



UiT Norges arktiske universitet

Fakultet for biovitenskap, fiskeri og økonomi – Norges fiskerihøgskole

Teknologioverføring fra petroleum til havbruk

En studie av utviklingsprosjektet Arctic Offshore Farming

Andreas Aunan

Masteroppgave i fiskeri- og havbruksvitenskap FSK-3960 (60 stp) - Mai 2022

Forord

Denne masteroppgaven markerer slutten på to fantastiske år på Norges fiskerihøgskole med retningen marked og ledelse. Det har vært krevende og utfordrende til tider, men samtidig en svært spennende og lærerik prosess. Jeg har gjennom hele studieløpet hatt stor interesse for oppgavens tema, og det har vært veldig lærerikt å skrive denne oppgaven.

Det er mange mennesker som fortjener en stor takk for at jeg har kommet i mål med denne oppgaven. Jeg må si takk til min arbeidsgiver Norway Royal Salmon som lot meg bruke deres utviklingsprosjekt Arctic Offshore Farming som case. Jeg er fornøyd med at jeg fikk samarbeide med en så fremtidsrettet og innovativ bedrift som dem. Takk til alle informanter som har bidratt med kunnskap og erfaring til min masteroppgave. Uten deres bidrag hadde denne oppgaven vært vanskelig å gjennomføre.

Og ikke minst rettes en stor takk til hovedveileder professor Peter Arbo for enestående veiledning. Hans kunnskap og innspill samt god støtte gjennom hele skriveperioden, er noe jeg ikke kunne vært foruten. En stor takk må også rettes til dyktige professorer og forelesere som har levert innholdsrike undervisningstimer gjennom min tid som student.

Til slutt ønsker jeg å takke venner, familie, kollegaer og min fantastiske samboer som alltid stiller opp når jeg trenger et par oppmuntrende spark bak.

Sammendrag

Temaet for denne oppgaven er det nye samspillet mellom petroleum og oppdrett og hva det betyr for næringsutvikling. Hensikten med denne studien er å belyse muligheter og begrensninger for teknologioverføring fra petroleum til oppdrett, og hvordan teknologioverføringen foregår, sett i lys av utviklingstillatelsene i havbruk med utviklingsprosjektet Arctic Offshore Farming som eksempel.

For å besvare oppgavens problemstilling har jeg brukt teorier om hvordan innovasjon oppstår og spredning av innovasjon. Jeg har innhentet empiri om historisk utvikling i oppdrett og petroleum, og koblingene mellom disse to næringene de siste årene. Som metodisk tilnærming har jeg valgt å benytte kvalitativ metode med Arctic Offshore Farming som case.

Studien har vist at sammenfallet med nedgangen i oljepris, stagnerende vekst i oppdrettsnæringen og utviklingstillatelsene til oppdrett førte til tettere koblinger mellom petroleumsleverandører og oppdrettsaktører. Det økte samspillet mellom petroleum og oppdrett i AOF-prosjektet har ført til radikale og inkrementelle innovasjoner, og teknologi- og kompetanseoverføringer. Teknologi og kompetanse fra petroleum er noe NRS har vært avhengige av for å realisere utviklingsprosjektet. Det økte samspillet mellom de to næringene i dette prosjektet er noe som potensielt kan danne et nytt marked for petroleumsleverandører og åpne for produksjonsvekst i havbruksnæringen, som potensielt kan ta i bruk nye områder utenfor kysten. Dette er noe som ville vært en stor milepæl for havbruksnæringen.

Innholdsfortegnelse

Kapittel 1: Innledning.....	1
1.1 Petroleum og oppdrett	1
1.2 Problemstilling	4
1.3 Oppgavens oppbygging.....	4
Kapittel 2: Teoretisk rammeverk.....	5
2.1 Innovasjon og økonomisk vekst gjennom innovasjon	5
2.2 Ulike grader av innovasjon	6
2.3 Innovasjonsprosess.....	7
2.4 Innovasjonssystem	9
2.5 Spredning av Innovasjon og teknologioverføring.....	10
2.5.1 Spredning av innovasjon.	10
2.5.2 Teknologioverføring.....	12
2.5.3 Barrierer	14
2.6 Norsk Innovasjonspolitikkk	15
2.7 Kollektivt entreprenørskap	17
Kapittel 3: Metodisk tilnærming	20
3.1 Kvalitativ metode	20
3.2 Innsamling av primærdata.....	21
3.2.1 Semi-strukturerte intervjuer	21
3.2.2 Datainnsamling.....	21
3.2.3 Valg av informanter og gjennomføring av intervju	22
3.3 Oppbevaring av data.....	23
3.4 Casestudie som metode	23
3.5 Reliabilitet og validitet.	24
3.6 Forskningsetiske vurderinger	26
Kapittel 4: Innovasjon og teknologiutvikling i petroleumsnæringen og havbruksnæringen ...	28

4.1 Startfasen av norsk petroleumsnæring og norsk havbruksnæring.....	29
4.1.1 Startfasen av norsk petroleumsnæring	29
4.1.2 Startfasen av norsk havbruksnæring.	34
4.2 Utviklingen i innovasjon og teknologiutvikling gjennom årene	38
4.2.1 Teknologiutvikling i norsk petroleumsnæring	38
4.2.2 Teknologiutvikling i norsk havbruk.	42
4.3 Koblinger mellom petroleumsnæring og oppdrettsnæring i de siste årene	50
Kapittel 5: Arctic Offshore Farming som case.....	56
5.1 Bakgrunn	56
5.2 Valg av partnere og konsept.....	57
5.3 Ledelse og gjennomføring av prosjektet	64
5.4 Teknologi- og kompetanseoverføring	73
5.5 Utvikling av ny teknologi.....	79
5.6 utfordringer og uforutsette problemer	80
5.7 Kritiske suksessfaktorer	83
Kapittel 6: Diskusjon.....	86
6.1 Egenskapene ved bedriftene i case studien	86
6.2 Ny teknologi og kompetanse fra petroleumsnæringen.....	87
6.3 Hvordan foregår teknologioverføringen.....	89
6.4 utfordringer med teknologioverføring fra petroleum til havbruk.....	91
Kapittel 7: Konklusjon	96
7.1 Forslag til videre forskning	97
Referanseliste	98

Kapittel 1: Innledning

1.1 Petroleum og oppdrett

Petroleumsnæringen og oppdrettsnæringen i Norge er to havnæring som har vokst frem parallelt med utspring sent på 1960 -tallet. Begge er næringer der Norge har hatt stor suksess og stor verdiskapning. De har hatt høye inntekter og en enorm utvikling av teknologi siden oppstarten. Til tross for dette har de to næringene hatt lite kontakt med hverandre gjennom årene. Petroleumsnæringen i Norge hentet i starten mye teknologi, kunnskap og erfaringer fra utlandet, ikke minst fra offshorevirksomheten i Mexicogolfen. Opprett av laks startet derimot så å si fra null i småskalaproduksjon og bygde sine egne erfaringer og kunnskaper og utviklet egen teknologi.

Teknologien i de to næringene har blitt sett på som vidt forskjellig. Men både petroleum og oppdrett har vært ganske vitenskapsbaserte i forhold til for eksempel fiskeindustrien. Både petroleum og oppdrett har lagt mye innsats og penger i forskning og teknologiutvikling. Dette har bidratt til at begge næringene har kunnet vokse, øke produksjonen og produsere mer miljøvennlig. I oppdrettsnæringen har forskningsbasert kunnskap spilt en viktig rolle når det gjelder genetik, avl, vaksiner og fôr. Denne utviklingen har skjedd uten noen kontakt mot petroleumsnæringen, og oppdrett av fisk kan ikke sammenlignes med produksjon av olje- og gass. Petroleumsnæringen høster en ikke-fornybar ressurs, mens oppdrett er basert på en fornybar ressurs.

Det er særlig i «oppstrømsdelen» (ikke raffinering eller bearbeiding) at norske aktører står sterkt i begge næringene, og mye av suksessen er knyttet til utviklingen av spesialiserte leverandørindustrier. Norge eksporterer derfor ikke bare råolje/naturgass og hel, sløyd laks, men også teknologien som danner grunnlaget for produksjonen. Som nevnt ovenfor har det vært relativt få koblinger på tvers av de to næringene og deres leverandører. Dette ser ut til å ha endret seg etter oljeprisfallet i 2014. Det har i de siste årene vært økende fokus på teknologioverføring fra petroleum og til andre næringer.

Oljeprisfallet i 2014 førte til reduserte investeringer og masseoppsigelser i petroleumsindustrien. Dette gjorde at flere leverandører i petroleumsnæringen vendte seg mot andre næringer. De var ute etter flere bein å stå på, og havbruk pekte seg ut som en næring der det kunne være mulig å ta i bruk teknologi, kompetanse og erfaringer fra offshorevirksomheten. Den kompetente leverandørindustrien til petroleum fikk dermed en

tettere kobling mot oppdrettsnæringen, noe som ble spesielt tydelig i forbindelse med ordningen med utviklingstillatelse, som ble innført i oppdrettsnæringen i 2015.

«Utviklingstillatelsene er en midlertidig ordning med særtillatelse som kan tildeles prosjekter som innebærer betydelig innovasjon og betydelige investeringer. Formålet er å legge til rette for utvikling av teknologi som kan bidra til å løse en eller flere av de miljø- og arealutfordringene som akvakulturnæringen står overfor, for eksempel ved konstruksjon av prototyper og testanlegg, industriell design, utstyrsinstallasjon og fullskala prøveproduksjon» (Fiskeridirektoratet, 2017).

Siktemålet med ordningen var at oppdrettsnæringen, som nesten ikke hadde hatt produksjonsvekst siden 2012, igjen kunne begynne å vokse og nå målene som regjeringen har satt om et totalt produksjonsvolum i Norge i 2050 på 5 million tonn per år, dvs. nær en femdobling fra produksjonstallet i 2020. En slik kraftig økning i produksjonsvolumet kan bare oppnås dersom næringen tar i bruk nye metoder og ny teknologi. I ordningen med utviklingstillatelse skal teknologien som blir utviklet i prosjektene, deles slik at den kommer hele næringen til gode. Fiskeridirektoratet tildeler tillatelsene til akvakultur av matfisk av laks, ørret og regnbueørret som skal brukes til utviklingsformål. Arbeidet er tidkrevende, blant annet fordi det stilles strenge krav til hvordan søker dokumenterer prosjektet (Fiskeridirektoratet, 2017).

Med de havbaserte utviklingsprosjektene så både oppdrettsbedrifter og bedrifter i petroleumsnæringen at den lange erfaringen med produksjon langt ute til havs, prosjektering av store anlegg og teknologien til petroleumsnæringen kunne anvendes godt i disse utviklingsprosjektene. Oppdrettsnæringen, som tradisjonelt har holdt til innaskjærs langs kysten og med mindre flytekonstruksjoner, var avhengig av kompetanse, teknologioverføring og innovasjon fra bedrifter med fartstid i petroleumsnæringen.

Maritime- og petroleumbedrifter har dermed vært tungt inne i utviklingen av ny oppdrettsteknologi i den seinere tid. De aller fleste konseptene i utviklingstillatelsene innebærer teknologisamarbeid mellom oppdrettere og selskap eller personer med bakgrunn fra offshore petroleumsvirksomhet. Salmars havmerd er designet av rigg-designerne Global Maritime, Aker Solutions er med i Arctic Offshore Farming, Aquatraz er designet av offshoreteknologi- studenter fra UiS, for å nevne noen. En kan sånn sett hevde at denne

ordningen har fått i gang en omstilling blant petroleumsnæringens leverandører, som vil gi økte FoU-investeringer i havbruksnæringen i de nærmeste årene (Blomgren et al., 2019).

Havbruksnæringen har behov for vekst og prøver nå ut nye prosjekter. Aktørene er interessert i å hente kunnskap fra næringer med lang erfaring knyttet til teknologi og drift av anlegg ute i havområdene. Oppdrettsanlegg langt til havs søker en kombinasjon av det beste fra havbruk og petroleum (Norsk olje og gass, 2017). Ett eksempel på dette er utviklingsprosjektet Arctic Offshore Farming, som ifølge Norway Royal Salmon (NRS) kan være et viktig bidrag til å dra verdens største lakseoppdrettsnasjon mot nye høyder.

Arctic Offshore Farming er et oppdrettsanlegg som i størst mulig grad gir laksen mulighet for å være i åpent hav. I prosjektet er NRS sin biologiske ekspertise og operasjonelle erfaring fra oppdrettsnæringen koblet med industriell erfaring fra Aker ASA og erfaring med utvikling og realisering av konsepter for værutsatte miljøer som bygging av offshore installasjoner og andre maritime virksomheter fra Aker Solutions AS. Hensikten har vært å finne en løsning for å øke tilgjengelig areal for oppdrett i Norge og samtidig unngå/reducere de negative effektene fra lakselus. Arbeidet startet i 2015. I mars 2016 søkte Norway Royal Salmon sammen med Aker ASA om utviklingstillatelser for utprøving av konseptet. Utviklingstillatelse ble gitt for to merder i mars 2018, på 7,68 tillatelser, noe som tilsvarer 5 990 tonn MTB (maksimal tillatt biomasse). Merdene vil til sammen romme 1,2 millioner fisk. Dette industriprosjektet mener NRS vil bidra til bærekraftig vekst for norsk havbruksnæring og bidra til FNs organisasjon for ernæring og landbruk (FAO) sitt ambisiøse mål om vekst i akvakulturnæringen globalt. Konseptet blir nå testet på en lokalitet med signifikant bølgehøyde (Hs) på 6.5 m. Per i dag eksisterer det ikke oppdrettsanlegg i Norge som er designet for sjøtilstander med Hs på 6.5 m. Dette er noe som viser at konseptet har potensiale til å bidra å løse næringens arealutfordringer (Arctic Offshore Farming, 2019).

Norway Royal Salmon ASA (NRS) som konsern eier 36 085 tonn MTB for lakseoppdrett lokalisert i Troms og Finnmark og 17 800 tonn MTB for lakseoppdrett og 5 300 tonn for ørreoppdrett på Island gjennom selskapet Arctic Fish. I tillegg har konsernet minoritetsandeler i 2 tilknyttede norske oppdrettsselskaper som til sammen har 9 oppdrettskonsesjoner. NRS er et attraktivt posisjonert oppdrettsselskap som tilbyr laks til markedet gjennom eget salgsapparat (Norway Royal Salmon, 2022).

1.2 Problemstilling

Temaet for denne oppgaven er det nye samspillet mellom petroleum og oppdrett og hva det betyr for næringsutvikling. Mer spesifikt tar jeg for meg teknologioverføring og innovasjon knyttet til ordningen med utviklingstillatelse, med det havbaserte utviklingsprosjektet Arctic Offshore Farming som eksempel. Her ønsker jeg å belyse muligheter og begrensninger for teknologioverføring fra petroleum til oppdrett. Oppgaven søker konkret å besvare følgende forskningsspørsmål:

Oppgaven vil belyse følgende forskningsspørsmål:

1. Hva slags ny teknologi og kompetanse kan petroleumsnæringen bidra med?
2. Hvordan foregår teknologioverføringen?
3. Hvilke utfordringer melder seg når teknologi og kompetanse fra petroleumsnæringen skal tas i bruk innenfor oppdrett?

Disse spørsmålene vil bli belyst med utgangspunkt i Arctic Offshore Farming.

1.3 Oppgavens oppbygging

Oppgaven er organisert på følgende måte: I kapittel 2 presenteres det teoretiske rammeverket som omhandler innovasjon, innovasjonsprosesser, innovasjonssystem, teknologioverføring, innovasjonspolitik og kollektivt entreprenørskap. Kapittel 3 tar for seg den metodiske tilnærmingen som er valgt til oppgaven. Kapittel 4 tar for seg utviklingen av petroleums- og havbruksnæringen i Norge fra start og til nå, inkludert koblingene mellom de to næringene de siste årene. I kapittel 5 presenteres casen Arctic Offshore Farming. I kapittel 6 drøftes funnene fra kapittel 5 opp mot forskning og teori, og til slutt er det i kapittel 7 en konklusjon.

Kapittel 2: Teoretisk rammeverk

Dette kapitlet vil bestå av det teoretiske rammeverket som legger grunnlaget for besvarelsen av problemstillingen i oppgaven. Havbruksnæringen har siden 1970-tallet vokst fram i et samspill mellom private aktører, forskningsinstitusjoner og offentlige myndigheter. Veksten til den norske havbruksnæringen siden 1970 skyldes teknologiske innovasjoner og forskning, som blant annet har ført til store forbedringer når det gjelder vaksiner, genetik, merdteknologi, informasjonsteknologi, fiskefôr og oppdrettsutstyr (Lilleng, 2020). Dette har gjort Norge ledende internasjonalt på oppdretsteknologi. I det samme tidsrommet har også petroleumsnæringen i Norge hatt stor innovasjon innen teknologi som har gjort leting og produksjon mer effektiv, miljøvennlig og lønnsom. Innovasjon og teknologioverføringer til havbruksnæringen fra andre marine sektorer ble for alvor satt på agendaen etter myndighetenes utlysning av ordningen med utviklingstillatelser.

2.1 Innovasjon og økonomisk vekst gjennom innovasjon

Begreper som «innovasjon» og «innovasjonsaktivitet» er i vinden som aldri før, og nyskaping blir sett på som avgjørende for å øke den økonomiske aktiviteten til bedrifter så vel som regioner og stater. Innovasjon er driveren for langvarig økonomisk vekst. Innovasjon er ikke et nytt fenomen. Det ser ut til å være noe iboende «menneskelig» med tendensen til å tenke på nye og bedre måter å gjøre ting på og prøve dem ut i praksis. Et viktig skille er mellom oppfinnelse og innovasjon. Oppfinnelse er den første forekomsten av en idé for et nytt produkt eller en prosess, mens innovasjon er det første forsøket på å gjennomføre den i praksis. Noen ganger er oppfinnelse og innovasjon nært knyttet sammen. For å kunne gjøre en oppfinnelse til en innovasjon må en bedrift normalt kombinere flere ulike typer kunnskap, evner, ferdigheter og ressurser. For eksempel kan det kreves produksjonskunnskap, ferdigheter og fasiliteter, markedskunnskap, et velfungerende distribusjonssystem, tilstrekkelige økonomiske ressurser osv. (Fagerberg, 2004).

En som har hatt stor betydning for den moderne tolkningen av begrepet «innovasjon» er den østerrikske økonomen Joseph Schumpeter (1883-1950). Veldig tidlig utviklet Schumpeter en original tilnærming, med fokus på innovasjonens rolle i økonomisk og sosial endring. Schumpeter hevdet at det ikke var tilstrekkelig å studere økonomien gjennom statiske linser med fokus på fordelingen av gitte ressurser på tvers av ulike mål. Etter hans syn måtte økonomisk utvikling sees på som en prosess med kvalitativ endring drevet av innovasjon.

Schumpeter viste til at innovasjon er et sosialt fenomen som finner sted i historisk tid (Fagerberg, 2004). Innovasjon vil si å kombinere eksisterende kunnskaper og ressurser på nye måter, ifølge Schumpeter, noe som også er dagens forståelse. Schumpeter skilte mellom fem typer innovasjon: nye produkt, nye produksjonsmetoder, nye leverandører, etablering i nye markeder, samt nye måter å organisere bedrifter eller næringer på (Njøs & Sjøtun, 2016). Han utpekte innovasjon som "nye kombinasjoner" av eksisterende ressurser. Det er verdt å merke seg at Schumpeter understrekte at det dreide seg om å skape nye kombinasjoner, noe som vil si nye måter å gjøre ting på. De enkelte elementer som kombineres, kan gjerne være kjente, og dermed blir dette ofte framstilt som å kombinere kjente ressurser på nye måter (Spilling, 2005). Denne kombinasjonsaktiviteten kalte han "entreprenørfunksjonen" (som utføres av entreprenører), som han la stor vekt på. Entreprenøren er den eller de personene som organiserer prosessen med å utvikle foretaket (Austvik, 2007). En hovedårsak til den viktige rollen som entreprenører spiller for å gjøre innovasjoner vellykket (som fører til verdiskapning), er utbredelsen av «treghet», eller «motstand mot nye måter» på alle nivåer i samfunnet, som entreprenører må overvinne for å lykkes med sine mål (Fagerberg, 2004). Hvordan bedrifter er organisert eller strukturert, og hvilken innovasjonsstrategi og læringskultur de har, har mye å si for hvordan innovasjonsprosessene i virksomheten fortoner seg (Njøs & Sjøtun, 2016). Innovasjonsprosesser vil også være svært avhengige av fysisk og intellektuell infrastruktur, finansieringsmuligheter, reguleringer, lovverk og institusjonelt rammeverk (Austvik, 2007).

2.2 Ulike grader av innovasjon

Innovasjoner har i seg ulike grader av endring. Vi har sett at innovasjon skal representere noe nytt for bedriftene, men hvor nytt det er kan i hovedsak deles inn i tre. Den første er småstegs endringer av eksisterende produkt, tjenester, organisatoriske strukturer etc. Slike endringer blir omtalt som inkrementelle («marginale»). Inkrementelle innovasjoner er mindre tilpasninger og modifikasjoner, og er altså ikke så nytt. Den andre er introduksjonen av noe helt nytt og er omtalt som en radikal innovasjon. Dette er kommersialisering av et helt nytt produkt eller tjeneste. Den tredje er disruptiv innovasjon. Dette innebærer at markeder har blitt endret og at eksisterende løsninger har vært utdaterte og irrelevante. For eksempel nye digitale plattformer for kjøp av musikkjenester, slik som Spotify, er en disruptiv innovasjon der både forretningsmodellen og produktet representerer noe helt nytt for markedet (Njøs & Sjøtun, 2016).

Jo mer radikal en innovasjon er, jo større er muligheten for at det kan kreve omfattende infrastrukturinvesteringer og/eller organisatoriske og sosiale endringer for å lykkes. I så fall må bedriften tenke gjennom måten den kan slå seg sammen med andre endringsagenter i privat eller offentlig sektor på. Beslutningstakere på sin side må vurdere hva ulike myndighetsnivåer kan gjøre for å forhindre at «flaskehalser» oppstår på systemnivå på områder som ferdigheter, forskningsinfrastruktur og den bredere økonomiske infrastrukturen (Fagerberg, 2004).

«Innovasjon kan skje gradvis, men av og til også som følge av radikale hendelser eller handlinger. Den kumulative effekten av gradvise (inkrementelle) innovasjoner kan godt være vel så viktige som effekten av radikale endringer. En handling en entreprenør gjør i en sammenheng, vil kunne gi ringvirkninger til andre som kan bruke samme tilnærming i tilsvarende eller andre sammenhenger. Schumpeter grupperer ofte den andre som imitator av den første. Det å sette kjent kunnskap inn i en ny sammenheng kan imidlertid være en nyskaping eller innovasjon i seg selv» (Austvik 2007).

2.3 Innovasjonsprosess

Schumpeter, i hans tidlige arbeid med innovasjon, var en av de første til å se på hvordan innovasjon oppstår. En av grunnene til at innovasjon var ignorert i forskningen så lenge var at det ble betraktet som et tilfeldig fenomen som ikke kunne studeres systematisk. Schumpeters egen redegjørelse for disse prosessene la vekt på tre hovedaspekter. Den første var den grunnleggende usikkerheten som ligger i alle innovasjonsprosjekter. Det andre var behovet for å bevege seg raskt før noen andre gjorde det samme og høstet den potensielle økonomiske belønningen. Det tredje aspektet var utbredelsen av «motstand mot nye måter», eller treghet på alle nivåer i samfunnet, som truet med å ødelegge alle nye initiativer, og som tvang gründere til å jobbe hardt for å lykkes med sine prosjekter. Entreprenørskap er derfor ikke basert på kartlegging av all informasjon, vurdering og deretter optimale valg. Det handler mer om ledelse, visjon og besluttsomhet, egenskaper han assosierte med entreprenørskap. Derfor, i Schumpeters tidlige arbeider (noen ganger kalt "Schumpeter Mark I") er innovasjon resultatet av kontinuerlig kamp i historisk tid mellom individuelle entreprenører, som tar til orde for nye løsninger på spesielle problemer, og sosial treghet. Dette kan til en viss grad ha vært en adekvat tolkning av hendelser i Europa rundt begynnelsen av 1800-tallet. Men i løpet av de

første tiårene av 1900-tallet ble det klart for observatører at innovasjoner i økende grad involverer teamarbeid, og at de fant sted i større organisasjoner (Fagerberg, 2004).

Det er viktig å skille mellom entreprenørskap og ledelse. Det er stor forskjell på å utvikle og organisere en ny virksomhet, og det å være administrativ leder i en eksisterende og innarbeidet virksomhet. Men de to områdene kan være tett tilknyttet, og en entreprenør vil ofte gå over i rollen som administrativ leder når den nye virksomheten har kommet gjennom oppbyggingsfasen og går over i normal drift (Spilling, 2005).

Det er vanskelig å vite på forhånd hvilke innovasjoner som vil lykkes, og hvilken uttelling de eventuelt vil gi. Det har også blitt understreket at innovative bedrifter må vurdere de potensielle problemene som "stivhengighet" kan skape (Arthur, 1994). For eksempel hvis et firma velger en spesifikk innovasjonsvei veldig tidlig, kan man (hvis man er heldig) nyte "first mover" -fordeler. Men man risikerer også å bli "låst inne" til denne spesifikke veien gjennom ulike selvforsterkende effekter. Hvis det til slutt viser seg at det faktisk eksisterte en overlegen vei, som et annet firma som var utstyrt med mer tålmodighet (eller flaks) tilfeldigvis fant, kan «first mover»- bedrift være i store problemer, siden det kan være for sent eller for dyrt å bytte vei.

Det har derfor blitt foreslått at i den tidlige fasen av et innovasjonsprosjekt, før tilstrekkelig kunnskap om alternativene er generert, er den beste strategien rett og slett ikke å bli festet til en bestemt vei og forbli åpen for ulike (og konkurrerende) ideer og løsninger. På bedriftsnivå krever dette et "pluralistisk lederskap" som åpner for en rekke konkurrerende perspektiver (Van de Ven et al., 1999). Noe som står i motsetning til den homogene, enhetlige lederstilen som noen ganger regnes som den mest fordelaktige i ledelseslitteraturen. Åpenhet for nye ideer og løsninger anses som essensielt for innovasjonsprosjekter, spesielt i de tidlige fasene. Hovedårsaken til dette har å gjøre med et grunnleggende kjennetegn ved innovasjon: At hver ny innovasjon består av en ny kombinasjon av eksisterende ideer, evner, ferdigheter, ressurser osv. Det følger logisk av dette at jo større variasjon av disse faktorene innenfor et gitt system, jo større er muligheten for å kombinere dem på forskjellige måter og produsere nye innovasjoner som vil være mer avanserte (Fagerberg, 2004).

Bedrifter har av nødvendighet lært å overvåke hverandres skritt nøye og søke bredt etter nye ideer, input og inspirasjonskilder. Jo mer bedrifter i gjennomsnitt er i stand til å lære via å samhandle med eksterne kilder, desto større blir presset på andre til å følge etter. Slikt

kollektivt entreprenørskap øker innovasjonsevnen til både individuelle firmaer og de økonomiske systemene de tilhører (for eksempel regioner eller land). Uten tvil er dette spesielt viktig for mindre bedrifter, som må kompensere for små interne ressurser ved å være flinke til å samhandle med omverdenen. Den økende kompleksiteten til kunnskapsbasene som er nødvendige for innovasjon gjør imidlertid at selv store bedrifter i økende grad er avhengige av eksterne kilder i sin innovative aktivitet (Fagerberg, 2004).

2.4 Innovasjonssystem

Hva er implikasjonene av å anvende et systemperspektiv på studiet av innovasjon? Systemer er som nettverk, et sett av aktiviteter (eller aktører) som er sammenkoblet, og dette fører naturlig til et søkelys på hvordan systemets koblinger fungerer. Er potensialet for kommunikasjon og interaksjon gjennom eksisterende koblinger tilstrekkelig utnyttet? Er det potensielle koblinger i systemet som trolig kan etableres? Slike spørsmål gjelder selvsagt for nettverk så vel som systemer. Men i normal bruk av begrepet vil et system typisk ha mer "struktur" enn et nettverk, og være av en mer varig karakter. Strukturen til et system vil legge til rette for visse mønstre for interaksjon og resultater (og begrense andre), og i denne forstand er det en parallell til rollen som "treghet" i bedrifter. Et dynamisk system har også tilbakemeldinger, som kan bidra til å forsterke eller svekke den eksisterende strukturen/funksjonen til systemet, noe som fører til en «låsing» (en stabil konfigurasjon), eller en endring i orientering, eller til slutt oppløsning av systemet. Derfor kan systemer akkurat som bedrifter, være låst til en spesifikk utviklingsvei som støtter visse typer aktiviteter og begrenser andre. Dette kan sees på som en fordel, da det skyver de deltakende bedriftene og andre aktører i systemet i en retning som anses å være gunstig. Men det kan også være en ulempe hvis konfigurasjonen av systemet fører til at bedrifter ignorerer potensielt fruktbare utforskningsmuligheter (Fagerberg, 2004).

Karakteren til slike prosesser vil bli påvirket av i hvilken grad systemet utveksler impulser med omgivelsene. Jo mer åpent et system er for impulser utenfra, desto mindre er sjansen for å bli "låst ute" fra lovende nye utviklingsveier som dukker opp utenfor systemet. Det er derfor viktig for «systemforvaltere» slik som beslutningstakere er, å holde et øye med systemets åpenhet, for å unngå muligheten for at innovasjonsaktiviteter blir unødige begrenset av selvforsterkende stivhengighet. Et annet viktig trekk ved systemer som har kommet i fokus

er de sterke komplementaritetene som vanligvis eksisterer mellom komponentene i et system. Hvis det i et dynamisk system mangler en kritisk, komplementær komponent, som ikke vanskelig å utvikle, kan dette blokkere eller bremse veksten av hele systemet. Dette er en av hovedårsakene til at det ofte er betydelig tidsforskyvning mellom oppfinnelse og innovasjon (Fagerberg, 2004).

Innovasjon er en prosess med sosiale, institusjonelle og politiske dimensjoner. Disse dimensjonene er ofte nasjon- og regionspesifikke, noe som har ført til et økt fokus på territoriale aspekter og forståelser. For eksempel bidro det teoretiske begrepet «nasjonale innovasjonssystem» (Freeman, 1987) til en makroforståelse av slike system, der fokus lå på å identifisere nøkkelaktører (bedrifter, FoU-institusjoner, offentlige aktører etc.) innen nasjonale kontekster. En tilgrensende systemtilnærming som etter hvert har blitt særlig framtrædende er fokuset på læringsprosesser (Fagerberg, 2004; Njøs & Sjøtun, 2016). Den svenske forskeren Bengt-Åke Lundvall (1992) fremhever viktigheten av læring og kunnskap for innovasjon. Heller enn fokuset på enkeltindividet som heroisk entreprenør er det isteden samhandlingen mellom forskjellige aktører (interaksjon), og kunnskapen som ligger i disse systemene, som står sentralt i den systemorienterte tilnærmingen. Innovasjon er altså ikke nødvendigvis «et resultat av noe ensidig, instrumentelt og enkelt kausalt, men snarere noe som framstår som komplekst, mangesidig og systemisk» (Njøs & Sjøtun, 2016).

Kompleksiteten rundt innovasjoner gjør at dette fenomenet har blitt studert i en rekke fagfelt, og dimensjoner som utdanning, kultur, institusjoner, holdninger, politikk og infrastruktur kan være viktige og/eller avgjørende brikker. Selv om bedrifter er viktige aktører i innovasjonssystemet, har man med andre ord beveget oss vekk fra et «snevert» syn på bedrifter og innovasjon, til å isteden å forstå kontekster, sammenhenger og i «det større bilde» (Njøs & Sjøtun, 2016).

2.5 Spredning av Innovasjon og teknologioverføring

2.5.1 Spredning av innovasjon.

Hvordan skjer spredning (diffusjon) av innovasjon? Rogers (1983) beskriver diffusjon/spredning som prosessen der en innovasjon kommuniseres gjennom visse kanaler over tid blant medlemmene i et sosialt system. Det er en spesiell type kommunikasjon, ved at

meldingene er opptatt av nye ideer. Kommunikasjon er en prosess der deltakerne skaper og deler informasjon med hverandre for å oppnå en gjensidig forståelse. Denne definisjonen innebærer at kommunikasjon er en prosess med konvergens (eller divergens) ettersom to eller flere individer utveksler informasjon for å bevege seg mot hverandre (eller fra hverandre).

Vi tenker på kommunikasjon som en toveis prosess for konvergens, snarere enn som en enveis lineær handling der ett individ søker å overføre et budskap til et annet. En slik enkel oppfatning av menneskelig kommunikasjon kan nøyaktig beskrive visse kommunikasjonshandlinger eller hendelser involvert i spredning av innovasjon. For eksempel når en endringsagent søker å overtale en klient til å ta i bruk en innovasjon. Men når vi ser på hva som kom før en slik begivenhet og på det som følger, innser vi ofte at en slik begivenhet bare er en del av en total prosess i spredning av innovasjon. Elementer av diffusjonsdannelse utveksles mellom de to individene. For eksempel kan klienten komme til endringsagenten med et problem eller behov, og innovasjonen anbefales som en mulig løsning. Og hvis vi ser på endringsagent-klient interaksjonen i en bredere kontekst, kan vi se at deres interaksjon fortsetter gjennom flere sykluser og er faktisk en prosess med informasjonsutveksling. Så spredning av innovasjon er en spesiell type kommunikasjon, der endringsagenten er opptatt av en ny idé. Det er denne nyheten av ideen i meldingsinnholdet i kommunikasjonen som gir spredningen dens spesielle karakter. Nyheten betyr også at en viss grad av usikkerhet er involvert (Rogers, 1983).

Diffusjon innebærer sosial endring. Når nye ideer blir oppfunnet, spredd og adoptert eller forkastet, fører det til visse konsekvenser, og det skjer sosial endring. Slike endringer kan selvsagt også skje på andre måter, f.eks. gjennom en politisk revolusjon eller gjennom en naturlig hendelse som en tørke eller et jordskjelv. Mange teknologiforskere tror at fordelaktige innovasjoner vil selge seg selv, at de åpenbare fordelene med en ny idé vil bli allment anerkjent og realisert av potensielle brukere, og at innovasjonen derfor vil spre seg raskt. De fleste individer vurderer en innovasjon, ikke på grunnlag av vitenskapelig forskning utført av eksperter, men gjennom subjektive vurderinger og informasjon fra nære likemenn som har tatt i bruk innovasjonen. Disse nære likemennene fungerer dermed som sosiale modeller. Deres innovasjonsatferd har en tendens til å bli imitert av andre (Rogers, 1983).

Vi kan anta at dette også gjelder i forholdet mellom petroleumsnæringen og havbruksnæringen, der leverandørers innovasjoner kan bli tatt i bruk eller avvist. Hvis den

leverandørøren leverer til velger å ta i bruk innovasjonen som leverandøren har lagt fram, og man ser at dette fungerer, vil innovasjonen potensielt bli tatt i bruk av flere i næringen, og man vil få en spredning.

2.5.2 Teknologioverføring

Begrepet teknologi er synonymt med et fysisk objekt (Nilsen, 2006). I tillegg til objektet, inkluderes også kunnskap om hvordan objektet benyttes for oppnå det ønskede målet og kunnskapen om hvordan objektet anvendes. Faglitteraturen refererer generelt til minst tre typer teknologi: produkt, prosess og styring/ledelse (Grosse, 1996).

I forbindelse med forskningsbasert innovasjon og kjøp av ny teknologi snakkes det ofte om teknologioverføring. Dr. Viraj Perera (2013) definerer teknologioverføring som:

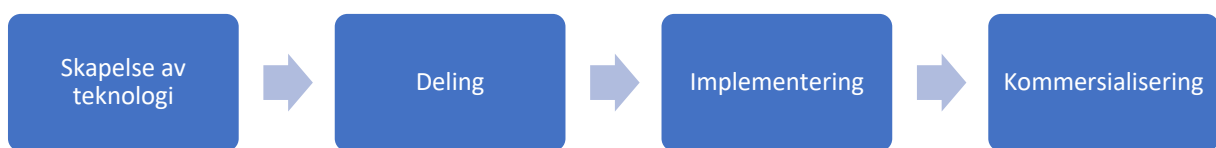
«Teknologioverføring kan defineres som prosessen med å overføre ferdigheter, kunnskap, teknologi, metoder for produksjon og fasiliteter mellom myndigheter eller universiteter og andre institusjoner for å sikre at vitenskapelig og teknologisk utvikling er tilgjengelig for et bredere spekter av brukere som deretter kan videreutvikle og utnytte teknologien til nye produkter, prosesser, applikasjoner, materialer eller tjenester.» (Perera, 2013, 37:45)

Teknologioverføring kan kategoriseres som vertikal eller horisontal, avhengig av om prosessen går fra grunnleggende anvendt forskning til utvikling (vertikal overføring), eller fra bruk av en teknologi på ett sted til dens anvendelse på et annet sted, der den ikke har vært i bruk tidligere (horisontal overføring) (Grosse, 1996).

Teknologioverføring er en komplisert prosess som påvirkes av teknologiens kompleksitet, eierens evne til å gi opplæring, erververs evne til å lære og det komplekse samspillet mellom de to partene. I prosessen med teknologioverføring av nytt utstyr må kjøper-leverandørforhold og kunnskapsstyring også vektlegges. Et kjøper-leverandør-forhold bør opprettholdes med tillit, gjensidig avhengighet og deling i et langsiktig perspektiv. Sammenlignet med en innenlandsk kontekst, er teknologioverføring i en internasjonal kontekst utsatt for mer diversifiserte miljøforhold, som f.eks. kulturelle forskjeller, noe som lett kan skape større utfordringer. Etter å ha oppnådd nødvendig teknologi må det kjøpende firmaet transformere utstyrs kunnskap til ny kunnskap, som lagres og administreres i firmaet for bruk av relatert

personell. Høyteknologisk utstyr har vanligvis svært særegne egenskaper, og overføring av teknologikunnskap, spesielt taus kunnskap, og styring av kunnskap i bedriften er avgjørende for å få kontroll over utstyret, og dermed en høyere total produktivitet. Lee et al. (2010) konkluderer med at kjøper-leverandør-forhold og kunnskapsstyring henger sammen i anskaffelsen av høyteknologisk utstyr.

I Sung og Gibson (2005) sin modell for kompetanse- og teknologioverføring, som er vist i figur 2.1, deler man overføringen inn i fire faser.



Figur 2.1: Modell for kompetanse- og teknologioverføring. Hentet fra Sung og Gibson (2005)

I den første fasen, som er kunnskaps- og teknologiskaping, utfører enkeltpersoner eller bedrifter «state-of-the-art» forskning eller utvikler beste praksis til kunnskap eller teknologi, og kunngjør disse resultatene i form av forskningspublikasjoner, nyhetsoppslag, konferansepresentasjoner etc. Kunnskaps- og teknologioverføring på dette nivået er stort sett en passiv prosess som krever lite samarbeid mellom sendere og mottakere.

Den andre fasen omfatter kunnskaps- og teknologideling, som i begynnelsen krever delt ansvar mellom kunnskaps- og teknologiutvikler og mottakere. Delingen av teknologien kan overføres til de som følger med og er ute etter denne teknologien eller at innovasjon/teknologi blir spredt gjennom kontakt (avhengig av eksisterende nettverk) (Sung & Gibson, 2005). Det kan være stimulert av kunnskap om behov eller en ukjent mulighet for teknologioverføring. Det må så følges opp gjennom fastsettelse av retningslinjer og prioriteringer hvis et teknologioverføringsprosjekt skal lykkes (Bar-Zakai, 1971). Suksess oppstår når kunnskap og teknologi overføres på tvers av personlige, funksjonelle eller organisatoriske grenser, og det blir akseptert og forstått av relevante mottakere. På dette nivået er teknologiutvikleren ansvarlig for å sørge for at teknologien gjøres tilgjengelig for mottakerne som kan forstå og potensielt bruke teknologien (Sung & Gibson, 2005). På slutten av delingsfasen kommer den første muligheten for en større beslutning: å gå fremover eller ikke gå videre sammen. To

viktige kriterier bør brukes, ifølge Bar-Zakay (1971): (1) kompatibilitet mellom retningslinjer og prioriteringer; (2) personlig kompatibilitet.

Den tredje fasen går på at en vellykket overføring er preget av rett og effektiv implementering av kunnskap og teknologi. For at denne fasen skal lykkes, må kunnskaps- og teknologibrukerne ha de nødvendige ressursene for å implementere (Sung & Gibson, 2005). Når teknologi overføres til en annen kontekst må teknologien endres og tilpasses gjennom fortolkninger og forhandlinger, dette er noe som kan sees på som en oversettelsesprosess. Giveren har ansvaret for å lære om miljøet til mottakeren. Unnlattelse av å tilfredsstille dette kravet har ført til mange mislykkede teknologioverføringer. Selv om både giveren og mottaker må vurdere tilpasningskravene, er eieren bedre tilpasset til den tekniske analysen, forutsatt at giveren mottar de riktige sosioøkonomiske innspillene fra mottakeren.

Fase fire handler om kommersialisering og utnyttelse av den overførte kunnskapen eller teknologien. Det legges vekt på det kritiske elementet i mellommenneskelig kommunikasjon mellom teknologiutviklere og brukere, de organisatoriske barrierene og tilretteleggingen for teknologioverføring (Sung & Gibson, 2005). Giveren har ansvar for å delegerer autoritet for den overførte teknologien til mottakeren. Selv etter at delegering av autoritet har funnet sted, må mottaker sørge for at giver vil yte tjenester som for eksempel feilsøking. I kommersialiseringsfasen står mottakeren overfor behovet for å sikre kompatibilitet av prosjektet med nødvendige støtteelementer (Bar-Zakay, 1971). Fasen bygger kumulativt på suksessene som er oppnådd med å nå målene for de tre foregående stadiene, men markedsstyrke er nødvendig. Suksess måles i form av avkastning på investeringen eller markedsandel. Fungerer denne kunnskapen eller teknologien som tiltenkt i den konteksten den er satt i, og man får avkastning på investeringen, kan man snakke om en vellykket teknologioverføring (Sung & Gibson, 2005).

2.5.3 Barrierer

Overføring av teknologi er en prosess som involverer menneskelig interaksjon, ny teknologi og byråkrati; alle faktorene har potensial for å danne barrierer til en suksessfull teknologioverføring. Forskning har satt søkelys på å identifisere hvilke barrierer som eksisterer og deres innflytelse på en effektivt teknologioverføringsprosess (Greiner & Franza,

2003). Guilfoos (1989) klassifiserer barrierer i tre hovedkategorier: teknologiske, regulatoriske og menneskelige.

Teknologiske barrierer tar opp spørsmålet: Når en teknologi er utviklet, vil den faktisk fungere i et driftsmiljø? Guilfoos (1989) inkluderer teknisk risiko, mangel på operasjonelle testdata og definerte krav som sentrale tekniske barrierer. Teknologiske barrierer er til stede når den involverte teknologien er ny og ikke har vært brukt før. Gummere (1989) avslører at operatørens manglende vilje til å akseptere teknisk risiko er skadelig for vellykket teknologioverføring. Smilor & Gibson (1991) undersøkte spørsmålet om teknologisk risiko og fant ut at teknologi som er mer forståelig, påviselig og entydig er lettere å overføre. Dette fenomenet omtales som tvetydighet; forståelig teknologi er kjennetegnet av lav tvetydighet. Derfor regnes økt tvetydighet som en teknologisk barriere.

Regulatoriske barrierer er de som involverer statlige lover eller prosedyrer. Disse inkluderer spesifikasjonsbarrierer som eksisterer når det er behov for å få teknologien til å møte eksisterende myndighetsspesifikasjoner, eller når gjeldende spesifikasjoner ikke er anvendelige for den nye teknologien. Lange utviklings- og anskaffelsesykluser er en bekymring for både brukeren og teknologiutvikleren, siden regulatoriske spesifikasjoner kan endres over tid (Greiner & Franza, 2003).

Menneskelige barrierer er noen av de vanskeligste å overvinne. Slike barrierer oppstår ofte når personer som er involvert i utviklings- og overføringsarbeidet ikke er klar over mulighetene til den nye teknologien. Problemet forsterkes når folk som er teknisk uvitende ikke har noe ønske om å tilegne seg teknisk kunnskap. En eller begge parter som er involvert i overføringen kan også mangle tid og motivasjon. Mye av de menneskebaserte barrierene er knyttet til kommunikasjon og informasjonsbaserte aspekter (Greiner & Franza, 2003).

2.6 Norsk Innovasjonspolitik

Spilling & Aanstad (2010) definerer innovasjonspolitik som den politikken som har som mål å tilrettelegge for og fremme innovasjonsaktivitet i ulike deler av samfunns- og næringsliv. Innovasjon er avgjørende for næringslivets evne til å skape verdier, og innovasjonspolitikens rolle er å legge til rette for et nyskapende og omstillingsdyktig næringsliv (Regjeringen, 2021). Det er først i den senere tid at dette har blitt definert som et eget politikkområde, mens det tidligere har inngått i andre politikkområder. Selv om nå innovasjonspolitikken

tydeliggjøres som en mer eksplisitt del av næringspolitikken og således ligger under Nærings- og fiskeridepartementets område, er innovasjonspolitikken noe som berører mange sektorer og dermed inngår i en rekke departementers ansvarsområde. Innovasjonspolitikken går på å utvikle og koordinere politikk som styrker næringslivets arbeid med forskning og innovasjon (Spilling & Aanstad, 2010).

I Norge har vi begynt å jobbe med det som internasjonalt kalles en tredje generasjons forsknings- og innovasjonspolitikken. Første generasjon innebar å finansiere forskning og i hovedsak delegere valg av tema og kvalitetskontroll til vitenskapsmiljøet i forventning om at samfunnsnyttene etter hvert ville dukke opp. Andre generasjon satte søkelyset på finansieringen av forskning og innovasjon for å få spesifikke samfunnsmessige fordeler, spesielt økonomisk vekst. I tredje generasjon flyttes oppmerksomheten til de store samfunnsutfordringene. Alle tre generasjonene sameksisterer i finansieringssystemer i dag, og de er hver for seg assosiert med bestemte typer «svikt»:

- Markedssvikt i første generasjon
- Systemsvikt i andre generasjon
- Overgangsvikt i tredje generasjon

Dagens norske forsknings- og innovasjonspolitikken er fortsatt dominert av første og andre generasjons tilnærminger, og tar opp henholdsvis markedssvikt og systemsvikt. Norges forskningsråd og Innovasjon Norge er de etatene som dominerer innovasjonsfinansieringen. Norges forskningsråd konsentrerer seg om de tidligere fasene mens Innovasjon Norge om prosjekter som er nærmere markedet. Den andre store kraften er Skattefunns skatteincentivordning for FoU, som har blitt den største kilden til finansiering av innovasjonsstøtte de siste årene. Mens Skattefunns hovedmål har vært å oppmuntre bedrifter i de tidlige stadiene av å drive FoU, har "taket" på mengden fordeler bedrifter kan kreve økt, slik at større bedrifter sakte får mer av fordelene. Det har blitt hevdet at det er avtagende marginalavkastning på samfunnets investering i ordningen, noe som tyder på at det bør satses mer på direkte tiltak rettet mot det som OECD kaller «the transition imperative» (Forskningspolitikk, 2019).

2.7 Kollektivt entreprenørskap

«Alt entreprenørskap skjer ut fra bestemte forutsetninger, og det skjer i samspill mellom en rekke ulike aktører. I hvilken grad en entreprenør lykkes med å utvikle sin nye virksomhet vil i stor grad være avhengig av hva slags kontakter man har og mer hvilket miljø man arbeider innenfor. Det er ikke slik å forstå at personlige egenskaper og personlig innsats og engasjement hos entreprenørene ikke har betydning. Tvert imot har dette en stor betydning. Ingen entreprenør vil lykkes uansett engasjement og arbeidsinnsats hvis ikke personen har noen å samspille med» (Spilling, 2005).

I et kollektivt entreprenørskap er individuelle ferdigheter innlemmet i en gruppe. Den kollektive kapasiteten til å innovere kan dermed bli større enn summen av individene i gruppen. Etter som gruppemedlemmene over tid jobber seg gjennom ulike problemer og ulike tilnærminger, lærer de seg hverandres ferdigheter. De lærer hvordan de kan hjelpe hverandre til å prestere bedre, hva de hver for seg kan tilføre prosjektet, hvordan de best kan ta fordel av hverandres erfaringer. Resultatet av mange små justeringer gir en effekt gjennom hele organisasjonen, og driver bedriften fremover. Kollektivt entreprenørskap innebærer også en annerledes organisasjonsstruktur. Under gammelt paradigme var bedrifter organisert i en rekke hierarkiske nivåer slik at ledere på hvert nivå kunne sørge for at underordnede handlet etter planen. Dette er en struktur som er designet for å holde kontroll. Men bedrifter som er opptatt av kontinuerlig innovasjon og forbedring, bruker en struktur designet for å stimulere til innovasjon på alle nivåer. Å få innsikt i hva som kan forbedres av produkter og prosesser er viktigere enn strengt å følge regler. Koordinering og kommunikasjon erstatter kommando og kontroll. Det er også få mellomledere, og det er liten forskjell i status og inntekt for topledere og juniorledere (Reich, 1987). Entreprenørens utfordring er å se de muligheter som finnes for å koordinere aktiviteter mellom ulike typer aktører og bygge opp en organisasjon som er hensiktsmessig for dette formålet. Selv om det vil være store variasjoner mellom entreprenører og deres organisasjoner, må de alle tilpasse seg og utnytte den konteksten som de er i, og dette innebærer også innslag av kollektiv handling (Spilling, 2005).

«Slike fellesskap har flere dimensjoner. Deltakerne har kunnskap og erfaringer som er av felles interesse, og de har en gjensidig interesse i å kommunisere og utvikle denne kunnskapen. De har et fellesskap ved at de tenker og handler på samme måte, og de

har gjerne felles interesser med hensyn til utviklingen i det området de driver sin virksomhet, selv om de kan være konkurrenter til hverandre» (Spilling, 2005).

Porter (1998) sin klyngeteori er opptatt av samspillet mellom ulike aktører. Han sier at dagens økonomiske kart over verden er dominert av det han kaller klynger - kritiske masser på ett sted av bedrifter som er uvanlig konkurransedyktige på bestemte felt. Klynger er et slående trekk ved praktisk talt enhver nasjonal og regional økonomi, spesielt i mer økonomisk avanserte nasjoner. Silicon Valley og Hollywood er noen av verdens mest kjente klynger. Klynger er imidlertid ikke unike; de er høyst typiske, og her ligger det et paradoks: De varige konkurransefordelene i en global økonomi ligger i økende grad i lokale ting som kunnskap, relasjoner og motivasjon som fjerne rivaler ikke kan matche.

Porter (1998) definerer klynger som geografiske konsentrasjoner av sammenkoblede selskaper og institusjoner innenfor et bestemt felt. Klynger omfatter en rekke sammenkoblede bransjer og andre enheter som er viktige for konkurransen. De inkluderer for eksempel leverandører av spesialiserte input som komponenter, maskiner og tjenester. Klynger strekker seg også ofte nedstrøms til kunder og sideveis til produsenter av komplementære produkter og til selskaper i bransjer knyttet til ferdigheter, teknologier eller felles input. Til slutt inkluderer mange klynger statlige og andre institusjoner som universiteter, standardsettende byråer, leverandører av yrkesopplæring og bransjeforeninger som tilbyr spesialisert opplæring, utdanning, informasjon, forskning og teknisk støtte.

Selv om beliggenheten fortsatt er grunnleggende for konkurranse, er dens rolle i dag vesentlig forskjellig fra for en generasjon siden. I en tid da konkurransen ble sterkt drevet av innsatskostnader hadde steder med ett eller annet viktig fortrinn, for eksempel tilgang på billig arbeidskraft eller en naturlig havn, ofte en komparativ fordel som var både konkurransemessig avgjørende og vedvarende over tid (Porter, 1998).

Konkurransen i dagens økonomi er langt mer dynamisk. Bedrifter kan redusere mange innsatskostnadsulempere gjennom «global sourcing», noe som gjør den gamle forestillingen om komparative fortrinn mindre relevant. I stedet hviler konkurransefortrinn på å gjøre mer produktiv bruk av input, noe som krever kontinuerlig innovasjon. Å løse opp paradokset med beliggenhet i en global økonomi avslører en rekke viktige innsikter om hvordan selskaper

kontinuerlig skaper konkurransefortrinn. Det som skjer i bedrifter er viktig, men klynger avslører at det umiddelbare forretningsmiljøet utenfor bedriftene også spiller en viktig rolle. Denne rollen til lokasjoner har lenge vært oversett, til tross for slående bevis på at innovasjon og konkurransesuksess på så mange felt er geografisk konsentrert, enten det er underholdning i Hollywood, finans på Wall Street eller lakseoppdrett i Norge (Porter, 1998).

Kapittel 3: Metodisk tilnærming

3.1 Kvalitativ metode

I samfunnsvitenskapelig forskning skilles det mellom to ulike forskningsretninger for å samle inn data. Kvalitativ metode tar for seg fenomeners egenskaper eller karaktertrekk som utgangspunkt. Dette er data som normalt foreligger i form av tekst. Kvantitativ metode tar utgangspunkt i fenomeners utbredelse og antall.

Kvalitativ data kan eksempelvis bli skaffet gjennom deltakende observasjon eller etnografi. Dataene analyseres i form av tolkning. Kvalitativ metode gir ikke et klart skille mellom fakta og verdier, og går mer på subjektiv oppfatning. Derfor finnes det ikke noen enkel akseptert måte å gjøre kvalitativ forskning på. Jeg fant raskt ut at kvalitativ metode var det mest hensiktsmessige for å besvare min problemstilling da jeg er avhengig av få dybdekunnskap om egenskaper og karaktertrekk ved samspillet mellom petroleum og oppdrett, og den tilhørende teknologi- og kompetanseoverføringen. Med en kvalitativ tilnærming kunne jeg identifisere aktørene, deres oppfatning om samarbeid og teknologiutvikling i prosjektet, hvilken kompetanse de ulike aktørene sitter på og hvordan et så stort prosjekt har blitt ledet. Denne studien bygger derfor empirisk på kvalitativ metode og bruker to ulike tilnærminger, intervju som primærdata og gjennomgang av litteratur som sekundærdata. Gjennomgangen av litteratur inkluderer rapporter, offentlige dokumenter og artikler som omhandler petroleums- og oppdrettsnæringens samt de tilknyttede leverandørnæringene sin historie, utvikling og koblinger mellom de to næringene i de senere år. Generelt ble litteratur tilknyttet innovasjon og teknologioverføring gjennomgått. Innsamlingen av primærdata ble gjennomført med fem intervjuer, tre personer fra NRS og to personer fra leverandørbedrifter som har vært delaktige i utviklingen av Arctic Offshore Farming-prosjektet. AOF ble benyttet som case for å kaste lys over de prosessene som jeg er opptatt av.

3.2 Innsamling av primærdata.

3.2.1 Semi-strukturerte intervjuer

Det er i denne oppgaven blitt brukt personlige semi-strukturerte intervjuer for å samle inn kvalitative data. Kvale et al. (2015) definerer et semi-strukturerte intervju som et intervju med det formål å få beskrivelser av informantens livsverden for å tolke betydningen av det beskrevne fenomenet. Sammenlignet med mer strukturerte intervjuer kan intervjuer utnytte dialogens kunnskapsproduserende potensial bedre ved å gi mye større spillerom for å følge opp de vinklingene som intervjuobjektet anser som viktige, og intervjueren har større sjanse for å bli synlig som en kunnskapsproduserende deltaker i selve prosessen, fremfor å gjemme seg bak en forhåndsinnstilt intervjuguide. Sammenlignet med mer ustrukturerte intervjuer har intervjueren større mulighet til å fokusere samtalen på problemstillinger som han eller hun anser som viktige i forhold til forskningsprosjektet (Denzin & Lincoln, 2018).

Jeg laget på forhånd en forhåndsbestemt intervjuguide som jeg sendte til informantene. Denne var tilpasset hvilken bedrift informanten jobbet i, hvilken rolle personen hadde i prosjektet, råd fra veileder og etter ting jeg lærte underveis i intervjurundene og skrivingen. Spørsmålene hadde som formål å skape en bedre forståelse av AOF-prosjektet og teknologi- og kompetanseoverføring mellom næringene. Spørsmålene skulle være enkle, nøytrale og åpne. Ut ifra de gitte spørsmålene fikk informantene selv mulighet til å kaste lys over viktige hendelse, sammenhenger og refleksjoner. Underveis i intervjuene stilte jeg oppfølgingsspørsmål om det var noe jeg ikke skjønnte eller som jeg ville ha mer informasjon om. På slutten av hvert intervju spurte jeg om det var ting jeg ikke hadde stilt spørsmål om som kunne være viktig for å forstå problemstillingen min.

3.2.2 Datainnsamling

Jeg kommuniserte med informanter på ulike måter. Så fremt det lot seg gjøre ville jeg gjennomføre personlig intervju, da jeg så dette som mest hensiktsmessig i forhold til forskningsdesignet. De fleste av informantene befant seg ikke i geografisk nærhet av meg. Med disse valgte jeg derfor å gjennomføre intervjuene på Teams. Hvis informanten ikke hadde anledning til å stille direkte til intervju benyttet jeg meg av kommunikasjon per e-post. Ved intervjuene tok jeg hensyn til intervjuobjektens preferanser, teknologiske muligheter og tilgjengelighet. Intervjuene ble avtalt god tid i forveien. Intervjuene ble tatt opp ved bruk av

UiO sin app «Diktafon» etter samtykke fra informantene. Intervjuene hadde en varighet på 60-120 minutter.

3.2.3 Valg av informanter og gjennomføring av intervju

Ved undersøkelser basert på kvalitativ metode er man ikke først og fremst ute etter et representativt utvalg, men heller et hensiktsmessig utvalg for å være sikker på at man tilegner seg data som er relevant for fenomenet som skal undersøkes (Johannessen et al., 2011; Harland & Hemmingsen, 2021). Dette er noe jeg var bevisst på når jeg skulle henvende meg til informanter. Jeg var ute etter informanter som hadde hatt en viktig rolle i utviklingsprosjektet Arctic Offshore Farming, enten ved at de hadde vært i ledelsen av prosjektet hos NRS eller hos leverandører til prosjektet med erfaring og kompetanse fra petroleumsnæringen. Da jeg selv jobber i NRS og med det aktuelle prosjektet visste jeg hvilke personer og leverandører fra petroleumsnæringen som var sentrale i prosjektet. I tillegg ble valg av informanter også gjort etter anbefalinger fra informanter og veileder. Det ble intervjuet totalt fem personer, hvorav tre personer som har vært svært delaktige i AOF-prosjektet fra NRS og to personer fra leverandører, Aker Solutions og ABB. Det var viktig for oppgaven å få med personer med erfaring fra både oppdrett og petroleum for å se den tettere koblingen mellom de to næringene og være med på å besvare min problemstilling. Grunnen til at de fleste informantene er fra NRS, er som jeg ser det at makten ligger i prosjekteier sine hender. Leverandørene fra petroleumsnæringen og havbruksleverandører er nødt til å tilpasse seg ønskene til NRS.

Forespørsel om intervju ble sendt på epost til informantene, med informasjon om meg selv og hva oppgaven gikk ut på. I e-posten var det vedlagt informasjonsskriv og intervju spørsmål. Informasjonsskrivet forklarte om deres rettigheter som informant og inkluderte en samtykkeerklæring utarbeidet av Norsk Senter for forskningsdata (NSD). De fleste av informantene sitter i toppledelsen av bedriftene og var veldig travle og vanskelige å komme i kontakt med. Om jeg ikke fikk svar på e-posten i løpet av noen dager, prøvde jeg å nå dem på telefon. Hvis de ikke tok telefonen, sendte jeg dem en melding om hva det gjaldt, så tok de kontakt med meg. Alle informantene viste stor interesse for oppgaven og ville veldig gjerne stille til intervju.

3.3 Oppbevaring av data

Prosjektet ble meldt inn til NSD, siden jeg skulle gjøre opptak av intervjuene som regnes som behandling av personopplysninger. Innsamlingen av data var i henhold til NSD sine retningslinjer for prosjekter som behandler personopplysninger. Det ble gjort opptak av intervjuene, dette for få best mulig kommunikasjon, stille oppfølgingsspørsmål under intervjuet og få mest mulig presis gjenfortelling og nøyaktig tolkning av informantenes informasjon, noe som ville vært vanskeligere hvis man noterte for hånd. Informasjonen og opplysningene som ble hentet inn i forbindelse med oppgaven vil bare bli brukt i forbindelse med denne oppgaven og ikke uten videre samtykke til andre formål. Opptakene ble lagret på en sikker datamaskin, og vil bli slettet ved innlevering av masteroppgave. Hvis personene ville delta, kunne de når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. All informasjon om informanten ville da bli slettet. Jeg valgte å holde informantene anonyme, og jeg vil heller ikke skrive ting som kan tilbakeføres direkte til bestemte intervjuobjekt. Det er deres rolle som ansatt i bedriften som har betydning for intervjuet, og ikke informantene som privatpersoner (Lilleng, 2020). Derfor nevnes informantene med bedriftsnavn og ikke med personens navn og annen informasjon som kan regnes som personopplysninger. Til tross for at informantene har blitt anonymisert, kan det hende at informantene blir gjenkjent, da det er en forholdsvis liten organisasjon som har vært med i utviklingen av Arctic Offshore Farming og at de nevnes med bedriftsnavn. For å sikre at informantene hadde blitt oppfattet riktig og at de var enige i hvordan jeg hadde brukt informasjonen, ble informasjon jeg hadde brukt fra intervjuene sendt til informantene for godkjenning før levering.

3.4 Casestudie som metode

En casestudie undersøker et fenomen i dets naturlige omgivelser og bruker metoder for datainnsamling for å samle informasjon fra en eller få enheter (mennesker, grupper eller organisasjoner) (Cepeda & Martin, 2005). Dette kan være en hendelse, spesifikke tiltak eller en grundig undersøkelse av menneskers handlinger og samhandlinger innad i en bedrift (Sander, 2022). Når man benytter seg av casedesign studerer man et eller flere case over en tidsperiode, gjennom detaljerte datainnsamlinger hvor primære og sekundære datakilder benyttes. Casestudier gjennomføres som oftest ved hjelp av kvalitativ metode. Når kvalitative data benyttes for å finne mønstre i relasjoner og sosial dynamikk, er vi ute etter analytisk generalisering (Halkier, 2011; Ødegård, 2016).

Casestudier går i dybden og bredden for å forstå, beskrive, forklare og vurdere kompleksiteten til fenomenet. Det finnes flere variasjoner når det gjelder intensjoner med en case analyse (Stake, 1995). I oppgaven benyttes en enkeltinstrumentell casestudie, som kjennetegnes ved at forskeren fokuserer på en problemstilling og deretter velger en avgrenset case for å belyse denne problemstillingen. Temaet er avgrenset til muligheter og begrensninger for teknologioverføring fra petroleum til havbruk med Arctic Offshore Farming som case. Ved å gå i dybden på dette prosjektet fikk jeg et detaljert innblikk i design, gjennomføring, innovasjon og teknologioverføring. Jeg fikk også en forståelse av hvorfor samspillet mellom aktører fra oppdrett og petroleum er så viktig i et stort oppdrettsprosjekt som dette. I denne casen ser jeg på den sosiale dynamikken og relasjonene mellom de to sektorene, med sikte på en analytisk generalisering (Halkier, 2011).

Selv om casestudien bare tar for seg ett utviklingsprosjekt, er dette prosjektet sannsynligvis ikke unikt. Dermed vil en grundig og helhetlig beskrivelse av dette enkelttilfellet også kunne si noe mer generelt om dynamikken mellom de forskjellige aktørene og forklare hvorfor aktører fra petroleumsnæringen nå ønsker å bli med i oppdrettsprosjekter.

3.5 Reliabilitet og validitet.

Reliabilitet (Pålitelighet)

Reliabilitet handler om i hvilken grad resultatene er konsistente over tid og en nøyaktig representasjon av den totale populasjonen som studeres. Hvis resultatene av en studie kan reproduseres under en lignende metodikk, anses forskningsinstrumentet å være pålitelig. Dette omhandler innsamling og bruk av data, hvor nøyaktig dataen er, hvordan data samles inn, hvilken data som brukes og hvordan den bearbeides. Dette påvirker i hvilken grad resultatene kan sees på som pålitelige (Golafshani, 2015).

Pålitelighet ved semi-strukturerte intervjuer handler om å tilegne seg en kompleks virkelighet bestående av handlinger, relasjoner og holdninger, ved å bruke deltakernes subjektive, konstruerte fortellinger. Dette er noe som kan føre til begrensninger ved datamaterialet som er anvendt. Forholdet mellom hva deltakerne sier og hva de faktisk gjør er krevende å avdekke. I tillegg kan informantene ha egeninteresser ved å fremstille noe på en bestemt måte.

Informantenes svar på spørsmålene kan være påvirket av politisk posisjon, holdninger og rolle i bedriften (Lilleng, 2020). I innsamlingen av primærdataen har jeg holdt informantenes fortellinger opp mot sekundærdata for å sikre at påliteligheten har blitt ivaretatt.

Det er også en viktig faktor at de som undersøkes også kan påvirkes av undersøkeren, samtidig som undersøkeren påvirkes av de relasjonene som oppstår i selve datainnsamlingsprosessen. Jeg har under hele skriveprosessen vært ansatt i AOF prosjektet, noe som kan ha påvirket tolkningen jeg har gjort av datainnsamlingen. Dette er noe jeg har tatt alvorlig og prøvd å unngå i både innsamling av primærdata og sekundærdata, ved å ha et mest mulig objektivt syn på caset og se fenomenet i sin helhet.

Bearbeidelsen av data har blitt gjort på en seriøs måte ved at jeg har gjort lydopptak av intervjuene som har gjort at det er lett å gå fram og tilbake i intervjuet for å få en nøyaktig beskrivelse av hva som blir sagt, slik at jeg kan tolke dataen på best mulig måte. Jeg har transkribert det meste av intervjuene ut ifra det som jeg så viktigst i forhold til min problemstilling og spørsmålene som ble gitt. I tillegg ble det gjort noen notater under intervjuene for å få med måter ting ble sagt på og kroppsspråket til informantene.

Validitet

Validitet handler om gyldigheten til dataene som er benyttet opp mot fenomenet som studeres (Johannessen et al., 2011) Man kan skille mellom intern og ekstern validitet. Intern validitet handler om at resultatene er egnet til å vise årsakssammenhenger og om de er i samsvar med virkeligheten, altså om de beskriver et fenomen på riktig måte.

Intervjuene var læringsprosess hvor jeg etter hvert intervju så på hva jeg kan forbedre i intervjuguiden og ble bedre på å stille de rette oppfølgingsspørsmål som ikke skulle være for ledende, noe som har vært med på å økt validiteten og se årsakssammenhenger. For å være mest mulig sikker på at informantene hadde riktig informasjon om fenomenet, kommer data fra førstehåndskilder, dvs. personer som refererer til en hendelse de selv har vært med på. Når informanter selv har vært med i prosjektet er det lettere å se årsakssammenhenger. Jeg vurderte informantenes vilje til å gi korrekt og troverdig informasjon. Informanter kan ha ulike interesser og vil gjerne ønske å framstille seg selv i et mest mulig fordelaktig lys (Jacobsen, 2015). For eksempel kan en informant som er leverandør prøve å fremheve deres

kompetanse som mer viktig enn oppdretternes kompetanse. Dette har blitt vurdert ved at jeg har sammenholdt informasjonen jeg har fått fra oppdrettere og fra leverandørene. Om det var noe informasjon som ikke stemte henvendte jeg meg på telefon eller e-post til informantene for å få en utdypende forklaring, samt at informasjonen ble sjekket opp mot sekundærdata.

Ekstern validitet handler om i hvilken grad funnene fra undersøkelsen kan generaliseres og vil kunne overføres til andre forskningsområder eller situasjoner (Jacobsen, 2015). Resultatene jeg kommer frem til i en slik case-undersøkelse vil være knyttet til en spesifikk kontekst i et prosjekt og noen spesielle personer. Når jeg skulle bruke AOF som eksempel på et fenomen var det viktig å ha informanter med erfaring og kompetanse fra prosjektet, og generell erfaring fra oppdrett og petroleum. Jeg klarte etter hvert å se mønstre i hvordan nettverkene ble dannet og hvordan samarbeidet fungerte for å nå ett felles mål. Når slike mønstre blir identifisert, selv om jeg bare har tatt for meg en case, kan det forhåpentligvis overføres til andre liknende fenomener eller hendelser.

3.6 Forskningsetiske vurderinger

Mange av de forskningsetiske vurderingene har allerede blitt nevnt. Under vil jeg bare oppsummere og utdype noen punkter. Det har vært lagt stor vekt på at det er frivillig for informantene å delta i intervju, og at de har rett til å se hvordan jeg har tatt i bruk informasjonen. Forskingen skal innebære ingen eller liten risiko for aktørene. I denne oppgaven er bedriftene og prosjektet omtalt, men informantene har blitt anonymisert og persondata har ikke blitt samlet inn. Datainnsamlingen og oppbevaringen har blitt gjennomført med grønt lys fra NSD med de krav og retningslinjer som stilles for forskningsprosjekter.

I kvalitative intervjuer er det viktig å ivareta integriteten til de personene som intervjues både under selve intervjuet og i etterkant, når resultatene skal presenteres og fortolkes (Sykepleien.no, 2016). Min oppgave var å analysere dataene fra intervjuene og etablere vitenskapelig kunnskap ved å oversette og forstå informantenes tolkning av forskningens tema (Madsbu, 2011). Jeg har etter beste evne prøvd å forstå hva deltakerne har formidlet, og dette har blitt analysert og forsøkt presentert på en troverdig måte. Etter tre år som student på Nord Universitet med å ha studert havbruksdrift og ledelse, og to år som student ved Norges

fiskerihøgskole med fordypning i marked og ledelse, samt å ha arbeidet i havbruksnæringen selv, har jeg dannet meg meninger om feltet og en stor interesse og nysgjerrighet for temaet. Min bakgrunn kan dermed ha påvirket fortolkningen jeg har gjort av innsamlet empiri. Men jeg har lagt vekt på å være bevisst min egen rolle og kritisk til både min og informantenes subjektivitet.

Kapittel 4: Innovasjon og teknologiutvikling i petroleumsnæringen og havbruksnæringen

Kommersiell oppdrett av laks og ørret i Norge er en relativt ung næring som vokste fram fra 1970-tallet. Oppdrettsnæringen er i dag en av landets desidert mest vekstkraftige og lønnsomme næringer, og omtrent den eneste næringen, sammen med petroleum og maritim næring, hvor Norge behersker hele verdikjeden. Sammen med de andre havbaserte næringene har vi i havbruk verdens sterkeste marine kunnskapsklynger (Tveterås et.al, 2019).

Petroleum og oppdrett er næringer som vokste frem parallelt med impulser utenfra. Lakseoppdrett hentet inspirasjon fra damoppdrett av regnbueørret i Danmark og Skottland. Når norsk oppdrett tok av var det med egne, innenlandske konsepter, og her har det vært mye innsats i forhold til genetikk og avl, fôr, vaksiner og utvikling av nytt utstyr og teknologi for å effektivisere ulike faser i lakseproduksjonen. Etter hvert etablerte det seg en spesialisert leverandørindustri for de nevnte elementene av lakseproduksjonen. Petroleumsindustrien hadde gått offshore borte i Mexicobukten og bedrifter hadde erfaringer derifra, men her skulle teknologien tas ut i Nordsjøen hvor det var mer værhardt og dypere vann, så det viste seg å være ganske annerledes. Man trakk etter hvert på norsk kompetanse og utviklet en nasjonal industri.

Norsk leverandørindustri til petroleumsnæringen ble i stor grad basert på allerede eksisterende erfaringer, kunnskaper og produksjonsfasiliteter innenfor en rekke næringer som maritim sektor, mekanisk industri og deler av prosess- og forsvarsindustrien med tilknyttede utstysleverandører eller generell ingeniørrelatert kompetanse i utvikling og styring av større prosjekter. Dette grunnlaget har vært og er fortsatt en veldig viktig årsak til at Norge har lyktes utrolig godt med å utvikle en kompetent og verdensledende leverandørindustri til petroleumsnæringen (Vatne, 2013).

Disse to næringene utviklet seg lenge uavhengig av hverandre, men i de senere årene har vi sett en tettere kobling mellom dem. Denne oppgaven handler om denne koblingen og de synergiene som er skapt, med Arctic Offshore Farming som eksempel.

4.1 Startfasen av norsk petroleumsnæring og norsk havbruksnæring

4.1.1 Startfasen av norsk petroleumsnæring

Petroleum er en fellesbetegnelse for råolje og naturgass. Råolje og naturgass er ofte integrert med produksjon av energibærere som bensin eller propan og petroleumsbaserte kjemiske produkter. Disse to områdene for aktivitet oppfattes ofte som to separate næringer; oppstrøms petroleumsindustri og nedstrøms petrokjemisk industri. Gjennom de siste 50 årene har disse næringene spilt en svært viktig rolle for samfunnsutviklingen i Norge (Vatne, 2008). Olje- og gass eksportverdien i Norge var i 2021 på 825,4 milliarder NOK (SSB, 2022).



Figur 4.1. Råoljebasert verdikjede

Bruk av råolje og naturgass går så langt tilbake som til 1800-tallet, men ikke før rundt 1850 kom en mer systematisk utforskning og utvinning av råolje som energiresurs i gang.

Petroleumsbasert industri er i dag en moden industri, der de grunnleggende kunnskapselementene ble utviklet for lenge siden (Vatne, 2008).

I 1959 i Groningen i Nederland ble det oppdaget store gassressurser 3000 meter under bakken og tilsvarende mindre ressurser i Sørøst-England. De sedimentære bergartene så ut til å være de samme på begge sidene av Nordsjøen, og det ble da konkludert med at det også kunne finnes olje eller gass i Nordsjøen. Dette var startskuddet for offshore petroleumsaktivitet i Europa (Vatne, 2008).

I 1962 kom den første forespørselen fra et amerikansk oljeselskap om å få lov til å lete etter petroleumsressurser på norsk sokkel i Nordsjøen. På det tidspunktet var ikke det juridiske grunnlaget avklart når det gjaldt grensdragninger og rettighetene til ressurser under havoverflaten. I 1958 hadde en deklarasjon fra FNs havrettskonferanse foreslått at et lands kontinentalsokkel skulle strekke seg til et dyp på 200 meter under havoverflaten. På bakgrunn av dette vedtaket proklamerte den norske stat i 1963 suverenitet over norsk kontinentalsokkel og derav statlig eierskap til alle ressurser som måtte finnes på havbunnen. En avtale med

nabostatene om et slikt prinsipp ble forhandlet i 1965. Etter det var det statsrettslige fundamentet på plass for å starte en eventuell utvinning av petroleumsressurser i Nordsjøen (Vatne, 2008).

På dette tidspunktet var Storbritannia og Nederland allerede etablert i petroleumsindustrien gjennom gigantselskaper som BP og Royal Dutch/Shell med en tilhørende nasjonal leverandørindustri. I motsetning hadde Norge og Danmark ingen nasjonale aktører med petroleumserfaring og var derfor helt avhengig av utenlandske investeringer og ekspertise. I starten av petroleumsaktiviteten i Nordsjøen var det først og fremst amerikanske oljeverandørselskap som hadde erfaring fra tilsvarende virksomhet. Denne kunnskapen ble benyttet i utformingen og konstruksjonen av de første flytende boreriggene og produksjonsplattformene, og i de første spesialfartøy for forsyning og seismiske undersøkelser (Vatne, 2008).

Den første konsesjonsrunden ble utlyst i 1965, boring startet i 1966 og første funn ble gjort i 1968. En erklæring om kommersiell drivverdighet for Ekofisk kom i 1970, og produksjonen startet opp året etter. Etter det ble det knyttet store forhåpninger til oljevirkosomheten som ny næring og ny inntektskilde for staten (Vatne, 2008).

Startfasen av en norsk leverandørindustri

Da de internasjonale oljeselskapene ble aktive i Nordsjøen på 1960-tallet åpnet det seg et nytt og raskt voksende leverandørmarked til petroleumsindustrien, et marked som ikke kunne betjenes av en allerede eksisterende kapasitet. Ulike deler av norsk industri begynte å engasjere seg: ingeniørindustrien, rederier og det eneste nasjonale selskapet i internasjonal målestokk – Norsk Hydro (Engen, 2009). Allerede i 1964 hadde Aker-konsernet planlagt etablering av tre selskaper: ett for boring, ett knyttet til forsyningstjenester og et samarbeidsselskap for bygging av oljeplattformer. Norske redere kan deles i to grupper. Den første gruppen var de som allerede var kjent med hvordan den internasjonale oljeindustrien fungerte. I 1965 var 20 prosent av verdens tanktonnasje registrert i Norge. Til tross for at oljeselskapene selv fraktet halvparten av råoljen fra Østen og Nord-Afrika, var det de uavhengige rederiene som fraktet mesteparten av oljen fra Persiabukta. Norske redere var med andre ord allerede en del av det internasjonale petroleumssystemet og forsto spillereglene. Den andre gruppen representerte norske finansinstitusjoner med betydelige

interesser i norske verft, en gruppe som hadde betydelig politisk innflytelse på både lokalt og nasjonalt nivå (Vatne, 2008).

Tidligere hadde «offshore» petroleumsproduksjon kun foregått på svært grunt vann der det var mulig å benytte en landbasert, småskala teknologi satt på enkle understell i vannet i kort avstand fra land. Funnet av olje og gass i Nordsjøen bød på nye teknologiske og driftsmessige utfordringer. Nordsjøen ble dermed starten på en pionerperiode for den globale leverandørindustrien (Vatne, 2013). Her møtte industrien utfordringer når det gjaldt avstand fra land, havdyp, frost og bølgehøyde (Vatne, 2008). Noen oljeaktører forsøkte å etablere seg på en slik måte at dette ville være til fordel for allerede etablerte næringer og samtidig utnytte det internasjonale nettverket (Engen, 2009). En veletablert maritim erfarings- og kunnskapsbase med vilje til nytenkning ble en vital ressurs for å utvikle det som siden har blitt en omfattende leverandørindustri. Denne vokste fram langs aksen Oslo – Kongsberg (datidens viktigste ingeniørmiljø), i Skien/ Porsgrunnområdet (viktigste region for prosessindustri) og langs kysten, spesielt på strekket fra Vestfold til Trøndelag (tilholdssted for mange rederier, skipsverft, maritime utstyrsleverandører etc.). Den dominerende rollen som Stavanger- og Bergens-regionen fikk som lokalitet for leverandørindustrien er også åpenbar, gitt lokaliseringen av de første feltene utenfor den sørlige delen av Vestlandet og lokaliseringen av feltenes forsyningsbaser i kortest mulig avstand fra feltene og etablert infrastruktur (Vatne 2013).

Norges verftsindustri opplevde en oppgangsperiode som varte fra slutten av 1960-tallet til begynnelsen av 1970-tallet. I løpet av denne perioden ble industriens design- og konstruksjonsteknikker transformert. De vektla seksjonskonstruksjon i stedet for bygging av en komplett enhet fra kjølen og opp. Ved seksjonskonstruksjon bygges de separate seksjonene uavhengig av hverandre og sveises deretter sammen som en enhet. Denne teknikken innebar større spesialisering ved hvert av verftene innen design og konstruksjon, noe som gjorde det mulig for individuelle skipsbyggere å utvikle spesialisert ekspertise og opprettholde det geografisk spredte mønsteret i industrien. Også denne formen for produksjonsorganisering økte behovet for rapportering og administrative kontroller for å overvåke de enkelte delene av prosessen. Dette bidro til fremveksten av nye grupper av skipsbyggere som hver for seg var i stand til å utføre spesialistoppgaver og sammen kunne påta seg komplekse konstruksjonsoperasjoner som å bygge oljerigger og plattformer (Engen, 2009).

Den norske stat satte i tillegg et konsesjonskrav om bruk av norsk baser og norsk lønns- og arbeidsvilkår for helikopter- og forsyningsflåten som opererte i norsk sektor. Dette ga i første omgang muligheter for innpass for norske helikopterselskap og rederier som gikk inn i markedet for forsyningskip, senere også dykking, seismikk, ankerhåndtering og i markedet for halvt nedsenkbare borerigger. Dette var en døråpner for norske ingeniørbedrifter og byggeverksteder for marine konstruksjoner og nytenkning rundt design og bygging av slike fartøy. Veien til utviklingen av et internasjonalt sterkt miljø for design, bygging og drift av spesialfartøy for offshore petroleumsutvinning var dermed lagt (Vatne, 2008).

Ingeniørselskaper fikk en viktig posisjon i design- og byggefasen. Gjennom et initiativ fra det norske selskapet Aker ble NPC (Norwegian Petroleum Consultants) stiftet i 1973 med det formål å sikre nasjonal ingeniørkontroll over Statfjord A (Christensen et al., 2014). De norske hovedleverandørene Aker og Kværner bygde også opp tilsvarende avdelinger, noe som krevde rekruttering av mange flere ingeniører enn det som var tilgjengelig på den tiden. Da alle operatører skulle velge nordmenn, utviklet det seg en kostbar flaskehals i industrisystemet som ga betydelige lønnsøkninger for norske ingeniører på disse prosjektene (Engen, 2009).

Begynnelsen på en selvstendig oljeindustri

Hydro hadde tidlig på midten av 1960-tallet begynt å bygge opp en intern stab med kompetanse på offshore oljeproduksjon, og det ble utarbeidet en rekke planer som hadde som mål å etablere en selvstendig oljeindustri i Norge. Sammenlignet med Storbritannia manglet Norge sterke aktører med evne til å spille en selvstendig rolle i oljesystemet. Hydro var det eneste norske firmaet som var i stand til å spille en slik rolle i Norges gryende oljeindustri. Hvorvidt selskapet faktisk hadde denne evnen i den tidlige fasen, har aldri blitt endelig bevist for det var ikke tilstrekkelig politisk støtte for Hydros holdning. I stedet besluttet den norske regjeringen å etablere et nytt fullt integrert statlig oljeselskap, Statoil. Norsk Hydro fikk dermed en sekundær rolle i de første årene av industriens utvikling. Først i senere faser av oljeindustriens utvikling i Norge ble Hydro en av de viktige aktørene ved siden av det statseide selskapet Statoil (Vatne, 2008).

Fra etableringen ble Statoil statens hovedinstrument for å utvikle norsk petroleumskompetanse og sikre nasjonal kontroll. Avtaler om opplæring og overføring av kunnskap og teknologi fra andre selskaper ble forhandlet og etablert. Statoil tok selv rollen som mellommann ved å delegere oppgaver til norsk industri. Industrielt bidro selskapet sterkt

til teknisk og organisatorisk tilpasning ved å utnytte tradisjonelle industrielle nettverk og overføre og tilpasse internasjonale petroleumsteknikker og kompetanse (Vatne 2008).

Utsiktene til langsiktig produksjon og positiv investeringsavkastning førte også til at de internasjonale oljeselskapene var fleksible i møtet med offentlige krav til utviklingsstrategier, valg av leverandører og tiltak for å overføre kompetanse til norske selskaper og forskningsinstitutter. Dette bidro til opprettelsen av en petroleumsnæringsklynge i Norge. Representanter for den norske regjeringen anså disse vilkårene som helt nødvendige for å sikre største mulig andel av verdiskapingen for det norske samfunnet (Engen, 2009).

Da utbyggingen skjøt fart på 1970-tallet valgte Statoil ofte fordyrende løsninger for å skape norske arbeidsplasser. Statoil tilpasset bestillingen til hva norske leverandører var i stand til å tilby, og utviklet i den sammenheng en norsk stil. Norsk anleggsindustri behersket konstruksjoner i betong, som var relativt lett å tilpasse til oljeindustrien. Statoil satset derfor på betongfundament for sine plattformer (Bjørnstad, 2005). Dette var store betongkonstruksjoner, også kalt Condeep-plattformer (Concrete Deepwater Structure), basert på en synkekasse av hule sylindre av betong for plassering på havbunnen og fylling med olje eller ballastvann samt ett eller flere hule tårn eller skaft av betong som skulle bære dekket på plattformen og føre borestrenger og produksjonsrør ned i oljebrønnene (Christensen et al., 2014). Norge hadde også mange små skipsverft som slet økonomisk på slutten av 1970-tallet, og Statoil satset på stålkonstruksjoner over vann som ble designet slik at de kunne settes sammen med moduler fra mindre norske verft og mekaniske verksteder (Bjørnstad, 2005).

Utbyggingen av petroleumsfeltene «Ekofisk» og «Frigg» på 1970-tallet ble viktige arenaer for «learning by doing» for de internasjonale oljeselskapene, norske myndigheter og norsk industri. Mens de internasjonale oljeselskapene foretrakk design av lette plattformer og undervannsløsninger med lite involvering fra norske underleverandører, insisterte norske myndigheter på design som innebar høyest mulig deltakelse av norsk industri. Ekofisk- og Frigg-feltene representerte et gjennombrudd for norske entreprenører i deres introduksjon av betongteknologi for offshoreplattformer. Disse prosjektene var av stor betydning for overføringen av teknologi til norske entreprenører samt utviklingen av nye plattformteknologier til disse firmaene (Christensen et al., 2014). Med utviklingen av Condeep-designet ble det mulig å snakke om en uavhengig norsk petroleumsideindustri. Utviklingen av Statoil, Hydro og hovedleverandørindustrien betydde at petroleumsideaktiviteten i Norge gikk inn i en ny fase. Store ressurser ble også brukt i utdanning og forskning.

Offentlig finansiert petroleumso pplæring og forskning ble introdusert på flere nivåer innen FoU-systemet i Norge. Dette la grunnlaget for et norsk petroleum sinnovasjonssystem (Engen, 2009).

I den innledende fasen var det ikke en selvstendig norsk satsing på teknologi. Spesialkompetanse måtte importeres (Vatne, 2008). Det ble benyttet forstørrede utgaver av teknologi som allerede fantes i Mexicogolfen, og som oljeselskapene hentet inspirasjon fra. Konseptene ble bare større og mer robuste for å takle store dyp og barskt vær, men oljeselskapene holdt fast ved velprøvde prinsipper (Bjørnstad, 2005). Det sentrale var å etablere hensiktsmessige forbindelser der nordmennene kunne delta og få lønnsomme erfaringer (Vatne, 2008).

Sammenlignet med oljeproduksjon utenfor Texas-kysten eller i Midtøsten, var utbyggingsprosjektene i Nordsjøen i utgangspunktet en kostbar og risikabel satsing for de internasjonale oljeselskapene. Det manglet likevel ikke på investeringsvilje. De enkelte selskapene viste stor interesse for å gjennomføre undersøkelser i britisk og norsk sektor. Denne interessen økte presset på selskapene til å søke etter nye territorier (Engen, 2009). Den norske stilen med store plattformer var meget kostbar, men det spilte mindre rolle i den tiden, for inntektene som fulgte med oljen var ennå mye høyere. Hovedprioriteten var å få oljen opp, koste hva det ville (Bjørnstad, 2005).

4.1.2 Startfasen av norsk havbruksnæring.

I løpet av 50 år har Norge skapt en veldig effektiv og subsidiefri produksjon av atlantisk laks som monner også internasjonalt. Norge har i lang tid vært den dominerende produsenten av oppdrettslaks. Det norske konseptet med merder i sjøen har blitt en vinner for produksjon av oppdrett av atlantisk laks og regnbueørret også internasjonalt. Norske bedrifter og entreprenører har vært med på å spre lakseoppdrett til store deler av verden. I norsk økonomi er det kun olje- og gassnæringen som kan vise til større og raskere vekst (Aslesen, 2009). I 2021 var eksportverdien av norsk oppdrettslaks på 81,4 milliarder kroner (Norges Sjømatråd, 2022). Dette gjør havbruksnæringen til den neste største eksportnæringen i Norge etter olje- og gass.

De første impulsene til akvakultur i Norge kom fra Danmark på 1950-tallet, hvor oppdrett av ørret i demninger og innsjøer var begynt. Samtidig eksperimenterte flere pionerer i Norge med fiskeoppdrett uavhengig av hverandre. Mye av den tidlige utviklingen av kommersiell akvakultur skjedde i kystområder befolket av mennesker som deler en felles kultur, kunnskap og erfaring fra fiskeri (Aslesen, 2009). Erfaringene, gode som dårlige, spredte seg raskt i miljøet, og kunnskapsbasen vokste. Pionerne pleiet kontakt med et lite, men innsatsberedt forskningsmiljø og var i et samspill som skapte gode vekstvilkår for både næring og forskning (Hovland & Møller, 2010)

Det var ikke før på slutten av 1960-tallet at norsk havbruksnæring begynte å vokse frem. Det var flere viktige innovasjoner som formet den nye næringen. Det var et gjennombrudd da brødrene Karstein og Olav Vik satte regnbueørret ut i flytekasser av tre og erfarte at fisken gradvis kunne vennes til sjøvann (Osland, 1990; Lilleng, 2020). Flyttingen fra ferskvann til sjøvann ga langt raskere tilvekst, og ikke lenge etterpå ble det gjennomført vellykket oppdrett av laks. Dermed pekte utviklingen utvilsomt mot oppdrett som en kystnæring, med Vestlandet som viktigste produksjonsområde i gjennombruddsfasen (Hovland & Møller, 2010).

Det var en stor utfordring med innhegning av fisken i sjøen, og det ble prøvd mange ulike og til dels fantasifulle løsninger. I praksis dreide det seg om to ulike prinsipper: Stenging av sund og poller var et prinsipp, men det mest fremtidsrettede prinsippet viste seg å være notposer festet til merder. Det viktigste gjennombruddet kom på slutten av 1960-tallet, da en lakseoppdretter gjennomførte vellykkede tester av lakseoppdrett i sjøvannsmerder. Suksessen med notposer festet til merder avsluttet år med prøving og feiling i riktige plasseringsspesifikasjoner og teknologivalg og førte til økt etterspørsel etter spesifisert kystrom (Hovland & Møller, 2010).

Flytemerdene representerte en både effektiv, relativt driftssikker og billig teknologi. Det er videreutvikling av denne anleggsteknologien som brukes den dag i dag. Brødrene Sivert og Ole Grøntvedt på Hitra var de som startet med å sette laksesmolt i åttekantete flytemerder til kommersiell drift. Brødrene Grøntvedts suksess som oppdrettere bidro til gjennomslag på bred front for merdteknologien, en teknologi som erfarne fiskere visste å håndtere med sine kunnskaper om strøm, bølger og fortøyninger. Dette var suksesshistoriene som straks ble en mektig inspirasjonskilde (Hovland & Møller, 2010). Tidlig på 1970-tallet kan vi fornemme en begynnende laksefeber. Overgangen fra ørret og laks på land til sjø kan ses på som gjennombruddet for norsk havbruksnæring (Johnsen & Lindal, 2006).

Etter hvert ble merdene sirkulære og større og laget av PE som er mer robust og har god flyteevne. Produksjonen ble flyttet lengre og lengre ut i fjordene for å få bedre miljøforhold for fisken. Merdene tålte mer bølger og strøm, noe som ga et bedre miljø for laksen. Dette gjorde at man kunne ha større produksjon langs kysten, og næringen vokste gradvis til den vi kjenner i dag.

Markedet for større fisk måtte opparbeides, innenlands som utenlands. Men før pionerene nådde så langt, måtte de løse problemer knyttet til finansiering, teknologi, føring, vannkvalitet, marked etc. Pionerene kunne ikke hente de ferdige, gjennomprøvede løsningene fra utlandet eller fra et nasjonalt veiledningsapparat med solid kunnskapsbase. De måtte teste ut egne ideer og dermed også gjøre sine dyrekjøpte erfaringer (Hovland & Møller, 2010).

Selv om tidlige vitenskapelige forsøk og utprøvinger hadde viktige konsekvenser for næringens utvikling, kan oppstarten av oppdrett av laks og ørret ikke ses på som en «vitenskapsdrevet» næring. Fiskeoppdrett var i stedet en entreprenøriell, erfaringsbasert aktivitet utført av fiskere og andre langs kysten som hadde kapital og kunnskap om fiskeoppdrett som «attåtånnæring» til sin primære aktivitet innen fiskeri eller gårdsbruk (Aslesen, 2009). Uformelle nettverk og en tradisjon for samarbeid i kystsamfunnene var viktige forutsetninger for innovasjonene som oppsto i pionertiden (Johnsen og Lindal, 2006). Norsk lakseoppdrett trakk dermed på ledelse, teknologi og erfaringsbasert kunnskap fra fiskerisektoren under eierskap av småskala entreprenører i Norges kystregion. Norsk akvakultur utgjør i så måte en skarp kontrast til skotsk fiskeoppdrett, som historisk sett har vært dominert av store bedrifter og kapital fra andre regioner (Aslesen, 2009).

I løpet av 1970-årene ble en kombinasjon av erfaringsbasert kunnskap og forskningsbasert kunnskap brukt for å løse de ulike biologiske, fysiske og kjemiske problemene som oppsto. De mange små produsentene søkte å styrke sin posisjon gjennom faglag og salgslag på frivillig basis. I 1970 lyktes det med å skape et landsdekkende faglag som var Norske Fiskeoppdretteres Forening (NFF). Selv om heller ikke NFF klarte å samle alle produsentene, var det skapt en langt sterkere medlemsorganisasjon og organisasjonen fikk en stor betydning for videre vekst. Organisasjonen ble et viktig forum for spredning av kunnskap om ørret- og lakseoppdrett. Årsmøtene fungerte som en formidlingsarena for «nyvinninger» i bransjen, løsninger og metoder som oppdretterne hadde høstet suksess med og ting som ikke hadde fungert. Produsentene delte villig sine erfaringer. Man kan si at det var en åpen informasjonsflyt. Videre ble foreningen en pådriver for å involvere staten sterkere i

utviklingen av havbruksnæringen (Hovland og Møller, 2010). Videre fikk staten øynene opp for hvilket potensial som lå i den nye næringen, noe som førte til en betydelig offentlig satsning gjennom forskning, veiledning, veterinærtjeneste osv. (Hovland et al., 2014)

Etter hvert ble laks den fisken det skulle oppdrettes mest av i Norge. Laksemengdene steg markant fra 1974 og utover. I 1977 ble det for første gang slaktet mer laks enn ørret, og siden den gang har laksen dominert norsk havbruk. Det kan pekes på flere grunner til den raske overgangen til laks fra ørret. Man fant gode tekniske løsninger for oppdrett i sjøvann, men trolig også fordi de nye oppdretterne fra fiskeribransjen mest sannsynlig var mest fortrolig med laks (Hovland et al, 2014). Samtidig var det en sterk markedsetterspørsel etter laks og de veletablerte eksisterende distribusjons- og salgssystemene gjorde at lakseoppdretterne kunne oppnå svært gode priser både i Norge og internasjonalt (Aslesen, 2009).

Starten på en leverandørindustri i lakseoppdrett

Professor Harald Skjervold ved Norges landbrukshøgskole startet på 1970-tallet et vitenskapsbasert avlsarbeid med laks og ørret. Dette tok utgangspunkt i prinsipper utviklet for storfeavl, som han hadde erfaring fra tidligere (Aslesen, 2009; Bakke og Melingen, 2010). Den tidlige etableringen av avlsprogram og kontinuerlig jobbing fra avl- og rognleverandører for atlantisk laks har vært avgjørende for utviklingen av en effektiv og bærekraftig havbruksnæring i Norge (Bakke & Melingen, 2010).

I starten av norsk fiskeoppdrett ble kunnskap fra pelsdyr (mink) brukt av oppdrettere til å lage det som kalles våtfôr, der mesteparten som regel besto av fisk. Dette var fôr oppdretterne gjerne laget selv. I løpet av 1980-tallet ble det utviklet tørrfôr som var mye lettere å håndtere og av høyere kvalitet. Siden 1980-tallet har Norge vært et senter for forskning på fôr til lakseoppdrett. Viktige faktorer å ta hensyn til når man lager fiskefôr er blant annet hvordan man kan gjøre fôret økonomisk, men likevel næringsrikt for vekst og helse, samtidig som man forhindrer at restene forurenses miljøet osv. (Aslesen et al., 2002).

Fiskeysykdommer har vært en utfordring for laksenæringen siden 1980-tallet. I oppdrett av dyr vil det alltid finnes smittestoffer. På 1980-tallet ga sykdommene Hitrasynen og furunkulose store tap for oppdrettsnæringen. Oppdretterne brukte da store mengder antibiotika for å bekjempe disse bakterielle sykdommene (Tveterås et al., 2019). Dette understrekte behovet for videre forskning og nye løsninger. I de første årene av oppdrett hadde forskningsinstituttene få ressurser til forskning på fiskedødelighet i merder. Gjennom

forskningsprogrammet «Frisk Fisk», som ble etablert i 1983 og finansiert av Norges Fiskeriforskningsråd (siden 1993 en del av Norges forskningsråd), økte næringsinitiativer samarbeidet innen næringen og mellom de ulike forskningsinstituttene og leverandører av vaksiner (Aslesen, 2009).

I starten av oppdrett av laks var det ikke noen spesialisert leverandindustri. Oppdretterne gjorde det meste selv og laget det meste selv. Etter hvert så oppdretterne at man trengte forskning på fiskehelse, sykdommer, avl, fôr etc. for å løse utfordringene man hadde i produksjonen. Videre begynte bedrifter og institusjoner å spesialisere seg på de ulike elementene og fasene ved lakseoppdrett. Næringen og bedriftene vokste seg større, og man begynte å se konturene av og behovet for en leverandørindustri i havbruk.

4.2 Utviklingen i innovasjon og teknologiutvikling gjennom årene

4.2.1 Teknologiutvikling i norsk petroleumsnæring

På starten av 1980-tallet var oljeutbyggingen låst i et spor som ikke lot seg utfordre av alternative teknologier for å få opp oljen. Det hadde dannet seg et mønster som var vanskelig og endre fordi sterke krefter hadde interesse av at oljeutbyggingen fortsatt skulle skje i form av konvensjonelle plattformer. Petroleumsnæringen ønsket å finne mer effektive løsninger for utvinning av olje- og gass, men risikoen og tidstapet ved å endre til ny og uprøvd teknologi var såpass stor at man valgte å holde fast ved allerede godt etablert praksis og teknologi. Slik fortsatte oljeutvinning med stasjonære plattformer til næringen gikk inn i en krise på midten av 1980-tallet (Bjørnstad, 2005).

De enormt store betongkonstruksjonene fikk avløsning av ny teknologi og innovasjon da det på midten av 1980-tallet kom opp mange innovasjoner som drastisk bidro til å redusere kostnadene med å utvinne marginale olje- og gassfelt. Det gjaldt flytende produksjonsplattformer, horisontal boreteknikk som tillot flere borehull fra samme plattform og fjernstyrte undervannsløsninger med installasjon av produksjonsutstyret direkte på havbunnen. Dette gjorde oljeproduksjon under vann mulig med det som på fagspråket heter «subsea systems» (Bjørnstad, 2005). Flytende konstruksjoner og undervannsinstallasjoner er nå rådende «state of the art», og igjen finner vi norske ingeniørbragder i verdensklasse (Engen, 2009). Denne teknologien var enklere og billigere og var i samsvar med nye funn på norsk sokkel, som ble gjort på stadig større dyp (Christensen et al., 2014). Særlig på

undervannsinstallasjoner er norsk industri verdensledende, med leverandørselskap som FMC, Aker Solutions og Vetco Grey. Fremveksten av den nye teknologien kan enklest forklares med at det gamle ikke lenger lot seg anvende. For det første var de store feltene på håndterbare dyp utenfor Sør-Norge allerede utbygd. De feltene som etter hvert stod for tur, befant seg på dypere vann, slik at plattformkonstruksjonene ble enormt store og dyre, og for det andre falt oljeprisen kraftig i 1986. Det året fikk staten ingen inntekter fra petroleum og de feltene som stod for tur hadde enda lavere potensiell avkastning. Ny teknologi tvang seg dermed frem (Bjørnstad, 2005).

Nye inter-organisatoriske modeller ledsaget det nye teknologiske regimet. Det gamle kontraktssystemet basert på å dele kontrakter mellom mange leverandører var tilpasset Condeep -designet. Nå ble det mer vanlig at oljeselskapene ga ansvaret for den samlede kontraktporteføljen til en hovedkontraktør. Aktørene innenfor det norske petroleumsinnovasjonssystemet ble sterkt oppfordret til å samarbeide for å utvikle nye kostnadsbesparende teknologier ved å danne NORSOK (Norsk Søkels Konkurranseposisjon), et industriprogram for utvikling av nye teknologier, standarder, organisasjonsutvikling, kontraktsforhold, regelverk og nye initiativ for samarbeid og forhandlinger mellom oljeselskaper og deres leverandører. Hovedmålet var å redusere gjennomsnittskostnadene med så mye som 50 prosent. Programmet var inspirert av det lignende britiske initiativet, CRINE (Cost Reductions in a New Era). NORSOK, som startet i 1993, introduserte en prosess som ga aktørene større frihet til å planlegge og implementere alternative teknologiske løsninger for å nå ambisiøse overordnede mål om økt effektivitet, standardisering og reduserte kostnader (Engen, 2009).

Omleggingen i innkjøpsprosedyrene i norsk petroleumsindustri er i seg selv ikke noen forklaring på innovasjonene som avløste de tradisjonelle plattformene etter krisen i 1986. Omleggingen ble påskyndet av to viktige faktorer: For det første fikk leverandørene mer ansvar og risiko, og en større anledning til og behov for å utvikle ny teknologi. Ingeniørselskapene var også bedre disponert for å skape innovasjoner fordi deres fokus var teknologiorientert og mindre preget av petroleumsselskapenes konservative tilbøyeligheter. For det andre fikk utviklingsinnsatsen et mer helhetlig fokus. Tidligere hadde leverandørene arbeidet for å utvikle sine egne produkter til stadig nye høyder, men nå måtte de ta hensyn til hvordan egne produkter fungerte i en større helhet. I stadig større grad måtte leverandørene

svare for svakheter ved hele systemet, og systemet er ikke mer effektivt enn det svakeste leddet (Bjørnstad, 2005).

Andre kjennetegn ved det nye teknologiske regimet var at de strenge norske arbeidsmiljøforskriftene på den norske kontinentalsokkelen ledet til større bruk av ubemannede installasjoner og datamaskinbaserte tekniske løsninger, noe som krevde videreutvikling av subseateknologi og boreteknikker. Automatiserte systemer for montering og demontering av borestrengen har vært med på å gjøre at norske produsenter i dag er verdensledende i utvikling og salg av boremoduler for offshoreplattformer (Engen, 2009; Vatne, 2008).

De norske FoU-institusjonene knyttet til petroleumsinnovasjonssystemet fikk etter hvert en viktigere rolle. FoU-finansieringen fra offentlige og private kilder vokste raskt gjennom 1980- og 1990-tallet og kom til å utgjøre en betydelig andel av de totale norske FoU-utgiftene. Norges forskningsråd fikk også en mer fremtredende rolle når det gjaldt petroleumsrettet forskning. De offentlige forskningsprogrammene innen olje og gass i denne fasen inkluderte ett program som var spesielt viktig for å utvikle effektive teknologier for norsk sokkel. Det var forskningsprogrammet RUTH (Reservoir utilization through advanced technological help), som ble igangsatt i 1991 som et samarbeid mellom Norges forskningsråd, Oljedirektoratet, flere oljeselskaper og forskningsinstitusjoner. Programmet ga betydelige resultater på kort tid og tiltrakk seg industrien oppmerksomhet og nye forretningsdeltakere. De to viktigste teknologiene som kom ut av RUTH var gassinjeksjon og kombinerte vann- og gassteknologier, hvor vann og gass pumpes inn i reservoaret for å forbedre utvinningen. Da programmet ble avsluttet hadde den gjennomsnittlige planlagte oljeutvinningsgraden fra eksisterende felt økt fra 34 prosent til 41 prosent. Disse resultatene gjorde det mulig å utnytte eksisterende teknologier mer effektivt for feltutvikling. Mindre og marginale felt ble dermed mer attraktive å bygge ut (Engen, 2009).

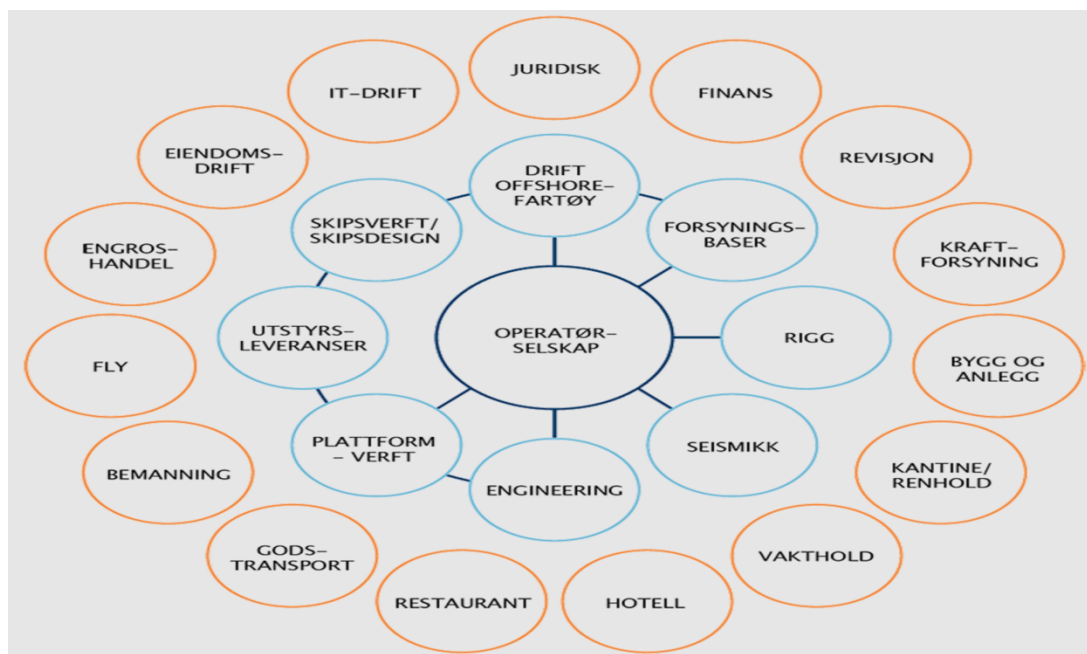
Felles for innovasjonene som har oppstått i petroleumsnæringen er at de i hovedsak er utviklet i et komplekst samspill mellom brukere og leverandører. Samarbeid med forskningsinstitusjoner og Norsk Regnesentral i Oslo har ofte vært viktig, men i hovedsak dreier det seg om kreativ anvendelse og sammenkobling av nye innsikter fra flere felt der praktiske ingeniørferdigheter står sentralt i innovasjonsprosessen. I Nordsjøen har det ofte ikke vært mulig å bruke tradisjonelle løsninger. Denne ressursprovinsen har derfor fungert

som frontområde for løsning av oppgaver som aldri har blitt gjennomført før. Samtidig har de potensielle gevinstene med alternativ teknologi til tider også vært svært store. Oljeselskap som Statoil og Hydro utviklet seg i takt med de kravene som norske sokkel satt til leting og utvinning av funn. Utenlandske oljeselskaper som Phillips Petroleum og Shell har også medvirket til utvikling av norskbasert teknologi og spredning av disse innovasjonene internasjonalt (Vatne, 2008). Den norske petroleumsnæringen er i dag noe helt annet enn hva den var på slutten av 1970-tallet. Ved hjelp av en lang rekke små og store teknologiske fremskritt er man i dag i stand til å produsere olje og gass både mer effektivt og lønnsomt, og med robuste løsninger som er mer skånsomme for miljø og klima (Norsk petroleum, 2022).

Leverandørindustrien

Leverandørindustrien til norsk petroleumsnæring har utviklet seg enormt siden oppstarten for over 50 år siden, og har blitt en internasjonal konkurransedyktig industri.

Leverandørindustrien består av norske selskaper som leverer petroleumsrelaterte produkter og/eller tjenester til petroleumsnæringen, enten direkte til oljeselskaper eller som underleverandør til større leverandørbedrifter. Leverandørindustrien deles ofte opp i ulike segmenter som vist i figuren nedenfor (Norsk petroleum, 2022).



Figur 4.2: Virksomheter definert som direkte petroleumsrelatert aktivitet (blå og lyseblå sirkler) og indirekte petroleumsrelaterte aktiviteter (oransje sirkler). (Norsk petroleum, 2022)

Norges gode utgangspunkt som industri- og maritim nasjon har vært viktig for framveksten av en teknologisk verdensledende leverandørindustri. Tøffe værforhold i Nordsjøen, et strengt regelverk og krevende kunder på sokkelen har vært med på å fremme innovasjon og teknologiutvikling.

«På mange måter har norsk sokkel fungert som et "laboratorium" der selskaper har vært nødt til å løse en rekke teknologiske utfordringer for å kunne utvinne petroleumsressursene kostnadseffektivt» (Norsk petroleum, 2022)

Den spesialiserte og teknologiintensive leverandørindustrien bidrar til en kunnskapsbase som er relevant også for andre næringer enn petroleum. I dag ser man mange eksempler på at teknologi og kompetanse fra petroleumsnæringen anvendes på mange andre områder enn det den opprinnelig var utviklet for (Regjeringen, 2021).

4.2.2 Teknologiutvikling i norsk havbruk.

Norsk lakseproduksjon er tradisjonelt basert på oppdrett i åpne merder i fjordene og langs kysten. Den relativt enkle merdteknologien har gjort Norge til verdensledende på oppdrett av laksefisk. Produksjonen er mangedoblet, driften er blitt svært industrialisert og profesjonalisert, og inntjeningene er blitt stadig større (Lilleng, 2022). Norsk oppdrett skaper rikdom og dette skaper ringvirkninger i samfunnet. Samtidig er det en bakside ved dette. Næringens store vekst har satt miljøavtrykk, gjennom forurensing fra oppdrettsanleggene, i form av fiskefeces, fôrrester, medikamentell behandling og andre utslipp. I tillegg kommer næringens største utfordringer, som er lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) og rømminger (Vormedal et al., 2019). For å bidra til å løse disse utfordringene har det de siste 50 årene skjedd en rekke innovasjoner, både inkrementelle og radikale, på den teknologiske siden i havbruksnæringen (Lilleng, 2020).

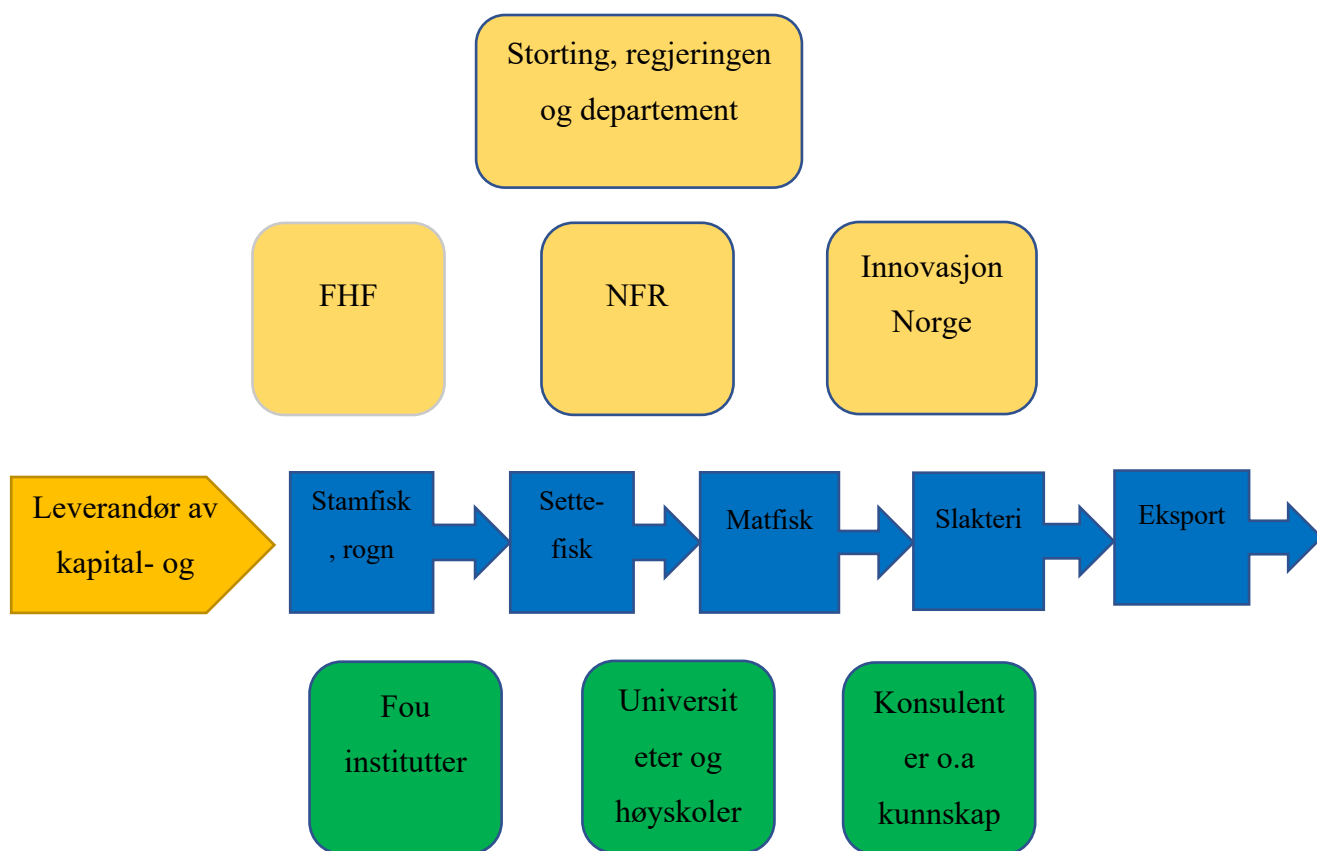
Effektiviteten i oppdrett av laks og regnbueørret har stadig blitt bedre og bedre, spesielt skjedde det store effektivitetsgjennombrudd i årene etter 1992. Da ble det gjennomført mye omfattende forskning og utviklingsarbeid i hele prosessen fra utvalg av stamfisk til produksjon av settefisk og til pleie av fisken i merden. Her ble både arv og miljø gjenstand for omfattende studier og oppfølging, og man lyktes med vaksiner mot fiskesykdommer som preget næringen stort. Dette utviklingsarbeidet skjedde med tanke på å skape laks og ørret

med de rette kommersielle fortrinn: rask vekst, god kvalitet, lytefritt utseende, robust helse, godt immunforsvar og god fôrutnytting, altså med andre ord laks tilpasset et kortest mulig liv fra rogn til kjøkkenbenk. Men i det korte intense livet til laksen skulle vannkvaliteten være den aller beste med tanke på riktig temperatur og oksygeninnhold, lus, fôret mest mulig vekstfremmende og riktig dosert til alle stadier i produksjonssyklusen, omgivelsene trygge, rømningssikre og minst mulig stressende (Hovland og Møller, 2010).

Havbruksnæringen er unik i Norge fordi det er en sektor hvor Norge er verdensledende på forskningsbasert kunnskapsproduksjon og innovasjon. Andre konkurranseutsatte sektorer i Norge bruker i langt større grad kunnskap og innovasjoner fra andre land.

Kunnskapsutvikling og innovasjon skjer i samspill mellom havbruksselskaper, deres leverandører og forskningsmiljøer (Tveterås et.al., 2019).

Næringen har utviklet seg til å bli mangslungen og variert, og kan deles inn i en rekke segmenter (Vormedal et al., 2019). Oppdrettsnæringen består av flere ulike verdikjeder og mange tusen bedrifter på sjø og land. Figur 4.3 viser verdikjeden for oppdrettsnæringen. Figuren viser også sentrale politiske aktører i utformingen av forsknings- og innovasjonspolitikken, som Stortinget, regjeringen og departementene. I lakseoppdrett har den norske staten vært en sentral aktør gjennom politikk, lovgivning og finansiering. Videre viser figuren de sentrale offentlige FoI- infrastrukturaktørene – FHF (Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering), NFR (Norges forskningsråd) og IN (Innovasjon Norge). Til slutt viser figuren kunnskapsaktører som FoU institutter, universiteter og høyskoler, konsulenter og andre kunnskapsaktører (Winther et al., 2017).



Figur 4.3: Verdikjeden og andre viktige aktører i havbruksnæringen (Winther et al., 2017).

Innovasjon er ofte et resultat av interaktive læringsprosesser, og for akvakulturbedriftene er avl-, fôr-, vaksinasjons- og teknologileverandører viktige kilder til ny kunnskap.

Leverandørnæringen til havbruk har utviklet nytt og bedre fôr, avanserte fôringssystemer, overvåkingsutstyr, helse- og veterinærtjenester, etc. I avsnittene under diskuteres viktige innovasjoner, hvordan teknologien har utviklet seg og fremveksten av et akvakulturinnovasjonssystemet. Mens oppdretterne som var pionerer i næringen brukte en praksisbasert tilnærming til innovasjon, har havbruksgründerne over tid blitt mer og mer avhengige av vitenskapelig forskning. Samtidig har det blitt utviklet en statlig politikk for innovasjon (Aslesen, 2009).

Leverandører til havbruksnæringen

Leverandørene til havbruksnæringen utgjør en svært sammensatt gruppe virksomheter, fra store multinasjonale selskaper med flere hundre ansatte, der noen er representert på flere steder langs kysten, til enkeltmannsbedrifter. Leverandører til den havbruksbaserte verdikjeden sysselsatte i 2015 totalt ca. 15 570 årsverk. Den direkte betydningen var på ca. 6 740 årsverk og ringvirkninger utgjorde i om lag 8 840 årsverk. Leverandørene til havbruksnæringen leverer et vidt spekter av produkter og tjenester. Punktene under viser noe av det de leverer:

- Teknologi til sjøbasert havbruk
- Teknologi til landbasert havbruk
- Fiskehelse og miljøovervåkning
- Brønnbåt- og servicebåttjenester
- Avl og genetikk
- IT-løsninger og IT-tjenester
- Rådgiving, sertifisering og FoU
- Finans- og forsikringstjenester
- Fôrprodusenter (Winther et al., 2017).

Svært mange av leverandørbedriftene opererer kun i det norske markedet. Dette gjelder særlig de mindre leverandørbedriftene. Mange av de største leverandørene opererer også i et internasjonalt marked, et marked som øker i omfang og geografisk utbredelse. Både leverandører som i hovedsak opererer i det norske markedet og de som eksporterer, blir påvirket av internasjonale utviklingstrekk og markedstrender. Teknologitvillingen i havbruksnæringen skjer svært raskt i alle deler av verdikjeden og får dermed stor betydning både for oppdrettsselskapene deres leverandører. Siden de er tett koblet, er det naturlig å se dem i sammenheng med hverandre (Winther et al., 2017).

Havbruksnæringen har vært i stor vekst og har hatt gode inntekter i mange år. Dette er noe som gjør næringen attraktiv for leverandører som tradisjonelt har hatt sitt marked i andre næringer. I tillegg ønskes det nye løsninger i havbruksnæringen som krever en annen kompetanse enn den som finnes hos de mer tradisjonelle leverandørene til havbruksnæringen (Winther et al., 2017).

Avl og genetikk

Det nasjonale avlsprogrammet ble utformet til gradvis å inkludere alle viktige økonomiske egenskaper i avlsobjektet (vekst, alder ved kjønnsmodning, sykdomsresistens og kvalitetsegenskaper) ved å bruke en kombinert familie og ikke-familie seleksjons strategi. De ulike avlsprogrammene til stamfiskprodusentene bruker forskjellige familier som er hentet fra ulike elver i Norge. Uavhengig av seleksjonsstrategi og hvordan avlsprogrammet er utformet, er det viktig å sikre og opprettholde en bred genetisk variasjon i stamfiskpopulasjonen for å maksimere en selektiv respons (Thodesen & Gjedrem, 2006).

Nåværende generasjoner av familier i avlsprogrammene er produsert av superior avlskandidater som har blitt selektert basert på deres totale avlsverdi. Denne kombinerer avlsverdien for hver egenskap i avlsobjektet i henhold til dens økonomiske verdi for hele laksenæringen. Noen lakseoppdrettere kan imidlertid plassere viktigheten av egenskapene i avlsobjektet i en annen rekkefølge. Da kan stamfiskprodusentene plukke ut de genetiske egenskapene som de etterspør, som for eksempel laks som er mer resistent mot lakselus og sykdommer. Avlsarbeidet som er blitt gjort har ført til at laks som blir oppdrettet har bedre vekst, høyere fôrutnyttelse, høyere alder ved kjønnsmodning og bedre filetkvalitet. I tillegg har utvalget av gener som har høyere resistens mot virussykdommen infeksjøs pankreas nekrose (IPN) gjort at laksen har høyere motstandskraft mot denne virussykdommen (Thodesen & Gjedrem, 2006).

Fôr

Norsk fiskefôrnæring har gjennomført en intens forskningsinnsats i ulike institusjoner og samarbeidsarenaer for å forbedre fôret. Norske forskningsinstitutter og universiteter som forsker på fôr har derfor høy internasjonal anseelse (Aslesen, 2009). I dag inneholder fôret rundt 70 prosent av vegetabiliske ingredienser, mens cirka 30 prosent kommer fra marine råvarer som fiskemel og fiskeolje (Laksefakta, 2021). For å unngå overfiske av villfisk har andelen fiskemel og fiskeolje i fôret gått drastisk ned, og det har blitt en større andel vegetabiliske ingredienser i fôret. Forskning har gjort at dette kan gjøres uten at det har gått utover fiskevelferd og kvalitet på laksen (Laksefakta, 2021).

Fôr utgjør 50 – 60 % av de totale kostnadene i produksjon av laks og ørret. Det er dermed svært viktig for oppdrettsselskapene å kunne redusere fôrkostnadene for å kunne redusere produksjonskostnaden av laks. Det forskes fortsatt kontinuerlig for å utvikle enda mer effektive fôrsammensetninger. Det er utviklet spesialfôr som er tilpasset de ulike stadier av fiskens utvikling og det forventes at det fremover blir utviklet fôr som er tilpasset de ulike produksjonsmåtene, for eksempel har det i den siste tiden kommet fôr på markedet som er tilpasset vannbåren fôring (Winther et al., 2017).

Norske fiskefôrleverandører har blitt globale aktører, og det er tre dominerende leverandørselskaper: Skretting AS, Ewos AS og Biomar AS, som alle har forskningsansatte og produksjonsfabrikker i Norge. I tillegg har Mowi egen fôrproduksjon i Norge. Laksefôr er hovedproduktet til disse bedriftene (med unntak av Mowi), og deres produkter og tjenester er basert på norsk ekspertise. Fôrselskapene er til stede i alle lakseproduserende land og andre akvakulturland verden over, og de jobber alle med å utvikle tørrfôr også til nye arter.

Fiskehelse

På slutten av 1980-tallet kom det vaksiner på markedet som gjorde at antibiotikaforbruket i lakseoppdrett falt til svært lave nivåer, også sammenlignet med landbruk. All fisk i lakseoppdrett vaksineres nå mot bakteriesykdommene samt at det i de siste årene har kommet vaksiner som også beskytter mot virus som ILA (infeksiøs lakseanemi) og PD (pankreas disease), som er virus som påfører næringen store tap. Vaksinene beskytter effektivt mot sykdom og bidrar på den måten både til lave tap på grunn av sykdom og et svært lavt forbruk av antibiotika (Tveterås et al., 2019).

Fiskehelseprogrammet støttet utviklingen av effektive vaksinasjonsprosedyrer og banet vei for samarbeid mellom viktige aktører i innovasjonssystemet til akvakultur. I dag er vaksinasjonsprogrammer og andre fiskehelsesystemer godt etablert i Norge. Viktige bidrag til disse nyvinningene har kommet fra Veterinærinstituttet og Norges fiskerihøgskole (Aslesen, 2009).

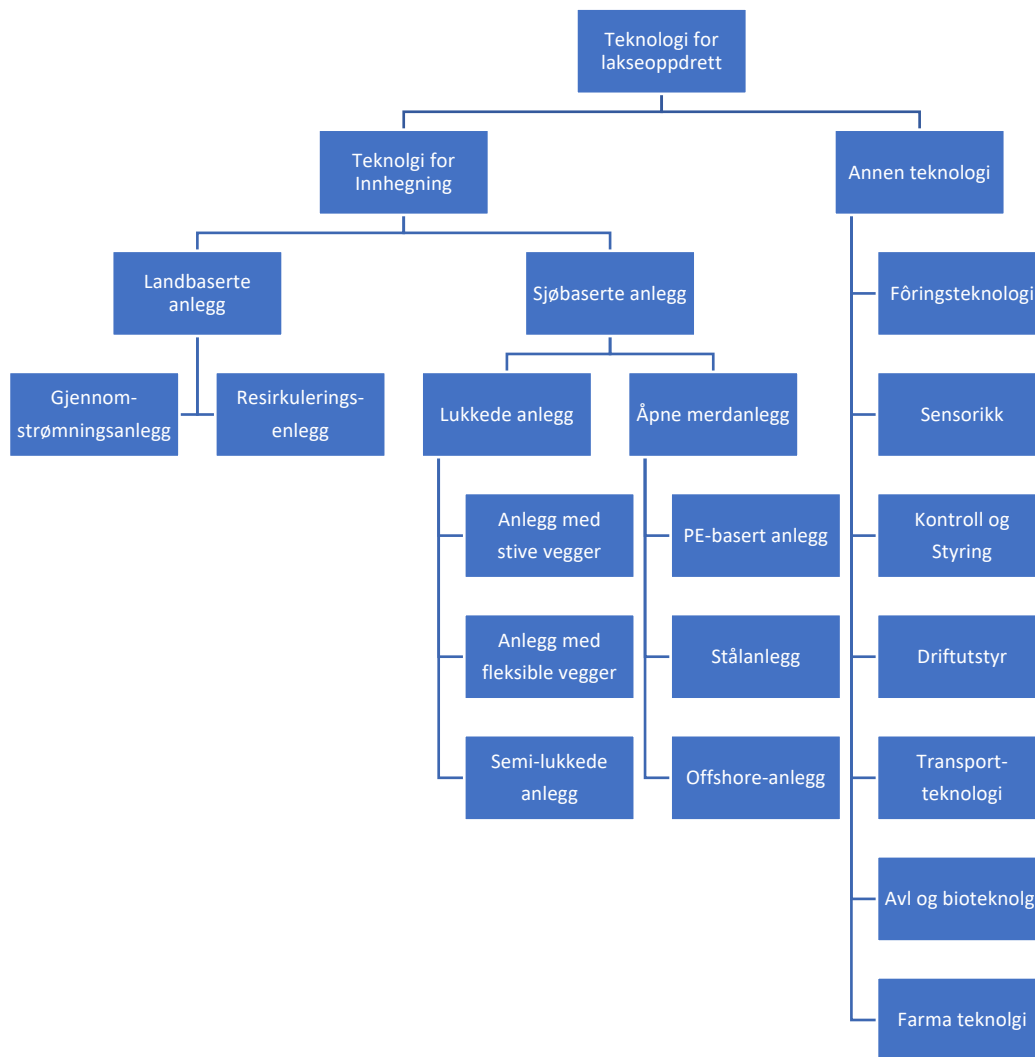
Samtidig har man siden oppstarten av norsk lakseoppdrett hatt problemer med lakselus, noe som fortsatt er den største utfordringen til næringen, både for fiskehelse og økonomisk for bedriftene.

Oppdrettsteknologi

Innovasjoner som omhandler teknologi i matfiskproduksjonen av havbruksnæringen er sensorteknologi, ulike typer luseskjørt, oksygentilsetning i merd, digitalisering av produksjonsprosessen, samt merder som er rømmingssikre. Det er også utviklet teknologi innen utfôring på lokaliteter som fôrspreder, undervannsfôring og undervannskamera. Automatisk utfôring og kontroll av utfôring har gjort driften mer effektiv og kostnadsbesparende. Digitalisering og robotisering av produksjonsprosesser og overvåking av miljø og fisk er delvis drevet av økte krav fra myndighetene. Avanserte systemer for overvåking, forebygging og behandling av lus skal redusere problemene knyttet til lus. Eksempler er lusevarsling, luse laser, individkontroll og automatiserte lusetellinger (Tveterås et al., 2019; Lilleng, 2020).

Arbeidsbåter og servicebåter har grunnet mer eksponerte lokaliteter blitt større og mer mekaniserte, samt at el og hybride arbeidsbåter har blitt populære. Brønnbåter har blitt større og fått flere nytteområder og har bedre kapasitet og god kontroll slik at fisk alltid har optimale forhold. Dessuten er det blitt utviklet avlusingsfôrtøy med ulik teknologi for å avluse laksen. Det har også blitt utviklet fôrflåter som er fast forankret på lokalitetene, med utstyr for fôring, generatorer for strøm (der det ikke er landstrøm), hybridflåter, dødfiskhåndtering og oppholdsrom for ansatte på lokalitet.

Figur 4.4 viser en oversikt over teknologi for lakseoppdrett. Næringen bruker en rekke teknologier fra smoltproduksjon til slakting av fisk. Denne teknologien kan grovt sett deles inn i to hovedgrupper. Den venstre grenen i figuren viser teknologien for innhegning av laks. Den høyre grenen viser annen teknologi som brukes i de ulike fasene av lakseproduksjonen (Teknologirådet, 2012).



Figur 4.4: Oversikt over teknologi for lakseoppdrett (Teknologirådet, 2012).

Selv om det har kommet mange ulike teknologiske innovasjoner, er prinsippene for produksjon stort sett det samme, altså produksjon i åpne merder langs norskekysten. I havbruk representerer lus, sykdom, rømning, og utslipp utfordringer for videre vekst, noe som har gjort at volumene i lakseproduksjon mer eller mindre har stagnert siden 2012 (Tveterås, 2019). Grunnen er at norske myndigheter stiller strengere krav til næringen og ønsker seg mer miljørettet innovasjon (Vormedal et al., 2019). En betydelig produksjonsvekst i havbruk vil kreve økt kontroll med disse utfordringene. Økt verdiskaping i sjømatnæringene forutsetter derfor betydelige investeringer i teknologi som gir mindre utslipp til miljøet. Myndighetene har lagt føringer gjennom ulike reguleringsregimer, og de siste årene har innovasjonstakten økt betraktelig, spesielt på grunn av utlysningen av utviklingstillatelser som kom i 2015. Dette har gjort at det har blitt et tydelig veiskille i oppdrett. I dag er det flere radikale

innovasjoner under utvikling, slik som subseasanlegg, landbaserte anlegg (RAS-anlegg), semi-lukket produksjon i sjø og eksponerte offshoreanlegg (Lilleng, 2020). Det investeres i større settefiskanlegg med RAS og i forskning og innovasjon knyttet til utviklingstillatelsene (Tveterås et al., 2019).

Ved bruk av åpne merder har produksjonskostnadene tradisjonelt vært lave. Men de har over tid steget betydelig som følge av økte fôr- og lusekostnader. Lusekostnadene i seg selv ble firedoblet mellom 2011 og 2016, og den gjennomsnittlige produksjonskostnaden ligger nå på rundt 37,5 kr/kg (Vormedal et al., 2019). Produksjonskostnadene til de alternative teknologiene som har kommet på banen de siste årene er mer ukjent, da mange av dem ennå er i en eksperimentell testfase. Fremtiden vil vise hvilke teknologier som er mest lønnsomme, hvilke produksjonsformer som vil dominere og om Norge fortsetter å være en verdensledende lakseoppdrettsnasjon.

4.3 Koblinger mellom petroleumsnæring og oppdrettsnæring i de siste årene

Fra midten av 1970-tallet og frem til i dag har petroleumssektoren tilført betydelige inntekter til den norske staten. Etter 2000 og fram til 2014 var disse inntektene ekstraordinært store. I 2014 stupte oljeprisen, og man så en oljekrise komme (Steinset, 2017). I etterkant av oljeprisfallet i 2014 reduserte operatørene sine kostnader betydelig. Investeringsaktiviteten opplevde et kraftig fall, noe som gjorde at mange av leverandørbedriftene til petroleumsnæringen måtte omstille seg til andre næringer (Basso et al., 2020).

Ifølge rapporten «Omstilling i petroleumssektoren» som er laget av MENON (Basso et al., 2020), er det grunn til å anta at petroleumsleverandørene vil øke sin omsetning innen andre næringer enn olje og gass i årene framover. Flere av disse bedriftene har gjort investeringer i kunnskap og teknologi som øker deres mulighet til å levere til andre næringer, og etterspørselen fra blant annet sjømat er voksende (Basso et al., 2020).

Selv om investeringene i offshore olje og gass kommer til å øke de nærmeste årene, forventes det at oljeinvesteringene vil reduseres det kommende tiåret i takt med det grønne skiftet. Norsk økonomi står derfor overfor et vendepunkt der petroleumsnæringen ikke vil ha en like sterk posisjon som i dag i landets økonomi (Basso et al., 2020). Reduksjonen er ventet både

på norsk sokkel og internasjonalt. Det er dermed grunn til å anta at den petroleumsrettede leverandørindustrien vil bli betydelig mer diversifisert (Grünfeld, 2021).

Oppdrettsnæringen har hatt en formidabel vekst siden sin kommersielle oppstart på 1970-tallet og har blitt en betydelig industri. Etter 2012 har veksten i produksjon mer eller mindre stagnert, selv om verdiskapning har fortsatt å øke grunnet høye laksepriser. For at næringen skal kunne vokse er man avhengig av å utvikle ny teknologi, noe petroleumsleverandørene kan være med å bidra til. Det har tradisjonelt vært lite kontakt mellom de to havnæringene, men i de senere årene har man sett en stadig tettere kobling.

I 2015 lanserte myndighetene en ordning med utviklingstillatelse til akvakultur av matfisk av laks, ørret og regnbueørret. Formålet var å legge til rette for utvikling av teknologi som kan bidra til å løse en eller flere av de miljø- og arealutfordringene som akvakulturnæringen står overfor (Fiskeridirektoratet, 2017). Det ble stilt krav om at prosjektene skulle representere betydelig innovasjon og betydelige investeringer. Ordningen var åpen for søknader frem til 17. november 2017. I alt er det nå tildelt 102 utviklingstillatelse til 21 prosjekter, men saksbehandlingen pågår fortsatt, og 30 av til sammen 104 søknader er ennå ikke avklart som følge av en tidkrevende klageprosess (Grünfeld et al., 2021). Gjennom ordningen med utviklingstillatelse la regjeringen til rette for utvikling av ny havbruksteknologi, inklusive teknologi som egner seg bedre for virksomhet på mer eksponerte lokaliteter. Teknologien som blir utviklet i prosjektene skal deles og komme næringen til gode (Regjeringen, 2018).

Utviklingstillatelsene gir aktørene som mottar dem en risikoavlastning. Utviklingstillatelsene i seg selv er gratis, og man får et vederlag på 10 millioner kroner hvis man får konvertert utviklingstillatelsen til en vanlig tillatelse. Det er ikke stilt som krav at teknologien skal være vellykket og benyttes videre. Det er nok at prosjektet gjennomføres i tråd med målkriteriene som er satt. Siden en vanlig tillatelse i dag koster rundt 150-200 millioner kroner (Fiskeridirektoratet, 2017), vil en bedrift som mottar ti tillatelse i realiteten innkassere 1,5 – 2 milliarder kroner. Da vil prosjektkostnaden og lønnsomhet i produksjonssykluser avgjøre hvor lønnsomt prosjektet har vært.

Tillatelsene har vært meget relevante for utvikling av løsninger for oppdrett i mer eksponerte lokaliteter og til havs, selv om det også er utviklingsprosjekt som ikke er rettet mot offshore/havbruk til havs (Grünfeld et al., 2021). Med «offshore havbruk» eller «havbruk til havs» menes havbruksinstallasjoner som kan brukes lengre ut enn hva som er vanlig i dagens

havbruksvirksomhet. Havbruk til havs eller «offshore havbruk» er ikke et etablert begrep med en konkret avgrensning mot tradisjonelt oppdrett. Slike installasjoner kan ha eget fremdriftsmaskineri, slepes mellom ulike lokaliteter eller ligge stasjonært. De kan ha ulikt behov for bemanning og drift og variere i både størrelse og konstruksjon for øvrig (Regjeringen, 2018). «Offshore oppdrett» gjør at områdene for å drive med lakseoppdrett blir større. Om dette vil ta av er avhengig av om det settes av tilstrekkelig med områder/tillatelser, tilfredsstillende teknologisk og biologisk ytelse og om det er lønnsomt for selskap å investere i (Misund et.al., 2019).

Det å drive oppdrett på eksponerte lokaliteter og til havs har mange likhetstrekk med andre maritime operasjoner. Da er det normalt at man ser på og benytter konsepter og kompetanse som petroleum- og maritim næring har. Størrelsen og graden av radikal innovasjon i utviklingsprosjektene ligger tett opp til arbeidsform og teknologikrav som petroleum og maritim leverandørindustri er godt kjent med. Det gjør at det blir lettere og attraktivt å styrke den petroleumsrelaterte leverandørindustriens fokus mot teknologiutvikling og teknologioverføring til havbruk (Grünfeld et al., 2021).

Utlysningen av utviklingstillatelsene var altså særdeles gunstig for leverandørindustrien til petroleumsnæringen som så etter andre næringer å gå inn i med preg av grønn omstilling. Utviklingsprosjektene er mer avanserte enn tradisjonell oppdrettsteknologi, og havbruksnæringen ble derfor nødt til å se seg om etter leverandører med kompetanse og erfaringer fra utvikling, bygging og drift av store konstruksjoner langt til havs.

Ordningen med utviklingskonsesjoner bidro på denne måten til å drive frem et utstrakt samarbeid mellom oppdrettsaktører og teknologileverandører. Samarbeidskonstellasjonene har inkludert et vidt spekter av kunnskapsleverandører, fra forskingsinstitusjoner som Sintef Ocean til leverandører til petroleumsnæringen som Aker Solutions, Aibel, Sevan Marine og National Oilwell Varco. Ingeniørselskaper som DNV GL, Global maritime og Kongsberg Maritime har vært involvert i flere av prosjektene. Også andre selskaper som er tungt inne i petroleumsindustrien eller i den maritime sektoren har deltatt i utviklingen av konseptene. Man kan si at denne ordningen satte i gang en omstilling fra petroleumsvirksomhet til havbruk for leverandørene i petroleumsnæringen, da de fleste av konseptene gjennom utviklingstillatelse innebærer teknologisamarbeid mellom oppdrettsbedrifter og selskaper eller personer med bakgrunn fra petroleumsnæringen. Ordningen har således ført til en

kompetanse- og teknologioverføring og gjort det mulig for teknologibedrifter fra andre næringer å etablere et tett samarbeid med havbruksbedrifter (Misund et al, 2019).

Nåværende fargelegging av produksjonsområdene i henhold til trafikklyssystemet gir en årlig vekst på ca. 1,5%, langt lavere enn veksttakten historisk, og den er langt unna politikernes vekstambisjoner som innebærer doubling av oppdrettsproduksjonen frem mot 2030 og femdobling til 2050 (Tveterås et al, 2019; Blomgren et al., 2019). En så stor vekst vil være veldig krevende med dagens oppdrettsteknologi. En årlig økning på 5% må til for å nå målene. Det er et mulig scenario, men det vil kreve at miljøutfordringene i oppdrettsnæringen reduseres. I dag er det ennå ikke dokumentert alternativ oppdrettsteknologi (Offshore havbruk, lukkede merder, landbasert oppdrett etc.) som er økonomisk bærekraftig. Ytterligere forskning og utvikling vil være avgjørende for å kunne gjøre ny teknologi lønnsom.

«Et skifte mot ny teknologi vil derfor ikke bare innebære investeringer i teknologien slik som vi ser eksempler på i dag, men vil også kreve et betydelig FoU-løft for å gjøre teknologiene bedriftsøkonomisk lønnsomme" (Tveterås et al, 2019).

I boken «Et kunnskapsbasert Norge» (Reve & Sasson, 2010) fremheves sjømatnæringen og petroleumsbasert næringsliv som to av tre globale superklynger. I det ligger det at sjømatnæringen og petroleumsbasert næringsliv er to av få næringer hvor Norge sitter på et globalt ledende kunnskapsmiljø. Da blir det spennende å se hvordan disse to superklyngene klarer å skape synergier når det nå i senere tid er blitt en kobling mellom de to næringene. Dette er en meget god forutsetning for å være ledende i verden innenfor teknologi som kan gjøre det mulig å drive havbruk i helt nye havområder. Den tredje superklyngen i Norge er maritim sektor, som det også har vært aktører fra i utviklingen av de nye oppdrettskonseptene, og da spesielt «offshore havbruk». Samlet lokalisering av relaterte produksjonsaktiviteter og institusjoner kan være med å gi positive eksterne virkninger til bedriftene i form av f.eks. kunnskapsoverføring, teknologioverføring og markeder for spesialiserte, høyproduktive innsatsfaktorer. Disse positive eksterne virkningene kan løfte innovasjonsgraden, produktiviteten og konkurranseevnen til bedriftene i klyngen (Tveterås et al, 2019).

Havbruksnæringens næringsmiljøer har en styrke med de internasjonale klyngene som NCE Aquatech Cluster og NCE Seafood Innovation Cluster. Disse klyngene er et samarbeid mellom ledende bedrifter i næringen, leverandører og utdannings- og forskningsinstitusjoner.

Det kan hevdes at klyngene er utviklet for å videreutvikle eksisterende havbruksnæring og ikke utforske nye næringsmuligheter. Til tross for det har klyngene vist seg å fungere som drivere for innovasjon, spesielt da oljeprisen falt i 2014. Da satte klyngene i gang nye samarbeid for teknologioverføring mellom petroleumsnæringen og havbruk. Erfaringene fra et annet pilotprosjekt for samarbeid mellom klyngene understreket behovet for å legge til rette for langsiktig samarbeid og felles kompetanseutvikling (Regjeringen, 2018).

Etableringen av havbruk til havs gir både forvaltningen og lakseoppdretterne en mulighet til å starte med blanke ark. Det er da særdeles viktig å legge til rette for best mulig produksjonsstruktur fra start. Likevel er etablering av akvakultur til havs er banebrytende arbeid, og det vil være grenser for hvor mye man kan vite før prosjektene har blitt utprøvd. Det åpne merdsystemet som dominerer i havbruk i dag og har gjort det siden 1970-tallet har vist seg å være svært kostnadseffektivt og konkurransedyktig. Det som vil være avgjørende for hvilken teknologi og driftsmetode man vil benytte i fremtiden, er først og fremst produksjonskostnadene (Regjeringen, 2018).

Havbruksnæringen i Norge er i en posisjon til å kunne lede an i innovasjoner som reduserer de biologiske og miljømessige problemene som må begrenses for å få til en videre vekst i næringen. Denne posisjonen er skapt ved at næringen har den nasjonale klyngen av ledende kunnskapsmiljøer og kapitalmiljøer i og rundt næringen som kan investere i forskning og innovasjon. Disse innovasjonene vil hele tiden være tilgjengelige for produsenter i andre land. Det er alltid et kappløp om å være først til å innovere og utnytte ny kunnskap og teknologi (Tveterås et al., 2019). Det kan også godt være at andre land vil følge etter Norge i utviklingen av teknologi. Norge er verdensledende i havrommet, og i havbrukssammenheng blir Norge ofte kalt «Silicon Valley of the Sea» (Misund, 2019). De komplekse utfordringene gir enorme muligheter for vekst også i leverandørenes eksport av kunnskapsintensive investeringsvarer og tjenester. Andre land som ikke har like sterk kunnskapsbase og like gode rammebetingelser vil ha problemer med å ta igjen Norges forsprang. Da må næringen ha gode politiske rammebetingelser (Tveterås et al., 2019). For å beholde denne posisjonen kan man ikke sitte på gjerdet og vente.

For de nye anleggene med teknologi til å produsere lengre ut til havs kan det være vanskelig å se at produksjonskostnadene vil reduseres sammenlignet med tradisjonelle, åpne merder da det er mer krevende produksjonsforhold, og det er usikkert om det fortsatt er et mulig avlusingsbehov (Vormedal et al., 2019). Men de stigende lusekostnadene ved tradisjonelle,

åpne merder som man har sett de siste årene, støtter opp om at de nye utviklingsprosjektene kan bli konkurransedyktige. Spørsmålet er om den skyhøye oppstartsprisen for «offshoreanlegg» blir lav nok. For eksempel er investeringskostnadene til Salmar/Mariculture på rundt 1450 millioner kroner, Nordlaks sin Havfarm 1 på 960 millioner kroner og Salmar sin Ocean Farm på 690 millioner kroner. Til sammenligning har en lokalitet med 10 tradisjonelle åpne merder en investeringskostnad på rundt 80 millioner kroner, dette uten kostnadene for tillatelser. Offshoreanleggene krever enorme investeringer og vil bli enda dyrere hvis de skal tas i bruk i ordinær matfiskproduksjon uten generøse subsidier (Vormedal et al., 2019).

Utbygging av «offshore havbruk» krever et høyt antall tillatelser. Med la oss si en markedsverdi på 150 millioner kroner per tillatelse, utgjør det investeringsutgifter på mange hundre millioner kroner (Vormedal et al., 2019), noe som vil kreve enorme økonomiske muskler, om ikke kostnadene reduseres etter pilot-fasen for prosjektene, eller at det etableres et eget konsesjonsregime for tillatelser til «offshore havbruk» som gjør det attraktivt å satse på for bedriftene.

Tre av utviklingsprosjektene som er under kategorien «offshore havbruk», Salmars Ocean farm, Nordlaks sitt produksjonsfartøy Havfarm 1 og Norway Royal Salmons Arctic Offshore Farming, ligger imidlertid fortsatt i kystfarvann, innenfor grunnlinjen. Den første søknaden for en produksjonsenhet utenfor grunnlinjen er allerede mottatt, og regjeringen har tatt signalene og utarbeidet et utkast til hvordan havområdene utenfor grunnlinjen + én nautisk mil kan forvaltes. Løsningen ser ut til å være forholdsvis lik den som har vært praktisert i petroleumssektoren, med arealblokker som auksjoneres i de mest lovende områdene der staten har eneansvar for tildeling og forvaltning. Det gjenstår imidlertid mye før denne ordningen kan tas i bruk og man har et klart regelverk for lakseproduksjon utenfor Norges grunnlinje. Og ikke minst når det gjelder koordinering av andre offshore-interesser, som fiskeri, petroleumsvirksomhet og den nye havvindsektoren (Hersoug, 2022).

Til syvende og sist er det kostnadene og investeringsviljen som avgjør om en ny produksjonsform blir «flyvedyktig» eller ikke (Vormedal et al., 2019).

Kapittel 5: Arctic Offshore Farming som case

5.1 Bakgrunn

I november 2015 åpnet Fiskeridirektoratet for at bedrifter kunne søke om utviklingstillatelser for akvakulturanlegg. Dette åpnet muligheten for NRS som hadde et ønske om å utvikle havbruk i mer eksponert areal. For at havbruksnæringen skal utvikle seg og vokse slik myndigheter og næring ønsker er NRS og resten av havbruksnæringen avhengige av å få tilgang til nytt areal (Informant 1, 2022 - NRS).

Ettersom villaksen bruker store deler av livet i havet så ønsket NRS å se på muligheten for å etablere havbruk i de områdene. «*Villaksen er jo bare en kort periode i fjordene eller oppe i elvene, men lever nesten hele livet i havet*» (Informant 1, 2022 – NRS).

NRS sin idé var et eksponert oppdrettsanlegg med tilhørende flåte, bestående av flere store merder som kan romme mer fisk enn i tradisjonelt oppdrett, og mulighet for nedsenking av merder med luftlommer hvor laksen kan fylle svømmeblæren og en tilhørende flåte.

«Hvorfor ha oppdrett rett utenfor vinduet, når man kan produsere utenfor norskekysten og det er bedre miljømessig, og muligens fiskehelsemessig og kvalitetsmessig. Om man skal utenfor grunnlinjen eller ikke vil tiden vise» (Informant 2, 2022 – NRS)

Inspirasjonen var hentet fra en studie som Havforskningsinstituttet hadde gjort med å senke laks under vannoverflaten med luftkupper, der man så at laksen fant luftkuppelen og fylte svømmeblæren sin (Informant 2 og informant 3, 2022 – NRS)

Arctic Offshore Farming merdene er designet for sjøtilstander hvor det ikke eksisterer oppdrettsanlegg i dag. Med å etablere et slikt anlegg til havs ønsker NRS å løse miljø- og arealutfordringene oppdrettsnæringen har i dag, og som har gjort at produksjonsøkningen har stagnert de siste ti årene, med lus, rømminger, miljøforurensing, miljøforhold til laksen og arealtilgang. Dette er et viktig satsningsområde for å igjen få en produksjonsøkning og være med å utvikle næringen. Ambisjonen er å kombinere kunnskap fra havbruksnæringen med offshore ekspertise for å utvikle og sikre bærekraftig vekst for havbruk i Norge.

«Laks er et produkt som er etterspurt over hele verden og norsk laks har et kvalitetsstempel. Grunnet miljøutfordringene de senere årene har produksjonen av laks økt marginalt i forhold til etterspørselen. Med den produksjonsutviklingen som har vært de siste årene, klarer man ikke å møte etterspørselen i markedene»
(Informant 3, 2022 – NRS).

Utdelingen av utviklingstillatelser var helt avgjørende for at NRS kunne ta den risikoen som det er å utvikle et offshore havbrukskonsept. Uten risikoavlastningen som utviklingskonsesjonene gir ved at de er gratis og kan konverteres til vanlige konsesjoner mot et mindre vederlag, ville det ikke ha vært løfteevne til å ta et slikt kostbart prosjekt. Ordningen har stimulert til teknologiutvikling i havbruksnæringen både for offshoreanlegg og semi-lukkede anlegg. (Informant 1, 2022 – NRS)

5.2 Valg av partnere og konsept

Så snart utlysningen av utviklingstillatelsene ble offentliggjort, søkte NRS mot Aker ASA for å danne et partnerskap for å utvikle offshore oppdrett i stor skala. NRS visste at Aker hadde vært interessert i havbruk og fiskeri tidligere da de forhørte seg om et mulig samarbeid med sikte på å utvikle et akvakulturanlegg i åpent hav. NRS ASA og Aker ASA gikk sammen i et samarbeidspartnerskap, et såkalt «joint venture». Aker ASA er et industrielt investeringsselskap med eierinteresser innen olje og gass, fornybar energi og grønn teknologi, maritime eiendeler, marin bioteknologi og industriell software (Aker ASA, 2022).

Etter felles enighet mellom NRS og Aker ASA henvendte Aker Solutions, som de er medeier i, med spørsmål om de kunne bidra som leverandør og utviklingspartner i prosjektet. I januar 2016 ble Aker Solutions design- og teknologileverandør til Arctic Offshore Farming-prosjektet. Aker Solutions jobbet da for kundene NRS og Aker ASA. Aker ASA hadde god kjennskap til Aker Solutions, som har kjernekompetanse med design, analyse, bygging av offshore konstruksjoner til petroleumsindustrien som skal stå i værharde forhold langt til havs. NRS fikk dermed en ny leverandør med annen kunnskap. (Informant 2; informant 3, 2022 – NRS).

Informant 1 påpeker at Aker Solutions har spilt en helt sentral rolle i alt fra designutvikling og råd underveis til bygging og installasjon. Dette er forhold som NRS har vært helt avhengige av for å kunne overbevise seg selv og tredjeparter om at de bygger noe som er trygt for folk, fisk og utstyr.

Aker Solutions fikk informasjon om at det var et prosjekt som det skulle søkes utviklingstillatelser til. Funksjonsbeskrivelsen gitt fra NRS var klar på at det skulle være utaskjærs og helst noe man kunne gå ut i åpent hav med. Så var det en filosofi om at man ikke ønsket å gjøre som Nordlaks og SalMar og ha veldig mye fisk samlet i en enhet. NRS ville ha mindre enheter med 600 000 fisk, noe som er en betydelig mindre biomasse enn hva som er i de andre «offshore» prosjektene. De ville også ha god avstand mellom enhetene med tanke på vannkvalitet og biosikkerhet. Merdene skulle betjenes av en felles flåte. Det var ønske om nedsenkbare merder med taknett. Målsettingen var å unngå lus ved at den ble plassert under «lakselusbeltet» og at laksen ble skjermet mot de verste bølge- og strømkreftene i overflaten av vannet, men at man samtidig hadde mulighet til å betjene utstyr på merd i nedsenket drift.

Inspirasjon ble her hentet fra forsøket til HI, som nevnt ovenfor. Det var flere alternativer for teknologier for fylling av svømmeblæren til laksen når enheten er i senket tilstand. Ett var å se på snorkelløsning for å få til nedsenking eller en luftkuppel i midten av merden. Men man endte på fire luftlommer i ytterkanter av konstruksjon, fordi det er laksens normale svømmemønster hvor fisken svømmer rundt i merden. Løsningen er med på å ivareta fiskevelferden ved å sikre luft til laksen slik at den kan fylle svømmeblæren uten at konstruksjonen må heves.

Konstruksjonene måtte være tilrettelagt for drift og operasjoner, føring og generelle krav. Dette med dobbel not var noe som ble foreslått i innledningsfase. Spørsmålet var om dette kunne være mulig med en slik konstruksjon. Det var en idédugnad mellom NRS og Aker Solutions for å få utarbeidet konseptet. Noen krav til konstruksjon og funksjonalitet kom fra Aker Solutions og noen fra NRS. Aker Solutions skrev så en funksjonsspesifikasjon der de konkretiserte det som var ønsket av krav fra NRS. De gikk også gjennom hva som sto i regelverket og fikk alt samlet i ett dokument.

Så satte Aker Solutions i gang en stor idemyldring internt, uten å se for mye på funksjonskravene som var gitt fra NRS. De tok med at det skulle være eksponert og til havs, men at alt annet skulle være litt fritt. Da kom det frem løsninger som kanskje ikke var så

gode, men som kunne være til inspirasjon for andre løsninger som kunne tilfredsstille målet (Informant 4, 2022 – Aker Solutions).

Aker Solutions tegnet ut et sted mellom 50-60 konsepter, der noen var veldig like. Så plukket man ut de konseptene som virket mest fornuftige. Da sto det 10-12 igjen som det kunne være grunn til å gå videre med. Deretter dimensjonerte de slik at de fikk en stålvekt og hvor mye fisk en slik enhet kunne romme. Da så man noen ting som begynte å bli bedre enn andre. Etter dette tok de frem funksjonskravene som de hadde blitt enige med NRS om og så på hvilket av konseptene som passet best. Så gjaldt det å få ting til å fungere sammen (Informant 4, 2022 – Aker Solutions).

Resultatet av denne prosessen ble modnet, og man fikk et konsept. Siden det nå var blitt noe mer håndfast, kom NRS inn i bildet. Nå dreide det seg om å bearbeide og presentere prosjektet slik at det var noe man kunne fremme som en søknad om utviklingstillatelse. Aker Solutions kom med ulike forslag, så tikket NRS av boksene for de funksjonelle og designmessige kravene som de så etter. Dermed ble hoveddesignet valgt, og det er en variant av det som nå er Arctic Offshore Farming (AOF) (Informant 4, 2022 – Aker Solutions).

Neste steg var å se på hva man kan ha ombord på merder og flåte av utstyr og hvilken funksjonalitet man trenger. Aker Solutions ga en anbefaling, med felles beslutning mellom Aker, Aker Solutions og NRS. Personer fra NRS med driftserfaring var inne spesielt for å gi en vurdering av hva man trodde kunne fungere eller om man måtte finne på noe annet. Til slutt kom partene frem til et konsept som man mente var modent nok til at det kunne søkes om utviklingstillatelse.

«Utarbeidelsen av konseptet gikk raskt, da vi hadde erfarne ingeniører på prosjektet som hadde godt samarbeid mellom seg og med NRS». (Informant 4, 2022 – Aker Solutions)

I januar 2016 startet utarbeidelsen av designet. Konseptet ble designet i løpet av en måned, og etter det ble det brukt en måned på skriving av søknad og dokumentasjon. Søknad om utviklingstillatelse ble sendt inn i midten av mars 2016. I søknaden til Fiskeridirektoratet ble det søkt om 16 utviklingstillatelse. Konseptet omfattet fire nedsenkbare stålmerder som hver skulle romme 2990 tonn MTB (maksimal tillatt biomasse) med laks, med tilhørende flåte for å håndtere dødfisk, kommunikasjon mellom merder, fôr og tilførsel av strøm. En av

informantene fra NRS sier at konseptet ivaretok funksjonsbeskrivelsen som NRS hadde gitt til Aker Solutions, og NRS beskriver denne funksjonaliteten av anlegget som avgjørende for å få utviklingstillatelsene (Informant 2, 2022-NRS).

Etter to års behandling i Fiskeridirektoratet fikk Arctic Offshore Farming-prosjektet i 2018 tilsagn om syv tillatelser på 780 tonn MTB og en tillatelse på 530 tonn MTB, totalt 5990 tonn MTB. Tillatelsene gikk på at man skulle ha to merder der hver merd skulle romme 2995 tonn MTB, med maksimum 600 000 fisk i hver merd. Myndighetenes begrunnelse for halveringen av tillatelsene det var søkt om, var at skalaen i prosjektet ble for stor. Da ble prosjektet for lite til at Aker ASA ville satse videre, og de trakk seg ut av samarbeidet med NRS. NRS var imidlertid komfortabel med å ta prosjektet videre på egen hånd med det tilsagnet som man hadde fått. Deretter ble det jobbet med å designe to AOF-merder med Aker Solutions som teknologileverandør (Informant 2, 2022 – NRS).

Før tillatelsene kunne bli innvilget, måtte NRS legge fram målkriterier som tilfredsstilte de kravene som Direktoratet hadde lagt frem. Aker Solutions hjalp NRS med å få finne fornuftige og gjennomførbare kriterier, og da dette var på plass ble tillatelsene innvilget. (Informant 4, 2022 – Aker Solutions)

Etter at utviklingstillatelsene var gitt, gikk prosjektet over til en feedfase (forprosjekt). Nå var prosjektet halvert i størrelsen, og man måtte derfor begynne med å omdefinere prosjektet og legge inn både Fiskeridirektoratets endringer og den utviklingen som det i mellomtiden hadde vært på utstysfronten. NRS var også i kontakt med myndighetene om mulige lokaliteter (Informant 4, 2022 – Aker Solutions).

Konseptet ble konkretisert i feedfasen, og deretter var det bare rom for endringer hvis det var ytterst nødvendig. Grunnkonseptet som ble til før man fikk utviklingstillatelsene var ment å tåle bølgekrefter opp til Hs 15m (signifikant bølgehøyde), mens det nå i ferdigproduksjonen ble designet for Hs 6,5m. At det ferdige designet tåler mindre bølgekrefter enn hva grunnkonseptet skulle tåle skyldes at lokalitetene som til slutt ble aktuelle ligger nærmere land enn det først var planlagt for (Informant 4, 2022 – Aker Solutions; Informant 2, 2022 – NRS).

I løpet av feedfasen ble det gjennomført en modelltest i Frankrike. Denne var med på å gi trygghet for at konstruksjonen, med luftlommer og med dobbel not, ville fungere. Det ble

testet med enkel, dobbel og uten not for å se hva not hadde å si for konstruksjonen (Informant 1, 2022 – NRS). Luftlommene var en usikkerhetsfaktor, og i modelltesten målte man trykket i luftlommene, noe som gjorde at man så hvordan luftlommene skulle utformes, og hvor mye luft som forsvant under mye bevegelser i sjøen. Modelltesten var svært viktig for valg av endelig design. Dobbelt not var usikkert frem til dette punktet, og design på innfesting av ytternot skulle ha vært på plass i feedfasen, men det var ikke på plass før etter at driftsleder i AOF kom inn i bildet etter feedfasen (Informant 4, 2022 – Aker Solutions).

For Aker Solutions var dette med not det viktigste grensesnittet i prosjektet, og det skapte ekstra behov for utvikling og kvalifisering. Her ble det gjort flere små endringer helt inn i byggefasen. Lokaliteten til AOF-anlegget ble heller ikke avklart før ganske seint i prosjektet. Planlagt lokalitet var først Ytre Øyfjord, men i november 2019 ble det klart at anlegget skulle ligge på lokaliteten Fellesholmen, som ligger lengre ut til havs og er betraktelig mer værutsatt enn Ytre Øyfjord. Det gjorde at man igjen måtte forsterke og endre design på anlegget. Blant annet måtte TNS (top-net-support) som bidrar til å holde oppe taknettet over merden, forsterket da den ikke tålte kreftene når man skulle lengre ut til havs. Det var også nødvendig å forsterke og endre kjettingstopperne til fortøyning av merdene.

«Selv om funksjonsbeskrivelsen gjengir mye av det som er gjort i dag har det likevel vært betydelige endringer underveis» (Informant 1, 2022 – NRS).

Sentrale utviklingspartnere i konseptet.

Aker Solutions og deres rolle i utformingen av konseptet er allerede nevnt, men det er også andre leverandører som har fungert som utviklingspartnere og spilt en sentral rolle i prosjektet. I det følgende vil jeg ta for meg de tre viktigste partnerne.

Aker Solutions

Aker Solutions har hatt ansvar for design, konseptutvikling, prosjektering, innkjøp og systemintegrering i prosjektet. Dette er det største havbruksprosjektet Aker Solutions har hatt, men det beskrives som et forholdsvis lite prosjekt i forhold til mange av selskapets petroleumslieferanser. For Aker Solutions har prosjekteringen i feed- og basic engineering-fasene vært viktigst. Etter hvert går prosjekteringen over til verft og senere drift som tar over rollene. (Informant 4, 2022 – Aker Solutions)

Aker Solutions kjente i utgangspunktet ikke til mange leverandører i havbruksnæringen, og NRS hadde heller ikke full kjennskap til alle de nye havbruksleverandørene. Det ble stadig introdusert ny teknologi i form av kameraløsninger, metoder for behandling av lus etc. Det var derfor et samarbeid mellom Aker Solutions og NRS om å finne leverandører. I forkant av prosjekteringen prøvde man å komme i kontakt med aktuelle leverandører. I medieomtaler av prosjektet ble det nevnt at bedrifter kunne melde sin interesse. NRS og Aker Solutions ba også ulike klynger om å sende henvendelser til sine bedrifter. I 2016 kjørte de en uke med speed-dating med aktuelle leverandører. Der kom de i god kontakt med mange. De fikk en grov screening av hvem som kunne være mulige leverandører av ulike komponenter, og de fikk flere innspill når det gjaldt de forskjellige delene av prosjektet. Det gjaldt for eksempel kameraløsninger og fôringssystem. Vannfôring var et tema fra starten av i prosjektet, men NRS og Aker Solutions følte at teknologien ikke var godt nok utprøvd ennå. I søknaden som ble sendt til Fiskeridirektoratet i 2016, ble det derfor lagt opp til lufttransport av fôr. I årene fra 2016 til 2018 gikk man imidlertid fra den oppfatningen at vannfôringssystem ikke var modent nok til at det var det man skulle gå for (Informant 4, 2022 – Aker Solutions).

Aker Solutions hadde størst grensesnitt i design mot Mørenot (not) og Akvagroup (flåte). Den opprinnelige flåtekontrakten var med Vard, men den ble byttet til Akvagroup. Mørenot og Vard kom dermed inn i feedfasen, mens Akvagroup kom inn så sent som i januar 2019. *«Der hvor man har grensesnitt mot andre leverandører i prosjektet, sørger Aker Solutions for at det er noen som har ansvaret for dette grensesnittet og skal håndtere det racet. Dette er måten vi gjør det i alle typer prosjekter».* (Informant 4, 2022 – Aker Solutions)

«Der hvor man har grensesnitt mot andre leverandører i prosjektet, sørget Aker Solutions for at det er noen som har ansvar for det grensesnittet og skal håndtere racet mot det grensesnittet, og det er noe man skal være klar over. Dette er måten vi gjør det i alle typer prosjekter. (Informant 4, 2022 – Aker Solutions)

Aker Solutions var ansvarlig for prosjektering og innkjøp fram til et gitt nivå. For de leverandørene som de besørget innkjøp fra, spesifiserte Aker Solutions hva som skulle kjøpes, gjorde en screening av markedet, valgte leverandør, forhandlet frem kontrakter og fulgte opp leveranser og gjennomføring i forhold til gitt tidsplan.

AKVAgrouP

Akvagroup har stått for design og konstruksjon av flåte til prosjektet. Det var først tenkt en stor flåte som var i stand til å tåle bølgekraftene langt ute til havs, på størrelse med en stor båt. Men etter at man fikk utviklingstillatelsene og det ble klart at lokasjonen for anlegget ville bli i et litt mindre værhardt område enn først tenkt, ble det valgt en mer vanlig stor flåte med tilpasset skrog for tøffere forhold enn tradisjonelt oppdrett. Da Vard ikke klarte å levere det som ble etterspurt, ble Akvagroup valgt som flåteleverandør.

Anlegget kontrolleres og styres fra en felles fôr- og serviceflåte. Informant 2 sier: «*Akvagroup har vært viktig for prosjektet. Flåten er hjertet til anlegget og bør nevnes like mye som merdene*». Underveis ble det ordnet en pilotflåte for å teste vannbåren fôring, og Akvagroup har bidratt mye i teknologiutviklingen for å kunne drifte en slik flåte. En fôr- og serviceflåte med tilsvarende kombinasjon av egenskaper er ikke tidligere levert i oppdrettsbransjen. Det er den første flåten som er designet for å ta inn fôrslangene, dødfiskslanger, strøm og kommunikasjon til merd fra bunn av flåten for å kunne benytte alle sider av flåten til blant annet mottak av fôr. I tillegg er flåten utstyrt med en integrert båtgarasje som kan ta inn båter på opptil 10,5 m i akterenden av flåten. Skroget er designet med V-bunn og baug for $H_s < 6,5$ m, med en lengde på 64,80 m og en bredde på 12 m, spesielt designet for eksponerte lokaliteter (Time, 2020).

Mørenot

Mørenot har vært leverandør for design og konstruksjon av not til prosjektet. Mørenot hadde erfaring fra Ocean Farm 1 til Salmar og ellers lang fartstid i fiskerinæring og oppdrettsnæring (Informant 1, 2022 – NRS). Not-designet hadde vært grei å få til med en enkel not, men det med dobbelt notsystem har komplisert mye, og det har vært mye jobb for å få på plass det med måter å trenge fisk på og andre operasjonelle funksjoner. I prosjektet er det utviklet teknologi for å kunne heve innernoten uten å heve ytternoten når det er nødvendig å kunne trenge fisk ved avlusing eller utslakting og ved opptak av not etter utsett. Det har vært vanskelig og tidkrevende å designe et system for å feste noten til stålet på konstruksjonen (Informant 4, 2022 – Aker Solutions).

Aker Solutions og NRS stilte krav til Mørenot om at dobbel not var noe man skulle ha om det var mulig. Siden planen var å ha 600 000 fisk i en enhet, noe som er 400 000 fisk over det som er tillatt i NYTEK-forskriften, måtte det gjøres noe for å få dispensasjon for et større antall fisk. Det ville være lite lønnsomt å ha bare 200 000 fisk i en så stor og kompleks stålmerd. Da kom dette med dobbel not frem som en løsning som ville gi ekstra sikring mot rømming når man har så mye fisk samlet i en enhet. Dobbelt not var blitt prøvd ut i torskeoppdrett tidligere etter at det oppsto mye rømming med enkel not (Informant 4, 2022 – Aker Solutions).

5.3 Ledelse og gjennomføring av prosjektet

Inndeling av faser i prosjektet:

- Konseptutredning (2018)
- Forprosjekt (FEED) (2018)
- Basic Engineering (2018-2019)
- Tredeparts verifikasjon av designet og Main Scantling Approval (MSA) (2019)
- Invitation To Tender (ITT) til verft og hovedleverandører (1. Desember 2018)
- Detail Engineering/Fabrikasjons-engineering (2019->)
- Fabrikasjon/Konstruksjon av hovedelementene Cages (Tyskland) (2019-2021)
- Fabrikasjon/Konstruksjon av hovedelementene Flåte (Estland og Norge) (2020)
- Sammenstilling og utrustning (Verdal) (2021)
- Pre-commissioning (Verdal) (2021)
- Commissioning, Funksjonstesting og igangkjøring (Fellesholmen) (2021-2022)
(Informant 2, 2022 – NRS).

For NRS sin del så har de satt sammen et lite team gjennom ansettelser og innleie fra maritime og offshorebedrifter for å kunne klare å følge opp og lede denne satsingen. I etterkant ser man at man burde hatt et større team for å ha en god prosjektoppfølgning fra NRS sin side. De ansatte tidlig i 2019 en driftsleder i prosjektet som hadde lang erfaring fra oppdrettsnæringen, og som var bindeledd til leverandørene ved valg av teknologi og tilpasning av teknologien til biologiske krav. I de mest avgjørende fasene har man også hatt med interne fra NRS med erfaring fra oppdrett. Dette har vært viktig i dialogen om utforming

av merder, notsystem og flåte, og for å sikre operabiliteten til anlegget og kunne ta vare på fisken. Kvalitetsledelsen i NRS var inne bildet på det med HMS og fiskehelse etter hvert som det ble aktuelt (Informant 2, 2022 – NRS).

Før bygging av konstruksjonene ble det ansatt et site team med tekniske ingeniører og inspektører som ivaretok kvalitetsoppfølging av anleggssertifikater og produktsertifisering. Da det begynte å gå mot fasen sammenstilling og utrustning på Verdal ble driftsteknikere som skal drifte anlegget ansatt (Informant 2, 2022 – NRS).

«Det har vært viktig med folk fra petroleum med rutine i store prosjekter». (Informant 2, 2022 – NRS)

I forbindelse med prosjektoppfølgingen og oppfølgingen av leverandørene sier Informant 2 som har jobbet med store prosjekter i petroleumsnæringen i en årrekke:

«I et slikt prosjekt bør eiers representanter ha oppfølging mot leverandører. I dette prosjektet har for mye av denne biten blitt gjort av Aker Solutions og andre leverandører, grunnet for få folk i NRS-organisasjonen. Rigging av selve prosjektoppfølgingen skulle det ha vært lagt mer ressurser i. Det samme gjelder prosjektøkonomi, prosjektkontroll, fakturering. Vi har ikke hatt nok ressurser til å være tett nok på leverandører. Det var tungt å få inn en forståelse for hvor viktig det er for å holde oversikt, noe som man er flink til i store petroleumsprosjekter. Dette er viktig lærdom å ta med seg videre til neste prosjekt» (Informant 2, 2022 – NRS).

Ettersom Aker Solutions har vært den mest sentrale utviklingspartneren i prosjektet, med ansvar for design, innkjøp og prosjektering, er det viktig å se på hvordan de har ledet og koordinert prosjektet og hvordan samarbeidet med NRS har vær, sett fra deres side.

Ledelse og koordinering i Aker Solutions.

Aker Solutions har fått brukt sin kjernekompetanse i prosjektet. Det vil si design, analyse, prosjektering og bygging av konstruksjoner som skal fungere under værharde forhold. På det meste hadde de 30 personer inne i prosjektet samtidig (30 ingeniører og en advokat), men ikke alle på fulltid. Over alle prosjektfasene hadde de 50 personer engasjert, og tallet ville ha

vært høyere om man regnet med arbeiderne på veftet i Verdal ved sammenstillingen av merdene. Aker Solutions hadde med flest folk i feed- og basic engineering-fasen. I hovedaktivitetene hadde de en prosjektleder og prosjekteringsleder, engineering manager, en leder for innkjøp og interfacekordinatorer (Informant 4, 2022 – Aker Solutions).

Dialogen med NRS har vært flerdelt. Formell dialog på de nivåene til prosjektleder og management møter, lavere formelt nivå med NRS sitt personell. NRS sine ingeniører har fulgt opp selve prosjekteringen og hatt disiplinise dialoger med de som utførte konstruksjonsarbeidet på verft (Informant 4, 2022 – Aker Solutions).

Aker Solutions brukte til en viss en «stage gate model», som er en velkjent gjennomføringsmodell for prosjekter. Modellen som Aker Solutions har er tilpasset petroleumsprosjekter, og et petroleumsprosjekt styres slik at når du har en gitt mengde med olje og gass som skal produseres, så må fabrikken dimensjoneres etter det, og så kommer konstruksjonen.

Men i AOF-prosjektet var det motsatt. Man har en konstruksjon som skulle holde en gitt mengde med fisk, og som man skulle tilpasse utstyr til. Så det var ikke alt som passet med den vante modellen. Det ble laget en gjennomføringsmodell som tok inn disse trinnene, der det viktigste trinnet var når man skulle ha modnet konseptet nok til en investeringsbeslutning, det vil si trinnet etter feedfasen. Da skal man skal ha vært innom en del ting for å ha redusert risikoen tilstrekkelig

I de forskjellige oljeselskapene gjør de ulike vurderinger når de skal avgjøre om et prosjekt er modent for foren investeringsbeslutning. Det er ikke entydig hva som skal vektlegges, og det kan variere fra prosjekt til prosjekt. Hva er nybrottsarbeid, og hva er en kopi av noe annet? Hvordan er markedsutsiktene? Det kan være risikoreducerende å få satt kontraktene tidlig hvis det er problemer med for eksempel kapasitet (Informant 4, 2022 – Aker Solutions).

I AOF-prosjektet var det to planer i Aker Solutions med forslag til hvordan dette skulle gjøres. De så først på en mer konvensjonell modell som gjør at man må følge de fastlagte trinnene slavisk. Her gjør du prosjekteringen frem til ett trinn, så har du en stopp, tar en investeringsbeslutning, går så videre til design, som gjør at du har et underlag som du kan sende til verft for prising, og så gjør verftet sin jobb. Denne modellen gjør at man får en del

pauser inne i prosjekteringsprosessen, for du må få ferdig underlaget, så må verftet få tid til å sette seg inn i det for å kunne prise, og så skal det forhandles en kontrakt (Informant 4, 2022 – Aker Solutions).

I det andre løpet som ble valgt, lar man disse trinnene gli mer over hverandre. Da må ting gjøres på en annen måte. Da kan ikke verftet prise prosjektet etter ferdige tegninger, og da må du sette ut anbud og ulike ting på en annen måte og bruke andre mekanismer for prising. (Informant 4, 2022 – Aker Solutions)

Det er ikke alle leverandører som har vært med i gjennomføringsmodellen til Aker Solutions. Aker Solutions har bare vært ansvarlig for en del av prosjektet. Ansvarlig for prosjektering fram til et gitt nivå og ansvar for innkjøp for deres leveranser. De leverandørene som de hadde ansvar for innkjøp for spesifiserte Aker Solutions hva som skal kjøpes, forhandle frem kontrakter, å følge opp leveranser og hvordan dette skal gjennomføres i forhold til gitt tidsplan.

Om andre leverandører som ikke har vært med i Aker Solutions sine leveranser og deres gjennomføringsverktøy sier informant fra Aker Solutions:

«Dette går mer mot andre leverandører som man har jobbet parallelt med, Ikke rene innkjøpspakken, så det har vi ikke vært med i. Sann som med Mørenot med notleveranse, som har vært vårt viktigste grensesnitt. Her var det ikke en felles vurdering. De hadde ikke nådd modenhetsnivået som vi trengte når vi avsluttet vår prosjektering. Dette var en utfordring som satte sitt preg på prosjektet videre, noe vi fulgte delvis opp senere» (Informant 4., 2022 – Aker Solutions).

Problemsstillinger som om det er noe som ikke fungerer i designet eller ting som man enda ikke hadde tenkt på, kunne komme fra NRS eller andre leverandører i prosjektet. Typisk var det Aker Solutions som har utredet løsninger på dette i design, og vist frem hva som er konsekvens og fordel og ulemper, med NRS som var med i endelig beslutning av valg (Informant 4, 2022 – Aker Solutions).

Samarbeid i utviklingen av prosjektet

Når informant fra Aker Solutions blir spurt om hvordan samarbeidet med NRS har vært utdyper han:

«En ting er hvilken kultur man kommer fra, men det dreier seg om å få et samarbeidsklima og kontakt på det personlige plan, som noen ganger kan være undervurdert. I den tidlige fasen i 2016 nådde man den fasen at man tør å være direkte ovenfor hverandre og få til å ha uformelle dialoger. Da oppstår det en gjensidig tillit. Det har vært et viktig punkt, ut ifra leverandør-kunde forhold er dette prosjektet litt spesielt hvor det har vært vinn-vinn for begge parter. For Aker Solutions er dette med å utvikle teknologi, skape erfaringer og komme inn i et marked som er viktig, det er ikke AOF prosjektet vi skal tjene penger på. NRS skal betale for det Aker Solutions gjør og den eventuelle risikoen de tar, vi har ingen intensjon om å prøve å maksimere vår fortjeneste i prosjektet, for vi ønsket også at dette prosjektet ville framstå så billig som mulig. Det vil være et fortrinn når vi skal prøve å selge vår kompetanse videre. Vi har sittet på samme side av bordet som NRS, Våre interesse er de samme som NRS, at prosjektet skal bli ferdig, få fisk så fort som mulig, få riktig kvalitet og at det er lav pris. Har vært et felles mål hele veien, aldri opplevd et så felles mål i prosjekt tidligere, hvor det har vært et mer leverandør-kunde forhold (Informant 4,, 2022 – Aker Solutions).

I fra Aker Solutions sin side har de sett samarbeidet mellom NRS og dem som et team, som har hjulpet hverandre med å komme fremover i prosjektet. Aker Solutions har stukket hodet mer fram enn man ville gjort i andre typer prosjekter, hvor man ville holdt det mer ryddig i forhold til kontrakt. For eksempel ser man at det å bistå NRS i kontakt med myndigheter er noe som tjener prosjektet. De prioriterte oppgavene som tjener kunden i prosjektet best mulig. Hadde det vært et annet kunde-leverandør forhold ville man kanskje stått hardt på at de skal kun gjøre det som står i kontrakten (Informant 4, 2022 – Aker Solutions).

Den kjøpe prosessen fra at Aker Solutions ble valgt som leverandør til at konseptet det skulle søkes utviklingstillatelser til var ferdig, begrunner informant fra Aker Solutions slik:

«Det var fordi et fåtall antall folk som dekket nødvendige funksjoner og at man klarte å ha en åpen tone med driftsfolk og ledelse i NRS hvor man kan være veldig direkte i tilbakemeldingen. Da kommer man fort videre, og at man ikke pakker ting inn for mye og hver enkelt finner ut at det her går ikke, så tar det veldig lang tid».

Aker Solutions er ikke en del av Aker ASA, så Aker Solutions forholdte seg til at det var 2 kunder. NRS og Aker skulle søke om utviklingstillatelser og for Aker Solutions var dette en mulighet for å komme inn på et nytt marked og utvikle teknologi. NRS som oppdrettsselskap, Aker Solutions som teknologiselskap, Aker ASA investeringsselskap. Informant fra Aker Solutions tror det at Aker ASA var med i prosjektet fra start har virket betryggende både for NRS og Aker Solutions. NRS er ikke godt vant til å forholde seg til prosjektering og den type selskap, mens Aker Solutions kjenner Aker ASA godt som kunde og vet de vil betale for seg og er ryddig i forhold til kontrakter. Man kommer raskere til en setting hvor man kommer fram til et godt samarbeid.

For å se hvordan NRS har samarbeidet med andre leverandører i prosjektet valgte jeg å intervjuer ABB som har levert elektro, telecom og automasjon til prosjektet og som har lang fartstid i petroleumsnæringen og i tillegg har decerfaring fra tradisjonelt oppdrett innaskjærs.

Informant 5 beskriver at de møter en mye mer lettbeint organisasjon enn store petroleumsaktører. ABB har prøvd å innføre noen grep med prosjekthotell og andre type ting det er vanlig å bruke i store prosjekter, som er bra for å sørge for at alle som skal være informert, blir informert til samme tid og alle er oppdatert på endringer. Det skjer uforutsette ting i petroleum også, kan hende de også må forlate verft før at alt er testet som planlagt. I forhold til hva ABB er vant med innenfor oppdrettsnæringen, mener ABB at NRS har gjort en helt grei jobb. Men NRS er ikke på samme nivå som petroleumsaktører. Dette er kanskje noe som er bra også, at man ikke har dratt med seg alle kostnadene som man har der. Når man møter en kunde i petroleumsnæringen har de flere eksperter med mer dybdekunnskap om de ulike disiplinene. Det gjør at man snakker samme type språk, om det for eksempel er IT-sikkerhet eller elektroforsyning. NRS har hatt Aker Solutions som de har kunnet sparret med underveis i dialogen med ABB. Når det har kommet til endringsforslag eller endring i tidsfrister har ikke NRS hatt nok forståelse om hvor lang tid ting tar eller hvilke undersøkelser som bør gjøres før man tar en avgjørelse. I andre prosjekter møter man en organisasjon med større tyngde, med mer kompetanse innenfor de forskjellige fagområdene (Informant 5, 2022

– ABB). Dette er også noe Informant 2 presiserer når man sier at man har hatt en for liten organisasjon i prosjektet til å følge opp leverandører.

ABB har vært med svært lite i designvalget av konstruksjon, og har måttet tilpasse seg Aker Solutions sitt design av konstruksjonene. For endelig valg av teknologiske løsninger i prosjektet hadde man en periode på 3-4 uker hvor man diskuterte ting i detalj og kost-nytte med driftsleder og ingeniører i NRS. Man fikk en felles forståelse om hva som var kritisk, og om man eventuelt burde velge dyrere komponenter, eller dyrere løsninger. Dette skjedde i 2018, før byggefasen. I mars 2019 ble kontrakten mellom ABB og NRS signert, og bygging av AOF startet sommeren 2019. En måte som de er godt vant med, noe som alle kommer godt ut av og at alle er omforent om hva som skal gjøres. Noe som er likt for hvordan det gjøres i olje- og gass prosjekter. Forstudie om hva som skal leveres, så priser man opp det, så inngår man en kontrakt. AOF et utviklingsprosjekt så man kan ikke bare kopiere noe som er gjort 50 ganger før, da er det veldig viktig at alle er omforent om hva som skal leveres og hvorfor det er valgt ut osv. I ABB har det vært med 20-30 personer i prosjektet, mer eller mindre bare ingeniører og en advokat (Informant 5, 2022 – ABB).

I utviklingen av AOF har de som har sittet i prosjektet har lært utrolig mye. Per idag vet man ikke hvilke konsepter og teknologi som vil lykkes. Man er tidlig i prosessen med utviklingen av teknologi til offshore havbruk. Både Nordlaks og Salmar sine prosjekt er relativt skjermet. Og ingen har vært helt ut i havet enda (Informant 2, 2022 – NRS).

Valg av leverandører

«Det er mange leverandører som har vært valgt. I utgangspunktet ønsket vi å benytte norske leverandører så mye som mulig. Dette siden de har best kunnskap om vårt klima, miljøforhold og at de har en genuin interesse for havbruk» (Informant 1, 2022 – NRS).

Etter man fikk utviklingstillatelsene i 2018 hadde NRS en stor runde med flere hundre leverandører, 2-3 leverandører for hver komponent. Ved for eksempel valg av styringssystemer var ABB, Siemens og Kongsberg valgalternativer. Der hvor man hadde intervju og møter med alle leverandører. Pris, hvilke løsninger og helhet de kunne tilby

var avgjørende for hvilke leverandører som ble valgt. På enkelte komponenter var det kun en leverandør som kunne levere den gitte komponenten. Dette beskrives som en sunn måte for valg av leverandører (Informant 2; Informant 3, 2022 – NRS).

Leverandørene har bidratt mye i teknologiutviklingen med å kunne drifte en slik enhet og en så høyteknologisk flåte, med for eksempel ABB med kontroll-styring, Techano med kranløsninger, chain jacks, løsninger for båthangar, Scana med kjettingstoppere, Mørenot med et unikt notsystem for å nevne noen. Leverandørene har hatt en teknologisk kjempeinteresse og en stor forståelse, noe som har gjort at man har en evne til å komme dit man er i dag. (Informant 2, 2022 – NRS).

Tabell 5.1. Viser hvilke leverandører som har ivaretatt de ulike trinn i prosjektet.

Partnere	Beskrivelse
Norway Royal Salmon	As owner of Arctic Offshore Farming AS
Aker Solutions	Concept development, engineering, procurement
Vard	Feed- and service barge concept development
Mørenot /Aquaknowledge	Fish net systems
DNV GL	3rd party verification
Aquastructures	3rd party verification, product certification of NRS (cages) and System certificate
Stogda	As sub-supplier under the Yard contract
ABB	EICT engineering, equipment, installation and cage Environmental Monitoring System
AKVA Group	Feed- and service barge delivery/MOB boat, Subsea Fish Welfare Lighting System
Fosen Seafarm Constructiom	Yard contract
Techano	Net Winches and linear jack winches
BKS	Piping Contractor
Bukser Berging + Frøy + Diverse	Marine Operations (surface) & Subsea operations
Elpro	E&IT Contrcator
Isurvey	Positioning and Survey Services

Bukser Berging	Towing of cages (from Verdal to site)
Norway Royal Salmon	Commisioning
TESS	Subsea Cables and subsea Hoses
Thelma Biotel	Individual Fish Monitoring
Scana Offshore	Fairlead Chain Stopper
Viciney	Anchor and Chain Systems
Løvold	Barge mooring system incl. anchors
Kaeser	Air Compressors
Turoteknikk	Miscellaneous Pumps
Peak Marine Tech	Mort Collection System
TBA	Net Cleaner, ROV and delousing Package

Tabell 5.1. Leverandører som har ivaretatt de ulike trinn i prosjektet (Informant 2, 2022 – NRS).

Den aller største kostnaden knyttet til leverandører er de som har erfaring og kompetanse fra petroleumsnæringen, med ett røfflig estimat på kostnader på ca. 80-20%, 80% petroleumsbaserte og 20% oppdrettsbaserte leverandører. De største kostnadene ligger på design, bygging av merd og installasjon, noe man ser i tabell 5.1 er gjort av leverandører med erfaring fra petroleumsnæringen (Informant 2, 2022 – NRS).

Informanter fra NRS beskriver det som en stor interesse for leverandørene å være med i prosjektet, og det ser ut som at det har blitt et satsingsområde med offshore havbruk for flere av leverandørene har vært med i AOF prosjektet og flere av de andre utviklingsprosjektene (Informant 2, 2022 – NRS).

Informant 2 poengterer at store design-og teknologi leverandører fra petroleumsnæringen ikke alltid trenger å være de rette samarbeidspartnerne til oppdrettsbedrifter. De er ofte så offshoreinspisert at de ikke er compatible med oppdrettsnæringen. Lakseoppdrett har vært i en industrialiseringsfase de siste 10-15 årene, med ny type teknologi i oppdrettsanlegg, nye typer oppdrettsanlegg, nye smoltanlegg, slakteri osv. Det kan van være smertefullt økonomisk å ta steget offshore samtidig som denne industrialiseringen foregår. Når man går sammen med en såpass stor aktør som Aker Solutions sprer man risiko, og får kompetanse på kjøpet, men de er veldig dyre i drift. Det er mye mer økonomisk romslighet i et petroleumsprosjekt enn i et oppdrettsprosjekt, man må finne ut av hvilke kostnader som kan kuttes. Så mye penger som

er brukt i AOF, er det mye som kunne vært blitt gjort annerledes på den fronten (Informant 2, 2022 – NRS).

5.4 Teknologi- og kompetanseoverføring

Tettere koblinger mellom petroleum- og havbruksaktører og motivasjon fra leverandørene for å være med i prosjektet

Både informant 4 og informant 5 som kommer fra bedrifter som leverer til store petroleumsprosjekter. I forbindelse med det spurte jeg hva som gjorde at de ville bli med i AOF prosjektet, og hva som er grunnen til at man i de senere år har sett en tettere kobling mellom de to næringene.

«Etterspørselen har vært økende fra havbruk. Folk som mener at markedet tåler en produksjonsøkning på 5% uten at det gjør en stor prisinpact, da må veksten skje et eller annet sted. Norge har en unik mulighet med sin kompetanse og erfaring fra petroleum og maritim sektor, å utnytte den kompetansen man har sammen med akvakultur til å få til en offshore satsning og vekst i havbruksnæringen. Det er et prosjekt som passer oss godt siden det er mer komplekst. Kundene i dette prosjektet og andre prosjekter ønsker leverandører som tar totalansvar innenfor disipliner eller områder, og det er det vi er vanligvis vant med å gjøre» (Informant 5, 2022 – ABB).

Oppdrettsnæringen sin rivende utvikling som tar i bruk ny teknologi som ikke vært brukt i næringen tidligere, har gjort at leverandørmarked har blitt større. Grunnen til at ABB har gått inn i den delen av oppdrettsnæringen er at man har satt krav til ny bruk av teknologi, automasjon, høyere oppetid på energisystemer, mer data etc. (Informant 5, 2022 – ABB).

Informant fra Aker Solutions tror den tettere koblingen kommer som et sammenfall av hendelser i årene før og årene etter 2016. I 2014 falt oljeprisen, hvor det gikk ifra en problemstilling om hvordan skulle man klare å få tak i nok folk og nok stål til å bygge alt som skulle bygges og om det var kapasitet på verft. Til at det ble mangel på oppdrag og mer ledig kapasitet som førte til nedbemanning i mange selskap. Selskapene selger og åpner opp for å gjøre det som ikke er kjernevirksomhet for å få inn inntekter å spre seg utover til andre næringer (Informant 4, 2022 – Aker Solutions).

I rundt samme tid kom ordningen med utviklingstillatelser der oppdrettsnæringen trenger kompetanse utover det næringen har i dag på prosjekteringsiden både for anleggene designet for offshore, men også for de lukkede anleggene. Prosjektgjennomføring ligger mer tett på det man holder på med i petroleumsnæringen og man har en del læringseffekter der.

Oppdrettsnæringen har gått veldig bra, og de har hatt en del gode år også etter 2016, så de har hatt råd til å betale for utvikling. Det er ikke mange år man skal tilbake før at det var trangere kår i næringen og liten vilje og mulighet til å investere i næringen. At disse elementene har intruffet samtidig har gjort at man har sett en tettere kobling mellom næringene. For den måten man gjør ting innen petroleum er mer grundig og nøyere, og koster dermed mer. Så har det også vært økende fokus med rømming, HMS og kvalitet. Man får et større press til å implementere slike ting som har vært gjort mer i andre type næringer (Informant 4, 2022 – Aker Solutions).

«At disse elementene sammenfalt gjorde at vi «fikk lov» til å gjøre ting som var utenfor kjernevirksomheten. Hadde dette kommet i 2013 er det ikke sikkert man hadde hatt mulighet til å være med i ett sånn type prosjekt. Dette er bruk av vår kjernekompetanse, det med design, analyse og bygging av konstruksjoner som skal stå i værharde forhold. Aker Solutions ser et mulig marked i havbruk» (Informant 4, 2022 – Aker Solutions).

Aker Solutions hadde fått med seg ordningen med utviklingstillatelser. Det var annonsert flere prosjekter hvor blant annet Salmar sin Ocean farm hadde fått mye medieoppmerksomhet. Uttalelser fra Salmar viste til det faktum at villaks trekker ut til havs, noe som gjør det logisk at laksen kan trives i værharde forhold. Og at det har vært mye negativ omtale om næringen (Lus, rømninger, utslipp) og lite produksjonsøkning de siste årene, hvor offshore havbruk kan være løsningen til det. (Informant 4, 2022 – Aker Solutions)

I Aker Solutions ligger havbruk innenfor det de har definert som fornybart forretningsområde og er en egen produktlinje innenfor det de kategoriserer som fornybart. Ser man litt utover dette med ren energiproduksjon, men ser på bærekraftig matproduksjon av animalske proteiner, som er et område hvor de kan gjøre en forskjell og komme med løsninger, noe som er viktig for dem. At man nå ser tydelig forventning hos alle folk at man skal bli mer og mer bærekraftig og mer grønn, da er havbruk et spor å gå. Man ser flere av petroleumsleverandørene som har rettet seg mot det sporet, noen fikk prosjekter og noen fikk

ikke prosjekter eller napp. Informant 4 tror at hvis man ser langt tilbake i oppdrettsnæringen hvor det har vært mye «cowboyer», hvor man gjorde meste av arbeid selv og det å leie inn kompetanse var ganske tabubelagt. Først i 2003 kom det et teknisk regelverk, alt av det har vært ganske nytt og tar tid å venne seg til nye krav. Det er tydelig at det skjer en modning i havbruk. (Informant 4, 2022 – Aker Solutions)

Informanter fra NRS tror den tettere koblingen har kommet havbruksnæringen har hatt en sterk vekst og utvikling over mange år. Dette har de tro på at vil fortsette, samtidig er næringen preget av eiere som ønsker å satse på utvikling og forbedring av næringen. Dette er nok den underliggende grunnen til at andre næringer som jobber mot marine/offshore ser mot havbruk.

Oppdrettsaktører må ha med industrialiserte aktører som kan levere og dokumentere det man krever til et slike anlegg, i hvor stor grad en oppdrettsbedrift kan utvikle et prosjekt til havs selv, kommer ann på hvor mye man klare å adaptere fra oljeindustrien sin systematikk og over til oppdrettsbedrifter. (Informant 2, 2022 – NRS)

Teknologi- og kompetanseoverføring fra petroleum til havbruk.

Med teknologioverføring gikk spørsmålet mitt til informanter på bestemte tekniske løsninger og tilhørende kompetanse knyttet til design av konstruksjoner, fortøyninger, systemer etc. Teknologi kan også handle om organisering og styring av store prosjekter, koordinering av leverandører og mange andre ting, noe også spørsmålet mitt tok for seg.

Selve designet sett opp mot halvt nedsenkbare plattformer har noen likheter med AOF designet. Måten man senker og hever merdene med ballastpumper som pumper vann inn og ut fra ballastvannanker i merden, som er teknologi hentet fra skip og halvt nedsenkbare oljerigger (Informant 1, 2022 – NRS). Samtidig er ballastvannstyringssystemet som er levert i AOF ikke levert til oppdrettsnæringen tidligere, det har kun blitt levert til avanserte skip eller petroleumsvirksomhet. NRS og ABB som leverandør av ballastvannstyringssystemet ble enige i perioden før kontrakten ble satt at det med ballastsystemet var så kritisk at det skulle bygges og leveres i henhold til klassekrav, men at det ikke skulle klasseres (Skal ikke følges opp med DNV, som utfører kontroller). Ballastsystemet er bygd og levert med komponenter og med biblioteker som om at det skulle vært levert til et skip som har veldig strenge

klassekrav. Det er ikke ett eksternt krav for en oppdrettsinstallasjon, men at det har så stor risiko at det man ønsker å innføre noen krav som ikke myndighetene innfører (Informant 5, 2022 – ABB).

Systemtankegangen som ABB ikke ser så mye av hos deres konkurrenter, hvor man ser hele elektro, automasjon, instrument og telecom i en bok. Hvis du gjør endringer et sted så vil det påvirke de andre disiplinene og det ABB hele tidene jobber for er den totale løsningen skal bli best mulig til en best mulig pris for kunden. Hvis man velger en billigere komponent en plass, kan det påvirke automasjonen en annen plass. Det ABB har bidratt med er å se den komplette biten i sin helhet og å komme frem til en totalløsning som er best for kunden. Dette for å ta ned risiko og for å få en best mulig totalpakke. Det er mye mer overvåkningsutstyr med sensorikk for komponenter på merd, fisk og miljødata enn det som er vanlig i tradisjonelt oppdrett. Da er det spesielt viktig at disse programmene er kompatible, man kan ikke ha fem forskjellige programmer for å se på ulike data fra hver enkelt leverandør (Informant 5, 2022 – ABB).

I tillegg til dette er det fokus på redundans og sikkerhet som ligger på et annet nivå enn det NRS og oppdrettsnæringen har vært vant til, som ligner mye på en oljerigg (Informant 1, 2022 – NRS). Et eksempel er telecomløsningen med radiolink som er mye mer avansert enn hva som er vanlig å levere til oppdrettsnæringen, det er brukt radiolinkløsninger som vanligvis blir levert til offshoreinstallasjoner eller andre marine installasjoner (Informant 5, 2022 – ABB).

ABB har levert utstyr til rigg/drillingfartøy hvor ting står under vann inne i konstruksjonen og får mye av de samme belastningene som på AOF, men da er skroget formet slik at det skal bryte bølgene bedre enn det som er tilfelle på AOF. Her har ABB tatt med seg erfaring fra det med hvordan man skal feste tavler, hvilke komponenter som tåler disse vibrasjonene osv. (Informant 5, 2022 – ABB).

Ankerhåndteringen og slep av merdene er gjort av selskap som har lang fartstid i næringen og teknologien til fortøyningsystemet er overført fra petroleumsnæringen. Det skulle i utgangspunktet benyttes ploganker til fortøyningene, men grunnet hvordan havbunnen er på lokaliteten måtte det utvikles forankringsbolter som nå benyttes. (Informant 3, 2022 – NRS)

Den viktigste kunnskapen man har hentet fra maritim- og petroleumsnæringen er det kompetansen de sitter på om å håndtere miljøkreftene langt ute til havs. I dette prosjektet håndterer man vind og bølger som er en helt annen dimensjon enn i tradisjonelt oppdrett (Informant 2, 2022 – NRS).

Informant fra Aker Solutions peker på kompetanse på analyse og design av konstruksjoner for værharde miljø. Utmatting av konstruksjon når man har bølger repetert over en lang tid som lager litt og litt skade. Prosjektgjennomføring og hvordan man strukturer ting, håndterer et grensesnitt og setter dette opp. Også på innkjøpsløpet, hvordan kjøper man inn ting som ikke finnes i dag, hvordan får man laget en spesifikasjon som beskriver funksjonen komponenten skal ha uten at man begrenser for mye og det skal være rom for leverandør og komme med løsninger. I tillegg til fagkompetanse på mange ting som for eksempel flerfaseanalyser, hydrodynamikk og forstå ulike problemstillinger. Aker solutions har i tillegg fått brukt sin kompetanse til å gi innspill til NRS i spørsmål fra sektormyndigheter, som man har kunnet brukt til argumentasjon (Informant 4, 2022 – Aker Solutions).

Informant Aker Solutions presiserer også at oppdrettsnæringen generelt kan lære mye fra petroleumsnæringen, spesielt mtp. risikohåndtering og prosjektstyring. Der kommer man fra to forskjellige verdener. For eksempel ved kvalifisering av teknologi, hvis man skal ta i bruk ny teknologi i petroleumsnæringen er det strenge krav til at du skal kvalifisere den teknologien før den kan tas i bruk. Man skal ikke gjøre uttesting i et ferdig prosjekt, man skal begrense risiko ved flere faser med testing. Men presiserer at det er ikke alt man skal ta med fra petroleumsnæringen. I petroleum forholder man seg til 2 ting: Hydrokarboner og eksplosjonsfare, det er ikke noe man skal forholde seg til. Men det å operere i krevende bølgeforhold langt til havs er relevant, det er viktig å skille mellom hvilke ting man kan ta med seg videre og hvilke som gir ikke mening å ta med seg. (Informant 4, 2022 – Aker Solutions)

«Det som vi har lært utover selve teknologioverføringen er nok viktigheten av samarbeid mellom forskjellige leverandører for å kunne utvikle ny teknologi. Her tror jeg nok alle våre «havbruks» leverandører har noe å lære.» (Informant 1, 2022 – NRS)

Teknologi- og kompetanseoverføring fra havbruk til petroleum

Informantene som har erfaring fra petroleumsnæringen sier at kompetanseoverføringen også i stor grad har gått den andre veien, fra opprett til petroleum.

Aker Solutions har blitt utfordret spesielt på å tenke litt enklere, den metodikken de har er primært utviklet for de store olje- og gass prosjektene der ting er mer tungvint. Det at de har tvungt seg selv til å starte mer fra scratch, og hatt en kunde som NRS som har vært opptatt med å holde ting så enkelt om mulig, som også muligens har vært litt ekstra redd siden Aker Solutions som olje-og gass leverandør så kan det komme med mye unødvendig. Aker Solutions har måtte argumentert for ting som skulle vært med i design, de har ikke kunnet bare gjort ting for det er sånn de har pleid å gjøre det. For eksempel ballastpumpene hvor de klarte å finne et hyllevareprodukt i stedet for det som har vært vanlig ellers i et annet prosjekt, der hvor man går inn med en spesifisering til en leverandør og får levert et produkt. Har fått tilpasset design slikt at man kunne ha brukt hyllevareprodukter, som det har blitt spart 20% av kostnadene på, der man har sett på produkter sammen med NRS. Det er en ting som petroleumsnæringen kan bli flinkere på, senke kravene og være åpen i forespørselen til leverandører. Velge løsninger som er god nok og som passer for formålet det skal ha. I petroleum har man så mye krav man skal forholde seg til, noe ikke oppdrettsnæringen har. Oppdrettsnæringen underregulert når det gjelder krav til tekniske løsninger, der hvor petroleum er overregulert (Informant 4, 2022 – Aker Solutions).

For Aker Solutions sin del har prosjektet vært en god opplæring av folk som har vært med i prosjektet, og de står på et annet nivå nå enn når de startet. Forstått mer av problemstillinger og den typen ting som er viktig når man skal jobbe inn mot et nytt havbruksprosjekt.

«En ting er å ha direkte læring, men en annen ting er å bli kjent med de generelle tingene som biologi og fiskevelferd og få det litt mer under huden» (Informant 4, 2022 – Aker Solutions).

5.5 Utvikling av ny teknologi.

Etableringen av en havmerd som tåler mye sterkere miljøkrefter enn i tradisjonelt oppdrett kan i seg selv sees som ny teknologi. Det er kjent teknologi med flytende stål og med ballastering av konstruksjon, men ikke i oppdrettssammenheng. Selve funksjonaliteten med å ballastere en flytende stålkonstruksjon ned under lusebeltet, undervannsføring i stor skala, luftlommer for svømmeblære og gi de forholdene laksen trenger i så eksponert område er ny teknologi. Det finnes flere varianter nedsenkbare merder i oppdrettsnæringen fra før, men ingen som har konstruksjonen tilgjengelig i overflate når den er nedsenket, som gjør at man har tilgang til merd og utstyr tilgjengelig på merder selv ved senket posisjon. Noe som også gir beskyttelse av utstyr og fisk under drift og tilgang til fisk i hevet posisjon av merd. Det er tillegg designet for å sette ut ROV eller notvasker gjennom søyler og ut i merd, som gjør at man kan få satt ut ROV eller notvasker mens merden er nedsenket, noe konstruksjon er utformet til, men som ikke er satt i drift enda (Informant 4, 2022 – Aker Solutions).

Hvordan luftlommen er integrert er ny teknologi, alle forsøk som hadde blitt gjort tidligere var med luftlommer i senter av nottaket. Det var også tanken til NRS når de henvendte seg til Aker Solutions. Aker Solutions så på hvordan man skal ta opp disse kreftene i senter av merd, da var det en bedre løsning og 4 luftlommer spredt rundt merden i sidene så man får festet det til konstruksjonen, for ellers blir dette enorme krefter i nottaket og er vanskelig å regne på. Man innså at dette ikke er dumt med tanke på at laksen har et atferdsmønster hvor den svømmer i ring, så da har man luftlommer med luft og hvor fôr faller ut ved luftlommene som treffer svømmemønsteret til laksen i mye større grad (Informant 4, 2022 – Aker Solutions) Ble også tatt utgangspunkt i konklusjonen av tidligere studie hvor man så at luftlommene man hadde var for små, og disse ble skalert opp etter rådgiving fra Havforskningsinstituttet (Informant 2; Informant 3, 2022 – NRS).

Det kan også sees på som ny teknologi med notsystemet med dobbel not og hvordan måten dette er løst på, og det at du kan ta heve innernot uten å ta opp den ytternot. Aker Solutions beskriver det som den rette måten å tenke dobbel not på, man holder begge nøter utspilt og innernot og ytternot kommer ikke i kontakt med hverandre, dette var ikke tilfellet i tidligere bruk, hvor nøter har vært i kontakt med hverandre og ikke vært fullstendig utspilt. I tillegg

med en såpass stor og tung bunnring fylt med betong holder man mye av notvolumet selv med store strøm- og bølgekrefter (Informant 4, 2022 – Aker Solutions).

Umbulical (Subses slangesystemet) er helt nytt for oppdrettsnæringen, og som er hentet med inspirasjon fra petroleumsnæringen. Både med løsning med at de er samlet i felles slange og er forankret. Det er to subsea slanger som er koblet sammen til hver merd. Den ene for å pumpe dødfisk fra merd til flåte og den andre for føring til merd, kommunikasjon fra flåte til merd og tilførsel av strøm. Planen var å bruke hyllevarer til dødfiskhåndtering, men man fikk ikke tilstrekkelig trykk i slange for å pumpe fra merd til flåte. Da måtte man utvikle ny teknologi for å håndtere dødfisk (Informant 4, 2022 – Aker Solutions).

5.6 utfordringer og uforutsette problemer

NRS har undervurdert hvor komplekst og vanskelig det er å lage og utvikle noe helt nytt sammen med mange leverandører. Når man i tillegg fikk Covid midt under produksjonen av merdene så ble det mye større usikkerhet og mindre forutsigbarhet enn det de hadde ønsket. (Informant 1, 2022 – NRS).

Ved tildeling av lokalitet møtte man utfordringer med at AOF etter lang søknadsbehandling ikke fikk lokalitet som tiltenkt på i Ytre Øyfjord på Senja, noe som førte til designendringer på konstruksjon, da man måtte lengre ut til havs på en mer eksponert lokalitet. Blant annet kjøttingstoppere til fortøyning, selve fortøyningene og noen designendringer på konstruksjon. (Informant 2, 2022 – NRS) Noe som også gjorde at notdesignet måtte endres. utfordringen ble not-taknettet, grunnen var at luftlommene lagde en diskontinuitet hvor de fikk lokalt veldig høye krefter i taknettet ved hjørner av luftlommene, løsningen ble at man laget luftlommeringen (TNS) på konstruksjonen, som skal ta disse kreftene. TNS har som hovedfunksjon å dele taknett i ulike deler, først sirkulær bit så er det stopp, så abc-panel, som fyller bitene mellom luftlommene. Så gjør det at når du skal åpne nettet, trenger du bare å åpne en del. Når driftsleder i NRS kom inn i 2019, så man mer konkrete utfordringer med nothåndtering, det var ikke alle ting som kunne gjøres som tenkt. Det viste seg vanskelig å designe et system som skulle feste noten til stålet, noe som tidskrevende å finne ut av, og vanskelig å operere i drift, noe som de involverte har lært mye av. Aker Solutions visste hele tiden at sammenføring av not og konstruksjon er det mest risikofylte elementet, der hvor det

er lettest å gjøre feil og der det vil få konsekvenser, hvor feil allikevel kom (Informant 4, 2022 – Aker Solutions).

Kompleksitet av slike avanserte teknologiske systemer som for eksempel kontrollstyring, subseaundervannskabler, fire and gas, ballastering, noe som var mer avansert og dyrere enn det NRS først hadde tenkt (Informant 1, 2022 – NRS).

Det har blitt strukturert for en hovedleverandør i byggingen av prosjektet, og i tillegg skulle de blant annet ha ansvar for underleverandører i byggefasen. Hovedleverandøren av byggingen hadde ikke helt skjønt kompleksiteten rundt prosjektet, og klarte ikke å ha ansvar for alt de skulle ha. Verftet deres klarte ikke å levere på alt det de skulle, som har ført til større kostnader. Verftet hadde ikke noe produksjonsmetode og fabrikkeringmetode for hvordan man skulle gjennomføre. Dette gjorde at NRS måtte endre verft for sammenstilling av merdene grunnet høy risiko på konstruksjon på verft, ble derfor valgt Aker Verdal, som hadde utstyr og kompetanse fra store offshore prosjekt tidligere. I et så stort prosjekt med flere hundre leverandører, må ting kunne fabrikeres og leveres til rett tid, der har det vært noen avvik (Informant 2, 2022 – NRS).

Leverandørene har i liten grad vært med i designet av konseptet, de har måttet tilpasse seg Aker Solutions sitt design, slik som med eksempelvis Akvagroup og ABB. Designet er noe leverandørene har måttet tatt hensyn til og hatt dialog med erfarne i NRS om ulike løsninger. I designet har Aker Solutions forholdt seg til komponentene og grensesnittet i design til de komponentene som skal være på konstruksjonen, men mange leverandører ble valgt under og etter at prosjekteringen var ferdig hos Aker Solutions, og etter det gjør man endringer hvis man må. Dette er noe som byr på utfordringer, sånn som med Aker Solutions som hadde et grensesnitt mot Mørenot for å finne løsninger og teknologi som ivaretar not og operasjoner. Der hadde ikke Mørenot nådd modenhetsnivået som Aker Solutions trengte når de avsluttet deres prosjektering. Dette var en utfordring som Aker Solution fulgte opp i tiden etter de var ferdig med prosjekteringen.

Det er en stor forskjell på kostnadskultur mellom oppdrettsnæringen og petroleumsnæringen. Det er store kostnader med å bruke leverandører fra petroleumsnæringen som Aker Solutions, i tillegg til bruk av båter tilhørende oljeleverandørindustrien, verft til bygging, og

slangesystemer mellom flåte og merd. Leverandørene i petroleumsnæringen har en helt annen kostnadsstruktur. Aker Solutions er strukturert til å levere typisk til store milliardprosjekt på titalls milliarder, hvor deres kunder har mange ingeniører som sitter med Aker Solutions mange ingeniører og kommer fram med løsninger og tilpasninger. Det er måten de bygger designet på, og slik struktur har man ikke i NRS og oppdrettsnæringen. I hovedfasene til Aker Solutions hadde de 25-30 tekniske ingeniører, og 2-3 representanter fra NRS som kommer frem med løsninger og tilpasninger, da blir man som kunde sittende i baksetet å se på at de jobber på denne måten. Selskaps-strukturert kunne andre leverandører vært mer hensiktsmessig (Informant 2, 2022 – NRS).

Informant fra Aker Solutions sin erfaring er at det er to skjellsord i oppdrettsnæringen: Offshore og Oslo. Man må starte litt på null, hva er relevant og ikke. Mellom de to næringene er det motstand i måte å tenke på, petroleum planlegger mer om at ting kan gå gærent, mens oppdrett har mer et håp om at dette skal vi få til. Oppdrettsnæringen kan fort bli veldig fristet av laveste pris og risikoen som følger med det er lett og overse (Informant 4, 2022 – Aker Solutions).

Det er noe nytt for leverandører fra petroleumsnæringen å forholde seg til biologi og fiskehelse i prosjekter. Spørsmålet tok for seg hvordan man har sørget for at design og løsninger i prosjektet tar hensyn til biologi, fiskehelse, not osv.

«Offshore næringen er vant til å regne på mye slik som stål, vann og olje, men det er helt klart nytt for dem at en ikke kan regne på fisk og biologi. Der trenger de også mer erfaring fra oss som oppdrettere for å skjønne våre utfordringer. Et eksempel på viktigheten av svømmeblæra for laksen og hvilken funksjon den har er jo forhold som er helt nytt for mange innen offshore næringen.» (Informant 1, 2022 – NRS).

Det Aker Solutions har gjort er at de har hatt flere runder med NRS om hva som er viktig ved design av an konstruksjon laget for lakseoppdrett, en filosofi rundt fiskevelferd som er prøvd implementert i designet. Prøve å finne ting som de kan gjøre noe med, og mye er opp til oppdretter hvordan man bruker teknologien. Det NRS og Aker Solutions så var at det hadde vært hendelser med skade på fisk i dårlig vær, grunnet for lite notvolum ved mye strøm og bølger. NRS hentet analyser hvor dette hadde skjedd hos andre leverandører, det viste seg at under ekstreme forhold at det var kun 20% av notvolum igjen tilgjengelig for fisk, noe Aker

Solutions ikke kunne akseptere i et slikt prosjekt. Aker Solutions kom da frem til med NRS at i dette prosjektet skulle man minimum ha 80% notvolum tilgjengelig til fisk ved ekstremvær. Hvis det er grunnen til at fisk får sår skader i dårlig vær, er dette noe som man måtte gjøre noe med. Fant da ut at bunnringen skulle være såpass stor og tung for å holde noten helt utspilt hele tiden. NRS har vært veldig opptatt av det med vintersår, og hjulpet Aker Solutions med den biten, med å ha minst mulig ting i notvolumet som fisken kan komme borti. Noen ting må være der, men prøve å feste ting på alternative steder (Informant 4, 2022 – Aker Solutions).

Med ny teknologi og teknologi som er hentet fra andre næringer må det tilpasses til sitt bruk. Her er det viktig at NRS vært viktig med sin oppdretts erfaring som vet hva som kreves under de ulike operasjonene i havbruk, for å gjøre disse operasjonene mulig med såpass store enheter og at man ivaretar fiskehelse og fiskevelferd. For eksempel ved levering eller avlusing av fisk at man har teknologi som trengs for å trenge fisken skånsomt, konstruksjon som gjør tilkomst med brønnbåt mulig og overførsel av fisk til brønnbåt, eller hvordan man skal registrere lus i en så stor nedsenkbar enhet.

Aker Solutions som ikke har egen kompetanse på biologi og fiskehelse, og krever input på den biten. Aker Solutions har metoder og verktøy for å vurdere risiko, og har hatt workshops hvor man har hatt med NRS på å prøve å tilfredsstille designkrav og funksjonskrav som er kommet til underveis (Informant 1, 2022 – NRS; Informant 4, 2022 – Aker Solutions).

5.7 Kritiske suksessfaktorer

Kritiske suksessfaktorer kan tolkes på to måter: Hva må til for at prosjektet skal lykkes eller hva som må til for å oppfylle fiskeridirektoratets krav og få utviklingstillatelse konvertert.

Utviklingsprosjektene krever ikke at det skal være en biologisk suksess. I første omgang dreier seg om at man får designet, bygget og installert, noe man har lyktes med. Neste steg er å prøve å ha fisk i merdene å høste erfaringer fra det. Har man klart dette er det en suksess sett i forhold til utviklingstillatelsene. Men man håper på mer enn det, at fisken trives og vokser godt i et slikt anlegg. Slik at dette er et teknologispør man kan følge videre (Informant 4, 2022 - Aker Solutions).

Det kan også sees på som en suksess selv om ting ikke fungerer optimalt, men at man kan lære såpass mye at man se løsninger på hvordan man kan lykkes. Her må man hente ut data og driftserfaringer slik at man kommer seg fremover.

Arctic Offshore Farming må følge målekriterier som er avtalt med fiskeridirektoratet.

Målkriteriene er:

1. Prosjektinformasjon (informasjonsdeling, fakta om prosjektet)
2. Prosjektering (Fakta om prosjektet etter prosjektering, modelltest)
3. Konstruksjon (Konstruksjon av anlegget, sertifikater og dokumentasjon)
4. Installasjon (Transport til lokalitet)
5. Funksjonstesting (Funksjonstesting av merd)
6. Nytek (Anleggssertifikat)
7. Driftsplanlegging (Måleparametre og måleprogram)
8. Driftsplanlegging (Produksjonssyklus)
9. Sluttrapport

Alle disse målkriteriene skal dokumenteres til fiskeridirektoratet (Arctic Offshore Farming, 2019).

I målkriteriene er det satt opp et måleprogram som er utarbeidet av NRS og godkjent av Fiskeridirektoratet. Det forteller hva man skal måle og hvordan man planlegger å dokumentere første utsett/produksjonssyklus i anlegget fra utsett til slakt.

Måleprogrammet er tredelt:

- Biologisk (miljø, produksjon, fiskehelse- og velferd)
- Teknisk (funksjonalitet)
- HMS/Operabilitet

Fiskeridirektoratet kan gi tillatelse til at en utviklingstillatelse konverteres til en ordinær tillatelse etter endt prosjektperiode, men dette kan bare skje dersom målkriteriene som er fastsatt for prosjektet er oppfylt.

HOVEDMÅL

- Dokumentere fullskala uttesting av AOF-konseptet, og tilhørende utstyrsteknologi, for deling av kunnskap til hele næringen.

- Utviklingsprosjektet skal teste ut ny oppdrettskonstruksjon med tilhørende utstyrsteknologi, for å frembringe kunnskap og erfaringer om drift i værharde forhold og på dypt vann.

Kunnskap fra uttesting av denne nye oppdrettsteknologien skal komme hele akvakulturnæringen til gode, og kan bidra til at havområder som ikke er i bruk i dag, kan tas i bruk.

DELMÅL

1. Dokumentasjon av fiskevelferd og adferd i hevet og senket tilstand, og i ulike værforhold
2. Beskrivelse av tilvekst og slaktekvalitet
3. Beskrivelse av operabilitet og resultater av teknisk utprøving av konstruksjon og tilhørende systemer i fullskala, i ulike værforhold
4. Beskrivelse av ulike behov for operasjoner gjennom produksjon
5. Beskrivelse av sikkerhet og adkomst til både merd og spesifikke områder på konstruksjon, ved ulike operasjoner.

Prosjektet skal utarbeide en sluttrapport før eventuell søknad om konvertering. Rapporten skal inneholde en evaluering av prosjektet med basis i resultatene fra måleprogrammet samt interne suksesskriterier og anleggets virkemåte med tanke på kommersialisering av konseptet (Fiskeridirektoratet, 2017).

Det er viktig at man ikke bare avslutter et slikt prosjekt etter man har kommet i drift, man må jobbe med industrien slik petroleumsnæringen gjør for å utvikle design, samarbeidspartnere og bygge nettverk. Man er avhengig av å ha et leverandørnettverk for å hoppe på et nytt prosjekt. Mye av kompetansen sitter der, samtidig som måleprogrammet som nevnt ovenfor blir viktig for å dokumentere og ha læringseffekter av. Det er en stor verdi i kompetansen man har bygd opp og den må vedlikeholdes (Informant 2, 2022 - NRS).

Kapittel 6: Diskusjon

6.1 Egenskapene ved bedriftene i case studien

Oppdretterne har basert seg på en kjent og kostnadseffektiv merd-teknologi så å si fra oppstarten av næringen i Norge, og teknologien har spredd seg internasjonalt. Oppdretterne sitter nå på en stor biologisk kompetanse om hvordan man skal operere med teknologi i forhold til fiskehelse og velferd. De har også hele tiden oppvist en stor gründerånd og vilje til å utvikle teknologi og løsninger for å øke og effektivisere produksjonen og drive så miljøvennlig som mulig. Dette har blitt gjort i samhandling med myndigheter, forskningsinstitusjoner, leverandører og oppdrettere. Prosjektene har som oftest vært små og har ikke krevd de store investeringene hvis vi sammenligner med olje- og gassnæringen. At gründerånden fortsatt er stor og godt forankret i toppledelsen i oppdrettsselskapene, ble bekreftet ved utlysningen av utviklingstillatelsene der det ble det sendt inn 104 søknader til Fiskeridirektoratet. Mine informanter presiserer at utviklingstillatelsene var helt avgjørende for at NRS kunne ta den risikoen som det er å utvikle et konsept for offshore havbruk. Uten den risikoavlastningen som ble gitt ved at utviklingskonsesjonene kunne gjøres om til vanlige konsesjoner, ville det ikke ha vært løfteevne til å ta et så stort og kostbart prosjekt.

Leverandører til petroleumsnæringen har siden det ble oppdaget at det kunne befinne seg olje- og gass på norsk sokkel i Nordsjøen forholdt seg og utviklet teknologi til de ekstreme vind- og bølgeforldene som finnes i Nordsjøen. Petroleumsnæringen har gjennom tidene hatt en ekstremt stor inntjening for olje- og gass produsenter og leverandører, og hatt en teknologiutvikling som har gjort olje- og gass produksjon mer effektiv og miljøvennlig. Innovasjoner har blitt gjort i samhandling mellom myndigheter, forskningsinstitusjoner, leverandører og produsenter. Leverandørene er vant til store prosjekter og har bygd organisasjonene sine etter det.

Man kan se at innovasjon har vært driveren og er driveren fremover for langvarig økonomisk vekst både for aktørene i havbruksnæringen og leverandører som tradisjonelt sett har levert til petroleumsnæringen. Innovasjon ser ut til å være noe å være noe iboende «menneskelig» med tendensen til å tenke på nye og bedre måter å gjøre ting på og prøve dem ut i praksis. Det kan sees ut ifra innovasjoner som har oppstått tidligere hos aktørene som har vært med AOF

prosjektet og graden av innovasjon, teknologioverføring og adaptasjon av teknologi i selve AOF-prosjektet.

Dette understreker betydningen av innovasjon hos petroleumsleverandører og oppdrettsaktører. Et innovativt utviklingsprosjekt som AOF er, vil kunne legge premisser for oppdrettsnæringens utvikling. Samt at det skaper kompetanse og potensiell økonomisk vekst til NRS og leverandører fra både petroleum og oppdrett. Leverandørene kan potensielt bli sittende på en kompetanse og teknologi for et større marked. Dette er noe som vises ved leverandørenes motivasjon for å være med i prosjektet.

Schumpeter viste til at innovasjon er et sosialt fenomen, og at det ikke nødvendigvis innebærer å gjøre noe på helt andre måter enn tidligere (Fagerberg, 2004). Eksisterende kunnskap og ressurser kombinert på nye måter fører til innovasjon. I et kollektivt entreprenørskap er dette et samspill mellom en rekke ulike aktører. Noe man kan se i både inkrementelle og radikale innovasjoner i havbruksnæringen og petroleumsnæringen sin historie. Dette er også tilfellet i AOF-prosjektet, hvor teknologi og kompetanse fra ulike fagdisipliner og næringsområder har blitt kombinert til et nytt og unikt konsept. Noe som viser at innovasjon skjer i et samspill. I AOF-prosjektet har mange aktører vært involvert, både private og offentlige, og de samarbeider med sikte på å komme fram til omforente løsninger.

6.2 Ny teknologi og kompetanse fra petroleumsnæringen

Rogers (1983) beskriver spredning av innovasjon som en slags sosial endring, definert som prosessen ved hvilken endring som skjer i strukturen og funksjonen til et sosialt system. Når nye ideer oppfinnes, spres og blir adoptert eller forkastet, fører det til visse konsekvenser og skjer sosial endring. AOF-prosjektet viser klart at innovasjonsprosessene i høy grad påvirkes av endringer i omgivelsene. Sammenfallet med oljeprisfallet, stagnerende vekst i oppdrettsnæringen og utviklingstillatelsene til havbruk gjorde at det skjedde en sosial endring i bedriftene til havbruk og petroleumsleverandører. Dette la grunnlaget for AOF-prosjektet. NRS ville ha et utviklingsprosjekt man skulle gå langt til havs med, men som krevde teknologi og kompetanse som man ikke hadde internt i organisasjonen og heller ikke blant

deres tradisjonelle havbruksleverandører. Da var det naturlig for NRS å se imot leverandører til petroleumsnæringen.

Informanter presiser at det med design, analyse, prosjektering, risikohåndtering, etablering og bygging av konstruksjoner som skal stå i værharde forhold, er noe som teknologi og kompetanse fra petroleumsnæringen har tilført AOF prosjektet. Dette er forhold som NRS har vært helt avhengige av for å kunne overbevise seg selv og tredjeparter at de bygger noe som er trygt for folk, fisk og utstyr. Petroleumsleverandører er erfarne og har god kompetanse på prosjektering til store prosjekter. Oppdrettsnæringen og NRS er ikke vant til så store prosjekt, så dette har vært en avgjørende kompetanse for å få gjennomført prosjektet. NRS har i tillegg hatt interne ansettelse fra petroleum og maritim med erfaring fra store prosjekter for å følge opp prosjektet, etter hvert som de har sett behovet. Folk fra petroleumsnæringen har bidratt på prosjektgjennomføring og hvordan man strukturerer ting, håndterer et grensesnitt og setter dette opp.

I tillegg har maritim- og petroleumsleverandører som har vært med i prosjektet bidratt med blant annet fortøyningsteknologi, ankerhåndtering, slep av ringer og annen ny utstyrsteknologi som ikke har blitt brukt i havbruksnæringen tidligere. Også på elektro, automasjon, instrument og telecom som er mye mer avansert enn hva havbruksnæringen er vant med tradisjonelt. Dette er noe som har blitt gjort av leverandører som har tidligere levert til store skip og offshore rigger hvor det stilles høye krav til oppetid på slike systemer, som ikke kan sammenlignes med hva NRS har vært vant med fra tradisjonelt oppdrett.

AOF prosjektet har også bidratt til en teknologi- og kompetanseoverføring den andre veien, altså fra havbruk til petroleumsleverandører. For at de skal være attraktive leverandører for nye prosjekter har de nødt til å tilpasse seg havbruksaktørene og havbrukets behov, noe som er noe helt annet enn petroleum. Havbruk handler om biologi og fiskehelse, og det er viktig å utvikle løsninger og teknologi som ivaretar akkurat det. Informantene beskriver at leverandørene fra petroleum har lært mye om lakseoppdrett, biologi, fiskehelse og hvilke problemstillinger som dukker opp når man skal utarbeide teknologi som brukes i produksjon av levende dyr. Noe som er en kompetanse de vil ha med seg i potensielle nye prosjekt. For å ivareta havbrukets behov i prosjektet har folk i NRS kommet med innspill på løsninger og teknologi.

6.3 Hvordan foregår teknologioverføringen

Sett i lys av Sung og Gibson (2005) sin modell som vist i figur 2.1 skal jeg se på hvordan overføringen av teknologi har skjedd i AOF prosjektet.

I den første fasen som er kunnskaps- og teknologiskapning, har petroleumsleverandører over lang tid opparbeidet seg en kompetanse på konstruksjoner og teknologi som skal stå i værharde forhold, gjennom forskning og erfaringer. Teknologien har blitt utviklet for å tåle disse forholdene og samtidig være ekstremt effektiv. Dette har vært radikale innovasjoner som har tvunget seg frem og inkrementelle innovasjoner som tilpasninger og modifikasjoner av allerede kjent teknologi. Denne teknologien og kunnskapen som petroleumsnæringen sitter på er blitt godt kjent både i inn og utland gjennom for eksempel forskningspublikasjoner, videobånd og nyheter. Dette er også noe som næringer utenfor innovasjonssystemet til petroleum har fått med seg.

I den andre fasen deles denne kunnskapen og teknologien. Det krever i begynnelsen delt ansvar og et godt samspill mellom kunnskaps- og teknologiutviklere og brukere. I AOF-prosjektet har NRS vært ute etter denne kompetansen og teknologien som petroleumsleverandører besitter. De tok kontakt med Aker ASA om å danne et samarbeid, noe som ble dannet. Aker Solutions ble valgt som design- og teknologileverandør etter felles enighet mellom Aker og NRS. Aker ASA hadde god kjennskap og er medeier i Aker Solutions. Aker Solutions så et mulig marked i havbruk, og så at deres kompetanse og teknologi kunne passet godt inn i et slik prosjekt. Aker Solutions hadde kjennskap til mange leverandører til petroleumsnæringen, og valgte sammen med NRS ut leverandører fra petroleum og havbruk som passet til prosjektet for Aker Solutions sine leveranser. Man kan således si at denne kompetansen og teknologien ble delt gjennom at NRS så behov for kompetanse og teknologi de ikke hadde i organisasjonen og havbruksnæringen generelt. Samt at Aker Solutions og andre petroleumsleverandører var ute etter nye markeder og gjennom eksisterende nettverk til Aker og Aker Solutions. Denne kompetansen og teknologien har tidligere blitt delt med petroleumsnæringen. Men i AOF prosjektet skal den overføres til en næring som teknologiutvikler ikke har kjennskap til. Da må det til noen justeringer i teknologien for at den skal være kompatibel i havbruksnæringen, hvor biologi og fiskehelse er i førerretet. På dette nivået er det viktig at teknologiutviklerne fra petroleumsnæringen som

ønsker å dele teknologien til AOF-prosjektet er tilgjengelig for mottakeren slik at de kan forstå og bruke denne teknologien. På slutten av delingsnivået kommer den første muligheten for en større beslutning: å gå fremover eller ikke gå videre sammen. Der hvor kompatibilitet til havbruksnæringens og NRS sine retningslinjer og prioriteringer har blitt lagt vekt på, dette er noe som ble gjort med driftsfolk og ledelse i NRS, og ut ifra retningslinjer som myndigheter har lagt til grunn i utviklingstillatelsene og generelt regelverk til oppdrett. I tillegg til personlig kompatibilitet som går på mellom-menneskelig kommunikasjon mellom bedriftene og egenskapene til organisasjonene. Ut ifra dette kan jeg ut ifra min informasjon som jeg har fått i fra informanter, si at de gikk videre med Aker Solutions og ABB, men om at det er noen petroleumsleverandører som de ikke har valgt og gått videre med fordi at teknologien ikke var kompatibel for prosjektet har jeg ikke informasjon om.

Fase tre tar for seg implementering av overført teknologi. Når teknologi overføres til en annen kontekst må teknologien endres og tilpasses gjennom fortolkninger og forhandlinger, og kan sees på som en oversettelsesprosess. Det har blitt gjort ved at NRS hadde en klar funksjonsbeskrivelse av konseptet som Aker Solutions og andre leverandører måtte forholde seg til ved valg av teknologi og løsninger. Valg av teknologi ble gjort sammen med driftsfolk i NRS. Ut ifra både petroleumsleverandøren og NRS sine tidligere erfaringer og deres kompetanse om teknologi. Teknologien som skulle brukes måtte være mulig å gjøre operasjoner med og ivareta fiskehelse- og velferd, og det måtte ivareta sikkerhet til folk. I forhold til biologi har enkelte løsninger vært gjort med rådgiving fra Havforskningsinstituttet og NRS sitt fiskehelseteam. Petroleumsleverandører har tatt ansvar for å tilegne seg ny kunnskap om havbruksnæringen og dens behov, gjennom interaksjon med NRS. NRS og leverandører har blitt enige om tilpasningskravene til teknologien gjennom både formelle og uformelle dialoger, hvor informanter sier det har vært en god dialog. De tekniske analysene av teknologien er gjort av leverandører, som er best rustet for en slik analyse. Kunnskaps- og teknologiimplementering har i noe grad blitt fulgt opp av Aker Solutions etter deres hovedfaser, og så har det blitt ansatt og leid inn folk i NRS som har erfaring fra petroleum for å klare å følge opp og lede denne satsningen.

Fase 4 sentrerer seg om seg om kommersialisering og utnyttelse av den overførte kunnskapen eller teknologien. Dette er fasen man kommer til når man skal ha fisk i anlegget for første gang. Her er mellommenneskelig kommunikasjon mellom teknologiutviklere og bruker et kritisk element. Denne fasen bygger kumulativt på suksessen som er oppnådd for de tre

foregående stadiene. Er den teknologien som er blitt overført kompatibel nok, og har det blitt tilpasset konteksten nok? Suksessen i denne modellen måles i form av avkastning på investeringen eller markedsandel. Fungerer denne kunnskapen og teknologien som er overført fra petroleum til havbruk til havs som tiltenkt både biologisk og teknologisk, og man får avkastning på investeringen i form av gode produksjonssykluser og konvertering av utviklingstillatelser kan man snakke om en vellykket teknologioverføring ut ifra denne modellen.

For at teknologioverføring skal bli totalt vellykket er det viktig at man ikke bare avslutter et slikt prosjekt etter man har kommet i drift, man må jobbe med industrien slik petroleumsnæringen gjør for å utvikle design, samarbeidspartnere og bygge nettverk. Man er avhengig av å ha et leverandørnettverk for å hoppe på et nytt prosjekt. Mye av kompetansen sitter der, samtidig som måleprogrammet som blir viktig for å dokumentere og ha læringseffekter av. Det er en stor verdi i kompetansen man har bygd opp og den må vedlikeholdes og utvikles videre.

Gjennom disse fasene er mange aktører involvert, både private og offentlige, og de samarbeider med sikte på å komme fram til omforente løsninger. Dette er en lineær modell delt i fire faser. AOF-prosjektet tyder på at prosessene er langt mer interaktive og iterative, hvor ballen spilles fram og tilbake. Dermed vil fasene gli over hverandre og frem og tilbake.

6.4 utfordringer med teknologioverføring fra petroleum til havbruk.

Overføring av teknologi fra petroleum til havbruk er en prosess som involverer menneskelig interaksjon, ny teknologi og byråkrati som alle har potensial for å danne barrierer til en suksessfull teknologioverføring (Greiner & Franza, 2003). Guilfoos (1989) klassifiserer barrierer for teknologioverføring i tre hovedkategorier: Teknologiske, regulatoriske og menneskelige barrierer.

Teknologiske barrierer tar opp spørsmålet: "Når en teknologi er utviklet, vil den faktisk fungere i et driftsmiljø?". Guilfoos (1989) inkluderer teknisk risiko, mangel på operasjonelle testdata og definerte krav som sentrale tekniske barrierer. I AOF prosjektet er det en teknisk risiko ved at mye av den involverte teknologien er ny og ikke har vært i bruk i

havbruksnæringen tidligere. I dette prosjektet har NRS hatt en vilje til å akseptere teknisk risiko, noe som er avgjørende for en vellykket teknologioverføring.

Slik innovasjon tøyer grenser. Man kombinerer «det beste» fra havbruk og petroleum, og etablerer en havmerd som tåler mye sterkere miljøkrefter enn tradisjonelt oppdrett. Og det er per dags dato ingen av utviklingsprosjektene som er satt i drift som er designet for så høy signifikant bølgehøyde som AOF-prosjektet. Det er usikkerhet om konseptet vil fungere. Det er gjort teknologiske analyser og modelltest av konstruksjon og utstyr, men det er alltid en risiko for at ting ikke fungerer som tiltenkt når man utvikler ny teknologi og overfører teknologi, og setter den i drift i en annen kontekst. Det kan være ting man ikke har tenkt på, som dukker opp underveis eller at teknologien rett og slett ikke fungerer. Testing i modelltank er noe annet enn utprøving i virkeligheten.

Et kjernepunkt vil bli hvordan teknologi og biologi går overens. Mye av teknologien er man avhengig av at fungerer sammen med biologien og værforholdene anlegget står i. I dette prosjektet har man designet stål og hatt utfordringer med å utvikle notsystem. I tillegg vil det vise seg om valg av design og teknologi har godt nok ivaretatt operasjoner i AOF-prosjektet. For eksempel at man får pumpet dødfisk uansett værforhold, hvordan laksen blir påvirket av ballastering av merden og om avlusingsoperasjoner er mulig med teknologien som er valgt.

Det hadde blitt strukturert for en hovedleverandør i byggingen av prosjektet. De skulle blant annet ha ansvar for underleverandører i byggingen. Hovedleverandøren av byggingen hadde ikke helt skjønnet kompleksiteten rundt prosjektet, og klarte ikke å ha ansvar for alt de skulle ha. Verft som ikke klarte å levere på det de skulle, som har ført til større kostnader. Verftet hadde ikke noe produksjonsmetode og fabrikkingsmetode for hvordan man skulle gjennomføre. Dette er noe som kan sees på en teknologisk barriere ved at når man skal bygge store konstruksjoner med kompleks teknologi, er man nødt til å være sikker på at verft og hovedleverandør klarer å bygge og har forstått det de skal bygge, og levere det de skal til riktig tid. Eller om de klarer å tilegne seg denne kompetanse til prosjektet som skal leveres. Dette gjorde at man måtte endre verft for sammenstilling av merdene grunnet høy risiko på konstruksjon på verft, ble derfor valgt Aker Solutions Verdal, som hadde utstyr og kompetanse fra store offshore prosjekt tidligere.

Informanter sier at kompleksitet av slike avanserte teknologiske systemer i prosjektet som for eksempel ballastering, subseaundervannskabler og kontrollstyring var noe som var mer

avansert og dyrere en først tiltenkt. Dette er noe som man har hatt suksess med å implementert. Dette er ny teknologi for NRS og oppdrettere generelt og NRS har dannet seg og vil få mer erfaring og kunnskap som vil gjøre implementeringen lettere og mer forståelig ved et nytt prosjekt.

For å unngå at dette blir en barriere er det viktig leverandører fra petroleum og oppdrettsaktører tilegner seg kunnskap fra hverandre. Leverandører er nødt til å levere teknologi som fungerer i havbruksnæringen og er forståelig, mens oppdrettere er nødt til tilegne seg kompetansen og teknologien leverandører i petroleum sitter på. Noe man kan se i stor grad at det er blitt gjort i dette prosjektet. For eksempel sier informanter Aker Solutions har en større kompetanse på problemstillingene som kommer når man skal levere til havbruksprosjekter nå, enn det de hadde før prosjektet. Noe de vil ta med seg når de skal utvikle nye prosjekter til havbruksnæringen. I prosjektet viste det seg vanskelig å designe et system som skulle feste noten til stålet, noe som tidskrevende å finne ut av, og vanskelig å operere i drift, noe de involverte aktørene har læringseffekter av.

Regulatoriske barrierer er de som involverer statlige lover eller prosedyrer. Disse inkluderer spesifikasjonsbarrierer som eksisterer når det er behov for å få teknologien til å møte eksisterende myndighetsspesifikasjoner, eller når gjeldende spesifikasjoner ikke er anvendelige for den nye teknologien. AOF prosjektet fikk halvparten av tillatelsene som Aker og NRS hadde søkt om, grunnet at anleggets skala ble for stort for et utviklingsprosjekt. Dette var noe som gjorde at AKER ASA trakk seg ut av samarbeidet med NRS, og NRS var komfortabel til å gå videre med prosjektet uten AKER. Det var også en sak med myndigheter om søknad om lokalitet i Ytre Øyfjord, som de ikke fikk tildelt. Det var også lagt inn en søknad om lokalitet på Fellesholmen som NRS fikk innvilget og det er der anlegget er plassert idag. Dette var noe som førte til endringer i konstruksjonen, som var nødvendig når anlegget skulle plasseres på en mer eksponert lokalitet.

Mye av de *menneskelige barrierene* er knyttet til kommunikasjon og informasjonsbaserte temaer. Det som har vært fellesnevneren for både leverandører til prosjektet og NRS er at de har hatt ett ønske og motivasjon om å tilegne seg teknisk kunnskap for å utvikle best egnet teknologi til prosjektet. Dette er noe som har gagnet både leverandører som ser et marked i slike prosjekter og NRS som er ute etter å få en teknologi som tilfredsstillers funksjonsbeskrivelsen, og at det er trygt for fisk og folk.

Informanter sier at NRS har undervurdert hvor komplekst og vanskelig det er å lage og utvikle noe helt nytt sammen med flere leverandører. I et slikt prosjekt bør eiers representanter ha god oppfølging mot leverandører, i dette prosjektet har for mye av denne biten blitt gjort av Aker Solutions og andre leverandører, grunnet for få folk i organisasjonen til NRS. Rigging av selve prosjektoppfølgingen skulle vært lagt mer ressurser i; Prosjektøkonomi, prosjektkontroll, fakturering og ikke nok ressurser til å være tett nok på leverandører. Dette er noe som er viktig for å holde en oversikt og samtidig sørge for at leverandører har stor nok forståelse av prosjektet og behovene man har for at teknologien skal best mulig for den konteksten den blir satt i.

Når man snakker om menneskelige barrierer, er det naturlig å snakke om de organisatoriske barrierene. Det er store forskjeller i organisatoriske strukturer mellom store petroleumsleverandører og oppdrettsbedrifter. Leverandørene i petroleumsnæringen har en helt annen kostnadsstruktur. Leverandørbedrifter som Aker Solutions er strukturert til å levere typisk til store prosjekt på titalls milliarder, hvor deres kunder har mange ingeniører som sitter med Aker Solutions mange ingeniører og kommer fram med løsninger og tilpasninger. En slik struktur har ikke NRS og oppdrettsnæringen. Informant beskriver at man da som kunde blir sittende i baksetet å se på at de jobber på denne måten. Det kan da oppstå ulikevektige maktforhold, dette er noe som kan gjøre at den parten som er strukturert best for slike prosjekter påvirker motparten, til å gjøre handlinger som er fordelaktige for dem.

Lakseoppdrett er noe ganske annet en olje- og gassproduksjon. I viktige faser av prosjektet er det Aker Solutions som har sittet i førsetet, og informanter beskriver at NRS har hatt relativt få folk på prosjektet og det har vært få folk til å ivareta den biologiske biten opp mot leverandører. Spørsmålet blir da om den biologiske delen av prosjektet har blitt godt nok ivaretatt. I dette prosjektet handler det om fiskehelse, det handler om å drifte anlegget på en mest mulig sikker og hensiktsmessig måte og det handler om hva kostnadene blir i forhold til lakseprisene. Det er mye som står på spill. Per dags dato er ikke anlegget blitt testet med fisk i, så om løsningene og teknologien fungerer sammen med biologien, er noe man vil få erfart når det har blitt satt ut fisk og man kan begynne å høste erfaringer.

Hvis leverandører til petroleum skal satse videre i oppdrettsnæringen er de avhengige av å tilpasse seg havbruksaktørens oppbygging og kostnadsstruktur i organisasjonen og møtes en plass på halvveien. Organisasjonene i oppdrett vil aldri komme opp på samme struktur som en petroleumsaktør. Den økonomiske romsligheten har ikke havbruksnæringen idag, og kommer aldri til å komme opp på de nivåene man har sett i petroleumsnæringen. Selv om oppdrettsbedrifter har over årene blitt mer og mer likt petroleumsselskap. Man må finne ut av hvilke kostnader som kan kuttes. Dette er noe som kan gjøre at leverandører fra petroleum ikke er compatible med oppdrettsnæringen. Også er det avhengig av hva det i fremtiden vil koste å utvikle et havbasert oppdrettsanlegg ut ifra myndighetenes reguleringer, produksjonskostnader og laksepris.

Det er også verdt å nevne noe om selve utviklingstillatelsene. Det stilles krav til store, innovative og dyre prosjekter. Dette er noe som favoriserer de største oppdrettsbedriftene. Det er de som først og fremst skaffer seg økt armslag. Det gjør at de oppdrettsbedriftene som har fått tildelt utviklingstillatelser kan potensielt få enda større økonomisk og teknologisk forsprang på mindre oppdrettsbedrifter. AOF-prosjektet understreker at innovasjon er forbundet med risiko. Da er risikoavlastning til prosjekt et sentralt punkt. Det kan sies at den har vært ganske generøs fra myndighetenes side. Utviklingstillatelsene i seg selv gratis, og man får et vederlag på 10 millioner kroner pr. tillatelse hvis man får konvertert utviklingstillatelsen til en vanlig tillatelse. Siden en vanlig tillatelse i dag koster rundt 150-200 millioner kroner, vil da en bedrift som mottar ti tillatelser i realiteten innkassere 1,5 – 2 milliarder kroner. Så vil produksjonskostnadene og produksjonssykluser være med å avgjøre hvor lønnsom investeringen har vært. Informanter har ikke oppgitt noe tall for hva det har kostet å utvikle AOF-prosjektet, men har opplyst at det har blitt dyrere enn planlagt. Det planlagte investeringsbeløpet lå på ca. 700 millioner kroner (Ilaks, 2019).

Utviklingstillatelsene har bidratt til ny teknologi og teknologioverføringer, og hvis prosjektet unngår problemer med lus, rømming og sikrer god fiskevelferd, kan det åpne nye områder for oppdrett og bli en milepæl.

Kapittel 7: Konklusjon

Hensikten med denne studien er å belyse muligheter og begrensninger for teknologioverføring fra petroleum til oppdrett, og hvordan teknologioverføringen foregår, sett i lys av utviklingstillatelsene med utviklingsprosjektet Arctic Offshore Farming som eksempel.

For å besvare oppgavens problemstilling har jeg brukt teorier om hvordan innovasjon oppstår og spredning av innovasjon. Jeg har innhentet empiri om historisk utvikling i oppdrett og petroleum, og koblingene mellom disse to næringene de siste årene. Som metodisk tilnærming har jeg brukt casestudie og semi-strukturerte intervjuer. Dette har gjort at jeg har utviklet et historisk og et nyansert faktabasert empirisk grunnlag for hvordan innovasjoner oppstår og spres, med utviklingsprosjektet AOF som case.

Studien har vist at sammenfallet med nedgangen i oljepris, stagnerende vekst i oppdrettsnæringen og utviklingstillatelsene til oppdrett førte til tettere koblinger mellom petroleumsleverandører og oppdrettsaktører. Med at oppdrett har et ønske om å gå lengre ut til havs for å få produksjonsvekst, gjør at det den teknologien man har belaget seg på tidligere, ikke er anvendbar eller må utvikles for å ta i bruk havområder lenger ut. Det oppstår problemstillinger som ikke oppdrettsnæringen har vært ovenfor før. Da har oppdrettsnæringen sett seg nødt til å se imot andre havnæringer, og da spesielt petroleum som besitter teknologi og kompetanse man er avhengig av i offshore oppdrettsprosjekter. Samtidig som at leverandører fra petroleumsnæringen var ute etter omstilling, på grunn av reduserte investeringer i petroleum både i tiden rundt da utviklingstillatelse ble offentliggjort og på lang sikt. Da så petroleumsleverandører at lakseoppdrett, og da særlig de store offshore prosjektene var en arena hvor de kunne bruke deres kjernekompetanse og teknologi.

I utviklingsprosjektet Arctic Offshore Farming har det vært et samspill mellom tradisjonelle petroleumsleverandører og oppdrettsaktører, både private og offentlige. Hvor teknologi og kompetanse fra petroleum og oppdrett har blitt kombinert til et nytt og unikt konsept. Dette har ført til radikale og inkrementelle innovasjoner, og teknologi- og kompetanseoverføringer som kan danne et nytt marked for petroleumsleverandører og åpne for produksjonsvekst i havbruksnæringen, som potensielt kan ta i bruk nye havområder

Med ny teknologi og teknologi overført fra andre næringer er man avhengig av å tilpasse den til biologi og fiskehelse. Her har man sett ett tett samarbeid mellom aktørene for å utvikle best mulig teknologi som ivaretar akkurat det. Dette et prosjekt leverandørene og oppdrettsaktørene er nødt til å høste erfaringer av for å gjøre denne driften mest mulig lønnsom og best mulig for fisken.

7.1 Forslag til videre forskning

I løpet av min masteroppgaveskriving har det ikke vært fisk i Arctic Offshore Farming anlegget. Hvilke utfordringer som oppstår opp når man tar i bruk teknologi fra petroleum i biologisk produksjon er derfor noe denne oppgaven ikke har hatt mulighet til å ta for seg. Anbefaling til videre forskning vil være når man har fått fisk og fått høstet erfaringer fra drift i AOF anlegget. Hvilke utfordringer oppstår når man tar i bruk teknologi fra petroleum i produksjon av laks?

Referanseliste

- Aker ASA (u.å) *Dette er Aker*. Tilgjengelig fra: <https://www.akerasa.com/om-oss> (Hentet:05.04.2022).
- Arctic Offshore Farming. (2019) *Arctic Offshore Farming. Nedsenkbart oppdrettsanlegg designet for værharde områder*. Tilgjengelig fra: <https://arctic-offshore-farming.s3.eu-north-1.amazonaws.com/Arctic+offshore+produktark.pdf> (Hentet:08.11.2021).
- Arctic Offshore Farming (2019) *Norway Royal Salmon har utviklet Arctic Offshore Farming. Fremtidens offshore teknologi for havbruksnæringen, til det beste for laksen og miljøet*. Tilgjengelig fra: <https://www.arcticoffshorefarming.no> (Hentet 02.04.2022).
- Arctic Offshore Farming (2019) *Norway Royal Salmon har utviklet Arctic Offshore Farming. Fremtidens offshore teknologi for havbruksnæringen, til det beste for laksen og miljøet*. Tilgjengelig fra: <https://www.arcticoffshorefarming.no> (Hentet 02.04.2022).
- Arthur, W. B. (1994) *Increasing returns and path dependence in the economy*. Ann Arbor, Michigan: University of Michigan Press.
- Aslesen, H. W. et al. (2002) *Dansen rundt gullfisken. Næringspolitikk og statlig regulering i norsk fiskeoppdrett 1970-1997*. Doktoravhandling. University of Bergen and Møreforskning Molde.
- Aslesen, H. W. (2009) The Innovation System of Norwegian Aquacultured Salmonids, i Fagerberg, J., Mowery, D. & Verspagen, B.(Red). *Innovation, Path Dependency, and Policy: The Norwegian Case*. Oxford: Oxford University Press. Tilgjengelig fra: <https://www-universitypressscholarship-com.mime.uit.no/view/10.1093/acprof:oso/9780199551552.001.0001/acprof-9780199551552-chapter-8>. (Hentet:11.09.2021).
- Austvik, O. G. (2007) Staten som petroleumsentreprenør, *Tidsskrift for samfunnsforskning*, Årg. 48, nr 2 (2007), 197-226.
- Bakke, H. & Melingen, G.O. (2010) Avlsarbeid – viktig bidrag for Norsk Fiskeoppdrett, *GENialt* 2/2010. Bioteknologirådet. Tilgjengelig fra: <https://www.bioteknologiradet.no/2010/10/avlsarbeid---viktig-bidrag-til-fremgang-i-norsk-fiskeoppdrett/> (Hentet: 11.12.2022).

- Bar-Zakay, S. N. (1971) Technology transfer model, *Technological forecasting & social change*, 2, 321-337.
- Basso, M.N. et.al. (2020) Omstilling i petroleumssektoren. *Menon-Publikasjon NR.124/2020*. Menon Economics. Tilgjengelig fra: <https://www.norskoljeoggass.no/globalassets/dokumenter/naringspolitikk/rapporter/omstilling-i-petroleumsnaringen-2020.pdf> (Lest: 21.02.2022)
- Bjørnstad, S. (2005) *Oljeteknologi og innovasjon*. Tilgjengelig fra: <https://old.magma.no/oljeteknologi-og-innovasjon> (Hentet: 28.10.2021).
- Blomgren, A. et al. (2019) *Kartlegging av investeringer i fiskeri og fangst, akvakultur og fiskeindustri, 1970 - 2019*. NORCE Samfunnsforskning.
- Cepeda, G. & Martin, D. (2005). A review of case studies publishing in Management Decision 2003-2004: guides and criteria for achieving quality in qualitative research. *Management decision*, 43, 851.
- Christensen, P. et al. (2014) *Norges fiskeri- og kysthistorie : B. 4 : Havet, fisken og oljen : 1970-2014*. Bergen: Fagbokforl.
- Denzin, N. K. & Lincoln, Y. S. (2018). *The SAGE handbook of qualitative research*, Los Angeles, Calif, Sage.
- Dore, R. (1988) Technology policy and economic performance; lessons from Japan. *Research policy*, 17, 309-310.
- Engen, O. (2009). The Development of the Norwegian Petroleum Innovation System: A Historical Overview. Fagerberg, J., Mowery, D. & Verspagen, B.(Red.) *Innovation, Path Dependency, and Policy: The Norwegian Case*. Oxford: Oxford University Press. Tilgjengelig fra: <https://www-universitypressscholarship-com.mime.uit.no/view/10.1093/acprof:oso/9780199551552.001.0001/acprof-9780199551552-chapter-7>. (Hentet:06.09.2021).
- Fagerberg, J. (2004) *Innovation. A Guide to the Literature*. Oxford: Oxford Handbooks.
- Fiskeridirektoratet (2017) *Utviklingstillatelser*. Tilgjengelig fra: <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Tildeling-og-tillatelser/Saertillatelser/Utviklingstillatelser> (Hentet: 11.12.2021).
- Forskningspolitikk (2019) *Tredje generasjons innovasjonspolitik - hva er det?* Tilgjengelig fra: <https://www.fpol.no/tredje-generasjons-innovasjonspolitik-hva-er-det/> (Hentet: 10.02.2022).
- Golafshani, N. (2015). Understanding Reliability and Validity in Qualitative Research. *Qualitative report*. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2003.1870>.
- Greiner, M. A. & Franza, R. M. (2003) Barriers and Bridges for Successful Environmental Technology Transfer. *The Journal of technology transfer*, 28, 167-177.

- Grosse, R. (1996). International Technology Transfer in Services. *Journal of international business studies*, 27, 781-800.
- Grünfeld, L.A. et.al. (2021) *Evaluering av utviklingstillatelser for havbruksnæringen og vurdering av alternative ordninger for fremtiden..* Tilgjengelig fra: https://www.menon.no/wp-content/uploads/2021-150-Teknologiutvikling_havbruk_.pdf (Hentet: 20.02.2022)
- Gummere, R.J. (1989) *The Technology Challenge of the Advanced Tactical Fighter: A Study of the Technology Transition Process*, Masteroppgave, School of Systems and Logistics, Air Force Institute of Technology.
- HALKIER, B. (2011) Methodological practicalities in analytical generalization. *Qualitative Inquiry*. 17, 787-797.
- Harland, A.O. & Hemmingsen, I.K. (2021) *Implementering av havbruk til havs - Kan havbruk ut til territorialgrensen øke næringens arealtilgang?*. Masteroppgave. UiT The Arctic University of Norway.
- Hovland, E. et al., (2014) *Norges fiskeri- og kysthistorie : B. 5 : Over den leiken ville han rå : norsk havbruksnærings historie*. Bergen: Fagbokforl.
- Hovland, E. & Møller, D. (2010) *Åkeren kan òg være blå. Et riss av havbruksnærings utvikling i Norge*. ABM-utvikling ; Kystverket ; Riksantikvaren ; Fiskeridirektoratet.
- Ilaks (2019) *Satser 700 millioner kroner: NRS' nye havanlegg skal bygges ved Fosen Yards*, Tilgjengelig fra: <https://ilaks.no/satser-700-millioner-kroner-nrs-nye-havanlegg-skal-bygges-ved-fosen-yards/> (Hentet: 15.05.2022).
- Jacobsen, D.I. (2005) *Hvordan gjennomføre undersøkelser? : innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. 2. utg. Kristiansand: Høyskoleforl.
- Johannesen, A., Christoffersen, L. & Tufte, P. A. (2011) *Forskningsmetode for økonomisk-administrative fag*. Oslo, Abstrakt forl.
- Johnsen, G. & Lindal, M. (2006). *Laksefeber : nordnorsk fiskeoppdrett gjennom 35 år*. Stamsund, Orkana.
- Kvale, S., Brinkmann, S., Anderssen, T. M. & Rygge, J. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju*. Oslo, Gyldendal akademisk.
- Laksefakta. (2021) *HVA ER I FÔRET TIL LAKSEN?*. Tilgjengelig fra: <https://laksefakta.no/hva-spiser-laksen/hva-er-i-foret-til-laksen/> (Hentet: 15.03.2022).
- Lee, A.H.I., Wang, W.-M. & Lin, T.-Y., (2010) An evaluation framework for technology transfer of new equipment in high technology industry. *Technological forecasting & social change*, 77(1), pp.135–150.
- Lilleng, G. (2020) *Kollektivt entreprenørskap. En studie av ordningen med utviklingstillatelser i norsk havbruksnæring*. Masteroppgave. UiT The Arctic University of Norway.

- Madsbu, J. P. (2011). Hvordan etablere vitenskaplig kunnskap om samfunnet?, i Madsbu, J.P. & Pedersen, M. (Red). *I verdens rikeste land: samfunnsvitenskapelige innganger til norsk samtid*. Vallset: Oplandske bokforlag.
- Misund, B. et al. (2019) Betydelige investeringer i utviklingstillatelser. *Norsk Fiskeoppdrett*, nr.8-2019. Tilgjengelig fra: https://www.researchgate.net/publication/348002525_Betydelige_investeringer_i_utviklingstillatelser/link/5fec80f792851c13fed416a4/download (Hentet:15.02.2022).
- Misund, B. (2021) Dette mener han må til for at oppdrett til havs skal lykkes. *Norsk Fiskeoppdrett*, nr.5-2019. Tilgjengelig fra: <https://www.kyst.no/profile/magazines/140255/24> (Hentet: 24.03.2022).
- Nilsen S. K. (2006) *Technology transfer : a case-study of the prominence of place and reciprocity in the global economy*. 2006:67, Norwegian University of Science and Technology, Faculty of Social Sciences and Technology Management, Department of Geography.
- Njøs, R. & Sjøtun, S. G. (2016) *Innovasjon: Ei kortfatta innføring i sentrale begrep og tenkemåtar*. Senter for nyskaping, Høgskolen i Bergen.
- Norges Sjømatråd (2022) *Sjømateksporten passerte 120 milliarder kroner i fjor*. Tilgjengelig fra: <https://seafood.no/aktuelt/nyheter/sjomateksporten-passerte-120-milliarder-kroner-i-fjor/> (Hentet: 03.02.2022).
- Norsk olje-og gass (2017) *Teknologioverføringer*. Tilgjengelig fra: <https://norskoljeoggass.no/globalassets/dokumenter/naringspolitikk/teknologioverforingsrapport-2017-norsk-dobbelsider-ferdig.pdf> (Hentet: 09.01.2022).
- Norsk petroleum (2022) *Petroleumsforskning og teknologi*. Tilgjengelig fra: <https://www.norskpetroleum.no/miljo-og-teknologi/petroleumsforskning-og-teknologi/> (Hentet: 06.04.2022).
- Norway Royal Salmon (2022) *Q4 21 – Operasjonell EBIT på MNOK 102*. Tilgjengelig fra: <http://norwayroyalsalmon.com/no/Forside/Nyheter/Q4-21-Operasjonell-EBIT-pa-MNOK-102> (Hentet: 20.04.2022).
- Osland, E. (1990) *Bruke havet- : pionertid i norsk fiskeoppdrett*. Oslo: Samlaget.
- Perera, V. (2013) *Models of Technology Transfer and Innovation - YouTube* (Internett). Tilgjengelig fra: <https://www.youtube.com/watch?v=H8zSrsaoPHE> (Nedlastet: 01.03.2022).
- Porter, M.E. (1998) Clusters and the new economics of competition. *Harvard business review*, 76(6), 77–90.

- Reich, R. (1987). Entrepreneurship reconsidered: the team as hero. *Harvard business review*, 65, 77.
- Regjeringen. (2018) *Havbruk til havs*. Tilgjengelig fra:
<https://www.regjeringen.no/contentassets/e29cc668cbf54448a599c6da58cb1b9f/rappo-rt-havbruk-til-havs.pdf> (Hentet: 02.02.2022).
- Regjeringen (2021) *Hva er innovasjonspolitik?* Tilgjengelig fra:
<https://www.regjeringen.no/no/tema/naringsliv/forskning-og-innovasjon/hva-er-innovasjonspolitik-fulltekst/id527568/> (Hentet: 10.02.2022).
- Regjeringen (2021) *Leverandørindustrien*. Tilgjengelig fra:
<https://www.regjeringen.no/no/tema/energi/olje-og-gass/leverandorindustrien/id2001283/> (Hentet: 04.04.2022).
- Rogers, E. M. (1983) *Diffusion of innovations*. New York: Free Press.
- Reve, T., & Sasson, A. (2012). *Et kunnskapsbasert Norge*. Oslo: Universitetsforl.
- Sander, K. (2022) *Casestudie*. Tilgjengelig fra: <https://estudie.no/casestudie/> (Hentet: 14.04.2022).
- Smilor, R. W. & Gibson, D. V. (1991) Technology transfer in multi-organizational environments: the case of R&D consortia. *IEEE transactions on engineering management*, 38, 3-13.
- Spilling, O. R. (2005) *Entreprenørskap i et evolusjonært perspektiv*. NIFU STEP.
- Spilling, O. R. & Aanstad, S. (2009) *En utydelig innovasjonspolitik?* *Norsk innovasjonspolitik på 2000-tallet*. NIFU STEP.
- SSB (2022) *Tidenes største handelsoverskudd i 2021*. Tilgjengelig fra:
<https://www.ssb.no/utenriksokonomi/utenrikshandel/statistikk/utenrikshandel-med-varer/artikler/tidenes-storste-handelsoverskudd-i-2021> (Hentet: 05.01.2022)
- Stake, R. E. (1995) *The art of case study research*. Thousand Oaks: Sage.
- Steinset, T.A. (2017) *Frå attåtncering til milliardindustri*. Tilgjengelig fra:
<https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/artikler-og-publikasjoner/fra-attatnaering-til-milliardindustri> (Hentet: 03.02.2022).
- Sung, T. K. & Gibson, D. V. (2005) Knowledge and technology transfer grid: empirical assessment. *International Journal of Technology Management.*, 29, 216-230.
- Sykepleien. (2016) *Forskningsetiske utfordringer ved kvalitative studier*. Tilgjengelig fra:
<https://sykepleien.no/forskning/2016/04/forskningsetiske-utfordringer-ved-kvalitative-studier> (Hentet: 04.04.2022).

- Teknologirådet (2012) *Fremtidens lakseoppdrett*. Rapport 01/2012. Tilgjengelig fra: <https://teknologiradet.no/wp-content/uploads/sites/105/2018/04/Rapport-Fremtidens-lakseoppdrett.pdf> (Hentet: 10.04.2022).
- Thodesen, J. & Gjedrem, T. Breeding programs on Atlantic salmon in Norway: lessons learned. *Development of aquatic animal genetic improvement and dissemination programs: current status and action plans*. Akvaforsk. Tilgjengelig fra: https://www.researchgate.net/publication/227642728_Breeding_programs_on_Atlantic_salmon_in_Norway_lessons_learned. (Hentet: 09.10.2021).
- Time, J. (2020) *Ruvende fôrflåte med store miljøgevinster*. Tilgjengelig fra: <https://blog.akvagroup.com/nyheter/ruvende-forflate-med-store-miljogevinster> (Hentet: 20.03.2022).
- Tveterås, R., Reve, T., Haus-Reve, S. Misund, B. & Blomgren, A. (2019) *En konkurransedyktig og kunnskapsbasert havbruksnæring*. Oslo/Stavanger: Handelshøyskole BI.
- Vatne, E., 2008. Olje og gass : en ny næring i hurtig vekst. *Innovasjoner i norske næringer : et geografisk perspektiv*. Bergen. 101–120.
- Vatne, E. (2013) Den spesialiserte leverandørindustrien til petroleumsvirksomhet : omfang og geografisk utbredelse i Norge. *Rapport*, 2013. SNF.
- Vormedal, I., Larsen, M.L. & Flåm, K.H. (2019) Grønn vekst i blå næring? Miljørettet innovasjon i norsk lakseoppdrett, *FNI report/3*. Lysaker: Fridtjof Nansen Institute. Tilgjengelig fra: <https://www.fni.no/getfile.php/1310934-1571995826/Filer/Publikasjoner/FNI-Report-2019-03-Vormedal-Larsen-Flam-Gronn-vekst-i-bla-naering-miljorettet-innovasjon-i-norsk-lakseoppdrett.pdf> (Hentet: 20.09.2021)
- Winther, U. et al. (2017) *Ringvirkningsanalyse for teknologi- og serviceleverandører til sjømatnæringen - leverandører, utviklingstrekk og eksport*. Rapport, OC2017 A-128. Sintef Ocean. Tilgjengelig fra: <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmloi/bitstream/handle/11250/2450826/OC2017%2bA-128.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Hentet: 03.04.2022).
- Ødegård, A. (2016) *Teknologioverføring og potensialet for strategiske allianser mellom petroleum og havbruk*. Masteroppgave. Nord Universitet.

