.6.2	Nye muligheter ved ekstern tilgang til programmet .....	77
7.6.3	Utvidede hjelpefunksjoner .....	78
8	Avsluttende diskusjon .....	79
8.1	Hva �nsker Framo å levere? .....	79
8.2	Hvordan �nsker Framo å levere? .....	82
8.2.1	Tettere kontakt med kundene .....	82
8.2.2	Nye måter å levere på .....	83
8.2.3	Fordeling av risiko.....	84
8.2.4	Tilleggstjenester .....	85
8.3	Hvilke tiltak bør prioriteres?.....	85
8.3.1	Beskrivelse av hvordan tiltakene er blitt prioritert og rangert .....	85
8.3.2	Tiltakene i rangert rekkefølge .....	87
8.4	Hvilke utfordringer bør Framo være bevisst på? .....	89

9	Konklusjon .....	91
	Referanser .....	94
	Appendiks A: Skjemaer som er benyttet .....	98
	Skjema for nedbryting av leveransen .....	98
	Skjema for analyse av teknologitrendene .....	99
	Intervjuguide for intervjuer med kompetansepersoneer innen fiskehelse og vannkvalitet .....	100
	Intervjuguide for intervjuer med potensielle kunder .....	101
	Appendiks B: Analyser og intervjuer som er utført .....	103
	Intervju med potensielle kunder .....	103
	Nedbryting av leveransen før analyse av teknologitrender .....	106
	Teknologi .....	106
	Programvare og programmering .....	106
	Kompetanse .....	107
	Kostnader og kostnadsstruktur .....	107
	Funksjonalitet .....	107
	Behovsdekning .....	108
	Sentrale kundegrupper .....	108
	Distribusjon .....	108
	Utfordringer .....	108
	Analyse av de fire hovedkategoriene av teknologitrender .....	110
	Deltrender som ikke er analysert videre .....	115
	Analyser av delrender .....	116
	Deltrender fra hovedtrenden økt bruk av sensorer .....	116
	Deltrender fra hovedtrenden sammenkobling .....	120
	Deltrender fra hovedtrenden digitalisering .....	125
	Deltrender fra hovedtrenden autonomi .....	133

## Liste over figurer

Figur 1 - Semilukket anlegg Framo samarbeider med NWP om (gjengitt med tillatelse fra Framo Innovation AS) .....	13
Figur 2 - Skisse på Stadion Laks AS sitt lukkede basseng (gjengitt med tillatelse fra Stadion Laks AS). 14	
Figur 3 - Teknologitrender .....	15
Figur 4 - Framo SR2000 (gjengitt med tillatelse fra Framo Innovation AS) .....	27
Figur 5 - Framo SEA315 med rør (gjengitt med tillatelse fra Framo Innovation AS) .....	29
Figur 6 - Skisse av semilukket anlegg med luseskjørt .....	31
Figur 7 - Ulike prinsipper for lukkede anlegg .....	32
Figur 8 - Skisse av lukket anlegg med slampumpe og nødpumpe .....	33
Figur 9 - Skisse ovenfra av en løsning for et lukket anlegg .....	34
Figur 10 - Skisse ovenfra av sylindrisk anlegg .....	34
Figur 11 - Prinsippskisse på et tradisjonelt kontrollsystem .....	37
Figur 12 - Prinsippskisse på et nytt kontrollsystem .....	38
Figur 13 - Prinsippskisse av systemet .....	39
Figur 14 - Plan for å øke kunnskapen om fiskehelse og vannkvalitet .....	56
Figur 15 - Skisse over målinger i et anlegg med like vannforhold i hele merden .....	59
Figur 16 - Skisse over målinger i et anlegg med varierende vannkvaliteter ved ulike dybder .....	61
Figur 17 - Skisse for regulering av et lukket anlegg .....	63
Figur 18 - Skisse på bruk av skinne for enklere vedlikehold av utstyr .....	70
Figur 19 - Spyling av sensorer .....	71
Figur 20 - Utkast til rengjøringsrobot .....	73
Figur 21 - Forslag til automatisk dødfiskregistrering .....	74
Figur 22 - Nedbryting av produkt før analyse av teknologitrender .....	106

## Liste over tabeller

Tabell 1 - Hvordan aktuatorer påvirker parametrene i anlegget .....	64
Tabell 2 - Pugh-matrise for tilstandsovervåking .....	68
Tabell 3 - Rangering av de ulike tiltakene .....	86



## Forord

Denne oppgaven er skrevet som en avslutning på min master i industriell økonomi ved Universitetet i Stavanger. Masteren bygger videre på en bachelor i automatiseringsteknikk.

Da jeg skulle finne masteroppgave, begynte jeg samtaler med Framo AS om ulike muligheter for tematikker å skrive om. Det var mange spennende muligheter som ble lagt frem, og jeg er svært takknemlig for muligheten jeg fikk til å skrive oppgaven for Framo Innovation AS. Det har vært lærerikt å være med i et så innovativt og nytenkende miljø med så mange dyktige ansatte. Spesielt har jeg lyst å takke Anders Lekve Brandseth som har veiledet oppgaven min fra Framo Innovation og Terje Ljones som begge har tatt seg tid til å komme med innspill og opplysninger når det har vært behov for.

Jeg vil også takke veilederen min ved Universitetet i Stavanger, Knut Erik Bang, som tidlig engasjerte seg i problemstillingen jeg la frem, og hjalp meg å gjøre den bedre. Takk for gode innspill og råd underveis, og for nyttige diskusjoner og tilbakemeldinger.

Jeg ønsker også å takke alle ressursene som jeg har intervjuet og som har kommet med råd underveis. Dette har vært til stor hjelp, og har gitt meg viktig data til oppgaven.

Bergen, april 2019

Jørgen Bull

# 1 Innledning

## 1.1 Introduksjon

Industrien har vært gjennom flere store omstillinger tidligere. Den første industrielle revolusjonen begynte på 1700-tallet og karakteriseres av at fabrikker ble opprettet. Det ble da mer vanlig å kjøpe fabrikkerte varer istedenfor å lage de selv [2]. Den andre industrielle revolusjonen kjennetegnes av elektrisitet og masseproduksjon av varer [3]. Den tredje industrielle revolusjonen handler om bruk av IT og automasjon, og omorganisering av bedriftene til å bli mer spesialiserte [4]. Felles for utviklingen som har vært, er at den har gitt oss økt levestandard og mer effektiv produksjon.

Den fjerde industrielle revolusjonen er nå i gang, og handler om digitalisering, smarte enheter og økt bruk av internett. Industri 4.0 beskriver denne utviklingen der internett blir en del av produkter og produksjonen [5]. Utviklingspotensialet er stort når enheter blir tilkoblet nett og får tilgang til sanntidsdata. Denne teknologiske utviklingen er rask. Erik Brynjolfsson og Andrew McAfee skriver i boken «The Second Machine Age» [6] at teknologien utvikler seg med en eksponentiell vekst. Det har derfor aldri vært tøffere for arbeidere som kun utfører ordinære oppgaver. Datamaskiner, roboter og andre digitale løsninger vil overta mange av disse jobbene til en lavere kostnad. De som virkelig lykkes i denne utviklingen, er de som klarer å utnytte teknologien til å skape verdi [6].

Norge fikk et fortrinn i den andre industrielle revolusjonen med fjell som ga oss tilgang til rimelig elektrisk kraft. Kompetanse og ingeniørkunst kan nå være med å gi Norge et fortrinn på å utvikle gode og innovative løsninger. Høye priser på arbeidskraft gjør dette ekstra sentralt for å klare å konkurrere på et internasjonalt marked.

Parallelt med denne teknologiske utviklingen, skjer det et skifte i oppdrettsnæringen. Fra å drive med åpne merder i sjøen, er det nå en utvikling mot mer lukkede oppdrettsanlegg. En av hovedårsakene til dette handler om å bekjempe luseproblematikken. Dette vil bli beskrevet mer senere.

De lukkede oppdrettsanleggene har et behov for sirkulasjon av vann. Dette jobber Framo Innovation med å utvikle et pumpesystem for. Denne oppgaven skal se på hvordan den teknologiske utviklingen kan utnyttes i utviklingen av Framo Innovation sitt nye pumpesystem.

## 1.2 Målsetning

Denne oppgaven skal se på hvordan nye teknologitrender kan benyttes til å utvikle Framo Innovation sitt nye pumpesystem. Dette systemet er under utvikling nå, og oppgaven skal forsøke å vurdere og gi råd til hvilke teknologier og muligheter som kan utnyttes til å skape en enda bedre leveranse. Hvilke fordeler som kan forventes av de ulike tiltakene vil bli vurdert, og ut fra dette vil det bli gitt råd til hva Framo Innovation bør implementere i utviklingen av produktet. Dette skal gjøres for å forsøke å skape en leveranse som er tilpasset fremtiden.

Selv om produksjonsprosessen for Framo Innovation sin leveranse ikke vil bli sett på, er mye av tematikken i Industri 4.0 av interesse. Dette vil bli sett på, med et blikk for muligheter for reduserte kostnader. Potensialet for økt inntjening vil også bli fokusert på.

Utgangspunktet for oppgaven var å se på kontrollsystemet, så dette vil bli vektlagt noe mer enn andre deler av leveransen.

### 1.3 Begrensninger

Tematikken som er valgt er stor, og noen avgrensninger har derfor blitt gjort. Produksjonsprosesser og effektivisering av dette er sentralt i Industri 4.0. Ettersom oppgavens hovedfokus kommer til å være på hvordan produktet kan tilpasses og utvikles, er det valgt å ikke se på hvordan selve produktet produseres.

Informasjon om økonomi og salg er konfidensiell informasjon som Framo Innovation ikke ønsker skal bli kjent. Det vil derfor ikke være mulig å regne på den forventede påvirkningen fra ulike tiltak.

Ettersom en del teknisk informasjon er strengt hemmelig, vil denne oppgaven heller ikke ta utgangspunkt i tekniske dypdykk. Fokuset vil være mer overordnet.

### 1.4 Oppgavens oppbygning

#### *Innledning*

Beskriver en liten introduksjon til tematikken før målsetning og begrensninger for oppgaven presenteres.

#### *Bakgrunn*

Gir litt bakgrunnsinformasjon om Framo Innovation og overgangen til nye typer anlegg i oppdrettsnæringen.

#### *Teori*

Presenterer teori om teknologitrender og overgang til tjenesteleveranser.

#### *Metode*

Kapitlet beskriver hvordan informasjon er innhentet ved hjelp av teoristudier og intervjuer. Oppgaven har benyttet en metode for analyse av teknologitrender, som blir presentert her.

#### *Presentasjon av leveransen Framo utvikler*

Presenterer leveransen Framo Innovation utvikler til bruk i oppdrettsnæringen.

#### *Kartlegging av fiskens og potensielle kunders behov*

Kapitlet presenterer hvilke parametre som er viktige for fisken i lukkede anlegg, slik at Framo Innovation kan tilpasse anleggene til dette. Deretter presenteres resultatene fra undersøkelsene med potensielle kunder om deres behov.

#### *Hvordan kan Framo ved hjelp av teknologitrender oppfylle behovene?*

Behovene som er avdekket brukes som grunnlag for å komme med forslag til forbedringer. Det vurderes hvordan teknologitrendene kan tilføre nye muligheter, og en rekke forslag presenteres og diskuteres.

#### *Avsluttende diskusjon*

Kapitlet diskuterer først hvordan overgangen til tjenesteleveranser kan påvirke Framo Innovation. Det diskuteres hva som skal leveres og hvordan dette skal leveres. Deretter rangeres de ulike tiltakene som er foreslått, før de presenteres i prioritert rekkefølge og diskuteres. Til slutt diskuteres noen utfordringer som Framo Innovation bør være bevisst på.

#### *Konklusjon*

Konklusjonen oppsummerer de viktigste funnene i oppgaven.

## 2 Bakgrunn

Dette kapitlet presenterer kort selskapet oppgaven er skrevet for, Framo Innovation AS og moderselskapet Framo AS. Deretter blir litt av grunnlaget for overgangen til de nye oppdrettsanleggene presentert sammen med noen eksempler på to nye typer oppdrettsanlegg.

### 2.1 Framo AS

Framo AS er en bergensbedrift som i hovedsak produserer pumpesystemer for rederier og oljeindustrien. De er verdensledende innen cargopumper (pumper til å tømme lastetanker på skip) med en markedsandel på rundt 90%. De leverer også pumpeløsninger til olje og gassindustrien, som kjølevannspumper, brannpumpesystemer og pumpeløsninger for oljevern.

Bedriften ble grunnlagt i 1938, og ble i 2014 en del av det svenske Alfa Laval konsernet. Bedriften har i overkant av 1100 ansatte.

### 2.2 Framo Innovation AS

Framo Innovation AS ble startet opp i 2018 for å se på mulighetene for å skape nye forretningsområder for Framo AS. Spesielt ønsket var etablering i markeder som kan være i motfase til de etablerte markedene innen shipping og olje og gass. De tre satsningsområdene innledningsvis var oppdrett, fornybar energi og digitalisering. Hovedfokuset har vært på oppdrett den første perioden. Dette var et naturlig satsningsområde da det krever kompetanse på sirkulasjon og strømningsystemer, og Framo AS ikke har utviklet løsninger for dette tidligere.

Da Framo Innovation AS ble startet opp var de 10 ansatte, som i starten av 2019 har økt til 14.

Videre i denne oppgaven vil Framo Innovation AS bli omtalt som Framo, mens Framo AS vil bli skrevet fullt ut.

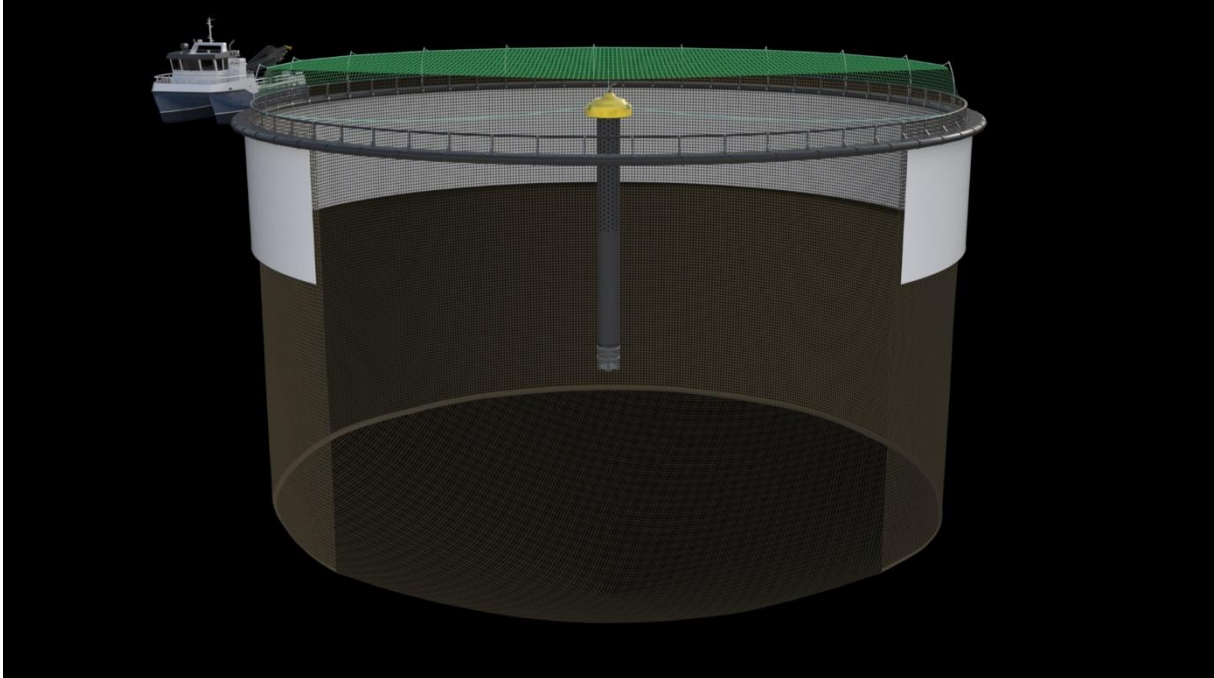
### 2.3 Endringer i oppdrettsbransjen og overgang til mer lukkede anlegg

Oppdrettsnæringen står ovenfor flere utfordringer. Lakselus, rømming av fisk, utslipp og smitte av villfisk er noen av utfordringene. Næringen jobber nå mot en mer bærekraftig drift, og spesielt problematikken med lakselus blir fokusert på. Lakselus medfører både miljøproblemer og økte kostnader for oppdretterne [7]. For å redusere disse utfordringene, opprettet regjeringen utviklingstillatelser (også kalt utviklingskonsesjoner) som et midlertidig tiltak. Dette skulle gi særtillatelser til prosjekter med betydelig innovasjon og betydelige investeringer. Formålet var å gi støtte til utvikling av teknologi som kunne bidra til å løse miljø og arealutfordringene i akvakulturnæringen [8]. Dette har gjort det attraktivt for mange selskaper å forsøke å få til nye løsninger, og har satt fart på utviklingen [9]. Næringen har selv også stor interesse av ny utvikling på området, og mange anlegg utvikles også uten hjelp fra utviklingskonsesjoner. Blant annet er det ingen semilukkede anlegg som har fått støtte fra utviklingskonsesjoner per dags dato.

To av løsningene på luseproblematikken er lukkede og semilukkede anlegg. Et lukket anlegg er et tett anlegg der vannet går inn og ut i kontrollerte former. Et semilukket anlegg er delvis åpent, slik som for eksempel et anlegg med luseskjørt på sidene, der vann kan komme fritt inn under luseskjørtet.

### 2.3.1 Eksempel på et semilukket oppdrettsanlegg

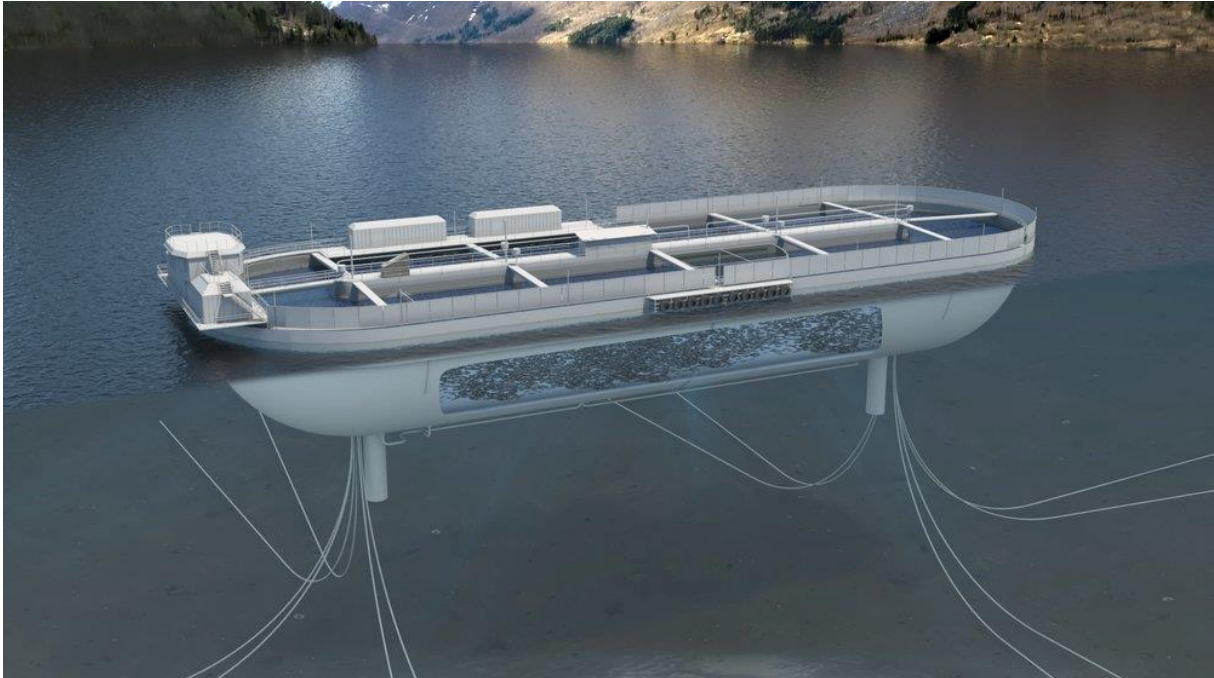
NWP utvikler i samarbeid med Framo en semilukket løsning. Det plasseres en pumpe i merden, som pumper vann opp fra områder som er fri for lus. Når en kommer rundt 15 meter under vann, er det vanligvis ikke lengre lus i vannet (helt lusefritt rundt 30-40m). På den måten skapes det sirkulasjon av vann uten lus i anlegget. Figur 1 viser en skisse av denne løsningen.



Figur 1 - Semilukket anlegg Framo samarbeider med NWP om (gjengitt med tillatelse fra Framo Innovation AS)

### 2.3.2 Eksempel på et lukket oppdrettsanlegg

Stadion Laks AS har fått utviklingstillatelse til et lukket anlegg. Konseptet går ut på å hente vann fra områder uten lus for deretter å sirkulere dette rundt i et lukket basseng. Slik får fisken svømt og beveget seg. Framo er med å utvikle anlegget, og har bidratt med sin kompetanse for å skape mest mulig optimale strømningsforhold for vannet. Figur 2 viser en skisse av hvordan dette kan se ut.



Figur 2 - Skisse på Stadion Laks AS sitt lukkede basseng (gjengitt med tillatelse fra Stadion Laks AS)

Et lukket anlegg gir åpenbare fordeler som redusert fare for rømming av fisk og bedre kontroll på hva som er i anlegget. Det er omtrent ikke lus i slike anlegg. Ettersom anlegget har et kjent volum, er det lettere å behandle om det likevel skulle komme lus [10].

Driftssikkerhet på pumpene er svært viktig i slike lukkede anlegg. Dersom anlegget stopper, vil fiskene kunne dø etter 20 minutter på grunn av for dårlig vannkvalitet.

Stadion Laks forventer å bruke 9 år og 500 millioner kroner i tillegg til driftskostnader på å utvikle dette anlegget. Anlegget vil bestå av 5 basseng som skal flyte i sjøen [10].

Bassenget vil være 34.000 kvadratmeter sett ovenfra og er utviklet for en biomasse opp til 1700 tonn. Totalt for alle de fem bassengene anslår Stadion Laks at de kan produsere 8,5 millioner tonn laks i året [10].

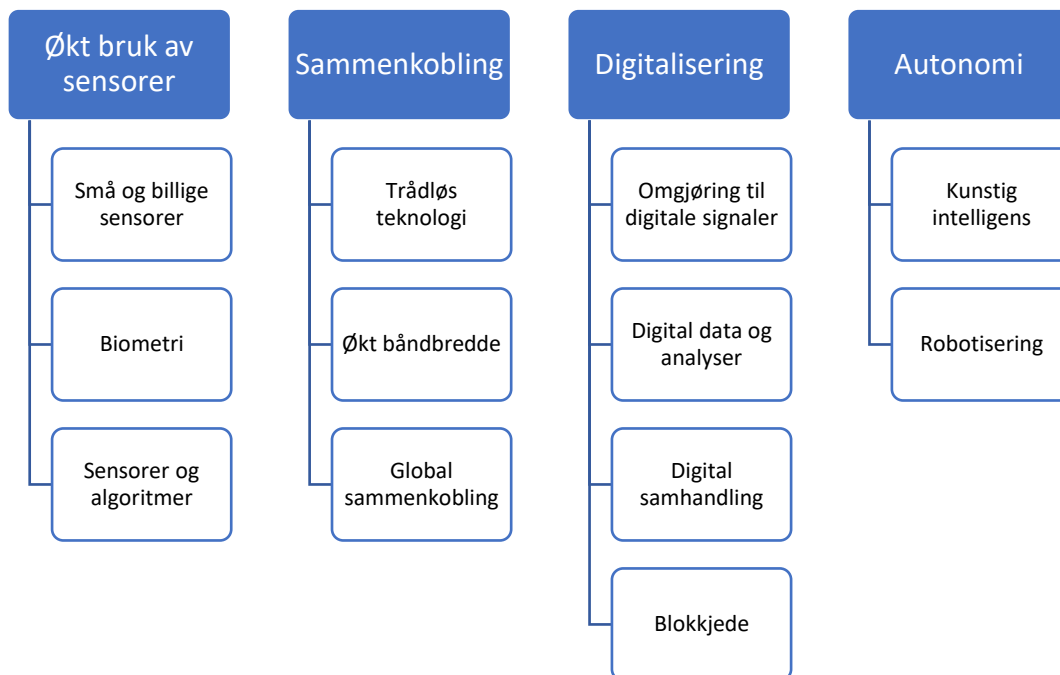
### 3 Teori

Kapittelet presenterer aktuell teori som er benyttet i oppgaven, og som det ansees som naturlig å presentere for leserne.

#### 3.1 Presentasjon av teknologitrender

En teknologitrend er en teknologisk trend som potensielt kan ha betydelige konsekvenser for en organisasjon [1]. Hvert år publiserer flere ulike selskaper lister over hvilke teknologier de mener vil være viktige, og som anbefales å sees nærmere på det kommende året. Felles for disse teknologitrendene er at de er antatt å kunne medføre dramatiske endringer i hvordan selskaper og organisasjoner planlegger, utvikler og leverer sine produkter og tjenester i løpet av de fem neste årene [11].

Det er ulike inndelinger og grupperinger av teknologitrender. Utgangspunktet i denne oppgaven er en oversikt utviklet av Muhammad Ahmad Tauqeer og Knut Erik Bang, som er gjengitt i Figur 3. For å utfylle og bekrefte denne, har det også blitt hentet noe inspirasjon fra Gartner, som hvert år publiserer en liste over hva de vurderer som de ti mest sentrale teknologitrendene [12]. En introduksjon til de ulike trendene med en beskrivelse av deltrendene er gitt under.



Figur 3 - Teknologitrender

##### 3.1.1 Økt bruk av sensorer

Det blir stadig mer utbredt med bruk av sensorer i apparater og utstyr. Dette er blant annet fordi sensorer er blitt billigere, mindre og mer nøyaktige. Det er også mer vanlig at sensorer integreres og bygges inn i utstyr, og bruksområdet blir stadig større.

###### 3.1.1.1 Små og billige sensorer

Sensorer har blitt billigere over tid, og de har samtidig blitt mindre. Dette gjør de lettere å implementere, og ettersom kostnaden er lav, blir sensorer stadig mer benyttet. Tre underkategorier av dette er innebygde sensornettverk, lokasjonsbevissthet og smarte byer.



Innebygde sensornettverk gir også muligheter for å ha flere sensorer samlet i en enhet med mulighet til å bearbeide dataen i en liten datamaskin. Dette gir muligheten for smarte enheter som kan overvåke og analysere en situasjon.

Lokasjonsbevissthet er når sensorer benyttes til å si noe om hvor en enhet befinner seg. Dette gjør at utstyr eller materiell kan spores. GPS er en vanlig teknologi for å spore enheter.

Smarte byer er byer som tar i bruk sensorer til å måle og overvåke ulike funksjoner, og deretter kommuniserer dataen i et nettverk. Dette kan være overvåking av nivået av buss i søppelspann slik at busset kun tømmes ved behov, smarte hjem eller varsling av ledige parkeringsplasser. Smarte byer kan redusere og optimere ressursbruken og har som mål å øke livskvaliteten til de som bor der.

#### 3.1.1.2 Biometri

Biometri er måling av biologiske mønstre, slik som fingeravtrykk, adferdsmønster eller ansiktsgjenkjenning. Store norske leksikon skriver følgende: «Biometrisk gjenkjenning gjør det mulig å supplere brukernavn og passord, altså noe man *kan*, med noe som er uatskillelig fra den fysiske personen, altså noe man *er*» [13]. Denne teknologien gjør det mulig for maskiner å identifisere mennesker uten at menneskene selv må identifisere seg.

#### 3.1.1.3 Sensorer og algoritmer

Sensorer måler verdier og gir dette videre. Det finnes også såkalte rådatasensorer slik som et kamera, som ikke gir ut en måleverdi direkte. Ut fra bilder kan algoritmer benyttes for å kunne hente ut dataen som ønskes. Dette kan for eksempel være kameraer som leser registreringsnummeret på biler. Ved hjelp av algoritmer kan data fra en sensor analyseres for å få ut mer informasjon. Dette kan redusere antallet sensorer som er nødvendig.

Kunstig syn, også kjent som computer vision, handler om hvordan datamaskiner kan analysere bilder og video for å få forståelse av en situasjon. Dette benyttes blant annet i selvkjørende biler og til å gjenkjenne personer på bilder.

### 3.1.2 Sammenkobling

Sammenkobling handler om tilkoblede enheter, der enhetene er tilkoblet via et nettverk. Alt som har dataprosesseringskraft og samler data kan potensielt kobles til et nettverk. Dette kan være alt fra sensorer til biler eller maskiner.

#### 3.1.2.1 Trådløs teknologi

Trådløs teknologi gjør det mulig å være tilkoblet via et trådløst nettverk, slik at det ikke trenger å være kablet forbindelse mellom utstyret. Dette gjør det mulig å overføre informasjon fra en bil på veien, eller fra en telefon. Dette gjør tilkobling av nytt utstyr enklere. En naturlig konsekvens av dette er økt mobilitet. Mobilitet handler om at enheter blir mobile, altså flyttbare eller bevegelige. Mobiltelefoner er et eksempel på hvordan trådløs teknologi kan benyttes.

#### 3.1.2.2 Økt båndbredde

Økt båndbredde på nettet gjør det mulig å sende og motta filer raskere. Økt båndbredde har underkategoriene stordata og 5G.

Stordata eller «Big data» er et begrep som brukes om veldig store og gjerne komplekse datasett. Tilgang til store datamengder gjør det mulig å analysere og forstå ulike situasjoner og prosesser. Det muliggjør også bedre prediksjoner av fremtiden. Ved bruk av stordata kreves det gjerne spesielle



metoder for å hente ut informasjonen, ettersom datamengden er for stor og kompleks til at tradisjonelle metoder kan benyttes [14].

5G er en teknologi som gjør det mulig å få enorme hastigheter på nettet. Det er 10 ganger raskere enn 4G-nettet, som mange kjenner til i dag. Dette gjør det mulig å sende mer data raskere, som gir mindre venting.

### *3.1.2.3 Global sammenkobling*

Global sammenkobling handler om å koble sammen utstyr og maskiner globalt. Dette kan gi nye markeder og nye muligheter for datautveksling. Blant annet kan store selskaper overvåke, styre og monitorere utstyret sitt fra andre steder. To trender i global sammenkobling er tingenes internett og cybersikkerhet.

Tingenes internett handler om at flere enheter tilkobles nett, som åpner opp for funksjoner som overvåking og fjernbetjening. Dette kan være alt fra oppvaskmaskiner til sensorer og biler. Trender som naturlig følger med dette, er smarte hjem og smarte byer.

Cybersikkerhet blir viktigere og viktigere, ettersom stadig flere enheter og mer informasjon havner på nettet. Cybersikkerhet handler om å beskytte informasjon og datasystemer fra angrep og spionasje.

## *3.1.3 Digitalisering*

Digitalisering handler om å gjøre om analoge verdier til digitale signaler. Dette gir mange muligheter slik som enkel distribusjon, analyse og lagring av filer. Kostnadsbesparelser og redusert miljøbelastning er ofte naturlige gevinster av digitalisering.

### *3.1.3.1 Omgjøring av digitale signaler*

Omgjøring av digitale signaler er en forutsetning for å kunne gjøre noe digitalt. Dette handler om å gjøre om fysiske verdier til digitale nuller og enere, som kan benyttes av en datamaskin. En tegning kan gjøres om til en digital tegning og er velegnet for å digitalisere. En bil har derimot som hovedfunksjon å transportere noe, hvilket ikke kan digitaliseres. Det er likevel mulig å lage en digital modell av en bil som viser hvordan den ser ut, selv om ikke funksjonen til bilen kan digitaliseres.

### *3.1.3.2 Digital data og analyser*

Digital data og analyser handler om å bruke og analysere data, og da gjerne gjennom smarte algoritmer. Dette deles videre inn i fire underkategorier:

- Bruk av skylagring
- Nedbryting og analyse av data
- Åpen informasjon fra internett
- Digital tvilling

Skylagring handler om å flytte data til eksterne harddisker, såkalte skyer. Dette gjør at flere enkelt kan ha tilgang til de samme mappene og filene fra ulike datamaskiner ulike steder.

Nedbryting og analyse av data er nyttig dersom en har store mengder data og ønsker å se på sammenhenger og hvordan dataen kan benyttes. Dette kan være alt fra å presentere data til komplekse analyser av store datamengder. Analyse av data kan ofte være et nyttig redskap for å si noe om fremtiden.

Åpen informasjon fra internett kan benyttes som input til analyser, eller det kan benyttes til å finne deler og priser på deler. Svært mye informasjon er tilgjengelig på nettet, men informasjonen kan være av varierende kvalitet og relevans. Blant annet benytter Alexa (virtuell assistent utviklet av Amazon) informasjon fra nettet til å besvare spørsmål brukeren stiller.

Digital tvilling er en digital gjengivelse av noe i virkeligheten. Dette kan for eksempel være en digital fremvisning på en skjerm av en robot som er lokalisert et annet sted. Slik kan en prosess følges med på uten at noen er til stede.

### 3.1.3.3 Digital samhandling

Mennesker og maskiner må knyttes sammen, og ny teknologi åpner opp for at dette kan skje gjennom mer avanserte metoder enn tradisjonelle trykknapper og spaker. Stemmegjenkjenning, touchskjermer og bevegelsessensorer er eksempler på dette. Digital samhandling er delt inn i fire underkategorier:

- Virtuell virkelighet
- Displayer
- Smarte enheter
- Naturlig språkbehandling

Virtuell virkelighet (oversatt fra det engelske ordet virtual reality, forkortet VR) handler om å designe et tredimensjonalt digitalt miljø. Dette kan en utforske og ta del i ved hjelp av VR-briller og sensorer i hendene. Ønsket er at det virtuelle miljøet skal være mest mulig likt det virkelige, slik at det kan oppleves uten å være der [15]. Dette gjør det for eksempel mulig å se hvordan hoteller ser ut inni eller å bistå i operasjoner på sykehus.

Displayer benyttes både til styring og avlesing, og er et redskap for samhandling mellom mennesker og maskiner. Skjermene har hatt stor utvikling, og er nå mer kompakte og har høyere oppløsning enn tidligere.

Smarte enheter er enheter som kan kobles til nett og kan anvende og bruke data. De er brukervennlige og kan for eksempel være smartklokker, smarttelefoner eller nettbrett. Dette er ofte små datamaskiner, og har revolusjonert hvordan mennesker forventer at ting skal fungere. Siden den første iPhone kom i 2007, har smarte enheter utviklet seg til å bli en naturlig del av hverdagen [16].

Deloitte beskriver naturlig språkbehandling slik: «Naturlig språkbehandling handler om hvordan datamaskiner kan arbeide med tekst slik mennesker gjør, som å trekke ut mening eller generere leselig tekst som er grammatisk korrekt» [17]. Når datamaskiner skal forsøke å få ut meningen i en tekst, fjernes gjerne fyllord og bindeord først, før den analyserer hva den tror innholdet i teksten er. Dette benyttes i talestyrte enheter, der denne teknologien skal forsøke å svare på det brukeren ber om.

### 3.1.3.4 Blokkjede

En blokkjede er en rekke med blokker som inneholder informasjon. Hver blokk i kjeden er basert på informasjon fra forrige blokk. Dette gjør at det ikke går an å legge til blokker midt i en blokkjede, da nettverket av blokker vil oppdage denne endringen. Dette skaper sikkerhet da det ikke kan endres i ettertid. Blokkjede teknologi danner grunnlaget for kryptovalutaer som Bitcoin [18].

### 3.1.4 Autonomi

Autonomi handler om å gjøre ting autonome, som ofte kan oversettes med selvkjørende. Dette er en videreutvikling av automasjon, der operasjonene gjerne er standardiserte og repeterbare. Autonome systemer kan være algoritmer som er avhengig av kontekst, og dermed er smartere og mer tilpasningsdyktige. På denne måten reduseres behovet for menneskelig innblanding, og maskinene kan ta flere valg selv. To viktige underkategorier av autonomi er kunstig intelligens og robotisering.

#### 3.1.4.1 Kunstig intelligens

Kunstig intelligens er et forsøk på å gjøre maskiner smarte, slik at de kan ta valg og gjøre mer avanserte operasjoner. Deloitte har definert det slik: «Kunstig intelligens (AI) er teori og utvikling av datasystemer som er i stand til å gjennomføre oppgaver som vanligvis krever menneskelig intelligens» [17]. AI som det henvises til står for «artificial intelligence» som er det engelske ordet for kunstig intelligens. Apples Siri, en talestyrt assistent som kan svare på spørsmål og utføre enkle tjenester som å sende meldinger og ringe er et eksempel på dette. Et annet eksempel er tilpasset reklame som baserer seg på de siste internettsøkene til brukeren. To underkategorier av kunstig intelligens er chat-roboter og maskinlæring.

Maskinlæring er når et system lærer å gjøre oppgaver ved å studere eksempler på lignende oppgaver. Dette kan være oppgaver som å kjenne igjen et dyr på et bilde eller å spille et spill.

En chat-robot er et program som skaper en samtale, og forsøker å hjelpe en bruker. Dette kan eksempelvis benyttes til å hjelpe kunder som tar kontakt med en bank via chat, og kan svare på ulike spørsmål. Roboten forsøker på den måten å erstatte enkelte av funksjonene til en kunderådgiver.

#### 3.1.4.2 Robotisering

Robotisering handler om å utvikle og skape roboter som kan gjøre oppgaver i den fysiske verden. Det handler om å la maskiner gjøre oppgaver. Sensorer og tilkobling til nett har utvidet mulighetene til å lage gode roboter. To viktige underkategorier av robotisering er droner og selvkjørende biler.

## 3.2 Overgang til tjenesteleveranser

På engelsk kalles trenden «servitization», som på norsk kan oversettes til overgang til tjenesteleveranser. Dette handler om at selskaper går fra å levere produkter til å i større grad levere tjenester. Noen av driverne for denne utviklingen skal sees på først, før denne trenden beskrives videre. Til slutt presenteres et eksempel på et selskap som har gått fra å levere flymotorer og vedlikehold til å levere tjenesten «timer i luften».

### 3.2.1 Økning i tjenesteleveranser

Globalisering har medført et globalt marked for produkter, med et globalt prisma. Dette gjør det vanskeligere for land som Norge å konkurrere på å levere masseproduserte produkter, ettersom disse i en del tilfeller kan produseres rimeligere i andre land.

Istedenfor at selskaper står for hele leveringskjeden selv, outsources gjerne deler av denne. Dette skjer blant annet ved at produksjonen outsources, og at selskaper blir mer spesialiserte på deler av leveransen [19]. Dette gir selskaper mulighet til å spesialisere seg på det de er best til, og dermed bruke mest mulig av de tilgjengelige ressursene på det som gir økt verdiskapning. Outsourcing åpner opp for å kunne kjøpe varer og tjenester ved behov.

Det er en tydelig sammenheng mellom andelen som jobber med tjenesteleveranser og produksjon, og inntekten per innbygger. Når inntekten per innbygger øker, øker også andelen som jobber med tjenester. For høyere inntekter reduseres antallet som jobber med produksjon av varer [19]. Globalt

stod tjenester for 63% av BNP i 2018. I Norge stod tjenester for 66,5% av BNP [20]. Rapporten «Driving Competitiveness Through Servitization» [21] fra Copenhagen Business School viser at 71% av alle globale produsenter innstiller seg på å bruke tjenesteleveranser for å differensiere produktene sine. Rapporten viser også at 82% av alle europeiske produsenter vektlegger tjenesteleveranser i tilknytning til produktene fremover.

Denne trenden kommer også til syne hos Alfa Laval, selskapet som eier Framo. De skrev i sin årlige rapport i 2013 at de siden 2005 hadde økt antall ansatte i serviceorganisasjonene og service sentrene med over 50 %, og at de i samme tidsrom hadde økt salget med mer enn 80%. De skriver videre at de antar at tjenester kommer til å ha betydelige bidrag til lønnsomhet og vekst for selskapet videre [21].

### 3.2.2 Beskrivelse av tjenesteleveranser

En tjeneste kan for eksempel være en hotellovernatting, en konsulenttjeneste eller en konsert. Felles for disse er at kunden ikke sitter igjen med noen eiendeler. Likevel har disse tjenestene en verdi. Christopher Lovelock og Evert Gummesson beskriver en tjeneste som en form for leie der kunden får en gode. Dette gjør at kunder kan få glede av ting de ellers ikke hadde hatt råd til å kjøpe. Det kan også gi kunder mulighet til å benytte noe i en periode, uten at de trenger å eie det [19]. Fordelen med tjenesteleveranser er at kundene kan få levert det de ønsker, uten å måtte tenke på annet enn å bruke tjenesten. Når tjenesten «overnatting» kjøpes på et hotell, gjør dette at kunden kan benytte seg av å overnatte på rommet for deretter å dra videre. Hotellet tar seg av vedlikehold, rengjøring, drift og alt annet rundt denne tjenesten som kunden egentlig ikke er interessert i. Andre eksempler på tjenester kan være leveranse av kopitjenester. I stedet for at et selskap kjøper en kopimaskin og drifter denne, kan et selskap ta betalt per kopi som skrives ut, og levere blekk, papir og service på maskinen. På den måten betaler kundene for det de egentlig er ute etter istedenfor å kjøpe et eierskap i et produkt.

Tjenesteleveranser trenger ikke omfatte hele leveransen, det er også mulig å selge deler av leveransen som en tjeneste. For eksempel kunne et selskap som solgte kopimaskiner tilbudt salg av blekk i en abonnementsløsning. Da kunne kopimaskinen meldt fra når den nærmet seg tom, og nye patroner kunne blitt sendt til adressen.

Tjenester skiller seg fra produkter på flere måter. Store deler av verdiskapningen består ofte av immaterielle aktiver. Kundene er ofte involvert i utformingen av leveransen, slik at den blir tilpasset til deres behov. Dette gjør samarbeid med kundene og forståelse av behovene viktig. Ettersom leveransene er immaterielle og spesialtilpasset er det vanskelig å produsere tjenester og ha de på lager; de må ofte lages spesielt til formålet. Dette gjør det vanskeligere å videreselge en tjeneste. Tidsfaktorer er også viktige når det leveres en tjeneste. Kunder er mer opptatt enn noen gang av å ha tidseffektive løsninger. Kunder er mer villige til å betale for løsninger som sparer de for tid, ettersom bevisstheten rundt kostandene av tapt tid har økt [19].

En utfordring ved å levere tjenester er at det som leveres er vanskeligere for kundene å visualisere og forstå. Dersom en selger en løsning på et problem, er det mer utfordrende å se for seg hvordan resultatet blir enn dersom det skal kjøpes en masseprodusert vare, som er lettere å beskrive. Dette gjør at kundene kan oppleve tjenesteleveranser som mer risikable. Selskaper som selger tjenester bør være bevisst på dette, og sørge for å gi kundene tillit til at de har kompetanse og tar gode valg for å utvikle løsningen best mulig. Underveis i en leveranse bør det fokuseres på å holde kunden oppdatert slik at kunden ser at det er fremgang med det som skal leveres [19].

Ved å kjøpe en tjeneste, kan denne tjenesten benyttes så lenge den betales for. Dette kan gi «evige» avtaler. Dette gir et tettere samarbeid mellom kunden og leverandøren av tjenesten. Dersom leverandøren ikke leverer som avtalt, kan dette medføre at de ikke får betalt for leveransen. Da er det heller ikke sannsynlig at leverandøren får fortsette å levere. For at leverandøren skal klare å levere det kunden ønsker må de dermed først forstå behovet. Deretter må de levere det kunden ønsker, og følge de opp slik at kunden ønsker å fortsette å kjøpe tjenesten.

Overgangen til tjenesteleveranser gjør at selskaper må endre strukturen for inntjening, som krever endring av kontraktene. I stedet for å få betalt når et produkt leveres, kan betalingen skje ved å levere en tjeneste der KPI-er måles. KPI står for «Key Performance Indicator», og kan oversettes med viktige nøkkeltall. Dette kan for eksempel være oppetid på en leveranse eller ytelse. Dersom en leveranse har hatt den oppetiden og ytelsen som var avtalt, mottar leverandøren en betaling for denne tjenesten. Kontrakten bør også fordele risiko på en fornuftig måte [21]. For eksempel bør kundene selv dekke skader som skyldes feil bruk av leveransen. Dersom leverandøren står for vedlikeholdsansvaret bør de dekke feil som oppstår på utstyret grunnet slitasje.

### 3.2.3 Salg av tjenesten «timer i luften» istedenfor flymotorer

Etter et tradisjonelt salg av et produkt, er det normalt innenfor en del produkter at det selges vedlikehold. Dette medfører ekstra kostnader for kundene, og kan gi gode inntekter for produsentene. For produsenter av flymotorer har eksperter estimert at service og salg av reservedeler kan gi syv ganger så mye profitt som salget av selve flymotoren [19].

Selv om profitten på service av flymotorer ser attraktiv ut for leverandørene, har Rolls Royce gått over til å selge «timer i luften» som en tjeneste. Flyselskapene betaler da for antall timer flyene er i luften, og Rolls Royce har ansvaret for at motorene fungerer slik de skal til enhver tid. For å kunne levere dette, har Rolls Royce benyttet sensorer som ved hjelp av tingenes internett er tilkoblet nett. Deretter analyseres den innsamlede dataen, og dette benyttes til å lage optimale vedlikeholdsprogrammer og forbedre motorene. Rolls Royce har gjennom dette doblet den gjennomsnittlige levetiden på motorene og samtidig redusert nedetiden [22].

Tjenesteleveranser gir nye muligheter for risikodeling. Rolls Royce er i eksempelet over avhengig av å levere tjenesten, og taper penger dersom det blir feil på motorene deres. Dette gir de et insentiv til å levere, og gjør at de optimaliserer vedlikeholdet og driften av maskinen slik at den fungerer slik den skal. Rolls Royce kjenner motorene sine best, og har derfor det beste utgangspunktet for å bære risikoen for driften av motorene. Dersom en motor ikke kan brukes lengre, skifter de den. Hvis det er mest økonomisk å bare bytte deler på den, gjøres dette istedenfor. Dersom kunden skulle betalt for vedlikeholdet hadde ikke Rolls Royce hatt det samme insentivet til å redusere kostnadene på det. Slik kontrakten er lagt opp nå, vil Rolls Royce øke sin profitt dersom de reduserer kostnadene på drift og vedlikehold av motorene. På denne måten får kundene levert «timer i luften», som er det de ønsker, med minst mulig ekstra arbeid. Rolls Royce tar seg av resten, og har sterke insentiver til å forbedre seg. Dette reduserer risikoen for kundene. I stedet for at de må gjøre dyre innkjøp av motorer, og deretter må dekke vedlikehold som potensielt kan bli svært dyrt, betaler de en forutsigbar kostnad for det de bruker.

## 4 Metode

Kapittel 4.1 forklarer hvilke metoder som er benyttet for datainnsamling, etterfulgt av kapittel 4.2 som ser litt på potensielle svakheter og feilkilder med dette. Deretter blir metoden for analyse av teknologitrender beskrevet i kapittel 4.3.

### 4.1 Valg og beskrivelse av metode

På bakgrunn av oppgavens problemstilling, vil det være mest naturlig å benytte en kvalitativ metode. Denne metoden er velegnet for å gå dypere inn i et tema og gir rom for drøfting og utdyping.

Datainnsamlingen i oppgaven er basert på informasjon fra nettet, fagbøker og intervjuer. Informasjonen som er hentet fra internett består blant annet av litteratursøk på skolens online bibliotek, artikler fra tidsskrifter og magasiner og innhenting av informasjon fra digitale leksikon. En svakhet med denne informasjonen er at den allerede er bearbeidet av andre. For å vurdere om kilden er pålitelig er det dermed viktig å undersøke kvaliteten og innholdet i litteraturen.

Ettersom de nye metodene for oppdrett ikke er spesielt velutprøvd, eksisterer det lite forskningsartikler og litteratur om dette. Dette gjelder både i forhold til teknologisk utvikling av anleggene, og i forhold til vannkvalitet og fiskehelse i de nye typene oppdrettsanlegg. Det gjorde det ekstra viktig å få til intervjuer av personer med oppdatert kunnskap på fagfeltene.

Intervjuene er utført som semistrukturerte intervjuer. Da er det på forhånd laget en intervjuguide som beskriver spørsmålene som er planlagt å stille. Metoden gir rom for å stille oppfølgingsspørsmål ut over de planlagte spørsmålene. Denne metoden er godt egnet for å oppnå en dypere forståelse av et tema [23]. Samtlige intervju ble gjennomført som en-til-en intervjuer. Noen av intervjuene ble gjort over telefon.

For å kunne gi gode anbefalinger og vurderinger var det viktig å få mer kunnskap om vannkvalitet og fiskehelse. Spesielt ble det lagt vekt på å finne ut hvilke parametre som var viktig for å sikre vekst og god helse for fisken. Dette var tematikker som lå utenfor kandidatens fagområde. Grunnleggende bakgrunnskunnskap ble derfor tilegnet gjennom litteraturstudier. Teoristudiene viste at det var gjort forholdsvis lite forskning på biologiske forhold i lukkede anlegg. Derfor er informasjonen om dette begrenset. Mye av forskningen som var gjort, er basert på tidlige livsstadier fra rogn til smolt i ferskvann [24], som er et tidligere stadium enn anleggene som denne oppgaven fokuserer på. Det understreker og løfter på ny frem viktigheten av å få tak i mer kunnskap gjennom intervjuer av oppdaterte fagpersoner.

Bakgrunnsundersøkelsene gav et bilde av situasjonen, og ut fra dette ble det dannet et bilde av hva som måtte undersøkes videre. Dette ble benyttet som grunnlag for å utarbeide en intervjuguide. Denne ligger vedlagt i kapittelet «Intervjuguide for intervjuer med kompetansepersoner innen fiskehelse og vannkvalitet» på side 100.

Intervjuer av potensielle kunder ble gjennomført for å få kunnskap om deres ønsker og behov. Dette grunnlaget er nødvendig for å forstå hvilke teknologitrender som vil være relevante, og for å forstå hvordan Framo sin leveranse kan tilpasses til kundenes behov. Intervjuguiden for disse intervjuene ligger vedlagt i kapittelet «Intervjuguide for intervjuer med potensielle kunder» på side 101. Det er ikke satt noe skille mellom kunder og brukere i oppgaven, ettersom kundene i mange tilfeller er oppdrettsselskaper som også bruker anleggene. Kunder og oppdrettere vil derfor være begreper som kan benyttes om hverandre i stor grad.

Mye informasjon har også kommet frem i samtaler med ansatte hos Framo. Disse samtalen har vært viktige for å forstå hva de leverer, og hvilke behov de har.

## 4.2 Feilkilder, reliabilitet og validitet

En potensiell feilkilde i et kvalitativt intervju kan være antall personer som blir intervjuet og utvalget av personer som blir intervjuet. Ettersom det er begrenset med tid i oppgaven, vil det kun være et begrenset utvalg som blir intervjuet. Dette reduserer troverdigheten på informasjonen. Det kan også være en potensiell feilkilde dersom personene som intervjues egentlig ikke er egnet til å svare på spørsmålene. Egnetheten til intervjuobjektene har derfor blitt fokusert på. Dette er blant annet gjort ved å sørge for at de har relevante stillinger og/eller kompetanse i forhold til spørsmålene som besvares.

Tolkning av dataen som hentes inn kan også være en feilkilde. Denne er forsøkt å bli begrenset ved å hente inn data fra flere ulike kilder, og se de opp mot hverandre. Enkelte av intervjuobjektene har også blitt kontaktet på nytt for å svare mer utfyllende rundt noe de har sagt tidligere for å redusere sjansen for misforståelser. En annen feiltolkning kan skje dersom en har forhåndsbestemte tanker om resultatet, og leter etter informasjon som kan bekrefte dette. Det er forsøkt å være nøytral, åpen og objektiv for å hindre dette.

Reliabilitet handler om å kunne få samme måleresultat uavhengig av hvem som måler. Dersom noe måles flere ganger, skal resultatet være det samme. Dette er utfordrende når det benyttes intervjuer som metode for innsamling av data [25]. Svarene som kommer frem, vil gjerne være avhengig av mange parametre. Intervjuobjektets dagsform og kompetanse er eksempler på dette. Omstendighetene rundt intervjuet og den som foretar intervjuet vil også påvirke dette. Intervjuene er tatt av en student som skriver for Framo. Det er mulig svarene ville blitt annerledes om de hadde blitt foretatt av lederen av et annet selskap. Dette svekker reliabiliteten. Ettersom en del av tematikkene rundt fiskehelse, vannkvalitet og oppdrett oppgaven er utenfor kandidatens kjerneområde, øker dette risikoen for at data feiltolkes, eller mister interessante nyanser. Det er derfor forsøkt å skaffe bakgrunnskunnskap om tematikkene, i tillegg til at intervjuene om fiskehelse og vannkvalitet er blitt kontrollert av de som det ble gjennomført intervjuer med.

Det er også en utfordring å få intervjuobjektet til å prate fritt, men samtidig svare på spørsmålene og tematikkene det ønskes å innhente informasjon om. Dette var med i vurderingen når intervjuguiden ble laget. Oppfølgingsspørsmålene ble forsøkt å stilles på objektive måter, uten å lede intervjuobjektets svar i noe retning.

Validitet forteller noe om gyldigheten av resultatene i undersøkelsene. Det beskriver sannheten, nøyaktigheten og styrken av redegjørelsen [25]. Det er også en risiko for at en får skjevheter i utvalget, som kan redusere validiteten. Det er forsøkt å velge ut intervjuobjekter fra ulike selskap og med ulike posisjoner for å redusere sjansen for dette. En del informasjon er også funnet eller blitt bekreftet gjennom litteratur. Validiteten styrkes når flere uavhengige kilder bekrefter det samme resultatet.

Det er rask utvikling av teknologi og bruken av dette i oppdrettsbransjen endres. Dette vil gjøre noe av informasjonen som hentes inn i dag utdatert om noen år. På samme måte vil eldre kilder gjerne ha utdatert informasjon. Bruk av oppdaterte kilder er derfor viktig i tematikker som endrer seg.



### 4.3 Metode for analyse av teknologitrender

Målet med å analysere ulike teknologitrender er å få en oversikt over innovasjonsmulighetene som kommer ut fra ulike teknologitrender og businesstrender. Det handler om å finne og evaluere de ulike mulighetene, og se hva disse kan gi. For et selskap kan det være vanskelig å få med seg alle endringene som skjer. En gjennomgang av teknologitrendene kan være nyttig for å bli mer oppmerksom på dette.

Det er flere ulike publikasjoner som beskriver hvilke teknologitrender som er antatt å ha størst påvirkning i årene som kommer. En av de mest kjente er publisert av Gartner, som hvert år publiserer en liste over hva de vurderer som de ti mest sentrale teknologitrendene [12]. I denne oppgaven er en liste over teknologitrender utviklet av Muhammad Ahmad Tauqeer og Knut Erik Bang benyttet. De ulike teknologitrendene er beskrevet i det tidligere kapittelet «Presentasjon av teknologitrender».

For å finne ut hvordan de ulike teknologitrendene vil påvirke leveransen, er dette blitt analysert. Analysen av teknologitrender begynner med å gjøre en omfattende nedbryting av produktet eller tjenesten som skal leveres. Nedbrytingen fokuserer på å gi en grundig forståelse av leveransen. Den beskriver ulike faktorer slik som teknologien bak produktet/tjenesten, ferdigheter som kreves for å skape leveransen og informasjon om markedet. Skjemaet, som ligger vedlagt i kapittelet «Skjema for nedbryting av leveransen», viser hvilke faktorer som bør belyses i en slik nedbryting. Hovedsakelig er informasjonen som etterspørres i nedbrytingen integrert i oppgaven. Enkelte supplerende kommentarer er lagt til i vedlegget «Nedbryting av leveransen før analyse av teknologitrender». Dette vedlegget har ikke som mål å stå alene, men vil kun supplere enkelte deler av nedbrytingen som ikke passer naturlig inn andre steder i oppgaven. Dette er gjort for å skape bedre flyt for leserne, og for å unngå at informasjon ble repetert.

Etter nedbrytingen av leveransen, gjennomføres analysen av hvordan de ulike teknologitrendene vil påvirke leveransen. Det ble her gjennomført to analyser – en med Framo og en selvstendig. Den selvstendige analysen har fordelen at det tenkes fritt utenom ideene som Framo allerede har tenkt gjennom, og muligens med mindre begrensninger rundt ideer som er vanskelig å gjennomføre. Fordelen med å analysere sammen med Framo er at personer med enda større kunnskap om produktet og behovene blir med å utføre analysen. Dette kan øke sannsynligheten for å finne nye metoder å utnytte teknologitrendene på. Det kan også hende Framo sitter med uløste problemstillinger, og at de nye teknologitrendene kan bidra til å løse noen av disse.

Den selvstendige gjennomgangen av teknologitrendene er utført med utgangspunkt i et standardisert skjema som ligger vedlagt i kapittelet «Skjema for analyse av teknologitrendene». Dette beskriver hvordan trendene har blitt analysert og gått gjennom. Blant annet er det vurdert hvordan trendene påvirker leveransen, og hvilke nøkkelutfordringer de bidrar til å løse. I samarbeid med Framo har det deretter blitt gjennomført en forenklet analyse av teknologitrendene. De fikk presentert de ulike trendene, og ble deretter bedt om å kommentere det de tenkte rundt følgende spørsmål:

- Hvordan kan dette gi økt funksjonalitet?
- Hvordan kan dette dekke nye behov?
- Hvilke utfordringer løser dette?
- Kan dette åpne opp for nye kundegrupper?

Ved at både kandidaten og deretter Framo analyserer teknologitrendene er dataen som kommer ut fra dette bedre. Dette øker sannsynligheten for at ny teknologi kan bli implementert og forbedre leveransen.



Ettersom både leveransen til Framo og teknologitrendene endrer seg, vil resultatene fra en teknologitrendsanalyse forandre seg med tiden. Det er ikke nødvendigvis et fasitsvar på hva som er de viktigste trendene. Resultatet fra analysene kan bli forskjellige ut fra hvem som gjennomfører dem. Det gjør det ekstra nyttig å ha med flere når analysene gjennomføres. Da kan flere aspekter bli belyst.

Teknologitrendene gir et nyttig utgangspunkt for innovasjon. Innovasjon handler om å skape noe nytt, og utnytter kreativitet og kunnskap. Hvilke løsninger som utvikles, vil være avhengig av den personen som gjennomfører dette. Det gjør at resultatene fra en slik analyse vil være ulike ut fra hvem som gjennomfører de. Det kan redusere mulighetene for repeterbare resultater. Fordelen med dette, er at ulike personer kan komme med ulike løsninger, som på ulike måter kan forbedre en leveranse.

## 5 Presentasjon av leveransen Framo utvikler

Dette kapittelet presenterer leveransen Framo holder på å utvikle. Dette kapittelet er hovedsakelig basert på informasjon som er tilnærmet gjennom samtaler med ansatte hos Framo.

Kapittelet begynner med litt innledende informasjon i kapittel 5.1. Deretter presenteres utviklingen av den nye produktporteføljen med to nye pumper til oppdrettsnæringen i kapittel 5.2. Det er store variasjoner i anleggene disse pumpene skal benyttes i, hvilket vises i kapittel 5.3. Kapittel 5.4 ser deretter litt på hvordan Framo utnytter kompetansen de har på hydrodynamikk for å skape best mulige strømningsforhold i anleggene pumpene skal være i. Framo har også andre leveranser som kan leveres med, som omtales i kapittel 5.5. Til slutt blir kontrollsystemet presentert i kapittel 5.6. Dette kapittelet er litt mer omfattende, ettersom kontrollsystemet danner et viktig grunnlag for bruk av teknologitrender.

### 5.1 Innledende informasjon om utviklingen av nye leveranser

Strømningssystemer er noe Framo AS har god kompetanse på, og noe Framo ønsker å videreutvikle inn mot oppdrettsbransjen. De ønsker å utnytte kompetansen sin på fluiddynamikk og pumpeteknologi for å hjelpe kundene å tilpasse anleggene sine slik at de får best mulige strømningsforhold for vannet. Framo ønsker altså ikke bare å selge et produkt, men de ønsker å være en leverandør av et strømningssystem som er tilpasset kundens behov. På denne måten selger Framo en pakke med både rådgivning, valg av produkter, installasjon og service.

Dette gjør det utfordrende å definere hva som selges. Det er ikke bare et produkt, men det er ikke en direkte tjeneste heller. Pumpene som lages er like, og de blir ikke spesialtilpasset til hver leveranse. Dette er kjennetegn på et produkt. Når pumpen selges, tilbys det langt mer enn bare en pumpe. Framo ønsker å bistå med kompetanse på hvordan pumpene deres kan fungere best mulig, og hvordan omgivelsene kan tilpasses for å skape optimale forhold. Slik tilpassing kjennetegnes mer av en tjeneste. Den totale pakken Framo selger vil derfor bli omtalt som «leveransen» videre i oppgaven. Når ordet produkt benyttes, handler dette om pumpen med tilhørende kontrollsystem.

For å kunne bistå med mest mulig kompetanse, har Framo etablert et testsenter. Testsenteret er laget til for å kunne modellere, simulere og teste ut nye løsninger. Dette består av et mekanisk verksted, 3D-printere, elektrolaboratorium og et testbasseng, og er allerede i bruk under utvikling av nye løsninger.

Pumpeteknologi vil være i sentrum av de nye løsningene som utvikles, da dette er noe Framo AS har god kompetanse på. Produktene som utvikles er deretter tenkt å bli produsert på Framo AS sine fabrikker i Hordaland.

### 5.2 Utvikling av produktporteføljen

Oppdrettsnæringen stiller andre krav til pumpene enn de andre bransjene Framo AS leverer til. Dette gjør at Framo har begynt utviklingen av flere nye pumper. Lav løftehøyde og stor gjennomstrømning er to nøkkelord for disse nye pumpene.

Løftehøyde oppgis i meter vannsøyle og beskriver hvor stort trykk pumpen kan levere, og dermed hvor mye motstand den kan overvinne i et system. Hvor dypt vannet hentes fra er ikke av betydning, det er løftehøyden over vann som betyr noe. Dersom vann skal forflyttes under vann, vil det bare være behov for å overvinne friksjon i rør og eventuell vektforskjell på vannet grunnet ulikt saltnivå.

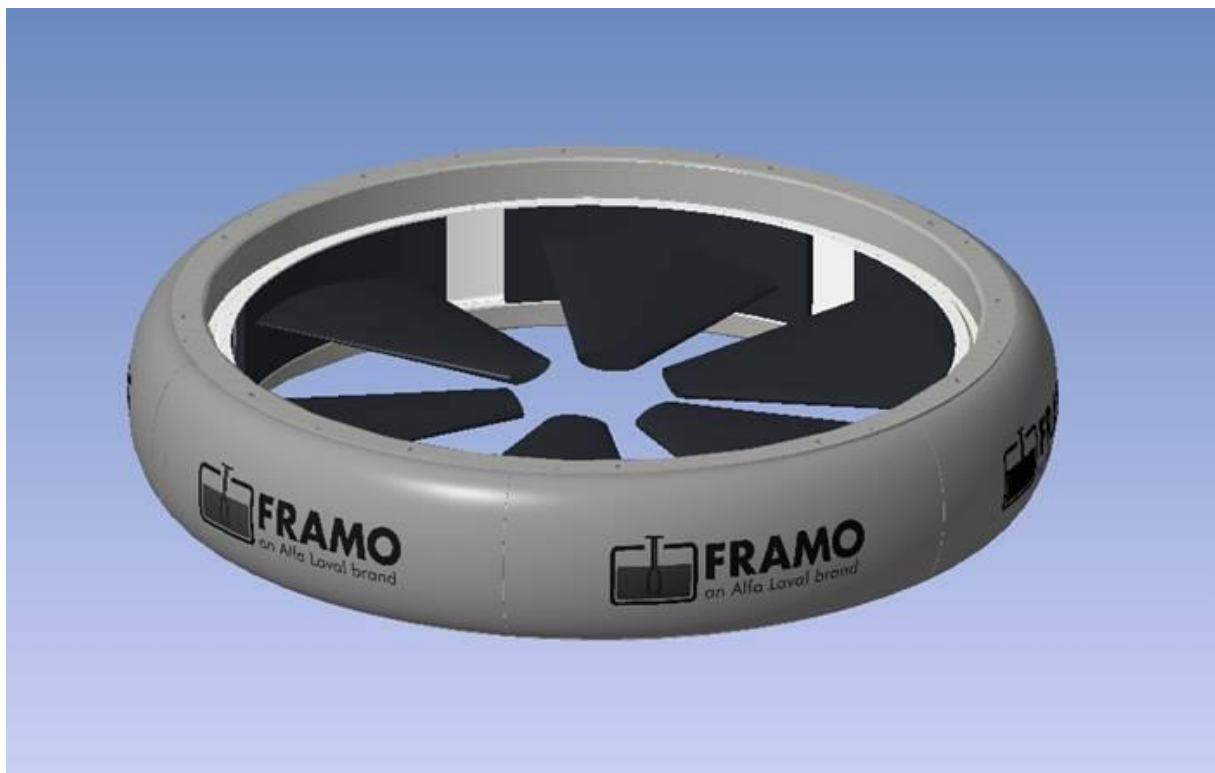
Gjennomstrømning beskriver hvor stort volum som går gjennom pumpen per tidsenhet. En vanlig benevnelse for dette er  $m^3/t$ , altså kubikkmeter per time.

Det utvikles nå to nye pumper for å tilfredsstille de spesifikke behovene oppdrettsnæringen har. Pumpene skal ha elektrisk drift og er beregnet på å stå under vann. Det viktigste designkriteriet er at pumpene skal være robuste slik at de har høy driftssikkerhet. Det nest viktigste kriteriet er god virkningsgrad på pumpen. Virkningsgraden handler om at pumpen skal være effektiv. Ønsket er at mest mulig av den tilførte energien går til å drive pumpen, og minst mulig av energien går til tap som for eksempel varmetap.

Begge disse pumpene er under utvikling, og det arbeides nå (februar 2019) med å lage prototyper av pumpene. Felles for begge pumpene er at de er nullutslippspumper, som betyr at de ikke har noe utslipp til omgivelsene sine. Begge pumpene er beregnet på å stå neddykket under vann, slik de fleste pumpene til Framo AS gjør. Dette har Framo AS lang erfaring med. De nye pumpene har fått navnene SR2000 og SEA315.

### 5.2.1 SR2000

SR2000 er i diameter den største pumpen Framo har laget. Pumpen er spesiallaget for applikasjoner med tilnærmet ingen løftehøyde, slik som flytende installasjoner eller landanlegg som ligger i samme høyde som sjøen. Pumpen er designet for svært stor gjennomstrømning. Figur 4 viser en foreløpig designskisse av pumpen.



Figur 4 - Framo SR2000 (gjengitt med tillatelse fra Framo Innovation AS)

Pumpen er estimert til å ha en startpris på i overkant av en million kroner inkludert kontrollsystem. Prisen er avhengig av hvor omfattende kontrollsystem den selges med, og prisen vil også stige dersom kunden ønsker ytterligere motorkraft. Pumpen kan leveres med flere ulike motoralternativer.

Teknisk data, SR2000:

Diameter: 2 m  
Løfthøyde: 0,5 m (beregnet på å overvinne friksjonen som vil være i rørene)  
Kapasitet: 17.000 m<sup>3</sup>/t  
Effekt: 60 kW  
Materiale: Syrefast stål, 316L

Annen teknisk data:

- Motoren er en RIM-drevet permanentmagnetmotor. En tradisjonell motor måtte hatt gir for å få lavt nok turtall, noe som ikke trengs med denne motortypen.
- Pumpen inneholder ingen olje og har sjøvannssmurte glidelagre.
- Motoren er dobbelsikret mot vanninntrengning ved å hermetisere den (sveiset tett under montering) og deretter innkapsle den i en varmeledende plast ved hjelp av vakuurstøping.
- Pumpen kommer til å ha anoder for å beskytte den mot korrosjon, ettersom den er laget av 316L. Anodene er beregnet for å vare hele pumpens levetid. En stål kvalitet som ikke trenger anode, har dobbel pris sammenlignet med det stålet som er benyttet.
- Pumpen produseres på Framo Flatøy AS og Framo Fusa AS.

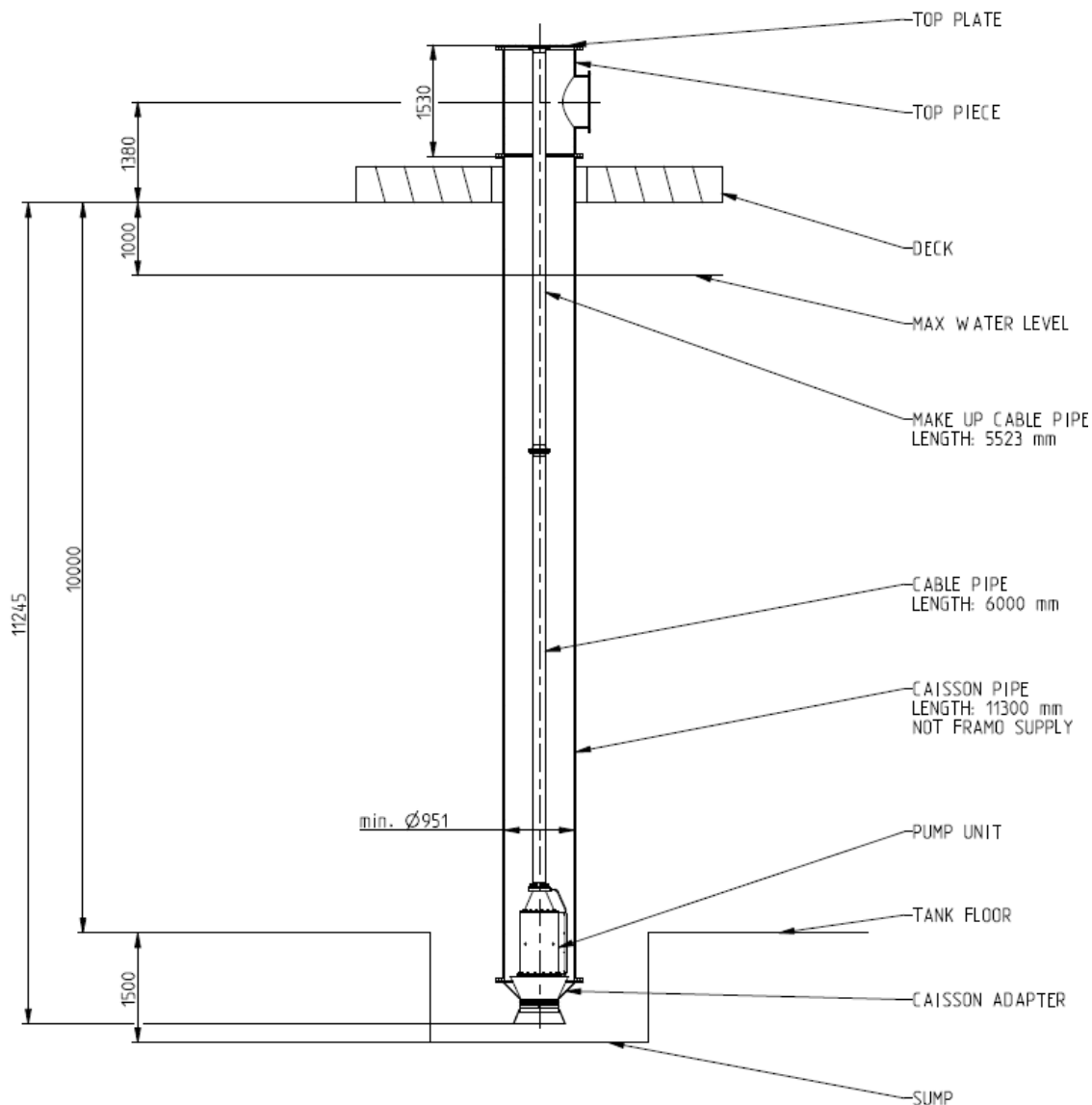
### 5.2.2 SEA315

Denne pumpen er basert på designet av en annen pumpe Framo AS har hatt god erfaring med. Pumpen er redesignet ved bruk av moderne beregningsverktøy og tilpasset for nye produksjonsmetoder.

Pumpen er designet for landanlegg eller andre anlegg der det trengs litt større løfthøyde, og høy kapasitet. Dersom vannet i et anlegg skal filtreres vil dette føre til ekstra motstand i systemet, og denne pumpen vil være godt egnet. I tillegg til oppdrettsanlegg er denne pumpen også godt egnet for hurtig tømming av tørrdokker.

Prisen på pumpen vil begynne på rundt 600.000-700.000 kroner med kontrollsystem. Dersom et mer omfattende kontrollsystem skal installeres, vil prisen øke.

Figur 5 viser en SEA315 pumpe montert i rør. Pumpen står inni røret som leder vannet opp.



Figur 5 - Framo SEA315 med rør (gjengitt med tillatelse fra Framo Innovation AS)

#### Teknisk data, SEA315:

Diameter impeller:	495 mm
Løfthøyde:	10 m
Kapasitet:	3500 m <sup>3</sup> /t
Effekt:	110 kW
Materiale pumpehus:	Syrefast stål, 316L
Materiale impeller:	Karbonfiberforsterket nylon
Materiale aksling:	Syrefast stål, 254 SMO
Materiale rotor	Aluminium

#### Annen teknisk data:

- Impelleren skal 3D-printes i karbonfiberforsterket nylon
- Vannet fra pumpen leveres i et rør som står utenpå pumpen.
- Motortypen som skal benyttes er en induksjonsmotor.
- Motorrommet er fylt med luft istedenfor olje som er vanlig å bruke på Framo sine pumper.

- Det luftfylte motorrommet er adskilt fra omgivelsene med en tetning som kontinuerlig slipper inn små mengder vann. Ved gitte intervaller blåses luft gjennom pumpen for å blåse ut vann som er kommet inn. Ved å overvåke lekkasjeraten, overvåkes da også tilstanden på tetningen. En egen sensor er montert inni pumpehuset for å detektere vann over et gitt nivå. Dersom denne sensoren aktiveres utløses det en alarm og luftblåsing startes for å tømme ut vannet i pumpen.

### 5.3 Systemdesign

Det er utfordrende å vise frem en skisse av systemet til Framo, ettersom leveransene er svært ulike. Likevel har systemene en del likheter, slik som at samtlige anlegg er basert på Framo sine pumper.

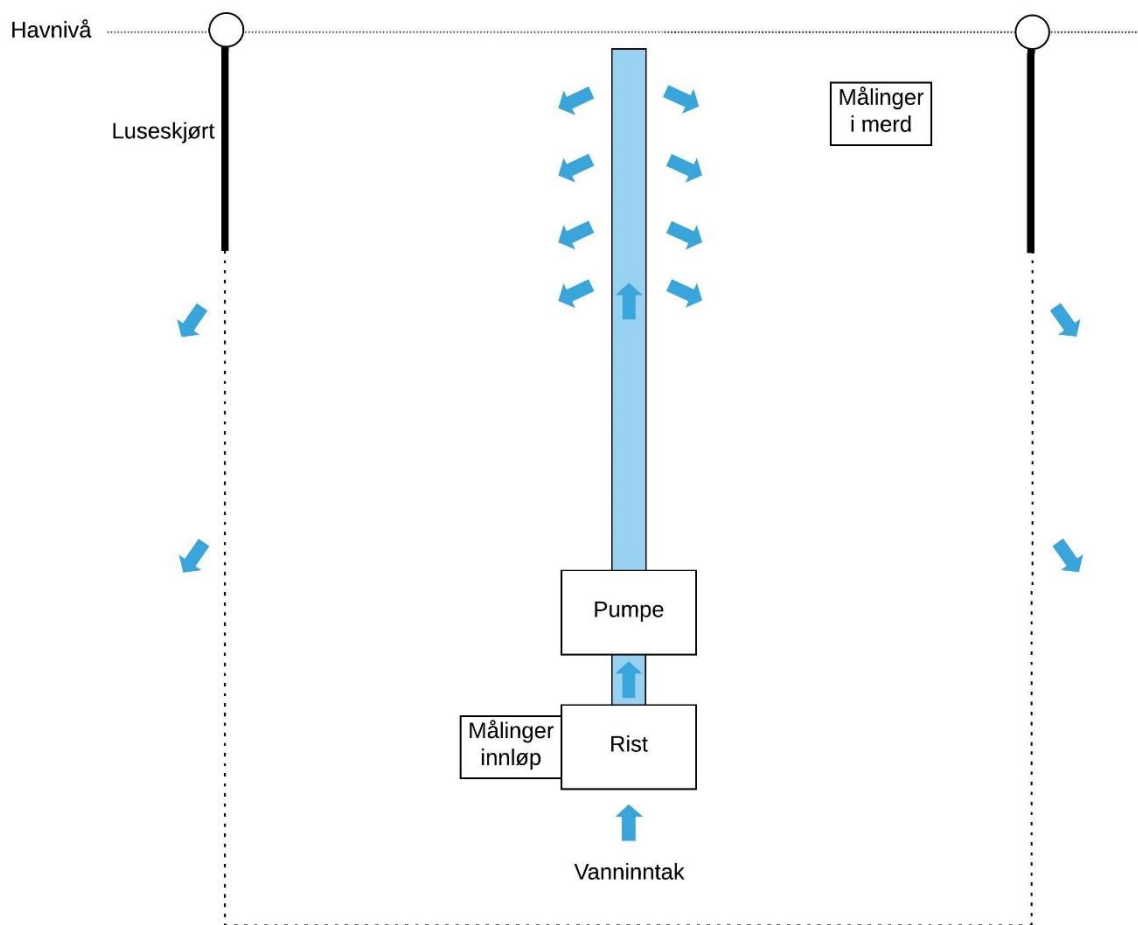
#### 5.3.1 Skisser av ulike konsepter

Det er tre ulike konsepter for oppdrettsanlegg; åpne, semilukkede og lukkede anlegg. Åpne anlegg er de tradisjonelle åpne merdene. Framo har ingen løsninger tilpasset åpne anlegg, da disse anleggene baserer seg på at vannet skal gå fritt gjennom anlegget uten bruk av pumpe.

##### 5.3.1.1 Semilukkede anlegg

Her har Framo hovedsakelig en løsning de satser på. Denne løsningen er tidligere vist i Figur 1 på side 13, og er gjengitt i en skisse i Figur 6. Merden har luseskjørt ca. 5-8 meter ned langs sidene, i tillegg til nett på sidene og i bunnen. Totalt er merden 30 – 40 meter dyp. Nettet hindrer at fisken rømmer, men gjør det mulig for vann å renne ut. En pumpe står i lusefri dybde, og pumper vann opp gjennom en duk-tunell. Vannet fordeles så ut i merden gjennom denne duk-tunellen. Det tas målinger ved inntaket til pumpen og i merden. Det vil variere hvilke målinger som tas, derfor er dette generalisert i tegningen. Målinger vil bli beskrevet nærmere senere i kapittelet «Instrumentering».

Ved innløpet til pumpen er det montert en rist. Risten skal hindre større fremmedlegemer og fisk å komme inn i merden samt beskytte propellen i pumpen mot gjenstander som kan sette seg fast og ødelegge den.



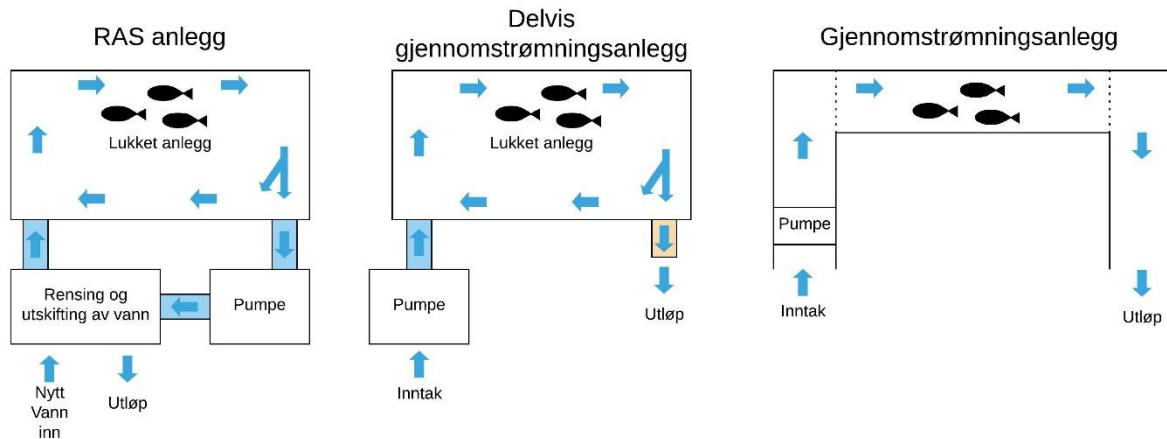
Figur 6 - Skisse av semilukket anlegg med luseskjørt

Duk-tunellen er tenkt å lages i samme materiale som luseskjørtene, som er et dukmateriale.

Dersom pumpen i et semilukket anlegg stopper, vil ikke dette få så kritiske konsekvenser. Fisken har rikelig tilgang til vann, selv om sirkulasjonen blir dårligere og fisken da ikke får svømt og beveget seg i motstrøm som tidligere. I semilukkede anlegg er det kun en Pumpe, og ingen backup-løsning dersom denne stopper.

### 5.3.1.2 Lukkede anlegg

De lukkede anleggene er svært forskjellige, og har store variasjoner. Tre hovedprinsipper for lukkede anlegg er vist i Figur 7, og er RAS-anlegg, gjennomstrømningsanlegg og delvis gjennomstrømningsanlegg.



Figur 7 - Ulike prinsipper for lukkede anlegg

RAS står for Recirculating Aquaculture Systems. Et RAS-anlegg er et anlegg der bare deler av vannet skiftes ut, og resten av vannet resirkuleres. Da blir vannet gjerne filtrert, før det tilsettes oksygen, og CO<sub>2</sub> og ammonium fjernes.

Et gjennomstrømningsanlegg er et anlegg der vannet går rett gjennom anlegget og ut. Preline er et eksempel på et slikt anlegg. Der pumpes vannet gjennom et stort ovalt rør hvor fisken svømmer rundt, før vannet går direkte tilbake i havet.

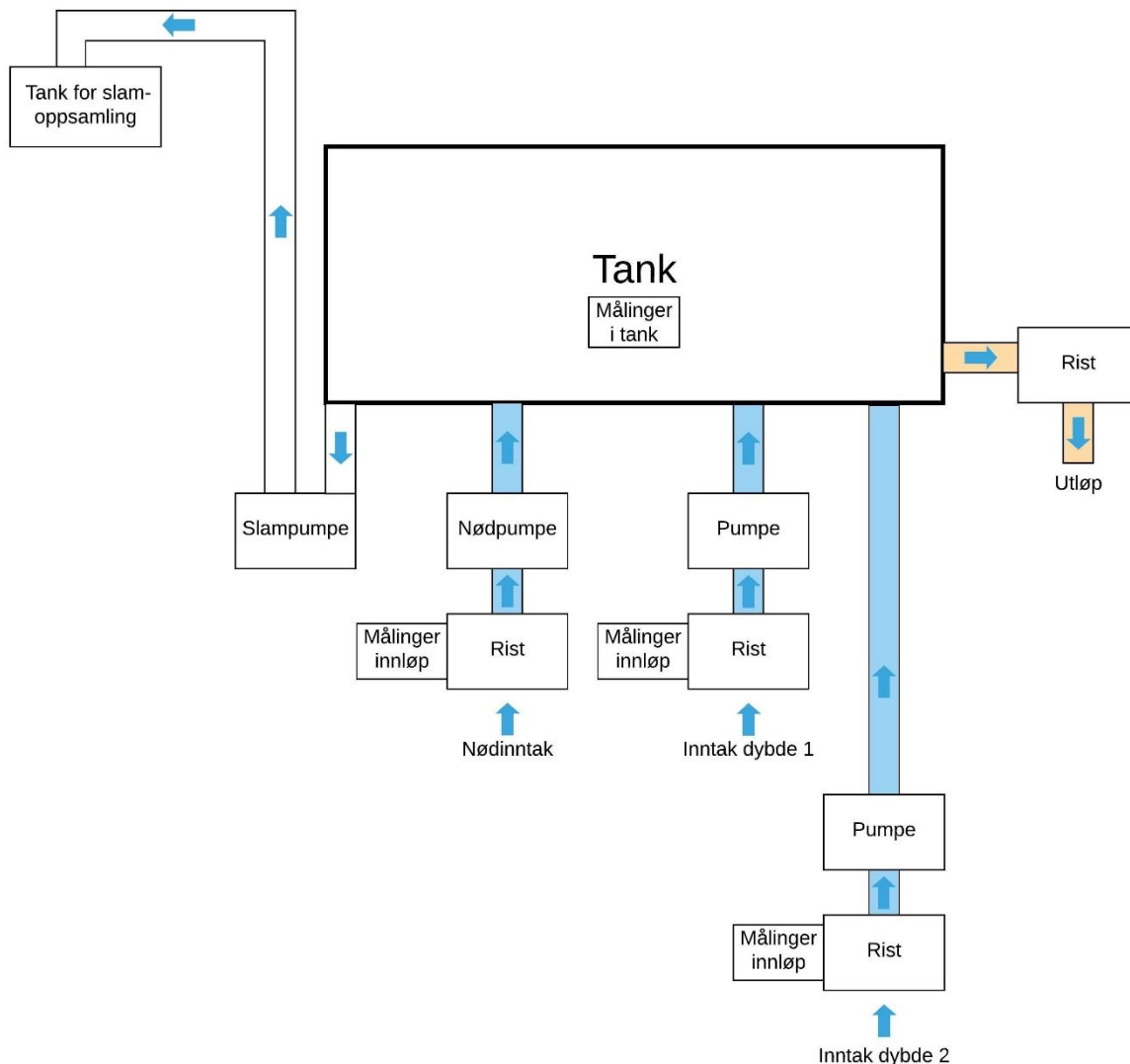
Delvis gjennomstrømningsanlegg er anlegg der nytt vann pumpes inn i et lukket anlegg, og tilsvarende vannmengde renner ut igjen. Vannet blir værende i anlegget en liten stund før det blir skiftet ut, derav navnet delvis gjennomstrømningsanlegg.

Framo jobber med alle disse tre typene lukkede anlegg. De fleste anleggene er i sjø, men anleggene kan også være på land. Dette beskriver litt av bredden av løsninger som arbeides med til de ulike kundene.



### 5.3.1.3 Prinsippskisse av et lukket delvis gjennomstrømningsanlegg

For å vise et eksempel på et anlegg, benyttes et delvis gjennomstrømningsanlegg.



Figur 8 - Skisse av lukket anlegg med slampumpe og nødpumpe

Figur 8 viser et anlegg som henter inn vann fra ulike dybder ved hjelp av ulike pumper. Vannet kommer inn i tanken gjennom spesialtilpassede dysesystemer som sørger for optimale strømningsforhold. Vannet renner deretter ut fra tanken gjennom en rist. Vannet slippes ut på en slik måte at strømmingen i karet forblir best mulig.

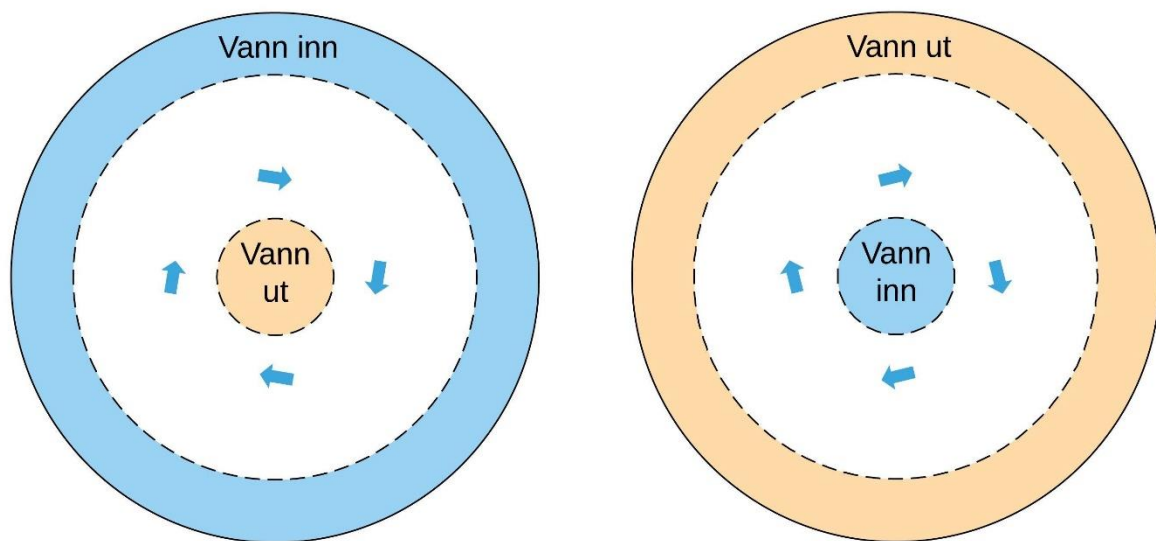
Dersom det skulle bli problemer med pumpene, er det også mulig å ha nødpumper i anlegget, slik det er vist på Figur 8. Da er det en (eller flere) ekstra pumpe(r) i systemet som er helt uavhengig av de andre, og kan kjøres i nødstilfeller. Nødpumpen har gjerne en dieselgenerator eller en annen alternativ kraftkilde slik at den kan kjøres også ved strømbrudd. For å sikre at pumpen fungerer dersom det blir feil på kontrollsystemet, er denne uavhengig av dette, og må styres separat.

En slampumpe håndterer avfall fra tanken slik som rester av for og avføring fra fisken. Dette pumpes opp til en tank på oppdrettsanlegget.

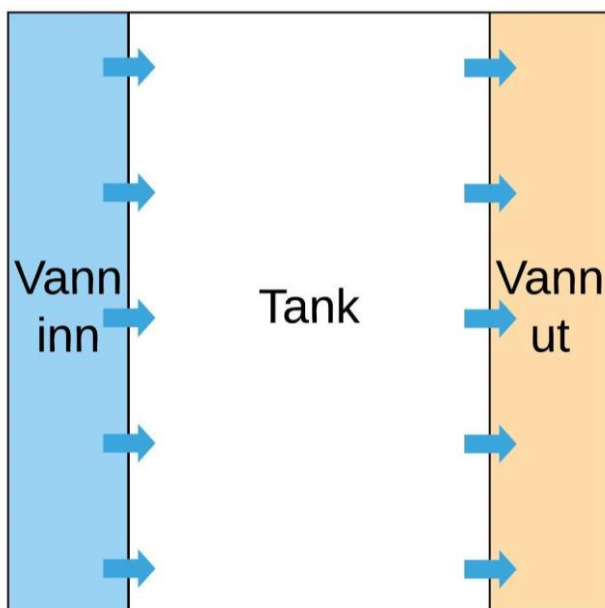
Det gjøres målinger av ulike parametre ved hvert vanninntak, samt i tanken.

### 5.3.1.3.1 Fordeling av vann i lukkede tanker

Vannet kan fordeles på ulike måter i tankene. Eksempler på dette er vist i Figur 10 og Figur 9, som viser skisser på anlegg sett ovenfra. Figur 10 viser en sylindrisk tank der vannet kommer inn i midten, og slippes ut langs sidene og motsatt. Anleggene kan også være rektangulære. I disse anleggene er det en strømning i karet som fisken kan svømme motstrøms og få trent og beveget seg. Figur 9 viser et anlegg der vannet kommer inn i den ene enden av bassenget, og renner gjennom bassenget for så å gå ut i den andre enden. Denne strømningen er rolig, og minner om sirkulasjonen fisken vil oppleve i en fjord. Framo har mange ulike kunder de samarbeider med i design av anlegget, og det eksisterer mange ulike løsninger for sirkulasjon av vannet. Figur 10 og Figur 9 viser de tre mest generelle løsningene.



Figur 10 - Skisse ovenfra av sylindrisk anlegg



Figur 9 - Skisse ovenfra av en løsning for et lukket anlegg

## 5.4 Spesialtilpassede systemer

Løsningene som ble vist over viser litt av variasjonen i leveransene til Framo. Framo må forholde seg til mange ulike kunder som jobber med ulike oppdrettsløsninger. Dette gjør det vanskelig å standardisere leveransene, og gjør det ekstra viktig å kunne levere kompetanse på strømning og hydrodynamikk. På den måten blir pumpesystemene best mulig tilpasset til hver enkelt leveranse.

For hver leveranse går Framo inn og ser på hvordan vannet går inn i anlegget, og hvordan det skal gå ut av anlegget. Deretter ser Framo på hvordan dette kan optimaliseres, og hvordan anleggene kan bli mest mulig effektive. Framo ser på en helhet i systemet, og er ikke bare opptatt av å levere vann til et punkt, for deretter å la kundene selv ordne med gode strømningsforhold. Framo er opptatt av å lage en helhetlig løsning som sikrer optimal fordeling av vannet i anleggene, og som sikrer best mulig strømning i anleggene. Dette gjør at dyser og innløpssystemer også er en viktig del av Framo sin leveranse. Framo benytter sin kompetanse på hydrodynamikk for å skape optimale forhold, og anser dette som en viktig del av sin leveranse.

Når det tilføres vann i et anlegg, må tilsvarende vannmengde ut av anlegget for å holde et jevnt nivå i tanken. Dette kan gjøres på flere måter. En løsning er å pumpe vann inn, og ved hjelp av regulering bestemme hvor mye vann som skal pumpes ut. Dette krever dobbelt sett med pumper.

Framo har mest tro på å kun pumpe vann inn i systemet, for deretter å la det renne naturlig tilbake i sjøen. Dette gjør at de ikke trenger å ha kontroll på nivået i tankene, fordi det alltid vil være slik det skal når vannet renner naturlig ut av tanken.

Det er krav om at det skal være dobbel sikring mot rømning, så det må være to barrierer på alt av inntak og utløp. Dette kan løses med rister eller nett. Før vannet går inn i pumpen er det tenkt å ha en rist for å hindre store gjenstander å komme inn i anlegget og for å unngå skade på pumpen.

Alle rister og hindringer skaper motstand i systemet, som gir trykkfall. Dette trykkfallet gjør at pumpen må jobbe mer for å pumpe vann inn i systemet, og gir derfor økte energikostnader. Derfor er det et mål å redusere denne motstanden i systemet.

## 5.5 Andre leveranser

### 5.5.1 Slampumper

Framo leverer også slampumper for å tømme ut slam i lukkede oppdrettsanlegg. Til dette benytter de SEA315 pumpen, som de da gjerne kjører på redusert belastning.

### 5.5.2 Ballastsystemer

Enkelte av anleggene har også behov for ballastsystemer. Et ballastsystem gjør det mulig å heve og senke deler av anlegget. Dette benyttes hovedsakelig for å få anleggene til å ligge rett. Et eksempel på dette kan være dersom det nærmer seg tomt for fiskefôr, og anlegget dermed er lettere enn vanlig på den ene siden. Da vil denne delen av anlegget ligge høyere i vannet. Ved hjelp av et ballastsystem kan det pumpes vann i tanker under anlegget, slik at det blir tyngre, og anlegget blir liggende rett.

Andre kunder ønsker gjerne et ballastsystem for å kunne heve og senke hele installasjonen, slik at den kan heves opp av sjøen for vedlikehold.

## 5.6 Kontrollsystemet

Kontrollsystemet er hjernen i systemet, og er en viktig del av Framo sin leveranse. Dette er et viktig grunnlag for å legge til rette for bruk av teknologitrender. Derfor er dette fokusert litt ekstra på. Kapittelet er ikke ment til å gi en grundig teknisk forståelse for kontrollsystemet, men er ment som en liten innføring i noen av de mest sentrale tankene.

### 5.6.1 Krav og forventninger til kontrollsystemet

De nye oppdrettsanleggene gir muligheter for å ha bedre kontroll i merden, og vannstrømningen er en sentral del av dette. Kontrollsystemet skal styre dette på en god måte, slik at forholdene i merdene blir best mulige.

Som tidligere kapitler har vist, er det store variasjoner i leveransene. Noen anlegg er små, og har bare en pumpe med en enkel styring. Andre anlegg er store og komplekse, og ønsker mer avansert regulering. Anleggene stiller dermed ulike krav til kontrollsystemet. Etter hvert som det utvikles nye oppdretts-løsninger, er det antatt at variasjonen vil øke ytterligere.

Den store variasjonen i leveransene gjør det vanskeligere for Framo å standardisere kontrollsystemet. Det gjør at de lett kan ende opp med å lage ulike kontrollsystemer til hver enkelt leveranse. Når det utvikles på nytt hver gang, tar det mye tid og øker variasjonen i programmene. Dette øker sannsynligheten for feil.

Framo har satt opp noen krav til hvordan de ønsker at kontrollsystemet skal fungere. Blant annet skal det være fleksibelt og standardisert, og være tilrettelagt for gjenbruk av kode. For pumpene vil en del funksjoner alltid være lik, som for eksempel start og stopp av en pumpe. Selv om anleggene er ulike, vil grunnlogikken altså være lik for mange av systemene.

### 5.6.2 Framo sitt nye kontrollsystem

Det nye kontrollsystemet bygger mye på modularisering. En modul kan være en smartpumpe, en sensor eller en styringsenhet. Ved å utvikle disse slik at alle enhetene passer sammen, kan anlegget bygges ved å sette sammen de ulike modulene som byggeklosser i et system. Da er det lett å legge til flere pumper eller ekstra sensorer.

I tillegg til fysiske moduler, blir også kontrollsystemet, som skal styre og benytte modulene, laget på en standardisert måte. Dette skal utvikles som et bibliotek med kode, som kan benyttes for alle de ulike leveransene. Da kan ulike funksjoner aktiveres og deaktiveres i programmet ut fra hvordan det skal fungere. Ved å utvikle ett stort bibliotek med alle funksjonene, gjør dette at faren for tilfeldige feil reduseres. Framo kan fokusere på å utvikle et robust og solid program. Ettersom det skal brukes overalt kan de fokusere ressurser på å utvikle dette. Dersom en feil oppdages i koden, kan denne rettes opp i, og et nytt og revidert kode-bibliotek kan implementeres på alle enhetene. Dersom nye funksjoner skal legges til, kan det lages ny kode i biblioteket for dette.

Et av målene med dette er å generere minst mulig ekstra ingeniørarbeid ved salg av en leveranse. I stedet for at ingeniørene må programmere hver leveranse, blir det heller en konfigurering der ulike funksjoner og muligheter blir aktivert eller deaktivert ut fra hvordan leveransen skal fungere. En funksjon kan for eksempel være en alarm eller aktivering av en tilleggstjeneste. Ved å sette sammen leveransen av standardiserte moduler, vil det være lettere å optimalisere hvordan anlegget fungerer. Dette sikrer at kunden får et gjennomtenkt og skikkelig anlegg, som er enda bedre enn dersom det hadde blitt spesialtilpasset kun til dem.

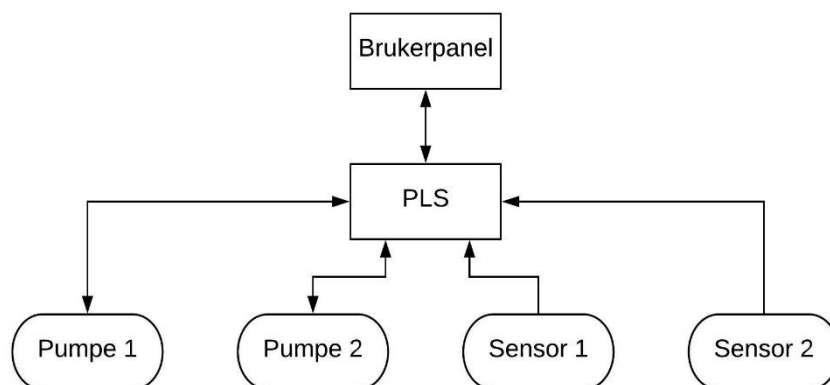
Framo ønsker å standardisere både software og hardware som hører til i kontrollsystemet. Hardware kan være utstyr som sensorer og annet materiell. Denne standardiseringen gjør at det bør legges arbeid ned i å finne godt utstyr som er egnet til formålet. Dette er med å sikre kvaliteten på leveransen. Ved å ha samme materiell på anleggene ute, er det lettere å skaffe riktige reservedeler. Dersom det skulle avdekkes en svakhet, kan denne lettere utbedres på alle anleggene som er rammet, ettersom det er likt. Slik blir leveransene godt uttestet, og kan optimaliseres etter hvert som det oppdages bedre løsninger.

### 5.6.3 Ny kommunikasjonsstruktur for kontrollsystemet

Det nye kontrollsystemet skal være objektorientert og bestå av smart utstyr. Smart utstyr vil bli omtalt mer i kapittel 5.6.5. For å forstå hvilke endringer dette vil medføre, vil først et tradisjonelt kontrollsystem bli beskrevet før det nye presenteres.

#### 5.6.3.1 Tradisjonelt kontrollsystem

Figur 11 viser en prinsippskisse for hvordan et tradisjonelt kontrollsystem kan fungere. En PLS er kjernen i dette systemet, og alle avgjørelsene blir tatt av PLS-en. PLS står for programmerbar logisk styring, og er en liten datamaskin med fysiske innganger og utganger. Den kan eksempelvis ta imot signaler fra en sensor, og programmeres til å gi signal for å starte en pumpe når gitte betingelser er oppfylt. Dette er hjernen i systemet, og PLS-en styrer anlegget. Alle pådragsorganer og sensorer sender og mottar signaler fra PLS-en som betjenes via et brukerpanel. Brukerpanelet kan for eksempel være et tradisjonelt brukerpanel med trykknapper eller en touch-skjerm.

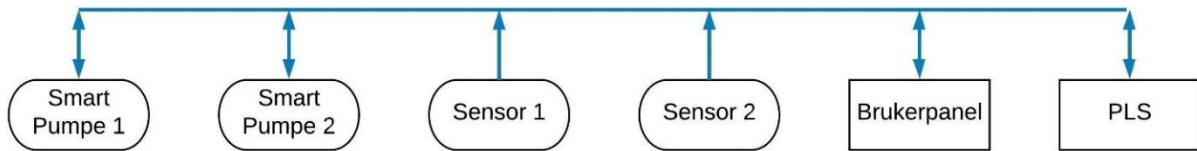


Figur 11 - Prinsippskisse på et tradisjonelt kontrollsystem

En svakhet med denne strukturen er at all informasjonen går til PLS-en. PLS-en er den eneste som tenker og kan ta avgjørelser i systemet, hvilket gir en del begrensninger. Dette gjør at den må bearbeide mye data, og alle som ønsker data må få det fra denne. Dataen som sendes er kun verdier, som deretter må tolkes før den kan benyttes. Dersom informasjon skal logges, må dette gå via PLS-en, som også må fortelle hvilken informasjon dette er, ettersom signalene ikke inneholder noe mer informasjon enn en verdi. Når signalene sendes som verdier uten tilleggsinformasjon, gjør dette at brukerpanlene må programmeres slik at informasjonen blir presentert riktig. Deretter må det legges inn hvilken måleenhet verdien er oppgitt i, og eventuelt hvor målingen er tatt.

### 5.6.3.2 Nytt kontrollsystem

Figur 12 viser en prinsippsskisse for hvordan Framo har tenkt å sette opp kontrollsystemet sitt. Istedenfor at alle enhetene kun kommuniserer med PLS-en, kommuniseres det nå på et nettverk der enhetene kan få data fra andre enheter. Dette er gjort mulig ved å lage smarte enheter og ved å utnytte mulighetene i OPC-UA. Dette gir raskere og bedre informasjonsflyt i systemet.



Figur 12 - Prinsippsskisse på et nytt kontrollsystem

Metoden for kommunikasjon som vises i Figur 12, benytter seg av OPC-UA. Dette er en objektorientert nettverksstruktur som er svært godt tilpasset for Industri 4.0 [26]. Blant annet legger OPC-UA til rette for skylagring og bruk av data fra maskinlæring. Det legger også til rette for mange av mulighetene i tingenes internett, slik som kommunikasjon mot andre systemer i bedriften [27]. Dette gjør kontrollsystemet tilpasset for bruk av teknologitrender. OPC-UA er beregnet for bruk i nettverk, og er uavhengig av fabrikat og plattform. Dette betyr at produkter fra ulike merker kan kobles til, og at det støttes av både Apple, Linux og Windows [26]. Protokollen som OPC-UA benytter seg av inneholder viktige sikkerhetsfunksjoner. Dette sikrer at dataen som blir levert er riktig, og ikke er blitt forandret.

Bruken av OPC-UA gjør at det kan utveksles mer og bedre data. Når en verdi leses, har denne verdien også referanser til informasjon som er nødvendig for å forstå den. Tallet 10 betyr for eksempel ingenting før en har kunnskap om at dette er temperatur som måles i celsius, og at temperaturen er målt ved pumpens innløp. OPC-UA gir muligheter for å sende slik metadata (tilleggsinformasjon). Når enhetene som kobles til har informasjon om seg selv, er det lettere for andre enheter i systemet å kommunisere med enheten.

Det benyttes en objektorientert tankegang når anlegget programmeres. Enkelt forklart gir dette gode muligheter for å skape effektive strukturer, oversiktlig programmering og gjenbruk av kode. En objektorientert tankegang handler om at det kan opprettes objekter i programmet som kan inneholde data, funksjoner og metoder. For eksempel kan det opprettes et sensor-objekt der objektet inneholder måleverdier, alarmgrenser og annen informasjon. Det gjør det lett å tolke dataen for enhetene i systemet.

### 5.6.4 Generalisert fremstilling av systemet

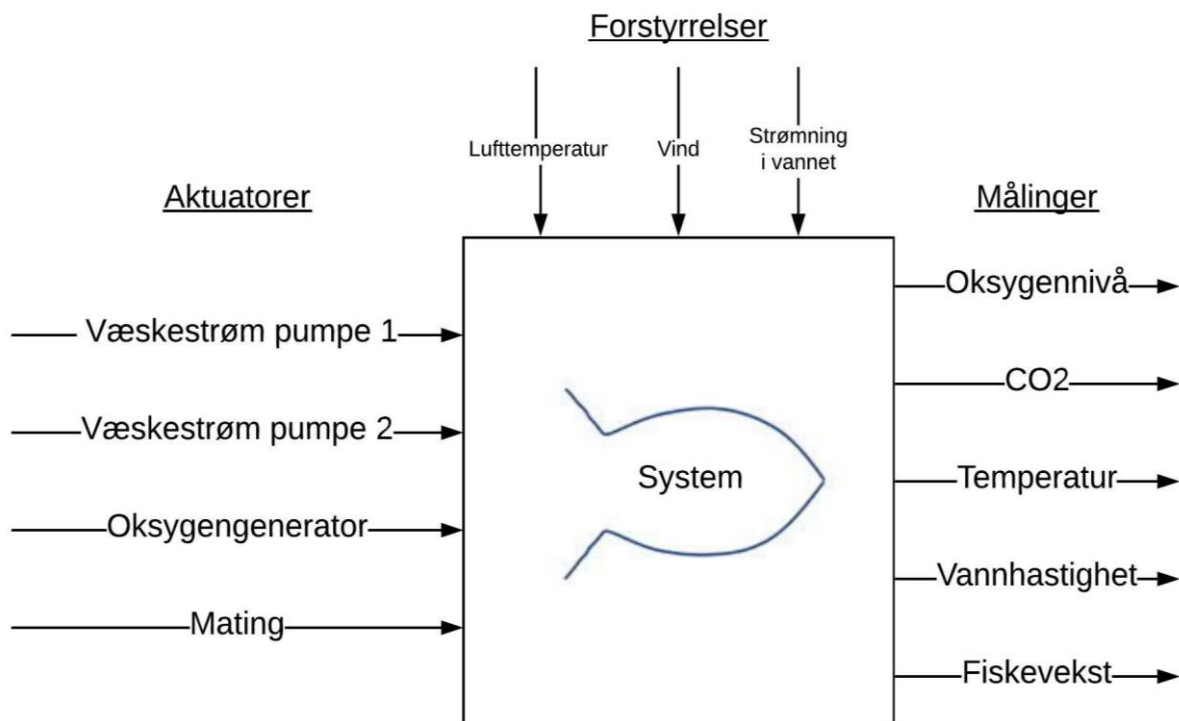
Den objektorienterte tankegangen legger veldig til rette for å generalisere. Framo tenker å standardisere programmet slik at programmet styres etter behov istedenfor etter konkrete beskrivelser av hvordan ting skal gjøres. Dette kalles en service-orientert arkitektur, og kan minne litt om overgangen til tjenesteleveranser der det fokuseres på å levere tjenester som oppfyller et behov istedenfor å levere et produkt. For eksempel ønsker Framo å programmere slik at hoved PLS-en kan gi smartpumpen en kommando som «skap en strømning i anlegget», og at pumpen selv inneholder kode for å håndtere dette. Alternativt kunne hoved PLS-en gitt en kommando til smartpumpen om å kjøre på et gitt turtall, for deretter å hente inn måleverdier fra anlegget, og regulere turtallet. Tanken til Framo om å generalisere, gjør det lettere å utvide programmet eller bruke det til andre formål.

Dersom det istedenfor benyttes andre pumper, eller det benyttes ventiler for vannstyring, vil ikke dette påvirke behovet dersom det er generelt fremstilt.

Framo har laget en generalisert fremstilling av systemet, som viser et eksempel på dataen i et oppdrettsanlegg. Skissen gir en fremstilling av hvordan systemet kan påvirkes og styres. De ser på systemet som et sett innganger, utganger og forstyrrelser. Inngangene til systemet er de forholdene som påvirker systemet på en direkte måte, slik som vann som pumpes inn eller mating. En utgang fra systemet er en variabel som endres i systemet, slik som oksygenivå eller temperatur i merden. En forstyrrelse er en ytre påvirkning som ikke kan styres, slik som vind, lufttemperatur eller strøm i vannet. De ytre faktorene kan måles for å forutse hvordan de vil påvirke anlegget. Figur 13 viser et eksempel på en prinsippskisse av et system, og er ment for å gi en forståelse av hvordan det kan fungere.

Kontrollsystemet får inn data fra sensorer, og bruker denne informasjonen til å styre aktuatorene. En aktuator er en enhet som utfører en mekanisk bevegelse, og dermed styrer noe. Dette kan være en ventil eller en smartpumpe som vil gi en påvirkning på systemet. Hovedkontrollsystemet som gir kommandoer til de smarte pumpene, trenger ikke skille mellom hvilken type aktuator det er. Dersom oksygenivået skal økes, spiller det for eksempel ingen rolle for systemet om dette gjøres av en pumpe eller av en oksygengenerator. Det holder å behandle alle innganger som en aktuator og knytte disse mot målinger. På den måten kan man for eksempel knytte pumpehastighet til strømningshastigheten i merden.

Målingene kommer fra sensorer som måler de aktuelle verdiene i systemet. Enkelte av verdiene kan også bli estimert, slik som fiskevekst.



Figur 13 - Prinsippskisse av systemet

### 5.6.5 «Smart» utstyr

Framo ønsker å oppnå den nødvendige fleksibiliteten ved å bygge opp systemet som et nettverk av smart utstyr. Utstyret vil da støtte den service-orienterte strukturen og tilby tjenester via et standardisert grensesnitt. For eksempel vil alle pumpene ha en egen PLS som tar seg av den interne styringen og overvåkingen av pumpen, og tilbyr tjenesten «flytt vann» til det overordnede kontrollsystemet. Dette gjør utstyret mer intelligent, og pumpene blir derfor kalt smartpumper.

All sikkerhetslogikk vil være innkapslet i pumpens egen PLS. Dette er viktig for å ivareta sikkerheten, og gir økt redundans i systemet. Dersom pumpen mister kontakten med anlegget, kan den gå i en forhåndsbestemt modus. Ettersom stans av pumpene kan få fatale konsekvenser for fisken, vil det være naturlig at pumpen går for fullt dersom den mister kontakten. Pumpene vil også ha et lokalt betjeningspanel der pumpen kan styres fra om nødvendig.

Når utstyret er smart, kan det inneholde informasjon om seg selv. For en pumpe kan dette være plassering, kapasitet, dybde vann hentes opp fra og lignende. Når utstyr kobles til i systemet, vil denne informasjonen være tilgjengelig for andre enheter som skal benytte det. Dette gjør konfigureringen enklere. Dersom det blir feil på utstyr, kan dette også kommuniseres til kontrollsystemet, for eksempel ved å gi en alarm. Ved feil på en pumpe kan det i tillegg gis informasjon om at den har 0% tilgjengelig kapasitet. Da kan andre pumper settes i gang istedenfor. Dette krever mer avansert programmering for å få til i et tradisjonelt kontrollsystem.

### 5.6.6 Instrumentering

Systemet som skal leveres er under utvikling, og det er ikke helt bestemt hvilke målinger som skal tas. Dette vil også variere mellom de ulike leveransene. For å kunne levere tilpassede løsninger, ønsker Framo å fokusere på modulisering. Pumpene vil ha en minimumspakke med et standard sett med målinger som er nødvendig for å kjøre pumpen optimalt og overvåke tilstanden på den. For eksempel har de planlagt å måle viklingstemperaturen i motorene. Målinger ut over dette vil bli tilpasset til behovene, og vil bli levert som ulike pakker med smarte målestasjoner som kan tilkobles til kontrollsystemet. For eksempel vil det være behov for flere målinger dersom anlegget skal ha automatisk regulering.

Framo ønsker også å tilpasse leveransen slik at den er tilrettelagt for å hente inn måleverdier fra andre systemer dersom Framo ikke leverer dette. Anbefalinger rundt eierskap til målerne vil bli kommentert senere i kapittel 8.3.2.

Måleutstyr ut over viklingstemperatur i motoren, er tenkt å monteres slik at det kan demonteres uten å måtte ta opp hele pumpen. Det vil gjøre vedlikehold og utskiftning lettere.



## 6 Kartlegging av fiskens og potensielle kunders behov

Undersøkelser av fiskehelse og vannkvalitet var viktig for å få en grunnleggende forståelse for fiskens behov i oppdrettsanlegget. Dette er presentert i kapittel 6.1. Kapittel 6.2 oppsummerer deretter de viktigste funnene fra intervjuene med potensielle kunder.

### 6.1 Vannkvalitet og fiskehelse

Fiskehelse er svært viktig for oppdretterne. Det verste som kan skje er at store mengder fisk dør. Dette taper oppdretterne mye penger på. Dersom fisken er frisk og vokser raskere, tar det kortere tid før oppdretterne får inn penger. Dette er attraktivt, og noe oppdretterne ønsker. Ettersom fiskevekst også gir økonomisk vekst, er dette kunnskap som kan ha stor verdi; spesielt dersom nye sammenhenger oppdages.

Dette kapitlet tar for seg ulike parametre som har påvirkning på fisken. Dette er ment for å gi en videre forståelse for hvordan Framo kan levere anlegg som er tilpasset behovene, og som kan gi økt verdiskapning. Kunnskap om behovene vil være viktig for å vite hvilke teknologitrender som vil være relevante, og som kan være med å løse viktige utfordringer.

Begrenset tilgang til oppdatert litteratur og forskning gjorde det ekstra viktig å få tak i personer med erfaring og kompetanse på området. Det ble lagt vekt på å finne intervjuobjekter som Framo ikke hadde hatt kontakt med tidligere, slik at informasjonen som kom i størst mulig grad var uavhengig og kunne tilføre ny kunnskap. Derfor ble Havforskningsinstituttet og Universitetet i Bergen kontaktet. Universitetet i Bergen har flere relevante utdanninger, blant annet innen havbruk og fiskehelse.

Det ble gjennomført et intervju med dr. Ragnar Nortvedt som er stasjonsleder ved Havforskningsinstituttets akvakulturstasjon på Matre. Han ble anbefalt som en med kompetanse på lukkede og semilukkede oppdrettsanlegg og vannkvalitet.

Are Nylund er professor ved Universitetet i Bergen, og ble anbefalt av universitetet som en ressurs. Han ble intervjuet.

Nofima ble også kontaktet ettersom de driver med forskning innen fiskeri og havbruk. De anbefalte å kontakte Per Brunsvik, som deretter ble intervjuet.

En av de mest sentrale tingene som ble undersøkt, var å finne ut hvilke parametre en visste de ideelle verdiene for, og hvilke parametre en foreløpig ikke visste. Målet med dette var å kartlegge hvilken kompetanse som manglet, for å gi Framo råd til hva de bør fokusere på å finne ut. Det var enighet blant alle intervjuobjektene at parametrene for vannkvalitet var kjent og definert. Spesielle forhold som er tilknyttet de lukkede anleggene er til gjengjeld fortsatt noe usikkerhet rundt, ettersom dette fortsatt er i en tidlig fase, og ikke er like velutprøvd som oppdrett i åpne merder. Hastighet på vannet i de lukkede anleggene er et av de mest sentrale elementene som fortsatt var et emne for diskusjon.

Personene som ble intervjuet hadde stor kompetanse på tematikkene, og var enige om mange av de store linjene. Dette er med å verifisere at dataen som er innhentet er riktig.

#### 6.1.1 Sykdom

Nortvedt forteller at bakterier, virus og parasitter (først og fremst lakselus) kan gi sykdom i et anlegg. Bakterier og virus er de mest aktuelle utfordringene i et lukket anlegg, ettersom lakselus kan holdes ute med filter eller ved å senke vanninntaket til dyp hvor lus ikke er påvist.

Det er også eksempler der det har kommet algeinnovasjoner og det plutselig er kommet mye alger i et område. Da har anlegg eventuelt blitt flyttet for å redusere påvirkningen fra dette. I lukkede anlegg kan det være en utfordring om det har blitt pumpet inn vann med mye alger.

Professor Are Nylund ved UiB jobber med sykdom hos fisk, og mente sjansene for sykdom kunne reduseres ved å ha vanninntaket 30-40m under vann. På den måten hentes vannet ut under planktonsjiktet. Da unngås enkelte parasitter som lakselus og bendelmark som spres via zooplankton. Ulempen med å pumpe inn vann fra 30-40 meters dyp er at marin snø kan komme inn i anlegget, som er partikler av dødt organisk materiale. Dette vil inneholde en del bakterier som kan være skadelig for fisken. Men han mente ikke det ville være mulig å forsvare kostnadene med filterløsninger for å unngå disse problemene. Han trakk også frem at det var andre utfordringer i lukkede anlegg. Når temperaturene er høyere større deler av året, så har det vært noen tilfeller av gjellesykdommer i februar/mars, som tidligere bare var et problem om høsten.

Nortvedt oppgir også at smeltevann i overflaten kan regnes som lusefritt, men at slikt vann i perioder kan ha økt innhold av aluminium, som har toksisk (giftig) effekt på fiskens gjeller.

### 6.1.2 Temperatur

Temperatur er den mest vekstdrivende fysiske parameteren sammen med oksygen, ifølge Nortvedt. Dersom laksen lever fritt i sjøen, kan den selv tilpasse kroppstemperaturen til omgivelsene ved å svømme opp og ned i sjøen, hvor temperaturene vil endres. På sommerstid trekker laks lengre ned i havet da overflatetemperaturen blir høyere. Om vinteren er vannet gjerne varmere lengre nede, og da kan det være positivt for fisken med høyere temperatur på vannet for å vokse best mulig. Dypvannet i noen fjorder kan således betraktes som et varmemagasin om vinteren, slik at det vil være gunstig å pumpe opp dette vannet til et lukket anlegg. Når laksen er i en lukket tank, vil den ikke ha denne muligheten til å justere temperaturen ved å svømme opp eller ned. Derfor er det viktig å ha riktig temperatur i tanken slik at fisken vokser best mulig.

Brunsvik oppga at ideell veksttemperatur for laks var mellom 12°C og 14°C. Undersøkelser utført av NIFES viser at laksen får over 20% redusert vekst dersom temperaturen øker fra 13°C til 19°C [28]. Nortvedt oppgir at de øvre kritiske grensene for temperatur ikke er aktuelt i Norge, og at laksen fint tåler 30°C, selv om den da altså vokser dårligere. Andre arter som kveite er ikke vant til dette, og tåler ikke så høye temperaturer.

Nortvedt forteller at fiskevekst er mulig å forutsi fra publiserte veksttabeller når vanntemperatur og fiskestørrelse oppgis. Dette forteller at forholdet er velkjent, og gir et godt utgangspunkt for å regne på utbytte av temperaturendringer i vannet.

### 6.1.3 Ammonium

Ammonium skilles ut over gjellene til laksen [24]. Nortvedt forteller dette kan gå over til ammoniakk dersom det er basisk vann. Sjøen er i utgangspunktet svakt basisk, med en pH på rundt 8. PH over 7 er basisk [29]. Ammoniakk er mye mer skadelig for fisken enn ammonium . For høyt ammoniakknivå gir redusert appetitt, redusert svømmekapasitet, hosting, muskelkramper, tap av likevekt og eventuelt akutt død. Anbefalt maksimalt nivå for unionisert ammoniakk er 12 ug/l -25 ug/l [24].

#### 6.1.4 Oksygen

Fisken er avhengig av oksygen for å leve. Nortvedt oppgir at dette er lett å kontrollere og håndtere, da det er mulig å tilsette oksygen i vannet. Både sjøvann og ferskvann inneholder oksygen. Ved tilførsel av nytt vann, kommer det også nytt oksygen. Oksygenforbruket er ikke konstant, men er avhengig av vanntemperatur, størrelsen på fisken, fiskens eventuelle negative stress og svømmehastighet. Fisken trenger dessuten mer oksygen dersom det føres mer fordi fisken forbruker oksygen til fordøyelse og forbrenning av næringsmidler.

Oksygennivået er viktig for laksens vekst og helse. For lave nivåer øker fiskedøden og reduserer fiskeveksten. For høye nivåer stresser fisken og gir noen av de samme utfordringene som ved for lavt nivå, i tillegg til å øke sjansene for sykdommer [24]. For lavt oksygennivå kan medføre akutt dødelighet, og Nortvedt trekker frem at dette er mer kritisk enn for høyt oksygennivå. For høyt nivå vil gi kronisk stress og etter hvert noe økt dødelighet.

Tommelfingerregelen er ifølge Nortvedt at det skal være over 80% oksygenmetning i vannet, men jo nærmere en kommer 100%, jo bedre er det. Dette er fordi det gir bedre utnyttelse av næringsstoffene ved god føring. Det er vanlig å ligge på 80-90% oksygenmetning. Kritiske verdier for oksygennivået er ifølge Nortvedt dersom en kommer under 53% ved 11°C og maksimalt forinntak (eller 42% ved 7°C). Kritisk oksygennivå endres med temperaturen. Forsøk i ferskvann har vist at en oksygenmetning på 150% har ført til økt dødelighet og flere andre negative konsekvenser [30].

#### 6.1.5 Karbondioksid, CO<sub>2</sub>

Fisken ånder ut karbondioksid når den forbrenner næringsstoff. SINTEF Fiskeri og Havbruk skriver følgende i sitt forprosjekt om lukkede anlegg: «Karbondioksid er negativ for fiskens velferd og høye verdier vil føre til redusert tilvekst, forstyrrelser i syre-base og ioneregulering, og nyreskader» [24]. Mattilsynet anbefaler generelt maks 15 mg/l karbondioksid i oppdrettsvann, og de anbefalte grenseverdiene er mellom 10 og 20ml/l for oppdrettsvann [24].

#### 6.1.6 Endring av totalt gasstrykk

Et totalgasstrykk på 100% betyr ifølge Nortvedt at vannet har en normal metning. Endringer i totalt gasstrykk kan gi gassblæresyke, som tilsvarende dykkersyke for mennesker.

Forhøyet totalgasstrykk er spesielt vanlig når det kommer vann fra kraftverk gjennom rister, hvor det da blandes inn luft i vannet. Det kan også oppstå i rørbend eller ved turbulens i vannet, eller dersom ulike vannkvaliteter med ulik temperatur og trykk blandes.

Hvis totalgasstrykket er over 100% vil det ikke være så farlig hvis det kun er oksygen som utgjør overmetningen, men dersom det er mye nitrogen, så er det farlig. Dersom gasstrykket er høyt samtidig som oksygennivået er normalt, vil dette i de fleste tilfeller bety at nitrogennivået i vannet er for høyt. Noen oppdrettsanlegg benytter ulike typer luftere for å normalisere gasstrykket på vannet før det forsynes til fisken.

#### 6.1.7 Saltnivå

Nortvedt beskriver laksens oppvekst, hvor de starter livsløpet som befruktet rogn i ferskvann. Når de blir til smolt, skal de etter hvert overføres til saltvann. Før de er tilvendt saltvann, er saltnivå veldig kritisk for fisken. Når fisken kommer ut i sjøanlegg, vil den være ferdig smoltifisert. Da er det ikke så

viktig hvilket saltnivå som er i sjøen, ettersom laks er svært tilpassingsdyktig til ulike saltnivåer. Ved fullt saltnivå er det 35 promille salt i vannet, mens ved Havforskningsinstituttet sitt anlegg i Masfjorden er saltnivået rundt 20 promille. Laksen trives godt ved begge disse saltnivåene, men korttidsvariasjoner vil påvirke negativt. Saltnivå omtales ofte som salinitet.

#### 6.1.8 Variasjon i ulike vannkvalitetsparametere

Fisk er veldig sensitiv for korttidsendringer i vannkvalitet. Dersom for eksempel oksygenivået eller CO<sub>2</sub>-nivået varierer, vil dette stresser fisken. Slikt stress påvirker veksten og helsen til fisken negativt. Dette er noe Nortvedt trekker frem som en sak mange overser, og ikke vektlegger nok. Han trekker også frem hvordan en endring i saltnivå også kan stresser fisken.

Nortvedt tror fisken vil merke forskjell på vann fra 15m og 30m dyp. Temperaturendringen der kan stresser fisken. Disse variasjonene er energikrevende for fisken, og vil endre appetitten på fisken. Han forteller at erfarne røktere vil merke dette.

Jo raskere og hyppigere disse endringene er, jo mer stressende vil de være for fisken. Endringer på sekundbasis og minuttbasis vil være veldig uheldig. Selv på timebasis er dette ugunstig. Ideelt skal det ikke være store svingninger i et system, men det er utfordrende å si nøyaktig hvordan dette vil påvirke fisken.

#### 6.1.9 Fôr

Fôret er veldig viktig, og Nortvedt løfter frem sammensetningen av fôret som avgjørende for hvordan kvaliteten på fisken blir.

#### 6.1.10 Avhengigheter mellom parametrene

Nortvedt oppgir at høy temperatur er bra for laksen, gitt at temperaturen er under den optimale temperaturen for fisken. Økt temperatur gir økt forbruk av oksygen. Samtidig blir oksygen mindre tilgjengelig i varmt vann.

Dersom det er mye fisk i et anlegg hvor det er kontroll på oksygenivået, men systemet ikke klarer å skifte ut nok vann, kan CO<sub>2</sub>-nivået bli så høyt at det blir en fare. CO<sub>2</sub> kobler seg til hydrogen og danner bikarbonat. Nortvedt oppgir at dette egentlig er bra fordi bikarbonat virker som en buffer som forsinker effekten av høye CO<sub>2</sub>-nivå, men blir vannet for surt, kan det dannes karbonsyre som kan kvele fisken.

Dersom vannet blir surere (lavere pH), er det imidlertid positivt for mindre omdanning av ammonium til ammoniakk. Det er derfor en balanse der fisken ikke ønsker for surt vann slik at det dannes karbonsyre og heller ikke for basisk vann slik at det dannes ammoniakk. Det er ikke behov for å måle nivået av karbonsyre med egen måling, det er godt nok å måle pH, som kan gi en indikasjon på nivået av karbonsyre.

Fisken regulerer pusting sin etter oksygenivået i blodet. Dersom den har høyt oksygenivå og dermed ikke puster så mye, kan den få et forhøyet nivå av akkumulert CO<sub>2</sub>, som kan bli et problem. Dette er imidlertid sjeldent en utfordring ved normal vannstrøm, svømmehastighet og føring, så Nortvedt mente det ikke trenger å vies særlig oppmerksomhet.

#### 6.1.11 Bakteriekulturer i lukkede anlegg

Når det bygges lukkede anlegg uten så mye utskiftning av vann, trengs det ifølge Nortvedt noen bakterier for å bryte ned blant annet ammonium. Da trengs to bakteriegrupper: nitrobacter og nitrosomonas. Nitrosomonas bryter ned ammonium til nitritt. Nitritt er også giftig for fisken, men nitrobacter bryter ned nitritt til nitrat som ikke er giftig så lenge det ikke blir for store mengder av det. Bakteriegruppene vokser relativt sakte, og det kan ta mange uker før denne syklusen fungerer skikkelig. Dersom anlegget har utskiftning av vann slik som i et delvis gjennomstrømningsanlegg, vil ikke dette være behov for, ettersom vannet går raskt gjennom anlegget og fjerner ammonium. Man må imidlertid være oppmerksom på at andre sykdomsfremkallende bakterier kan akkumuleres i et lukket anlegg ved lav vannutskiftning og eventuell begroing.

#### 6.1.12 Andre utfordringer i vannet

Nortvedt forteller at små maneter i vannet kan gi utfordringer dersom det er filter i anlegget, da de kan tette dette.

Bioavfall fra fisken, som avføring og matrester, vil i et åpent anlegg ideelt spres videre med vannstrømmer eller eventuelt synke til bunnen. Spredning vil ifølge Nortvedt gi en positiv gjødsling av den næringsfattige sjøen. Blant annet vil det tilføre nitrogen og fosfor, som er positivt. Dersom fisken blir overført ved lav vannstrøm, kan det imidlertid medføre oppsamling av fôr under merden som råtner og akkumulerer gasser som på sikt igjen er skadelige for fisken.

I et lukket anlegg vil bioavfallet samle seg på bunnen av tanken og må pumpes opp. Dette kan blant annet benyttes som gjødsel i landbruket.

Nylund oppgir at begroing er en utfordring i de lukkede anleggene. Dersom dette spyles av uten at påvekstorganismene samles opp, vil det frigjorte biologiske materialet kunne skade gjellene til fisken. Det bør istedenfor fjernes på en slik måte at det ikke frigjøres inn i tankene.

Hydrodynamikk ble trukket frem av Nylund som en viktig faktor for å få til rask utskiftning av vannet. Det var og viktig for å hindre at det ble områder med opphopning av vann med lavt oksygennivå. Dersom det var områder med høyt oksygennivå, ville fisken gjerne samle seg der. Brunsvik mente at jevnt fordelt strømning var noe av det aller viktigste i karet, for å få spredt oksygenet.

Oppholdstid beskriver tiden det tar før alt vannet er skiftet ut i et anlegg. Ifølge Brunsvik bør denne tiden maksimalt være 45 minutter, men han forteller at de fleste moderne anlegg har en tid på 30 minutter. Han trekker frem spredning av oksygen og fjerning av partikler som viktige årsaker til å holde tiden lav. Nylund trekker også frem smittepress som en faktor for å holde den oppholdstiden lav. Dersom denne tiden er lang, øker sjansene for opphopning av patogener i et anlegg, som vil gi økt smittepress på fisken.

Hastighet på vannet er også trukket frem som viktig, men det er ikke helt enighet om hva som er den ideelle hastigheten.

- Brunsvik oppgir en hastighet på omtrent en kroppslengde i sekundet.
- Forskningsrådet publiserte i 2012 en forskning ledet av Harald Takle i Nofima som oppgir den ideelle svømmehastigheten til å være 0,8-1,2 kroppslengder per sekund [31].
- Frida Laursen har studert hvordan sjøstrømmer påvirker oppdrettslaks, og oppgir at den ideelle verdien ligger på 0,8 fiskelengder per sekund [32].
- Stadion Laks antar at den ideelle verdien er 0,5-1,0 kroppslengde per sekund [10].

- CtrlAqua oppgir i sin årlige rapport i 2017 at de ved å øke vannhastigheten fra 0,6 til 1,0 kroppslengde per sekund hadde fått signifikant økning i vekt og lengde på laksen. Dette hadde de utført gjennom eksperimenter på smolt, som er laks i et litt tidligere stadium enn denne oppgaven tar for seg. De skriver videre i sin årsrapport at betydningen av vannhastighet er et område det var lite kunnskap om [33].

Dette med hastighet er litt diskutert, og det virker som dette er et av parametrene som det mangler litt kunnskap om for å kunne definere helt nøyaktig.

Fisketetthet er ofte bestemt ut fra begrensninger i vannutskiftningen til oppdrettsanlegget. Dette gjør at fisketettheten kan være høyere for lukkede anlegg enn i åpne merder [24]. Nortvedt oppgir at myndighetene har satt en foreløpig øvre begrensning på 25 kg/m<sup>3</sup> i åpne merder. Mange oppdrettere produserer imidlertid med en biomasse på 20 kg/m<sup>3</sup> i åpne merder fordi det har vist seg å gi best fiskevelferd. Brunsvik mener tettheten ikke bør overstige 70-75kg laks per kubikk i lukkede anlegg. Dette viser hvordan biomassetettheten og dermed total produksjonskapasitet kan økes betydelig i et lukket anlegg.

## 6.2 Oppsummering etter intervjuer med potensielle kunder

Når nye løsninger skal utvikles, er det svært viktig å vite hva kundene ønsker at anlegget skal gjøre. God kjennskap til kundene og behovene deres, vil gjøre det lettere å utvikle en leveranse som oppfyller behovene i markedet. Det er lagt vekt på å forstå hva kundene egentlig trenger, og ikke bare lage noe ut fra hva de selv sier at de ønsker. På den måten kan nye og mer effektive løsninger oppdages.

Framo har per dags dato ikke solgt noen leveranser, men samarbeider med flere selskaper om ulike løsninger. De potensielle kundene er både selskaper som driver med oppdrett, og selskaper som jobber med å utvikle løsninger til oppdrettsnæringen. Disse to kategoriene kan ha litt ulike perspektiver og prioriteringer av hva som er viktig for dem, men hovedlinjene er antatt å være like.

For å tilegne kunnskap om kundenes behov, ble det gjennomført intervjuer av tre ulike selskaper. Selskapene som ble intervjuet er Mowi ASA, Stadion Laks AS og et tredje selskap som ønsket å være anonym. Stadion Laks har et samarbeid med Framo og jobber med å utvikle et lukket oppdrettsanlegg kalt Stadion bassenget. Dette bassenget er vist et eksempel på i kapittelet «Eksempel på et semilukket oppdrettsanlegg». Mowi har ikke noe samarbeid med Framo, men er en stor aktør innen oppdrett og ble derfor også valgt ut for et intervju. Av respekt for det tredje selskapet som ønsket å være anonym, vil ikke kundeforhold eller løsning kommenteres.

Det at kun tre selskaper ble intervjuet, kan potensielt gi et feil bilde grunnet få intervjuobjekter. Utvalget av intervjuobjekter er ansett som variert. Dette reduserer potensialet for skjevhet i informasjonsinnhentingen. Ved å øke antallet intervjuobjekter kunne potensielle feil grunnet få intervjuobjekter blitt redusert.

Selskapene trakk frem en del ulike ting da de ble intervjuet. Totalt ga intervjuene et bilde som oppleves som representativt for utvalget. Framo gjenkjente resultatene fra intervjuene og opplevde at dette samsvarte med deres bilde av markedet. Derfor er det antatt at resultatene er av tilfredsstillende kvalitet. Informasjonen fra intervjuet gir et inntrykk av selskapenes tanker og behov.

Dette delkapittelet beskriver noen av de viktigste tingene kundene trakk frem. Det er vedlagt litt mer utfyllende informasjon fra intervjuene i det vedlagte kapittelet «Intervju med potensielle kunder» på side 103.

### 6.2.1 Nye utfordringer med nye typer oppdrettsanlegg

Hovedutfordringene med de nye oppdrettsanleggene er økonomi og kostnader. Risikoen er stor ettersom det er lite erfaring med slike typer anlegg fra tidligere. I tillegg til den økonomiske risikoen er det også en biologisk risiko knyttet til prosjektene. Den biologiske risikoen trekkes frem av Knut Solberg i Stadion Laks som den største og vanskeligste å håndtere.

En annen stor utfordring er manglende erfaring. Det gjør det vanskelig å finne leverandører som kan levere, og skaper usikkerhet rundt beregningene som gjøres. Hydrodynamiske beregninger kompliseres blant annet av fisken i anlegget, som forventes å oppføre seg som små propeller som vil endre strømningsforholdene i anlegget. Dette gjør det vanskelig å beregne hvordan slam og fiskeavfall vil fordele seg, og kompliserer beregningene av hvordan dette skal samles opp. Rengjøring blir også trukket frem som en utfordring, som kan sees i tett sammenheng med utfordringene med å tømme ut slam.

Ettersom det er mye risiko og usikkerhet i anleggene, er det også krevende å få til gode beregninger av kostnader. Dette gjør det krevende å vurdere økonomien i prosjektene. Selv når anleggene er ferdige og i drift, kan utfordringer oppstå. Oppdrettere i Norge har opplevd fiskedød i sine anlegg som er vanskelig å forklare. Økt kunnskap trekkes frem som en viktig faktor for å løse utfordringene oppdrettsnæringen står ovenfor.

### 6.2.2 Utfordringer knyttet til sirkulasjonssystemet for vann

De største utfordringene rundt sirkulasjonssystemet for vann er ifølge selskapene korrosjon, vedlikehold og slamoppsamling. Det er vanskelig å beregne hvordan slammet vil bli fanget opp, og Knut Solberg i Stadion Laks anslår at de vil kunne samle opp mellom 50 og 90 % av slammet fra fisken. De har planlagt å ta ut slam to steder i bunnen av anlegget, men er ikke sikker på hvordan dette vil fungere.

Når utstyret er i kontakt med saltvann, er det svært utsatt for korrosjon. Dette er med å øke vedlikeholdsbehovet. Vedlikehold er ekstra utfordrende fordi utstyret er stort og tilkomsten er vanskelig da en del av utstyret er under vann.

Et tiltak for å skape en bedre leveranse, er å tilpasse vedlikeholdet slik at det blir så enkelt som mulig. Ved å redusere vekten på leveransen, blir det enklere å håndtere utstyret. Dersom utstyret kan løftes med en 15 meters løftebukk (en vanlig katamaran med kran), vil det være en fordel. Bruk av dykkere til vedlikehold er ikke ønsket. Et av selskapene hadde en policy på at alt utstyret skulle være lett tilgjengelig og lett å bytte for å gjøre vedlikeholdet enklest mulig. Mowi løftet frem viktigheten av prediktivt vedlikehold slik at det tas grep før ting stopper. De har hatt mye fokus på løsninger som er lett å vedlikeholde og rengjøre.

På spørsmålet om hvordan leveransen kunne forbedres, trakk to av selskapene frem hvordan Framo allerede har utviklet og forbedret leveransen deres. Måten Framo har benyttet sin kunnskap til å optimalisere strømningsforholdene har gitt vesentlige forbedringer.

### 6.2.3 Digitalisering og automatisering av anleggene

Når det kom til digitalisering og automatisering av sirkulasjonssystemet for vann, hadde de ulike leverandørene svært ulike meninger. Et av selskapene ønsket kun manuell kjøring av pumpene på stedet, og ønsket minst mulig digitaliserte funksjoner. Selskapet begrunnet dette med at de ikke ønsket at noen som ikke hadde kunnskap om anlegget ved en feiltagelse skulle kjøre pumpene.



Stadion Laks ønsket derimot et mest mulig automatisert og digitalisert system. De begrunnet dette med dyr arbeidskraft i Norge. Stadion Laks trakk også frem automatiseringen og digitaliseringen av pumpene som noe av den viktigste. De ønsket å bidra med mest mulig data slik at styringen av systemet ble best mulig. Mowi var også positiv til bruk av sensorer og maskinlæring for å skape gode forhold i anlegget.

#### 6.2.4 Driftoptimalisering og vedlikeholdsoptimalisering

Viktigheten av driftoptimalisering og vedlikeholdsoptimalisering, og hvordan disse ble vurdert opp mot hverandre ble også undersøkt. Stadion Laks mente vedlikeholdsoptimalisering var det helt klart viktigste, ettersom stans i anlegget kunne få fatale konsekvenser for fisken. Stadion Laks mente likevel begge deler var viktig.

Arnt Mjøen i Mowi mente driftoptimalisering var det viktigste, men også han løftet frem viktigheten av begge deler. Uten et stabilt vedlikeholdsprogram og stabil drift av pumpene, ville det ikke vært like viktig.

Det tredje selskapet var ikke like oppdatert på dette med drift og vedlikehold. De jobbet primært med å produsere anlegg, og hadde tenkt å la de som skulle drifte anlegget vurdere de tingene.

#### 6.2.5 Integrering av systemer

Selskapene hadde mange ulike systemer på anleggene. Førsystem, oksygenanlegg, vannanalyzesystem, brannvarslingsystem, ballastvannsystem, elkraftforsyning, slamsystem og hovedkontrollsystem var noe av det som ble nevnt. Det ble spurt om selskapene var interessert i å få disse systemene integrert eller hatt grensesnitt mot disse systemene i Framo sitt kontrollsystem. Et av selskapene var positive til dette dersom Framo kunne lage et godt system for det. Et annet selskap delte delvis denne tanken, men var litt mer skeptiske ettersom Framo har lite erfaring på det området. Mowi fremstod noe mer skeptiske til dette, og måtte diskutert det mer dersom det kunne blitt aktuelt.

De to selskapene som oppga hva de tenkte å måle, hadde planlagt å ha måling av oksygeninnhold, hastighet på vannstrømmen og saltinnhold. Et av selskapene skulle også måle temperatur, pH, turbiditet (hvor grumsete vannet er), trykkehøyde på pumpene og kraft. Det andre selskapet vurderte flere av disse parametrene også.

Selskapene ble spurt om hva de tenkte om å få målingene integrert i, eller hatt grensesnitt mot kontrollsystemet til Framo. To av selskapene var positiv til dette, og var tydelige på fordelene med å få alt integrert i et system. Det ene selskapet var likevel litt usikker på om Framo var det riktige selskapet til å utføre dette grunnet liten erfaring. Mowi var mer restriktive i forhold til å dele data. De kunne dele data med partnere i et prosjekt, men de delte kun dersom det tjente en hensikt. Mowi var tydelig på at de skulle ha alt eierskap til dataen og at dette var deres eiendom. Tredjepart fikk ikke fritt benytte denne dataen i andre sammenhenger.



## 7 Hvordan kan Framo ved hjelp av teknologitrender oppfylle behovene?

Dette kapitlet ser på det totale behovsbildet hos både Framo, potensielle kunder og for fisken. Det vurderes hvordan teknologitrender og nye ideer kan utnyttes til å styrke leveransen.

Kapittel 7.1 oppsummerer resultatene fra teknologitrendsanalysene, og ser på hvordan de ulike teknologitrendene kan påvirke Framo sin leveranse. Dette kapitlet ser på trendene isolert sett, og ikke hvilke effekter de gir når de benyttes sammen med hverandre. Dette vil bli sett mer på mer i de neste delkapitlene.

Intervjuene med de potensielle kundene viste at økonomisk og biologisk risiko, var to av de største utfordringene for oppdrettsnæringen ved å gå over til mer lukkede anlegg. Disse to risikofaktorene henger tett sammen, ettersom biologiske utfordringer påvirker fisken som skal selges, som får direkte følger for økonomien. Mye av risikoen er knyttet til manglende erfaring og kunnskap.

I kapittel 7.2 analyseres den største utfordringen – nemlig hvordan en kan forsøke å få redusert biologisk risiko, og utvikle gode forhold for fisken. Dette vil gi Framo sentral og viktig kunnskap, og er derfor prioritert. Dersom denne informasjonen ikke anskaffes, blir det vanskeligere for Framo å levere og utvikle løsninger som løser aktuelle problemstillinger i markedet.

Delkapitlene deretter tar for seg ulike andre behov, og forsøker å gi Framo konkrete forslag til hvordan dette kan løses.

Løsningene som presenteres er ikke ferdig utviklede løsninger, men er ment som forslag som kan videreutvikles. På grunn av naturlige begrensninger i oppgavens omfang, er det fokusert på å gi nye ideer og forslag som bedriften kan iverksette selv. Dette gjør at detaljnivået er begrenset.

### 7.1 Resultater etter analyse av teknologitrender

Dette kapitlet ser på hvordan de ulike teknologitrendene kan få betydning og konsekvenser for Framo. Dette gir en innledning til hvordan trendene kan benyttes i anlegget, og hva de enkelte trendene bidrar med. I senere kapitler vil det bli sett på hvordan de ulike teknologitrendene kan bidra når flere benyttes sammen. Teknologitrendene tilfører bra ting hver for seg, men når en ser på effekten av å benytte flere samtidig, og knytter dette direkte mot behov, blir potensialet enda større.

Det er gjennomført to analyser av teknologitrendene; en av kandidaten og en i samarbeid med Framo. De mest sentrale resultatene fra disse analysene er gjengitt her. Det er fokusert på å vurdere hvordan teknologitrendene kan få betydning for Framo sin leveranse.

Analysen som ble utført av kandidaten ligger vedlagt i kapitlene «Analyse av de fire hovedkategoriene av teknologitrender» på side 110 og «Analyser av deltrender» på side 116. Enkelte av deltrendene er ikke ansett som like relevante. Dette er begrunnet i vedlegget «Deltreender som ikke er analysert videre» på side 115. Analysen som er utført i samarbeid med Framo ligger på grunn av konfidensialitet ikke vedlagt.

Før analysene ble utført, ble Framo sin leveranse brutt ned og analysert. Dette er hovedsakelig gjengitt i det tidligere kapitlet «Presentasjon av leveransen Framo utvikler», i tillegg til at noe er vedlagt i kapitlet «Nedbryting av leveransen før analyse av teknologitrender». Nedbrytingen var viktig for å få en grunnleggende forståelse av Framo sin leveranse.

Analysene er utført etter intervjuene med de potensielle kundene var gjennomført. Informasjonen fra disse undersøkelsene gav nyttige input for å vite hvilke ting som burde vektlegges ekstra, og hvilke utfordringer markedet har. Undersøkelsene av parametrene for fiskehelse og vannkvalitet ble også gjennomført før analysene ble utført. Dette er benyttet som bakgrunnskunnskap når analysene ble utført, slik at de ble relevante for problematikene som er i oppdrettsnæringen.

### 7.1.1 Økt bruk av sensorer

#### 7.1.1.1 Små og billige sensorer

Teknologitrenden små og billige sensorer gir nye muligheter. Sensorene blir lettere å plassere når de er små. Når de er billige, blir også konsekvensene av et feilkjøp lav. Disse to egenskapene gjør det lett å kjøpe inn og plassere ekstra sensorer. Terskelen for hvilke sammenhenger man ønsker å vurdere og få økt informasjon om vil da bli redusert.

En utfordring i forhold til sensorene er kapslingsgrad, altså hvor godt beskyttet de er mot inntrenging av vann og partikler. Pumpene står under vann, og mye av målingene som tas er under vann. Dette øker prisen på utstyret, og reduserer også utvalget.

Informasjon om anlegget er en viktig input dersom Framo ønsker å gå mer over til tilstandsbasert vedlikehold. Da kan for eksempel vibrasjonsmåling være aktuelt. Dersom det hadde vært mulig å måle vibrasjonen andre steder enn på pumpen, kunne det gjort målingen lettere å installere. Dette hadde senket terskelen for å sette på en måling. Dersom det kom rør opp fra pumpen er et alternativ å måle vibrasjonen der. Dette ville gitt dårligere nøyaktighet sammenlignet med en måling direkte på pumpen, men det ville gjort det lettere å montere og skifte ut målerne.

Framo er opptatt av å levere kvalitet, og forteller at de er litt skeptiske til å levere billige sensorer på pumpene dersom disse ikke er av god kvalitet. Dersom en sensor feiler, kan det skape mer problemer enn fordelene den ville tilført. Dette gjør det til en avveining hva de ønsker å inkludere.

Under analysene kom det frem at Framo generelt var positiv til å ha flere målinger, slik at de kan få mer informasjon om anlegget. Dersom forretningsmodellen endrer seg, og de går mer over til salg av tjenesteleveranser og leasing av pumpene, blir dette enda viktigere, slik at de får god kontroll på hele anlegget.

Dersom sensorene kun er ment til å gi ekstra informasjon, og holdes utenom styringen av anlegget, er kravene til sensorene mindre. Da er det lettere å forsvare montering av en billig sensor for å teste ut en sammenheng.

#### 7.1.1.2 Lokasjonsbevissthet

Teknologitrenden lokasjonsbevissthet ser på bruk av GPS-teknologi for å si hvor anlegget er. Dette vil tilføre nyttig informasjon dersom data fra et anlegg sammenlignes med andre anlegg.

Ved å plassere en GPS-mottaker i kontrollskapet, står den i et tørt miljø. Det øker levetiden og reduserer behovet for vanntett og robust kapsling. En annen fordel med dette er at det ikke medfører særlige ekstrakostnader, ettersom GPS-mottakeren kan monteres i skapet før anlegget sendes ut, og ikke krever noe ekstra oppkobling ute på anlegget. Dersom kontrollskapet står plassert slik at det er dårlige GPS-signaler må mottakeren flyttes ut. Dette medfører litt ekstrakostnader, og da bør alternative metoder også vurderes.

### 7.1.1.3 Sensorer og algoritmer

Bruk av algoritmer i kombinasjon med sensorer gir sensorene utvidede muligheter. Det kan blant annet benyttes rådatasensorer, som er sensorer som måler noe som deretter må bearbeides. Dette kan være ved bruk av kameraer der informasjonen bearbeides og deretter kan benyttes. Blant annet finnes det selskaper som har spesialisert seg på måling av fiskestørrelse ved hjelp av lysstråler, kamerateknologi og behandling av bildene.

For å få til slik måling og analysering av rådataen, vil det kreve spesiell kompetanse. Det vil til gjengjeld gi Framo nyttig informasjon, som for eksempel om hvordan fisken vokser. Det er verdifullt i forhold til å utvikle kunnskap om fiskevekst.

### 7.1.2 Sammenkobling

Sammenkobling er en trend som er antatt å få betydning for Framo. Flere av trendene er her ansett som relevante og sentrale for at leveransen skal oppleves som teknologisk tidsriktig.

#### 7.1.2.1 Trådløs teknologi

Trådløs teknologi handler om mulighetene for å utnytte trådløs tilkobling av utstyr. Installasjonskostnadene blir lavere ettersom det ikke er nødvendig å trekke kabler frem til alt utstyret. Noe utstyr vil trenge strømtilførsel, mens annet utstyr kan drives med batterier. Langs kanten på oppdrettsanleggene er det ofte tilgang til strøm. Bruk av solceller og små vindmøller kan være alternativer for å forsyne sensorer som er plassert steder uten strøm.

Trådløst utstyr kan få utfordringer med å sende og motta dersom strekningene blir for lange, og er mer utsatt for støy og kommunikasjonsfeil. Dette er en svakhet med utstyret. Dersom utstyret skal kobles til et trådløst nettverk, krever dette også at det er trådløs nettverksforbindelse i området utstyret skal stå plassert. Framo løfter også frem kapasiteten på nettverket som en potensiell svakhet i systemet. Nettverket som sensorene og systemet til Framo benytter må være adskilt fra det trådløse nettverket på anlegget og må være et industrielt nettverk. Dette hindrer at personer streamer film eller bruker opp kapasiteten på nettverket til andre ting.

Ved å bruke trådløs teknologi sammen med små og billige sensorer kan det åpne opp for nye muligheter til å installere rimelige og enkle sensorer med minimal oppkobling. Dette vil gjøre det enklere å selge inn ekstra målinger, ettersom det ikke vil kreve så mye ekstra arbeid.

En av årsakene til at Framo ikke har vurdert trådløse tilkoblinger tidligere er fordi de har lite kunnskap om dette, og heller ikke har sett behovet for det. Spesielt utstyr for industrielt bruk vet de for lite om. Inn mot de nye markedene for oppdrett ser de nå potensialet for dette. Derfor ønsker de nå å vurdere det i større grad.

#### 7.1.2.2 Stordata

Teknologitrenden stordata handler om å samle inn og analysere store mengder data. Dersom Framo logger all dataen på anleggene de setter opp i fremtiden, vil dette gi de avanserte og sammensatte datasett. Dette kan gi de muligheter til å finne nye sammenhenger og få økt kunnskap om fiskehelse og vannkvalitet. Denne kunnskapen kan de benytte til å optimalisere leveransene sine. Forbedret produksjon er en av fordelene dette kan gi, som igjen vil gi bedre inntjening til kundene og økt salg for Framo.

Analyse av stordata er krevende. Datasettene består gjerne av ulike typer data som er ustrukturerte og krevende å bearbeide. Det krever spesiell kompetanse å analysere dette, og det tar tid å utvikle

gode analyser. Ettersom skikkelige analyser koster penger, medfører det risiko å gjennomføre dem. Dersom analysene ikke gir noe mer kunnskap, er pengene som da er benyttet på dette tapt.

#### *7.1.2.3 Økt båndbredde*

Det vil kreve et raskt nett å sende stordata, og teknologitrenden økt båndbredde fokuserer på nettopp dette. Ved å benytte 5G vil nettet få langt større hastighet enn i dag. Dette vil være avgjørende for å kunne sende store datamengder raskt.

#### *7.1.2.4 Tingenes internett*

Teknologitrenden tingenes internett handler om å koble sammen utstyr over nettet. Det muliggjør live overvåking og fjernstyring av Framo sine anlegg fra land. Dette legger til rette for at Framo sin leveranse kan støtte ubemannet drift av anleggene. Ekstern styring gjør det mulig å styre flere anlegg fra kontrollsentre, som kan effektivisere driften. Ved dårlig vær kan det også være en fordel at det ikke må være mannskap ute på anlegget.

Framo tror denne teknologitrenden er sentral, og at tilkobling til nett vil være en selvfølge i fremtiden. Direktøren for Framo Innovation AS, Oddbjørn Jacobsen, uttalte følgende da vi gikk gjennom teknologitrenden: «Enten har man det og bruker det, og da er man en av leverandørene som er på listen, og har man det ikke, så blir man diskvalifisert. På et tidspunkt er ikke dette en fordel, men en forutsetning». Dette er en av trendene Framo ønsker å få integrert i leveransene sine.

Tilkobling til nett vil være en nødvendighet for å kunne få til live overvåking av vedlikeholdet fra andre steder. Dette vil være viktig dersom Framo i større grad ønsker å levere utstyret sitt som en tjenesteleveranse. Framo løfter også frem hvordan børsnoterte selskaper er restriktive mot å binde opp kapital i utstyr. Dette vil gjøre kjøp av tjenester som leasing av utstyret mer attraktivt for dem.

En veldig spennende mulighet som åpner seg gjennom nettilkobling, er muligheten for ekstern tilgang til programmet. Dette gjør det mulig å oppdatere parametre og programmere anlegg fra andre steder. Mange av de store leverandørene av utstyr legger nå til rette for dette. Oppdateringer som kan være nyttig å utføre er for eksempel oppdatering av reguleringsparametere og feilretting. Reguleringsparametrene kan være nødvendig å endre når det kommer oppdatert informasjon og kunnskap om hva som er de ideelle verdiene. Ekstern tilgang til programmet gjør det også mulig å legge til nye funksjoner og oppdatere designet.

Framo løfter frem hvordan programmering fra andre lokasjoner medfører risiko. Det er derfor viktig å utarbeide gode prosedyrer for dette, slik at denne risikoen reduseres.

#### *7.1.2.5 Cybersikkerhet*

Teknologitrenden global sammenkobling beskriver i tillegg til deltrenden tingenes internett også deltrenden cybersikkerhet. Dersom anlegget skal kobles på nett, vil det være avgjørende at cybersikkerhet blir ivaretatt på en god måte. Et cyberangrep kan få fatale konsekvenser for fisken i anlegget, og vil gi Framo negativ omtale. Cybersikkerhet handler også om å sikre at informasjon ikke kommer på avveie, og hindre at det utføres digital spionasje. Framo bør sørge for at løsningen deres er trygg før den tas i bruk. En del sikkerhetslogikk blir håndtert ved at Framo benytter OPC-UA for kommunikasjon i kontrollsystemet.

Uten spesialkompetanse på cybersikkerhet kan dette være vanskelig å vurdere. For kundene vil det derfor være betryggende om det enkelt kan vises til at det er gjort på gode måter, slik at de føler seg trygg.

### 7.1.3 Digitalisering

#### 7.1.3.1 Omgjøring av digitale signaler

Teknologitrenden omgjøring av digitale signaler er et opplagt behov, som handler om å gjøre analoge verdier om til digitale. Denne trenden utnyttes allerede, men dersom det blir behov for flere og nye målinger av verdier som det ikke er måleutstyr for, kan dette være aktuelt å se videre på. Utvikling av nye målemetoder er i utgangspunktet litt utenfor Framo sitt kompetanseområde. Dersom de nye behovene skulle være innenfor noe av kjernekompetansen til Framo slik som fluiddynamikk eller lignende, bør Framo vurdere om de kan komme opp med en løsning. Foreløpig er det ingen målinger som det ikke er utviklet metoder for å løse, så denne problematikken må eventuelt tas frem dersom det skulle bli aktuelt.

#### 7.1.3.2 Skylagring

Skylagring gjør data tilgjengelig for alle som har tilgang til å se den og er tilkoblet nett. Dette gir fordeler som rask og enkel distribusjon av informasjon og tilgang til oppdatert informasjon. Det vil være en liten kostnad med å sette opp datalagringen på en systematisk og god måte i skyen. Dette vil til gjengjeld være viktig for Framo dersom de skal benytte dataen til analyser eller maskinlæring. Dersom Framo bearbeider dataen vil dette gi dataen økt verdi, som igjen kan selges til kundene som en tjeneste.

Rettighetene til dataen og hvem som eier den, vil være en viktig ting for Framo å finne ut av. De bør sikre seg rettigheter og eierskap til dataen fra sitt utstyr, samt rettigheter til å lagre og bruke dataen fra andre deler av systemet. Dette vil være viktige parametre for maskinlæring og analyser av dataen.

Framo trakk også frem mulighetene for å kjøpe regnekraft i skyen. Dersom de skal utføre krevende beregninger vil dette enten kreve at de kjøper kraftige datamaskiner, eller får utført beregningen av andre. Innkjøp av datamaskiner til prosessering er dyrt, og disse blir fort utdaterte. Framo bør derfor satse på å benytte ekstern prosesseringskraft til å gjennomføre krevende beregninger.

#### 7.1.3.3 Nedbryting og analyse av data

Nedbryting og analyse av data handler om å finne sammenhenger og mønstre, slik at forståelsen for anlegget til Framo blir bedre. Store mengder data vil gjøre analysene bedre, gitt at kvaliteten på dataen som kommer inn er god.

Analysert data er en viktig input for å utvikle anlegget. Dette gir Framo mer kompetanse om hvordan anlegget deres fungerer. Dersom en komponent ryker før den er tenkt på flere anlegg, kan dette gi en indikasjon på at den bør skiftes oftere på andre anlegg også. Eventuelt kan det gi en indikasjon på at noe annet er galt. Vedlikehold er et av punktene som er velegnet for analyse. Et annet punkt er optimalisering av drift, der analysert data kan gi informasjon om hvordan Framo kan skape en bedre regulering.

#### 7.1.3.4 Digital tvilling

Teknologitrenden digital tvilling handler om å overvåke anlegget, og kan også benyttes til å utnytte data fra modeller til å predikere feil eller til å si noe om vedlikeholdsbehovet. Dette gir et videreutviklet bilde av systemet og kan si noe om tilstanden på anlegget.

Det krever kunnskap å sette opp en digital tvilling, og det må lages til programvare for fremvisning av den digitale tvillingen. Dette tar tid og koster penger. Fordelene det kan gi med sparte vedlikeholdsutgifter og færre driftsstanser kan i noen tilfeller forsvare dette. Dette må vurderes ut fra kostnadene ved driftsstanser og vedlikeholdskostnadene. Det vil uansett gi Framo en mulighet til å teste ut og simulere ulike scenarioer, som kan lære de mer om hvordan systemet deres fungerer.

En enkel visualisering opplever ikke Framo som så spennende, men mulighetene som ligger i å utvikle dette til en modell som kan benyttes til simulering interesserer de mer. I stedet for å tette innløpet på den fysiske pumpen, kan dette simuleres på den digitale tvillingen, og en kan deretter se hvordan dette vil påvirke systemet. Slike beregninger vil tilføre Framo mer kunnskap.

Framo ser først og fremst på bruken av en digital tvilling som en mulighet til å si mer om vedlikeholdsoptimalisering og driftsoptimalisering. Framo løfter frem muligheten for å lage til en digital tvilling av hele oppdrettsanlegget med føring og andre systemer som er der. Dette kunne gi muligheter til å skape en digital tvilling som også så på hvordan fisken vokste. Modellen ville blitt kostbar å lage, men den ville til gjengjeld hatt et stort potensial for å gi mer kunnskap om forholdene i anlegget.

#### 7.1.3.5 Digital samhandling

##### 7.1.3.5.1 Displayer og smarte enheter

Teknologitrenden digital samhandling tar for seg hvordan mennesker og maskiner kommuniserer. Displayer er en naturlig og kjent del av dette. Skjermene blir bedre, og kan nå inneholde mer informasjon ettersom de får bedre oppløsning og er lettere å lese.

Nå forventes det i stadig større grad at skjermene skal være smarte, som kommer frem av deltrenden smarte enheter. Dette gir en mer fleksibel betjening og muliggjør styring utenfor kontrollrommet. For operatøren på anlegget vil det være en fordel å kunne ta med seg både styring og overvåking ut i anlegget. Dette er antatt å øke effektiviteten. Det er også antatt å ha en positiv effekt på sikkerheten ettersom alarmer kan varsles og avleses på den smarte enheten i tillegg til ordinær varsling.

Smarte enheter kan gå tom for strøm, havne i lydløse profiler eller ha ustabil netting, som kan gjøre at varslinger ikke kommer frem. Smarte enheter bør av den grunn ikke være den primære varslingsenheten ved alarmer.

Utviklingen av applikasjonene for styring fra smarte enheter vil ha en kostnad. Dette bør utføres av app-utviklere for å få det til å fremstå profesjonelt og for å sikre driftssikre løsninger. Det er ikke antatt å ha særlige kostnader til drift og installasjon, ettersom PLS-programmet er laget til for å støtte dette. Testing og utvikling av applikasjonen vil derimot ha en kostnad som er antatt å komme med jevne mellomrom for å holde applikasjonen tidsriktig og oppdatert.

Framo ønsker å satse på bruk av mobilapplikasjoner. De tror kundene forventer at de uansett hvor de er kan skru på telefonen å få opp tilstanden til systemet.

##### 7.1.3.5.2 Virtuell virkelighet

Virtuell virkelighet kan benyttes til å vise frem noe på en grafisk måte som er lett å forstå. Ved at operatøren eller vedlikeholds-personell bruker VR-briller kan Framo vise de hva som skal gjøres, og gjøre de oppmerksom på spesielle farer eller hinder. Dette gir nye muligheter for kommunikasjon, og kan redusere misforståelser.

Framo benytter allerede virtuell virkelighet i markedsføring. Framo ser mulighetene for å utvide dette til nye områder, spesielt innen opplæring.

##### 7.1.3.5.3 Naturlig språkbehandling

En annen deltrend innen digital samhandling er naturlig språkbehandling. Dette kan Framo benytte til å få lest opp alarmer over høytaleranlegget. Det muliggjør også samtaler med systemet, slik som Apples Siri og Amazons Alexa. Ettersom Framo sitt anlegg er sårbart for misforståelser, er ikke dette anbefalt å teste ut enda. Etter hvert når systemene for stemmestyring blir pålitelige og sikre, kan dette vurderes.

## 7.1.4 Autonomi

### 7.1.4.1 Kunstig intelligens

Teknologitrenden kunstig intelligens i kategorien autonomi er svært interessant for Framo. En av mulighetene i dette er maskinlæring. Det vil gi ny verdi til den innsamlede dataen, og ved å utnytte dette kan systemet utvikle kompetanse på hvordan anlegget kan kjøres for å gi best mulig vekst for fisken. Systemet kan også finne optimale parametre for vedlikehold.

Ettersom Framo kommer til å ha pumper på mange forskjellige oppdrettsanlegg, vil de ha tilgang til mye data. Dette gir de et fortrinn i forhold til oppdretterne, som bare har tilgang til data fra sine egne anlegg. Dersom Framo klarer å utnytte dette til å skape en bedre regulering av vannstrømmen enn andre, og med det gi bedre forhold for fiskevekst, har de et konkurransefortrinn i markedet. For kunder som opplever Framo sin leveranse som for dyr, vil dette kunne forsvare deler av investeringen.

Kompetanse på vedlikehold og slitasje vil redusere sjansene for en uforutsett stans av anlegget. Dette har en verdi både for kundene og for Framo.

For å få til en optimalisert regulering trenger Framo kompetanse på maskinlæring. Dersom denne dataen skal benyttes til å gi bedre parametre for kontrollsystemet må denne informasjonen gjøres om på en måte som kan benyttes i kontrollsystemet. Kontrollsystemet Framo har tenkt å bruke har innebygde muligheter for å motta data fra maskinlæring.

En ulempe med maskinlæring er at datamaskinen, som skal utføre dette, ikke har noe bakgrunnskunnskap om anleggene eller om oppdrett generelt. De ulike anleggene vil også være forskjellig utformet, slik som at noen anlegg er lukkede, mens andre er semilukkede. Slike variasjoner vil kreve bearbeidelse og eventuelt opplæring slik at datamaskinen forstå disse sammenhengene.

Framo har et mål om å få til et «speedometer» for fiskevekst. Ved å utnytte kunnskap og data fra hele anlegget, er målet å optimalisere fiskeveksten.

Ved å bli en ressurs med kompetanse på hele systemet, ønsker Framo å bistå kundene med mer enn bare pumper. Framo ønsker å bli en ressurs som kontaktes, og får være med å utvikle hele systemene rundt pumpeleveransen.

Framo ønsker å bidra til å heve kompetansenivået generelt. De tror åpenhet vil være positivt for hele bransjen, og ønsker å bidra til at kunnskapen kan deles slik at kvaliteten på norsk fisk øker.

En av styrkene Framo har i forhold til å utvikle «speedometeret», er den tverrfaglige kompetansen de sitter på. Bortsett fra biolog, mener de å ha alle nødvendige ressurser. De vektlegger også viktigheten av å få gode datasett inn, slik at ikke dårlig data ødelegger for resultatene.

### 7.1.4.2 Robotisering

Framo trakk frem muligheten til å utvikle roboter. Blant annet trakk de frem mulighetene til å utvikle rengjøringsystemer som vaskeroboter for å vaske tankene fiskene er i, og systemer for håndtering av slam og dødfisk.

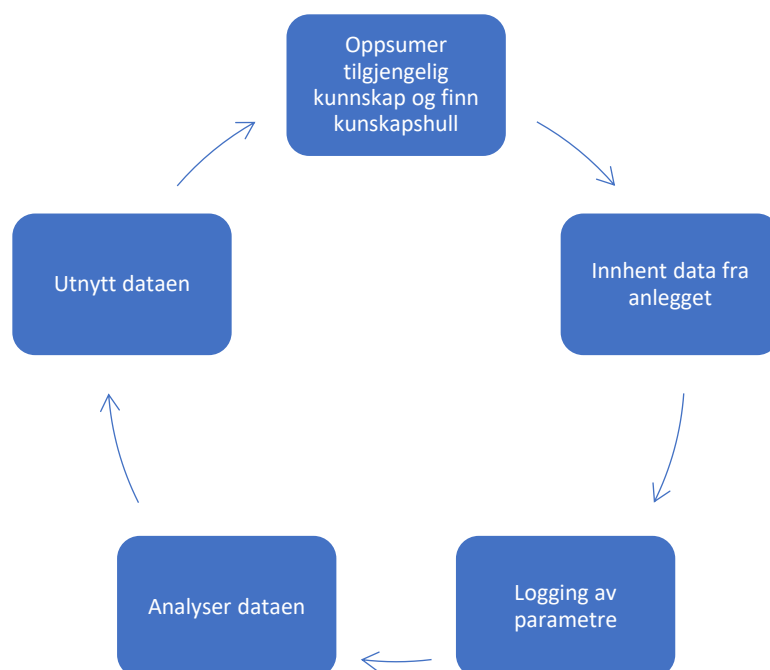


## 7.2 Forbedring av forholdene for fisken og redusert biologisk risiko

Dersom Framo klarer å redusere den biologiske risikoen i anleggene, er de med å sikre at næringen vokser frem. Dette vil gjøre markedet større, som utvider Framo sin potensielle kundegruppe. Det vil være positivt for å kunne øke salget inn mot dette markedet. Kunnskap og erfaring er trukket frem som sentrale nøkler for å få dette til. Dersom noe går galt, og det er mulig å si hva som forårsaket det, kan sjansene reduseres for at det skjer igjen.

Dette kapitlet gir et forslag til et utgangspunkt for hvordan Framo kan redusere den biologiske risikoen i anleggene ved å få økt kunnskap og anvende den. Videre kapitler vil belyse hvordan teknologitrender kan supplere dette i større grad for å gi økt funksjonalitet og flere muligheter.

Reduksjon av biologisk risiko handler grunnleggende om å øke kunnskapen og implementere forbedringer ut fra dette. Figur 14 viser en plan for hvordan dette kan gjennomføres. Denne planen kan repeteres, og vil gi kontinuerlige forbedringer av anlegget.



Figur 14 - Plan for å øke kunnskapen om fiskehelse og vannkvalitet

### 7.2.1 Oppsummer tilgjengelig kunnskap og finn kunnskapshull

Undersøkelsene av optimale forhold for fiskehelse og vannkvalitet gir viktige grunnkunnskaper for å redusere den biologiske risikoen. Resultatene fra disse undersøkelsene viser at de ideelle verdiene for mange av parametrene er kjent. Dette gjelder blant annet temperatur, oksygenivå, CO<sub>2</sub>-nivå og innholdet av ammoniakk og karbonsyre i vannet. Høyt gasstrykk er også skadelig for fisken.

Ideell svømmehastighet for fisken er et av parametrene som det er noe usikkerhet i forhold til. Dette bør undersøkes nærmere.

Raske endringer av vannparametrene er skadelig for fisken. Hvor raske disse endringene må være for at det skal være skadelig for fisken, er ikke helt kjent.

Skitt i anleggene er en annen risiko som kan være negativ for fisken. Biologisk begroing som løsner ved vasking av tanken er trukket frem som uheldig. En måte å løse dette problemet på er ved å utvikle en vaskerobot som pumper ut partiklene som vaskes løs. Dette omtales mer i kapittel 7.5.2, «Rengjøringsrobot for lukkede anlegg».



## 7.2.2 Innhent data fra anlegget

### 7.2.2.1 Måling i anlegget

Fiskevekst er et av de aller viktigste parametrene å ha kontroll på. Frisk fisk som vokser godt, er det optimale for oppdretterne. Dette gir de inntekter, og viser at fisken har hatt gode forhold i anlegget. Dersom fisken blir stresset eller har dårlige forhold, vil den vokse saktere. Fiskedød medfører også tap for oppdretterne, og kan indikere at noe er galt i anlegget. Derfor er dette nyttig å ha kontroll på. Noe fiskedød er vanlig, men ved å logge det, kan kunnskapen om det økes slik at fiskedød kan reduseres. Disse to parametrene utgjør mye av «resultatet» for hvor vellykket reguleringen er, og er parametre det bør reguleres etter. Dette gjør måling av fiskevekst og dødfisk nyttig.

Listen over de kjente parametrene som påvirker fiskevekst bør måles, slik at Framo vet hvordan vannet er i forhold til disse parametrene. Dette er viktig for å lage en god regulering av systemet, og for å si hvordan de ulike parametrene har påvirket fisken. Dersom parametrene er målt og logget, vil det gi et grunnlag for å spore hvilke konsekvenser de har hatt for fisken.

Parameterne det mangler kunnskap om er ekstra viktig å forsøke å få til målinger på. Dette er for å øke kompetansen på disse områdene, slik at Framo i fremtiden kan si mer om hvilke betydninger disse faktorene har.

En av verdiene det var knyttet usikkerhet til, er ideell strømningshastighet. For å kunne si noe om hvordan dette påvirker fisken vil det være viktig å logge informasjon om hvordan strømmingen er i tanken.

Raske endringer av vannparametrene er trukket frem som skadelig. For å øke kunnskapen om hvordan dette påvirker fisken, er det viktig å ha gode målinger av vannparametrene. Det vil gjøre det mulig å se på hvordan raske endringer i parametrene har påvirket fisken.

Disse parametrene er ansett som relevante i merden:

- Oksygennivå
- CO<sub>2</sub>-nivå
- Ammonium
- Salinitet
- Temperatur
- Karbonsyre
- Strømningshastighet på vannet
- Totalt gasstrykk
- Størrelsen på fisken
- Eventuelt fiskedød

I tillegg er følgende parametre ansett som relevante ved hvert vanninntak:

- Oksygennivå
- Temperatur

Når kunnskapen om anleggene øker, blir det enklere å se hvilke målinger som er relevante, og hvilke som ikke tilfører ekstra verdi. For eksempel kan det tenkes karbonsyrenivået aldri blir for høyt i et lukket anlegg i sjøen. Da vil det heller ikke være nødvendig å ha noe form for måling av dette. Før det er gode datasett tilgjengelig, bør ikke slike antagelser tas. Ekstra målinger bør ansees som en investering i kunnskap, og kan gi store fordeler dersom nye sammenhenger oppdages slik at fiskehelsen forbedres.

Enkelte målinger vil være mulig å utelukke behovet for i en testfase av anleggene. Et eksempel på et slikt mål kan være måling av totalt gasstrykk i anlegget. Det er kjent at høyt gasstrykk er skadelig for fisken. Dersom anlegget er utformet på en god måte, vil sjansene for at dette forekommer bli redusert. Hvis gasstrykket måles over en periode, og det langt unna kritiske verdier, vil det være mulig å anta at dette ikke vil bli et problem. Da trengs ikke måling av gasstrykk i det anlegget. Det reduserer antallet sensorer som er nødvendig, og er med å redusere kostnadene på anlegget.

#### 7.2.2.2 Målemetoder

Måling av oksygennivå, CO<sub>2</sub>-nivå, salinitet, totalt gasstrykk, temperatur, strømningshastighet og gasstrykk kan gjøres ved hjelp av kjente måleprinsipper, og er greit å få til. Karbonsyre er vanskeligere å måle, men pH kan brukes som et indirekte mål på dette.

Måling av størrelsen på fisken er mer krevende. Det eksisterer løsninger for dette i dag, slik som for eksempel FLS sin fisketeller FLS250. Denne består av et rør fisken svømmer gjennom, hvor de blir telt og veid. Disse løsningene er dyre. FLS oppga at deres fisketeller var under videreutvikling. Når den var leveringsklar til sommeren (2019) ville den ha en startpris mellom 400.000 og 500.000 kroner. AquaScan leverer også løsninger for måling av fisk gjennom rør. Ifølge Kvasheim i AquaScan vil prisene hos de begynne på rundt 700.000 kroner for en løsning som måler størrelsen på fisken i et vannfylt rør.

Ulempen med begge disse løsningene er at fisken må svømme gjennom rør for å bli målt. Dette er ikke en gunstig løsning i anleggene som er sett på, selv om det vil være muligheter for å ha målerne installert på en slik måte at noe av fisken kan svømme gjennom.

OptoScale AS har utviklet en løsning med et kamera i anlegget som fanger opp fiskens størrelse. Sven Jørund Kolstø er daglig leder i OptoScale AS, og oppgir prisen til å være mellom 12.000 og 22.000 kroner per måned. De selger kun løsningen som et abonnement, og prisen varierer etter lengden på leien. Denne løsningen ansees som per passende for anlegget det skal måles i. Prisen er høy, og det må derfor vurderes om denne informasjonen er verdt det. Det vil være en fordel for den automatiske reguleringen og kunnskapsinnhenting til Framo. Målingen vil gi nyttig informasjon til oppdrettsanleggene, slik at de ikke trenger å ta opp og veie fisk.

Verdien av disse målingene er høy for Framo for å kunne utvikle kompetanse om hvordan fisken vokser. Det er til gjengjeld usikkert om oppdretterne er interessert i å betale merkostnaden en slik måler vil ha for leveransen. Dette gjør at Framo må vurdere alternative metoder for å innhente informasjon om fiskestørrelsen. Målere ville gitt klart best nøyaktighet. Alternativt er det mulig å få tilgang til tall fra oppdretterne når de veier fisk manuelt. Det er også mulig å lage estimater av vekten på fisken ut fra hvor mye fôr den får. En av måtene fisken føres på, er at oppdrettere følger med på kameraer nede i merden, og når tilstrekkelig fôr kommer gjennom og ikke blir spist, stoppes føringen. Ved å utnytte mengden fôr som er spist, sammen med temperatur på vannet og andre parametre, kan fiskens vektøkning anslåes. Framo anbefales uansett å forsøke å få til fiskemålere i noen anlegg, for å kunne ha noen nøyaktige mål på fiskevekst, samt for å kunne bruke denne dataen til å lage gode estimater for hvordan fiskevekst kan beregnes uten målere.

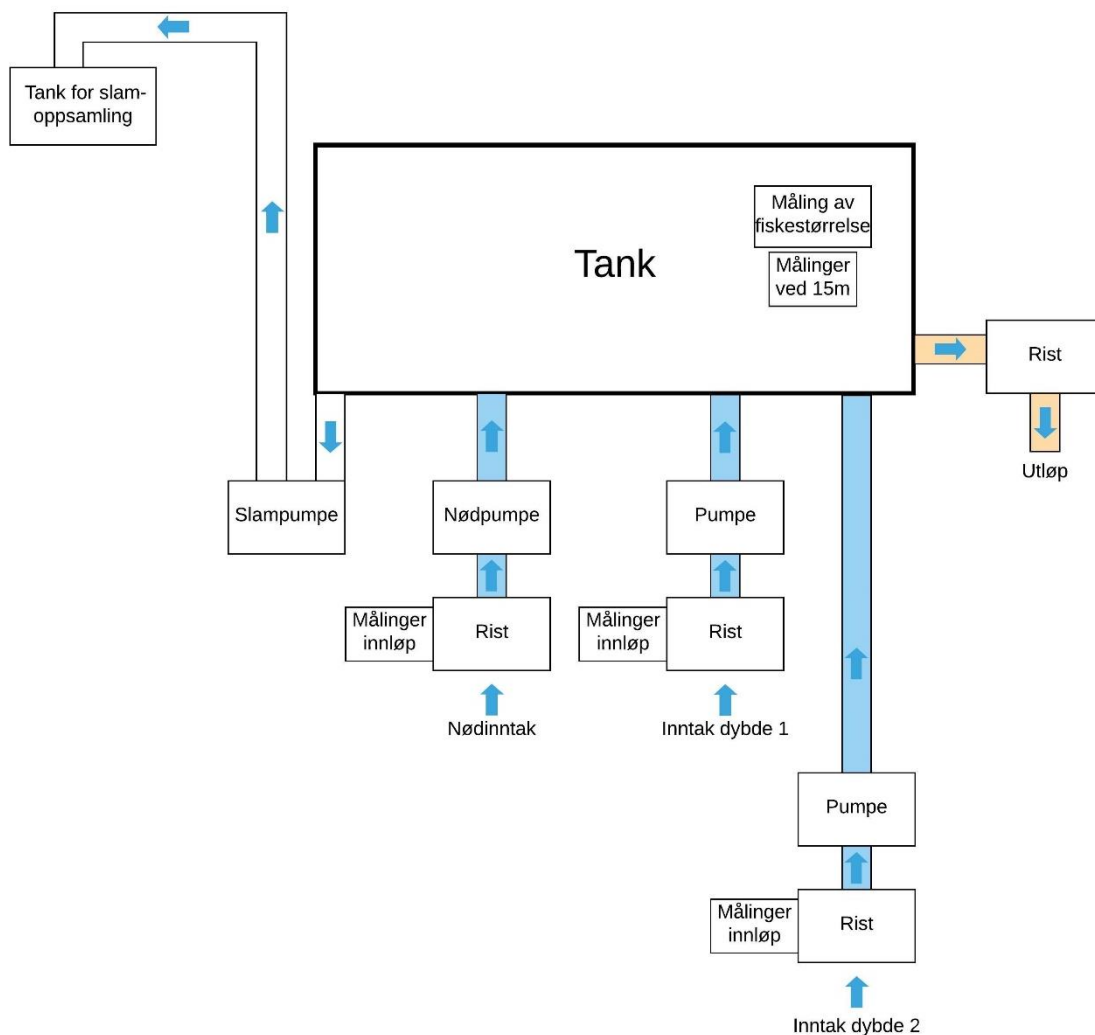
Det er ikke funnet noen som måler dødfisk. Dette er noe Framo kan vurdere å lage til, og er omtalt mer i kapittel 7.5.3, «Måle dødfisk».

### 7.2.2.3 Plassering av sensorer

Framo jobber med å skape strømning i anlegget, slik at vannet som kommer inn, sirkulerer rundt og skiftes ut. Det ideelle for målingene hadde vært dersom Framo klarte å skape helt like forhold i overalt i merdene. Da hadde det vært uten betydningen hvor målingen ble tatt, ettersom parametrene var lik i hele anlegget. Dette vil ikke være mulig å oppnå, da det vil være forskjeller på hvordan parametrene for vannkvaliteten er i merden. Men dersom Framo lykkes godt med å skape forholdsvis like betingelser i hele anlegget, kan det være aktuelt å kun ha en enkelt målestasjon. Dette vil redusere kostnadene knyttet til måleutstyr, montering og service på det. For å få dette til, må det undersøkes hvor store forskjeller som kan aksepteres på vannkvaliteten. Deretter må det gjøres undersøkelser for å finne ut om forskjellene på vannet i tanken er små nok til at det kan forsvares. Figur 15 viser et eksempel på et slikt anlegg. På figuren er det plassert en felles målestasjon på 15m dyp, som er tenkt å være omtrent midt i tanken.

For å vite hvordan forholdene er der vannet pumpes opp fra, er det sensorer på inntaket til hver pumpe. Der anbefales det å måle temperatur og oksygennivå.

Måling av fiskestørrelse er inkludert på skissen. Måling av fiskedød er ikke tatt med på skissen, ettersom det må utvikles en løsning for.



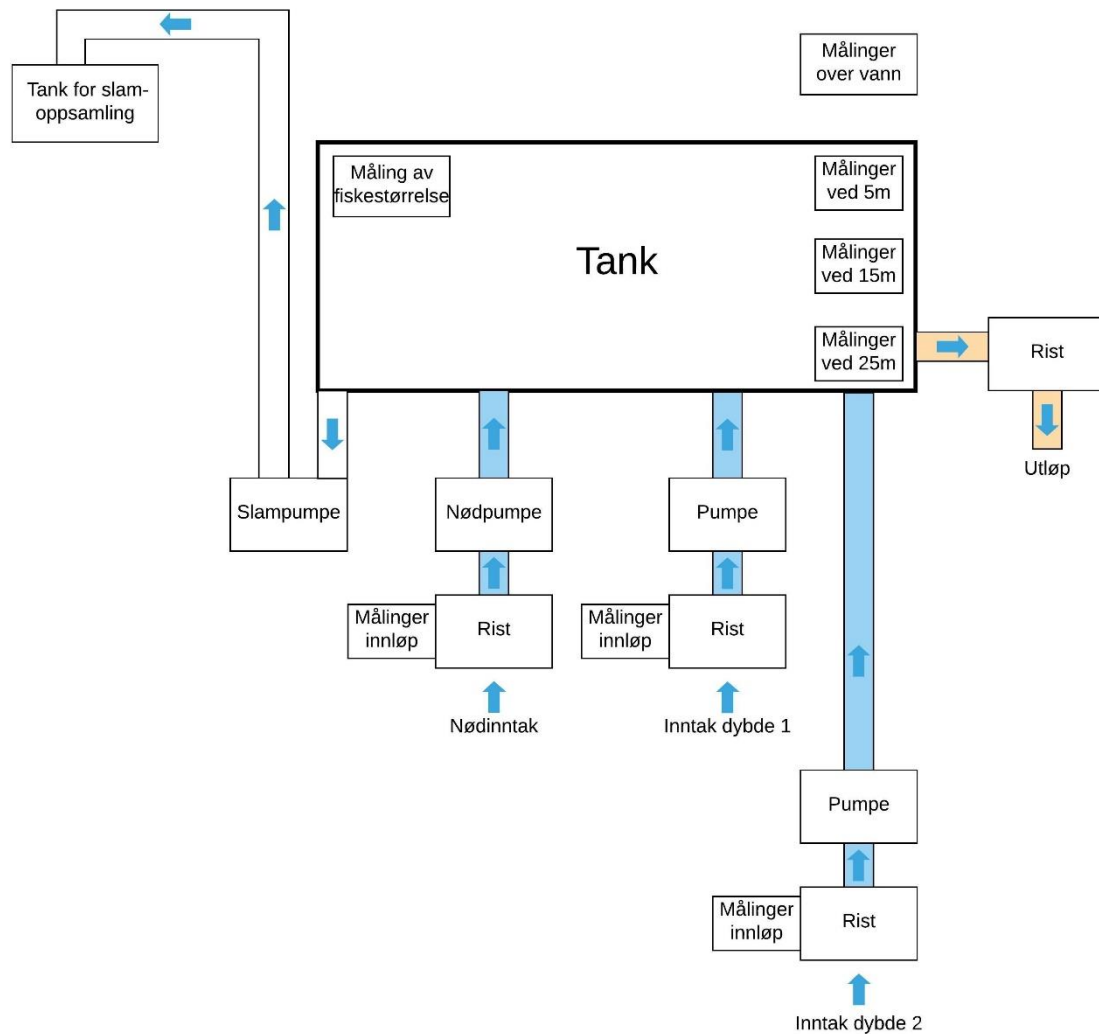
Figur 15 - Skisse over målinger i et anlegg med like vannforhold i hele merden

Dersom forholdene hadde vært like overalt i merden, hadde det vært vanskeligere for Framo å skifte ut det dårlige vannet. Ved å ta inn friskt vann, og deretter lede det gjennom merden i en bestemt strømning, vil vannkvaliteten være best ved inntaket, og deretter bli gradvis dårligere når den nærmer seg utløpet. Dette gjør det enklere for Framo å ta ut vannet med lavest kvalitet. Dette setter krav til den hydrodynamiske utformingen av anleggene. De som skal lage dette må ha god kontroll på hvordan vannet beveger seg gjennom merden. Dette er kompetanse Framo har.

Ved å gjøre målinger ved utløpet, får Framo informasjon om vannkvaliteten der den er dårligst. Disse målingene kan Framo bruke til å regulere pumper og oksygenmetning slik at også de dårligste områdene gir fisken gode forhold. Oksygenivået bør i så fall også måles der det friske vannet kommer inn, eller i området der oksygen tilsettes. Dette bør gjøres for å sikre at oksygenivået ikke blir for høyt.

Vannkvaliteten er i utgangspunktet antatt å endre seg ulike steder i vannet. Dette gjør at det må tas målinger ved flere ulike dybder, slik at en får et helhetsbilde over hvordan vannkvaliteten er. Etttersom det er en jevn strømning i tanken, er enkelte parametre antatt å være relativt lik i hele tanken. Salinitet, pH og ammonium er eksempler på slike mål som gjerne endres mindre. Oksygenivå er antatt å variere i større grad. Dette må undersøkes nærmere for å kunne si det med sikkerhet. Enkelte målinger vil uansett være viktigere enn andre å ha flere steder i anlegget. Forslaget som her legges frem baserer seg på å ha en hovedmålestasjon omtrent midt i tankens dybde, som måler alle parametrene. To litt mindre omfattende målestasjoner vil plasseres ved lav og høy dybde i tanken.

Figur 16 viser en skisse over anlegget. På skissen er det inkludert et målepunkt over vann, hvor for eksempel parametre om vind og værforhold eller posisjonsdata kan måles.



Figur 16 - Skisse over målinger i et anlegg med varierende vannkvaliteter ved ulike dybder

### 7.2.3 Logging av parametre

Sensorene som henter inn informasjon kobles til PLS-en til Framo. Den støtter muligheten for å lagre data i skyen, og dette anbefales Framo å benytte. PLS-en inneholder også annen nyttig informasjon som kan være interessant å logge. Blant annet er dette informasjon om hvilke pumper som er kjørt og hvordan de er kjørt. Dette vil være nyttig for å si noe om hvordan pumpekjøringen har påvirket parametrene. Et annet veldig sentralt element i fiskens vekst er fôring. I stedet for å måle fôringen, kan data om dette hentes ut fra de digitale fôrsystemene. På den måten får en informasjon om både tidspunkt og mengde fôr fisken har fått. Fisken endrer forbruket av oksygen når den forbrenner fôr, og derfor vil dette være nyttig å logge, slik at en forstår de ulike sammenhengene i systemet.

For at PLS-en skal kunne lagre data i skyen, må den være tilkoblet nett. Nettverket må være tilstrekkelig raskt for å kommunisere all dataen.

Når PLS-en er tilkoblet nett, gjør det den mer sårbar for cyberangrep. Cyberangrep kan få alvorlige konsekvenser, og det er viktig at nettsikkerhet er fokusert på. OPC-UA håndterer en del av dette. For å være helt sikker på at det gjøres på en trygg måte anbefales det likevel at noen med utvidet IT-kompetanse vurderer sikkerheten og iverksetter nødvendige tiltak for å beskytte mot angrep.

Skyen som skal benyttes for lagring av data bør ha begrenset tilgang, slik at kun de som skal se dataen kan se den. Dataen bør også beskyttes mot endring, slik at den ikke blir redigert ved en feil, eller ved at noen forsøker å endre dataen.

Dataen bør lagres på en systematisk måte slik at det er lett og oversiktlig å se når målingene ble tatt, og hvilke verdier som ble målt.

Det er nyttig å være bevisst på at dataprogrammer skal benyttes i analysene av dataen. Maskinene tåler store mengder data, og det er derfor ikke nødvendig å begrense dataen som lagres på samme måte som om mennesker skulle analysert dataen.

Det trengs likevel ikke overdrives hvor mye data som lagres. En del parameter er mulig å måle med en samplingsrate som gir millisekundsoppløsning av dataen. For parametrene i merden vil det skje lite endring også på sekundnivå, og dette vil derfor være en mer egnet samplingstid. Samplingstid beskriver hvor ofte dataen måles eller lagres.

#### 7.2.4 Analyser dataen

Informasjonsinnhenting og logging av denne er avgjørende for å øke kunnskapsnivået om de nye typene oppdrettsanlegg. Informasjonsinnhenting er til gjengjeld verdiløs dersom den ikke blir benyttet. Det er gjennom analysing og nedbryting av dataen at den blir gjort anvendelig. Dette er derfor svært viktig for verdiskapningen av datainnsamlingen.

Når Framo samler inn data fra mange ulike anlegg, gir dette de tilgang til store og komplekse datasett. Stordata beskriver denne teknologitrenden. Stordata er best egnet for å analyseres ved hjelp av avanserte analyser og maskinlæring. Maskinene har et bedre grunnlag for å finne sammenhenger og anvende kompleks data.

Maskinlæring er teknikker som hjelper oss å håndtere store mengder data på en intelligent måte. Ved å benytte algoritmer finner maskinlæring mønstre i datasett [34]. Maskinlæringen må settes i gang av noen med kompetanse på området, og det bør gjennomføres testing og utvikling av dette for å se at det fungerer slik det skal.

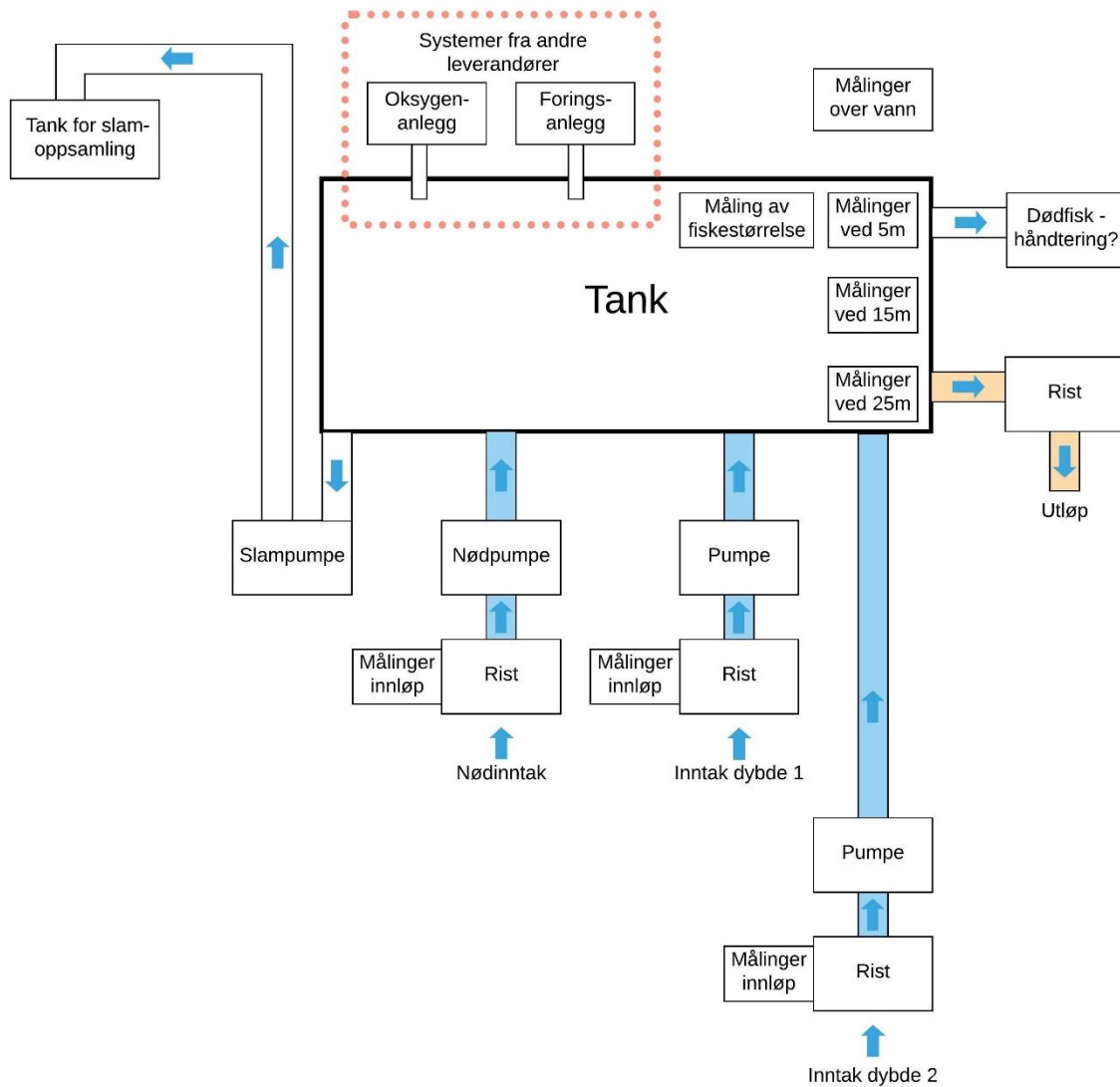
#### 7.2.5 Utnytt dataen

Den analyserte dataen bør benyttes til å optimalisere reguleringen av Framo sine pumper. Pumpene bør kjøres slik at det gir best mulig fiskevekst og reduserer fiskedød. Når fisken vokser fortere, gir det raskere inntjening for oppdretterne.

Når kunnskapen om fiskehelse og vannkvalitet i lukkede anlegg øker, reduseres risikoen for uønskede hendelser. Kunnskapen bør utnyttes av Framo til å få bedre inntjening, for eksempel ved å selge optimalisert regulering som en tjeneste med månedlige kostnader.

### 7.2.5.1 Optimalisert regulering av anlegget

Figur 17 viser en skisse på et eksempel for hvilke målinger som kan være i anlegget og hvilke aktuatorer som kan påvirke anlegget. Framo leverer pumper med regulerbart turtall. Framo kan også levere slampumpe, som kan styres. Dødfiskhåndtering er oppgitt med et spørsmålsteget, ettersom dette ikke er utviklet, men ville vært en fordel og hatt informasjon om.



Figur 17 - Skisse for regulering av et lukket anlegg

Tabell 1 viser hvordan de ulike aktuatorene i anlegget vil påvirke parametrene for vannkvalitet.

Tabell 1 - Hvordan aktuatorer påvirker parametrene i anlegget

Beskrivelse	Funksjon	Påvirker følgende parametre
Pumper og nødpumper	Pumper nytt sjøvann inn i anlegget. Kan styres ut fra hvilken vannmengde som ønskes.	Nytt vann inneholder oksygen, og utskifting av vann reduserer nivået av ammonium, CO <sub>2</sub> og karbonsyre. Pumpene skaper strømming i vannet. Vanntemperaturen og oksygenivået vil kunne endres ut fra hvilke dyp vann pumpes inn fra.
Oksygenanlegg (ikke levert av Framo)	Tilfører ekstra oksygen ved behov	Dersom oksygenivået i sjøen er for lavt eller gjennomløpstiden for vannet er lang, kan oksygenivået bli for lavt i anlegget. Da kan oksygen tilføres. Dette kan også være aktuelt for å få et høyere oksygenivå i merden dersom dette gir bedre forhold for fisken.
Slampumpe	Tar ut skitt fra anlegget	Påvirker renheten i vannet.
Fôringsanlegg (ikke levert av Framo)	Mater fisken	Når fisken mates, vil den etterpå forbruke mer oksygen.

Tabell 1 viser hvor viktige pumpene er for vannkvaliteten. Mange av parametrene som temperatur og CO<sub>2</sub>-nivå reguleres utelukkende ved regulering av pumpene. Dette gjør reguleringen utfordrende, ettersom det må prioriteres hva som er viktigst å regulere etter. Dersom pumpene kjører slik at det er ideell strømningshastighet i merden, og CO<sub>2</sub>-nivået i anlegget blir litt høyt, må det prioriteres hva som er viktigst. Økt turtall på pumpene vil medføre økt strømningshastighet og mer utskifting av CO<sub>2</sub>. Både høyt CO<sub>2</sub>-nivå og økt strømningshastighet påvirker gjerne fisken negativt. Kortvarige endringer i vannparametrene er også negativt, som igjen kompliserer reguleringen. Dette gjør det viktig å prioritere og vekte de ulike parametrene, slik at reguleringen kan optimaliseres. Denne prioriteringen vil bli utviklet i samarbeid med kundene, som sitter på mye erfaring om oppdrett. Etter hvert vil Framo opparbeide seg kunnskap og erfaring, som gjør at de får mer data om hva som er best. Dette vil gjøre at de kan komme med anbefalinger til kundene.

Framo bør benytte kunnskapen som er innhentet om optimale vannparametere som input til maskinlæringen. Informasjon som er usikkerhet knyttet til bør også legges inn, slik som ideell strømningshastighet. Når denne informasjonen legges inn, bør det markeres at det er usikkerhet knyttet til hva som er de ideelle verdiene. Informasjon om at fisken reagerer negativt på raske endringer bør også legges inn i maskinlæringen. Som utgangspunkt kan overgangstiden settes til en uke. Denne tiden kan deretter justeres litt opp og ned, for å se om det har noe innvirkning på fisken. Slik kan Framo få økt kompetanse uten å risikere å stresse fisken unødige. Dersom kritiske situasjoner oppstår, og en pumpe stanses brått, vil informasjonen som logges før, under og etter dette være interessant for å få mer kunnskap om hvordan brå endringer påvirker fisken. Slike feilszenarier vil da tilføre nyttig informasjon dersom informasjonen ble logget.



Tabell 1 viser at både oksygenanlegget og pumpene til Framo kan påvirke oksygenivået i oppdrettsanlegget. Dersom systemene er uavhengige av hverandre, vil dette gi problemer med reguleringen. Styringen av pumpene og oksygengeneratoren må derfor ha en felles form for regulering. Framo anbefales derfor å få til styring av oksygenanlegget, ettersom de allerede skal levere et kontrollsystem for pumpene. Framo bør også ha informasjon om fôringen, ettersom dette vil påvirke hvordan forholdene vil være i anlegget. For eksempel bruker fiskene mer oksygen når de forbrenner fôr, og dersom Framo ikke har informasjon om fôringen, vil denne endringen kunne feiltolkes. Informasjon om fôringen vil også være avgjørende dersom Framo skal tilpasse kjøringen av anlegget når det fôres.

### 7.3 Driftsoptimalisering

Det var litt variasjoner i hvor opptatt de potensielle kundene som ble intervjuet var av driftsoptimalisering. Likevel anbefales Framo å legge vekt på dette, da det vil være sentralt for å skape et anlegg som fungerer best mulig.

#### 7.3.1 Bruk av maskinlæring for å finne optimale økonomiske parametre

For oppdretterne er økonomi svært viktig, og når økonomi kombineres med data om optimale forhold oppstår svært interessante datasett. For eksempel er det optimale for laksen gjerne å ha 100% oksygenmetning i vannet, men for å oppnå dette må ekstra oksygen tilføres, som har en kostnad. Kanskje er det et annet oksygenivå som er det beste samlet sett for økonomien og fiskehelsen? Dersom det er marginale forskjeller for fisken ved 90% oksygenivå og 100% oksygenivå, men det høyeste oksygenivået fører til vesentlige ekstrakostnader kan en metning på 90% være bedre. Slike sammenhenger vil en datamaskin kunne oppdage og analysere.

For å kunne si noe om økonomi og kostnader ved drift, må det foreligge data om strømforbruk og virkningsgrad på utstyret. Pumpene kan kjøres med ulik hastighet, og det vil da være viktig å vite hvor stort strømforbruk pumpene har, samt hvilken virkningsgrad pumpene har når de går. Dersom turtallet på pumpen endres, vil det også bli en endring i virkningsgraden. Selv om pumpen trekker 100A ved fullt turtall, er det ikke slik at den trekker 50A (halvparten) ved halvt turtall. Mengden som leveres fra pumpen vil heller ikke være nøyaktig halvert selv om turtallet halveres. For at datamaskinen skal kunne finne de optimale økonomiske verdiene, må data om slike forhold foreligge. Dette gjelder også for kostnaden av å pumpe inn ekstra oksygen i tanken og fôring. Selv om Framo ikke styrer fôringen, vil det være interessant for de å ha kunnskap om hva som er ideelt. Dette er også nyttig å ha kontroll på for å kunne skape en optimal regulering av anlegget. Det anbefales at Framo styrer oksygentilførselen fra oksygenanlegget, ettersom de skal regulere anlegget til å ha optimale parametre.

Tilgang til oppdaterte strømpriser vil være mulig å få gjennom teknologitrenden «åpen informasjon fra internett». Ved å benytte dette, vil det være mulig å finne aktuell strømpris slik at anlegget kan optimalisere driften etter den aktuelle strømprisen, gitt at anlegget er tilkoblet landstrøm. For eksempel kan det da tilpasse kjøringen etter når på døgnet strømmen er billigst, gitt at dette ikke går ut over andre parametre for fisken. Dersom strømmen i perioder er dyrere, er gjerne en annen kjøring av pumpene mer optimal, og dette kan da tilpasses.

Raske endringer bør uansett unngås, ettersom fisken reagerer negativt på dette. Maskinlæringen som skal sikre optimal økonomisk drift vil trenge kompetanse på hvordan fisken trives best. På den måten kan den vurdere hva som totalt sett gir best økonomi og kvalitet på fisken.

### 7.3.2 Små og rimelige trådløse sensorer

Ved å ta i bruk små og rimelige trådløse sensorer kan ulike målinger testes ut og enkelt implementeres på et anlegg. Dette gjør det lett å prøve ut og vurdere nye sammenhenger. Det eksisterer sensorer med klistrelapp som enkelt kan plasseres der en ønsker å ta målingene. Et eksempel på en slik sensor er sensorene fra Neuron. De koster fra 649 kroner per stykk, i tillegg til en månedspris på 9 kroner per sensor. Sensorene må ha et gateway til 3490 kroner som kommuniserer data fra sensoren til nettet. Batteritiden på sensorene er oppgitt til 15 år, og kan stå 1500m fra gatewayen dersom det er fri sikt mellom dem [35].

Ved å installere en slik trådløs sensor, lagres denne informasjonen på nettet, og kan derfra lastes opp til en sky der de andre målingene fra anlegget ligger. Slik kan dataen bli tilgjengelig og brukes til å gjøre analyser eller til maskinlæring. Ettersom installasjonen er enkel og rimelig, vil det være enkelt å ta i bruk og teste dette. Nøyaktigheten på disse små sensorene er gjerne lavere enn de Framo ellers bruker. Ettersom disse sensorene er ment til å supplere og gi ekstra informasjon er det ikke ansett som noe problem.

Ekstra informasjon er vanskelig å anslå verdien av. Noe informasjon vil bli lagt til, uten at det endrer forståelsen eller oppfatningen av hvordan anlegget fungerer. Andre målinger vil tilføre ekstra informasjon som kan bli svært viktig og verdifullt. Tenk for eksempel hvis nedbør førte til endring i pH-verdien i sjøen, som gav store utslag for fisken? Dette er trolig ikke tilfellet, men verdien av flere målinger kan av og til føre til at ukjente sammenhenger oppdages. Framo anbefales derfor å være nysgjerrige på nye sammenhenger, og heller sette opp en måling for mye enn en for lite av disse rimelige test-målingene.

## 7.4 Vedlikeholdsoptimalisering

Når de potensielle kundene fikk spørsmål om hvordan strømningssystemet kunne forbedres, ble enkelt vedlikehold trukket frem. Korrosjon trekkes frem som en velkjent problemstilling som medfører ekstra vedlikehold.

Forenklet vedlikehold gjør at oppdrettsanleggene sparer kostnader til dykkere, kranbåter og service. Disse kostnadene er til gjengjeld mindre dersom en sammenligner det mot driftsstans på et anlegg, som kan få fatale konsekvenser for fisken. Det viktigste argumentet for å optimalisere vedlikeholdet, ansees derfor å være redusert sannsynlighet for uforutsett driftsstans i anlegget. Vedlikehold er også viktig for å ta vare på anlegget, slik at feil kan rettes når de er små, istedenfor store og kompliserte reparasjoner som følge av langvarig kjøring med feil.

Optimalt vedlikehold kan se forskjellig ut. Dersom konsekvensen av en feil er lav, og prisen for å skifte produktet er liten, er gjerne det optimale å kjøre enheten med mindre vedlikehold, og heller bytte produktet når det går i stykker.

Framo sine pumper står under vann og har vanskelig tilkomst. Dette gjør vedlikehold mer komplisert, og fordyrer det. Fullstendig driftsstans på anlegget kan være svært alvorlig. Nødpumper er lagt til som en ekstra sikkerhet på mange anlegg, og reduserer de mest alvorlige konsekvensene. Det totale bildet tilsier likevel at driftsstanser må unngås.

Ettersom pumpene som utvikles er nye, har ikke Framo tilgjengelig data om feilrate på dem. Erfaring fra tidligere elektriske pumper hos Framo AS viser at disse har en feilrate på 0,2%, og da en oppetid på 99,8%. Framo AS oppgir dette som at pumpene er nede 2 av 1000 dager, altså omtrent to dager på tre år. Disse feilene er både mekaniske feil, elektriske feil og feil på kontrollsystemet. Feilraten

handler om feil som fører til uplanlagt nedetid på pumpene. Enkelte av modellene har hatt en oppetid på 99,9%. En av grunnene til at oppetiden er så høy, er at Framo AS har en servicefilosofi som benytter tilstandsbasert vedlikehold. Jevnlige oljeprøver er en av måtene dette gjøres på for andre pumper. Dette har gitt Framo erfaring med å skifte utstyr ut fra tilstand og ikke ut fra timeintervall.

Kombinasjonen av enkelt vedlikehold og tilstandsbasert vedlikeholdsovervåking vil gi Framo gode resultater. Dette delkapittelet ser på hvordan vedlikehold kan optimaliseres, og noen forslag til hvordan vedlikeholdet kan forenkles.

#### 7.4.1 Tilstandsbasert vedlikehold

Tilstandsovervåking handler om å overvåke og evaluere den nåværende tilstanden til en maskin eller et anlegg. Det er mange ulike teknikker for å gjøre dette, og de varierer fra bruk av menneskelige sanser som lukt og syn, til komplekse datasystemer. Målet er å hindre driftsstans og implementere vedlikehold kun når det er behov for det [36].

Det er hovedsakelig pumpen som er aktuell å ha tilstandsovervåking av. Denne er plassert under vann, hvilket begrenser antall aktuelle metoder for overvåking. Dersom pumpen hadde vært plassert slik at den var tilgjengelig og synlig, ville visuell inspeksjon vært et alternativ. Ettersom det må dykkere til for å gjøre dette, ansees ikke dette som den beste metoden. Pumpen har ikke olje i seg, og oljeprøver er dermed heller ikke et alternativ.

Når friksjonen øker, øker også produksjonen av varme. Måling av temperatur kan derfor være en metode for å overvåke slitasje i et system. Dette kan gjøres ved bruk av temperatursensorer som termoelementer og resistive temperaturfølere, eller ved termografering [36]. Termografering er sett bort fra siden pumpene står under vann. Vannet rundt pumpen gjør at den har tilgang til god kjøling. Temperaturen i vannet vil endre seg noe gjennom året. Dette kan gi forstyrrelser, men det er likevel antatt at temperaturmåling vil gi en indikasjon på slitasjen.

Ved å måle motorstrømmen kan en få et inntrykk av hvordan slitasjen er på anlegget. Det optimale er da å måle motorstrømmen når motoren går uten belastning, og sammenligne dette med tidligere målinger av motoren uten belastning. Dersom strømmen stiger, er dette en indikasjon på slitasje [36]. Motoren i anlegget står under vann, og har pumpe tilkoblet. Dersom den skal kjøres uten belastning må pumpen heves opp over vann. Dette ansees ikke som en realistisk løsning. Ettersom forholdene i vannet er forholdsvis like, gitt at det ikke er skitt i pumpen, kan en anta at belastningen vil være lik. Motorstrømmen vil derfor være mulig å sammenligne mot tidligere kjøring, og er antatt å gi en indikasjon på slitasje.

Vibrasjonsmåling gir mye data. Lorenzo Fedeles bok "Methodologies and Techniques for Advanced Maintenance" [36] tar for seg noen av fordelene med vibrasjonsmåling. Blant annet skriver han at det er en sterk sammenheng mellom vibrasjonene og tilstanden til en maskin. I over 90% av tilfellene som førte til driftsstans av en maskin, hadde det vært en økning i maskinens vibrasjon [36].

Det vil alltid være noe vibrasjon i maskiner. For eksempel vil små ujevnheter i overflater som har kontakt, eller ujevnheter i oppretting og avbalansering, skape vibrasjoner. Disse vibrasjonene er hørbare, ettersom vibrerende deler lager variasjoner i det atmosfæriske trykket i luften, som også er kjent som lyd. Når vibrasjonene endres, vil også lyden endres, og derfor er det mulig å høre dersom vibrasjonene endrer seg mye. Når utstyret er plassert under vann vil dette være vanskeligere å høre, men det vil være fullt mulig å måle vibrasjonene. Vibrasjonsmåling gjør det mulig å oppdage

endringer i vibrasjonene tidlig. Dette vil redusere konsekvensene av eventuelle feil. Typiske årsaker til økte vibrasjoner i et system, er defekte lagre og ubalanse eller skader på roterende deler eller rammen [36].

For å måle vibrasjon på pumpen, må vibrasjonssensorer monteres sammen med pumpen under vann. På enkelte pumper kan det også være muligheter for å måle vibrasjon på røret som går opp til overflaten. Vibrasjonsdataen må deretter analyseres før den kan benyttes.

Tre metoder for tilstandsovervåking er sammenlignet mot hverandre i Tabell 2 nedenfor.

Tabell 2 - Pugh-matrise for tilstandsovervåking

<b>Pugh-matrise for ulike metoder for tilstandsovervåking</b>			
<b>Beskrivelse:</b>	<b>Måling av strøm</b>	<b>Temperaturmåling</b>	<b>Vibrasjonsmåling</b>
Kostnad	+	0	-
Effektivitet	-	0	+
Velegnet	0	0	+
Robusthet	+	+	-
Nøyaktighet	-	0	+
Grad av ombygging og endring av systemet	+	0	-
Tilkomst ved service	+	-	-
+	4	1	3
-	2	1	4
0	1	5	0
Totalt	2	0	-1

Pugh-matrisen i Tabell 2 viser at måling av strøm er den beste løsningen for tilstandsovervåking. Dette er ut fra en lik vektning av de ulike kriteriene. Måling av strøm er den løsningen som krever minst inngrep i anlegget, og er enklest å installere. Dette er årsaken til at det er vurdert som den beste løsningen. Motorene blir styrt av frekvensomformere (elektronisk turtallsstyring som også inneholder vern og styring av motoren), som gir en mulighet til å hente ut informasjon om strømtrekk fra motoren. Dette gjør det enkelt å hente ut denne informasjonen, og dette bør benyttes.

Temperaturmåling er ansett som den nest beste løsningen. Temperaturmåling skiller seg ikke ut på noen områder som den beste løsningen. Det at løsningen har få ulemper gjør at den blir vurdert så høyt. Det er planlagt å ha temperaturmåling på viklingene i motoren. Denne målingen bør utnyttas, ettersom den tilfører ekstra informasjon. Målinger flere steder ville gitt et bedre helhetsbilde, men det vurderes som mer hensiktsmessig å benytte vibrasjonsmåling dersom det ønskes mer informasjon.

Den løsningen som blir vurdert som den dårligste, er vibrasjonsmåling. Dette er den mest nøyaktige løsningen, men også den dyreste og mest kompliserte å installere og bearbeide. Dersom ombygging og tilkomst ved service ikke hadde vært vurdert, hadde vibrasjon blitt rangert som den beste løsningen. Framo har vurdert å montere vibrasjonsmåling på topplaten til SEA315 pumpen. Topplaten er toppen av røret som kommer opp fra pumpen, og er over vann. Dette er et langt enklere sted å plassere en sensor, men ulempen er at det er et stykke fra pumpen, og at det dermed blir mindre nøyaktig. Vibrasjoner fra andre ting i nærheten kan gi forstyrrelser, som vil redusere

kvaliteten på målingen. På grunn av den enkle tilkomsten bør denne muligheten undersøkes og testes ut, for å finne ut mer om hvordan dette fungerer.

Uforutsette driftsstans av lukkede anlegg kan få store konsekvenser for fiskene i anlegget. Derfor er det viktig at anlegget fungerer. Dersom anlegget er utstyrt med flere pumper eller nødpumper, vil ikke stans av en enkelt pumpe være like kritisk. I lukkede anlegg med kun en pumpe, uten noe backup-løsninger vil det være svært kritisk med stans, og da vil det være svært aktuelt å ha tilstandsovervåking på pumpen slik at tiltak kan iverksettes før det går galt.

Ved å i tillegg utnytte mulighetene som ligger i prediktivt vedlikehold, er målet å forutse hvor lang tid det tar før noe må skiftes, slik at vedlikeholdet kan planlegges, og at driftsstanser unngås. For å få det til bør systemet overvåkes kontinuerlig, og dataen bør analyseres. Bruk av maskinlæring er nyttig for å forutse og anslå når ting bør skiftes.

#### 7.4.2 Enkel utskifting og rengjøring av måleutstyr

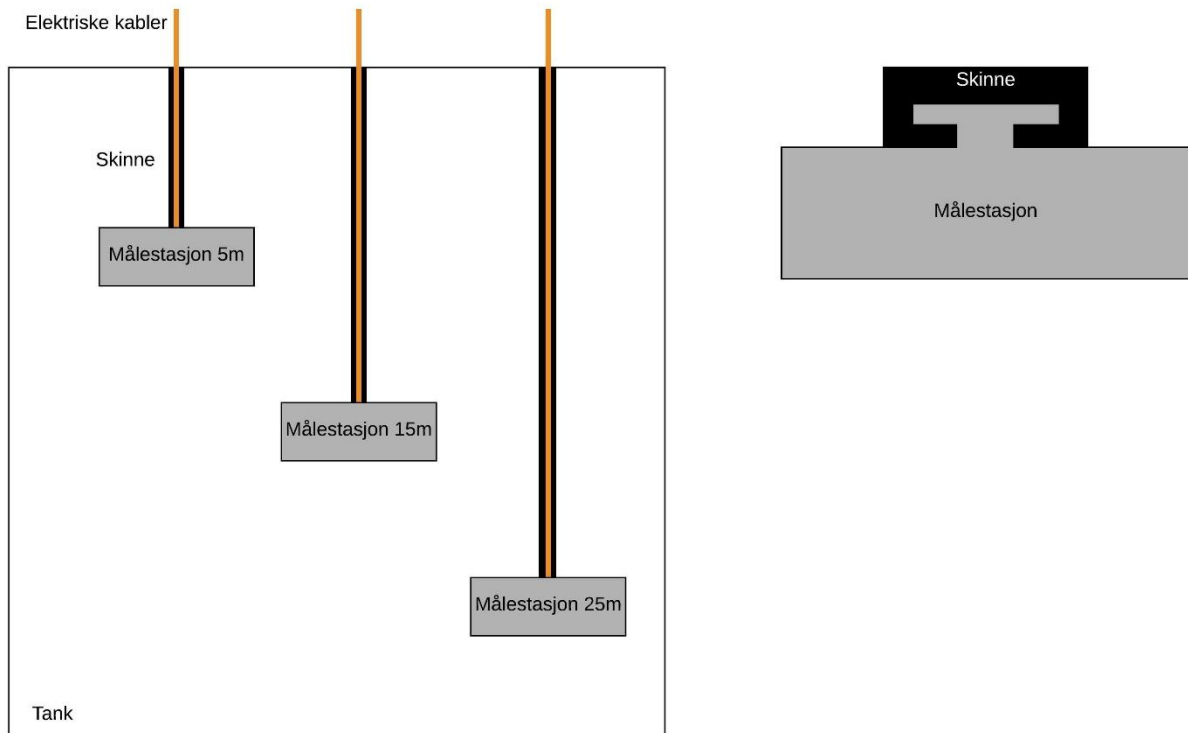
Det er behov for å ha mye av måleutstyret under vann. Det gjør det mer utfordrende å komme til utstyret, kompliserer utskiftning, stiller større krav til utstyrets tetthet og gjør rengjøring vanskeligere. En del sensorer vil ha behov for jevnlig rengjøring for å hindre groe, som kan påvirke måleresultatene.

Bruk av dykkere til å rengjøre utstyr som er fastmontert vil være svært kostbart. Derfor er det forsøkt å utvikle to skisser til løsninger for Framo.

##### 7.4.2.1 *Skinne for enklere tilgang på utstyret*

Denne løsningen forsøker å gjøre det enkelt å ta opp og ned utstyr i anlegget, slik at rengjøring, kalibrering og utskiftning kan gjøres over vann. Tanken går ut på å samle sensorene som skal stå samme sted i en samlet målestasjon. Denne målestasjonen monteres deretter på en skinne, hvor målestasjonen kan senkes ned til den høyden målestasjonen skal stå på. Ved å feste målestasjonen med en wire, kan denne wiren benyttes til å trekke opp eller senke ned stasjonen. Stasjonens egenvekt er antatt å være tilstrekkelig til at den synker ned. På enden av skinnen er en endestopper som hindrer at stasjonen går for langt ned eller løsner.

Ved å benytte kabelfester på skinne, er det mulig å få kablen til å sitte inntil skinnen, slik at de ikke blir hengende løst i anlegget. Figur 18 viser en skisse på denne løsningen. På høyre siden av figuren vises det hvordan målestasjonen kan festes på skinnen. Ved å benytte en mekanisk og solid tilkobling med romslige klaringer, er det antatt at groe ikke vil bli noe problem for å føre enheten opp og ned.



Figur 18 - Skisse på bruk av skinne for enklere vedlikehold av utstyr

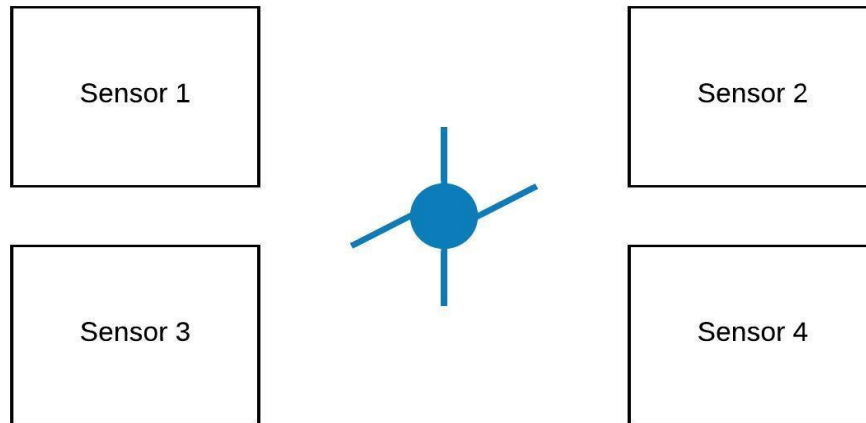
En utfordring med en slik løsning er at sensorene blir tatt opp av vannet. Ettersom de benyttes i reguleringen av pumpene, er det viktig at systemet vet når sensorene tas opp, og dermed ikke skal benyttes. En løsning på dette er å ha en vedlikeholdsfunksjon i programmet, som kan aktiveres fra kontrollrommet. Dersom programmet vet at målestasjon nummer 1 vedlikeholdes, stanses logging av parametre fra den, og den brukes ikke i reguleringen.

For å ytterligere forenkle utskiftningen av utstyr, kan hurtigkoblinger monteres på sensorene. Ved å benytte hurtigkoblinger på det elektriske, vil det være mulig å bytte sensorer uten å ha elektropapirer. Denne hurtigkoblingen må i så fall være over vann, for eksempel i tilkoblingen til koblingsskapet. Ved å skape slike fleksible løsninger, gjøres utskifting av materiell enklere.

Selv om denne løsningen kun er vist for målerne i tanken, er den også velegnet for målingene på inntakene til pumpene. Dersom pumpene ikke har forbindelse til overflaten, må det muligens gjøres på andre alternative måter som for eksempel ved bruk av fleksible rør som hele stasjonen kan senkes ned i.

#### 7.4.2.2 Spyling av sensorene

For å unngå å måtte heve sensorene over vann for rengjøring, er en løsning å montere en roterende spylere som ved hjelp av høytrykk rengjør sensorene. Figur 19 viser en skisse av en slik løsning.



Figur 19 - Spyling av sensorer

Den blå spyleren i midten av figuren roterer og spylere sensorene rundt. Sensorene er montert samlet slik at det forenkler spylingen. Dersom dette ikke er hensiktsmessig for målingene kan flere spylere monteres. Dersom disse spylerne skal monteres i tanken sammen med fisken, må det undersøkes hvordan spylingen påvirker fisken. Dersom fisken kan skades av vannstrålen, er denne løsningen kun aktuell for målinger utenfor merden, slik som ved vanninntakene til pumpene. En ulempe med denne installasjonen er at den krever vann ned til hvert målepunkt, og at det i tillegg trengs en høytrykkspumpe på anlegget som kan forsyne spylerne med vann.

For å hindre målefeil under spyling, er det mulig å lage til automatisk stans av logging og bruk av sensorene som spyles. Dette krever at spylingen styres fra kontrollsystemet, og at alle linjene som skal spyles har elektriske ventiler. Denne løsningen vil ha en kostnad, men vil sammenlignet med dykkere være rimeligere. Denne metoden har fordelen at den ikke krever menneskelig innblanding, og vil passe godt til et ubemannet oppdrettsanlegg.

### 7.5 Utnytte mulighetene i markedet

Kundene trekker frem at det er vanskelig å finne leverandører av utstyr til de nye oppdrettsanleggene. En av årsakene til dette er manglende erfaring. Dette gir Framo mulighet til å etablere seg og levere flere deler av leveransen som oppdretterne trenger. Ved å være tidlig ute med å utvikle løsninger, vil Framo skaffe seg erfaring. Dette vil gjøre det lettere å selge løsningene til nye kunder.

Dette delkapittelet løfter frem noen tanker til Framo om mulighetene for å utvide leveransen.

### 7.5.1 Videreutvikle kompetanse på hydrodynamiske beregninger for å optimalisere slamtømming

De potensielle kundene trekker frem hydrodynamiske beregninger som en utfordring i lukkede anlegg. Spesielt hvordan fisken påvirker strømningsene er trukket frem som en usikkerhet. Framo har god kompetanse på hydrodynamiske beregninger, og anbefales å undersøke videre hvordan fisk påvirker dette. Denne kompetansen kan de deretter bruke til å optimalisere anlegg.

Beregninger av hvordan slam skal tømmes ut fra et anlegg er et av områdene hvor denne kunnskapen vil komme til nytte. Dette er kunnskap Framo selv vil trenge for å utvikle sine egne systemer for å tømme ut slam fra anleggene. Dersom Framo kan vise til at de vil få ut mer slam enn sine konkurrenter, vil de ha et fortrinn for å selge slampumpene sine. Dette vil gjøre det lettere å levere større deler av anlegget.

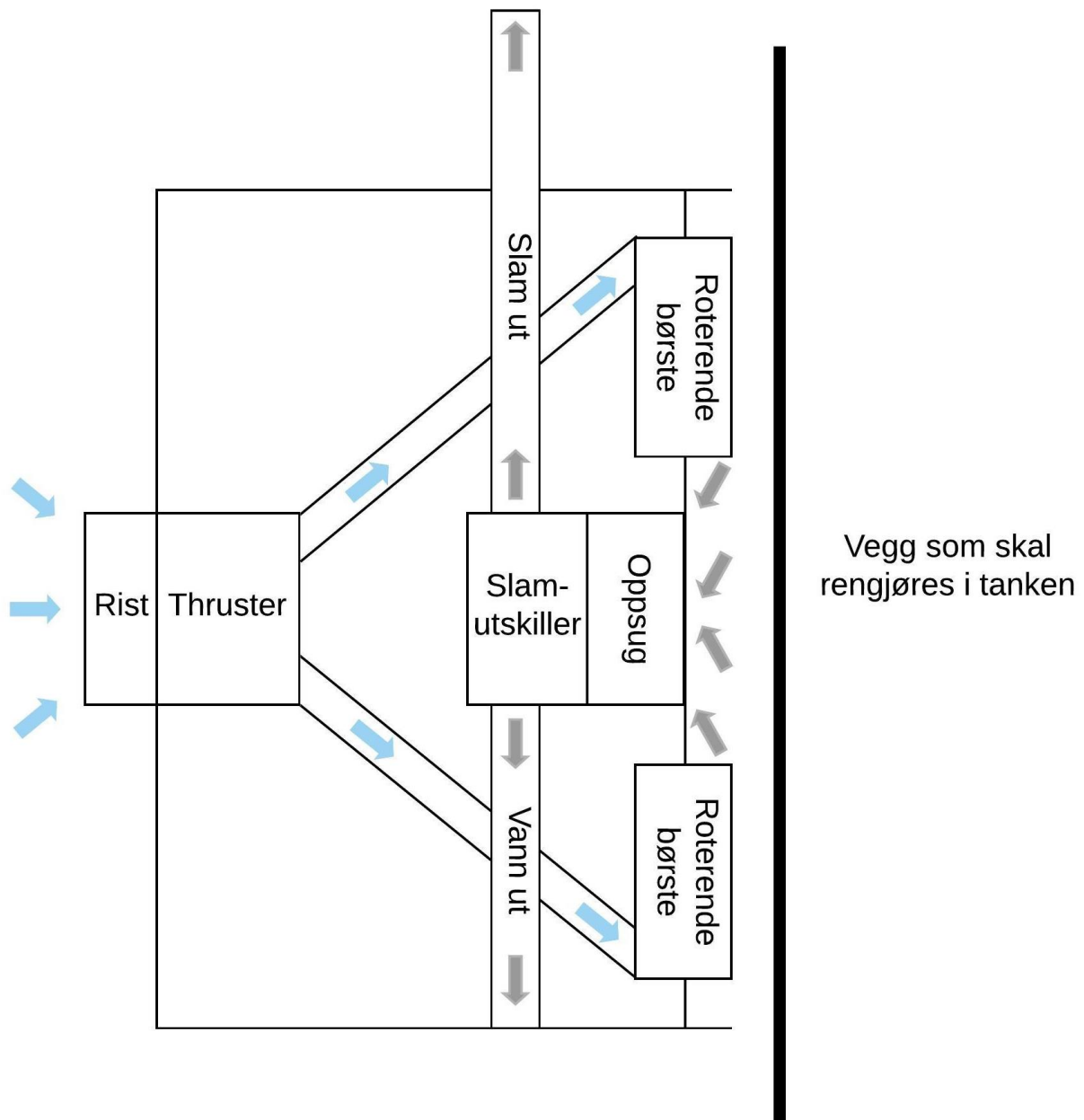
### 7.5.2 Rengjøringsrobot for lukkede anlegg

Rengjøring av tankene ble trukket frem som en utfordring hos en av kundene. Are Nylund ved Universitetet i Bergen trakk også frem utfordringen med biologisk materiale som løsner under rengjøring og blir spredt ut i tanken. Dette er uheldig for fisken.

Denne utfordringen er svært relevant ettersom det nå bygges flere lukkede oppdrettsanlegg. Framo har kompetanse på pumper og fluiddynamikk. Dette vil være viktig kompetanse for å kunne utvikle et system som leder det skitne vannet bort.

Figur 20 viser en skisse på et forslag til hvordan dette kan gjøres. Denne ideen er ikke ment som en utviklet løsning, men som et utkast som kan diskuteres og sette i gang tanker rundt mulighetene for å lage en vaskerobot.





Figur 20 - Utkast til rengjøringsrobot

En thruster sørger for at vaskemaskinen holdes inntil vegg som skal rengjøres. For å styre roboten kan thrusteren vinkles i ulike retninger slik at den kan styres. Ved å implementere nøyaktige posisjons-sensorer og dybdemålere i roboten, kan den programmeres til å kjøre selvstendig rundt i tanken og vaske. For å hindre at det kommer fisk inn i thrusteren er det plassert en rist foran inntaket til thrusteren.

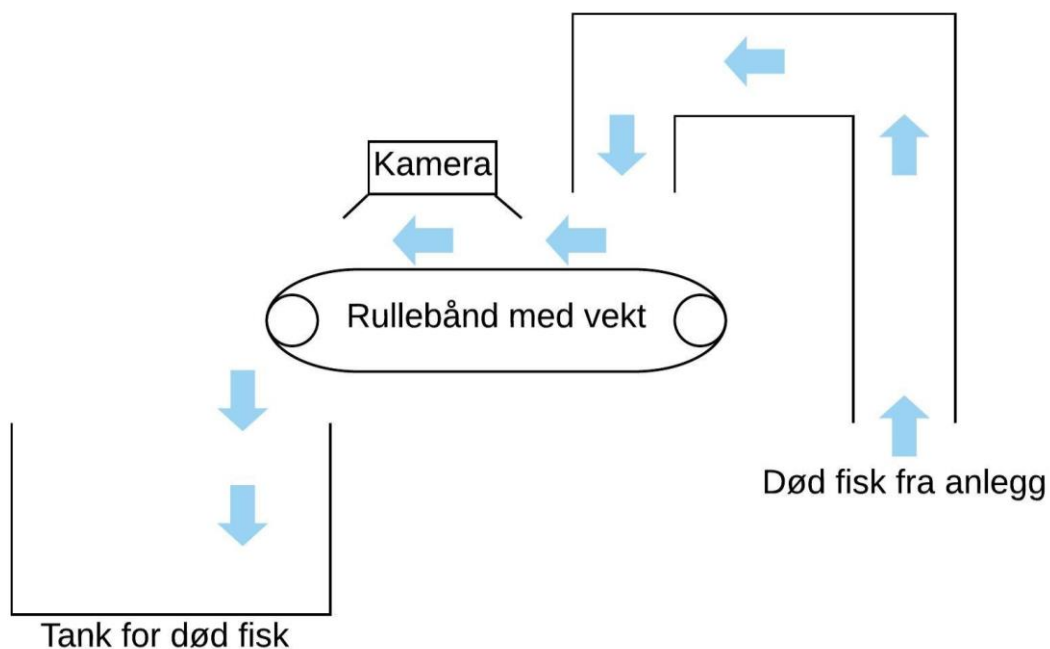
Vaskeroboten består av to roterende børster som skal vaske bort skitt langs veggene på anlegget. Disse forsynes med vann fra thrusteren. Vannutløpet som skal spyle på de roterende børstene hentes ut slik at de tar minst mulig kraft fra thrusterens fremdrift. På den måten blir det energieffektivt, og reduserer antallet pumper som er nødvendig. Partiklene som løsner under vaskingen hindres fra å komme ut i vannet ved hjelp av kantlister. Vannet går så inn i et oppsug i midten av vaskeroboten hvor det skiller mellom partikler og skitt som pumpes opp i en tank og vann som slippes rett ut i tanken. Dette krever en egen pumpe til oppsuging og utskilling av slam.

Tilførsel av strøm til roboten gjøres via ledninger på utsiden av vaskerobotens slange. Det er også mulig å vurdere en løsning med batteridrift og oppsamling av partikler i en egen beholder på vaskeroboten. Dette vil til gjengjeld gjøre den større, så det er ikke sikkert dette er optimalt. Tyngde ansees ikke som et så stort problem, ettersom det kan kompenseres for med flyteelementer.

Det er ikke kjent at det eksisterer andre løsninger som tar ut skitten fra anlegget under vasking, og dette vil i så fall gi Framo et konkurransefortrinn. Framo har tidligere utviklet en ROV (fjernstyrt undervannsfarkost) som fester seg på skip og er beregnet på å bore seg inn og tømme sunkne skip for drivstoff [37]. Denne er kalt ROLS, og erfaring fra denne kan utnyttes til å lage den nye vaskeroboten.

### 7.5.3 Måle dødfisk

Fisk som dør medfører tap for oppdretterne. Informasjon om hvorfor fisk dør vil være interessant for å kunne forebygge og redusere sjansene for fiskedød. For å holde kontroll på fisk som dør kan det utvikles et system for dette, slik som Figur 21 viser.



Figur 21 - Forslag til automatisk dødfiskregistrering

Figur 21 viser hvordan fisk kommer fra anlegget, og går til et rullebånd med vekt som veier fisken. Et kamera tar bilder av fisken, og kan bruke det til å kontrollere at det virkelig er en fisk, og at det ikke er et annet legeme som er kommet opp fra vannet. Deretter kan fisken logges med bilde, vekt og tidspunkt.

#### 7.5.4 Lage et overordnet kontrollsystem for hele oppdrettsanlegget

Framo har god erfaring med programmering. Dette gir de et godt grunnlag for å lage et samlet kontrollsystem for hele oppdrettsanlegget. Ved å lage et slikt toppsystem, må alle andre undersystemer kommunisere med dette. Et samlet toppsystem vil gi brukeren et helhetlig og godt grensesnitt mot anlegget. Dette gir Framo god tilgang til data, og gir de god kjennskap til andre undersystemer. Det gjør det også enklere å logge andre parametre, som kan gi verdifull informasjon i forhold til å lære mer om hvordan fisken vokser og utvikler seg best.

Dersom Framo sitt anlegg benytter eller logger data fra andre systemer, bør dette informeres om, slik at kunden vet om det. Slik åpenhet er viktig for å skape tillit. Det vil være viktig å forklare kunden hvordan dataen er tenkt å bli benyttet, og gi informasjon om at dette vil bli benyttet til å optimalisere anlegget.

Framo er bevisst på fordelene med å utvikle et overordnet kontrollsystem, og jobber med å utvikle dette. Blant annet har de lagt til rette for fleksibilitet og enkel tilkobling til andre systemer ved å benytte OPC-UA til utformingen av kontrollsystemet. Dette gir et godt utgangspunkt for å utvikle et overordnet kontrollsystem.

De potensielle kundene som ble intervjuet var positive til å ha helhetlige og integrerte løsninger, men for at Framo skulle få levere det overordnede kontrollsystemet måtte de vise til at de hadde en god løsning.

Framo er opptatt av å levere helhetlige løsninger, og denne tanken bør de ta med seg dersom de skal utvikle et overordnet kontrollsystem. Istedenfor å kun ta imot signaler fra andre leverandører sine anlegg, bør Framo involvere seg i hvordan disse anleggene skal styres, og hvilke signaler de mener kontrollsystemet trenger. Dette vil kreve et tett samarbeid med oppdretterne for å forstå hvilke behov de har til utstyr fra andre leverandører. Det vil også kreve et tett samarbeid med leverandørene som skal levere. Leverandørene av utstyr vil kunne komme med nyttige råd om hvordan utstyret deres bør styres og hvordan data bør presenteres på en best mulig måte. Ved at Framo engasjerer seg i disse leveransene, kan de være med å utvikle de.

En av styrkene til Framo er at de er dyktige på driftssikre løsninger. Blant annet kan mange av pumpene til Framo styres lokalt dersom det oppstår feil på kontrollsystemet. Slik lokal styring betyr at anlegget styres fra utstyret direkte, og ikke fra kontrollsystemet. Dette kan for eksempel være styring av en pumpe ved hjelp av et panel på det elektriske styreskapet til pumpen. Denne muligheten kan benyttes dersom det er feil på kontrollsystemer eller på andre undersystemer. Dette kan være aktuelt dersom kablen til en viktig sensor kuttet, eller ved andre feil på kontrollsystemet. Slike løsninger kan Framo anbefale andre leverandører å implementere. Dette vil gi et mer driftssikkert system. Framo kan også være med å påvirke hvilke signaler de skal ha tilgang til, som vil være nyttig for å gi et best mulig overordnet kontrollsystem. Ved at Framo tenker helhetlig, vil leveransen utvikles og resultatet vil bli bedre. Dette vil innebære litt mer arbeid for Framo, men oppdretterne får et bedre system. Leverandørene er antatt å sette pris på dette, ettersom det får deres utstyr til å fungere best mulig.

Det vil være viktig å avklare hva som forventes av et overordnet kontrollsystem. Ettersom de ulike leverandørene av utstyr kjenner sitt eget utstyr best og er ansvarlig for dette, er det naturlig at alle undersystemene inneholder egen programkode for hvordan de skal styres. Det overordnede toppsystemet bør kunne kommunisere med de ulike undersystemene, slik at informasjon kan avleses og kommandoer kan bli gitt. Ved at samtlige undersystemer har egne kontrollsystemer, er de ikke avhengig av toppsystemet for å fungere, gitt at de kan betjenes på andre måter også.

### 7.5.5 Lys i tankene

Forskning har vist at lys påvirker fiskens utvikling, og kan gi raskere vekst, forbedre fiskens velferd, utsette kjønnsmodenhet og redusere antall fisk som dør [38]. Flere selskaper jobber med å utvikle optimale lys, slik at det kan stimulere fisken best mulig. Grønt lys er det vanligste [39]. Ettersom Framo allerede skal ha strøm ned i merdene, vil ekstrakostnaden av å installere belysning bli lavere. Mye av infrastrukturen for å få strøm ut i merden eksisterer allerede, og ved å utnytte dette kan installasjonen bli rimeligere.

Framo bør installere belysning i noen merder for å teste ut hvor stor effekt dette får, slik at de får kunnskap om temaet. Deretter kan de selge dette inn til flere kunder, og være med å levere en enda mer helhetlig løsning der flere elementer er tenkt gjennom og ivaretatt.

## 7.6 Andre muligheter i teknologitrendene

Teknologiutviklingen gir nye muligheter, og skaper nye forventninger til hvordan leveransene skal være. Dette kapitlet tar for seg noen nye muligheter Framo bør vurdere for å levere løsninger som oppleves som brukervennlige, fremtidsrettede og teknisk tidsriktige.

### 7.6.1 Bruk av smarte enheter for styring og overvåking

Det antas at kundene forventer dette om noen år, mer enn at det blir en ekstra service. Derfor anbefales det å implementere. Kontrollsystemet som er planlagt å benytte, støtter mulighetene for smarte enheter, og dette bør settes opp.

Muligheten til å kunne sjekke status på anlegget fra andre steder vil gjøre det lettere for kundene å se for seg mulighetene for ubetjente anlegg. Ettersom arbeidskraft er dyrt i Norge, er det naturlig å anta at ubetjente anlegg vil bli mer vanlig fremover. Framo bør av den grunn forberede seg på hvordan dette kan gjøres. Overvåking fra mobiltelefon er en naturlig start, og deretter vil styring fra mobiltelefon være en naturlig fortsettelse.

En av de potensielle kundene som ble intervjuet uttrykte skepsis mot at anlegget skulle styres fra andre steder, og ønsket kun manuell styring på stedet. Dette for å hindre at anlegget ble betjent av personer uten kompetanse på det. Problematikken denne potensielle kunden skisserer vil være relevant, og Framo bør sikre at ikke uvedkommende kan styre anleggene. For å hindre at andre betjener anlegget kan det være et alternativ å måtte oppgi en kode når man logger inn på appen, eller at en kode må oppgis dersom noe skal endres. IT sikkerheten må selvsagt også håndteres og ivaretas, og Framo må sørge for at løsningene de leverer er tilstrekkelig sikret mot cyberangrep.

For å implementere dette må kontrollsystemet på oppdrettsanlegget være tilkoblet internett, og programmet må være satt opp slik at styring fra mobiltelefoner er tillatt. Det må også være satt opp en mobilapplikasjon som må lastes ned av de aktuelle brukerne.

Det er viktig å huske at mye av brukerflaten til Framo ligger i appen eller grensesnittet der anlegget styres fra. Dersom designet ser gammeldags ut, vil leveransen oppleves som eldre. Framo bør derfor fokusere på å skape et fremtidsrettet og stilig design som er enkelt å betjene.

### 7.6.2 Nye muligheter ved ekstern tilgang til programmet

Når det skal gjøres endringer på programmene på Framo sine PLS-er i dag, gjøres dette utelukkende gjennom at Framo sender ut servicepersonell til lokasjonen der utstyret står. Der blir det nye programmet lastet over til PLS-en, og anlegget blir testet. Dersom noe er feil med programmeringen, oppdages og rettes dette enklere når personell er på stedet. Dette gir god sikkerhet. Ulempen med denne måten å gjøre det på, er at det tar mye tid. Det gjør at terskelen for å oppdatere programvaren blir større, og at det hovedsakelig gjøres ved feil på programmene.

På mobilapplikasjoner er det en selvfølge å få oppdateringer. En mobilapplikasjon som har sett lik ut i flere år er heller unntaket enn regelen. Designet endres, og nye funksjoner legges til. Sikkerhetsoppdateringer er alene en grunn til å gjøre jevnlig oppdateringer.

Når PLS-ene er på nett, øker sjansene for cyberangrep. Dette gjør det viktig å ha oppdatert programvare som beskytter anlegget mot angrep. Dersom programvaren ikke blir oppdatert, vil dette utgjøre en økt sikkerhetsrisiko. Denne risikoen kan veie opp for mye av den økte risikoen som er ved å oppdatere PLS-programmene over nett uten å ha servicepersonell til stede.

PLS-ene Framo benytter gjør det mulig å ha ekstern tilgang til programmet over nett. Det gjør det mulig å endre parametre, oppdatere funksjoner og programmere PLS-en fra andre lokasjoner. Dette bør Framo lære seg å benytte, og teste grundig ut. Når de blir trygge på det, vil det gi de mange nye muligheter. Det ville senket terskelen for hva som skulle til for å oppdatere programvaren. Det hadde gjort at programmene ville fått mange små utbedringer, som totalt hadde gjort programmene mer robuste.

Framo sine PLS-programmer består av en del felles metoder og funksjoner. Dersom noe var feil i et program, kunne dette blitt rettet, og lagt inn på samtlige andre PLS-er som inneholdt denne feilen.

Dersom nye sensorer skal kobles til, vil dette ofte medføre små endringer i programmet. Ekstern tilgang til programmet gjør at Framo ikke nødvendigvis trenger å sende ut personell dersom det skal gjøres små endringer. Kapittel 7.3.2 beskriver trådløse sensorer med klistrelapper, og kapittel 7.4.2.1 beskriver sensorer med montering på skinne med mulighet for hurtigkoblinger av det elektriske. Installasjon av slike sensorer blir enda enklere dersom Framo kan sende ut sensoren med en enkel instruksjon i hvordan den skal byttes eller festes, for deretter å kunne logge seg på anlegget over nett og koble til de nye sensorene. Dette gir mer effektiv ressursbruk.

Når Framo sin kompetanse øker, ønsker de gjerne å optimalisere reguleringen slik at den gir enda bedre forhold i anlegget. Ekstern tilgang til programmet gjør det mulig å legge inn nye verdier og parametre etter hvert som ny kunnskap blir tilegnet, istedenfor å måtte ha personell på anlegget hver gang noe skal oppdateres. Dette gjør det enklere for Framo å selge optimal regulering som en tjeneste. Oppdateringer av design og funksjonalitet vil gjøre brukergrensesnittet tidsriktig og brukervennlig, og er også tilleggstjenester som vil være mulig å selge i abonnementsløsninger. Ved å selge tilleggsløsninger for en ekstra månedlig kostnad, er det lettere å kunne selge inn små forbedringer. Ekstern tilgang til programmet vil gjøre slike små forbedringer lettere å implementere. Dette gjør at Framo sin løsning utvikles, og gir kunden en bedre og mer oppdatert løsning.

### 7.6.3 Utvidede hjelpefunksjoner

Dersom en feil oppstår, eller noe skal utføres på anlegget, kan det være utfordrende å forklare hva som er skjedd, eller hva som skal gjøres. Digitale støttefunksjoner kan da være til hjelp.

Virtuell virkelighet kan gi Framo mulighet til å forklare kundene hva de skal gjøre. Ved hjelp av VR-briller hos kundene kan Framo guide kundene gjennom en oppgave. En tekniker hos Framo styrer bildet og forklarer kundene skritt for skritt hva som skal gjøres. Spesielle ting kundene må være observante på, kan da opplyses om og vises. Dette gir god samhandling mellom Framo og kundene, og gjør det enklere for kundene å forstå hva de skal gjøre, dersom noe skal utføres. Dette kan være alt fra gjennomføring av daglig vedlikehold til å avklare vanskelige utfordringer som Framo selv må sende personell for å reparere.

Ettersom oppdrettsanleggene ofte er på sjøen og litt utenfor de mest sentrale strøkene, tar det litt tid for personell fra Framo å komme til anleggene. For å kunne bistå kundene på en best mulig måte, bør derfor teknologi utnyttes for å gi bedre brukerstøtte på anleggene. Bruk av videosamtaler kan da være et nyttig redskap.

Ambulansen som er tilknyttet sykehuset i Innlandet har testet ut teknologien med å ha et kamera på hodet og ha direkte kommunikasjon med lege [40]. Denne løsningen er antatt å kunne styrke kommunikasjonen i industrien også.

For å kunne benytte videosamtaler der operatøren sender video fra anlegget, trengs et oppsett med kamera, hodetelefoner og mikrofon. Ettersom dette skal brukes i felt, kan det være et alternativ å lage det som en hjelm som operatøren kan ta på seg. Det gjør at den også kan brukes i områder der hjelm er påkrevd. Framo bør sette opp denne hjelmen med nødvendig kamera og oppsett, slik at det bare er å ta den på og bruke den når det trengs. Dette vil gjøre det lettere å veilede operatørene, og Framo vil enklere kunne forstå feilen og spørsmålene kundene har. Det bør også undersøkes om det er spesielle retningslinjer knyttet til personvern som gjør slike videosamtaler utfordrende.

En kombinasjon av VR og videokommunikasjon vil forbedre kommunikasjonen og redusere sjansene for misforståelser. Dette øker sikkerheten, og dersom feil oppstår er det lettere å ordne opp i det raskt. Slik kan nedetid reduseres. Dersom Framo uansett må ut og ordne noe, vil de ha bedre forutsetninger for å ha med de riktige delene og materiellet dersom de har fått problemet vist ved hjelp av video, og ikke bare gjennom en rask telefonbeskrivelse. Det krever godt nettverk på anlegget for å kunne benytte både video og VR-teknologien, ettersom det må sendes både bilde og lyd.

For å implementere VR teknologien, må Framo lage til bilder og grafikk, som gjør det mulig å vise frem anleggene sine virtuelt. Framo har benyttet VR til opplæringsformål, og har da etablert noen virtuelle maskiner de kan vise frem. Det må utvikles flere slike bilder som kan vises frem, slik at kundene kan vises oppdaterte modeller av utstyret de har hos seg.

## 8 Avsluttende diskusjon

Dette kapitlet ser litt mer overordnet på noen litt større linjer for Framo videre. En av endringene som skjer i markedet, er at tjenesteleveranser stadig blir mer utberedt. Overgangen til tjenesteleveranser kan gjøres på ulike måter, og i ulik grad. Dette bør Framo ta stilling til og tenke gjennom.

Kapittel 8.1 ser nærmere på hva Framo skal levere. Deretter diskuteres det hvordan Framo ønsker å levere dette i kapittel 8.2. Etter dette blir det gitt anbefalinger til hvilke utvidelser og løsninger Framo anbefales å implementere i kapittel 8.3. Til slutt løftes det frem noen utfordringer Framo bør være bevisst på i kapittel 8.4.

### 8.1 Hva ønsker Framo å levere?

Trender i markedet viser at selskaper spesialisere seg, og outsourcer deler av leveransen de ikke har spesiell kompetanse på. Framo bør tenke gjennom hva de ønsker å levere. Fordelen med å levere og produsere fullstendige løsninger, er at de ikke er avhengige av andre leverandører eller aktører.

Dette gir Framo et større leveranseområde, og gjør de mindre sårbare for press fra andre samarbeidspartnere. Styrken med å kun levere deler av leveransen er at Framo kan fokusere på å gjøre det de er best på, og la andre gjøre resten. Dette kan for eksempel være gjennom outsourcing av produksjonen, eller ved å la andre selskaper gjennomføre databehandling og analyser av dataen fra anlegget. En utfordring med å outsource slike funksjoner er at Framo får mindre kontroll på kvaliteten på det som utføres. Når produksjonsmengden blir større, kan det være mer aktuelt å undersøke mulighetene for outsourcing. Uansett bør kvaliteten på det som leveres være høy. Utgiftene med å rette opp i feil kan ellers fort overgå besparelsene ved å outsource leveransen.

Istedenfor å outsource, har Framo-bedriftene hatt et økende fokus på å automatisere produksjonen sin. Blant annet har de investert i flere automatiserte CNC-maskiner som både henter emner, plasserer de i maskinen, maskinerer de og deretter stabler de på et delelager. Dette har redusert kostnadene og gjort at de har gått over til å produsere deler selv, som de tidligere hadde underleverandører som leverte. Dette har økt kvaliteten på delene og har gitt lavere gjennomløpstid og leveringstid, som gjør de mer konkurransedyktige. En av Framo-bedriftene leverer nå prefabrikerte hydrauliske stålrør til Østen fra fabrikken i Bergen. Dette viser hvordan de har skapt en konkurransedyktig produksjon.

Framo planlegger å levere pumper, inkludert nødpumper og slampumper, og kontrollsystemer til disse. Fordelen med å ha en slik nisje, er at Framo kan fokusere tydelig på det de er gode på. Dersom Framo hadde forsøkt å få større leveranser med utvidet innhold, kunne dette gitt de større omsetning. Dette kunne gjort Framo mer attraktive for flere kunder, ettersom de kunne levert mer av den totale leveransen de trengte.

Etttersom Framo er opptatt av å være spesialister på det de leverer, er det naturlig å utvide først med de tingene de kan best, og som er mest naturlig å levere sammen med pumpeleveransen de allerede har. Dette kan for eksempel være komplett måleutstyr til hele oppdrettsanlegget eller et overordnet kontrollsystem for hele oppdrettsanlegget. Dette vil gi Framo en naturlig pakke som de kan selge.

Det kan også være naturlig å se på salg av tilleggsutstyr som kan være anvendelig for kundene. Etttersom Framo allerede har måleutstyr nedi merden, vil det gjerne kreve mindre ekstraarbeid for Framo å legge opp lys i merden i tillegg. Dette kan være en leveranse de forholdsvis enkelt kan levere med. Dersom Framo kan vise til hvordan dette påvirker fisken (noe en del oppdrettere alt vet), og

kan selge dette til en konkurransedyktig pris, er det antatt at dette vil være et forholdsvis greit mersalg for Framo. Ettersom konkurrentene som leverer dette, leverer det som en helt egen installasjon, er det antatt at Framo kan klare dette rimeligere, og dermed oppnå bedre profitt.

En annen fordel med å levere en større helhet, er at Framo får flere veier og muligheter til å nå kundene. Når Framo skal selge et produkt, vil dette gi mulighet for mersalg av ekstra leveranser, som kan gi økt fortjeneste. Kunder som egentlig ser etter rengjøringsystemer i en merd, vil gjerne også trenge pumper, og visa versa. Ved å tilby flere produkter, kan Framo få foten innenfor hos flere kunder, som gir de nye muligheter for salg.

Fôrsystemene som benyttes i de åpne anleggene, er velegnet for de nye mer lukkede anleggene også. Disse systemene har flere leverandører som leverer bra produkter, og er antatt å være presset i pris, og dermed ha lavere profitt. Dette er systemer Framo ikke er interessert i å gå inn og konkurrere på. Oksygenanlegg er et annet område hvor Framo ikke har spesiell kompetanse, og hvor det allerede er gode løsninger og flere leverandører.

Dersom Framo skulle levert fôrsystemer eller oksygenanlegg hadde dette ført til en del utviklingskostnader. Når anleggene er antatt å ha begrenset profitt, er ikke dette områder Framo anbefales å satse på i første omgang.

Dersom andre leverandører av fôrsystemer eller oksygenanlegg hadde hatt sammenfallende tanker som Framo når det gjelder kvalitet og service, kunne det vært en mulighet for Framo og gått sammen med disse leverandørene for å forsøke å få til en helhetlig levering. Ved å ha et slikt leveringssamarbeid, kunne Framo tatt ansvar for hele leveransen inkludert et overordnet kontrollsystem, som vil gi de økt omsetning. Dette ville forenklet leveringen og programmeringen av det overordnede kontrollsystemet, og ville gjort at Framo kunne gjenbrukt mye av dette når det først var utviklet. Samarbeid mellom leverandører av ulikt utstyr vil gi de fordeler, slik som utnyttelse av hverandres kundegrupper, som kan gi økt salg, erfaringsutveksling og god kommunikasjon mellom aktørene.

Uansett om Framo inngår samarbeid eller ikke med andre leverandører, vil det å lage et overordnet kontrollsystem for hele oppdrettsanlegget være en interessant leveranse å se videre på. Noen vil ta plassen som leverandør og lage et slikt system, og Framo må vurdere om dette er noe de ønsker. Framo leverer et av de viktigste systemene til anleggene, og er antatt å ha det mest avanserte kontrollsystemet. Dette gjør det naturlig at Framo implementerer resten av systemene og lager et toppsystem der alt kan styres og overvåkes fra. Dersom Framo ikke gjør dette, kan Framo sitt system bli implementert i en annen leverandør sitt undersystem. Dette gjør at Framo har mindre kontroll på hvordan dataen fra anlegget deres blir presentert og styrt, og kan gi brukerne en dårligere opplevelse av utstyret.

Ettersom alle systemene på anlegget i ulik grad påvirker fisken, vil det være naturlig å integrere dette i et helhetlig system. De som sitter med toppsystemet og har tilgang til data fra alle systemene, har et forsprang på å kunne forstå hvordan fisken utvikler seg og trives. Dette vil gi svært viktige data for å kunne optimalisere anleggene. Dette bør Framo være bevisst på, og ta med i vurderingen av om de ønsker å levere et overordnet kontrollsystem.

Uansett om Framo leverer et overordnet kontrollsystem eller ikke, er det enkelte funksjoner de bør få tilgang til. For å lage en optimal regulering av anlegget, bør Framo ha tilgang til styring og avlesing av systemer som oksygen og fôring. Styring av oksygenanlegget er naturlig at gjøres i samme system som pumpestyringen, ettersom begge systemene påvirker oksygennivået. Oksygenforbruket endres også ut fra hvor mye fisken fôres, så kunnskap om når og hvordan det fôres er nyttig for reguleringen



av pumpene. Integrering av disse systemene i kontrollsystemet til Framo vil derfor uansett være nyttig.

Framo har god historikk på å levere driftssikre løsninger, og er opptatt av god systemforståelse. Dersom de skulle levert et overordnet kontrollsystem måtte de satt seg ytterligere inn i oppdretters og leverandørenes systemer, behov og tanker. Dette kunne de deretter utnyttet for å komme med råd og anbefalinger til forbedringer av andre leverandørers utstyr. På den måten hadde Framo tatt et mer helhetlig ansvar, og utviklet og tilpasset systemene som skulle integreres i det overordnede kontrollsystemet. Ved å gjøre det slik, hadde Framo hatt et godt utgangspunkt for å lykkes, og det overordnede kontrollsystemet ville blitt forbedret.

Ved at Framo engasjerer seg i andre leverandørers systemer, får de utviklet relasjonen til disse leverandørene. Dersom leverandørene er fornøyde med jobben Framo gjør, kan det gjøre at de anbefaler Framo som leverandør av pumper og overordnede kontrollsystem til andre prosjekter de er involvert i. Dette er en god måte å bli anbefalt på, og kan åpne opp for økt salg.

Et annet alternativ for å tilby en mer helhetlig leveranse, er å kjøpe opp aktører som har spesiell kunnskap som kunne vært nyttig å få integrert. For eksempel er informasjon om fiskestørrelse veldig interessant for å kunne si noe om hvordan fisken vokser. Etter hvert som anleggene blir mer og mer ubemannet, vil verdien av å vite hvordan fisken vokser bli enda større. Ved å kjøpe opp slike leverandører vil Framo få større andeler av den totale leveransen til oppdrettsnæringen. Dette anbefales Framo å gjøre beregninger av.

Framo sine pumper har svært god statistikk på opptid. Dette gjør at andre faktorer kan være vel så aktuelt å tenke på for å hindre driftsstans av anlegget. Strømbrydd er en faktor som vil være kritisk. Framo AS har levert nødstrømsgeneratorer til andre prosjekter tidligere. Den minste de har er på 2MW, som er kraftig overdimensjonert for et oppdrettsanlegg. I tillegg er denne beregnet for offshorebruk, med tilhørende sertifikater og utforming, som gjør den unødvendig dyr for bruk i oppdrettsnæringen. Framo bør vurdere om de skal tilby leveranser av nødstrømsforsyninger, og om de skal forsøke å få til løsninger som er bedre tilpasset til oppdrettsanleggene. Bruk av solcellepaneler og vindmøller er gode alternativer. Dette er tatt i bruk på et oppdrettsanlegg i Rogaland av Grieg Seafood. Ved å ha batterier på anlegget kan de kjøre anlegget en stund selv om det ikke får tilført ny energi. Et dieselaggregat er også tilgjengelig [41]. Flere andre løsninger blir også utviklet ved bruk av batterier og generatorer, slik som Fjord Hybrid. Da kjøres et dieselaggregat med optimal virkningsgrad, og lader batteriene på anlegget. Når batteriene er fulladet, stopper motoren, og batteriene kan forsyne anlegget. Fjord Hybrid oppgir at dette kan redusere drivstofforbruket med 60%, redusere kostnadene med 60% og redusere utslippet med 90% [42]. Disse nye strømforsyningene gjør at anleggene ikke trenger landstrøm, og gir mer fleksibel plassering av anleggene. Det blir dermed lettere å plassere de lengre fra land. Ved å ha to separate strømforsyningssystemer på oppdrettsanlegget, får anlegget økt sikkerhet dersom ett skulle svikte. Framo bør vurdere å investere i, eller inngå et samarbeid med, et selskap som utvikler slik teknologi. Denne teknologien er antatt å bli mer aktuell fremover.

Det er viktig at Framo vurderer hva de ønsker å levere i fremtiden. Ønsker de å stå for totalleveranser av komplette oppdrettsanlegg? Ønsker de å være en leverandør som leverer alt utenom selve merden? Ønsker de å fortsette som en leverandør som leverer sirkulasjonssystemer? Kanskje de nye pumpene er velegnet for andre næringer også, og enkelt kan utvides til nye kundegrupper? Fordelen ved å fortsette med det de er best på, er at Framo beholder sin kjernekompetanse. Ulempen er at de kan miste muligheter for økt profitt og ekstra inntekter. De kan også risikere å bli utkonkurrert av

store selskaper som leverer totalløsninger. En annen risiko ved totalleveranser er at Framo ender opp som en underleverandør med liten påvirkningskraft og redusert profitt.

## 8.2 Hvordan ønsker Framo å levere?

Framo er en stor leverandør til anleggene, og leverer essensielt utstyr til oppdrettsanleggene. Dette gjør de til en viktig leverandør og gir de betydelige påvirkningsmuligheter. Framo har kapital og er et selskap med god likviditet. For oppdrettselskapene som skal investere i nye oppdrettsløsninger, innebærer dette betydelige kostnader og store investeringer. Den økonomiske risikoen er stor for selskapene, og det vil derfor være verdifullt for de å få redusert risikoen og oppstartskostnadene. Dette bør Framo ha i bakhodet når de vurderer potensielle muligheter for å gå over til tjenesteleveranser.

Overgangen til tjenesteleveranser åpner opp for nye måter å selge og levere leveransen. Tradisjonelt har pumpene blitt solgt og Framo har deretter fått betalt for leveransen. Vedlikehold og reservedeler har deretter blitt solgt inn ved behov, og kundene har dekket kostnadene av dette. Et sentralt spørsmål Framo bør stille seg er om dette er den optimale løsningen. Det er deretter naturlig å stille oppfølgingsspørsmålet om dette er den beste løsningen for kundene.

### 8.2.1 Tettere kontakt med kundene

For å kunne levere det kundene ønsker, er det essensielt at Framo forstår kundens behov og er i stand til å tilpasse løsningen, slik at de leverer det som ønskes. Når Framo leverer pumper, engasjerer de seg også i tilpassing av anlegget slik at strømningsforholdene blir best mulig. Dette gjør at Framo er vant til å være involvert i tilpassing av anlegg, som krever at de også forstår kundenes behov til anlegget. Dette må Framo gjøre ekstra grundig ved salg av en tjeneste. Framo bør sørge for at kundene både får det de ønsker, men vel så viktig, det de egentlig trenger.

Når det leveres tjenester er det mer utfordrende for kundene å måle og evaluere det som leveres. Når Framo for eksempel jobber med å optimalisere strømningsforholdene i et anlegg, vil det være vanskelig for kundene å se hva Framo egentlig jobber med. Det gjør det ekstra viktig for Framo å ha god kommunikasjon med kundene. Når det utvikles løsninger, er det mye beregninger og arbeid som utføres, og dette er vanskelig for kunden å evaluere kvaliteten på. Det er også vanskelig for kunden å vite hva som er gjort og evaluere fremdriften. Ved å holde kundene oppdatert på hvilket arbeid som er utført, eventuelle resultater det har gitt og problemer som er løst, vet de at løsningen deres jobbes med. Jevnlige oppdateringer til kundene vil gjøre at de føler seg bedre ivaretatt. Dette vil gjøre det lettere for kunden å forstå hvordan tjenesten kan gi økt verdi, og hvordan Framo kan bidra til å gjøre løsningen bedre.

Christopher Lovelock og Jochen Wirtz trekker i boken «Services Marketing» [19] frem kommunikasjon mellom kunder og ansatte som en nødvendig del av en tjenesteleveranse. Framo bør derfor være bevisst på at en del av leveransen deres er nettopp kundekontakten. Dette bør derfor prioriteres og settes av tid til, slik at kundene føler seg ivaretatt. Boken løfter også frem at leverandørene bør gi kundene opplæring i bruken av leveransen, slik at de kan bruke den riktig og utnytte den på en mest mulig effektiv måte. Dette gir kundene en bedre opplevelse av tjenesten, og medfører ifølge forfatterne økt produktivitet [19]. Framo har jobbet med å benytte virtuell virkelighet til opplæring, og anbefales å utvikle et godt og engasjerende opplæringsprogram. Opplæring av kundene bør utnyttes til å bygge gode kunderelasjoner og bør være en del av leveransen.

### 8.2.2 Nye måter å levere på

Kundene ønsker å få møtt sine behov. Kundens primære behov fra Framo er i dette tilfellet vannstrømning i et oppdrettsanlegg. Eierskap til en pumpe og vedlikehold av denne er ikke en del av behovene som blir løftet frem av de potensielle kundene. Økonomisk risiko blir derimot løftet frem som den største utfordringen for oppdrettsanleggene.

Dersom Framo istedenfor å selge leveransen slik de tradisjonelt har gjort, selger «vannstrømning i anlegget», har Framo tatt på seg et betydelig ansvar. Ved å selge vannstrømning, trenger ikke kundene å betale dersom dette ikke fungerer. Da reduseres risikoen til kundene, og de får levert akkurat det de har behov for. Tjenesten «vannstrømning i anlegget» kan selges slik at Framo tar ansvar for hele denne leveransen, inkludert vedlikehold og utskiftning av deler. Kundene slipper da å tenke på vedlikehold i det hele tatt. Dette gjør at oppdretterne sparer tid og kan fokusere på det de er best på, og Framo tar seg av det de er best på. Dette er en bedre fordeling, og gir kundene en forutsigbar kostnad.

Ved å gå over til salg av leveransen som en tjeneste, kan det betales ut fra det som brukes. Framo er da eier av utstyret, og får betalt for tjenesten de leverer. Framo AS har blant annet inngått slike avtaler med Aker BP, der Framo AS får betalt for oppetid på pumpene sine. Dette er en ytelsesbasert forretningsmodell, som lønner Framo AS når de leverer etter en gitt avtale. Løsningen med Aker BP inneholder en smartkontrakt, hvor Framo AS får tilgang til sanntidsdata fra anlegget, og hvor de får betalt ut fra ytelse [43]. I en slik modell har Framo AS ansvaret for at utstyret fungerer. Dette gir de insentiver til å optimalisere vedlikeholdet. Dersom det er feil på produktet, kan Framo få større ansvar, hvilket gir Framo et viktig insentiv for at løsningen til enhver tid skal fungere. Kontrakten kan for eksempel ha innebygd betingelser om at den kan sies opp dersom systemet ikke fungerer. Slik får Framo et betydelig press på seg til å levere.

Kundene får med en slik løsning redusert investeringskostnaden, og betaler heller periodevis gjennom leasing. Dette kan være nyttig for oppdrettere som skal etablere nye anlegg, og ikke har tilgjengelig store mengder egenkapital. Utgiftene blir forutsigbare, ettersom Framo dekker vedlikeholdskostnadene. For kundene er kjøp av tjenesteleveranser gjennom leasing også fordelaktig med tanke på skatt. Hele utgiften av leasingen kan føres som en utgift, som medfører at gjenstandene som leases kan avskrives raskere enn om kunden hadde kjøpt de [44].

Lasse Lien, som er professor i strategi ved Norges Handelshøyskole, mener denne modellen fordeler risiko på en bedre måte mellom kunde og leverandør. Han trekker frem at leverandørene er de som har den fremste ekspertisen og påvirkningsmuligheten, og at det dermed er effektivt at de også bærer mesteparten av risikoene [43]. Leverandøren får sterke insentiver til å levere, og kundene får økt forutsigbarhet.

Det er flere alternative måter å selge tjenesten på, og hele leveransen må ikke nødvendigvis selges som en tjeneste. For eksempel kan pumpesystemet selges på tradisjonelt vis, og vedlikeholdet kan selges som en tjeneste. Tilleggsleveranser kan også selges som tjenester, slik som optimalisert regulering. Det er heller ikke gitt at å selge «vannstrømning i anlegget» er den optimale salgsmåten. For anlegg som står uten fisk i perioder, kunne det gjort at Framo ikke fikk betaling for den perioden. Dermed kunne «tilgjengelig vannstrømning i anlegget» muligens vært en bedre beskrivelse, slik at Framo også fikk betalt når anlegget ikke var i bruk, så lenge det var tilgjengelig. For nødpumper som er lite i bruk, vil det heller ikke være passende å betale for bruken, der bør det heller betales for tilgjengeligheten med muligheter for tillegg dersom de brukes. Når Framo leverer komplette strømningsanlegg, er gjerne det enkleste for både Framo og kundene å selge hele leveransen med en kontrakt, og måle ytelsen etter forhåndsbestemte KPI-er. Dette kan for eksempel være avtaler der

Framo får betalt ut fra oppetid på anlegget og tilgjengelig kapasitet på pumpene. Muligheter for å kreve erstatning fra Framo ved driftsstans på anlegget som skyldes Framo, kunne også blitt implementert. Kontrakten bør fordele risikoen på en fornuftig måte med konkrete og målbare resultater.

Når Framo skal selge hele leveransen som en tjeneste, vil de trenge sanntidsdata fra anlegget. Data fra tidligere kjøring av anlegget vil også være sentralt for å kunne lage optimaliserte vedlikeholdsprogram. Ettersom Framo har ansvaret for at anlegget skal fungere, vil problemer på anlegget gi redusert inntjening eller i verste fall økonomiske erstatningskrav. Dette øker verdien av å ha et godt vedlikeholdsprogram der feil forutsees før de inntreffer, og der en kan predikere når vedlikehold må utføres for å unngå stans. Ved å utnytte data om tidligere feil på anlegget kan Framo optimalisere anleggene sine, slik at de blir best mulig. Dette vil gi Framo insentiver til å kontinuerlig forbedre anleggene sine, slik at antall feil går ned. Det gir også Framo insentiver til å utføre vedlikehold kun når det er behov for det, ettersom de må dekke vedlikeholdskostnadene selv. Ved at Framo har overvåking av tilstanden på anlegget, vil det gi muligheter for å øke levetiden på leveransene dersom tilstanden på utstyret er bra. Dersom Framo kan kjøre pumpene sine lengre, vil dette gi de muligheter for forbedret inntjening.

### 8.2.3 Fordeling av risiko

En sjelden gang kommer det store vedlikeholdsutgifter på et anlegg, som kundene med en tradisjonell kontrakt måtte dekke selv. Dette kan føre til store ekstrakostnader, og medfører økt usikkerhet rundt vedlikeholdskostnadene for kundene. Kundene vil i mange tilfeller være villige til å betale ekstra for å få redusert denne risikoen, noe Framo vil tjene på i det lange løp. Framo er en stor leverandør, og er med sin størrelse naturlig nok mindre risikoavers enn en mindre leverandør. Ettersom Framo er trygg på leveransen sin, vil det være mindre risiko for dem ved å ta ansvar for vedlikehold og feil på leveransen. Framo AS har god statistikk på sine tidligere leveranser i forhold til høy oppetid og få feil. Dette er noe Framo er antatt å opprettholde. Likevel kan det være vanskelig å overbevise kunder om at leveransen er av god kvalitet. Problemer med skjult informasjon, der selgerne vet mer enn kundene om potensielle svakheter med et produkt, gjør at en del kunder har en viss skepsis mot informasjon som blir presentert. Når Framo dekker vedlikeholdskostnadene selv, viser det at de er trygge på kvaliteten, og problemet med skjult informasjon fra selger blir redusert.

Dersom Framo står for kostnadene av vedlikehold selv, reduseres også potensialet for moralsk risiko (også kjent som «moral hazard»). Framo kunne potensielt prioritert ned kvaliteten på produktene de leverte dersom de visste at kundene var de som måtte dekke vedlikeholdskostnadene. Det er ingen grunn til å anta at de gjør dette, men ved at Framo selv dekker kostnadene, trenger ikke kundene tenke på moralsk risiko på dette området.

Ved å selge hele leveransen som en tjeneste, endres risikoen for Framo. De får større ansvar for at leveransen skal fungere, noe som i utgangspunktet øker risikoen deres. Dersom de får til å utvikle et godt tilstandsbasert vedlikeholdsprogram, der feil oppdages før de inntreffer, vil dette redusere den totale risikoen for Framo. Når kundene ikke lengre ønsker tjenesten, eier Framo fortsatt utstyret. Avhengig av hvor slitt utstyret er, kan noe av det gjerne gjenbrukes. Pumper kan overhales og eventuelt oppgraderes dersom det er kommet nye versjoner av pumpen. Deretter kan den selges som en tjeneste et annet sted. Dette gir gjenbruk av materiell, som er miljøvennlig og økonomisk. Ettersom Framo har god likviditet, antas dette å være en bedre forretningsmodell for dem. Dette anbefales Framo å vurdere nærmere. Ved å gå over til tjenesteleveranser, vil de få inntekter hver måned fra anleggene sine så lenge de er i drift.

#### 8.2.4 Tilleggstjenester

En annen fordel ved tjenesteleveranser, er at det er lettere å selge tilleggstjenester, ettersom det vil være mulig å justere prisene noe mot en ekstra leveranse. Dette er noe Framo bør jobbe med å utvikle. Etter hvert som Framo utvikler flere og bedre ideer, vil disse kunne selges som tilleggstjenester.

En del av forbedringene Framo utvikler, vil gi kundene muligheter for besparelser og økt inntjening. Optimalisert regulering ut fra økonomi og fiskevekst er et eksempel på en slik løsning. Framo tjener ingenting direkte på dette, selv om de får fordeler som økt kunnskap og øker mulighetene for mersalg. Det er derfor avgjørende at Framo klarer å lage en modell som gjør at kundene som ønsker disse løsningene også må betale for dem. Dette gir Framo incentiver til å bruke tid og ressurser på å utvikle nye løsninger. Disse nye løsningene kan potensielt gi store fordeler for kundene, og gir de et oppdatert og forbedret anlegg. Slike løsninger gir både Framo og kundene bedre profitt. Ved å selge leveransen som en tjeneste, og i tillegg utvikle løsninger som gir kundene bedre profitt, kan de totale livsløpskostnadene for kundene bli lavere, samtidig som Framo får økt profitt.

Kundene blir stadig mer bevisst på tidsbesparelser, og er i mange tilfeller villige til å betale ekstra for å spare tid [19]. Dette kommer selvsagt til nytte når en ser på vedlikehold av anlegget. Det kan også knyttes opp mot daglig drift som oppdretterne driver med, slik som rengjøring av anlegget eller av sensorene. Dette er tjenester de gjerne er villige til å betale ekstra for, slik at de kan spare tid. Det er også tidsbesparende og effektiviserende dersom fisken vokser raskere, som vil gi kundene mulighet for økt produksjon og økt inntjening.

### 8.3 Hvilke tiltak bør prioriteres?

Ordet tiltak beskriver her de ulike konkrete mulighetene, ekstraleveransene og alternative løsningene som er blitt presentert, og som skal vurderes opp mot hverandre. Disse tiltakene blir først vurdert opp mot hverandre i det første delkapittelet, før de deretter blir omtalt noe videre i kapittel 8.3.2.

En svakhet med rangeringen er at det ikke er gjort estimater av kostnader og inntekter for de ulike tiltakene. Framo ønsker ikke å utlevere informasjon om økonomiske verdier, som har gjort at dette ikke er blitt vurdert. Framo bør vurdere å regne nærmere på effektene av de ulike tiltakene de opplever som interessante.

#### 8.3.1 Beskrivelse av hvordan tiltakene er blitt prioritert og rangert

For å vurdere hvordan de ulike tiltakene bør prioriteres, er det satt opp noen kriterier, som de blir vurdert i forhold til. Kriteriene har fått ulik vektning etter hvor viktige de er. Det viktigste kriteriet er profitt, som vektet 30%. Dersom Framo skal utvikle nye løsninger har dette en kostnad, og det er da viktig å vite at tiltakene vil gi profitt. Tiltakene blir også vurdert i forhold til hvilke muligheter de gir Framo for mersalg. Løsninger som kan øke salget av leveransene til Framo bør prioriteres, og derfor er dette kriteriet vektet 20%. For de potensielle kundene var risiko en av de største utfordringene. Tiltak som reduserer risikoen for enten Framo eller kundene er derfor vektet 15%.

Andre kriterier som er vektlagt er hvor enkelt leveransen kan tilknyttes den originale pumpeleveransen og om det vil gi nye kundegrupper. Dersom Framo har spesielle fordeler som gjør at de kan levere løsningene bedre enn andre, vil det også bli prioritert høyere. Dette er fordi Framo da har et konkurransefortrinn på denne delen av leveransen som de bør utnytte. Til sist er det

vurdert hvor kostbart det er å utvikle, og leveranser med små utviklingskostnader er blitt rangert høyere. Dette er fordi de vil kreve mindre kapital å gjennomføre, og dermed er enklere å iverksette.

Tiltakene ble vurdert i forhold til de ulike kriteriene med et tall fra en til tre, som står beskrevet i Tabell 3. Vurderingene ble deretter vektet og summert opp, og ut fra dette ble tiltakene rangert. Dette gir en grov vurdering av hvordan de ulike tiltakene bør prioriteres. Løsningene er videre skrevet i samme rekkefølge som de anbefales å implementeres i.

Tabell 3 - Rangering av de ulike tiltakene

	Profitt	Mulighet for mersalg	Risiko	Tilknytning til eksisterende løsning	Har Framo spesielle fordeler?	Nye kundegrupper	Utviklingskostnader	Rangering
	Hvordan vil dette påvirke mulighetene for økt inntjening eller reduserte kostnader?	Hvordan er det forventet at dette vil påvirke salget til Framo?	Reduserer dette risikoen til Framo eller de potensielle kundene?	Er dette lett å integrere i en løsning med den originale pumpeleveransen?	Har Framo noen fordeler om gjør at de kan levere dette på en bedre måte enn andre?	Er det antatt at dette vil gi Framo nye kundegrupper?	Er det kostbart å utvikle?	
Beskrivelse av vurdering	1: Små forbedringer	1: I liten grad	1: I liten grad	1: I liten grad	1: Ingen fordeler	1: I liten grad	1: Dyrt	
	2: Greie muligheter	2: Moderat vekst	2: I moderat grad	2: Relativt naturlig	2: Noen fordeler	2: Noe utvidelse	2: Moderat	
	3: Gode muligheter	3: Betydelig vekst	3: I begydelig grad	3: Svært lett	3: Gode fordeler	3: Potensielt mange	3: Rimelig	
Vekting	30%	20%	15%	10%	10%	10%	5%	
Forbedring av forholdene for fisken og redusert biologisk risiko	3	3	3	3	2	3	2	1
Bruk av maskinlæring for å finne optimale økonomiske parametre	3	3	2	3	3	3	2	2
Tilstandsbasert vedlikehold	3	3	3	3	2	2	2	3
Videreutvikle kompetanse på hydrodynamiske beregninger for å optimalisere slamtømming	3	2	3	3	3	3	2	4
Bruk av smarte enheter for styring og overvåking	2	2	2	3	1	2	3	5
Små og rimelige trådløse sensorer	2	2	3	2	1	1	3	6
Nye muligheter ved ekstern tilgang til programmet	2	2	1	3	1	3	2	7
Lage et overordnet kontrollsystem for hele oppdrettsanlegget	2	2	1	3	2	2	2	8
Rengjøringsrobot for lukkede anlegg	2	2	1	2	1	3	1	9
Skinne for enklere tilgang på utstyret	2	1	1	3	2	1	3	10
Spyling av sensorene	2	1	1	3	2	1	3	10
Lys i tankene	2	1	1	2	3	1	3	10
Måle dødfisk	1	1	2	2	1	2	2	13
Utvidede hjelpefunksjoner	1	1	1	2	1	1	3	14

### 8.3.2 Tiltakene i rangert rekkefølge

Fiskehelse og økonomi henger tett sammen, og Framo anbefales derfor å prioritere å få utvidet anlegget slik at det inneholder sensorer og målinger som støtter innhenting av informasjon for å kunne utvikle kompetanse om dette. Deretter bør kunstig intelligens og maskinlæring benyttes for å analysere dataen og skape en optimalisert regulering som gir best mulig fiskevekst på en mest mulig økonomisk måte. Denne løsningen involverer teknologitrender fra alle de fire hovedtrendene. Dette legger et godt grunnlag for videre bruk av ny teknologi blant annet fordi systemet er på nett. I stor grad handler dette tiltaket om å utvikle kontrollsystemet, ettersom det er en forutsetning for å få til de andre tingene. Det gjør kontrollsystemet ekstra viktig.

Framo anbefales å levere måleutstyret som skal benyttes i tanken. Dette gjør at de kan velge utstyr som er av god kvalitet, og gir økt omsetning. Det sikrer også enkel implementering av målerne i systemet til Framo. Når Framo eier utstyret, er det lettere for dem å sikre eierskap til dataen fra utstyret, slik som data fra sensorer og informasjon om kjøringen av anlegget. Ved at Framo leverer måleutstyret, får kundene en leverandør mindre å forholde seg til. Dette gjør det enklere å bestille komplette løsninger, og reduserer tiden Framo må bruke for å tilpasse anlegget sitt til å hente inn målinger fra andre leverandører. Framo kan også levere systemer med ekstra målinger dersom kundene har spesielle behov og ønsker. Ettersom Framo har god kompetanse på hydrodynamikk, vil de ha et godt utgangspunkt for å plassere sensorene på egnede steder.

For kundene er det svært viktig at pumpene fungerer, og at Framo sitt system er pålitelig. Framo har veldig god historikk på å levere pumper med lav feilrate, og dette må prioriteres videre. For å ytterligere optimalisere driftssikkerheten på pumpene, anbefales det at Framo implementerer tilstandsbasert overvåking av pumpene. Temperatursensoren i motoren og måling av strømtrekket på motoren gir nyttig informasjon. Dette er informasjon som bør utnyttes til å lage et tilstandsbasert og prediktivt vedlikeholdsprogram, slik at feil oppdages før de skjer, og at vedlikehold kan utføres ved behov. Utvidelsen medfører relativt små endringer av den fysiske leveransen, og har dermed lave installasjonskostnader. Relativt lett tilgjengelig data gir ved hjelp av analyse og maskinlæring økt verdi på leveransen og er derfor et viktig tiltak å prioritere.

Framo har god kompetanse på hydrodynamikk, og bør derfor satse på å videreutvikle denne inn mot slamtømming. Framo har allerede spesielt god kompetanse på strømning, og dette vil gi de et fortrinn på å utvikle en god løsning. Dersom de klarer å utvikle en løsning som fjerner mer slam enn sine konkurrenter, vil denne løsningen kunne selges til en høyere pris. Dette bør utvikles raskt, ettersom denne løsningen gjerne vil føre til endringer i designet på oppdrettsanleggene.

Teknologitrenden bruk av smarte enheter bør deretter prioriteres, som gir muligheter for overvåking og styring fra mobiltelefoner og nettbrett. Muligheten for ekstern styring fra andre datamaskiner bør også implementeres. Dette prioriteres fordi det ansees som viktig for at Framo sin løsning skal oppleves som tidsriktig, og fordi det er en viktig løsning for å støtte autonom drift uten at noen må være på anlegget. Selv om denne løsningen ansees som tidsriktig i dag, vil den innen få år kunne bli så selvfølgelig at Framo kan miste leveranser dersom de ikke støtter det. Det er naturlig å anta at kundene ønsker seg en applikasjon der de kan styre hele oppdrettsanlegget, istedenfor å ha ulike applikasjoner for oksygensystemet, pumpene og fôringen. Derfor er dette også en naturlig utvidelse dersom Framo lager et overordnet kontrollsystem.

Bruk av små og rimelige trådløse sensorer vil gi ekstra informasjon på en forholdsvis rimelig måte. Dette anbefales derfor at Framo implementerer. Ved å utvikle mer erfaring om hvordan dette fungerer, kan Framo få nyttig kompetanse som de senere kan utnytte til å gjøre større deler av anlegget trådløst. Dersom de smarte pumpene kunne blitt satt opp trådløst, og kun trengte strøm og

nettverk til kontrollskapene, og tilførselskabler til pumpen, ville installasjonen blitt betydelig enklere. Dette kunne redusert oppkoblingstiden og gjort det enklere å skifte ut utstyr.

Ekstern tilgang til programmet vil gi Framo muligheter for å legge inn oppdaterte verdier i reguleringsystemet, oppdatere sikkerhetsfunksjoner, oppdatere designet og legge inn nye funksjoner i systemet. Enkelte av disse oppdateringene er enkle å få til, andre oppdateringer vil medføre større risiko for feil i systemet. Dette krever at Framo utvikler kompetanse og gode prosedyrer slik at driftsstans og andre problemer unngås. De anbefales å satse på dette, slik at terskelen for å oppdatere programmet reduseres, og flere små og store forbedringer kan implementeres raskt.

Deretter anbefales Framo å jobbe med å få til et overordnet kontrollsystem som styrer alle systemene på oppdrettsanlegget. Kundene får da ett system å forholde seg til, hvor alt kan styres. Det sikrer at Framo sitt anlegg blir presentert og styrt på en god måte. Fordelen ved å ha toppsystemet, er at Framo får tilgang til all dataen, og kan benytte dette til å styre anlegget på en best mulig måte. Dette gir Framo muligheter for å samle inn mer data. Det ligger et stort potensial i denne dataen dersom den benyttes sammen med maskinlæring til å optimalisere driften av hele anlegget. Da kan driften av hele anlegget for eksempel optimaliseres ut fra strømpriser og laksepris.

Utvikling av en rengjøringsrobot vil ha en høy kostnad, og er forventet å ta mye tid. Derfor er dette nedprioritert, sammenlignet med mange andre tiltak. Det er en risiko for at andre leverandører utvikler lignende løsninger før Framo får fullført sin, og det vil da gjøre det vanskeligere for Framo å selge dette produktet. Det er også en risiko for at Framo ikke lykkes med å lage en god rengjøringsrobot, og derfor legger bort prosjektet etter å ha brukt tid på det. Dette ville kun medført tap. Dersom Framo hadde klart å lage en slik løsning, er det til gjengjeld gode sjanser for at de kunne solgt dette som en tilleggsleveranse til mange av kundene. Dette er et produkt som også kunne blitt benyttet til rengjøring av båter utvendig, og hadde dermed hatt potensiale for økt salg og utvidelse til andre markeder. Framo anbefales å gjøre en vurdering av utviklingskostnad og etterspørsel av et slikt produkt.

Når sensorene er plassert under vann, skaper dette utfordringer med groe og skitt. Når sensorene blir skitne, kan kvaliteten på målingene bli redusert. Dette kan få konsekvenser for reguleringen og datainnhentingene. Dette er et velkjent problem for både oppdrettsnæringen og sensorprodusentene, og har vært det i flere tiår. I dag gjøres renholdet manuelt. Det vil være en forutsetning for ubemannede anlegg at dette kan gjøres uten mennesker. Framo anbefales derfor å se videre på om det kan utvikles effektive og gode løsninger for automatisk rengjøring av sensorene. Forslagene som er lagt frem er ment som noen mulige løsninger det kan bygges videre på. Dette er blant annet løsninger for å spyle sensorene under vann ved hjelp av en roterende dyse. For at denne løsningen skal kunne benyttes må det undersøkes at vannstrålen ikke skader fisken rundt. Det er også lagt frem et forslag med bruk av en skinne for å lettere kunne ta opp sensorene for kontroll, utskiftning og grundigere rengjøring. Det er antatt at disse to løsningene vil fungere godt sammen, og at sensorene vil ha behov for mer omfattende rengjøring en gang iblant selv om de spyles.

Installasjon av lys i tankene er en tilleggsleveranse mange oppdrettere er antatt å være interessert i. Dette påvirker fisken positivt, noe mange oppdrettere er klar over. Ettersom Framo allerede har installasjoner i tankene, er ekstrakostnaden ved å implementere lys forholdsvis lav. Dette gir Framo en fordel ovenfor andre tilbydere. De har dermed en mulighet til å levere dette med bedre fortjeneste enn andre. På den måten kan Framo utvide sin leveranse.

Måling av dødfisk gir interessant informasjon til et reguleringsystem som allerede har måling av vekten på fisken i anlegget. Ved å vite vekten på fisken, og samtidig få informasjon om når fisk dør,



og omtrentlig størrelse på fisken som dør, kan reguleringen optimaliseres. Dersom det plutselig blir høy dødelighet i merden, gir dette en indikasjon på at noe må gjøres fort. Da vil det være verdifullt å ha måling av dette slik at det kan gi alarm ved høy dødelighet. Dette vil være mulig dersom en har telling av dødfisk. Spesielt nyttig er dette ved ubemannet drift av et anlegg.

Ettersom sensorer for veiing av fisk er dyrt, er det ikke antatt at dette vil bli vanlig på anleggene til å begynne med. Derfor ansees ikke måling av dødfisk som like aktuell som de andre tiltakene, og denne løsningen kan heller implementeres ved behov. Dersom automatiske systemer for veiing av fisk blir levert, bør Framo vurdere å utvikle måling av dødfisk. Registrering av dødfisk kan også gjøres manuelt, og det bør da sørges for at denne informasjonen legges inn i skyen som lagrer informasjon om anlegget.

Framo har utviklet et system for virtuell virkelighet hvor kundene ved hjelp av VR-briller kan se hvordan en pumpe ser ut. Ved å videreutvikle dette kan det gi muligheter for effektiv og god kommunikasjon med de som er ute på oppdrettsanleggene. Det er ikke antatt at dette vil ha så store kostnader å utvikle, og det krever ikke så mye utstyr. Derfor er utvidede hjelpefunksjoner anbefalt å implementeres etter hvert. Ettersom dette ikke vil ha så stor innvirkning på salget av produktet, kan dette utsettes slik at andre løsninger som vil gi større verdiskaping kan bli prioritert først.

#### 8.4 Hvilke utfordringer bør Framo være bevisst på?

Framo har svært god kompetanse på strømningsystemer, og har satset på å utvikle dette til nye markeder. Dette reduserer risikoen deres ved nedganger i markedene de er etablert i, og er en klok satsning.

Satsningen innen oppdrett treffer et behov, og bruken av tverrfaglige team er en styrke. Et ressursområde Framo mangler kompetanse på er fiskehelse og biologi. Disse tematikkene er nyttige for utviklingen av anleggene til Framo. For å gjøre Framo best mulig rustet til å komme med optimaliserte løsninger bør de derfor ha et visst kompetansenivå på dette feltet. Kundene til Framo har i stor grad denne kunnskapen, og ved å utvikle anleggene sammen med kundene vil de også få med ressurspersoner innen disse kompetanseområdene. Framo anbefales likevel å hente inn ekstra kompetanse på disse områdene i en periode for å øke den interne kunnskapen om fiskehelse og biologi. Dette kan for eksempel gjøres ved hjelp av innleie av personell eller ved bruk av konsulenttjenester. Ved å samarbeide en periode med en ressursperson med denne kunnskapen, ville de ansatte hos Framo fått økt kunnskap og bevissthet rundt problemstillingene som er aktuell for fisken. Det ville gjort at effekten av en slik ressurs var størst i starten. Dette er et argument for å kun benytte en slik ressurs i en begrenset periode. Dette vil gi Framo et bedre grunnlag for å levere optimale løsninger.

Framo har begrenset med personell, som gjør at de må prioritere hva de ønsker å fokusere på. Det gir de en utfordring med utvikling av løsninger til oppdrettsanleggene. Slik markedet er nå, er det en del muligheter Framo kunne tatt tak i, og utviklet løsninger for. Dersom dette blir utsatt et år eller to, kan mye av problematikken allerede ha blitt løst av andre. Dersom Framo da skal lage en løsning, må den være bedre, og de må i tillegg kjempe om å komme inn på et marked der noen andre har etablert seg. Det vil være vanskeligere enn å levere noe til et marked som etterspør en løsning. En annen negativ effekt av å utsette utviklingen, er at andre selskaper får erfaring og dermed får et fortrinn.

Framo har andre selskaper i samme konsern, med kompetanseprofiler som er ganske lik de som er ansatt i Framo Innovation. De bør vurdere å leie inn ekstra personell fra disse selskapene for å kunne utvikle nye løsninger raskere, for å ta markedsandeler nå som etterspørselen er til stede.

Utviklingen som skjer innen teknologi er svært rask. Det er utfordrende for selskaper å tilpasse seg dette utviklingstempoet, og få med seg hva som skjer. Dette gjør at Framo bør være bevisst på hva som forventes av dem, og at de bør ha tilstrekkelig kompetanse til å utvikle løsninger i takt med forventningene i markedet.

Etter hvert som flere nye typer oppdrettsanlegg utvikles og tas i bruk, vil kunnskapen om disse øke. Det kan medføre at andre løsninger oppdages, som vil se annerledes ut enn løsningene som er i dag. Ny kunnskap kan også endre hvilke løsninger som er mest optimale. Dersom det for eksempel oppdages effektive metoder for å unngå lakselus i åpne merder, forsvinner en del av fordelene med de nye oppdrettsanleggene. Dette kan gjøre at åpne merder blir den foretrukne oppdrettsformen, og at utviklingen av lukkede anlegg stopper opp. Lukkede anlegg har flere andre fordeler, så det er ikke antatt at dette vil skje, men Framo bør uansett forberede seg på at det kan komme endringer. Framo bør derfor fortsette å fokusere på fleksibelt design av leveransen.

Fokuset på pumper er en styrke for å utvikle det nye pumpesystemet til oppdrettsnæringen. Utfordringen med dette fokuset er at Framo lett kan overse andre muligheter som ligger tilgjengelig for dem, som kunne gitt muligheter for økt omsetning og inntjening.

## 9 Konklusjon

Oppgaven har sett på hvordan nye teknologitrender kan benyttes for å utvikle Framo sitt nye pumpesystem. Det har gjennom oppgaven kommet frem mange muligheter for utvikling som er antatt å både gi økt fortjeneste og reduserte kostnader.

To av hovedutfordringene blant de potensielle kundene var biologisk og økonomisk risiko. Manglende kunnskap og erfaring gav utfordringer, og hvordan lukkede anlegg vil påvirke fisken er det lite data om. Undersøkelser rundt optimale parametre for vannkvalitet og fiskehelse viste at en del parametre slik som oksygennivå og temperatur var kjent. Strømningshastighet på vannet var en parameter som var litt usikkerhet knyttet til.

For å gi noen indikasjoner til Framo om hvilke tiltak de burde prioritere høyest, ble det utarbeidet et sett med vurderingskriterier som de ble vurdert etter. Profitt var det kriteriet som ble vektlagt mest, ettersom lønnsomhet alltid vil være en viktig driver for å skape innovasjon. Andre kriterier som muligheter for mersalg og reduksjon av risiko var også viktige. Gjennom å vekte de ulike kriteriene, og deretter gjøre en vurdering av hvert kriterium på de ulike tiltakene, ble det laget en grov rangering av hvilke tiltak som var ansett som viktigst å prioritere. De viktigste kriteriene er også de som Framo anbefales å implementere først.

Kunnskap og erfaring er to av faktorene som vil redusere risikoen i anlegget. Ved å installere sensorer i anleggene, og koble de til kontrollsystemet for pumpene, får anlegget mer tilgjengelig informasjon. Gjennom økt bruk av sensorer, skylagring, økt båndbredde og tingenes internett åpnes nye muligheter. Pumpen kan da kobles på nett, og ved at kontrollsystemet får tilgang til mer informasjon og lagrer dette i sky, kan dataen analyseres fra andre steder. Deretter kan dataen analyseres og maskinlæring benyttes, slik at reguleringen optimaliseres. Dette vil bidra til økt kunnskap om fisken og anlegget. Dette tiltaket ble rangert som det viktigste å implementere. Dette gir også et godt utgangspunkt for å kunne bygge videre på anlegget med andre teknologitrender.

Profitten kan økes ved at anleggets regulering optimaliseres etter økonomi og fiskevekst. Da vil anlegget reguleres slik at profitten blir best mulig. Dette betyr at fisken vokser raskest mulig, så lenge tiltakene ikke koster mer enn verdien de tilfører. Dermed økes inntjeningen for oppdretterne, og Framo kan selge denne forbedrede reguleringen og øke sin fortjeneste. Dette tiltaket er prioritert som det nest viktigste å implementere, og bygger direkte videre på det første tiltaket.

Det tredje tiltaket som ble anbefalt å prioritere er optimalisering av vedlikehold. Dette er et annet eksempel på hvordan skylagring og tilgang til sanntidsdata fra anlegget kan utnyttes til å gi reduserte kostnader. Ved å lage et tilstandsbasert vedlikeholdsprogram, kan helsetilstanden til anlegget overvåkes. Da kan feil oppdages før de blir alvorlige, og vedlikehold kan utføres ved behov istedenfor etter gitte tidsintervaller. Dette reduserer kostnadene til vedlikehold, og reduserer sjansene for uforutsette feil som kan føre til driftsstans i anlegget.

Framo har spesielt god kompetanse på hydrodynamikk, og denne kompetansen anbefales de å utnytte for å lage en bedre løsning for slamtømming i lukkede oppdrettsanlegg. Dette er det fjerde tiltaket Framo anbefales å implementere. Ettersom det er fisk i anlegget, blir beregningene av hvordan slammet vil fordele seg vanskeligere. Framo bør utnytte sin kompetanse til å lage systemer som effektivt tar ut slammet. Dersom Framo sin løsning tar ut mer slam enn konkurrentene, har de et fortrinn som gjør at de kan ta bedre betalt for leveransen.

Framo anbefales deretter å implementere en del utvidelser av kontrollsystemet, blant annet ved å gjøre det mulig å styre anlegget fra smarte enheter som telefoner og nettbrett. De bør også vurdere mulighetene for å installere små trådløse sensorer, slik at Framo kan få utvidet informasjon om

anlegget på en enkel måte. Bruk av trådløs teknologi kan også gi potensiale for enklere installasjon av anleggene til Framo, og bør vurderes for større deler av anlegget. Dette kan gi reduserte installasjonskostnader.

Ekstern tilgang til programmet gjør det mulig å legge inn nye parametre, oppdatere og forbedre programmet fra andre lokasjoner. Dette vil kreve at Framo opparbeider seg kunnskap og erfaring, slik at risikoen for feil blir svært liten. Dette vil senke terskelen for å gjøre oppdateringer av sikkerhetsfunksjoner, som vil redusere risikoen for cyberangrep. Det vil også senke terskelen for å gjøre forbedringer av programmet og legge til nye funksjoner. Ekstern tilgang til programmet fra andre lokasjoner gjør det enklere å levere ekstratjenester, som kan gi økt profitt for Framo, og kan gi kunden en bedre leveranse. Dette er antatt å øke kundetilfredsheten.

Ved å lage et overordnet kontrollsystem for hele anlegget, der andre systemer implementeres, kan Framo tilby en utvidet tjeneste som gir de økt omsetning. Dette vil gi Framo kontroll over større deler av leveransen. Ved at samtlige undersystemer kommuniserer mot Framo sitt komplette kontrollsystem, vil Framo få økt forståelse av helheten på anlegget. Dette vil gi Framo en relasjon til flere leverandører, som potensielt kan åpne opp for samarbeid og leveranse til andre anlegg senere. Det vil også sikre Framo enda mer data fra hele anlegget, som kan være nyttig å benytte til å få økt kunnskap om hvordan ulike systemer påvirker fiskehelse og vannkvalitet.

Enkelte av systemene bør Framo uansett forsøke få informasjon fra, slik som førsystemene og oksygenanlegget, ettersom dette vil være nyttige parametre for å kunne regulere anlegget på en best mulig måte. Oksygenanlegget bør Framo forsøke å få kontroll på styringen av ettersom oksygennivået er et av parametrene pumpene påvirker, og gjerne reguleres etter.

Det forventes at oppdrettsanleggene i fremtiden blir mer ubemannede, og anbefalingene som er lagt frem er laget for å støtte dette. Rengjøringsløsninger er spesielt aktuelt å få automatisert dersom anleggene skal være ubemannede. Det vil også spare tid for oppdretterne. Dette gjør kundene villige til å betale for slike løsninger. Det er lagt frem flere ulike forslag til utstyr Framo kan videreutvikle for å forenkle rengjøring, slik som sensorspyling under vann og vaskerobot for oppdrettstankene.

Måling av dødfisk er også ansett som nyttig, og er noe Framo bør vurdere å utvikle.

Det ligger mange muligheter tilgjengelig for Framo. Teknologeutviklingen skjer raskt, og de anbefales derfor å vurdere å innhente ekstra bemanning for å kunne utvikle flere nye løsninger til oppdrettsnæringen. Slik situasjonen er nå, er det flere behov i markedet hvor Framo har gode forutsetninger for å lage løsninger. Dette bør de vurdere å utnytte.

Framo bør også gjøre nøye vurderinger av hvordan de ønsker å selge leveransen sin. Overgangen til tjenesteleveranser vil gi de mange nye muligheter, og er ansett som en god modell for Framo. Ved å bygge videre på solid kompetanse og feildata fra Framo AS har de et fortinn på å kunne utvikle driftssikre og solide løsninger. Ved å i tillegg utvikle sanntidsovervåking av anleggene og optimaliserte vedlikeholdsprogrammer, kan nedetiden på anlegget reduseres ytterligere. Dette gjør det mindre risikabelt for Framo å selge leveransen som en tjeneste der Framo har ansvar for at leveransen skal fungere, som for eksempel ved å selge «tilgjengelig vannstrømning i anlegget». Ved at Framo tar ansvaret for hele denne leveransen inkludert vedlikehold og utskiftning av deler, reduseres kundens risiko. Dette er kundene gjerne villige til å betale litt ekstra for. Framo får også økte insentiver til å optimalisere anleggene sine. Når Framo selv må dekke kostnadene av vedlikehold, blir det mer lønnsomt å ha god overvåking av dette slik at det kun tas ved behov. Dette gir en bedre fordeling av risiko mellom Framo og kunden, og begge parter kan fokusere på det de kan best.

Ved å selge leveransen som en tjeneste, er det også lettere å selge inn tilleggstjenester som kunden kan betale for bruken av. Dette gir Framo insentiver til å utvikle løsninger som gir økt fortjeneste eller reduserte kostnader for kundene, ettersom de kan ta betalt for å selge det. Et eksempel på dette er å selge tjenesten «optimalisert regulering», som gir kundene raskere fiskevekst på en mest mulig økonomisk måte. Dette kan gi kundene betydelig økt profitt, noe Framo da kan ta ekstra betalt for. Slik kan nye løsninger gi bedre profitt for både Framo og kunden.

Framo er ekspert på sine egne anlegg. Ved at de i tillegg går i retning av å levere dette som en tjeneste, må de øke fokuset enda mer på kundens behov. Dette kan øke innovasjonsmulighetene for Framo, ettersom det blir enda mer lønnsomt å lage løsninger som svarer på kundens behov. Dette gjør kundene mer avhengig av Framo, og gir en jevn inntekt så lenge anleggene er i drift.

## Referanser

- [1] V. Evensen, «Visma.no,» 15 11 2017. [Internett]. Available: <https://www.visma.no/blogg/gartners-topp-10-strategiske-teknologitrender-2018/>. [Funnet 15 04 2019].
- [2] E. Bull og K. A. Tvedt, «snl.no,» 25 04 2018. [Internett]. Available: [https://snl.no/den\\_industrielle\\_revolusjon](https://snl.no/den_industrielle_revolusjon). [Funnet 16 01 2019].
- [3] T. Taugbøl, «snl.no,» 5 10 2018. [Internett]. Available: [https://snl.no/den\\_andre\\_industrielle\\_revolusjon](https://snl.no/den_andre_industrielle_revolusjon). [Funnet 16 01 2019].
- [4] Handelshøyskolen BI, «StuDocu,» 2017. [Internett]. Available: <https://www.studocu.com/en/document/handelshoyskolen-bi/bedriften/lecture-notes/den-tredje-industrielle-revolusjon/3178517/view>. [Funnet 19 01 2019].
- [5] K. Sander, «eStudie.no,» 11 05 2018. [Internett]. Available: <https://estudie.no/fjerde-industrielle-revolusjon/>. [Funnet 17 01 2019].
- [6] E. Brynjolfsson og A. McAfee, The Second Machine Age, New York: W. W. Norton & Company, 2014.
- [7] E. Nodland, «Sysla.no,» 07 02 2017. [Internett]. Available: <https://sysla.no/fisk/23-flytende-lukkede-oppdrettsanlegg-er-pa-gang/>. [Funnet 12 02 2019].
- [8] Fiskeridirektoratet, «fiskeridir.no,» 14 08 2018. [Internett]. Available: <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Tildeling-og-tillatelser/Saertillatelser/Utviklingstillatelser>. [Funnet 12 02 2019].
- [9] T. Soltveit og P. M. Jensen, «Kyst.no,» 09 05 2016. [Internett]. Available: <https://www.kyst.no/article/status-utviklingskonsesjoner-innovasjonsboelgen-slaar-inn-over-oppdretterne/>. [Funnet 13 02 2019].
- [10] E. Nodland, «ilaks.no,» 04 05 2016. [Internett]. Available: <https://ilaks.no/onsker-a-byggelusefritt-og-romningsfritt-laksebasseng/>. [Funnet 07 02 2019].
- [11] Vivoto, «vivoto.no,» 06 12 2018. [Internett]. Available: <https://vivoto.no/teknologitrender-2019-del-1/>. [Funnet 27 04 2019].
- [12] K. Panetta, «gartner.com,» 15 10 2018. [Internett]. Available: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2019/>. [Funnet 31 01 2019].
- [13] A. Tidemann, «snl.no,» 28 11 2017. [Internett]. Available: [https://snl.no/biometrisk\\_gjenkjenning](https://snl.no/biometrisk_gjenkjenning). [Funnet 01 02 2019].
- [14] H. Dvergsdal og A. C. Elster, «Store norske leksikon,» 21 09 2018. [Internett]. Available: <https://snl.no/stordata>. [Funnet 18 02 2019].

- [15] Virtual Reality Society, «Virtual Reality Society,» [Internett]. Available: <https://www.vrs.org.uk/virtual-reality/what-is-virtual-reality.html>. [Funnet 01 02 2019].
- [16] M. Valle, «Teknisk Ukeblad,» 09 09 2014. [Internett]. Available: <https://www.tu.no/artikler/husker-du-den-forste-iphonen/231874>. [Funnet 01 02 2019].
- [17] J. Rowe, «Deloitte.com,» [Internett]. Available: <https://www2.deloitte.com/no/no/pages/technology/articles/tre-ting-vite-kunstig-intelligens-ai.html>. [Funnet 05 02 2019].
- [18] F. J. Kvalheim, «tek.no,» 10 02 2018. [Internett]. Available: <https://www.tek.no/artikler/guide-hva-er-en-blokkjede-teknologien-bitcoin-og-ethereum-bygger-pa-er-egentlig-ganske-enkel/426503>. [Funnet 01 02 2019].
- [19] C. Lovelock og J. Wirtz, *Services Marketing, People, Technology, Strategy*, Boston: Pearson Education, Inc., 2011.
- [20] Statistics Times, «Statisticstimes.com,» 20 11 2018. [Internett]. Available: <http://statisticstimes.com/economy/countries-by-gdp-sector-composition.php>. [Funnet 12 04 2019].
- [21] V. Avlonitis, T. Frandsen, J. Hsuan og C. Karlsson, «Driving Competitiveness Through Servitization,» The CBS Competitiveness Platform, 2014.
- [22] L. H. Kvande, «transformationtools.no,» 30 05 2018. [Internett]. Available: <https://transformationtools.no/articles/18/servitization-fra-produkter-til-tjenester/>. [Funnet 17 04 2019].
- [23] K. Malterud, *Kvalitative forskningsmetoder for medisin og helsefag*, Bergen: Universitetsforlaget, 2011.
- [24] T. W. Rosten, Y. Ulgenes, K. Hendiksen, B. F. Terjesen, E. Blerling og U. Winther, «Oppdrett av laks og ørret i lukkede anlegg - forprosjekt,» SINTEF Fiskeri og havbruk AS, Trondheim, 2011.
- [25] S. Kvale og S. Brinkmann, *Det kvalitative forskningsintervju*, Oslo: Gyldendal akademisk, 2015.
- [26] J. S. Rinaldi, *OPC UA, The Everyman's Guide to the Most Important Communications Architecture of Industrial Automation*, Lexington, USA, 2016.
- [27] J. Seehusen, «Tu.no,» 3 12 2014. [Internett]. Available: <https://www.tu.no/artikler/integrerte-nettverk/219140>. [Funnet 26 04 2019].
- [28] N. Svendsen, «NIFES.no,» 07 01 2013. [Internett]. Available: <https://nifes.hi.no/kaldere-sjo-ga-gladere-laks/>. [Funnet 26 03 2019].
- [29] B. Pedersen, «store norske leksikon,» 11 01 2018. [Internett]. Available: <https://snl.no/pH>. [Funnet 13 03 2019].
- [30] T. W. Rosten, «Oksygen i vann - hva er det beste for fisken?,» *Tidsskriftet VANN*, pp. 367-374, 04 2009.

- [31] T. M. Hanssen, «Norsk forskningsråd,» 29 08 2012. [Internett]. Available: [https://www.forskningsradet.no/prognett-havbruk/Nyheter/Svømmetrening\\_lonner\\_seg/1253979529103&lang=no](https://www.forskningsradet.no/prognett-havbruk/Nyheter/Svømmetrening_lonner_seg/1253979529103&lang=no). [Funnet 2019 04 02].
- [32] T. M. Hanssen, «Norges forskningsråd,» 07 01 2015. [Internett]. Available: [https://www.forskningsradet.no/prognett-havbruk/Nyheter/Slappe\\_dager\\_stresser\\_laksen/1254004033824&lang=no](https://www.forskningsradet.no/prognett-havbruk/Nyheter/Slappe_dager_stresser_laksen/1254004033824&lang=no). [Funnet 02 04 2019].
- [33] CtrlAqua, «Annual Report 2017,» 2017. [Internett]. Available: <https://indd.adobe.com/view/44fe3842-7c7f-44ec-96a4-400f0aea83ff>. [Funnet 17 04 2019].
- [34] J. Dahl og M. Hettervik, «Computer World,» 17 01 2017. [Internett]. Available: <http://www.cw.no/artikkel/kronikk/kronikk-maskinlaering-neste-steg-etter-big-data>. [Funnet 19 03 2019].
- [35] el-watch, «el-watch,» [Internett]. Available: <https://www.el-watch.com/neuronsensors-produktinfo-priser/>. [Funnet 20 03 2019].
- [36] L. Fedele, Methodologies and Techniques for Advanced Maintenance, London: Springer-Verlag, 2011.
- [37] Framo, «Framo.com,» [Internett]. Available: <https://www.framo.com/service/rental-services/offloading-sunken-vessels/>. [Funnet 10 04 2019].
- [38] A. Ditlefsen, «Norges forskningsråd,» 20 08 2007. [Internett]. Available: [https://www.forskningsradet.no/en/Newsarticle/Salmon\\_thrive\\_on\\_electric\\_lighting/1236685398877](https://www.forskningsradet.no/en/Newsarticle/Salmon_thrive_on_electric_lighting/1236685398877). [Funnet 20 03 2019].
- [39] K. Berthelsen, «kyst.no,» 24 08 2017. [Internett]. Available: <https://www.kyst.no/article/jakter-det-optimale-lyset-for-havbruk/>. [Funnet 19 03 2019].
- [40] E. S. Juva, E. Lusæter og L. E. Skrefsrud, «NRK.no,» 18 02 2019. [Internett]. Available: <https://www.nrk.no/ho/hodekamera-med-lege-pa-direktelinje-skal-hjelpe-ambulansesarbeidere-1.14435584>. [Funnet 20 03 2019].
- [41] M. Skodje, «Nrk.no,» 09 04 2019. [Internett]. Available: <https://www.nrk.no/rogaland/forst-i-verden-med-fornybart-oppdrettsanlegg-1.14509051>. [Funnet 11 04 2019].
- [42] Fjord Maritime, «Fjordmaritime.no,» [Internett]. Available: <https://www.fjordmaritime.no/fjordhybrid>. [Funnet 25 04 2019].
- [43] M. M. Bringslid, «Sysla,» 14 11 2018. [Internett]. Available: <https://sysla.no/offshore/nasjelger-pumpegiganten-oppetid/>. [Funnet 12 04 2019].
- [44] S. Brækhus, «Store norske leksikon,» 20 02 2018. [Internett]. Available: <https://snl.no/leasing>. [Funnet 12 04 2019].



- [45] S. K. Hotvedt, «nrk.no,» 17 01 2017. [Internett]. Available: <https://www.nrk.no/norge/cyberangrep-mot-norge-oket-sterkt-1.13326267>. [Funnet 11 02 2019].
- [46] K. Shaw og J. Fruhlinger, «Network World,» 31 01 2019. [Internett]. Available: <https://www.networkworld.com/article/3280225/internet-of-things/what-is-digital-twin-technology-and-why-it-matters.html>. [Funnet 12 02 2019].
- [47] NWP/Framo/Nagelld, «kyst.no,» 04 06 2018. [Internett]. Available: <https://www.kyst.no/article/framo-og-nwp-gaar-sammen-om-lusekamp/>. [Funnet 18 01 2019].
- [48] T. Stensvold, «Teknisk Ukeblad,» 05 07 2018. [Internett]. Available: <https://www.tu.no/artikler/den-ser-ut-som-en-stadion-og-skal-fa-fart-pa-lakseveksten/441588>. [Funnet 18 01 2019].

## Appendiks A: Skjemaer som er benyttet

Appendiks A består av ulike skjemaer som er benyttet, samt intervjuguider for intervjuene som er gjennomført i oppgaven.

### Skjema for nedbryting av leveransen

Skjemaet er utarbeidet av Knut Erik Bang og Muhammad Ahmad Tauqeer. Før det ble benyttet, ble det oversatt fra engelsk til norsk. I stedet for å fylle inn informasjonen i skjemaet ble det laget om til en grafisk fremstilling før det ble skrevet om. Dette er vist i kapitlet «Nedbryting av leveransen før analyse av teknologitrender» på side 106.

Dette skjemaet er i utgangspunktet beregnet for nedbryting av en tjeneste, men produktnedbrytningsskjemaet er nesten helt likt, og tilførte ikke noen spørsmål som ble ansett som relevante. Dette skjemaet ble totalt sett ansett som mest egnet.

Service		
Service Production	<b>Technologies</b> What are the main technologies the service is based on??	
	<b>Software/programming</b> What software / algorithms are involved?	
	<b>Skills</b> What are the key skills in the service delivery process?	
	<b>Cost/cost structure</b> What are the main cost drivers of service delivery?	
Market	<b>Functionality</b> What does it provide of functionality?	
	<b>Needs covered</b> What need does it cover?	
	<b>Main customer groups</b> What are the main customer groups?	
Delivery	<b>Channels</b> What are the main service delivery channels?	
Key	<b>Key challenges</b> What are the key challenges?	
Other	<b>Other factors</b>	

## Skjema for analyse av teknologitrendene

Skjemaet er utarbeidet av Knut Erik Bang og Muhammad Ahmad Tauqeer. Før det ble benyttet, ble det oversatt fra engelsk til norsk.

Service				
Service delivery	<b>Changes to software</b> – Are there possible improvements from this technology trend to the programming?			
	<b>Changes to service delivery method</b> – Are there possible changes to the service delivery from this technology trend?			
	<b>Changes to costs</b> – Are the service delivery costs changing from this technology trend?			
Market	<b>Increased functionality</b> – Can the technology trend contribute to increased functionality?			
	<b>New needs covered</b> – Can this technology trend contribute to covering potential new needs?			
	<b>New customer groups</b> – Can this technology trend make the service attractive for other customer groups?			
Key	<b>Solving key challenges</b> - Can the technology trend help solve one of the key challenges?			
	<b>Increased intangibility</b> – Can the technology trend contribute to making the product less tangible/more of a service?			
Other	Other factors			

## Intervjuguide for intervjuer med kompetansepersoner innen fiskehelse og vannkvalitet

### Før intervjuet:

- Presenter meg
  - o Presenter at jeg skriver for Framo Innovation
  - o Studerer industriell økonomi ved Universitetet i Stavanger
  - o Presenter tematikk og mål for samtalen:  
Jeg skriver om digitalisering og hvordan dette påvirker Framo Innovation sin nye produktportefølje inn mot oppdrett. Skal forsøke å se på hvordan ny teknologi kan komme til nytte hos Framo Innovation. En av tingene som da er nyttig er å ha kjennskap til hva fisken trenger, slik at leveransen kan bli tilpasset dette. Derfor ønsker jeg å finne litt mer ut om fiskehelse og vannkvalitet, og da spesielt knyttet opp mot lukkede og semilukkede oppdrettsanlegg.
- Gjengivelse av materialet: oppgi at jeg tenker å bruke direkte sitater og gjengivelse av det som sies, og spør om dette er greit. Spør om de vil lese gjennom det jeg siterer de på.

### Intervjuspørsmål:

Hva er de største utfordringene med lukkede og semilukkede oppdrettsanlegg?

Hvilke parametere er viktig for vannkvaliteten for at fisken skal vokse best mulig?

Det neste spørsmålet handler om ideelle verdier for de ulike parameterne i vannet, slik som for eksempel oksygenivå, saltnivå og temperatur. Vet du hva som er den ideelle verdien for disse parameterne, eller er dette usikkert?

Hvilke parametere vet de i så fall, og hvilke er usikre?

Er det noe avhengigheter mellom de ulike parameterne som gjør det vanskelig å oppnå ideelle forhold for alle parameterne samtidig?

Hvor mye bioavfall (avføring, rester av mat, annet) blir det fra et anlegg om dagen omtrentlig? Hva gjøres med dette?

Hvordan ser de for seg at digitalisering kan endre måten oppdrett drives på?

## Intervjuguide for intervjuer med potensielle kunder

PS: Samtlige intervjuobjekter fikk før intervjuet en epost med informasjon om masteroppgaven og tematikkene jeg ønsket å vite mer om.

### Før intervjuet:

- Presenter meg
  - o Presenter at jeg skriver for Framo Innovation
  - o Studerer industriell økonomi ved Universitetet i Stavanger
  - o Presenter tematikk og mål for samtalen:  
Skriver om digitalisering og hvordan dette påvirker Framo Innovation sin nye produktportefølje inn mot oppdrett. Skal forsøke å se på hvordan ny teknologi kan komme til nytte hos Framo Innovation. For å kunne gjøre dette best mulig, er det viktig å vite litt om hva kundene ønsker, og det er det jeg nå forsøker å få litt innblikk i.
- Gjengivelse av materialet: oppgi at jeg tenker å bruke direkte sitater og gjengivelse av det som sies, og spør om dette er greit. Undersøk om de ønsker å lese gjennom det jeg skriver før det publiseres.

### Intervjuspørsmål:

Hva er de største utfordringene for dere med oppdrett i lukkede og semilukkede anlegg?

Hva ser dere på som de største utfordringene med sirkulasjonssystemet for vann?

Har dere noe tanker om hvordan sirkulasjonssystemet kunne blitt bedre?

Har dere noe tanker om hvordan dere vil ha digitalisert eller automatisert sirkulasjonssystemet eller styringen av dette?

Digitalisering brukes gjerne til å kunne optimalisere, og blant snakkes det om driftsoptimalisering og vedlikeholds-optimalisering. Driftsoptimalisering går på å øke produktiviteten, og skape mest mulig optimale forhold når anlegget er i drift. Vedlikeholdsoptimalisering handler om å få bedre oppetid og redusert sjans for uforutsette stopp. Hva betyr dette for dere?

Hvilke andre systemer har dere på anlegget?

- Oppfølgingsspørsmål for eksisterende kunder hos Framo:  
Er dette noe som kunne blitt integrert i eller hatt grensesnitt mot kontrollsystemet i leveransen fra Framo?
- Oppfølgingsspørsmål for andre som ikke er kunder hos Framo:  
Er dette noe som kunne blitt integrert i eller hatt grensesnitt mot kontrollsystemet i leveransen til de som leverte sirkulasjonssystemet?

Hvilke målinger har dere planlagt i ha på anlegget?

- Oppfølgingsspørsmål for eksisterende kunder hos Framo:  
Er dette noe dere kunne tenkt å få integrert eller hatt grensesnitt mot kontrollsystemet til Framo?
- Oppfølgingsspørsmål for andre som ikke er kunder hos Framo:  
Er dette noe som kunne blitt integrert i eller hatt grensesnitt mot kontrollsystemet i leveransen til de som leverte sirkulasjonssystemet?

Har du noen kommentarer eller andre tanker du ønsker å dele til slutt?

## Appendiks B: Analyser og intervjuer som er utført

Appendiks B består av en oppsummering av intervjuene med de potensielle kundene, før nedbrytingen av teknologitrendene presenteres etterfulgt av teknologitrendsanalysene som ble gjennomført av kandidaten. Teknologitrendsanalysene er først gjengitt med en analyse av de fire hovedtrendene. Deretter blir det kommentert hvorfor enkelte deltrender ikke er analysert videre. Til slutt i dette kapittelet presenteres analysene av deltrendene som er ansett som aktuelle.

### Intervju med potensielle kunder

For å tilegne kunnskap om potensielle kunders behov, ble det gjennomført intervjuer av tre ulike selskaper. Selskapene som ble intervjuet er Mowi ASA, Stadion Laks AS og et tredje selskap som ønsket å være anonym. Stadion Laks har et samarbeid med Framo og jobber med å utvikle et lukket oppdrettsanlegg kalt Stadion bassenget. Dette bassenget er vist et eksempel på i kapittelet «Eksempel på et lukket oppdrettsanlegg». Mowi har ikke noe samarbeid med Framo, men er en stor aktør innen oppdrett og ble derfor også valgt ut for et intervju. Av respekt for det tredje selskapet som ønsket å være anonym, vil ikke kundeforhold eller løsninger kommenteres.

De viktigste resultatene fra intervjuene er oppsummert og gjengitt her. Svarene er ikke transkribert direkte inn, men er skrevet om slik at de er lettere å lese. Det er lagt stor vekt på å ikke endre betydningen av det som er sagt.

### De største utfordringene med oppdrett i lukkede og semilukkede anlegg

- Gode hydrodynamiske beregninger (anonym).
- Finne leverandører som leverer utstyr som de ønsker å bruke (anonym).
- Økonomi og kostnader for lukkede anlegg. Totalkostnaden blir høy, og den blir dyr i forhold til tradisjonelle merder (Knut Solberg, Stadion Laks).
- Oppdretterne får ikke tømt de lukkede bassengene, som gjør det vanskeligere å holde det rent (Knut Solberg, Stadion Laks).
- Det er også en utfordring hvor stor andel av slammet som blir fanget opp. Det er lite erfaring fra lignende anlegg, så dette kan være alt fra 50% til 90% (Knut Solberg, Stadion Laks).
- Det at dette er et utviklingsløp, og at en ikke enda vet hvor godt systemet vil fungere. Dette gir en risiko både teknisk og økonomisk. I tillegg har en biologisk risiko knyttet til fisken. Dette er gjerne den største og vanskeligste å kontrollere (Knut Solberg, Stadion Laks).
- Stadion Laks hadde sett for seg et utviklingsløp over flere trinn, men på grunn av utviklingskonsesjonene må de implementere mange elementer i ett trinn. Når mange nye faktorer legges inn på en gang, øker også risikoen (Knut Solberg, Stadion Laks).
- Dette er en ny prosess som de har lite erfaring med. Han gjengir videre at alle sammen har hatt en del større fiskedød og større uhell som ikke bare er rett frem å forklare. Det er en del ukjente parametre som det behøves kompetanse for å løse (Arnt Mjøen, Mowi).

### De største utfordringene med sirkulasjonssystemet for vann

- Korrosjon og vedlikehold, spesielt siden det er stort utstyr (anonym).
- Oppsamling av slam vil være en utfordring. De ønsker at slammet skal falle til bunnen å gå ut to steder der, men vet ikke helt hvordan fiskene i karet vil påvirke dette strømningsbildet. Hver fisk er antatt å fungere som en liten propell, og det er usikkert hvor mye dette vil forstyrre strømmingen i anlegget. (Knut Solberg, Stadion Laks).

#### Tanker om hvordan sirkulasjonssystemet kunne blitt bedre

- Fornøyd med det Framo leverer og de har fått til i samarbeid med dem (anonym).
- Hvis det blir enda lettere er det bedre, og fordel om det kan løftes med en 15 meters løftebukk, som er en vanlig katamaran med kran. Bra om man slipper dykkere til vedlikehold (anonym).
- En av de potensielle kundene trakk frem at Framo alt har gjort vesentlige forbedringer på deres anlegg, og at de nå kun jobbet med mindre forbedringer slik som optimalisering av dyseinløpet i tanken (Knut Solberg, Stadion Laks).

#### Tanker om hvordan de vil ha digitalisert eller automatisert sirkulasjonssystemet eller styringen av dette

- Et selskap ønsket minst mulig digitalisert og i skyen når det kom til pumpene fra Framo, ettersom de var redd for at det skulle bli rotet med av noen som ikke hadde peiling på det. De ønsket kun at pumpene skulle kjøres manuelt på stedet (anonym).
- Arbeidskraft i Norge er dyrt, og de ønsker å få til et mest mulig automatisert og digitalisert system. De mente den viktigste automatiseringen og instrumenteringen var knyttet til pumpene. De ønsket å hente inn mest mulig data slik at dette kan brukes til å forbedre styring og optimalisering av drift og veksten for fisken. Dette kunne gjerne også bidra til optimal fôring (Knut Solberg, Stadion Laks).
- Ved å ha sensorer og benytte maskinlæring kan man overvåke og utvikle vannkvaliteten uavhengig av mennesker (Arnt Mjøen, Mowi).

#### Betydningen av driftsoptimalisering og vedlikeholdsoptimalisering for de potensielle kundene

- Et selskap jobbet kun med å produsere anlegg til kunder, og la seg ikke noe særlig opp i driftsoptimalisering ettersom det var kunden som skulle drifte anlegget. Det samme selskapet har heller ikke vurdert noe særlig digitalisering i forhold til vedlikehold, selv om de ser at det kan være nyttig. De har en filosofi om at alt utstyret skal være lett tilgjengelig og lett å bytte ut slik at vedlikehold blir enklere (anonym).
- Begge deler er viktig, men det helt klart viktigste var å unngå stans i anlegget. Stanser alle pumpene, kan dette få fatale konsekvenser og i verste fall dør all fisken på en halv time (Knut Solberg, Stadion Laks).
- Dette er to ting som er gjensidig avhengig av hverandre, og som begge er viktige. Digitalisering gjøres for å øke produktiviteten, som betyr mer automatiske prosesser og mindre manuelt arbeid. Da er det viktig at prosessene kjører stabilt og effektivt, og et element i dette er å få vedlikehold til å bli prediktivt slik at det tas grep før ting stopper. De har hatt et stort fokus på å finne utstyr som er lett å vedlikeholde og rengjøre. Driftsoptimalisering er likevel det viktigste for dem (Arnt Mjøen, Mowi).

#### Andre systemer de potensielle kundene har på anlegget

- Automasjonssystem med sensorer for styring av pumper og motorer. De har også et brannvarslingssystem (anonym).
- Vannforsyning, vannutløp, elkraftforsyning, vannanalysesystem, oksygenanlegg, fôrsystem, slamsystem, ballastvannsystem, skyveskott, meteorologiske data og hovedkontrollsystem (Knut Solberg, Stadion Laks).
- Overvåking av vannkvalitet, oksygen, CO<sub>2</sub> og generelt mye overvåking av miljøet. De har også kontroll på tilvekst, biomasse og mengde i systemet. De har systemer for å lagre dataen slik at denne kan brukes til analyse senere (Arnt Mjøen, Mowi).



Selskapenes tanker om å få disse systemene integrert eller hatt grensesnitt mot Framo sitt kontrollsystem

- Virker interessant dersom Framo kan lage et bra system for det (anonym).
- Til de delene som er knyttet til pumpene er de positive, slik som oksygensystemet, siden dette henger sammen. Men de trekker frem at det er mange og komplekse systemer, og at Framo har lite erfaring på dette området. De er litt skeptiske, men løfter også frem at all deres erfaring så langt med Framo har vært positiv (Knut Solberg, Stadion Laks).
- Det er en trend i tiden at flere systemer kobles sammen for å fremme bedre analysesystemer. Integrering av dette er en annen diskusjon de måtte tatt om det ble aktuelt (Arnt Mjøen, Mowi).

Hvilke målinger har dere planlagt å ha på anlegget?

- Oksygenmetning på inntak og utløp, vannfartsmåling, saltinnhold, trykkfall over rister på inntak og utløp. Vurderer også måling av CO<sub>2</sub>, pH og innhold av nitrogen, men dette er mer relevant for RAS-anlegg, så de var usikre på om de skulle ha det (anonym).
- Volumstrømmer i bassenget, på inntaket og på utløp, trykkehøyde på pumpene, kraft, temperatur, oksygen, pH, turbiditet (hvor grumsete vannet er), samt mange andre målinger på førsystemer, oksygensystemer og andre steder. Mange av målingene i tanken vil de ha ved flere ulike dybder, som 30m, 16m og 5m (Knut Solberg, Stadion Laks).

Selskapenes tanker om å få målingene integrert eller hatt grensesnitt mot Framo sitt kontrollsystem

- De kunne tenkt seg dette, men det måtte i så fall blitt noe Framo konkurrerte om å levere sammen med andre tilbydere (anonym).
- Alt dette bør inn i et system, så de er interessert i å få dette integrert ja. Men de er usikre på om Framo er den riktige leverandøren for å gjøre dette ettersom det er et så stort system med mye nytt (Knut Solberg, Stadion Laks).
- De deler med ulike partnere i prosjekter, men de deler ikke data med alle, og det må i så fall tjene en hensikt. Mowi vil ha alt eierskap til dataen, så all data som produseres i et slikt system vil være Mowi sitt eierskap, og deres eiendom. En tredjepart får ikke fritt benytte seg av data i andre sammenhenger.

Sluttkommentarer eller andre tanker

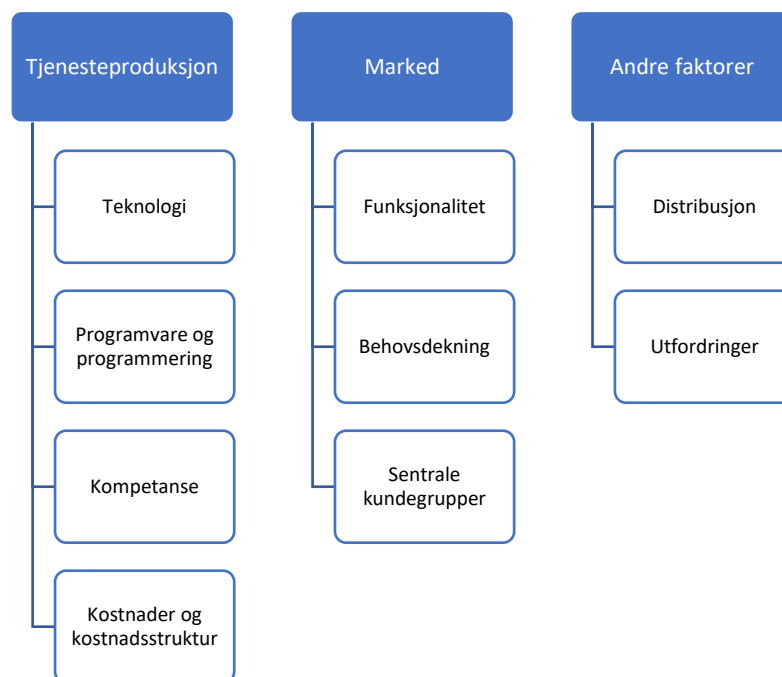
- Det er et utviklingsløp som er knyttet opp til en utviklingskonsesjon. Det skal lages noe nytt og de vet foreløpig ikke hvor godt det vil virke. Det er teknisk og økonomisk risiko, i tillegg til biologisk risiko knyttet til fisken. Den siste vil gjerne være den største og vanskeligste å kontrollere (Knut Solberg, Stadion Laks).
- De har også utviklet skyveskott som er to vegger de kan kjøre rundt i bassenget. Disse kan brukes til å samle fisken. De har også vurdert å ha rister i dem, slik at store fisk kan være et sted, og de små fiskene kan svømme gjennom og være i hele anlegget. Skyveskottene kan kjøres rundt og er tenkt å brukes også for å vaske anlegget ved hjelp av børster på sidene (Knut Solberg, Stadion Laks).

## Nedbryting av leveransen før analyse av teknologitrender

Metoden for analysering av teknologitrender er basert på metoder utviklet av Muhammad Ahmad Tauqeer og Knut Erik Bang. Analysen er utført fra Framo sin synsvinkel, og belyser da aktuelle aspekter for bedriften.

Før teknologitrendsanalysene blir gjennomført, brytes leveransen ned og analyseres. Dette gjøres for å få en god oversikt over det som leveres.

Et av målene med nedbrytingen er å få en forståelse for leveransen. Leveransen er beskrevet grundigere i tidligere kapitler av oppgaven, slik som kapitlet «Presentasjon av leveransen Framo utvikler». Kapitlet «Oppsummering etter intervjuer med potensielle kunder» gir litt informasjon om markedet. Denne nedbrytingen vil ikke ha som mål å repetere det som tidligere er gjengitt. Istedenfor vil det suppleres med noen kommentarer, i tillegg til å ta med litt ekstra som ikke passet inn i oppgaven ellers. Figur 22 viser hvilke kategorier leveransen vil bli brutt ned i, som beskrevet i kapitlet «Skjema for nedbryting av leveransen» på side 98.



Figur 22 - Nedbryting av produkt før analyse av teknologitrender

### Teknologi

Den grunnleggende teknologien bak produktet er Framo sin kompetanse på pumper og strømningsmeknikk, og den innovasjonen de har gjort med å satse på nye markeder. Pumpene er designet for de spesifikke forholdene som gjør de svært velegnet.

### Programvare og programmering

Systemet er styrt av PLS-er. Hver pumpe er intelligent med egen PLS. En objektorientert nettverksstruktur kalt OPC-UA, vil benyttes til kommunikasjon mellom dem. Dette gir mange muligheter for fleksibilitet og enkel kommunikasjon av data [26].

Ved å standardisere programvaren reduseres faren for tilfeldige feil, og det kan fokuseres på å bygge et robust og solid program. Dersom feil oppdages, kan dette da lettere rettes opp i andre programmer dersom de er lik.

### Kompetanse

Uten Framo sin kompetanse på pumper hadde ikke produktet blitt til. Kompetanse på innovasjon har også vært viktig for å tenke nytt, og har gjort de til en partner i designet av oppdrettsanlegg. Framo har også et sterkt merkevarenavn som gir de et fortrinn, selv om dette er noe mer ukjent i oppdrettsnæringen.

Teamet som designer systemet består av mange ulike disipliner, og multidisiplinkompetanse er en forutsetning for å lykkes. Spesiell kompetanse på fluiddynamikk gjør pumpene effektive. Kompetanse på automasjon og IT er sentralt for å designe kontrollsystemet.

Deler av produksjonen krever nye produksjonsmetoder som aldri tidligere har vært i bruk hos Framo, som krever spesiell kunnskap hos de som utfører det.

### Kostnader og kostnadsstruktur

Utviklingen av de nye pumpesystemene har tatt mye tid, og har vært kostnadskrevende. Både utvikling, testing og bygging tar tid og ressurser. Framo har fått noe omstillingsstøtte fra Hordaland Fylkeskommune for bygging av testsenteret sitt, men det er likevel store investeringer som må gjøres fra selskapet for å lykkes.

Produksjonen av produktet kommer også til å være kostnadskrevende da den innebærer nye og spesielle produksjonsmetoder. Produktet blir produsert i Bergen, som medfører høye kostnader, men også sikrer solid kvalitet. Delene og råmaterialet som benyttes koster også en del.

Driftskostnader vil i utgangspunktet dekkes av kunden. Når det utvikles nye produkter er det alltid en risiko for feil som må dekkes av Framo, som eksempelvis designfeil som kunden ikke kan belastes for.

### Funksjonalitet

Det er ingen andre på markedet som har slike pumper som Framo nå utvikler, og pumpene blir derfor unike. En av pumpene er spesialdesignet for lav løftehøyde og høy gjennomstrømning. Dette er typisk for bruk i lukkede anlegg der behovet er å flytte store mengder vann uten at det trenger å løftes noe særlig. Hovedfunksjonen til alle pumpene er å flytte vann fra et sted til et annet, sirkulere vannet, og sørge for at vannet i merden er av god kvalitet.

Ettersom driftsstans i et lukket anlegg kan få fatale konsekvenser for fisken, er det viktig at systemet fungerer. En del anlegg utvikles derfor slik at de blir redundante. Redundans kan oversettes med overflødighet, og handler om at systemet skal fungere selv om det blir feil på deler av det. Framo ønsker derfor å levere alle de lukkede anleggene med minst to pumper. Pumpene skal ha høy nok kapasitet til å opprettholde grei vannkvalitet dersom en av de svikter.

Pumpene skal styres fra kontrollrommet på oppdrettsanlegget. Fra kontrollrommet skal det også være mulig å lese av verdiene som blir målt i anlegget. Det vil også være mulig å styre pumpen lokalt, slik at eventuelle signalproblemer ikke hindrer pumpen i å kjøre. Pumpene vil bli styrt av en

frekvensomformer, som er en elektrisk styreenhet som styrer hastigheten på motoren som driver pumpen.

Det vil være behov for å gjøre ulike målinger i vannet, slik som for eksempel måling av oksygennivå og temperatur. Andre målinger kan også være aktuelle, slik som strømningshastighet på vannet. Disse sensorene er tenkt å monteres på en slik måte at de kan skiftes ut uten å måtte ta opp hele pumpen. Dette vil gjøre vedlikehold og reparasjoner lettere.

### Behovsdekning

Overgangen fra åpne merder til lukkede og semilukkede anlegg har gitt et nytt behov for pumper og systemer for sirkulasjon av vann. Produktet dekker et grunnleggende behov for tilførsel av vann i lukkede/semilukkede anlegg. Tilførsel av vann er avgjørende for å sikre riktig oksygennivå, temperatur og sirkulasjon på vannet. Sirkulasjon av vann gir fisken trening da den får svømt.

Dersom tilførselen av vann ikke fungerer, vil fiskene dø etter kort tid. Driftssikkerhet er derfor et underliggende krav kundene har til løsningen. Dette har Framo svært god historikk på å levere, og produktene er laget for å tilfredsstille dette. Dersom feil oppstår, er servicepersonell tilgjengelig på døgnkontinuerlig basis.

Kundene forventer at anlegget kan styres og overvåkes fra et kontrollrom. Lukkede systemer gir muligheter for å kunne styre ulike parametere som tidligere ikke kunne styres. Eksempelvis kan temperatur, oksygennivå og strømningshastighet styres etter.

Ettersom behovene og anleggene vil være ulike, er det viktig å designe systemene slik at de kan tilpasses til hver levering. Fleksibilitet er dermed viktig i designet.

### Sentrale kundegrupper

Produktet er laget for oppdrettsnæringen, som er den sentrale kundegruppen. Ettersom systemet blir designet fleksibelt, er det også mulig å utvide kundegruppen etter hvert som det oppdages nye behov der produktet kan benyttes. Utvidelse til nye markeder kan gi store muligheter, men grunnet naturlige begrensninger i oppgavens problemstilling og tid er ikke dette nærmere analysert.

### Distribusjon

Alt salg foregår via salgssavdelingen i bedriften. Anlegget monteres så i samarbeid med kunden før Framo er med på igangkjøringen.

### Utfordringer

Det er utfordrende å etablere nye produkter, og utfordrende å etablere seg i et nytt marked. Framo har opparbeidet seg et solid navn blant rederier og i oljeindustrien, men kan være mer ukjent for oppdrettsnæringen.

Det er alltid en risiko med å utvikle nye produkter og forsøke å etablere seg i et nytt marked. Oppdrettsnæringen har også vært preget av lavere investeringsvilje. Med industrialiseringen som nå pågår i oppdrettsnæringen vil det derimot være et behov for å gjøre større investeringer. Systemene

til Framo vil være dyre i innkjøp. Kundene vil derfor være avhengig av å se på investeringen i sammenheng med de totale livsløpskostnadene.

Ettersom oppdrettsnæringen er i endring, vil det komme mange ulike løsninger fra kunder. Systemet Framo leverer må derfor være fleksibelt nok til at det kan tilpasses og brukes i ulike sammenhenger. Dersom løsningene må tilpasses spesielt, vil dette gjøre standardisering vanskeligere, og vil medføre ekstra utviklingskostnader.

## Analyse av de fire hovedkategoriene av teknologitrender

De fire hovedkategoriene innen teknologitrender er analysert mot leveransen for å se hvordan de kan påvirke det.

Analyse av hvordan leveransen vil påvirkes av teknologitrenden: økt bruk av sensorer		
Leveranse av tjeneste	Endringer i programvare	Kontrollsystemet må være tilpasset til at det kan komme flere sensorer, ettersom sensorene blir rimeligere og smartere. Bruk av algoritmer på data fra sensorer kan også gjøre det mulig å redusere antall sensorer eller få mer informasjon ut fra de sensorene som er i bruk. Sensorutviklingen gjør at programmet bør designes fleksibelt slik at det kan endres dersom det kommer ny teknologi som muliggjør andre målinger. Flere sensorer vil også gjøre det mulig å regulere automatisk etter flere parametere.
	Endringer i leveringsmetode	Flere sensorer gjør det mulig å i større grad overvåke hvordan prosessen er. Ved å videre analysere informasjon fra sensorene, kan Framo få kompetanse på utvikling av ideelle vekstvilkår for fisken. Denne informasjonen kan Framo selge videre direkte eller gjennom rådgivning til kunder. Det gjør det også mulig å tilby programmer som optimaliserer vekstforholdene for fisken, og regulerer dette automatisk.
	Endringer av kostnader	Flere sensorer vil føre til økte installasjonskostnader. Flere komponenter medfører også større sjanser for komponentfeil. Det vil også muligens være nødvendig med kalibrering av sensorene med jevne mellomrom, som øker kostnadene.
Marked	Økt funksjonalitet	Mer data om forholdene i oppdrettsanlegget gir et bedre bilde av anlegget. Dette øker funksjonaliteten, og vil gi mer informasjon til de som styrer anlegget. GPS-funksjonalitet vil også være positivt når dataen logges, så en har informasjon om hvor målingene er tatt. Dette gjelder spesielt dersom anlegget kan flyttes på.
	Dekning av nye behov	Skaper et grunnlag for automatisk og mer optimalisert regulering av anlegget. Målinger av motoren og pumpens tilstand vil gi informasjon om helsetilstanden til anlegget. Dette vil gjøre det mulig å drive med tilstandsbasert vedlikehold, og ikke bare skifte deler ut fra intervaller eller etter noe er gått i stykker.
	Nye kundegrupper	Mer informasjon fra sensorer vil gjøre ekstern styring av anlegget enklere. Det vil også være av betydning for kunder som er opptatt at

		teknologi, men er ikke ansett som en betydelig faktor for at noen skal kjøpe anlegget.
Nøkkelpunkt	Løse nøkkelutfordringer	Redusert pris på sensorer vil ikke være nok til å redusere utfordringen med høy pris på produktet. Bruk av flere sensorer, og mer informasjon kan likevel gjøre det mulig for Framo å levere større andel av overvåkingen. Dersom Framo klarer å levere alle målingene oppdrettsanlegget trenger, reduseres kostnaden på andre systemer, og kunden får et helhetlig kontrollsystem å forholde seg til. Det kan redusere kostnadene totalt.
	Økt immaterialitet	Ved å i større grad legge opp til mersalg av tjenester, slik som salg av informasjon, vil det bli økt materialitet, da mer av inntjeningen vil komme fra salg av tjenester.
Annet	Andre faktorer	Flere sensorer kan gi en falsk trygghet dersom målingene som er gjort stoles på uten at de kontrolleres. Derfor bør det siktes mot å ha god kvalitet på måleutstyret som benyttes, og det bør vurderes dobbel måling av utstyr som er livsviktig for fisken.

Analyse av hvordan leveransen vil påvirkes av teknologitrenden: sammenkobling		
Leveranse av tjeneste	Endringer i programvare	Dersom det skal åpnes opp for å overvåke anlegget fra andre steder må programvaren tilpasses for å støtte dette. Økt hastighet på nettet gjør det også mulig å sende mer informasjon. Slik tilpassing må legges inn i programmet.
	Endringer i leveringsmetode	Ekstern styring og overvåking vil kunne endre måten Framo leverer enkelte av sine tjenester, og vil åpne opp for større grad av tilstandsbasert vedlikehold og ekstern styring. Dette vil kunne endre enkelte feilsøkjingsjobber. Istedenfor at det umiddelbart sendes ekstra servicepersonell ut, kan det undersøkes fra en PC hvordan tilstanden er. Dette kan brukes som utgangspunkt for å veilede eventuelt personell som er på anlegget, og kan gjøre det lettere å vurdere når det må sendes ut servicepersonell. Ekstern styring fra andre steder vil kunne medføre installasjon av styringsenheter for kontroll også andre steder.
	Endringer av kostnader	Det vil kreve litt mer nettverksutstyr, men den største kostnaden er antatt å ligge i utviklingen av systemet.

Marked	Økt funksjonalitet	Ekstern styring vil åpne opp for enklere tilgang og mindre behov for personell på oppdrettsanlegget.
	Dekning av nye behov	Enklere styring av anlegget fra flere steder er antatt å dekke et behov for overvåking og kontroll, og gir større fleksibilitet.
	Nye kundegrupper	Det er ikke antatt at dette vil ha mye å si for nye kundegrupper, men kunnskapen om ekstern styring kan bli attraktivt for andre av Framo sine produkter senere, og kan muligens da skape nye kundegrupper. Enkelte nye kunder er antatt å komme på grunn av muligheten for ekstern styring og overvåking av anlegget.
Nøkkelpunkt	Løse nøkkelfordringer	Dersom Framo sin løsning har funksjoner ut over det som forventes, vil det være lettere for kundene å akseptere en høy pris på produktet. Dersom enkelte kunder ønsker å ha ubemannede anlegg vil fjernstyring være et krav, og dette kan derfor gjøre det lettere å selge.
	Økt immaterialitet	Dersom Framo får tilgang til mer data, vil de kunne tjene penger på å selge kompetanse om dette senere. Eksempelvis kan de selge abonnemeter på jevnlig oppdateringer av reguleringsparametrene, slik at anlegget til enhver tid er optimalisert for å gi best mulig fiskevekst. Dette gir økt immaterialitet.
Annet	Andre faktorer	Det vil kreve et godt nettverk å få denne teknologien til å fungere stabilt. Dersom fjernstyringen ikke fungerer, vil det være kritisk. Dermed er cybersikkerhet svært viktig, og nettet som benyttes må også være av god kvalitet og med tilstrekkelig båndbredde.

Analyse av hvordan leveransen vil påvirkes av teknologitrenden: digitalisering		
Leveranse av tjeneste	Endringer i programvare	Digital tvilling, skylagring og fremvisning av resultater på skjermer må legges til rette for i programmet. Dersom stemmestyring skal benyttes til styring av anlegget, må dette også lages til for i programmet.
	Endringer i leveringsmetode	Digitalisering åpner opp for å levere informasjon på nye måter, men det er ikke antatt at dette vil endre måten den fysiske leveransen leveres på.
	Endringer av kostnader	Økt antall målinger vil gi noe økte kostnader til materiell og installasjon. Utvikling av programvare for digitalisering samt utnyttelse av den digitale dataen vil medføre kostnader.



Marked	Økt funksjonalitet	Dersom dataen lagres i en sky, vil det være mulig å benytte denne dataen til å kjøre analyser. Data fra flere anlegg vil gi Framo verdifull kunnskap om hvordan fisken trives best.
	Dekning av nye behov	Fremvisning av måleresultater på eksterne skjermer vil gjøre det lettere å holde kontroll på anlegget. Stemmestyring og smarte enheter kan forenkle driften.
	Nye kundegrupper	Muligheter for skylagring av data kan gjøre Framo sitt anlegg mer attraktivt for forskningsmiljøer og universiteter. Analysene av dataen vil gi Framo ny kunnskap, som vil gi de en fordel når de skal utvikle løsninger. Dette vil være med å optimalisere løsningene til Framo og gjøre de til en mer attraktiv tilbyder.
Nøkkelpunkt	Løse nøkkelfordringer	Anlegget får økt funksjonalitet, noe som gjør kundene villige til å betale mer for anlegget.
	Økt immaterialitet	Når produktet får flere digitale funksjoner, blir mer av leveransen immateriell. Dette gjør at større deler av leveransen enklere kan gå i retning av å leveres som en tjeneste.
Annet	Andre faktorer	Enkelte brukere vil oppleve digitale funksjoner som stemmestyring som vanskelig å bruke eller forvirrende. Det er derfor ikke gitt at alle reagerer positivt på dette.

Analyse av hvordan leveransen vil påvirkes av teknologitrenden: autonomi		
Leveranse av tjeneste	Endringer i programvare	Programmet må tilpasses til maskinlæring, slik at programmet selv kan lære seg å kjøre mer effektivt.
	Endringer i leveringsmetode	Maskinlæring kan gi økt kompetanse på slitasje av deler. Dette gir muligheter for forbedret vedlikehold, og mer tilstandsbasert vedlikehold. Da vil vedlikehold leveres i henhold til behov istedenfor etter gitte tidsintervaller.
	Endringer av kostnader	Kostnadene av maskinlæring vil hovedsakelig ligge i utviklingen av programmet som skal gjøre dette, men det kan føre til økt inntjening etter hvert dersom det blir en suksess. Dette kan blant annet gi bedre fiskevekst og sikre optimal kjøring av anlegget ut fra økonomi.
Marked	Økt funksjonalitet	Dersom programmet evner å lære seg å kjøre slik at det blir best mulig for fisken, vil det gi bedre vekstvilkår for fisken, som vil gi økt inntjening for de som driver oppdrettsanlegget.
	Dekning av nye behov	Styringen vil bli mer intelligent, og vil kreve mindre menneskelig innblanding.

	Nye kundegrupper	Dersom Framo sine anlegg leverer de beste vekstvilkårene for fisken, vil disse anleggene få økt popularitet og vil lokke til seg flere kunder.
Nøkkelpunkt	Løse nøkkelutfordringer	Pumpesystemet vil ha en styring som vil gi bedre lønnsomhet for oppdretterne, noe som vil gi de bedre inntjening. For Framo vil det løse en nøkkelutfordring ettersom de utvikler teknologi som er svært verdifull for kundene, og er antatt å gi økt salg.
	Økt immaterialitet	Kompetanse og programvare er immaterielle funksjoner som medfører økt immateriell verdiskapning. Dette vil legge til rette for å selge tjenester som tilstandsbasert overvåking eller optimalisert regulering for best mulig fiskevekst.
Annet	Andre faktorer	Systemet blir mer sårbart for målefeil, da de ikke vil være like lett å oppdage ettersom det er mindre menneskelig innblanding i systemet. Systemet vil også bli mer sårbart for feil i programmet da programmet styrer mer av anlegget selv.

## Deltrender som ikke er analysert videre

Enkelte deltrender er ikke analysert videre. Disse deltrendene er ansett som betydelig mindre aktuelle enn de trendene som er valgt å analysere videre.

Teknologitrend	Beskrivelse av hvorfor den ikke er analysert grundigere
Økt bruk av sensorer – biometri	Bruk av ansiktsgjenkjenning og fingeravtrykk ble vurdert for å logge inn på enheter, slik at det var lett å vite hvem som styrte systemet. Dette ble ikke vurdert som relevant ettersom det per dags dato ikke oppgis hvem som utfører styringen på anleggene, og dette da ikke er nyttig informasjon. Det er ikke vurdert som nødvendig i nær fremtid heller.
Digitalisering – digital data og analyser – åpen informasjon fra internett	Informasjon fra nettet vil kunne bli relevant senere når produktet er ferdig, og en skal se på videreutvikling av for eksempel bestilling av deler eller innhenting av annen informasjon. Værmelding eller informasjon om strømningsforhold er eksempler på informasjon det også kan være interessant å hente inn. Under utviklingen av produktet, og for den første perioden, vil dette ikke bli analysert, da det er litt lengre frem i tid.
Digitalisering – blokkjede	Dette er ikke ansett som relevant for pumpesystemet.
Autonomi – robotisering	Robotisering handler om å utvikle og skape roboter som kan gjøre oppgaver i den fysiske verden. Det handler om å la maskiner gjøre oppgaver. Sensorer og tilkobling til nett har utvidet mulighetene til å lage gode roboter. To viktige underkategorier av robotisering er droner og selvkjørende biler. Robotisering og autonomi er ikke ansett som en like relevant trend, da mye av styringen heller vurderes i retning av automasjon enn autonomi.

## Analysert av deltrender

Etter å ha analysert hovedtrendene, er samtlige deltrender gått gjennom og vurdert i forhold til relevans og nytteverdi for Framo. Enkelte av trendene utmerker seg som særlig interessante, og disse er valgt ut for nærmere analyse.

Skjemaet for analysen er endret litt. Blant annet er rekkefølgen på spørsmålene endret for å gi en enklere presentasjon. Ettersom leveringsmetoden ikke ble endret i så stor grad, er dette spørsmålet fjernet. Det er belyst i analysen likevel under «annet» de stedene det er aktuelt. Det er lagt inn et spørsmål om kompetansebehov, da dette er ansett som nyttig for Framo for å se hva de eventuelt trenger ekstra kompetanse på.

## Deltreender fra hovedtrenden økt bruk av sensorer

Analyse av hvordan leveransen vil påvirkes av teknologitrenden: Små og billige sensorer (fra hovedtrenden økt bruk av sensorer)		
Marked	Økt funksjonalitet	Flere sensorer gir tilgang til mer informasjon om anlegget. Ved å kunne plassere enkle og billige sensorer i anlegget, vil det åpne opp for muligheter til å se på sammenhenger uten at det krever store investeringer. Bruk av flere sensorer for å måle tilstanden til systemet vil gi mulighet for tilstandsbasert vedlikehold. På denne måten vil det være mulig å si noe om hvordan systemet fungerer. Dette er gjerne spesielt aktuelt på pumpene, der ulike metoder kan benyttes for å overvåke dem. En av de mest vanlige metodene for dette er ved bruk av viberasjonsmåling.
	Dekning av nye behov	Flere sensorer gir enklere overvåking av anlegget. Driftssikkerheten vil øke ved å implementere tilstandsovervåking, da systemet har bedre tilgang til data om hvordan tilstanden er på utstyret. Dette vil redusere unødvendig service på maskiner, og kan øke serviceintervallene på anlegget. Det er også naturlig å anta at anlegget får færre uventede driftsstanser og forbedret oppetid.
	Nye kundegrupper	Framo er alt kjent for høy driftssikkerhet, men dette vil være med å videreutvikle dette, og sikre at ryktet oppholdes og forbedres. Ettersom driftssikkerhet allerede er en styrke hos Framo er det uvisst om dette vil føre til nye kundegrupper.
Leveranse av tjeneste	Endringer i programvare	Programmet må tilpasses til å kunne behandle ekstra informasjon. Det krever også tilpassing av programmet for å få til god overvåking av pumpene. Dersom en pumpe viser seg å være slitt, kan de andre pumpene kjøres mer, slik at slitasjen på pumpene blir jevn. Ved feil på en

		pumpe, vil denne bli brukt i minst mulig grad før den blir reparert. Dette bør programmeres slik at det skjer automatisk.
	Endringer i kompetansebehov	Kompetanse på fiskehelse vil være interessant for å velge ut nye målinger dersom det skal plasseres ut ekstra sensorer for testing av hvordan andre parametere påvirker fisken. Framo har erfaring med viberasjonsmåling og oljeprøver, som er to vanlige metoder for tilstandsbasert overvåking. Digital analyse av dette er noe som muligens må innhentes mer kompetanse på.
	Endringer av kostnader	Ekstrakostnader for sensorer og montering vil komme. Sensorene for tilstandsovervåking må i mange tilfeller plasseres under vann, ettersom pumpene står under vann. Dette medfører økt pris på sensorene og økte installasjonskostnader. På sikt vil vedlikeholdskostnadene kunne bli redusert. Kostnadene av uforutsette driftsstanser kan være store, og risikoen for dette blir redusert gjennom god overvåking av pumpene.
Nøkkelpunkt	Løse nøkkelutfordringer	Økt kompetanse på hvilke parametere som påvirker fisken vil kunne optimalisere reguleringen til Framo. Forbedret driftssikkerhet reduserer sjansen for uforutsette stopp av pumpene. Dette er en sentral utfordring. Tekniske problemer ville gitt Framo et svekket renommé. Ettersom de er nye i oppdrettsnæringen, kunne dette medført redusert salg.
	Økt immaterialitet	Det kan åpne opp for salg av ekstratjenester som tilstandsbasert overvåking eller forbedret regulering. Dette vil gi økt immaterialitet.
Annet	Andre faktorer	Målinger av tilstanden på anlegget, gir Framo mer data om systemene sine. Dette kan brukes til å utvikle pumpene, og til å bedre forutse vedlikehold fremover. Ved å vite mer om pumpene, vil Framo også få bedre kompetanse på de svakeste delene av dem. Overgangen til tilstandsbasert vedlikehold endrer hvordan vedlikeholdstjenesten leveres. Den blir da levert etter behov, istedenfor å bli levert etter gitte tidsintervaller.

Analyse av hvordan leveransen vil påvirkes av teknologitrenden: Små og billige sensorer – Lokasjonsbevissthet (fra hovedtrenden økt bruk av sensorer)		
Marked	Økt funksjonalitet	Små og billige sensorer gir mulighet for å implementere flere sensorer uten at kostandene blir for store. Et eksempel på dette er GPS-teknologi gjør det mulig å få informasjon om hvor et oppdrettsanlegg er. Annen informasjon kan også bli relevant, men istedenfor å gå i detalj om hvilke målinger som vil bli nyttige, fokuseres det heller på hvilke verdier flere målinger kan gi.
	Dekning av nye behov	Lokasjonsmåling vil gi Framo tilgang til mer data om systemet. Dette gir de muligheter til å lage gode analyser som også tar høyde for posisjonsdata. Dette kan gi informasjon om områder som er bedre egnet for oppdrett.
	Nye kundegrupper	Dersom Framo klarer å skape bedre vekstvilkår for fisken, vil det gi kundene økt inntjening. Dette vil gjøre systemet mer attraktivt for andre oppdrettsanlegg også.
Leveranse av tjeneste	Endringer i programvare	Programvaren må være i stand til å ta imot data fra flere sensorer. Dersom nye parametere skal reguleres etter, må dette også programmeres.
	Endringer i kompetansebehov	Kompetanse om hvilke parametere som påvirker fiskevekst må utvikles, og gjerne innhentes fra eksterne eksperter. Muligens må posisjonsdata analyseres nærmere for å kunne si mer om hvorfor enkelte lokasjoner fungerer bedre enn andre.
	Endringer av kostnader	Flere sensorer vil øke kostnadene av leveransen. Enkle sensorer som GPS-måling kan muligens monteres i kontrollrommet, og vil da stå i et tørt og varmt miljø. Dette stiller ikke så store krav til utstyret, og gjør at prisen gjerne er lav. Ekstramålinger som kun skal brukes til analyse vil ha mindre krav til driftssikkerhet enn parametere som skal benyttes til regulering.
Nøkkelpunkt	Løse nøkkelfordringer	Mer data vil kunne gi Framo et forsprang på hvordan de kan skape best mulige vekstvilkår for fisken. Dette er svært viktig for kundene, og vil gi et konkurransefortrinn i markedet.
	Økt immaterialitet	Økt data gir økt kompetanse, som øker de immaterielle verdiene i Framo.
Annet	Andre faktorer	Dersom økt data benyttes sammen med kunstig intelligens, vil utbyttet bli maksimert.

Analyse av hvordan leveransen vil påvirkes av teknologitrenden: sensorer og algoritmer (fra hovedtrenden økt bruk av sensorer)		
Marked	Økt funksjonalitet	Bruk av rådatasensorer kan gjøre det mulig å si noe om størrelser slik som størrelsen på fisken, eller andre parametere som vil være vanskelig å måle ved hjelp av andre sensorer.
	Dekning av nye behov	Kan skaffe informasjon ved hjelp av kamerateknologi og analyse, og gir økt informasjon. Måling av størrelsen på fisken kan gi oss svært nyttig data om fiskevekst, som er et sentralt mål.
	Nye kundegrupper	Bruk av rådatasensorer vil ikke gi nye kunder i seg selv, men kan forbedre Framo sin kunnskap og produktet. Dersom Framo lykkes i å skape et produkt som gir økt fiskevekst vil dette gjøre de attraktive for flere nye kunder.
Leveranse av tjeneste	Endringer i programvare	Dataen som samles inn, bør videreformidles slik at den kan analyseres og deretter gir bedre regulering av Framo sin leveranse.
	Endringer i kompetansebehov	Vil kreve kompetanse på rådatasensorer og analysering av verdiene fra disse. Dette kan eventuelt kjøpes som ferdige sensorer som gir ut informasjon om fiskestørrelse.
	Endringer av kostnader	Sensorer for å måle fiskevekst er kostbare, og det bør vurderes om det vil være lønnsomt å implementere det. Besparelsene som kan oppnås ved å ha god data om fiskevekst må i så fall være større enn kostnadene ved å kjøpe disse målerne.
Nøkkelpunkt	Løse nøkkelutfordringer	Det vil gi Framo svært nyttig data om hvilke forhold som påvirker fiskeveksten. Dersom Framo klarer å utnytte denne informasjonen til å si noe om hva som skal til for å ha optimale forhold, vil de få en stor fordel. Dette vil i så fall være med å bidra til å løse en av kundene sine nøkkelutfordringer også i forhold til å få best mulig lønnsomhet.
	Økt immaterialitet	Kunnskap om hvilke forhold som påvirker fiskevekst vil kunne gjøre at Framo kan lage en optimal regulering som sikrer at fisken vokser best mulig. Dette vil kunne selges som en tjeneste eller som et abonnement, og gi økt immaterialitet.
Annet	Andre faktorer	Kunnskap om fiskevekst vil være interessant for kundene, og kan gi Framo muligheter til å drive mer med rådgivning også. Det vil også oppleves tillitsvekkende dersom Framo har kompetanse på dette, da det viser at de tenker helhetlig.

## Deltrender fra hovedtrenden sammenkobling

Analyse av hvordan leveransen vil påvirkes av teknologitrenden: trådløs teknologi (fra hovedtrenden sammenkobling)		
Marked	Økt funksjonalitet	Trådløs teknologi gjør det mulig å få data fra anlegg og sensorer uten kablet forbindelse.
	Dekning av nye behov	Muliggjør tilkobling av sensorer uten å måtte strekke kabler til de, og gjør det dermed også enklere å teste ut ulike typer målinger.
	Nye kundegrupper	Det er ikke antatt at dette vil føre til særlig økning i kundegruppen, men det vil gi mer fleksibilitet, og åpne opp for flere muligheter. Dette gir en bedre leveranse, og gjør den mer attraktiv for flere kunder.
Leveranse av tjeneste	Endringer i programvare	Programvaren må tilpasses slik at det blir mulig å koble til utstyr trådløst. Dette blir gjerne mer en hardware-endring enn en endring i programmet.
	Endringer i kompetansebehov	Det er ikke antatt å kreve særlige endringer i kompetansen, men vil kreve at noen kan konfigurere det trådløse oppsettet.
	Endringer av kostnader	Det vil bli rimeligere å teste ut ekstramålinger, og kostnaden ved å sette opp en sensor blir redusert. Det kan også gi store fordeler dersom hele anlegget kan kobles sammen trådløst, da det vil kreve langt færre kabler, og gi en raskere og enklere oppkobling.
Nøkkelpunkt	Løse nøkkelfordringer	Det vil skape økt fleksibilitet, da det gir nye muligheter for å sette opp sensorer. Ettersom en trådløs sensor kan kobles til anlegget uten å kables, vil det medføre reduserte kostnader for å sette de opp.
	Økt immaterialitet	Det vil være enklere å selge inn ekstrautstyr dersom dette er enkelt å sette opp. Det vil videre gjøre det lettere å selge inn ekstraabonnementer, som vil gjøre leveransen mer til en tjeneste.
Annet	Andre faktorer	Problemer som ustabil nettspenning eller enheter som også er batteridrevet og går tom for strøm kan skape utfordringer. Dette er antatt å kunne endre måten tilleggsutstyr leveres på. Dersom ekstra måleutstyr kan tilkobles trådløst, kan det være en mulighet for at utstyret sendes ut med en enkel monteringsveiledning. Da kan kunden selv montere utstyret. Konfigureringen av utstyret må også gjøres, noe som på sikt muligens kan gjøres via ekstern tilkobling til programmet over nett.



Analyse av hvordan leveransen vil påvirkes av teknologitrenden: økt båndbredde – stordata (fra hovedtrenden sammenkobling)		
Marked	Økt funksjonalitet	Stordata er store volum av data som er blitt samlet inn. Dette gir et grunnlag for å kunne gjennomføre mer avanserte beregninger og kan gi ny informasjon om det analyseres godt.
	Dekning av nye behov	Gir økt informasjon om hvordan ting henger sammen og fungerer. Kan være med å gi grunnlag for å oppdage sammenhenger som ikke tidligere er oppdaget.
	Nye kundegrupper	Dersom Framo gjør oppdagelser og får kunnskap som andre ikke har, vil det gi de mulighet for å skape bedre forhold for fisken. Dette vil gi muligheter for bedre produksjon, som vil øke inntjeningen til kundene. Dette vil være attraktivt for kundene, og kan gi økt salg av leveransene til Framo.
Leveranse av tjeneste	Endringer i programvare	Programvaren som lagrer data fra anlegget, må endres til å lagre og sende mer data. Det vil også endre måten dataen blir analysert på, da det er store og komplekse datasett.
	Endringer i kompetansebehov	Stordata består gjerne av ulike typer data, og er ofte ustrukturert og krevende å bearbeide. Dette vil kreve spesiell kompetanse for å bearbeide.
	Endringer av kostnader	Det vil koste penger å utvikle gode analyser for dataen. Det er også en risiko for at dette ikke gir mer informasjon, og at pengene da vil være tapt. Dersom dette gir mer informasjon, kan det gi økt inntjening for Framo gjennom økt salg og mersalg av tjenester.
Nøkkelpunkt	Løse nøkkelutfordringer	Dette vil gi økt kunnskap, og kan være med å gjøre Framo bedre på optimalisering av fiskevekst. Det vil løse en av nøkkelutfordringene til Framo da de vil bli mer attraktive. Det vil også gi bedre fiskevekst, som er en av nøkkelutfordringene for oppdretterne.
	Økt immaterialitet	Det gir Framo økt immaterialitet, da de får økt kunnskap og kan selge mer av sin leveranse som en tjeneste. Optimal regulering for best mulig fiskevekst kan selges som en tilleggstjeneste, og da gjerne som en abonnementsløsning.
Annet	Andre faktorer	Kunnskapen Framo tilegner seg vil være ettertraktet, og de bør være bevisst på at dette vil gjøre de mer ettertraktet for industrispionasje.

Analyse av hvordan leveransen vil påvirkes av teknologitrenden: økt båndbredde – 5G (fra hovedtrenden sammenkobling)		
Marked	Økt funksjonalitet	5G gjør det mulig å sende data raskere, som spesielt er en fordel hvis det skal sendes mye data.
	Dekning av nye behov	Skaper raskere kommunikasjon og gjør det mulig å sende mer data fra anlegg.
	Nye kundegrupper	Det er ikke antatt at dette alene vil føre til nye kundegrupper, men det vil gjøre det enklere å overføre mer data til skyen eller andre steder. Det vil også redusere tidsforsinkelsen på sanntidsdataen, dersom dette skal benyttes.
Leveranse av tjeneste	Endringer i programvare	Flere ting vil kunne lagres i skyen, og dette må lages til i programmet.
	Endringer i kompetansebehov	Det fører ikke til endringer i kompetansebehovet.
	Endringer av kostnader	Det er ikke antatt å endre kostnadene.
Nøkkelpunkt	Løse nøkkelfordringer	Det vil gi muligheter for å lagre mer data i skyen, som vil gi et bedre utgangspunkt for maskinlæring og analyse av dataen.
	Økt immaterialitet	Det er ikke antatt at dette vil gjøre leveransen mer immateriell.
Annet	Andre faktorer	Når mer data kan sendes, vil det gjøre cyberangrep enda mer attraktivt, da det kan hentes ut enda mer informasjon.

Analyse av hvordan leveransen vil påvirkes av teknologitrenden: global sammenkobling – tingenes internett (fra hovedtrenden sammenkobling)		
Marked	Økt funksjonalitet	Utstyr kan kobles sammen, og det vil være mulig å få tilgang til live data fra anleggene. Oppdrettsselskapene vil også kunne få muligheten til å ha ekstern styring av anleggene sine fra land. Tingenes internett er et begrep som er stort, men i denne sammenheng er det fokusert på mulighetene for sammenkobling. Andre fordeler slik som lagring av data til sky er omtalt andre steder.
	Dekning av nye behov	Denne teknologien støtter muligheten for at anleggene kan være ubemannede. Det vil gjøre det mulig å betjene anleggene fra andre steder. Eksterne kontrollrom kan lages for å betjene flere anlegg samtidig, som kan optimalisere utnyttelsen av personell. Ved dårlig vær eller andre hendelser der det ikke ønskes å ha mannskap ute, er det en fordel dersom anlegget kan overvåkes og betjenes fra andre steder.

	Nye kundegrupper	Dette gjør det mulig å levere også til kunder som ønsker ubemannede anlegg. For kunder som ønsker å gå over til dette etter hvert, vil det være positivt at dette er en mulighet. Dette vil åpne opp for nye kunder som ønsker ekstern styring.
Leveranse av tjeneste	Endringer i programvare	Programmet må lages til for å støtte ekstern styring.
	Endringer i kompetansebehov	Dette krever kompetanse på fjernstyring av anlegg. Denne kompetansen antas det at Framo klarer å tilegne seg gjennom kurs og kontakt med aktuelle leverandører av styringssystemer.
	Endringer av kostnader	Det er ikke antatt dette krever særlig med ekstra hardware, men det må utvikles software, som vil være den mest kostnadskrevende delen.
Nøkkelpunkt	Løse nøkkelfordringer	Mange bransjer går i retning av ubetjente anlegg, og denne utviklingen er det naturlig å anta også kan komme til å endre hvordan oppdrettsanlegg drives. Det er derfor viktig å tilpasse anlegget slik at det vil være mulig å få til ekstern styring av anlegget.
	Økt immaterialitet	Ekstern styring er en tjeneste som øker den immaterielle verdien av produktet. Dette er derfor en tjeneste som er velegnet å selge som en abonnements-tjeneste.
Annet	Andre faktorer	Ekstern styring over nettet setter store krav til cybersikkerhet.

Analyse av hvordan leveransen vil påvirkes av teknologitrenden: global sammenkobling – cybersikkerhet (fra hovedtrenden sammenkobling)		
Marked	Økt funksjonalitet	Forbedret sikkerhet på programvaren.
	Dekning av nye behov	God cybersikkerhet skaper bedre sikring av digital informasjon, og gjør cyberangrep vanskeligere.
	Nye kundegrupper	Kundene vil trenge at dette håndteres godt, men det kan være utfordrende for kunder å se og kontrollere om dette gjøres på en god måte. Framo bør derfor fortelle kundene hvordan det håndteres, slik at de føler seg trygg på at det ivaretas skikkelig. For kunder med kompetanse på dette er det viktig at Framo sin løsning oppleves som god. Dette vil gjerne være en betingelse for enkelte kunder, men det er ikke antatt at dette vil føre til særlige endringer i antall kunder så lenge det er tilfredsstillende ivaretatt. Dersom dette er utført dårlig, er det antatt at Framo kan miste kunder på grunn av dette.

Leveranse av tjeneste	Endringer i programvare	Programvaren må utvikles slik at data håndteres trygt, og angrep unngås. Ved bruk av OPC-UA er dette håndtert, og det er der fokusert på å skape en sikker løsning [26]. Sikkerhetsfunksjoner må likevel implementeres i alle applikasjoner og steder der data anvendes eller systemet styres.
	Endringer i kompetansebehov	Dette krever kompetanse på IT og IT-sikkerhet. Framo har noe kompetanse på dette, men bør vurdere å få programmet sjekket av eksterne spesialiser for kontroll.
	Endringer av kostnader	Det vil koste noe ekstra å sørge for at dette ivaretas, men er viktig for å unngå et redusert renommé.
Nøkkelpunkt	Løse nøkkelutfordringer	Kundene vil være avhengig av at sikkerheten er ivaretatt. Dette er ansett som en grunnleggende funksjonalitet. Dersom anleggene hadde blitt utsatt for et cyberangrep kunne det fått fatale konsekvenser for fisken, og for Framo sitt renommé.
	Økt immaterialitet	Dette er ikke ventet å endre leveransen til å bli hverken mer eller mindre immateriell.
Annet	Andre faktorer	Antallet cyberangrep øker, og det gjør det ekstra viktig å sette søkelys på problematikken [45]. For å få til hurtige oppdateringer dersom sikkerhetshull oppdages, bør det vurderes om det kan gjøres oppdateringer av programvaren via ekstern tilgang til programmet. Dette vil i så fall endre hvordan leveringen av nye programoppdateringer skjer.

## Deltrender fra hovedtrenden digitalisering

Analyse av hvordan leveransen vil påvirkes av teknologitrenden: omgjøring av digitale signaler (fra hovedtrenden digitalisering)		
Marked	Økt funksjonalitet	Omgjøring av digitale signaler gir oss mulighet til å gjøre analoge verdier om til digitale signaler som kan behandles av en datamaskin. Dette er en opplagt og grunnleggende funksjonalitet som er avgjørende for å få til regulering av anlegget. Denne trenden utnyttes allerede, men dersom det blir behov for flere målinger, eller målinger av verdier som det ikke allerede er måleutstyr for, vil dette være viktig.
	Dekning av nye behov	Dersom en får målt flere verdier som ikke allerede er målt, vil dette gi mer data og et bedre grunnlag for analyser og regulering.
	Nye kundegrupper	Det er ikke antatt at dette isolert sett vil gi flere kunder, men mer data kan føre til bedre analyser som igjen kan gi en bedre leveranse. Dersom det hadde blitt utviklet nye måleverktøy, kunne det gitt nye kunder som kun var interessert i måleverktøyet.
Leveranse av tjeneste	Endringer i programvare	Nye målinger må implementeres i programmet.
	Endringer i kompetansebehov	Dersom det skal utvikles nye målemetoder, vil dette kreve spesiell kunnskap. Framo har i utgangspunktet ikke tenkt å fokusere på å utvikle eget måleutstyr, men dette vil likevel vurderes dersom det oppstår målinger som mangler for å få best mulig data om systemet.
	Endringer av kostnader	Omgjøring av analoge signaler til digitale signaler kan føre til høye kostnader dersom målemetoder må utvikles. Dersom det eksisterer utstyr for å måle de trengte verdiene, kan dette eventuelt benyttes. Kostnaden vil avhenge av hva som skal måles, og om det eksisterer løsninger for dette.
Nøkkelpunkt	Løse nøkkelfordringer	For å kunne gjøre analyser og innsamling av data, må dataen være omgjort til digitale signaler. Dette er et grunnleggende behov, og er ansett som en selvfølgelighet. Dersom det skulle bli utviklet egne måleverktøy, er det naturlig å anta at andre kunne hatt nytte av dette, og at det kunne gitt Framo et ekstra produkt som kunne bli solgt. Eventuelt kunne Framo utnyttet dette, og kun solgt den nye målemetoden sammen med sitt eget utstyr for å sikre økte markedsandeler.
	Økt immaterialitet	Nye målemetoder kunne blitt solgt som en tjeneste eller i en abonnementsløsning, som kunne økt den immaterielle delen av salget.
Annet	Andre faktorer	Det er mange som jobber med instrumentering, og det er ansett som lite sannsynlig at Framo

		skal utvikle egne og bedre måleverktøy enn de spesialiserte selskapene. Det er likevel tatt med som en mulighet, og bør vurderes dersom det oppdages behov for nye målinger.
--	--	--

Analyse av hvordan leveransen vil påvirkes av teknologitrenden: digital data og analyser – bruk av skylagring (fra hovedtrenden digitalisering)		
Marked	Økt funksjonalitet	Ved å samle dataen i en sky, er den tilgjengelig for alle som har tilgang så lenge de er tilkoblet nett. Dette gjør det lettere å dele informasjon. Skylagring gjør også at dataen raskt blir tilgjengelig etter den er avlest.
	Dekning av nye behov	Analysen av dataen blir enklere når Framo får rask tilgang til dataen, og når dataen blir samlet et sted slik at den er lett å hente ut.
	Nye kundegrupper	Universiteter og andre institusjoner som driver med forskning vil ha glede av å få tilgang til dataen raskt. For disse gruppene vil skylagring bidra til god informasjonsflyt, som kan være en viktig faktor for dem.
Leveranse av tjeneste	Endringer i programvare	Programvaren må settes opp slik at den støtter dette.
	Endringer i kompetansebehov	Oppsett av skylagring er noe Framo sine IT og automasjonsingeniører vil kunne utføre.
	Endringer av kostnader	Kostnadene med å ha en skylagringstjeneste er veldig lave. Det vil derimot være en liten kostnad med å utvikle programmet slik at det fungerer, samt å teste dette. Dette er ansett som en engangskostnad for Framo.
Nøkkelpunkt	Løse nøkkelutfordringer	Enkel tilgang til data fra anleggene er en stor ressurs for Framo, da dette er grunnlaget for å kunne analysere dataen.
	Økt immaterialitet	Framo får tilgang til mer informasjon, som de kan utnytte og analysere. Dette er et viktig grunnlag for analyser. Dette vil gi muligheter til å selge bearbeidet data. Kundene vil gjerne være interessert i å se historikken over dataen som er innsamlet. Dette vil egne seg godt å selge som en tjeneste eller som et abonnement, og vil gjøre mer av leveransen immateriell.
Annet	Andre faktorer	Framo bør være bevisst på rettigheter til dataen og hvem som eier den. De bør sikre seg rettigheter til å benytte dataen og lagre den, og helst også eie dataen. Cybersikkerhet er viktig når data lagres digitalt og i skyer.

Analyse av hvordan leveransen vil påvirkes av teknologitrenden: digital data og analyser – nedbryting og analyse av data (fra hovedtrenden digitalisering)		
Marked	Økt funksjonalitet	Ved å analysere dataen kan sammenhenger og mønster oppdages slik at forståelsen for hvordan anlegget fungerer blir bedre. Bruk av regresjonsanalyser kan være et eksempel på analyse. Dataen bør brytes ned og bearbeides før den presenteres. Dette vil gjøre utbyttet av dataen større ettersom den er lettere å tolke og forstå. Når dataen er analysert, vil det være lettere å se hvordan ting utvikler seg. Dette vil også gjøre det lettere å lage estimater for hvordan ting vil utvikle seg i fremtiden. Ettersom Framo får mer og mer data, vil analysene deres bli bedre. Dette vil gjøre de mer verdifulle.
	Dekning av nye behov	Analyse og nedbryting vil øke verdien av den innsamlede dataen. Det vil gjøre det lettere å oppdage sammenhenger som igjen vil forbedre reguleringen og styringen av anlegget. Når dataen er analysert, er den også lettere å presentere og tolke. Dette vil gi Framo økt kunnskap om systemet, som kan hjelpe de å lage enda bedre løsninger.
	Nye kundegrupper	Dette vil hjelpe Framo å utvikle systemene sine, og vil være med å gjøre de bedre. Dette vil gjøre anleggene mer attraktive for kundene, men det er ikke antatt at dette i seg selv vil føre til endringer i kundegruppen. Det er likevel mulig å anta at det vil gjøre salget lettere, ettersom Framo får økt kompetanse, som igjen gjør at de kan utvikle bedre løsninger.
Leveranse av tjeneste	Endringer i programvare	Analyse av dataen vil kreve programmer til å analysere og presentere dataen. Resultatene fra analysene vil også kunne endre PLS-programmet og systemet. Maskinlæring er omtalt et annet sted og vil ikke bli omtalt her.
	Endringer i kompetansebehov	Framo vil trenge økt kompetanse på nedbryting og analyse av dataen.
	Endringer av kostnader	Det vil medføre ekstra arbeid å bryte ned å analysere dataen, og dette vil ta tid. Det bør suppleres med kunstig intelligens, slik at ikke alt arbeidet kun utføres av mennesker.
Nøkkelpunkt	Løse nøkkelfordringer	Analysert data fra anlegget er en viktig input for å utvikle anlegget. Dersom Framo får til å analysere og se på hva som skaper vekst hos fisken, og får optimalisert anlegget til dette, vil det øke verdien på leveransen deres. Dette vil gi økt produksjon for oppdretterne også, som er en av deres nøkkelfordringer.

	Økt immaterialitet	Økt kunnskap gjør at salget gjerne får en større immateriell andel, da kunnskapen gjerne blir en større del av verdien på salget. Ettersom analysene gjerne blir bedre over tid, vil dette kunne skape en bedre og bedre regulering. En abonnements-tjeneste der kundene abonnerer på optimal regulering, kan være med å gjøre større deler av salget immaterielt.
Annet	Andre faktorer	Framo bør sørge for at de kan benytte data fra forskjellige kunder som input til deres analyser. Dersom kundene krever å eie dataen selv, kan de nekte Framo å benytte dataen som input i analysene, som vil gi færre datasett til analysene.

Analyse av hvordan leveransen vil påvirkes av teknologitrenden: digital data og analyser – digital tvilling (fra hovedtrenden digitalisering)		
Marked	Økt funksjonalitet	Ved hjelp av en digital tvilling kan anlegget overvåkes selv om ingen er til stede der det fysisk er plassert. Dette kan også brukes til å si noe om tilstanden på anlegget, som kan brukes til å gjøre vedlikeholdet når det trengs istedenfor etter et gitt intervall.
	Dekning av nye behov	Ved å ha tilgang til data fra systemet og i tillegg kunne simulere ting digitalt, skapes et enda bedre bilde av systemet. Det vil gjøre det lettere å oppdage feil tidlig.
	Nye kundegrupper	Anlegget får økt driftssikkerhet og en god visuell digital fremstilling. Det er ikke ventet dette vil endre kundegruppen særlig.
Leveranse av tjeneste	Endringer i programvare	Det må lages til programvare for fremvisning av den digitale tvillingen.
	Endringer i kompetansebehov	Det kreves kompetanse innen data og anvendt matematikk, som Framo i så fall må hente inn [46].
	Endringer av kostnader	Det vil koste en del å utvikle en digital tvilling, men det vil også kunne gi besparelser i forhold til redusert vedlikehold og reduserte antall driftsstanser.
Nøkkelpunkt	Løse nøkkelfordringer	En digital tvilling kan øke driftssikkerheten og gi en visuell digital fremstilling av systemet. Det vil gi Framo nyttig data til hvordan de kan videreutvikle anlegget sitt til å bli enda bedre.
	Økt immaterialitet	Det vil gi en større grad av tjenesteleveranse i den totale leveransen.
Annet	Andre faktorer	Framo vil ha god nytte av en digital tvilling dersom anlegget skal selges som en tjeneste. Da vil det være enda viktigere å ha god



		<p>overvåking av anlegget, slik at det til enhver tid fungerer.</p> <p>Digital tvilling kan benyttes til å gi bedre informasjon om tilstanden på anlegget, slik at vedlikeholdet kan gjøres mer tilstandsbasert. Dette vil endre måten vedlikeholdet leveres på.</p>
--	--	--

<p>Analyse av hvordan leveransen vil påvirkes av teknologitrenden: digital samhandling – virtuell virkelighet (fra hovedtrenden digitalisering)</p>		
Marked	Økt funksjonalitet	Gir muligheter for å vise frem noe på en mer grafisk og interaktiv måte.
	Dekning av nye behov	Gir kundene mulighet for å se hvordan løsningene til Framo vil se ut. Åpner opp for nye måter å vise frem tekniske detaljer, og gjør det mulig å kommunisere på nye måter. Ved å ha VR-briller tilgjengelig hos kunden kan Framo vise kundene ulike ting de må være bevisst på eller hvordan de skal gjennomføre vedlikehold. Dette reduserer sjansene for misforståelser med kundene.
	Nye kundegrupper	Det er ikke antatt å gi nye kunder, men det vil gjøre at Framo fremstår mer teknologisk, som kan være positivt for omdømmet deres.
Leveranse av tjeneste	Endringer i programvare	Dette vil kreve egne programmer, og systemene må bygges i eller importeres til disse programmene for at det skal fungere.
	Endringer i kompetansebehov	Framo vil trenge kompetanse på hvordan de benytter programvaren for å skape virtuelle miljøer. Dette er kompetanse Framo allerede har.
	Endringer av kostnader	Det vil være en kostnad med å skape et virtuelt miljø av en 3D-tegning. Landskapene og det rundt må også tegnes inn i programmet dersom det skal vises.
Nøkkelpunkt	Løse nøkkelutfordringer	Forbedrer kommunikasjonsmulighetene og kan bidra til bedre opplæring av kunder og operatører.
	Økt immaterialitet	Serviceavtale med døgnbemannet hjelp via VR kan være et alternativ som vil øke den immaterielle delen av Framo sin leveranse.
Annet	Andre faktorer	Krever VR-briller for de som skal se den virtuelle virkeligheten.

Analyse av hvordan leveransen vil påvirkes av teknologitrenden: digital samhandling – displayer (fra hovedtrenden digitalisering)		
Marked	Økt funksjonalitet	Et display gir muligheter for å lese av informasjon på en enkel måte. Skjermene blir stadig bedre, og dette gjør de enda enklere å betjene. Store skjermer gir også muligheten for å avlese informasjon fra avstand. Skjermer er fleksible, og kan programmeres til å vise det kundene ønsker.
	Dekning av nye behov	Presenterer data på en måte som er lett å lese av. Det er gjerne forventet at et anlegg skal ha skjermer og være enkelt å betjene. Dermed er dette gjerne mer et punkt som forventes, enn et nytt behov som dekkes.
	Nye kundegrupper	Det er ikke antatt at dette vil gi økning i antall kunder eller at det vil utvide kundegruppen. Dersom anlegget ikke hadde hatt skjermer, ville det gjerne hatt en motsatt effekt, der en kunne mistet kunder.
Leveranse av tjeneste	Endringer i programvare	Programvaren er planlagt å støtte fremvisning av systemet på skjermer. Dette bør gjerne gjøres på en grafisk og oversiktlig måte for å få systemet til å fremstå som moderne.
	Endringer i kompetansebehov	Det er antatt at Framo har kompetansen de trenger på hvordan de skal benytte skjermer. Dersom det skal lages grafiske uttrykk, må dette gjerne innhentes ekstern hjelp for å løse.
	Endringer av kostnader	Det vil medføre noen installasjonskostnader, men dette er små kostnader totalt. Ettersom skjermer gjerne er forventet, er dette en del av leveransen som det forventes at Framo leverer.
Nøkkelpunkt	Løse nøkkelfordringer	Skjermer gir tilgang til informasjon som kundene forventer.
	Økt immaterialitet	Det er ikke forventet skjermer vil gjøre leveransen mer immateriell.
Annet	Andre faktorer	Smarte enheter kan erstatte mye av behovet for skjermer. Smarte enheter har ofte trykkfølsomme skjermer, som gir mulighet for styring av anlegget i tillegg til normal avlesing.

Analyse av hvordan leveransen vil påvirkes av teknologitrenden: digital samhandling - smarte enheter (fra hovedtrenden digitalisering)		
Marked	Økt funksjonalitet	Muliggjør bruk av styring fra smarte enheter som mobiler eller nettbrett.
	Dekning av nye behov	Gir mer fleksibel betjening, og gjør det mulig å styre et anlegg fra andre steder enn kontrollrommet. Operatørene kan ta med seg målingene og styringen ut på oppdrettsanlegget, som kan gi bedre effektivitet. Dette gir også økt sikkerhet, da alarmer kan varsles på den smarte enheten, i tillegg til over det ordinære varslingsanlegget.
	Nye kundegrupper	Det vil gjøre daglig drift enklere, som kan gjøre leveransen til Framo enda mer attraktiv. Det er ikke antatt at dette vil gi særlige endringer i antall kunder, men et bedre produkt vil selges lettere.
Leveranse av tjeneste	Endringer i programvare	Styring fra smarte enheter må legges til rette for i programmet.
	Endringer i kompetansebehov	Det vil være behov for kompetanse på programmering av applikasjoner. Det vil også være viktig å ha god kompetanse på IT-sikkerhet for å hindre at informasjon kommer på avveie.
	Endringer av kostnader	Det er ikke antatt å føre til særlige ekstra kostnader i installasjon og drift. Kostnadene vil hovedsakelig ligge i utviklingen av applikasjonene, og testingen for å få dette til å fungere.
Nøkkelpunkt	Løse nøkkelfordringer	Det vil gjøre at systemet fremstår som mer moderne, og vil gi funksjoner enkelte kunder vil være villig til å betale ekstra for.
	Økt immaterialitet	Det vil være mulig å selge denne ekstrarfunksjonen som en tjeneste, og da vil dette gjøre leveransen mer immateriell.
Annet	Andre faktorer	Problemer som ustabil netting, enheter som går tom for strøm eller lydløs profil på telefoner kan gjøre at varslinger ikke når frem. Derfor bør ikke smarte enheter være den eneste måten alarmer varsles på, men heller et supplement.

Analyse av hvordan leveransen vil påvirkes av teknologitrenden: digital samhandling – naturlig språkbehandling (fra hovedtrenden digitalisering)		
Marked	Økt funksjonalitet	Gir muligheter for å la smarte enheter kommunisere på en mer naturlig måte med mennesker. Skaper et grensesnitt for kommunikasjon som er enklere i noen situasjoner. Det kan for eksempel gjøre det mulig å få lest opp alarmer eller annen informasjon.
	Dekning av nye behov	Kan gjøre det mulig å lese opp alarmer som går over høyttaleranlegget, eller å snakke med en smart enhet istedenfor å trykke på den. Det kan også benyttes ved å skrive meldinger i en chat, der maskinen svarer. Dette er forventet å bli mer vanlig fremover, men ved å implementere det nå, viser Framo at de henger godt med teknologisk.
	Nye kundegrupper	Dette vil appellere til kunder som er opptatt av teknologi. Når denne teknologien blir mer utberedt, blir gjerne mulighetene også flere, og maskinene kan utføre mer avanserte analyser og svare på mer avanserte spørsmål. Da vil nytteverdien bli større, og det kan bli en ressurs for flere kunder. Det er ikke ventet å påvirke salget særlig.
Leveranse av tjeneste	Endringer i programvare	Det må programmeres og legges til rette for i programmet.
	Endringer i kompetansebehov	Det vil kreve kunnskap om naturlig språkbehandling og implementering av dette i programmet. Dette er ikke kunnskap Framo har nå, så dette er kunnskap som må hentes inn.
	Endringer av kostnader	Det er forventet å koste noe å utvikle, men medfører ikke ekstrakostnader å bruke.
Nøkkelpunkt	Løse nøkkelfordringer	Det gir økt fleksibilitet, og kan skape bedre informasjonsflyt, men er ikke ventet å løse noen nøkkelfordringer.
	Økt immaterialitet	En slik tjeneste vil være godt egnet til å selge som en tjeneste i en abonnementsløsning. Det øker den immaterielle verdien til leveransen.
Annet	Andre faktorer	Det kan være utfordrende å snakke med en slik robot, og det kan skape misforståelser. For svaksynte vil denne teknologien være nyttig ettersom det vil gi de en mulighet til å kommunisere med systemet. Dette gjør leveransen mer universelt utformet.

Deltrender fra hovedtrenden autonomi

Analyse av hvordan leveransen vil påvirkes av teknologitrenden: kunstig intelligens (fra hovedtrenden autonomi)		
Marked	Økt funksjonalitet	Kunstig intelligens gir blant annet muligheter for maskinlæring. Dette vil gi innsamlet data stor verdi. Ved å utnytte dataen, kan systemet utvikle kompetanse på hvordan Framo sitt system kan kjøres for å gi best mulig fiskevekst. Det kan også benyttes for å lære om andre trender som for eksempel vedlikehold. Chatbot er en annen mulighet som åpner seg, der kunstig intelligens kan forsøke å svare på spørsmål og hjelpe kundene.
	Dekning av nye behov	Systemet Framo leverer vil bli optimalisert og får bedre kvalitet på reguleringen. Dette vil gi bedre forhold for fisken, som igjen vil gi bedre vekst og økt inntjening for kunden. Dette er svært fremtidsrettet, og ved å bruke data fra alle Framo sine kommende anlegg, vil det gi et bra datasett. Framo vil med sine mange anlegg ha et bedre utgangspunkt for å foreta god maskinlæring enn hver av oppdretterne, som kun har tilgang til data fra sine egne anlegg. Framo vil også kunne få kunnskap om hvordan vedlikehold kan gjøres mest mulig effektivt. Maskinlæring kan også benyttes til å gi utvidet data om tilstanden på ulike komponenter. Chatbot vil gi mulighet for kundene til å få svar på spørsmål, og kan også være en måte å kommunisere med Framo på, og gi enkle beskjeder videre til de som skulle ha behov for det hos Framo. Eksempler på egnede bruksområder kunne vært å melde inn enkle feil, eller å stille spørsmål om produktet.
	Nye kundegrupper	Dersom Framo leverer et strømningsystem som gir bedre vekstforhold for fisken, vil det være attraktivt for flere kunder. Dette kan forsvare deler av investeringen for kunder som opplever løsningen som for dyr.
Leveranse av tjeneste	Endringer i programvare	Programvaren må tilpasses slik at den kan benytte data fra maskinlæringen.
	Endringer i kompetansebehov	Det vil være behov for kompetanse på maskinlæring og kompetanse på hvordan dataen fra maskinlæringen kan utnyttes til å gi et bedre kontrollsystem.
	Endringer av kostnader	Utviklingskostnadene for Framo vil øke. Data fra maskinlæringen vil ha høy verdi, og er kunnskap som kan gi Framo store fordeler og konkurransefortrinn. Kompetanse på slitasje og vedlikehold vil kunne redusere

		vedlikeholdskostnadene og redusere sjansene for en uforutsett stans.
Nøkkelpunkt	Løse nøkkelutfordringer	Det vil være lettere for Framo å etablere seg i markedet dersom de har unik kompetanse på hvordan fisken vokser best, da dette er kunnskap med stor verdi for kundene. Kundene vil få bedre vilkår for fisken, og raskere vekst, som igjen gir økt inntjening. Mer data om tilstanden på anlegget vil også bidra til å gi anlegget større driftssikkerhet, som er viktig for Framo.
	Økt immaterialitet	Det åpner opp for muligheten til å selge ekstratjenester som optimalisert regulering. Dette er en tjeneste de kunne solgt som et abonnement, der kundene fikk jevnlig oppdateringer av reguleringsparametrene slik at anlegget var spesialtilpasset for optimal vekst. Dette gir økt immaterialitet.
Annet	Andre faktorer	Bruk av maskinlæring gjør at tallene analyseres uten å ha kunnskap om andre bakenforliggende årsaker. Dette kan gi risiko for at tallene analyseres feil. Maskinlæring kan også endre måten leveransen leveres på. Det vil gi informasjon om hvordan systemet kan yte bedre, og kan også gi informasjon om optimalt vedlikehold. Vedlikeholdet forandres med økt kunnskap om anlegget, som kan skaper en annen måte å levere det på.