



RAPPORT

VERDIKJEDEANALYSE AV HAVBRUK TIL HAVS



MENON-PUBLIKASJON NR. 131/2023

Av Oddbjørn Grønvik, Einar Stoltenberg Wahl og Leo A. Grünfeld, Kristine Størkersen og Trine Thorvaldsen

Forord



Denne rapporten omhandler potensialet for fremtidig sysselsetting og verdiskaping i Norge gjennom utvikling av bærekraftig havbruk til havs. Potensialet er stort, men hviler i høy grad på et godt utformet fremtidig reguleringsregime som reduserer usikkerhet og gjør det mulig for involverte næringer å koordinere seg for store utviklingsløft.

Rapporten er skrevet på oppdrag for Biomarint Forum, et forum som omfatter all næringsaktivitet og næringsutvikling knyttet til de marine ressursene i havet. Menon har fått bistand fra Sintef i arbeidet med kartlegging og beskrivelser av utfordringer knyttet til HMS. Sintefs bidrag er plassert i kapittel 6 og har av faglige grunner en litt annen språkdrakt.

Vi har valgt å gi rapporten to sammendrag. I det korte sammendraget forklarer vi de mest sentrale resultatene og gjengir de viktigste anbefalingene våre. I det lengre sammendraget går vi noe grundigere gjennom arbeidet i samme rekkefølge som rapportdisposisjonen.

Rapporten er utarbeidet i perioden juni-oktober 2023 og hviler på et omfattende intervjumateriale med aktører fra havbruksnæringen og aktører i verdikjeden rundt havbruk og havbruk til havs. Vi retter en takk til representantene i Biomarint forum for god sparring. En særlig stor takk går til Jørn Prangerød og Jan-Bertil Lieng for tett oppfølging og viktige innspill på veien.

Oktober 2023

Oddbjørn Grønvik
Prosjektleder
Menon Economics

Innhold

KORT SAMMENDRAG	3
FULLT SAMMENDRAG	5
1 BAKGRUNN	12
2 VERDIKJEDEN FOR HAVBRUK TIL HAVS	13
2.1 Inndeling av verdikjeden for havbruk til havs	13
2.2 Utvikling og design	14
2.3 Konstruksjon	17
2.4 Pre-produksjon	19
2.5 Produksjon	20
2.6 Post-produksjon	24
2.7 Oppsummering	25
3 KONKURRANSEFORTRINN	26
3.1 Gir operasjoner i norsk farvann med nærhet til Norge markante fortrinn/ulemper?	26
3.2 Kort om utviklingen av HTH i andre land	27
3.3 Norske leverandørers konkurransevne i ulike ledd i verdikjeden	28
4 POTENSIALET FOR VERDISKAPING INNEN HAVBRUK TIL HAVS	30
4.1 Beregningsmetode	30
4.2 Resultater	35
4.3 Oppsummering	42
5 OFFENTLIGE RAMMEBETINGELSER	44
5.1 Tillatelsesregime for havbruk til havs	44
5.2 Grunnrenteskatt for havbruk til havs	49
6 FORHOLD FOR DE ANSATTE I NÆRINGEN	58
6.1 Metodisk tilnærming	58
6.2 Organisatoriske forhold	59
6.3 Fysisk arbeidsmiljø og ergonomi	63
6.4 Psykososialt arbeidsmiljø	64
6.5 Tiltak for å sikre gode arbeidsforhold	64
7 REFERANSELISTE	66
8 METODEVEDLEGG	69
8.1 Beregning av verdiskaping, sysselsetting og kapitalbehov	69
8.2 Intervjuer	69

Kort sammendrag

Havbruk til havs (ofte forkortet til HTH) er et begrep som brukes om oppdrettsanlegg lokalisert langt til havs. Det er havbruk som utføres under mer krevende forhold enn i de tradisjonelle havbrukslokalitetene langs kysten. Mens de kystnære lokalitetene kan dra nytte av naturlig skjerming i fjordene og skjærgården, er værforholdene på lokaliteter lenger til havs mer krevende. Både strøm og bølger er kraftigere. Avstandene til havner og landanlegg er gjerne større, og vær preger i større grad logistikkoperasjoner. Det fordrer sterkere og mer avanserte anlegg enn tradisjonell drift langs kysten.

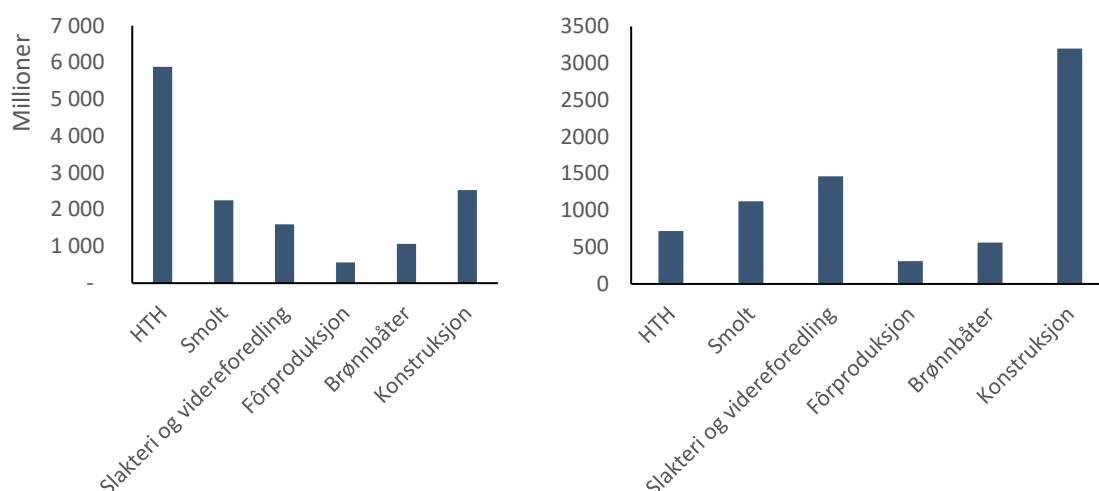
Det har i nyere tid oppstått interesse for å etablere lakseproduksjon lenger til havs. Til tross for at driften vil være mer krevende, investeringene større og usikkerheten betydelig, er det flere aktører som nå arbeider med sikte på å etablere produksjon i havområder som tidligere ikke har vært benyttet til – eller åpnet for – havbruk til havs. En viktig grunn til dette er at anlegg lenger til havs ikke står overfor de samme utfordringene knyttet til arealtilgang og biologisk press som tradisjonell kystnær produksjon. Havbruk til havs utgjør derfor en ny mulighet for produktionsvekst i havbruksnæringen. Lykkes man med å svare på utfordringene og utnytte fordelene, er potensialet for økt produksjon og verdiskaping innen denne nye næringsgrenen betydelig. På reguleringssiden foregår det derfor nå også et omfattende arbeid for å legge til rette for havbruk til havs, med bred involvering fra en rekke sektormyndigheter.

I denne rapporten redegjør vi nærmere for hva som skal til for å realisere havbruk til havs, og hvilke konsekvenser det kan ha om man lykkes. Vi drøfter innledningsvis **betydningen av verdikjeden i havbruk til havs** og utbroderer om hvordan denne skiller seg fra kystnært havbruk. Mens man innenfor slakteri og fôrproduksjon stort sett vil kunne oppskalere eksisterende produksjon gjennom kjent teknologi, vil det være nødvendig å utvikle nye løsninger og tilpasninger i andre deler av verdikjeden. Det vil være behov for mye nyvinning innen konstruksjon og sertifisering av anlegg til havs, men også innen logistikk og smoltproduksjon vil det være behov for å tenke nytt om man skal lykkes med å realisere havbruk til havs. Det står også sentralt at man håndterer problemstillinger knyttet til sameksistens og miljømessig økosystempåvirkning på en tilfredsstillende måte. Ikke minst er det viktig at man legger til rette for at de ansatte i havbruk til havs får både trygge og gode arbeidsplasser, og dette fordrer en målrettet innsats fra et tidlig tidspunkt.

I rapporten drøfter vi også **konkurransefortrinn og -utfordringer**. Havbruk til havs vil som produktionsform potensielt kunne utfordre det norske fortrinnet innen oppdrett av laks ettersom driftskonsepter og teknologier gjør det mulig å produsere på langt flere lokaliteter enn det man har tilgjengelig i andre land i dag. Samtidig leder Norge an i utviklingen av regelverk for havbruk til havs. I en tidlig fase der man tester ut ulike løsninger og driftsmodeller vil det være en fordel med kortere avstander inn til norsk kyst fordi man sannsynligvis oftere vil møte på uforutsette driftsutfordringer som krever rask bistand fra land. De tre utpekte områdene Trænabanken, Frøyabanken nord og Sørlege Norskerenna ligger relativt nært opp til kysten (20 – 80 nautiske mil fra grunnlinjen), noe som vil lette arbeidet med utvikling av driftsmodeller. Samtidig representerer utviklingen av havbruk til havs også en stor mulighet for flere av leverandørene til havbruksnæringen, både med tanke på produksjon som etableres i Norges og andre lands farvann. Disse aktørene er i stor grad norske, og for disse vil havbruk til havs være en mulighet for vekst både innenlands og internasjonalt.

Vi presenterer i tillegg en scenarioanalyse hvor vi **anslår verdiskapingspotensialet og sysselsettingseffekter i havbruk til havs**. Det er usikkert hvor stor produksjonen innen havbruk til havs vil bli, og vi etablerer et scenario hvor produksjonen vil bli i størrelsesorden en tredel av produksjonen i kystnært havbruk. I et år med betydelig aktivitet i både konstruksjon og produksjon, anslår vi at verdiskapingen i alt vil være 13,9 milliarder kroner, og med en sysselsettingseffekt på 7400. Dette er vist i figur 1, fordelt på de ulike leddene i verdikjeden.

Figur 1: Verdiskaping fra HTH-verdikjeden (venstre panel) og sysselsettingseffekter (høyre panel) fra scenarioanalysen



I rapporten har vi også en diskusjon av hvilken rolle **sentrale offentlige rammebetingelser** vil spille for å lykkes med havbruk til havs. En av de store utfordringene med å utvikle denne næringsgrenen er at det er forholdsvis mange aktører langs hele verdikjeden som må ta sjansen og foreta relativt store investeringer til nok så sammenfallende tidspunkt. For at aktørene skal være villige til å ta den sjansen, bør usikkerheten rundt utvikling av havbruk til havs reduseres i størst mulig grad. Vi peker derfor på noen grep som bør gjøres i tillatelsessystemet for å ivareta dette hensynet. Vi legger blant annet vekt på at det vil være viktig at offentlige myndigheter gir aktørene klare signaler om at dersom offentlige krav med hensyn til sikkerhet, miljømessig bærekraft, sameksistens mm. blir tilfredsstillende, vil det gis tillatelse til å utvide produksjonen. Dette gir næringen et sterkere signal om at store investeringer vil kunne kaste tilstrekkelig av seg, og at man tør å ta sjansen på prosjektene.

Vi har også en drøfting av de **skattemessige rammebetingelsene**, som også er en viktig faktor for aktørene som vurderer å satse på havbruk til havs. Vi peker blant annet på det er naturlig å la grunnrenteskatten i havbruksnæringen omfatte alle deler av næringen, også den nye næringsgrenen havbruk til havs. Som et minimum bør myndighetene uansett presisere at de – dersom det en dag vil bli innført en grunnrenteskatt på havbruk til havs – gir en kostnadsrefusjon med tilbakevirkende kraft. Dette kan bidra til å redusere investorers frykt for begrenset oppside som ikke motsvares av en symmetrisk reduksjon i nedsiden, og igjen øke sannsynligheten for at lønnsomme havbruk til havs-prosjekter blir realisert.

Fullt sammendrag

Havbruk til havs fordrer utvikling av en helt ny verdikjede

Å utvikle en ny næringsgren som havbruk til havs handler om mer enn å konstruere robuste merder som er egnet til å tåle de tøffe forholdene lenger ut til havs; det krever en helhetlig tilnærming til hele verdikjeden. Et sentralt poeng er at verdikjeden til havbruk til havs – fra design og konstruksjon av anlegg til slakt og distribusjon av fisk – vil inkludere både kjente og nye komponenter. Mens enkelte eksisterende ledd i verdikjeden kun må tilpasse seg eller skalere opp uten vesentlige endringer, vil det i andre ledd av kjeden være nødvendig å etablere helt ny aktivitet med behov for omfattende innovasjon. Dette innovasjonsbehovet spenner fra naturvitenskapelig forskning om miljøbelastning og fiskevelferd i oppdrettsanlegg under tøffere værforhold, til teknologiske nyvinninger i anleggskonstruksjon og tilpasninger i driften for arbeidspersonell. Et sentralt poeng er også at utviklingen ikke bare må skje i sjøfasen, men at det vil være behov for utvikling i øvrige deler av verdikjeden.

Det er grunn til å tro at havbruk til havs kan få et stort omfang, og den eksisterende kapasiteten for produksjon av innsatsfaktorer (fiskefôr, settefisk), foredling og logistikk vil måtte oppskaleres i tråd med dette. Det vil forde betydelige investeringer langt utover det som gjelder nye anlegg i sjøen. Havbruk til havs vil med andre ord kreve store kapitalkostnader, sett opp mot dagens havbruksvirksomhet i sjø.

En av hovedutfordringene med å lykkes med HTH er å sikre at aktører i verdikjeden utvikler seg i takt. Dette er essensielt for å unngå flaskehalsen som kan eksempelvis forsinke produksjonsstart, føre til lavere produksjonsvolumer enn planlagt eller redusert fiskevelferd. Flere av aktørene som planlegger satsninger til havs har uttrykt bekymringer for at det kan oppstå slike flaskehalsen. Dette skyldes i stor grad at aktører i andre ledd er mer tilbakeholdne med å investere i innovative løsninger eller tilpasse seg den nye næringen, ettersom det per nå ikke finnes et etablert marked for løsninger for havbruk til havs. Denne forsiktigheten kan i verste fall resultere i en situasjon der alle aktører tar små, forsiktige skritt fremover, i en form for "vente og se"-holdning. Da vil det kunne ta svært lang tid før HTH blir tilstrekkelig produktiv og lønnsomt. God koordinering og kommunikasjon mellom de ulike aktørene i verdikjeden blir derfor helt avgjørende, slik at alle komponentene i verdikjeden faller på plass til omtrent samme tid.

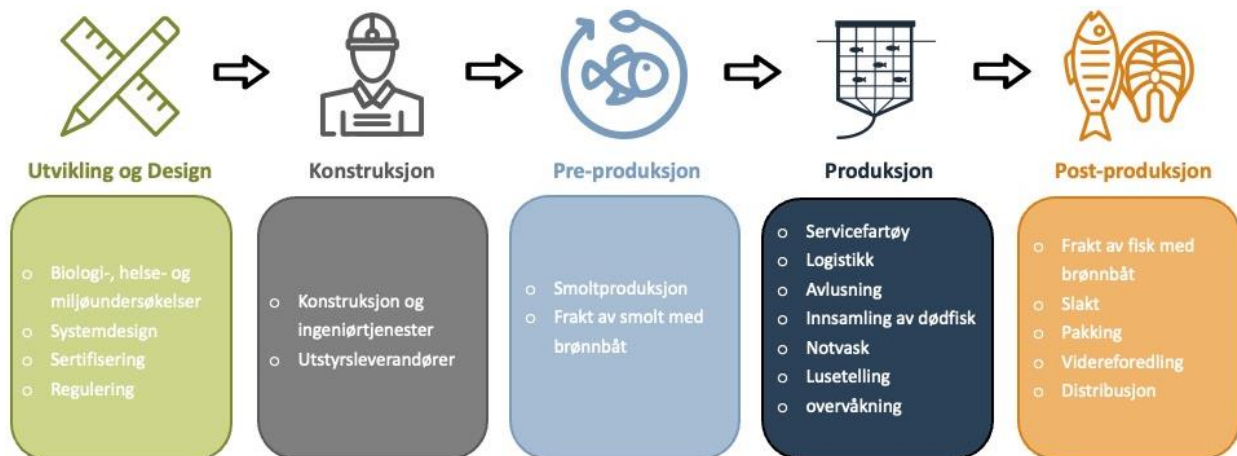
En spesiell utfordring som vil oppstå i piloteringsfasen er at visse typer leverandører har svake økonomisk incentiv til å møte oppdretternes behov. Dette skyldes at det for dem kan være risikofyllt å investere i utvikling av tjenester eller varer som bare vil være relevante for enkeltstående installasjoner med begrenset volum. Denne problemstillingen vil sannsynligvis reduseres etter hvert som næringen vokser, og aktører kan levere tjenester eller varer til flere installasjoner. Det er derfor viktig at myndighetene legger til rette for en klar oppskaleringplan etter pilotfasen, slik at aktører i verdikjeden kan investere med forventning om økt volum i fremtiden.

I tillegg er man avhengig av å lykkes med forhold knyttet til bærekraft og sameksistens med andre næringer. I det faglige grunnlaget for forvaltningsplanene for havområdene trekkes det fram at det er store kunnskapsbehov knyttet til havbruk til havs, særlig knyttet til konsekvenser for villaks og sjøfugl. Det pekes blant annet på at det er behov for mer kunnskap om konsekvenser for berørte økosystemer på grunn av økende akvakulturproduksjon langs store deler av kysten. Det blir samtidig viktig å se hen til andre næringsinteresser som fiskeri, petroleum og havvind dersom Norge skal sikre en størst mulig verdiskaping fra ressursene i havområdene innenfor bærekraftige rammer.

I sum vil en vellykket etablering av havbruk til havs kreve en tverrfaglig tilnærming, der man samtidig ivaretar både økonomiske, teknologiske og miljømessige aspekter og hensyn til sameksistens. En velkoordinert utvikling av verdikjeden vil være nøkkelen til denne suksessen.

Verdikjede og norske konkurransefortrinn

Figuren nedenfor skisserer de ulike leddene i verdikjeden for havbruk i åpne havområder (HTH). Vi har delt inn denne verdikjeden i fem hovedfaser: "Utvikling og design", "Konstruksjon", "Preproduksjon", "Produksjon" og "Postproduksjon".



Det er spesielt i fasene for "Utvikling og design" og "Konstruksjon" at vi ser den største forskjellen fra tradisjonelt havbruk. Her finner vi mange ledd som er helt nye for HTH. Under "Preproduksjon" og "Produksjon" er det også flere komponenter som krever tilpasninger, enten i form av ny teknologi, prosessforbedringer eller andre forandringer. For "Postproduksjon" er situasjonen noe annerledes. Her er det i hovedsak behov for å skalere opp eksisterende operasjoner for å møte det økte produksjonsvolumet. Dette kan inkludere alt fra slakt, logistikk og distribusjon til markedsføring og salg.

Vår gjennomgang av fremtidige konkurranseforhold peker i retning av at HTH vil kunne utvikles som en viktig og lønnsom næringsgren i en rekke land der klima og miljø tilsier at havområdene er egnet for oppdrett av laks. Eksempelvis viser land som Skottland, Australia, Canada, USA, Chile, Island, Færøyene, New Zealand og Kina interesse for slik oppdrett, men de fleste landene har kommet kort både med hensyn til utvikling av driftskonsepter og utvikling av et reguleringsregime. I denne sammenhengen er det viktig å være oppmerksom på at det finner sted parallell utprøving av HTH knyttet til en rekke andre arter som kan ha betydelig relevans norsk leverandørnæring så vel som norsk eiet produksjon.

Vi peker på at norske aktører har et særlig sterkt konkurransefortrinn i fasen for utvikling, ingeniørtjenester og design. På dette området gir kombinasjonen av en velutviklet havbruksnæring og erfaringer fra utvikling av offshore konsepter og installasjoner langt til havs et helt unikt konkurransefortrinn som vil kunne utnyttes i alle havområder globalt, ikke ulikt det vi har sett innen offshore leverandørindustri de siste 30 årene. Det samme bildet tegner seg for utstyrsproduksjon, men her vil konkurransen fra store teknologiaktører i andre land bli noe større. Konstruksjon av større stålkonstruksjoner vil sannsynligvis ofte blir lagt til verft i andre land, men sammenstilling og klargjøring vil gjerne skje ved norske verft, både for anlegg som skal ligge i norske og utenlandske farvann. Operasjoner i preproduksjonsfasen som ankring, posisjonering, overvåkning, kommunikasjon, sensorikk, kabling mm. vil i all hovedsak bli forsynt gjennom eksisterende norske aktører som

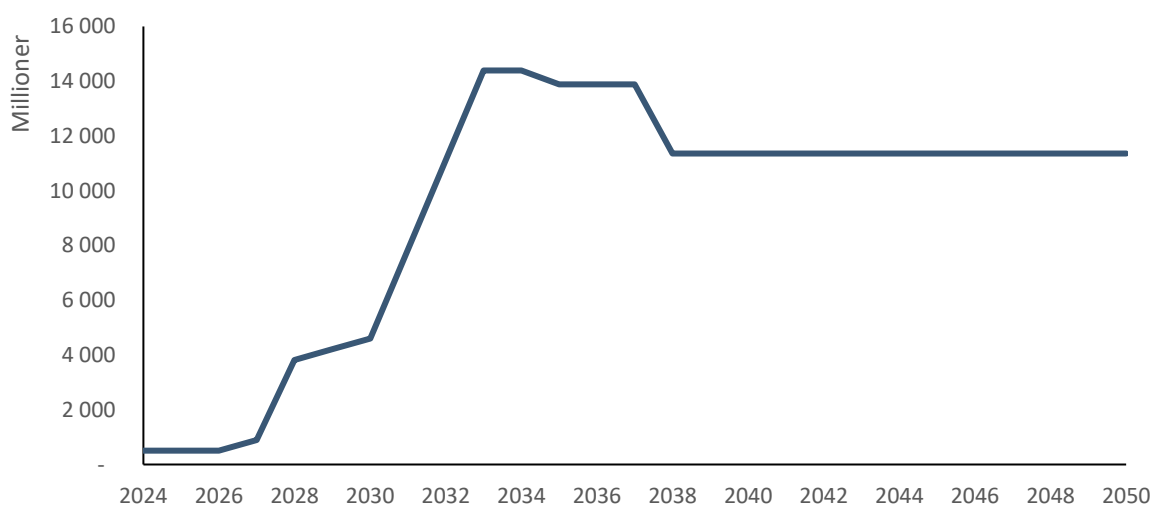
allerede i dag opererer aktivt innen offshore, og da særlig innen deep sea-segmentet. I markedet for frakt av fôr, smolt og fisk for slaktering finnes det i dag et veletablert marked i alle land som huser oppdrettsnæring. Det er grunn til å forvente at dette markedet vil bli mer internasjonalt når havbruk flytter til havs, ettersom rederier med riktig dimensjonerte skip lett vil kunne betjene lokaliteter mange steder for å optimalisere sin drift. Det er grunn til å forvente at multifunksjonelle skip vil få en mer tydelig posisjon i markedet når operasjonene blir mer internasjonale. Det vil med andre ord bidra til at norske aktører får mindre konkurransefortrinn i disse delene av verdikjeden tett opp til produksjonsfasen. Norske aktørers konkurransevne knyttet til slakteri, foredling og transport til markedene vil avhenge av regulering av næringen. Dersom man åpner for at laks kan leveres til brønnbåter som tar fisken rett til slakterier i landene der markedet befinner seg, vil høyst sannsynlig den norske konkurransevnen i disse leddene svekkes. Tilsvarende vil bruk av fartøy som har foredlingskapasitet om bord gjøre det langt mindre attraktivt å bringe råstoff inn til norsk fastland, for foredling og deretter videre forsendelse til de store markedene.

Havbruk til havs har et stort potensial for verdiskaping i Norge

Havbruk til havs har potensial til å skape store økonomiske verdier i Norge, så vel som i andre land med egnede lokaliteter. Dette er ikke kun drevet av verdiskaping hos produsentene, men også via et spekter av ringvirkninger gjennom verdikjeden og videre ut i samfunnet. I vår ringvirkningsanalyse har vi antatt en produksjon til havs på 480 000 tonn laks ved full produksjon fra og med 2033. Dette tilsvarer i underkant av en tredel av dagens produksjon av laksefisk i kystnært havbruk, og scenariet ligger om lag i samme størrelsesorden som andre relevante anslag for produksjonspotensialet i havbruk til havs.

Vi beregner verdiskaping og sysselsetting innen havbruk til havs, inkludert verdikjeden knyttet til produksjonen, som smoltprodusenter, fôrprodusenter, brønnbåtrederier og slakterier. **Figur A** viser den årlige verdiskapingen knyttet til havbruk til havs gjennom analyseperioden. I oppskaleringsfasen foretas det betydelige investeringer og produksjonen øker gradvis. Den årlige verdiskapingen innenfor tidsrammen vi har lagt til grunn topper seg etter 9 år, og er på i overkant av 14 milliarder kroner. Verdiskaping vil tilsvare omtrent 30 prosent av verdiskapingen i dagens kystnære havbruk når man tar med dagens verdikjede og denne kjedens nærmeste ringvirkninger. I dette året har produksjonen tilnærmet seg sitt fulle potensial, men det er samtidig fortsatt betydelig aktivitet knyttet til investeringer.

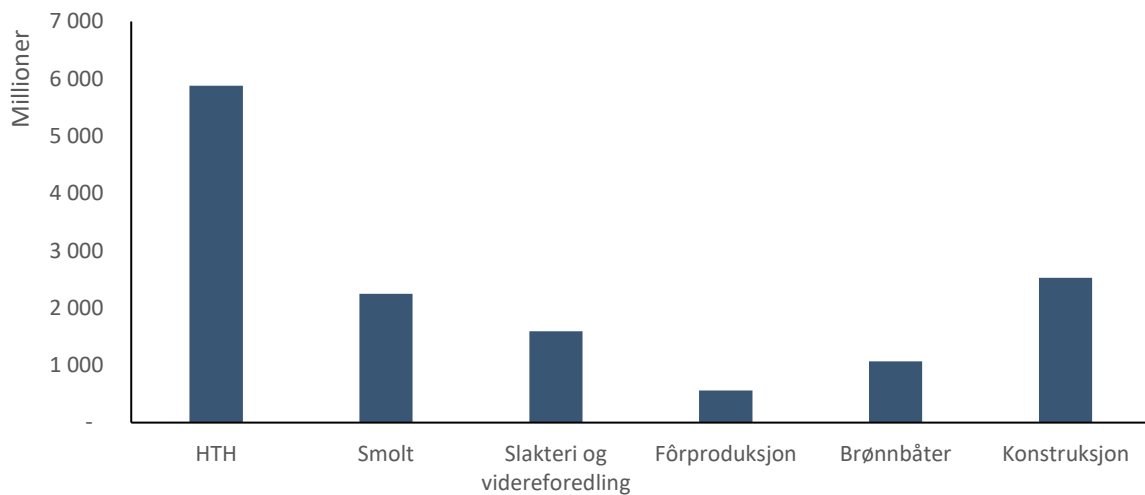
Figur A: Årlig verdiskaping fra HTH inkludert verdikjeden og nærmeste ringvirkninger



Det samlede investeringsbehovet for å realisere denne verdiskapingen er estimert til om lag 100 milliarder kroner, og dette fordeler seg med cirka halvparten innenfor utvikling og konstruksjon av havbruk til havs-anlegg, mens den andre halvparten er ringvirkninger som fordeler seg på de øvrige leddene i verdikjeden, herunder bygging av nye smoltanlegg, nye brønnbåter med mer.

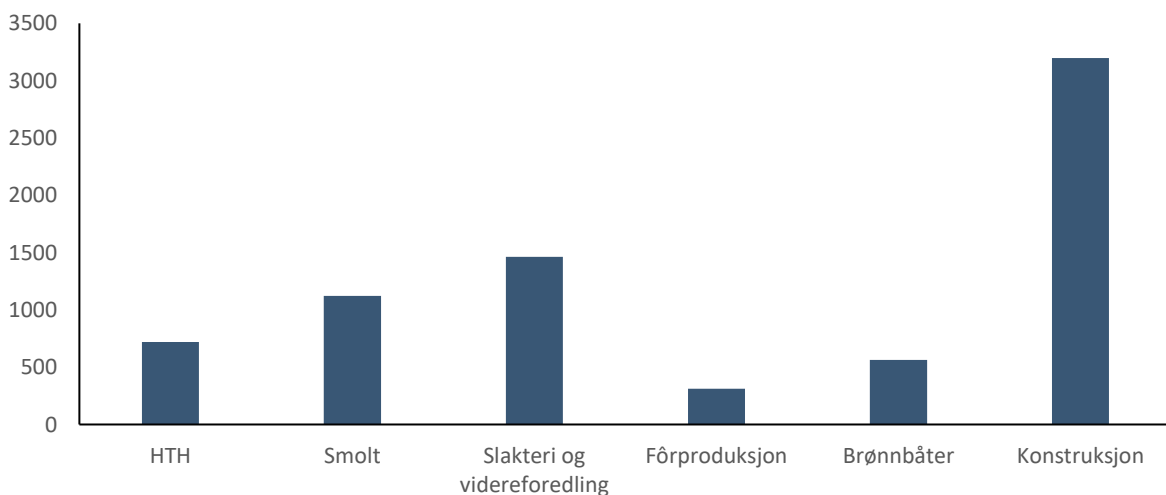
I gjennomgangen vår bryter vi verdiskapingseffektene ned på de ulike leddene i verdikjeden i et år med forholdsvis stor aktivitet i alle leddene (se **Figur B**). Anslaget omfatter både aktivitet i alle ledd av produksjonsvirksomheten fra fôr- og settefiskproduksjon til slakteri og foredling, men også aktivitet i investeringsleddet.

Figur B: Verdiskaping fra HTH verdikjeden og nærmeste ringvirkninger fordelt på de ulike leddene i eksempelåret



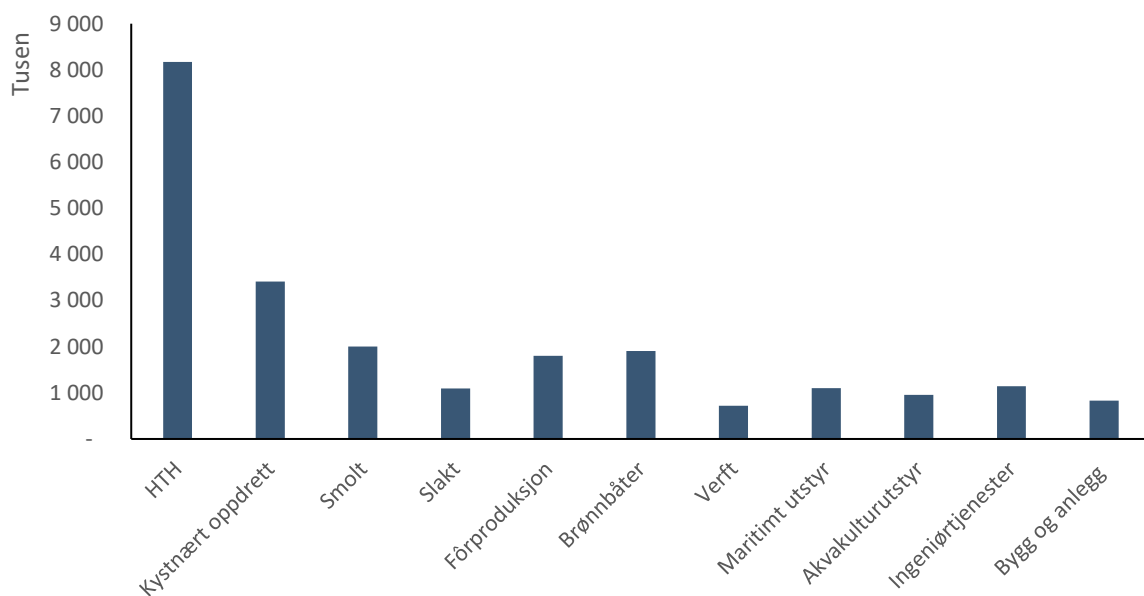
På sysselsettingssiden har vi estimert at HTH kan legge grunnlag for en sysselsetting på om lag 7 400 årsverk i dette året. Dette er illustrert i **figur C**. Det er særlig i forbindelse med konstruksjonsarbeidet at det vil være behov for arbeidskraft, med en sysselsetting på cirka 3 200 knyttet til dette leddet. Direkte og indirekte sysselsetting vil falle til i rundt 4 000 i året etter at de største investeringene er foretatt.

Figur C: Sysselsetting fra HTH verdikjeden og nærmeste ringvirkninger fordelt på de ulike leddene i eksempelåret



Hvis vi ser verdiskapingen og sysselsettingen i sammenheng, får vi også et uttrykk på arbeidskraftens produktivitet målt som verdiskaping per sysselsatt. Dette er illustrert i **figur D**. Figuren viser at verdiskapingen for havbruk til havs (produksjonen i sjøfasen) er svært høy med våre forutsetninger, rundt 8 millioner kroner per sysselsatt. Til sammenligning var verdiskapingen per sysselsatt i kystnært oppdrett rundt 3,4 millioner kroner i 2022. Dette avviket speiler at havbruk til havs vil være kapitalintensivt, med mye investeringskapital per arbeider.

Figur D: Verdiskaping per sysselsatt i ulike ledd av verdikjeden og i kystnært oppdrett



Uten forutsigbare rammebetingelser blir det krevende å lykkes

Det pågår et omfattende arbeid med avklaring av rammebetingelsene for havbruk til havs, men det er fortsatt viktige problemstillinger som ikke er avklart enda. Dersom disse problemstillingene ikke løses på en god måte, blir det mer krevende å lykkes med havbruk til havs. I rapporten redegjør vi for noen **tilpasninger i tillatelsesregimet for havbruk til havs** som vi vurderer som viktige. I tillegg går vi nærmere inn på spørsmålet om det bør innføres en **grunnrenteskatt for havbruk til havs**.

Når det gjelder tillatelsesregimet, peker vi på at det er en rekke viktige spørsmål som i liten grad er tatt stilling til enda. Dette gjelder blant annet:

- Hvordan skal konkurransen om tillatelsene utformes? (valg av allokeringsmekanisme)
- Hvordan fastsetter man produksjonskapasiteten i et område og/eller på en lokalitet?
- Hvordan vil man ta hensyn til eksternaliteter (positive og negative) når man deler opp områder og fordeler innenfor disse?

Vi foreslår derfor tilpasninger i reguleringsløpet som vi mener i størst mulig grad svarer ut disse utfordringene og som vil bidra til samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Forslaget handler overordnet sett om at staten i større grad må ta ansvar for å koordinere etableringen av utlysningsområder til havs for å begrense negative eksternaliteter forbundet med for tett anleggsplassering (fortrinnsvis knyttet til spredning av sykdommer mm.), samtidig som områdene har en beskaffenhet som muliggjør utnyttelse av skalafortrinn og effektive driftsmodeller. I neste rekke må staten legge til rette for at konkurransen innrettes slik at tillatelser tildeles til de beste konseptene med

en vektlegging av søkers evne til å realisere konseptet gjennom en søknadsbasert konkurranse (en såkalt «skjønnhetskonkurranse»). Vi foreslår blant annet også at staten tildeler tillatelser med en klausul om oppskalering innenfor utlysningsområdet, slik at tillatelsesinnehaveren vil ha mulighet til å øke produksjonen over tid, gitt at nødvendige vilkår er tilfredsstillt.

Når det gjelder spørsmålet om det bør innføres grunnrenteskatt er det fortsatt uavklart om det vil skapes en ekstraordinær avkastning (grunnrente) i havbruk til havs, men det er ikke dermed sagt at det ikke bør innføres en grunnrenteskatt. Tvert imot er det svært problematisk å avvente en innføring av en skatt med begrunnelsen om at man ønsker å se an om det blir lønnsomt i næringen, ettersom det i praksis etablerer en forventning om at oppsiden av å lykkes med havbruk til havs kan være begrenset for investorer. Fra en mer prinsipiell side er det dessuten grunn til å stille spørsmål om det er hensiktsmessig å trekke et skille mellom kystnært havbruk og havbruk til havs. Innenfor petroleumsnæringen har det blitt foretatt kostnadskreven investeringer med stor usikkerhet ettersom næringen har utviklet seg til å kunne utnytte felt som det tidligere ikke har vært mulig å oppnå lønnsom drift av. Dette er langt på vei analogt til at aktører i havbruksnæringen nå ønsker å satse på å etablere produksjon i mer krevende havområder, som fordrer nye og betydelige investeringer.

Slik vi vurderer det er det naturlig å la grunnrenteskatten omfatte alle deler av havbruksnæringen – også havbruk til havs. Som et minimum bør myndighetene uansett presisere at de – dersom det en dag vil bli innført en grunnrenteskatt på havbruk til havs – gir en kostnadsrefusjon med tilbakevirkende kraft. Dette kan bidra til å redusere investorers frykt for begrenset oppside som ikke motsvares av en symmetrisk reduksjon i nedsiden, og igjen øke sannsynligheten for at lønnsomme havbruk til havs-prosjekter blir realisert.

Gode arbeidsforhold for de ansatte er en strengt nødvendig forutsetning

De som skal arbeide med havbruk til havs har krav på gode og trygge arbeidsforhold. Statistikk fra SINTEF Oceans database for dødsulykker i fiskeri og havbruk viser at det i perioden 2012-2022 har vært 10 dødsulykker, som er relativt høyt og illustrerer at havbruk er et risikofyllt yrke. For å lykkes med havbruk til havs er det derfor helt avgjørende at gode arbeidsforhold for de ansatte gis tilstrekkelig vekt.

Havbruk til havs er en ny måte å drive havbruk på, som vil inkludere nye teknologikonsept, organisasjonsstrukturer, operasjoner og risikotyper. Avstanden fra land og mer fisk per anlegg, utgjør viktige forskjeller fra kystnært havbruk som gir en mer krevende logistikk og påvirker arbeidsmiljøet og risikobildet. Noen forhold vil ha likhetstrekk med sjøfart og petroleumsvirksomhet, men til forskjell fra disse dreier hverdagen i havbruk seg om biologisk produksjon, det vil si oppgaver for å sikre et godt miljø for oppdrettsfisken. Studier har vist at ansatte mener at deres personsikkerhet blir prioritert lavere enn produksjon. Det er for eksempel ikke uvanlig med lange og krevende arbeidsøkter, grunnet langvarige operasjoner med for lav bemanning, og der hensynet til fiskevelferd gjør at operasjonen ikke kan settes på pause. Ansatte som har sitt arbeid i ulike deler av verdikjeden i havbruk til havs får mye ansvar, og virksomhetene må ha deres helse og sikkerhet som et grunnprinsipp.

I rapporten løfter vi derfor en rekke tiltak for hvordan man kan ivareta de ansattes arbeidsforhold innen HTH. For det første må **innehavere og drivere av akvakulturtillatelser til havs ha ansvar for alle ansattes arbeidsforhold, HMS og beredskap**. Klare ansvarsforhold vil være utslagsgivende for sikkerheten ved havbruk til havs. Dette må inn i regelverk og etter vår vurdering få politisk oppmerksomhet for å sikre etterlevelse. Videre må **ansattes helse og sikkerhet være et avgjørende kriterium i planlegging og arbeid**. Arbeidsforholdene må vurderes allerede i forarbeid og designfasen av et akvakulturanlegg. Risikovurderingene må ta med menneskelige, organisatoriske, teknologiske og biologiske forhold og fysisk arbeidsmiljø. Ansattes arbeidsforhold og sikkerhet bør inn som en del av tillatelsestildeling og prosjektvurdering og det er behov for én

tilsynsmyndighet som har tilstrekkelig med ressurser til å følge opp arbeidsforholdene. Driver av akvakulturtillatelsen bør utarbeide definerte operasjonsgrenser og værvindu for operasjoner, og ansatte må involveres i risikovurderinger og planlegging av arbeidet. **Forsvarlig bemanning innebærer at personellet både er riktig i antall og kvalifikasjoner.** Det bør defineres et utvidet lokalitetsteam som inkluderer alle som er tilknyttet en gitt lokalitet. Alle i teamet må ha god plass-spesifikk opplæring, særlig om samarbeid, fiskevelferd og lokalitetens særegenheter. De må også ha felles beredskapsøvelser. **Havbruk til havs må dimensjonere beredskap som reflekterer det faktiske risikobildet.** Dette krever en helhetlig tilnærming. Hendelser som rømming eller massedød av fisk påvirker også om ansattes sikkerhet og arbeidsforhold, ettersom de ansatte må utføre tiltakene. Endelig er det avgjørende at **psykososialt arbeidsmiljø prioriteres.** Arbeidsgivere har en særskilt rolle for å sikre at dette hensyntas, og det er gjennomgående viktig med gode verneombud og fasiliteter for både jobb og fritid.

1 Bakgrunn

Havbruk til havs (ofte forkortet til HTH) er et begrep som brukes om oppdrettsanlegg lokalisert langt til havs. Det er havbruk som utføres under mer krevende forhold enn i de tradisjonelle havbrukslokalitetene langs kysten. Mens de kystnære lokalitetene kan dra nytte av naturlig skjerming langs kysten, er værforholdene på lokaliteter lenger til havs mer krevende. Både strøm og bølger er kraftigere, og havbruk til havs er derfor mer krevende. Det fordrer sterkere og mer avanserte anlegg enn tradisjonell drift langs kysten.

I laksetildelingsforskriften er havbruk til havs definert gjennom begrepet *lokalitet til havs*. I forskriften heter det at dette er et «geografisk avgrenset område i sjø utenfor produksjonsområdene.» *Produksjonsområdene* er definert i produksjonsområdeforskriften, og strekker seg i det lengste fra 1 til 8 nautiske mil fra grunnlinjen. Havbruk til havs er i regulatorisk sammenheng altså havbruk utenfor de eksisterende produksjonsområdene.

Det har i nyere tid oppstått interesse for å etablere lakseproduksjon lenger til havs. På tross av at driften vil være mer krevende, investeringene større og usikkerheten betydelig, er det flere aktører som arbeider med sikte på å etablere produksjon i havområder som tidligere ikke har vært benyttet til – eller åpnet for – havbruk til havs. På reguleringssiden foregår det også et omfattende arbeid for å legge til rette for denne aktiviteten. Sett opp mot den mer kjente og relativt lønnsomme kystnære produksjonen, kan det framstå som overraskende at noen er villige til å ta denne sjansen. At viljen til å satse på havbruk til havs likevel finnes, kan kokes ned til to hovedpoeng. For det første er det **knapphet på tilgjengelig areal langs kysten**, og havområdene representerer nye arealer som kan nyttiggjøres av næringen til økt produksjon. For det andre er **vesentlig biologisk press i de kystnære områdene** en utfordring som gjør økt produksjon langs kysten krevende. Produksjonen kystnært er svært omfattende og intensiv langs store deler av kysten, og ytterligere produksjon i kystsonen vil i mange tilfeller kunne forverre biosikkerheten, som både har konsekvenser for den eksisterende produksjonen og miljøverdier, herunder de ville bestandene av laksefisk. I sum fører disse forholdene til at mulighetene for produksjonsøkning nære kysten er begrenset. Dette er senest befestet i Havbruksutvalgets utredning, som fremmer en lang rekke tiltak for å imøtegå nettopp disse utfordringene. Områder lenger til havs står ikke overfor de samme utfordringene i samme grad, og potensialet for verdiskaping dersom man lykkes er betydelig.

En rekke næringsaktører posisjonerer seg i dag for å etablere havbruk til havs og det er igangsatt en lang rekke forsknings- og innovasjonsprosjekter som framskaffer ny kunnskap om utfordringene ved og mulighetene for å drive havbruk til havs. Det pågår også et omfattende regulatorisk arbeid for å etablere et nytt tillatelsesregime for havbruk til havs. Områdets egnethet må utredes, herunder med vektning av miljøhensyn og arealdeling, det må etableres regler for forsvarlig drift (risiko for rømming, HMS mm.) og man må ikke minst fastsette regler for hvem som får tillatelse til å produsere og hvor mye de får produsere.

I denne rapporten redegjør vi nærmere for hva som skal til for å realisere havbruk til havs, og hvilke konsekvenser det kan ha om man lykkes. Rapporten er strukturert som følger: I kapittel 2 drøfter vi verdikjeden i havbruk til havs og utbroderer om hvordan denne skiller seg fra kystnært havbruk. I kapittel 3 drøfter vi konkurransefortrinn og -ulemper ved etablering av havbruk til havs i Norge. I kapittel 4 presenterer vi en scenarioanalyse for havbruk til havs, hvor vi anslår verdiskapingspotensialet i de ulike leddene av verdikjeden samt sysselsettingseffekter og investeringsbehov. I kapittel 5 drøfter vi noen sentrale forhold rundt de offentlige rammebetingelsene for utvikling av havbruk til havs, nemlig tillatelsesregimet og skatteregler. I kapittel 6 går vi dypere inn i problemstillinger knyttet til forhold for de ansatte i næringen.

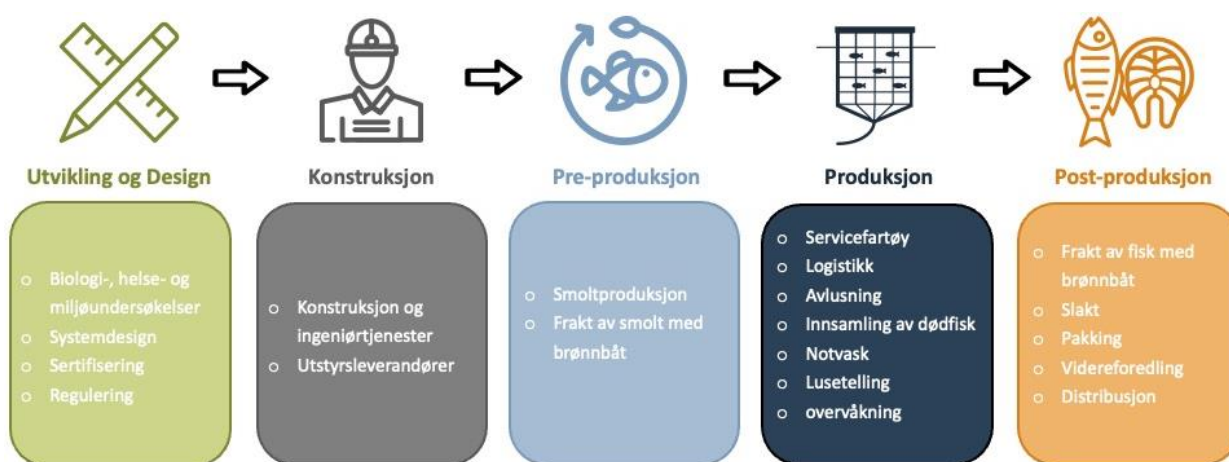
2 Verdikjeden for havbruk til havs

Å utvikle en ny næringsgren som havbruk til havs (HTH) handler om mer enn å konstruere robuste merder som er egnet til å tåle de røffe forholdene lenger ut til havs; det krever en helhetlig tilnærming til hele verdikjeden. Et sentralt poeng er at verdikjeden til havbruk til havs – fra design og konstruksjon av anlegg til slakt og distribusjon av fisk – vil inkludere både kjente og nye komponenter. Mens andre eksisterende ledd må tilpasse seg eller i noen tilfeller kun skalere opp uten vesentlige endringer, vil det også være nødvendig å etablere noen nye ledd i verdikjeden. Skal man lykkes med å etablere denne verdikjeden, er man dessuten avhengig av å ta hensyn til at interessen for havområdene er stor blant både andre næringsinteresser og miljø- og verneinteresser. Det er helt essensielt å ivareta en god balansegang mellom disse interessene som kan – men ikke nødvendigvis må – være motstridene.

I dette kapittelet går vi gjennom de ulike leddene i verdikjeden som må etableres for HTH. Vi belyser særlig problemstillingene man ser på som utfordrende å løse. Vi bygger både på en gjennomgang av relevant litteratur på området samt informasjon fra en rekke intervjuer vi har gjennomført. Informasjon om hvem vi har intervjuet er gjengitt i metodevedlegg til rapporten.

2.1 Inndeling av verdikjeden for havbruk til havs

Figuren nedenfor skisserer de ulike leddene i verdikjeden for havbruk i åpne havområder (HTH). Vi har delt inn denne verdikjeden i fem hovedfaser: "Utvikling og design", "Konstruksjon", "Preproduksjon", "Produksjon" og "Postproduksjon".



Det er spesielt i fasene for "Utvikling og design" og "Konstruksjon" at vi ser den største forskjellen fra tradisjonelt havbruk. Her finner vi mange ledd som er helt nye for HTH. Under "Preproduksjon" og "Produksjon" er det også flere komponenter som krever tilpasninger, enten i form av ny teknologi, prosessforbedringer eller andre forandringer. For "Postproduksjon" er situasjonen noe annerledes. Her er det i hovedsak behov for å skalere opp eksisterende operasjoner for å møte det økte produksjonsvolumet. Dette kan inkludere alt fra slakt, logistikk og distribusjon til markedsføring og salg.

Ved å ha en klar oversikt over verdikjeden, kan vi bedre forstå hvilke deler som krever spesiell oppmerksomhet, og hvor det er behov for innovasjon og tilpasninger. Dette vil igjen være avgjørende for å kunne realisere HTH som en bærekraftig og lønnsom næring. I de følgende delkapitlene gjennomgår vi hver av disse fasene nærmere.

2.2 Utvikling og design

Utvikling og design-fasen av verdikjeden omfatter arbeidet som gjøres før konstruksjon av anlegg. Dette inkluderer ulike undersøkelser av lokaliteten, design av konstruksjon, sertifisering og regulering. Denne delen av verdikjeden skiller seg fra kystnært havbruk, nettopp fordi det er mye utviklings- og innovasjonsarbeid som må utføres, og som per definisjon er noe nytt fra det man har gjort tidligere. I dette delkapittelet peker vi i tillegg på at det er noen problemstillinger knyttet til fiskevelferd som må utredes nærmere. Vi omtaler også spørsmål om bærekraft og sameksistens i dette delkapittelet.

2.2.1 Undersøkelser

Før en kan sette i gang med konstruksjon av HTH-installasjonen er det viktig å ha gjort grundige undersøkelser av lokaliteten. Dette er en forutsetning for å kartlegge lokalitetens egnethet, men vil også gi viktig informasjon som kan påvirke anleggenes utforming og drift.

For det første må det gjennomføres undersøkelser av de biologiske forholdene i området. Dette vil være viktig for å ha kunnskap om installasjonen vil kunne gjøre skader på eksempelvis gyteområder for ulike fiskeslag. For det andre må det gjøres undersøkelser som kartlegger bølge-, strøm- og værforholdene på lokaliteten. Dette vil være viktig for å få mer kunnskap både om hvordan konstruksjonen vil håndtere forholdene, men kanskje enda viktigere for hvordan fisken vil trives i merdene. Det vil være behov for en rekke andre undersøkelser, og det vil blant annet være ønskelig å legge forholdsvis store ressurser inn i å kartlegge en optimal lokalitetsstruktur. Dette handler litt forenklet sagt om å sikre minst mulig gjensidig biologisk påvirkning mellom ulike anlegg for å begrense de negative eksternalitetene et anleggs produksjon kan ha på et annet. Vi går nærmere inn på behovet for dette i rapportens kapittel 5.1.

2.2.2 Systemdesign

Konstruksjonene som vil brukes til HTH skiller seg betraktelig fra tradisjonelt oppdrett. I tradisjonelt oppdrett benyttes det i stor grad relativt enkle flytekrager med store notposer. I havbruk til havs kreves det betraktelig sterkere konstruksjoner som kan tåle svært krevende strøm- og værforhold. Derfor vil designfasen og god uttesting av ulike løsninger være essensielt for å kunne bygge konstruksjoner som vil kunne tåle forholdene, sikre tilstrekkelig gode arbeidsforhold, sikre god fiskevelferd og hindre rømminger, samtidig som at løsningene må være økonomisk bærekraftige på sikt. Dette er arbeid som i langt større grad vil ligne på designfasen for offshore petroleumsplattformer enn for tradisjonelle merder.

I rapporten til Føre et al. (2022) som tar for seg FoU behov for realisering av HTH pekes det samtidig på at *«produksjonsmiljøet kan fra før være kjent fra maritim næringsaktivitet og olje og gass, men de teknologiske løsningene kan ikke overføres direkte da de i en annen og biologisk kontekst får en helt annen betydning, grunnet blant annet andre krav til tilstedeværelse, beredskap og forutsigbarhet»*. Dette understreker med tydelighet at design av HTH-anlegg krever en tverrfaglig tilnærming. For å designe gode HTH-anlegg er det vesentlig å ha en god forståelse av forholdene anleggene står overfor, de teknologiske mulighetene, men ikke minst en forståelse av fiskens biologi og også praktisk innsikt. Denne delen av verdikjeden vil derfor måtte utføres gjennom et samarbeid mellom personer med kompetanse innen maritimt design, ingeniørarbeid, marinbiologi/fiskehelse, røkting med mer.

Det er for tidlig å nå slå fast hvilke designløsninger som vil være optimale, både med tanke på drift og sikkerhet for arbeidere og fisk, men også med hensyn på lønnsomhet. Aktørene som posisjonerer seg for å utvikle havbruk til havs baserer seg også på ulike design. Mens noen ser for seg å bygge fult nedsenkbare merder, vil andre ha

halvt nedsenkbare flytende stålkonstruksjoner. Andre igjen ønsker å gjenbruke gamle oljerigger og dermed bunnfaste konstruksjoner både med og uten nedsenkbare merder.^{1,2,3}

2.2.3 Sertifisering

Det vil være behov for et robust sertifiseringsregime av HTH-konstruksjoner. Dette er viktig for å få inn en objektiv tredjepart slik at operatører ikke «tar snarveier» under design og konstruksjon, og at man får trygge arbeidsplasser for personell på HTH-installasjonene. Anleggene må også begrense risiko for rømming av fisk i tilfredsstillende grad.

Det vil sannsynligvis være et stort behov for og krav om sertifisering i den offentlige reguleringen av HTH. Dette vil etter all sannsynlighet også være et krav for å kunne forsikre installasjonene. DNV har påpekt at det er mange likheter mellom HTH-konstruksjonene, innen maritim virksomhet samt flytende petroleumskonstruksjoner, og at det derfor er viktig å trekke erfaring fra regelverk og standarder fra disse eksisterende industriene under utvikling av regelverk og standarder for HTH.⁴ Det vil imidlertid ikke være fokus på de delene av sertifisering i petroleum som har med hydrokarboner å gjøre, og det vil samtidig bli lagt vekt på nye sertifiseringsregler knyttet til det biologiske aspektet for HTH-konstruksjoner.

Det mest oppdaterte standarden for eksponert havbruk er DNV sin tekniske standard, som i stor grad er benyttet ved utvikling av eksponerte havbruk i norske farvann. Denne heter DNVGL-RU-OU-0503 «Offshore fish farming units and installations». Denne standarden danner grunnlaget for DNV-klasse og inkluderer kravene i Nytek og NS9415 slik at risiko for fiskerømming, HMS for de som jobber om bord samt sikring av selve installasjonen blir enhetlig behandlet.⁵

2.2.4 Videreutvikling av reguleringene

I utviklingsstadiet – før HTH-anleggene settes i produksjon – vil det være viktig å fastsette en rekke regulatoriske forhold. Dette handler om alt fra videreutvikling av HMS-reglene som er viktige for å regulere de ansattes arbeidsforhold, til spørsmål om tillatelsesregime, herunder spørsmål om hvem som får HTH-tillatelser, hvordan disse skal få drive og hvor mye de skal få produsere. Dette arbeidet følger et spor fastsatt av myndighetene, hvor både relevante etater og berørte interessenter er involvert. Vi går ikke i dybden på disse problemstillingene her, men nøyer oss med å peke på at det er viktig å avklare denne typen spørsmål før havbruk til havs kan realiseres. Vi går nærmere inn på problemstillinger knyttet til videreutvikling av tillatelsesregimet for havbruk til havs i rapportens kapittel 5. Problemstillinger vedrørende HMS og forhold for de ansatte går vi i dybden på i kapittel 6.

2.2.5 Fiskevelferd

Et helt avgjørende poeng for å lykkes med havbruk til havs er at fisken trives godt og har gode vekstvilkår. Dette er viktig både fra et produksjonsmessig, men også et etisk perspektiv. Selv om det er all grunn til å tro at forholdene med hensyn til spredning av smittestoffer fra anlegg nære kysten vil være bedre for havbruk til havs, er det et annet spørsmål om den vil trives godt under de vær- og strømforholdene som råer til havs. Selv om fisken

¹<https://www.fiskeribladet.no/nyheter/endelig-avslag-for-mowis-beck-cage-na-skrinlegger-selskapet-prosjektet-/2-1-996990>

² <https://www.viewpointaqua.no/seafarm/>

³ <https://www.blarworld.com/our-solutions>

⁴<https://www.kyst.no/dnv-gl-eksponert-havbruk-offshore-havbruk/regelverket-er-ikke-tilpasset-offshore-havbruk/164104>

⁵<https://www.kyst.no/dnv-gl-eksponert-havbruk-offshore-havbruk/regelverket-er-ikke-tilpasset-offshore-havbruk/164104>

trives godt i disse områdene i det fri, vil fiskens evne til å håndtere disse værforholdene være annerledes innenfor avgrensede produksjonseenheter hvor bevegelsesfriheten vil være kraftig begrenset.

Flere av våre informanter har framhevet fiskens levestandard i HTH-anlegg som et særlig avgjørende forskningsspørsmål i tiden framover. Hvas et al. (2019) peker på at svømmekapasiteten til laksen avhenger av mange ulike faktorer, herunder fiskens størrelse, temperatur og oksygeninnhold i vannet, gruppestørrelse og fisketetthet samt sykdommer og parasitter. De viser til at for å oppdrette atlantisk laks eller andre arter i nye og mer ekstreme omgivelser, er det helt nødvendig å ta hensyn til biologien. De viser til at fisk har klare målbare fysiologiske grenser for hva de kan tåle, som definerer hvilke oppdrettsmiljøer som er forsvarlige i henhold til krav til god fiskevelferd og viser til at videre forskning er nødvendig for å forstå laksens atferd og mestring i mer turbulente omgivelser enn i dagens oppdrett.

Spørsmål knyttet til fiskens prestasjon og velferd i HTH-anlegg er altså et område som krever ytterligere innsats for at HTH skal kunne realiseres.

2.2.6 Bærekraft og sameksistens med andre næringer

For å lykkes med havbruk til havs er det avgjørende å sikre god sameksistens mellom ulike interesser i havområdene. Det er utfordrende, fordi konkurransen om de aktuelle områdene er stor. Både etablerte næringer, som fiskeri og petroleum, men også nye næringer som havvind og havbunnsmineralutvinning, kan være interessert i å utnytte de områdene som også er aktuelle for havbruk til havs. Samtidig er det viktig å ta høyde for miljø- og verneinteresser som vil ha en oppfatning om lokaliseringen av havbruk til havs. Å finne en balanse mellom disse ulike og tidvis kryssende interessene er viktig. Dette er også et helt grunnleggende spørsmål som må avklares tidlig i prosessen.

Forvaltningsplanene for havområder spiller en sentral rolle i å håndtere denne balansegangen. Formålet med forvaltningsplanene er å legge til rette for verdiskaping gjennom bærekraftig bruk, og samtidig å opprettholde miljøverdiene i havområdene (Meld. St. 20 (2019-2020)). Forvaltningsplanene er politiske dokumenter hvor Regjeringen og Stortinget søker å se viktige næringsinteresser i havområdene i sammenheng med hensynet til miljø og økosystemene i havet, og fungerer som et verktøy for å understøtte langsiktig bærekraftig verdiskaping fra havområdene. Gjennom forvaltningsplanene defineres blant annet særlig verdifulle og sårbare områder (SVO) i norske havområder. Her stilles det særlige krav til å kartlegge miljøverdier og sårbarhet for å sikre at konsekvensene av ulik bruk av områdene er kjent før bruken fastsettes.

Regjeringen arbeider i skrivende stund med en oppdatering av forvaltningsplanene for norske havområder, og skal etter planen legge fram en melding om disse for Stortinget i 2024. Faglig forum for norske havområder har ansvar for å utarbeide det faglige grunnlaget for planene. Rapporten Faglig forum for norske havområder (2023) som skal legge grunnlaget for neste oppdatering i forvaltningsplanene ble lagt fram i april 2023. I rapporten trekkes det fram at det er store kunnskapsbehov knyttet til havbruk til havs, særlig knyttet til konsekvenser for villaks og sjøfugl. Det pekes helt konkret på at det er behov for mer kunnskap som konkretiserer:

- vandringsruter for utvandrende laksesmolt
- konsekvenser for berørte økosystemer, herunder langtidsvirkninger
- konsekvenser for villaks som følge av fare for smitte og rømming
- konsekvenser for sjøfugl som følge av arealbruk, sårbarhet, bifangst og samlet påvirkning
- økosystemeffekter i havområdene på grunn av økende akvakulturproduksjon langs kysten i Nord-Norge

Ved siden av forvaltningsplanene, er det gjennom de sektorspesifikke reguleringene for havbruk til havs lagt opp til at det skal foregå mye kunnskapsinnhenting før produksjonen kan settes i gang. Dette er i stor grad myntet på å legge til rette for at hensyn til sameksistens og bærekraft skal kunne vektes. Både ved valg av (nye) havområder på et overordnet nivå, men også i de etterfølgende konsekvensutredningene før utlysninger og i den prosjektspesifikke klareringsprosessen.

Det er viktig å gi mulighet til innspill og medvirkning for berørte parter og andre interessenter. Da legger man til rette for at eventuelle kryssende perspektiver og behov blir tatt i betraktning. Dette kan bidra til å minimere konflikter og finne løsninger som er akseptable for alle parter. Ved å inkludere alle interessenter fra starten av, kan man også unngå etterkantproblemer som kan forsinke eller stoppe prosjekter senere i prosessen. Gjennom aktiv medvirkning øker man også sannsynligheten for å fange opp eventuelle synergier. Enkelte av våre informanter har eksempelvis pekt på muligheten for å samlokalisere havbruk til havs og havvindanlegg, og en god klareringsprosess bidrar til at dette realiseres.

Å håndtere sameksistens i havområdene er en kompleks oppgave, men det er avgjørende for å kunne utvikle og utnytte havbruk til havs på en bærekraftig måte. Ved å sørge for bred involvering og medvirkning legger man i mye større grad til rette for en balansert utvikling av havområdene og ivaretar både økonomiske, miljømessige og sosiale hensyn.

2.3 Konstruksjon

Konstruksjonsfasen for HTH-installasjoner vil være et langt større og viktigere ledd i verdikjeden enn den som eksisterer i tradisjonelt havbruk. Dette er drevet av de langt mere krevende forholdene som konstruksjonene skal finne seg i, det enorme volumet av fisk som vil finne seg i merden, behovet for automatiserte løsninger og fordi det potensielt vil bo personell på installasjonene. Kompetansen som kreves vil i stor grad være en kombinasjon av den kunnskapen ulike miljøer i Norge har opparbeidet seg gjennom årene innen maritimkonstruksjon, petroleumsrettet leverandørindustri, utstyrsleverandører i oppdrettsnæringen og kunnskapen knyttet til fiskevelferd. I følgende delkapitler vil vi diskutere konstruksjon og ingeniørtjenester og utstyrsleverandørene.

2.3.1 Konstruksjon og ingeniørtjenester

Konstruksjon og ingeniørtjenester er en kritisk komponent i verdikjeden for havbruk til havs. I de tidlige stadiene vil disse tjenestene sannsynligvis bli levert av etablerte maritime og offshore ingeniørselskaper og verft som har kompetanse inn mot dette feltet. Dette skyldes deres omfattende erfaring med flytende offshore stålkonstruksjoner. Teknologiske løsninger for slike plattformer, spesielt i værharde områder, er ikke fremmede for disse aktørene. De kan bygge på eksisterende kunnskap fra olje- og gasssektoren, så vel som fra havvindindustrien.

Ingeniørene vi har pratet med mener at selve offshore stålkonstruksjonene vil innebære ingeniørtekniske utfordringer som kan løses gjennom eksisterende erfaring. En av de mere krevende aspektene er hvordan løsninger for håndtering av biologiske faktorer vil integreres i disse strukturene. Her er det behov for ny kunnskap som må opparbeides og krever samarbeid mellom ingeniører, biologer og røktere.

To konkrete problemstillinger som har blitt tatt opp i samtaler med våre informanter er at det vil være behov for utvikling av gode løsninger for å trenge fisken og løsninger for å unngå at noten tar skade av å treffe stålkonstruksjonen rundt. Trenging av fisk er et problem fordi biomassen i hvert anlegg vil være så stort at trengingen må foregå stykkevis. Trenging av fisk er et problem fordi biomassen i hvert anlegg vil være så stort at

trengingen må foregå stykkevis. Trenging er et stort stressmoment for fisken, og fisk burde derfor ikke trenge flere ganger etter hverandre. De ingeniørene vi har kommunisert med ser også for seg en framtid der konstruksjoner kan bli relativt autonome, men understreker at utviklingen vil ta tid. Derfor kan det være fordelaktig å produsere modulære installasjoner som kan oppdateres etter hvert som ny teknologi blir tilgjengelig.

En kortsiktig problemstilling kan være hvordan offshore leverandørindustrien skal kunne opprettholde sin aktivitet innen olje og gass de neste årene, samtidig som Norge satser på havvind, hydrogen, karbonfangst og lagring, HTH og andre næringer som i stor grad trekker på de samme ressursene. Dette vil legge et stort press leverandørindustrien, og vil kreve en stor mengde med kompetent arbeidskraft. Det er imidlertid ikke gitt at denne kortsiktige utfordringen vil være vesentlig. Om få år er de midlertidige effektene av oljeskattepakken borte, aktiviteten innen olje og gass vil sannsynligvis reduseres og leverandørindustrien vil ha behov for nye oppgaver. På lengre sikt vil det etter alt å dømme være en fordel for leverandørnæringen å få flere ben å stå på, gitt at aktiviteten i olje- og gassektoren reduseres.

Ingeniørtjenester og konstruksjon vil være et komplekst, men nødvendige ledd i verdikjeden for havbruk til havs. Det vil kreve en tverrfaglig tilnærming, der man balanserer teknologiske, økonomiske og logistiske utfordringer for å komme frem til trygge og velfungerende løsninger.

2.3.2 Utstysleverandører

Når det gjelder utstyr for HTH-installasjoner, står næringen overfor betydelige utfordringer som må løses for å realisere sitt fulle potensial. Det er et behov for innovasjon, da det eksisterende utstyret ikke er tilpasset de unike værforholdene eller det høye volumet av fisk som er planlagt for disse installasjonene.

Selv om de tekniske problemstillingene betraktes som løsbare, er utstysleverandørene tilbakeholdne med å investere i spesialisert utstyr på egenhånd. Dette skyldes en høy grad av økonomisk usikkerhet knyttet til HTH og potensialet det har over tid. Utviklingskostnadene vil derfor i stor grad måtte bæres av oppdrettsaktørene og andre aktører i verdikjeden som er villige til å satse på denne næringen. Dette kan føre til at nødvendig utstyr kommer reaktivt, og være tilpasset en enkelt installasjons behov/utforming.

Gitt at HTH-konstruksjonene er mer eksponert for vær og ligger lenger fra land, er det et stort fokus på automatisering for å minimere risiko for personell og redusere driftskostnadene, som i stor grad kan være knyttet til at arbeidere må bo ute på installasjonene. Det er imidlertid forventet at automatisering for flere av operasjonene vil bli realisert lenge etter at de første HTH-installasjonene har startet produksjon.

Det nye utstyret vil skille seg fra de eksisterende løsningene på flere måter. For det første må utstyret være mere robust, spesielt det utstyret som vil befinne seg i skvalpesonen⁶. For det andre vil det være et langt større behov for sofistikerte overvåkningssystemer som kan håndtere de store volumene i merden og sannsynligvis dypdrift.

De mer tekniske aspektene for utstyret som vil leveres til HTH vil også kreve at utstysleverandørene i større grad deltar i valg relatert til plassering av utstyr, service og opplæring. Dette betyr at leverandørene må bli mer aktive i den operative delen av prosjektene, spesielt med tanke på integrering av ny teknologi.

Det er en høy sannsynlighet for at HTH-konstruksjonene vil drive med periodevis eller konstant nedsenket drift, ettersom dette reduserer problematikk knyttet til vanngjennomstrømming og bølgeproblematikk for fisken.

⁶ Skvalpesone er den del av en offshoreinstallasjon som utsettes for regelmessig bølgeaktivitet.

Dette vil kreve en større grad av tilpasning av eksisterende utstyr ettersom disse ikke er tilpasset denne formen for drift. Et eksempel på eksponert havbruk som benytter seg av slik drift i dag er Arctic Offshore Farming, og erfaringer fra dette prosjektet vil gi relevant kunnskap for alle som vurderer å satse på HTH.

2.4 Pre-produksjon

Preproduksjonsfasen vil måtte kreve en delvis omlegging fra tradisjonelt oppdrett. For det første vil det være behov for postsmoltanlegg som kan levere et stort antall individer i størrelse opp til 1000 gram. For det andre vil det måtes gjøre tilpasninger til brønnbåter, og planlegge for at disse vil trenge værvinduer for å gjennomføre levering av smolt til anleggene. Dette er både på grunn av biologiske faktorer knyttet til fisken under transport, og knyttet til sikkerhet for de ansatte under utsetting.

2.4.1 Smoltproduksjon

Produksjonen av smolt for lokaliteter til havs vil kreve en omstilling fra det som vanligvis brukes i tradisjonelt oppdrett. Det vil bare i begrenset grad være mulig å oppskalere og tilpasse eksisterende produksjon. De største endringene for smolt produsentene er hovedsakelig knyttet til tre aspekter. Den første er størrelsen på smolten. Større smolt er noe næringen selv og forskere har pekt på, dette er fordi det er behov for mer robust smolt, for å takle de sterkere strømmene og bølgene som fisken vil bli utsatt for under produksjon til havs (Hvas et al., 2019). Gjennomsnittsstørrelsen i dagens smoltproduksjon er fortsatt langt lavere enn det som er nødvendig for HTH (Grønvik et al. 2022). Det andre aspektet er knyttet til produksjonskapasiteten til enkeltstående smoltanlegg ettersom de i dag leverer til oppdrettere hvor hver leveranse, med hensyn til antall individer, er langt mindre enn det som er nødvendig for HTH. Det tredje aspektet er smolt kvalitet.

Med tanke på smoltstørrelse sier de fleste aktørene vi har snakket med at de planlegger smolt størrelser på 400 gram og opp mot en kilo, avhengig av hvilket HTH-konsept som operatøren velger å benytte seg av. Det er flere grunner til at HTH krever større smolt. For det første er det knyttet til fiskens kritiske svømmehastighet. Denne hastigheten er i stor grad avhengig av fiskens størrelse. Det er imidlertid også forskjeller på svømmehastighet mellom individer i samme størrelse (Hvas et al., 2019). Bedre seleksjon av «gode» svømmere under smoltproduksjonen vil kunne hjelpe på dette punktet (Anttila et al., 2014). For det andre er det også en begrensning på hvor små fiskene kan være, knyttet til maskestørrelsen på nettene som brukes.

Det finnes smoltprodusenter som allerede i dag kan levere den størrelsesklassen som trengs for HTH, men flere av informantene våre har framhevet at det vil være behov for økt postsmoltkapasitet som kan levere hele generasjoner til enkeltlokaliteter innen HTH. Dette er viktig for å sikre at hver HTH-installasjon får en homogen fiskebestand, for å begrense biologisk risiko forbundet med å ha utsett fra ulike smoltanlegg. Det kan tenkes at smoltproduksjonen vil bestå av en kombinasjon av postsmoltanlegg på land og semi-lukkede anlegg i sjø i fremtiden (Heskestad, 2023).

Det siste sentrale aspektet som skiller smolt for HTH og kystnært havbruk er knyttet til smolt kvalitet. HTH innebærer en helt annen biologisk risiko enn kystnær produksjon. Dette gjør at det burde stilles langt strengere krav til biosikkerhet og strengere screening kriterier for kritiske sykdommer som ILA (HPR0), CMS, HSMB, IPN og POX virus enn hva som er gjeldene for dagens settefisk produksjon.

Oppdrettsaktører som har planer om å satse på HTH, legger stor vekt på behovet for tidlige investeringsbeslutninger innen smoltproduksjon. En reaktiv investeringsbeslutning kan resultere i at oppdretternes behov ikke blir møtt i tide og gi negative resultater for fiskevelferden. Dette kan i neste rekke forsinke oppstartsprosessen og gi en lavere produksjon enn planlagt, som igjen vil gi lavere lønnsomhet og vekst.

Det er med andre ord en forutsetning for lønnsomhet for HTH at smoltproduksjonen har nødvendig omfang og med fisk av tilstrekkelig størrelse for at HTH skal lykkes.

2.4.2 Brønnbåt (for frakt av smolt)

Brønnbåter har en sentral rolle i havbruksnæringen, og deres kapasitet og funksjonalitet blir særlig viktig i forbindelse med produksjon til havs. Når det kommer til kapasitetsproblemer for brønnbåter som våre intervjuobjekter fra operatørleddet har tatt til orde for, er dette i mindre grad knyttet til transport av smolt og i større grad knyttet til avlusning, nødslakt og transport av slakteklar fisk. Det er imidlertid andre momenter hvor det kan oppstå problemer i denne delen av verdikjeden.

For det første, selv om dagens største brønnbåter kan operere i miljøer til havs, er det ikke uten begrensninger. De vil for eksempel være begrenset til en bølgehøyde på 5 meter, forutsatt at de har tilpasset utstyr og at HTH installasjonene er tilpasset brønnbåtene. Ettersom bølgehøyden til havs vil kunne overstige dette i flere perioder vil dette lede til at brønnbåtene ikke vil kunne gjennomføre operasjoner. Dette vil lede til at smolt ikke kan leveres på like beregnelig vis som innen kystnært havbruk.

For det andre vil det kunne være biologiske forhold som vil kunne legge større begrensninger for når brønnbåtene vil kunne frakte smolt til anleggene. Det er eksempelvis rapportert høyere stressnivåer og dødelighet etter første måned i sjø når brønnbåt-transport har blitt utført i bølger på 3 til 5,5 m høyde (Iversen et al., 2005).

Våre informanter har vært tydelige på at dagens største brønnbåter vil kunne betjene HTH, men noen mindre oppgraderinger vil være nødvendig, som forbedrede DP-systemer og lengre slanger. Det vil også være behov for at HTH konstruksjonene tilpasser seg dagens brønnbåtdesign, hvis ikke spesialtilpassede båter skal bli bygget. Kostnaden for oppgradering av eksisterende båter vil være betydelig mindre enn å bygge nye spesialiserte brønnbåter for HTH. Mens oppgraderinger kan koste noen ti-talls millioner, vil et HTH-spesialisert fartøy koste opptil 1 milliard kroner. Det er verdt å merke seg at vi har blitt fortalt at kapasiteten på dagens brønnbåter mest sannsynlig er tilstrekkelig for den planlagte HTH-produksjonen i de nærmeste årene, og at store investeringer i nye spesialtilpassede brønnbåter først vil være nødvendig når produksjonsvolumet til havs øker.

Av biosikkerhetshensyn vil man trolig skille mellom brønnbåter som leverer smolt, og de som skal hente slakteklar fisk eller gjennomfører andre operasjoner. Dette er fordi det reduserer sannsynligheten for at brønnbåtledet blir en vektor for luse- eller smitteoverføring til smolten (Larsen et al., 2020). Dette gjelder ikke bare for HTH, og har allerede blitt mere vanlig for kystnært oppdrett.

Oppdrettere med HTH-planer oppfordrer brønnbåtrederiene til å ta tidlige investeringsbeslutninger. Dette er for å sikre at de har tilgang til brønnbåter som er tilpasset de unike forholdene og dimensjonene ved HTH-installasjonene. En reaktiv tilnærming kan resultere i at oppdretternes behov ikke blir møtt, noe som kan føre til forsinkelser, redusert produksjonsvolum og dårligere biologiske resultater, noe som igjen kan påvirke lønnsomheten negativt.

2.5 Produksjon

Tiden hvor fisken står i anlegg i sjøen har vi definert som produksjonsfasen. I denne fasen vil det være behov for servicefartøy, transport av arbeidere, forsyninger og ensilasje, avlusning og daglige oppgaver som foring, notvask og oppsamling av dødfisk. Denne fasen delvis skille seg fra kystnært havbruk av flere årsaker. Produksjonen skjer under mer krevende forhold og på større anlegg, som vil kreve en rekke tilpasninger i driften, og da spesielt med

tanke på automatisering av arbeidsoppgaver. Sentralt er blant annet arbeidsforholdene til røkterne og andre som yter tjenester for anleggene i denne fasen.

2.5.1 Servicefartøy

En stor andel av dagens servicefartøy rettet mot kystnært oppdrett vil trolig være uegnet for å kunne levere tjenester til havs. Dette er i stor grad drevet av et behov for fartøy som tåler tøffere værforhold og som i større grad er tilpasset behovene til produksjonsanleggene til havs. Det er sannsynlig at servicefartøyene vil måtte være langt likere de vi ser blir benyttet av petroleumsnæringen eller annen offshore arbeid. Det kan også tenkes at nåværende servicefartøy som leverer tjenester til petroleumsnæringen vil kunne bygges om og tilpasses med nytt utstyr for å levere tjenester til HTH næringen.

2.5.2 Logistikk

Logistikk rundt transport av både folk og forsyninger til og fra produksjonsanlegget vil være langt mere krevende enn under kystnært oppdrett. Dette er på grunn av de lengre distansene og værforholdene som kan oppstå under produksjon til havs.

Persontransport til og fra produksjonsanleggene tenkes å bli gjennomført på to ulike måter. Noen aktører har planer om å transportere de ansatte til lokaliteten via båt. Dette vil kreve trygge løsninger for ombordstigning fra fartøy til produksjonsanlegg. Ettersom dette vil være et stort faremoment under selv moderate bølgehøyde, men selve konseptet er kjent teknologi som blant annet nyttiggjøres i installasjon- og servicearbeid for havvindparker. Andre aktører tenker seg at transport av personell hovedsakelig vil gjennomføres via helikopter. Dette er samme løsning som petroleumsoperatørene benytter seg av, og det finnes gode rutiner fra denne næringen for hvordan dette skal gjennomføres trygt. Helikoptertransport har også sine utfordringer, men kan være mindre avhengig av vær og dermed gi mindre fare for personellet. Det må også utarbeides rutiner og transportmidler for å hente ut arbeidere under nødsituasjoner.

Frakt av forsyninger til folk og fisk (mat, fôr og annet utstyr) vil hovedsakelig måtte fraktes ved hjelp av båt. Dette vil kreve gode metoder for å løfte disse forsyningen fra forsyningsskipene og over på produksjonsanlegget under krevende forhold. Det kan godt tenkes at dette vil kunne gjennomføres av fartøyer som også utfører andre oppgaver, slik som servicefartøy, fartøy for persontransport eller lignende.

Transport av dødfisk/ensilasje vil også kreve spesialiserte fartøy som tåler forholdene til havs. Disse vil også måtte være tilpasset slik at det ikke oppstår eksplosjonsfare under frakt av ensilasje.

2.5.3 Avlusning

Avlusning er en av operasjonene som har blitt problematisert av flere av våre informanter. Et problem er avlusningen deles opp i mange runder grunnet store volum av fisk relativt til størrelsen på brønnbåtene. Størrelsen på oppdrettsanleggene er planlagt å romme opp til 20 000 tonn fisk. Til sammenligning kan de største av dagens brønnbåter romme omtrent 1 000 tonn fisk (Heskestad, 2023). Dette kan lede til at samme fisk trenges gjentatte ganger. Dette øker stresset fisken opplever, noe som kan øke dødeligheten.

Et annet problem som er knyttet til størrelsen på oppdrettsanlegget sammenlignet med størrelsen på brønnbåten er at avlusningsoperasjoner vil kunne ta lang tid å gjennomføre. Dette gjør at det må være lange værvinduer for å kunne gjennomføre operasjonen. Vi fått oppgitt at brønnbåter ikke vil kunne gjennomføre avlusningsoperasjoner i bølgehøyder på omtrent 5 meter eller mer. Det er imidlertid andre kilder som sier at

trenging ikke burde forekomme i bølger på over 2 meter (Heskestad, 2023). Kombinasjonen av at avlusningen tar tid og begrensningene knyttet til værforhold gjør at avlusning er noe som planlegges og ikke bare kan gjennomføres når behovet oppstår.

Luseproblematikken vil heller ikke kunne avbøtes med biologiske tiltak som rensefisk. Dette er fordi rensefisken har en langt lavere kritisk svømmehastighet, og vil derfor ikke være godt egnet til forholdene under produksjon til havs (Hvas et al., 2019).

Ettersom det er store utfordringer med avlusingsoperasjoner på HTH-anlegg, vil det være en ekstra stor gevinst av om behovet for avlusning er lavere. Dette understreker viktigheten av at lokalitetene plasseres på en slik måte at risikoen for smitte mellom lokaliteter er lav, både fra kysten og øvrige hav-lokaliteter. Vi går nærmere inn på denne problemstillingen og hvordan man kan ta slike hensyn i rapportens kapittel 4.

2.5.4 Operasjoner

Det er en stor andel av operasjonene som skal utføres på HTH-anleggene som vil være automatisert. Denne automatiseringen vil også utvides over tid i takt med at teknologien blir tilgjengelig. Dette er både av effektivitets hensyn, men også knyttet til bedre sikkerhet for de som arbeider på anleggene.

Notvask er en operasjon som i dag gjøres ved hjelp av høytrykksspyling på en ukentlig til månedlig basis. Dette blir gjennomført ved hjelp spylerigger festet på ROVer, som fjernstyres fra servicefartøy. Autonome robotsystemer som kontinuerlig renser noten er under utvikling og vil sannsynligvis bli benyttet alene eller i tillegg til ROVer med spylerigg på HTH-installasjoner. Dette reduserer mengden manuell styring av ROVer. I tillegg vil det lede til en preventiv istedenfor reaktiv rensing av not og dermed en ren not en større andel av tiden, som bidrar til redusert drag og deformering av not, og øke vanngjennomstrømningen i noten som gir økt oksygeninnivå og mindre risiko for sykdom (Skaldebø et al., 2023). Selv om systemet vil være autonomt, vil det imidlertid også være behov for ansatte med kompetanse på slikt utstyr på HTH-anleggene, ettersom at det kan oppstå problemer som trenger å bli fysisk reparert og vedlikeholdt.

Fjerning av døde, syke eller svake individer fra merden vil også bli gjennomført av automatiske systemer. Dette vil være gjennomført av dødfisksystemer som fanger opp den døde fisken som synker til bunn av merden. Sterk strøm kan imidlertid forårsake at dødfisken legger seg inntil konstruksjonenes vegger/sider og dermed ikke synker til bunn og fanges opp av dødfisksystemet (Tveterås et al., 2020). Dette er tenkt å kunne løses av robotsystemer som fanger opp døde, syke eller svake individer som ikke synker til bunn, men vil være en betydelig robotikk-utfordring (Føre et al., 2022), (Brandt et al., 2023).

Føringssystemer pekes også på som noe som over tid vil bli helautomatisert. Føringssystemene vil også i større grad kunne tilpasse føring ut ifra strømforholdene slik at det blir minst mulig førspill, dette vil både være økonomisk og biologisk viktig for å sikre god tilvekst og mindre svinn.

Telling av lus er også en operasjon som vil bli gjennomført ved bruk av autonome systemer. Dette benyttes også under kystnært oppdrett i dag. Flere systemer for automatisk lusetelling har i dag dispensasjon fra mattilsynet, operatøren som benytter slike systemer slipper derfor å gjennomføre manuelle lusetellinger i merden.⁷

⁷<https://www.kyst.no/automatisk-lusetelling-havforskningsinstituttet-kamerateknologi/optoscale-teknologi-gir-fritak-fra-lusetelling/1453506>

Det vil også være behov for oppbevaring av ensilasje på anleggene. Dette må konstrueres lik at det ikke oppstår eksplosjonsfare ut på anleggene. Disse må også tømmes av spesialiserte ensilasje fartøy regelmessig.

2.5.5 Overvåkning

Havbruk til havs vil ha et langt større behov for overvåkning av ulike deler av produksjonen enn kystnært oppdrett. Dette innebærer ikke at røkteren står på merdkanten og følger med på hva som skjer, men vil måtte være drevet av et stort antall ulike sensorer, som gir informasjon til automatiserte systemer eller som beslutningstøtte til operatørene. Denne overvåkingen vil for eksempel gi informasjon om hvordan fisken beveger seg i noten eller andre adferds endringer, strømforhold, oksygenmetning, føringssystemer, størrelse på biomassen, lusepress, skader på utstyr og velferdsovervåkning på individ- og gruppenivå.

Overvåkingen av fisken må i langt større grad være automatisert. I konvensjonelle anlegg blir dette håndtert gjennom en blanding av manuell inspeksjon av fisk og bruk av instrumenter (for eksempel kameraer). Slik praksis kan være utfordrende å anvende i havbasert akvakultur siden manuell inspeksjon innebærer å hente ut enkelte fisk, noe som er langt fra enkelt under de krevende forholdene som finnes lenger ut fra kysten. I tillegg forutsetter mange av de tilgjengelige metodene en viss nærhet til fisken, noe som kan by på utfordringer i de større anleggene som er planlagt til havs (Føre et al., 2022).

To faktorer som øker behovet for overvåkningssystemer, er automatisering og at mye av produksjonen vil kunne forekomme under nedsenket produksjon. Økt automatisering vil lede til et større behov for overvåkning for å kunne gi systemene nok informasjon. Et eksempel er automatiserte føringssystemer, som krever informasjon om vil hvor fisken befinner seg i merden, og informasjon som gjør at den kan beslutte når den skal stoppe føringen. Nedsenket produksjon vil også kreve større grad av overvåkning ettersom fisken ikke vil være synlig fra overflaten.

Overvåkningssystemene vil måtte ta i bruk nye teknologiske metoder for innsamling av informasjon på grunn av de store volumene av fisk som vil være samlet i ett produksjonsanlegg. Enkelte av informantene har framhevet at dette muligens må gjennomføres ved bruk av hydroakustikk. Fordelen med hydroakustikk er at det kan trenge gjennom fiskemassen, mens optisk overvåkning som brukes i de mindre merdene langs kysten ikke har denne muligheten.

Det pågår også arbeid med å lage modeller for å produsere digitale tvillinger for oppdrettsmerder, som vil være til stor nytte for havbruk til havs. I akvakultur fungerer en digital tvilling som en virtuell representasjon av det marine oppdrettssystemet. Ved å integrere sanntidsdata fra sensorer på bur, nett og marine forhold, gir den digitale tvillingen innsikt i fiskens helse og oppførsel, utstyrets strukturelle integritet og miljøfaktorer. Dette gjør at røktere kan overvåke og optimalisere fiskevekst, forutsi utstyrsfeil og reagere raskt på miljøendringer, noe som sikrer bærekraftig og effektiv produksjon samtidig som risikoene i det utfordrende offshore miljøet minimeres (Su et al., 2023).

2.5.6 Beredskap for ekstraordinære hendelser

Havbruk til havs, står overfor en rekke potensielle ekstraordinære hendelser som krever nøye planlagt beredskap. Lokalitetene innebærer økt eksponering til ekstreme værforhold som vil kunne påvirke operasjonelle grenser for å opprettholde sikkerheten til de ansatte. Økt avstand til land, volum av fisk per anlegg, få arbeidere på lokaliteten, flere fjernoperasjoner, automatisering og krevende logistikk må være i mente under etablering av beredskap for HTH (Ranum et al., 2023).

For ekstraordinære hendelser knyttet til fisken kan variere fra sykdomsutbrudd, høyt lusepress og algeblomstring til tekniske feil som kan føre til rømningsfare. Andre utfordringer inkluderer problemer med vannkvalitet, som kan være forårsaket av uvanlige strømforhold eller oljeutslipp, kan påvirke fiskens helse. I noen tilfeller kan raske reaktive tiltak være tilstrekkelige for å adressere disse problemene, men i mer alvorlige situasjoner kan det være nødvendig med nødslakt. Å hente ut fisk for nødslakt kan være spesielt vanskelig for HTH-installasjoner. Dette er drevet av store mengder fisk som må hentes ut sammenlignet med størrelse på dagens brønnbåter, og tar dermed lang tid å få ut all fisken. Dette kan lede til at deler av fisken må destrueres. I tillegg kan værforhold lede til at nødslakt ikke er mulig å gjennomføre. Dette er også et argument for at det vil være behov for større brønnbåtkapasitet, enn bare produksjonsveksten skulle tilsi, som vil kunne rykke ut under behov for nødslakt.

Operatørene på havbruksanlegg står også overfor sine egne sett med utfordringer. Dette inkluderer behovet for søk og redning ved ulykker eller mann over bord, potensielle strukturelle svikt som kan kreve evakuering, og utfordringene som følger med ekstreme værforhold. For å forberede seg på slike hendelser er det viktig med regelmessige øvelser og opplæring for å sikre at alle vet hvordan man skal handle i nødsituasjoner. Det vil også være stort behov for beredskap på land som kan reagere raskt hvis det skulle skje kritiske hendelser med for eksempel SAR helikopter og nødvendig personell.

Beredskap i havbruk er ikke bare en reaktiv prosess, men krever også proaktiv planlegging og forberedelse. Direktoratet for Samfunnssikkerhet og Beredskap definerer beredskap som "forberedelser for å begrense eller håndtere uønskede hendelser og konsekvensene av dem" (Ranum et al., 2023). Dette understreker viktigheten av å forstå sammenhengen mellom risikostyring og beredskap, slik at tiltak kan være på plass før en hendelse inntreffer.

2.6 Post-produksjon

Postproduksjon er den delen av verdikjeden som i størst grad vil ligne på eksisterende produksjon. Dette kommer av at slakt, videreføring, pakking og distribusjon bare innebærer en oppskalering av eksisterende kapasitet på land. Dette vil imidlertid være problemstillinger knyttet til frakt av slakteklar fisk med brønnbåter til slakteriene.

2.6.1 Brønnbåt (slakt)

Brønnbåtene som skal hente slakteklar fisk, vil i stor grad møte på lignende problemstillinger som under avlusningsoperasjoner og frakt av smolt. Dette er knyttet til problemer med værvinduer for når brønnbåtene gjennomfører henting, både med tanke på bølgeførhold som fartøyet trygt kan gjennomføre ombordpumping av fisk og bølgeførhold hvor fisken vil kunne forsvarlig trenge. Henting vil også kunne ta lang tid ettersom produksjonsanleggene rommer store mengder fisk. Dette kan muligens kompenseres for ved å benytte seg av flere brønnbåter, men det vil i så fall kreve ekstra stor kapasitet i brønnbåtflåten.

2.6.2 Slakt, videreføring, pakking og distribusjon

For slakteri, videreføring, pakking og distribusjonsleddet, vil endringen hovedsakelig knytte seg til at produksjonsvolumet øker. Dette vil kunne løses med å skalere opp deres kapasitet, både innen mottak, slakt og ev. foredling. Det kan imidlertid være behov for en større oppskalering i slakterikapasiteten enn bare produksjonsvolumet skulle tilsi i fordi det vil være behov for beredskapskapasitet knytte til situasjoner hvor store volumer med nødslakt må kunne håndteres innen et kort tidsrom.

2.7 Oppsummering

Drøftingen i dette kapitlet peker med all tydelighet på at utviklingen av havbruk til havs vil kreve betydelige innovasjon i en lang rekke av ledd i verdikjeden. Dette spenner fra naturvitenskapelig forskning om miljøbelastning og fiskevelferd i oppdrettsanlegg under tøffere værforhold, til teknologiske nyvinninger i anleggskonstruksjon og tilpasninger i driften for arbeidspersonell. Et sentralt poeng er også at utviklingen ikke bare må skje i sjøfasen, men at det vil være behov for utvikling i øvrige deler av verdikjeden. En annen viktig innsikt er at det vil være behov for å oppskalere kapasitetene i de øvrige leddene av verdikjeden. Det er grunn til å tro at havbruk til havs kan få et stort omfang, og den eksisterende kapasiteten for produksjon av innsatsfaktorer foredling og logistikk vil måtte oppskaleres i tråd med dette. Det er all grunn til å tro at dette vil fordre betydelige investeringer langt utover det som gjelder nye anlegg i sjøen.

En av hovedutfordringene med å lykkes med HTH er derfor å sikre at aktører i verdikjeden utvikler seg i takt. Dette er essensielt for å unngå flaskehalsen som kan forsinke produksjonsstart eller føre til lavere produksjonsvolumer enn planlagt. Flere av aktørene som planlegger satsninger til havs har uttrykt bekymringer for at det kan oppstå slike flaskehalsen. Dette skyldes i stor grad at aktører i andre ledd er mer tilbakeholdne med å investere i innovative løsninger eller tilpasse seg den nye næringen, ettersom det per nå ikke finnes et etablert marked for løsninger for havbruk til havs. Denne forsiktigheten kan i verste fall resultere i en situasjon der alle aktører tar små, forsiktede skritt fremover, i en form for «vente og se»-holdning. God kommunikasjon og samarbeid mellom de ulike aktørene i verdikjeden blir derfor helt avgjørende. Det er viktig å koordinere utviklingen slik at alle komponentene i verdikjeden faller på plass til omtrent samme tid.

En spesiell utfordring som vil oppstå i piloteringsfasen er at visse aktører har lite økonomisk incentiv til å møte oppdretternes behov. Dette skyldes at det for dem kan være risikofylt å investere i tjenester eller varer som bare vil være relevante for enkeltstående installasjoner med begrenset volum. Denne problemstillingen vil sannsynligvis reduseres etter hvert som næringen vokser, og aktører kan levere tjenester eller varer til flere installasjoner. Det er derfor viktig å ha en klar oppskaleringsplan etter pilotfasen, slik at aktører i verdikjeden kan investere med forventning om økt volum i fremtiden.

En måte å imøtegå disse koordineringsutfordringene på er at myndighetene kan gi tydelige signaler om at det vil tilrettelegges for oppskalering av produksjonen. Dette bør gjøres så forpliktende og konkret som mulig, innenfor rammer av akseptabel miljøpåvirkning og sameksistens med andre næringer. Hvordan dette kan gjøres drøfter vi nærmere i rapportens kapittel 4.

I tillegg er man avhengig av å lykkes med forhold knyttet til bærekraft og sameksistens med andre næringer. I det faglige grunnlaget for forvaltningsplanene for havområdene trekkes det fram at det er store kunnskapsbehov knyttet til havbruk til havs, særlig knyttet til konsekvenser for villaks og sjøfugl. Det pekes blant annet på at det er behov for mer kunnskap om konsekvenser for berørte økosystemer på grunn av økende akvakulturproduksjon langs kysten i Nord-Norge. Det blir samtidig viktig å se hen til andre næringsinteresser hvis Norge skal sikre en størst mulig verdiskaping fra ressursene i havområdene innenfor bærekraftige rammer.

En vellykket etablering av havbruk til havs vil kreve en tverrfaglig tilnærming, der man samtidig ivaretar både økonomiske, teknologiske og bærekraftige aspekter. En velkoordinert utvikling av verdikjeden vil være nøkkelen til denne suksessen.

3 Konkurransefortrinn

Havbruk til havs vil som produksjonsform potensielt kunne utfordre det norske fortrinnet innen oppdrett av laks ettersom driftskonsepter og teknologier gjør det mulig å produsere på langt flere lokaliteter enn det man har tilgjengelig i andre land i dag. Det er derfor ytret betydelig bekymring for at denne produksjonsformen på sikt vil kunne bidra til å uthule norske aktørers konkurransefortrinn og dermed redusere norske verdiskaping og sysselsetting. En vurdering av mulige utviklingsforløp for næringen bør skille mellom den verdiskaping som skjer i selve oppdrettsleddet og den verdiskaping som finner sted både oppstrøms og nedstrøms. Med dette mener vi aktivitet hos leverandører til oppdretterne, samt det som følger i verdikjeden etter produksjon. Konkurransebildet fremover til i stor grad styres av tre forhold:

- 1) I hvilken grad oppdrett i norsk territorialfarvann gir fortrinn og eventuelt ulemper som påvirker konkurranseevnen til produsenter i dette farvannet, sett opp mot produksjon andre steder.
- 2) Utviklingen av havbruk til havs i andre land. Dersom andre land setter fart i arbeidet med å fasilitere og regulere slik virksomhet, så kan dette både utgjøre muligheter for norske leverandører av relevante tjenester og teknologi, men det kan også skape økt konkurranse i møte med andre lands lokale leverandører.
- 3) I hvilken grad norske leverandører i verdikjeden har varige konkurransefortrinn og styrker som gjør at aktørene vil vinne frem i konkurransen om oppdrag innen HTH, både i Norge og i utlandet. Det er grunn til å forvente at dette vil variere markant mellom de ulike leddene i verdikjeden.

De tre forholdene er tett koblet sammen. Dersom det er små fortrinn knyttet til nærhet til norsk fastland, er det god grunn å forvente at det utvikles havbruk til havs utenfor andre land som eksempelvis Skottland, Irland, Island, Færøyene, Canada, USA, Chile, Argentina, Australia og New Zealand. Det vil potensielt skape et stort marked for installasjoner, utstyr og tjenester som norske leverandører kan betjene, men da må de være konkurransedyktige.

3.1 Gir operasjoner i norsk farvann med nærhet til Norge markante fortrinn/ulemper?

Enkelte deler av verdikjeden for HTH vil i begrenset grad bli påvirket av geografisk avstand mellom produsent/tjenesteleverandør og produksjonssted. Både konstruksjoner og utstyr vil kunne fraktes til en hvilken som helst lokalitet globalt. Dette sammenfaller helt med erfaringene fra dagens oppdrettsnæring og dra norsk offshore leverandørindustri som betjener et globalt marked for både store installasjoner, utstyr og spesialiserte tjenester.

Et vesentlig forhold som påvirker norsk konkurranseevne innen HTH er i hvilken grad drift og logistikk forenkles vesentlig gjennom kortere geografiske avstander til land. Dersom geografisk avstand betyr mye for kostnader må eventuelt leverandører av tjenester, vedlikehold og operasjoner (ofte betegnet som MMO innen offshore) fort etablere seg i det land der HTH-installasjonen er lokalisert i.

Like viktig for lokaliseringfortrinn er transportkostnader. I en nær fremtid med langt mer aktiv karbonprising vil langtransport fort bli kostbart. Særlig gjelder det frakt av ferskfisk mellom kontinenter. Inntektsvekst og demografi tilsier at mye av den fremtidige veksten i konsum av laks vil komme i Asia. Det vil gi produsenter som er lokalisert i havområder i nærheten av disse markedene en klar kostandsfordel. Samtidig ser vi bevegelser i markedet for frossen laks, både på teknologi og transportsiden som kan bidra til å avdempe denne kostnadsulempen for produksjon i Europa.

Normalt er territorielle farvann definert av 200 nautiske mil (ca. 370 km) fra grunnlinjen. Følgelig vil HTH som er lokalisert i andre lands farvann ligge lenger unna Norge enn dette. Avstandene kan bli enda større målt fra relevante utfraktingssteder i Norge. Gjennom våre intervjuer med leverandører av driftsrelaterte tjenester får vi et relativt tydelig inntrykk av at man har kapasitet til å betjene installasjoner som er lokalisert med avstander som overstiger 200 nautiske mil. Brønnbåter opererer ofte med lengre transportstrekninger enn dette. Større service- og supply-skip vil kunne håndtere store avstander og eventuell personelltransport med helikopter vil også håndtere slike avstander problemfritt. Kostnader vil nødvendigvis øke noe med avstand, men ikke nødvendigvis avgjørende mye. Dette perspektivet vil dog kun være relevant for håndtering av operasjoner som ikke ligger alt for langt unna Norges kyst. Med andre ord vil dette primært handle om operasjoner i havområder som tilhører våre naboland.

I en tidlig fase der man tester ut ulike løsninger og driftsmodeller vil det være en fordel med kortere avstander inn til norsk kyst fordi man sannsynligvis oftere vil møte på uforutsette driftsutfordringer som krever rask bistand fra land. De tre utpekte områdene Trænabanken, Frøyabanken nord og Sørlege Norskerenna ligger relativt nært opp til kysten (20 – 80 nautiske mil fra grunnlinjen), noe som vil lette arbeidet med utvikling av driftsmodeller.

3.2 Kort om utviklingen av HTH i andre land

Havbruk til havs dekker både det som betegnes som eksponerte lokaliteter og det som sorterer under oppdrett i åpent hav. Selv om fokus i denne rapporten omhandler oppdrett i åpent hav, er det driftsmessige og teknologiske relativt like og overgangen er flytende. Både i Norge og andre land er det tatt i bruk fullskala produksjonsanlegg for oppdrett til havs, men det er fortsatt betydelig usikkerhet knyttet til driftssikkerhet, HMS, biologi, rømming etc.

I Norge er det særlig Ocean Farm 1 og Jostein Albert som har fått oppmerksomhet, men begge disse har begrensinger mht. til operasjoner i åpent hav. Smart Fish Farm til Salmar Aker Ocean skal muliggjøre oppdrett lengre ut på havet. Andre norske konsepter er underveis er i utviklingsstadiet er Aquastorm, Beck Cage, Aquatraz, Blue Farm og Spidercage. Mye av utviklingen har vært drevet av prosjekter som har fått tildelt utviklingstillatelse.

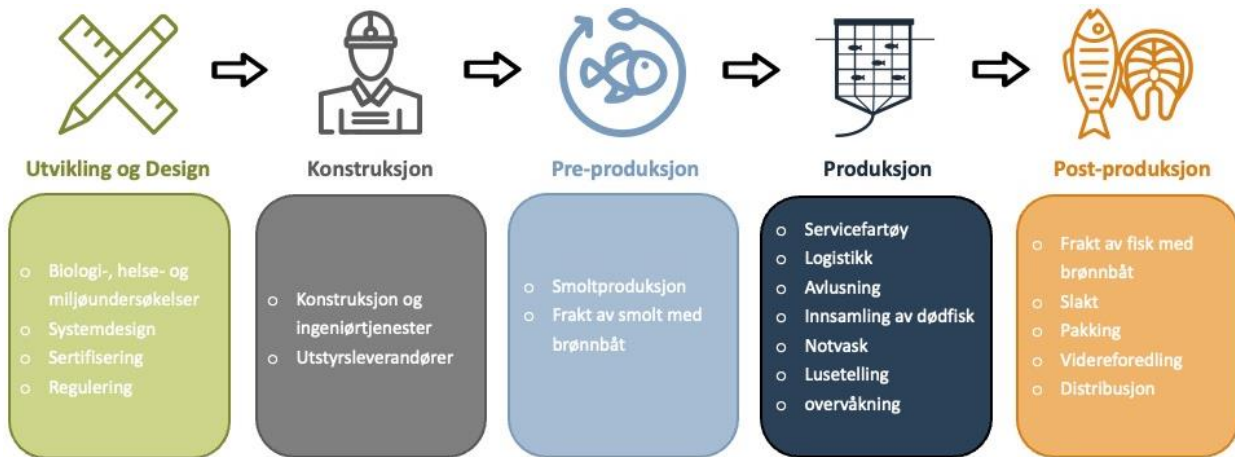
I UK/Irland har konseptet Net9 fått mye oppmerksomhet som en mer fleksibel løsning med hensyn til størrelse enn konseptene til SalMar. I Kina er det særlig konseptene Deep Blue 1 (tungt inspirert av Ocean farm 1) og Guoxin 1 som har kommet lang i utvikling/utprøving. I Australia driver man delvis operasjonelt med konseptet Huon Fortress Penns. Både Bakka Frost og Cooke (selskapets konsepter Ocean farm 1 og 2) er i gang med å tilrettelegge konsepter på mer eksponerte lokaliteter på Færøyene og i Skottland, men disse konseptene er ikke egnet for åpent hav enn så lenge. I Chile har man kommet langt i utviklingen av Ocean Arks Tech konseptet der man hviler på bruk av et skip som er lokalisert i eksponerte lokaliteter med bølgehøyde opp til 7 meter. Det er også etablert tidlige initiativer til havbaserte konsepter i Portugal, Spania, USA og Japan.

Havbruk til havs handler om mer enn laks. Det finner i dag sted testing og utrulling ut oppdrettsanlegg for produksjon av havabbor, jack fish, black fish, kampachi og tunfisk. I tillegg vurderer man etablering av anlegg for oppdrett av skjell og skalldyr i åpent hav. For leverandørindustrien er det derfor en god ide å tenke noe bredere enn kun atlantisk laks i arbeidet med å tilby produkter og tjenester for HTH.

Så langt har leveranser til de nevnte konseptene i andre land primært blitt håndtert av aktører utenfor Norge. Når dette er sagt har de fleste av disse konseptene kommet kort mht. til driftssikkerhet og utvikling av operasjonelle verdikjeder. De fleste konseptene er også laget for eksponerte lokaliteter og ikke åpent hav.

3.3 Norske leverandørers konkurransevne i ulike ledd i verdikjeden

I kapittel 2 delte vi verdikjeden til HTH opp i fem overordnede ledd. Vi gjentar dem under i sammenheng med en kort drøfting av norske aktørers konkurransevne sett opp mot andre land.



Havbruk til havs vil måtte hvile på teknologier, løsninger og standarder/sertifiseringer som ligger tett opp til det offshore-næringen har etablert gjennom mange års utvikling og drift. Ettersom Norge har etablert aktører i alle ledd av verdikjeden inn offshore petroleum er det all grunn til å forvente at norske aktører vil kunne hevde seg svært godt i konkurransen om oppdrag for HTH-aktører, både de som er lokalisert i Norge og i andre lands havområder.

Innen **utvikling og design** vil kombinasjonen av aktører innen biologi, helse og miljø (som eksempelvis Åkerblå og Aquakompetanse), sertifiseringsaktører som DNV og en rekke systemdesignere gi det norske miljøet et sterkt konkurransefortrinn i lang tid fremover. Innen ingeniør- og designtjentester vil aktører som Aker og Aibel kunne spille helt avgjørende roller i tiden fremover dersom man benytter seg av større konstruksjoner i HTH. Aker har allerede tatt en svært aktiv rolle i utviklingen av HTH gjennom samarbeidet med SalMar i selskapet SalMar Aker Ocean. Operasjonelt orienterte FoU-aktører som Sintef og Nofima vil også gi den norske leverandørindustrien markante fortrinn. Vi tror også at en rekke rådgivende ingeniørbedrifter som Multiconsult, Norconsult og Rambøll vil tilby sine tjenester i denne fasen.

Når det gjelder selve **konstruksjonen**, vil stålstrukturer på denne skalaen kreve store verft for produksjon. Ingeniørselskapene vi har konsultert med mener at det i dag er lite kapasitet i Norge for å kunne ta på seg dette arbeidet i dag. De sier imidlertid at det finnes muligheter for å utvide verftskapasiteten i Norge, men at dette vil ta tid. Utfordringen med å finne tilstrekkelig kapasitet på verft er betydelig nå, men situasjonen kan se annerledes ut om noen år. Informantene våre framhevet at det antageligvis bare er 4-5 verft i Europa som kan håndtere så store konstruksjoner som det er snakk om her. Dersom norske verft skal kunne tilpasse seg og satse på havbruk til havs, må de ha stor nok sikkerhet om at det kommer en utvikling som er stor nok, og det grunn til å tro at denne tilpasningen ikke skjer fra dag 1. Derfor er det en betydelig sannsynlighet for at produksjon kan flyttes til Asia, slik vi har sett med SalMar Aker Ocean sin eksponerte installasjon Ocean Farm 1. Samtidig uttrykker enkelte at det ikke nødvendigvis er i Norges interesse å fokusere på stålkonstruksjoner. Snarere bør man satse på områder med høyere verdiskaping per arbeider, hvor norske aktører allerede har et fortrinn i form av relevant kompetanse. Det kan tenkes at den teknologiske utviklingen i større grad går i retning av løsninger som ikke benytter stålkonstruksjoner og skip, men heller hviler på flytende og eventuelt senkbare nett. Også i et slikt

marked vil nok de norske offshore leverandørmiljøene ha at mindre forsprang sammenlignet med utenlandske aktører.

Selv om det er sannsynlig at disse konstruksjonene i første omgang vil bli bygget i utlandet, vil de på et tidlig stadium bli transportert til Norge for å integrere utstyr og utføre videre spesialisert arbeid, slik situasjonen ofte er innenfor olje og gass i dag. Dette skyldes at **utstysleverandørene** primært er basert i Norge.

I **preproduksjonsfasen** vil aktiviteter knyttet til ankring, posisjonering, overvåkning, kommunikasjon, sensorikk, kabling mm. i all hovedsak bli forsynt gjennom eksisterende norske aktører som allerede i dag opererer aktivt innen offshore, og da særlig innen deep sea-segmentet. Store aktører som Kongsberg er allerede posisjonert inn i disse delene av verdikjeden.

I markedet for frakt av fôr, smolt og fisk for slakting finnes det i dag et veletablert marked i alle land som huser oppdrettsnæring. Det er grunn til å forvente at dette markedet vil bli mer internasjonalsert når havbruk flytter til havs, ettersom rederier med riktig dimensjonerte skip lett vil kunne betjene lokaliteter mange steder for å optimalisere sin drift. Det er grunn til å forvente at multifunksjonelle skip som utfører både transport, slakt og foredling vil få en mer tydelig posisjon i markedet når operasjonene blir mer internasjonale. Det vil med andre ord bidra til at norske aktører får mindre konkurransefortrinn i disse delene av verdikjeden tett opp til produksjonsfasen.

Norske aktørers konkurransevne knyttet til slakteri, foredling og transport til markedene vil avhenge av regulering av næringen. Dersom man åpner for at laks kan leveres til brønnbåter som tar fisken rett til slakterier i landene der markedet befinner seg, vil høyst sannsynlig den norske konkurransevnen i disse leddene svekkes markant. Tilsvarende vil bruk av fartøy som har foredlingskapasitet om bord gjøre det langt mindre attraktivt å bringe råstoff inn til norsk fastland for foredling og deretter videre forsendelse til de store markedene.

4 Potensialet for verdiskaping innen havbruk til havs

Havbruk til havs har potensial til å skape svært stor verdiskaping. Dette er ikke kun drevet av produksjonsselskapene, men også via et spekter av ringvirkninger. I dette kapitlet gjennomfører vi en ringvirkningsanalyse for å kartlegge betydningen havbruk til havs kan ha i form av økt verdiskaping og sysselsetting i hele verdikjeden. Analysen er basert på en antatt produksjon til havs på 480 000 tonn laks ved full produksjon, som oppnås fra og med 2033. Dette tilsvarer i underkant av en tredel av dagens produksjon av laksefisk i kystnært havbruk. Vi understreker at dette er en usikker antagelse brukt for å modellere effekter, og at den reelle produksjonen fra havbruk til havs kan bli både høyere og lavere. Oppnår man tilstrekkelig lønnsomhet, er det særlig grunn til å tro at produksjonen kan bli enda høyere.

Vi beregner verdiskaping og sysselsetting innen havbruk til havs, inkludert verdikjeden knyttet til produksjonen, som smoltprodusenter, fôrprodusenter, brønnbåtrederier og slakterier. Videre vurderes investeringsbehovene i hvert ledd for å imøtekomme den økte produksjonen, og hvordan dette fører til økt verdiskaping og sysselsetting innen verftsindustrien, maritime utstyrsleverandører, spesialiserte utstyrsleverandører innen havbruksnæringen, ingeniørtjenester og bygg- og anleggsbransjen, heretter ofte referert til som konstruksjonsleddet eller leverandører av anleggsmidler.

Våre estimater indikerer at havbruk til havs, inkludert verdikjeden og de nærmeste ringvirkningene, kan gi en verdiskaping på 13,9 milliarder kroner i et eksempelår. Dette anslaget omfatter både aktivitet i alle ledd av produksjonsvirksomheten fra fôr- og settefiskproduksjon til slakteri og videreforedling, men også aktivitet i investeringsleddet. Dette tilsvarer omtrent 30 prosent av dagens kystnære havbruk når man inkluderer samme verdikjede og deres nærmeste ringvirkninger. På sysselsettingssiden har vi estimert at dette kan legge grunnlag for om lag 7 400 arbeidsplasser i dette året. På det meste vil sysselsettingseffektene være nær 8 000 i året, mens det vil falle til i overkant av 4 000 i året etter at de største investeringene er foretatt. Det samlede investeringsbehovet for å realisere denne verdiskapingen er estimert til om lag 100 milliarder kroner, og dette fordeler seg med cirka halvparten innenfor utvikling og konstruksjon av havbruk til havs-anlegg, mens den andre halvparten er ringvirkninger som fordeler seg på de øvrige leddene i verdikjeden, herunder bygging av nye smoltanlegg, nye brønnbåter med mer.

4.1 Beregningsmetode

Beregningene vi har gjennomført bygger på informasjon vi har fått gjennom en rekke informanter i verdikjeden, tilgjengelige skriftlige informasjonskilder og Menons regnskapsdatabase. Forutsetningene og beregningsmetodene for hvert av leddene i verdikjeden presenteres nedenfor.

4.1.1 Operatørene / Produksjon til havs

Ringvirkningsanalysen tar utgangspunkt i et scenario for hvordan havbruk til havs vil kunne utvikle seg fram mot 2050. Det er altså dette scenariet som legger fundamentet for resten av ringvirkningsanalysen.

Vi har bygd en modell som baserer seg på en to-trinns oppskalering hvor det først gjennomføres en pilotfase med bygging av et fåtall produksjonsheter til relativt høye investeringskostnader. Deretter vil aktørene gjennomføre en andre generasjon hvor det bygges flere anlegg til en relativt sett lavere kostnad.

Analysen innebærer at det først bygges fire pilotanlegg (som representerer fire ulike aktører). Anleggene har alle en produksjonskapasitet på 20 000 tonn i året, men det er en oppskaleringfase. Investeringskostnaden fordeler

seg over tre år før produksjonen starter opp i pilotfasen. Investeringene i andre generasjon starter opp etter fem år, og det bygges nå 20 nye anlegg (fem nye per aktør). Investeringen fordeler seg over tre år, og oppskaleringen i produksjonen går over to år til maksimal produksjon oppnås. Ved full produksjon innebærer det at det i alt produseres 480 000 tonn fisk per år fra anleggene i modellen. Det tilsvarer til sammenligning i underkant av en tredel av dagens produksjon fra kystnært havbruk. Vi understreker at dette er en usikker antagelse brukt for å modellere effekter, og at den reelle produksjonen fra havbruk til havs kan bli både høyere og lavere. Oppnår man tilstrekkelig lønnsomhet, er det særlig grunn til å tro at produksjonen kan bli enda høyere. Vårt produksjonsanslag er om lag på samme nivå som sammenlignbare analyser. Til sammenligning har Heskestad et al. (2023) utarbeidet et anslag for produksjon mellom 70 000-140 000 tonn fisk innenfor det ene (av så langt tre utpekte) havområdet Norskerenna Sør. Tveterås et al. (2020) utarbeider tre scenarier for produksjon i utaskjærs havbruk som i 2040 spenner mellom omtrent 200 000 – 500 000 tonn fisk, men som øker ytterligere i 2050 til mellom 500 000 – 1 800 000 tonn i 2050.

Prosjektene har en levetid på 25 år fra investeringsstart. Første år er satt til 2024, og vår analyseperiode varer frem til 2050. Forutsetningen om at produksjonen starter opp i 2027 og når full produksjon i 2033 er basert på informasjon vi har fått gjennom våre informanter for hvor lang tid det kan ta å starte opp og oppskalere produksjonen etter at investeringsbeslutningen er gjort. Det betyr ikke at vi mener at produksjonen vil nå sitt potensial 480 000 tonn i 2033, det vil i stor grad være bestemt av når det er gitt nødvendige tillatelser, når aktørene selv velger å gjennomføre investeringene og hvor raskt de får iverksatt videre oppskalering. Hvert år i modellen kan derfor bli ansett som antall år etter investeringsbeslutning blir gjennomført. I vår analyse arbeider vi med en antagelse om at 4 prosjekter starter opp i 2024 og at 20 nye prosjekter blir investeringsbesluttet i 2028, men analysen vil være gyldig også om man forutsetter en senere oppstart – og da med en forholdsmessig forlenget horisont.

Prisforutsetningene vi har gjort i eksemplene vil vi betegne som moderate og konservative. I scenariet har vi lagt til grunn historiske priser (fra 2021) justert for utviklingen i markedsforsventninger om fremtidspriser (basert på Fish Pools forwardpriser). Vi presiserer også at prisforutsetningene baserer seg på tallgrunnlaget i Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse, som igjen er basert på fiskens rundvekt. Markedspriser fastsettes som regel basert på HOG (head on, gutted), altså fiskens sløydvekt. Iht. offisielle omregningsfaktorer innebærer det en vektforskjell på ca. 20 %. Dette må tas høyde for hvis man sammenligner prisforutsetningene i våre scenarier med relevante markedspriser.

I tabellen under presenterer vi våre antagelser i scenariet for produksjon til havs:

Antagelser i scenarioanalyse for havbruk til havs			
	Pilot	Andre generasjon	Kommentar
Kapitalkostnader (mill)	3000	2000	Kostnadsestimatet er basert på estimatene til SalMar Aker Ocean ⁸ og tilbakemeldinger fra våre informanter. Pilotkostnaddene vil være omtrent 50 % høyere enn kostnaden under storskalaproduksjon og drives av utviklingskostnader. En slik effektivisering er om lag i tråd med estimatene til SalMar Aker Ocean.
År med kapitalkostnader	3	3	Antall år investeringen fordeles over. Fordelingen er jevn.
Første produksjonsår	4	8	Antall år fra analysen starter og til det er produksjon.
Tonn per år ved full drift (rund vekt)	20 000	20 000	Antatt årlig produksjon per anlegg.

⁸<https://www.salmonbusiness.com/salmar-expects-serial-production-of-offshore-fish-farming-ocean-rigs-five-to-ten-units-in-the-first-phase/>

Første investeringsår	0	5	Investeringene i piloten starter umiddelbart. Oppskaleringen skjer etter fem år. Sett i sammenheng med forutsetningen om første produksjonsår, innebærer våre antagelser at den andre generasjonen kommer noe raskere i drift.
Oppskalingsperiode (år fra produksjonsstart til full produksjon)	4	3	Vi antar at produksjonen ikke er i full skala i det anlegget er ferdigbygget og utplassert, men at det er en oppskalingsperiode. Produksjonen øker jevnt mot kapasiteten per anlegg
Driftskostnader (kr per kg)	56	51	Pilotkost tilsvarer 30 prosent økning fra konvensjonell produksjon iht. Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse for 2021.
Antall anlegg	4	20	
Laksepris	62,6	62,6	Prisen tilsvarer gjennomsnittspris i lønnsomhetsundersøkelsen for 2021 justert for utvikling i forwardpris (gjennomsnittlig forwardpris for 2027 i 2023 delt på gjennomsnittlig forwardpris for 2025 i 2021)

For å estimere bruttoverdiskaping må vi estimere driftsoverskuddet og arbeidskraftkostnader. Vi beregner driftsoverskuddet basert på antagelsene over. De alminnelige driftskostnadene er anslått med utgangspunkt i driftskostnader for kystnært havbruk. Havbruk til havs vil innebære en del kostnadskrevende operasjoner som er dyrere enn i kystnært havbruk, men det er også en betydelig oppside som særlig knytter seg til reduserte biologiske kostnader. Arbeidskraftkostnadene som andel av driftskostnader er basert på informasjon fra våre intervjuobjekter om behovet for arbeidere på land og på produksjonsanleggene til havs. Lønnskostnad per årsverk er i vår analyse omtrent 10 prosent høyere enn innen dagens produksjon ifølge Fiskeridirektoratet (2021). Den marginalt høyere lønnskostnaden er begrunnet i visse tillegg til arbeidere som vil jobbe skiftordninger ute på anleggene. Med disse antagelsene vil lønnskostnad per kilo produserte laks være omtrent halvparten fra dagens produksjon. Dette kommer av stordriftsfordeler og større grad av automatisering og dermed lavere behov for bemanning per kilo laks produsert.

Investeringsbehovet fra næringen er beregnet på antagelsene i tabellene over, og bygger på estimatene til SalMar Aker Ocean sine investeringskostnader for å bygge Smart Fish Farm, men justert med 25 prosent for at konstruksjonen skal kunne tilpasses de mere ekstreme forholdene. De endelige investeringskostnadene vil være heftet med usikkerhet og vil variere på tvers av aktører og konsepter, og med denne tilnærmingen knytter vi det til et konkret historisk relevant anslag. Flere av våre informanter har pekt på at dette er en hensiktsmessig tilnærming til kostnadsanslagene.

4.1.2 Smoltprodusenter

Smoltproduksjonen er den delen av verdikjeden som kommer til å måtte ha den største vekst basert på våre estimater. Dette er fordi en langt større del av produksjonen (andel av fiskevekt) vil forekomme i denne fasen enn under tradisjonelt oppdrett, drevet av behovet for stor postsmolt ved utsett. For en ferdig produsert laks vil en større andel av både produksjonstiden og verdiskapingen «flyttes» fra sjøfasen til den landbaserte fasen, ettersom fisken vil leve en større del av livet sitt i landbaserte anlegg.⁹

For å beregne verdiskaping, sysselsetting og investeringsbehov i settefisk fasen, tar vi utgangspunkt i produksjonsveksten vårt HTH scenario vil tilføre dagens produksjon. Ettersom dagens smolt i snitt er langt mindre

⁹ Det er også en mulig tilpasning at en del av produksjonen av stor smolt gjøres i sjøbaserte postsmoltanlegg. I analysen har vi lagt til grunn at all produksjonen skjer i konvensjonelle landbaserte settefiskanlegg, ettersom det er her vi har relevant empiri som med større grad av sikkerhet lar oss tallfeste de relevante effektene.

enn det som trolig vil kreves med havbruk til havs, har vi derfor justert denne veksten med forholdstallet mellom dagens snittvekt ved utsett av smolt og den som sannsynligvis vil benyttes ved produksjon til havs. Dette er henholdsvis 400 og 750 gram, basert på informasjon fra Fiskeridirektoratets produksjonsstatistikk¹⁰ og våre informanter.

Videre har vi benyttet oss av dagens verdiskaping, sysselsetting og kapital per produserte tonn med smolt basert på 2022-regnskapene til norske yngel- og smoltprodusenter. Dette er alle foretak som er kategorisert under NACE-kodene 03.212 og 03.222 i 2021 og har blitt hentet ut fra Menons regnskapsdatabase.

Den totale veksten i smoltproduksjon målt i tonn multipliseres så med dagens verdiskaping, sysselsetting og kapital per produserte tonn med smolt, for å estimere hvor stor verdiskaping, sysselsetting og investering vårt HTH-scenario vil lede til i smoltproduksjonen.

4.1.3 Slakteri og videreforedling

For å beregne verdiskaping, sysselsetting og investeringsbehov i slakteri- og videreforedlingsleddet, tar vi utgangspunkt i produksjonsveksten vårt scenario vil tilføre dagens produksjon.

Videre har vi benyttet oss av dagens verdiskaping, sysselsetting og kapital per bearbeidet tonn med fisk basert på 2021 regnskapene til norske slakterier, fryserier og bearbeidere. Dette er alle foretak som er kategorisert under NACE kodene 10.202 og 10.209. Denne informasjonen har blitt hentet ut fra Menons regnskapsdatabase. Ut fra denne oversikten er det ikke mulig å skille mellom foretak som håndterer oppdrettsfisk og villfisk, og vi har derfor antatt at fordelingen tilsvarer den som er anslått i Erraia et al. (2022a), fordelt på sysselsettingsandeler. Der antas det at om lag 45 % av aktiviteten i dette leddet er knyttet til håndtering av oppdrettsfisk.

Det totale behovet for vekst i slakteri og videreforedling multipliseres så med dagens verdiskaping, sysselsetting og kapital i slakteri- og videreforedlingsnæringen, for å estimere hvor stor verdiskaping, sysselsetting og behov for investeringer vårt HTH scenario vil lede til i slakteri- og videreforedlingsleddet av verdikjeden.

4.1.4 Fôrproduksjon

For å beregne verdiskaping, sysselsetting og investeringsbehovet fra fôrproduksjonen, tar vi utgangspunkt i hvor mye dagens produksjon hadde måttet øke for å møte behovet i vårt HTH scenariet. Fôrproduksjonen vil i liten grad måtte endre seg på grunn av HTH, og vi antar derfor at denne delen av verdikjeden kun må skalere opp med samme størrelse som endring i produksjonsvolum fra dagens nivå, altså i underkant av en tredel fra dagens produksjon. Dette innebærer at importandelen av fôr til HTH vil forholde seg lik som den er under dagens kystnære produksjon. Implisitt forutsetter vi med andre ord at framveksten av HTH ikke vil endre den relative sammensetningen av fôrproduksjonen for oppdrettsfisk.

Vi antar som i beregningen av de andre delene i verdikjeden at fôrprodusentene vil opprettholde sin verdiskaping, sysselsetting og kapitalintensitet per produserte tonn med fôr. Denne informasjonen er hentet ut fra regnskapene til norske fôrprodusenter fra Menons regnskapsdatabase og Menons sjømatpopulasjon. Disse multipliseres så med det økte produksjonsvolumet for å finne den estimerte verdien av verdiskaping, sysselsetting og behov for investeringer blant fôrprodusentene under scenariet.

¹⁰ Se også Grønvik et al. (2022), tabell 3-4:

4.1.5 Brønnbåter

Når det gjelder beregninger av verdiskaping, sysselsetting og investeringsbehov i brønnbåtledet av verdikjeden, tar vi utgangspunkt i produksjonsveksten i scenariet vårt. Deretter skalerer vi opp dagens verdiskaping, sysselsetting og kapitalbehov innen brønnbåtneringen med størrelsen på produksjonsveksten. Dagens verdiskaping, sysselsetting og kapitalbehov er basert på deres regnskaper fra 2021 hentet ut fra Menons regnskapsdatabase.

Vi har under samtaler med flere informanter fått tilbakemeldinger om at de største brønnbåtene i dagens eksisterende flåte vil, med relativt små investeringer, kunne utføre tjenester for havbruk til havs. Det er imidlertid grunn til å anta at det vil bli bygd spesialiserte brønnbåter til HTH når produksjonsvolumet øker. Hvordan denne overgangen vil påvirke driftsresultatet og sysselsettingsbehovet i brønnbåtledet er dog vanskelig å forutsi. All den tid informantene våre framhever at forskjellen på dagens brønnbåter og «den ideelle HTH-brønnbåten» ikke er dramatisk, vurderer vi det som rimelig å anta at kostnadsstruktur og lønnsomhet i brønnbåtledet i en framskrivning av scenariet vårt vil forbli omtrent som i dag. Derfor har vi valgt å benytte oss av dagens nivåer for verdiskaping, sysselsetting og kapitalbehov. Det er en sannsynlighet for at dette marginalt overvurderer sysselsettingsbehovet fordi større brønnbåter sannsynligvis vil kunne operere med færre sysselsatte per tonn last. På den andre siden er det en mulighet for at vi undervurderer investeringsbehovet dersom tilpassing av båtene til mer krevende værforhold koster noe mer. Vi forutsetter ikke at driftsmarginen vil endres.

4.1.6 Konstruksjon

Investeringene som gjennomføres av de ulike leddene i verdikjeden over vil også lede til økt verdiskaping og sysselsetting i andre deler av økonomien, fortrinnsvis ved at det er behov for bygging av nye anlegg på land og til havs, fartøy med mer. Vi beregner dette ved at hvert av leddenes investeringer blir sett på som en økning i omsetning i de næringene som vil produsere kapitalen (verft, utstyrsleverandører, bygg og anlegg). Denne økte omsetningen tilfaller både norske og utenlandske aktører innenfor verftsindustrien, maritime utstyrsleverandører, spesialiserte utstyrsleverandører innen akvakultur, ingeniørtjenester og bygg og anleggsbransjen. I tabellen under presenterer vi hvilke leverandører som blir påvirket av investeringsbehovet til hvert av leddene i verdikjeden og den respektive andelen av investeringen som går til hver av leverandørene.

Ledd i verdikjeden	Leverandører (andel av investering)
HTH konstruksjoner	Verft (50%) Maritime utstyrsleverandører (10%) Ustyrsleverandører innen akvakultur (20%) Ingeniørtjenester (20%)
Smoltproduksjon	Bygg og anleggsbransjen (80%) Ustyrsleverandører innen akvakultur (20%)
Slakteri og bearbeiding	Bygg og anleggsbransjen (80%) Ustyrsleverandører innen akvakultur (20%)
Førprodusenter	Bygg og anleggsbransjen (80%) Ustyrsleverandører innen akvakultur (20%)
Brønnbåter	Verft (70%) Maritime utstyrsleverandører (10%) Ustyrsleverandører innen akvakultur (10%) Ingeniørtjenester (10%)

Vi antar at en stor andel av dette vil bli levert av norske aktører. Blant utstyrsleverandører innen akvakultur og ingeniørtjenester antar vi at den norske andelen er 100 prosent. Andelen er imidlertid lavere for verftsindustrien og maritime utstyrsleverandører, hvor vi forutsetter at henholdsvis 33 og 80 prosent vil bli levert av norske

selskaper. For verftsaktiviteten er anslaget muligens litt høyt når det gjelder konstruksjon av anleggene til havs, mens det sannsynligvis er litt lavt for produksjon av brønnbåter.¹¹ Våre informanter var klare på at en stor andel av stålkonstruksjonene vil sannsynligvis bli levert fra utenlandske verft, men at spesialisert utstyr og ingeniørtjenester ville bli levert fra norske aktører. Dette var også tilfellet under byggingen av SalMar Aker Oceans Ocean Farm 1 hvor stålkonstruksjonen ble bygget i Kina, men utstyr og ingeniørtjenestene var fra norske aktører.

For å estimere hvordan investeringen i leddene over slår ut i verdiskaping og sysselsetting hos leverandørene har vi beregnet deres verdiskaping per omsatt krone og omsetning per sysselsatt. Dette har blitt beregnet ut ifra Menons regnskapsdatabase. Dette multipliseres så med andelen av investeringer som går til den respektive leverandørnæringen, før iv justerer for andel levert av norske aktører. Den resulterende verdiskapingen og sysselsettingen har deretter blitt fordelt utover de 10 første årene etter at første investering finner sted.

4.2 Resultater

I følgende kapittel presenterer vi resultatene fra ringvirkningsanalysen. Dette inkluderer verdiskaping, sysselsetting og investeringer fra produksjonen, og de nærmeste leddene i verdikjeden som forklart i metode kapittelet over. Kapittelet tar først for seg de totale tallene for verdikjeden til HTH næringen inkludert nærmeste ringvirkninger. Deretter presenteres fordelingen mellom de ulike leddene i verdikjeden. Til slutt sammenlignes tallene med eksisterende produksjon.

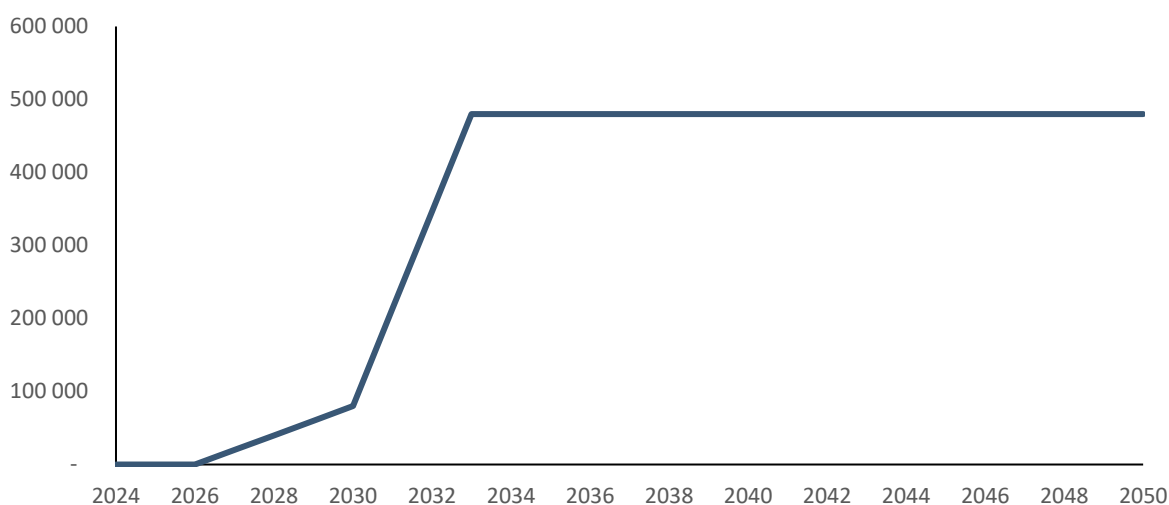
4.2.1 Samlede resultater for HTH-verdikjede

Resultatene som presenteres under er basert på vårt havbruk til havs scenariet som tar for seg en produksjon som når 480 000 tonn rundvekt. Analysen tar for seg verdiskaping og sysselsetting for HTH-operatører, smoltprodusenter, foredlingsanlegg (slakt og bearbeiding), fôrprodusenter, brønnbåtrederier og leverandørene av anleggsmidlene. Investeringsbehovet er også analysert, men vi går ikke nærmere inn på det eventuelle investeringsbehovet hos leverandørene av anleggsmidlene.

I grafen under presenterer vi utviklingen i årlig produksjon i havbruk til havs under vårt scenario målt i antall tonn rundvekt. Produksjonen skjer stegvis, hvor det først åpner 4 HTH-installasjoner i 2026, med en oppskaleringsfase på 4 år. Deretter åpner storskalaproduksjon med 20 HTH-installasjoner i 2030 med en oppskaleringsfase på 3 år. Produksjonen når fullt nivå i 2033 og holder seg på dette nivået frem til 2050.

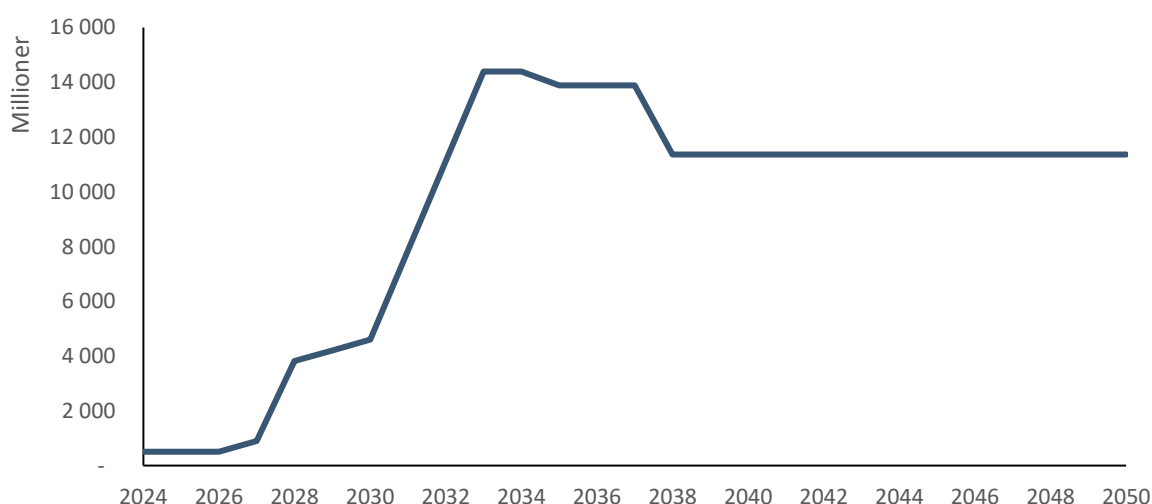
¹¹ Erraia et al. (2022b) viser at den norske markedsandelen for produksjon av brønnbåter var rundt 50-60 % i 2021 og ordrebøkene framover. Der anslås det også at den norske andelen av investeringer knyttet til eksponerte konstruksjoner er i størrelsesorden 25 % basert på intervjuer med Nordlaks og Salmar Aker Ocean.

Figur 4-1: Årlig HTH produksjon målt i tonn (rundvekt) under vårt scenario



I grafen under presenterer vi årlig verdiskaping fra HTH inkludert øvrig verdikjede og nærmeste ringvirkninger (konstruksjonsfasen). Verdiskapingen vokser gradvis i samsvar med produksjonen fram mot 2033 til en verdi på 14,4 milliarder kroner. I perioden mellom 2034 til 2038 avtar gradvis verdiskapingen til 11,4 milliarder kroner. Dette er fordi investeringer har blitt gjennomført og produksjonen i de ulike leddene i verdikjeden blir drevet av allerede akkumulert kapital, dermed reduseres verdiskapingen fra leverandørleddene som leverer anleggsmidlene. At investeringseffektene vedvarer utover oppskaleringfasen kan sees på som en konsekvens av at også øvrige ledd i verdikjeden (settefiskproduksjon mm.) i en overgangsperiode må gjennom en investeringsfase, og at produksjonen i HTH-anleggene i en mellomperiode delvis får sine behov dekket av allerede etablert infrastruktur.

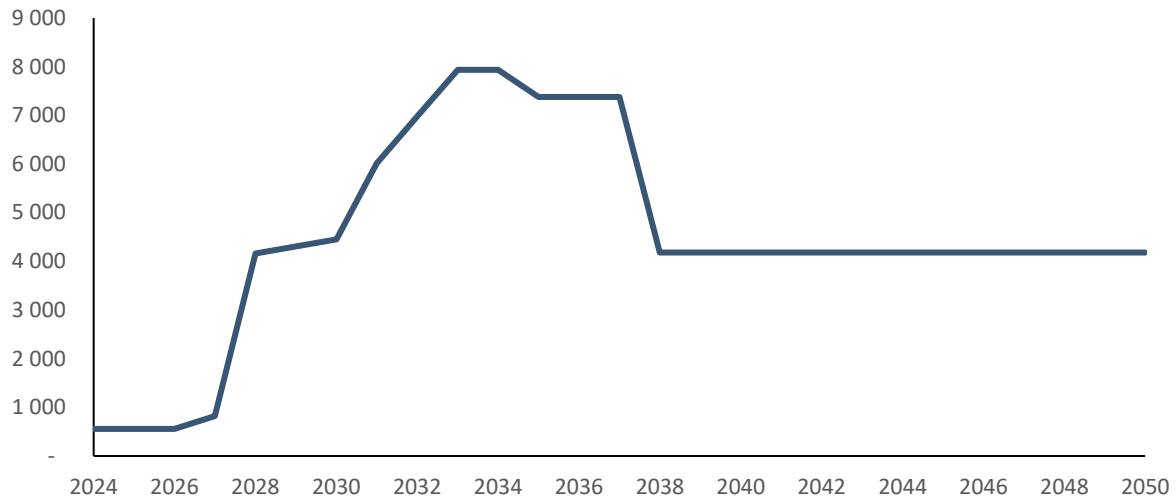
Figur 4-2: Årlig verdiskaping fra HTH inkludert verdikjeden og nærmeste ringvirkninger



I figuren under presenterer vi årlig sysselsetting fra HTH, inkludert verdikjeden og nærmeste ringvirkninger. I samsvar med verdiskapingen øker total sysselsetting fram til 2033, hvor vi estimerer at det vil være i underkant av 7 900 sysselsatte. I perioden 2034 til 2038 faller total sysselsetting til 4 200. Dette, i likhet med verdiskaping skyldes redusert sysselsetting fra leverandørleddene som leverer anleggsmidlene til verdikjeden. Sysselsettingen faller i større grad enn verdiskapingen, med henholdsvis 46 prosent og 21 prosent. Dette skyldes at verdiskaping

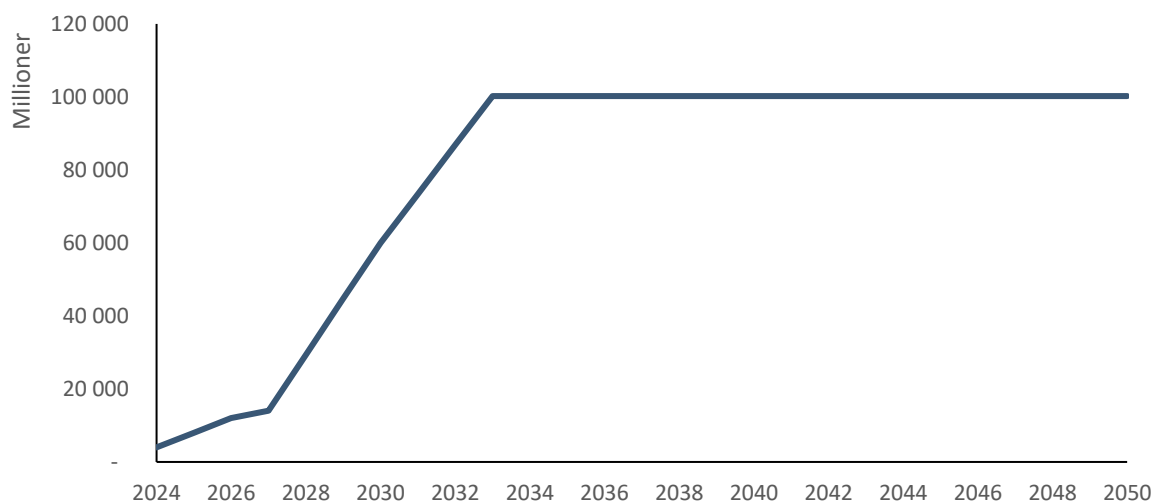
per sysselsatt er lavere blant leverandørene av anleggsmidler enn i verdikjeden for produksjon. Dette er i stor grad drevet av lavere verdiskaping per sysselsatt i både verft og bygg og anleggsbransjen sammenlignet med øvrige ledd, samtidig som verdiskaping per sysselsatt er høy i operatørleddet, smoltproduksjonen og brønnbåtrederiene grunnet høy kapitalintensivitet.

Figur 4-3: Årlig sysselsetting fra HTH inkludert verdikjede og nærmeste ringvirkninger



Havbruk til havs og de assosierte leddene i verdikjeden vil være svært kapitalintensive. Dette gjør at investeringsbehovet i næringen vil være stort. I figuren under presenterer vi akkumulerte investeringer i næringen. Som det kommer frem av denne vil det totale investeringsbehovet for en produksjon på 480 000 tonn årlig produksjon kreve investeringer i størrelsesorden 100 milliarder kroner. Dette inkluderer ikke investeringer i leverandørleddet som leverer anleggsmidlene til produksjon, slik som i sysselsetting og verdiskapings estimatene.

Figur 4-4: Akkumulerte Investeringer i HTH inkludert leddene i verdikjeden

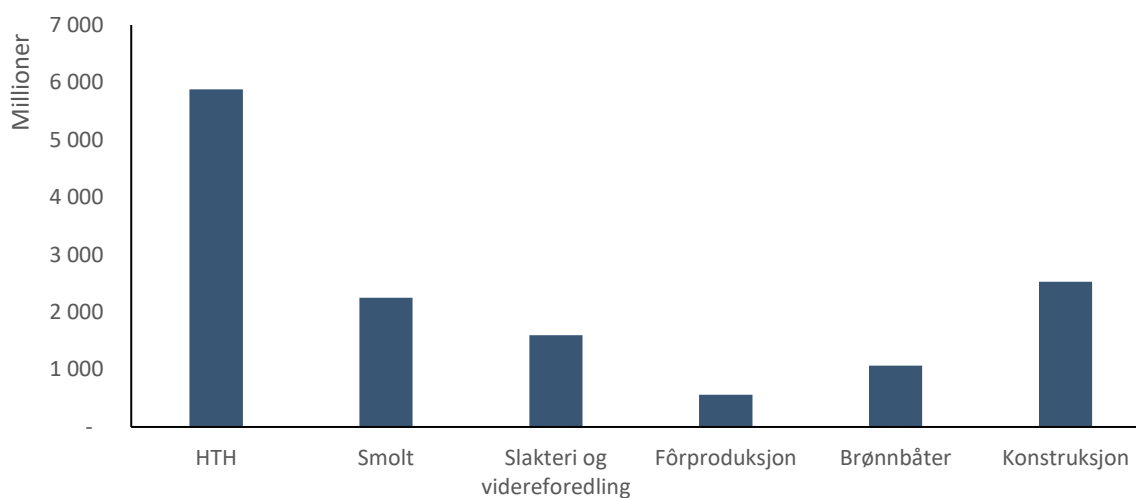


4.2.2 Resultater fordelt på ledd i HTH verdikjede og nærmeste ringvirkninger

Resultatene som presenteres under tar for seg hvordan verdiskaping, sysselsetting og investeringsbehov fordeler seg mellom de ulike leddene i verdikjeden og nærmeste ringvirkninger. Ettersom vår modell ikke tar for seg en «likevektsproduksjon», hvor det kontinuerlig vil gjøres nye investeringer for å erstatte kapitalslit og dermed opprettholde produksjonen, har vi valgt å trekke frem fordelingen i perioden mellom 2035 og 2037 i vår modell. Dette får frem hvordan sysselsetting og verdiskaping fordeler seg i et år hvor det fortsatt er aktivitet i leverandørleddet for anleggsmidler.

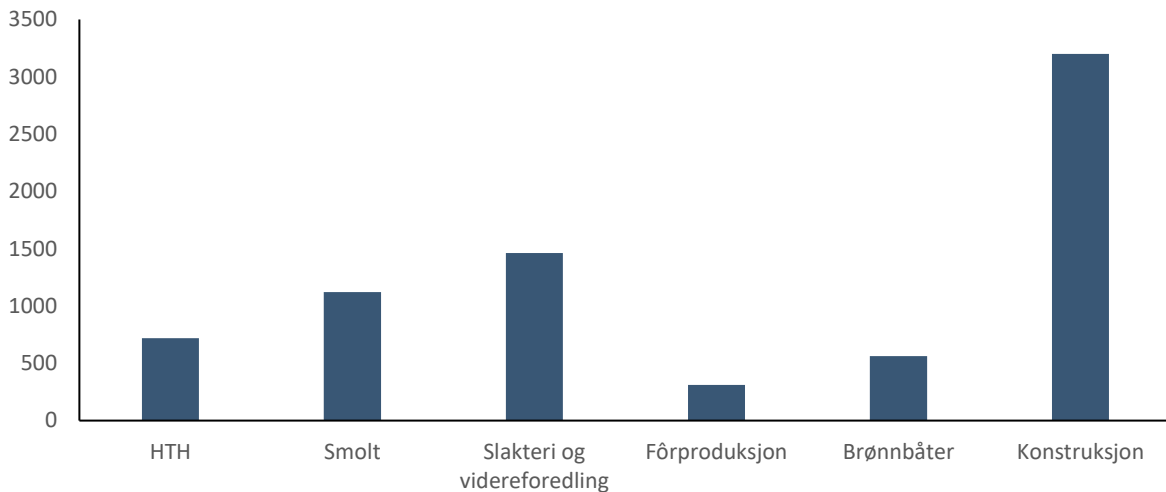
I figuren under presenterer vi resultatene for verdiskaping fra HTH verdikjeden og nærmeste ringvirkninger fordelt på de ulike leddene. Den samlede verdiskapingen estimeres til 13,9 milliarder kroner dette året. Som det kommer frem her vil den største andelen av verdiskapingen stamme fra operatørleddet, med en årlig verdiskaping på 5,9 milliarder kroner. Videre vil verdiskapingen fra konstruksjonsleddet stå for 2,5 milliarder kroner, deretter smoltprodusentene med 2,3 milliarder, slakteri og videreforedling med 1,6 milliarder, brønnbåtrederiene med 1,1 milliard og til slutt fôrprodusentene med 0,6 milliarder. Anslaget innebærer at en betydelig andel av verdiskapingen vil være tilknyttet produksjonen av fisk i sjø. Dette avspeiler også fordelingen i kystnært havbruk, men på grunn av høyere kostnader i drift og investeringer er andelen av verdiskaping i sjøfasen relativt sett lavere enn i kystnært havbruk. Med andre ord vil den øvrige verdikjeden være enda viktigere for havbruk til havs enn for kystnært havbruk.

Figur 4-5: Verdiskaping fra HTH verdikjeden og nærmeste ringvirkninger fordelt på de ulike leddene i eksempelåret



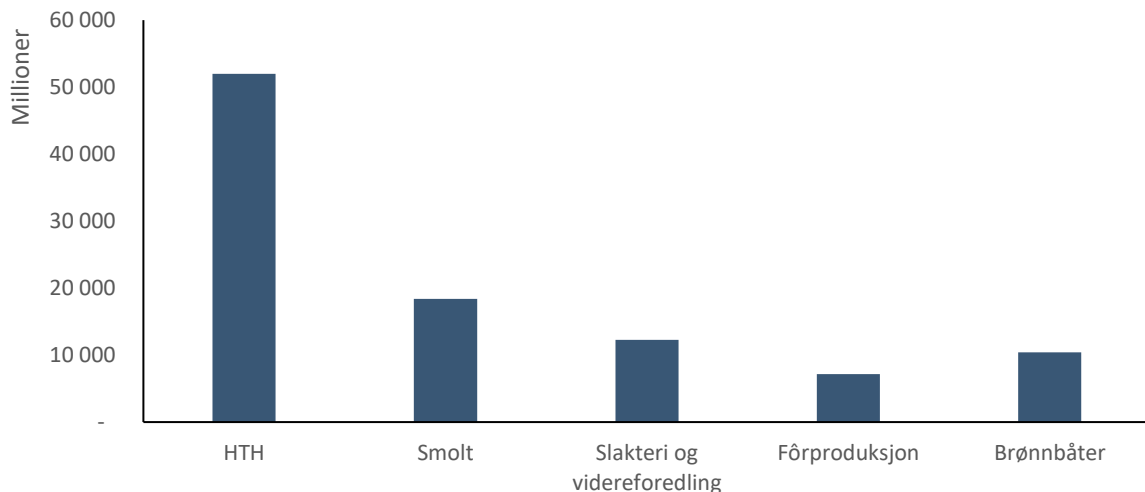
Når det kommer til sysselsetting, er bildet litt annerledes. Næringene som har en større arbeidsintensiv produksjon står for en større andel av sysselsettingen, og de med en stor grad av kapitalintensiv produksjon står for en mindre del. Konstruksjonsleddet er også preget av at det fortsatt er en stor andel levering av driftsmidler til de andre leddene i verdikjeden. Den største andelen av sysselsatte får vi i første ledd av ringvirkningene i konstruksjonsleddet med 3 200 sysselsatte. Videre vil slakteri og videreforedling sysselsette 1 500, etterfulgt av smoltprodusentene som står for 1 100 sysselsatte, operatørene vil sysselsette 720 personer, brønnbåter 560 sysselsatte og til slutt fôrprodusentene som vil sysselsette 310 arbeidere.

Figur 4-6: Sysselsetting fra HTH verdikjeden og nærmeste ringvirkninger fordelt på de ulike leddene i eksempelåret



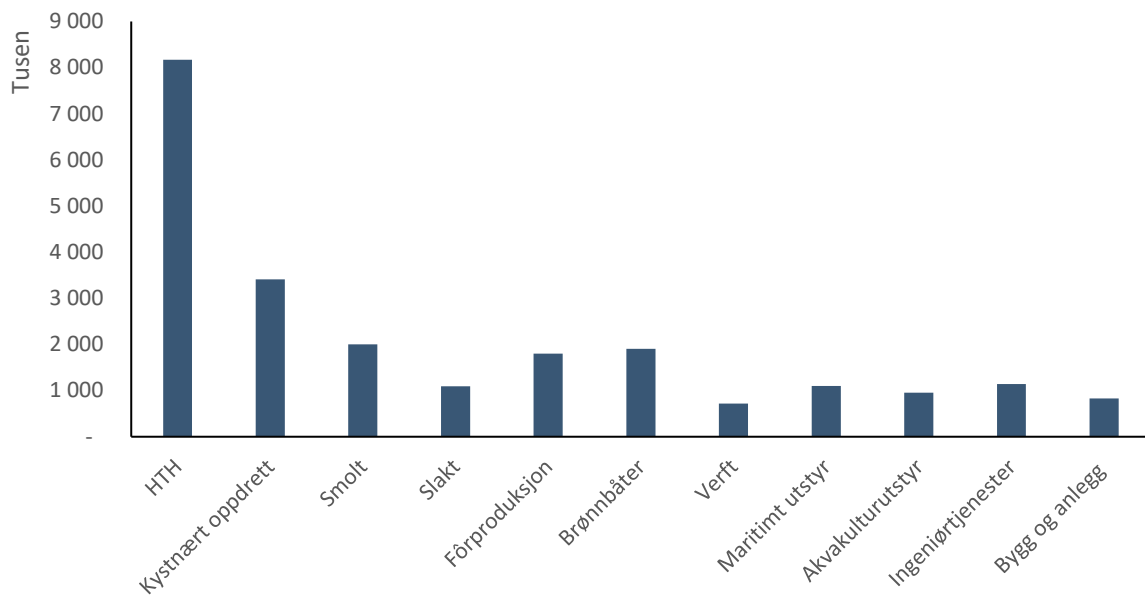
Investeringsbehovet for å muliggjøre en årlig HTH produksjon på 480 000 tonn er betydelig i alle ledd i verdikjeden. Dette er presentert i figuren under. Vi påpeker at vår analyse ikke inkluderer investeringsbehovet hos leverandørene av anleggsmidlene, og er derfor ikke inkludert. Det største investeringsbehovet ligger innen de faktiske HTH-konstruksjonene. Dette utgjør omtrent halvparten av det totale behovet med 52 milliarder kroner. Videre ligger investeringsbehovet innen smoltproduksjon på 18,4 milliarder kroner, etterfulgt av slakteri og videreforedlingsleddet med 12,3 milliarder i investeringsbehov. Brønnbåtrederiene vil ha et investeringsbehov på 10,4 milliarder kroner. Til slutt kommer fôrprodusentene som vil ha et investeringsbehov på 7,2 milliarder kroner.

Figur 4-7: Investeringsbehov for de ulike leddene i HTH verdikjeden



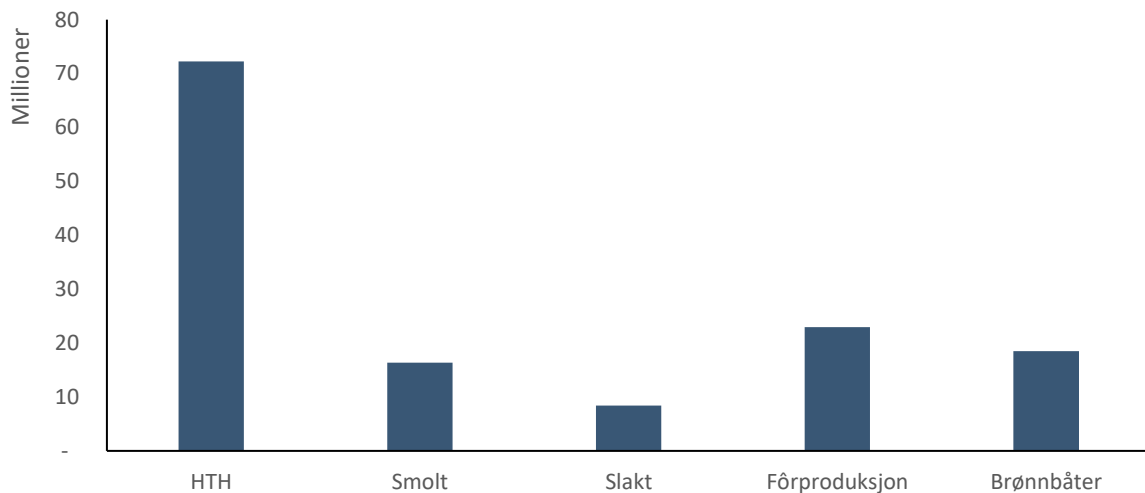
I figuren under presenterer vi verdiskaping per sysselsatt i de ulike leddene. Som det kommer frem fra figuren er det en svært høy brutto verdiskaping per sysselsatt i operatørleddet for HTH. Dette er drevet av en kombinasjon av høy verdiskaping og relativt lav arbeidsintensitet, ettersom produksjonen av fisk per ansatt i dette leddet er svært høy.

Figur 4-8: Verdiskaping per sysselsatt i ulike ledd av HTH-verdikjeden og i kystnært oppdrett



Den høye verdiskapingen per sysselsatt kommer imidlertid på bekostning av store mengder kapital per sysselsatt som er presentert i figuren under. Det er nettopp fordi matfiskproduksjonen i HTH vil være svært kapitalintensiv. Til sammenligning har den arbeidsintensive slakterivirksomheten relativt lave kapitalkostnader per sysselsatt.

Figur 4-9: Kapital per sysselsatt i ulike deler av HTH-verdikjede



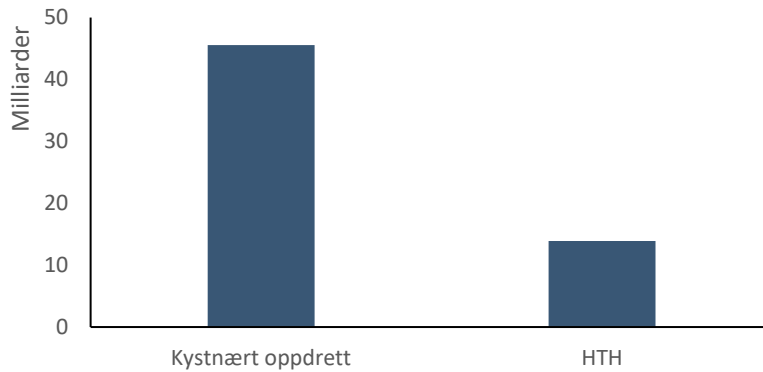
4.2.3 Sammenligning med kystnært oppdrett

I dette delkapittelet presenterer vi resultatene sammenlignet med konvensjonelt oppdrett. Disse estimatene er hentet fra Erraia et al. (2022a) som har foretatt verdiskapings- og sysselsettingsestimater i hele sjømatnæringen.

I grafen under presenterer vi en sammenligning av verdiskapingen fra kystnært oppdrett i 2021 med verdiskapingen i eksempelåret fra vår analyse. Den viser i likhet med tallene over at den totale verdiskapingen fra HTH inkludert verdikjede og nærmeste ringvirkninger vil ligge på 13,9 milliarder kroner. Til sammenligning lå verdiskapingen fra kystnært oppdrett inkludert samme verdikjede og nærmeste ringvirkninger i 2021 på 45,6

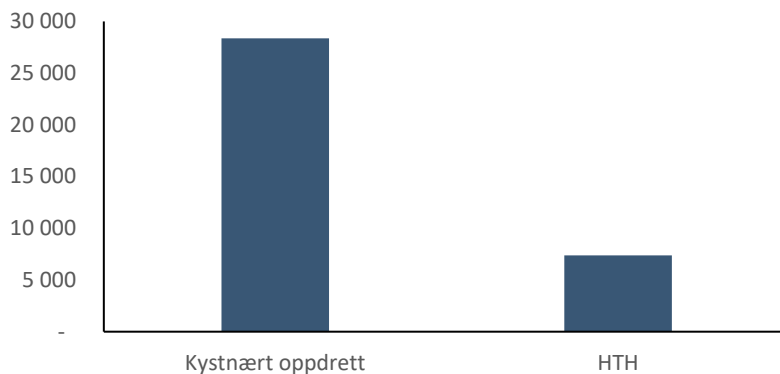
milliarder kroner. Aktiviteten knyttet til HTH i vårt eksempelår vil dermed tilsvare en økning i verdiskapingen fra akvakultursektoren med 30 prosent.

Figur 4-10: Verdiskaping i verdikjede og nærmeste ringvirkninger i kystnært oppdrett (2022) og HTH i eksempelåret



I grafen under sammenligner vi sysselsettingen fra kystnært oppdrett i 2021 med sysselsettingen fra vår HTH analyse. Den viser at sysselsettingen fra HTH inkludert verdikjede og nærmeste ringvirkninger vil ligge på 7 400 personer. Til sammenligning lå sysselsettingen fra kystnært oppdrett inkludert samme verdikjede og nærmeste ringvirkninger i 2021 på 28 400 sysselsatte. HTH vil dermed i vårt scenario kunne øke sysselsettingen innen akvakultursektoren med 26 prosent.

Figur 4-11: Sysselsetting i verdikjede og nærmeste ringvirkninger i kystnært oppdrett (2022) og HTH i eksempelåret



4.2.4 Sammenligning med andre analyser

Ettersom havbruk til havs er en næring som hittil er uprøvd og i sin spede begynnelse, innebærer estimer om fremtidig sysselsetting og verdiskaping store usikkerheter. I dette delkapittelet sammenligner vi de overordnede estimatene med andre analyser av potensialet i næringen. Vi har valgt å sammenligne med analysene til Heskestad et al. (2023) og Tveterås et al. (2020).

Heskestad et al. (2023) sine scenarioer, justert for produksjonsmengde, leder til en verdiskaping i verdikjeden med ringvirkningsnæringer på 33,9 milliarder kroner. På sysselsettingssiden har deres estimer ledet til 16 000 arbeidsplasser. I sine anslag løfter de imidlertid en lengre rekke av ringvirkninger enn vi har gjort i vår analyse, ettersom de også framhever de såkalte «indirekte ringvirkningene». Det er også usikkert om hvor stor andel av anleggsmidlene de mener vil være produsert av Norge kontra utenlandske aktører. Det er dog ikke kun dette

som driver forskjellene i resultatene. De har også i overkant dobbelt så høy verdiskaping i matfisk leddet, og i underkant av 10 prosent flere sysselsatte. For smolt- og settefiskproduksjon har de 75 prosent høyere verdiskaping og omtrent 190 prosent flere sysselsatte, dette er imidlertid under en antakelse om at postsmolten som settes i merden veier 1 kilo, som er høyere enn vårt anslag.

Tveterås et al. (2020) sitt scenario, justert for produksjonsmengde, leder til en verdiskaping i verdikjeden inkludert ringvirkninger på omtrent 25 milliarder kroner og 10 000 sysselsatte. Her er det også inkludert flere av ringvirkningene av produksjonen. Det er også usikkert om de medregner at all anleggsmidler produseres i Norge eller om en andel bli produsert av utenlandske aktører.

Når våre anslag ligger noe lavere med hensyn til verdiskaping enn analysene vi sammenligner med, er det altså to hovedforklaringer på dette. Det skyldes dels at vi ser på færre ringvirkninger, ettersom de såkalte «indirekte» ringvirkningene er utelatt. Det skyldes i tillegg at vi har noe mer konservative forutsetninger om lønnsomheten i matfiskleddet. Det er ikke mulig å slå fast med sikkerhet hvor høy lønnsomheten i matfiskleddet vil bli, men analysen viser altså at selv med ganske moderate lønnsomhetsforutsetninger, vil verdiskapingen innen HTH kunne bli betydelig.

4.3 Oppsummering

Havbruk til havs har potensial til å skape svært store økonomiske verdier i Norge, så vel som i andre land med egnede lokaliteter. Dette er ikke kun drevet av verdiskaping hos produsentene, men også via et spekter av ringvirkninger gjennom verdikjeden og videre ut i samfunnet. I vår ringvirkningsanalyse har vi antatt en produksjon til havs på 480 000 tonn laks ved full produksjon fra og med 2033. Dette tilsvarer i underkant av en tredel av dagens produksjon av laksefisk i kystnært havbruk, og scenariet ligger om lag i samme størrelsesorden som andre relevante anslag for produksjonspotensialet i havbruk til havs.

Vi beregner verdiskaping og sysselsetting innen havbruk til havs, inkludert verdikjeden knyttet til produksjonen, som smoltprodusenter, fôrprodusenter, brønnbåtredier og slakterier. I oppskaleringsfasen foretas det betydelige investeringer og produksjonen øker gradvis. Den årlige verdiskapingen topper seg etter 9 år, og er på i overkant av 14 milliarder kroner. Verdiskaping vil tilsvare omtrent 30 prosent av verdiskapingen i dagens kystnære havbruk når man tar med dagens verdikjede og denne kjedens nærmeste ringvirkninger. I dette året har produksjonen tilnærmet seg sitt fulle potensial, men det er samtidig fortsatt betydelig aktivitet knyttet til investeringer.

Det samlede investeringsbehovet for å realisere denne verdiskapingen er estimert til om lag 100 milliarder kroner, og dette fordeler seg med cirka halvparten innenfor utvikling og konstruksjon av havbruk til havs-anlegg, mens den andre halvparten er ringvirkninger som fordeler seg på de øvrige leddene i verdikjeden, herunder bygging av nye smoltanlegg, nye brønnbåter med mer.

I gjennomgangen vår bryter vi verdiskapingseffektene ned på de ulike leddene i verdikjeden i et år med forholdsvis stor aktivitet i alle leddene. Anslaget omfatter både aktivitet i alle ledd av produksjonsvirksomheten fra fôr- og settefiskproduksjon til slakteri og foredling, men også aktivitet i investeringsleddet.

På sysselsettingssiden har vi estimert at HTH kan legge grunnlag for en sysselsetting på om lag 7 400 årsverk i dette året. Det er særlig i forbindelse med konstruksjonsarbeidet at det vil være behov for arbeidskraft, med en sysselsetting på cirka 3 200 knyttet til dette leddet. Direkte og indirekte sysselsetting vil falle til i rundt 4 000 i året etter at de største investeringene er foretatt.

Hvis vi ser verdiskapingen og sysselsettingen i sammenheng, får vi også et uttrykk på arbeidskraftens produktivitet målt som verdiskaping per sysselsatt. Verdiskapingen for havbruk til havs (produksjonen i sjøfasen) er svært høy med våre forutsetninger, rundt 8 millioner kroner per sysselsatt. Til sammenligning var verdiskapingen per sysselsatt i kystnært oppdrett rundt 3,4 millioner kroner i 2022. Denne differansen speiler først og fremst at havbruk til havs vil være kapitalintensivt, med mye investeringskapital per arbeider i dette leddet av verdikjeden.

5 Offentlige rammebetingelser

Havbruk til havs er en næring i støpeskjeen, og det er fortsatt behov for å fastsette reguleringer av næringen langs en rekke dimensjoner. I dette kapitlet drøfter vi først utfordringer ved etablering av et tillatelsesregime for havbruk til havs og hvordan vi mener dette kan løses. Deretter går vi dypere inn i problemstillingen om det kan og bør innføres en grunnrenteskatt for havbruk til havs. Vurderingene i dette delkapitlet hviler i stor grad på vurderingene i Menon-rapport nr. 107/2023 samt de to Menon-notatene *Proveny fra grunnrenteskatt på havbruk til havs – en scenarioanalyse* (26. august 2023) og *Sammendragsnotat – grunnrenteskatt i havbruk til havs og noen regulatoriske problemstillinger* (13. oktober 2023).

5.1 Tillatelsesregime for havbruk til havs

For å etablere havbruk til havs, må det fastsettes en rekke nye reguleringer. Det er allerede fastsatt et nytt kapittel i laksetildelingsforskriften. I de etablerte reguleringene er det angitt overordnede regler, men det er i praksis mange viktige beslutninger som er flyttet framover i tid. Det legges opp til at konkurransereglene skal fastsettes etter nærmere regler i tildelingsforskrifter for det enkelte utlysningsområdet. Disse tildelingsforskriftene er ikke fastsatt enda, og viktige spørsmål som i liten grad er tatt stilling til er:

- Hvordan skal konkurransen om tillatelsene utformes? (valg av allokeringmekanisme)
- Hvordan fastsetter man produksjonskapasiteten i et område og/eller på en lokalitet?
- Hvordan vil man ta hensyn til eksternaliteter (positive og negative) når man deler opp områder og fordeler innenfor disse?

I dette delkapitlet redegjør vi for noen sentrale utfordringer som vil være viktige å ta stilling til i den videre utformingen av et tillatelsesregime for havbruk til havs. Vurderingene i dette delkapitlet hviler i stor grad på vurderingene i Menon-rapport nr 107/2023. Vi gjengir deretter et forslag til utforming av regler som tar høyde for flere av disse utfordringene og som er drøftet i ovennevnte Menon-rapport.

5.1.1 Om reguleringsløpet så langt

Det pågår et omfattende regulatorisk arbeid for å etablere et nytt tillatelsesregime for havbruk til havs. Områders egnethet må utredes, herunder med vektning av miljøhensyn og arealdeling, det må etableres regler for forsvarlig drift (risiko for rømming, HMS mm.) og man må ikke minst fastsette regler for hvem som får tillatelse til å produsere og hvor mye de får produsere. En interdepartemental arbeidsgruppe skrev i 2018 rapporten *Havbruk til havs: Ny teknologi – nye områder* (2018). I 2022 sendte Nærings- og fiskeridepartementet et forslag om overordnede regler for havbruk til havs på høring.¹² På bakgrunn av dette forslaget ble det fastsatt endringer i laksetildelingsforskriften mot slutten av 2022, hvor det ble tatt inn et nytt kapittel 4 om havbruk til havs. Det nye kapitlet angir de overordnede reglene for tildeling av tillatelser til havbruk til havs. I slutten av 2022 ble det også besluttet at de tre havområdene «Norskerenna sør», «Frøyabanken nord» og «Trænabanken» skal konsekvensvurderes for havbruk til havs.¹³

¹² <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/horing-etablering-av-et-tillatelsesregime-for-havbruk-til-havs-og-endringer-i-yttergrensene-i-produksjonsomradeforskriften/id2899323/> [hentet 23.08.2023]

¹³ <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/regjeringen-vil-konsekvensvurdere-omrader-for-havbruk-til-havs/id2947003/> [hentet 23.08.2023]

I 2023 sendte Fiskeridirektoratet et utredningsprogram for disse tre områdene på høring.¹⁴ Nærings- og fiskeridepartementet har varslet at de tar sikte på å sende forslag til HMS-bestemmelser og tekniske reguleringer høsten 2023, og det gjenstår også overordnet utredningsarbeid med hensyn til fiskevelferd/fiskehelse og ytre miljø.¹⁵ Departementet legger opp til en saksgang hvor de første områdene for havbruk til havs skal lyses ut om relativt kort tid, og har uttalt at de er i god rute for at de første aktørene skal kunne sette ut fisk mellom 2026-2027.

5.1.2 Kort om de gjeldende reguleringene og begrepsdefinisjoner

Laksetildelingsforskriftens kapittel 4 *Akvakulturtillatelse for matfisk på lokaliteter til havs* angir de overordnede reglene for tildeling av tillatelse til havs og definerer sentrale begreper. Gangen i tillatelsesregimet er overordnet sett slik at myndighetene først har ansvaret for overordnede utredninger hvor man først velger ut større og deretter et sett mindre områder hvor det kan etableres havbruk til havs. Når man har innsnevret til de mindre områdene, overrekkes det videre utredningsansvaret til næringsaktørene som ønsker å etablere havbruk til havs.

Når havområdene er konsekvensvurdert av myndighetene, og dette har vært på høring, kan Nærings- og fiskeridepartementet fastsette *utlysningssområder*. Et utlysningssområde er altså et delområde innenfor et havområde. Departementet avholder så konkurranser om å etablere seg på lokaliteter innenfor et utlysningssområde. Reglene for konkurransen og antallet aktører innenfor utlysningssområdene fastsettes enkeltvis i den enkelte tildelingsrunde, gjennom særegne *tildelingsforskrifter*. Det betyr at reglene åpner opp for at det for eksempel kan avholdes en konkurranse gjennom auksjon et år, mens det et annet år avholdes en konkurranse gjennom loddtrekning innenfor det samme havområdet, men for ulike utlysningssområder. Det er også i tildelingsforskriftene at det skal fastsettes eventuelt vederlag for tildeling av tillatelse.

Aktørene som vinner fram i konkurransen om utlysningssområdet, tildeles et *forhåndstilsagn* om produksjon i utlysningssområdet på vilkår om at et sett betingelser for tildeling og klarering av lokalitet oppfylles. Forhåndstilsagnet kan med andre ord sees på som en tillatelse til å utrede videre, med sikte på å få lov til å produsere. Når en aktør har fått et forhåndstilsagn kan de etter hvert søke om produksjonskapasitet og lokalitet i utlysningssområdet, men de har foreløpig ingen rett til å etablere virksomheten.¹⁶ Når en aktør er tildelt et forhåndstilsagn, skal de ta føringen på å etablere og gjennomføre et utredningsprogram for området de ønsker seg, en såkalt *prosjektspesifikk konsekvensvurdering*. Gjennom dette steget er målet at aktøren og myndighetene sammen blir enige om et løp som skal gjennomføres og betingelser som må tilfredsstilles for at produksjon på en lokalitet kan etableres. Når programmet er gjennomført kan aktøren søke om tillatelse til produksjon på en *lokalitet*. En lokalitet er slik vi tolker det et geografisk fastsatt underområde innenfor et utlysningssområde. Denne søknaden skal behandles av Fiskeridirektoratet, som så sender søknaden på høring. For at tillatelsen skal kunne gis må det blant annet vurderes at dette er miljømessig forsvarlig, at det er foretatt en avveining av arealinteresser og at det er gitt tillatelse innenfor ulike sektormyndigheters regelverk. Tillatelsen som tildeles skal avgrenses i maksimalt tillatt biomasse (MTB) og skal knyttes til én bestemt lokalitet og ett bestemt akvakulturanlegg. Tillatelsene er tidsbegrenset for 25 år fra tidspunktet for tildelingsvedtaket.

¹⁴ <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Dokumenter/Hoeringer/forslag-til-utredningsprogram-for-havbruk-til-havs> [hentet 23.08.2023]

¹⁵ <https://www.intrafish.no/politikk/narmer-seg-nye-milepaler-for-havbruk-til-havs/2-1-1463477> [hentet 23.08.2023]

¹⁶ I forskriften tas det ikke stilling til om det er én eller flere aktører som kan få forhåndstilsagn innenfor samme utlysningssområde, og vi går dermed ut fra at det flere aktører i prinsippet kan få forhåndstilsagn innenfor samme utlysningssområde.

5.1.3 Samfunnsøkonomiske avveininger ved utforming av et reguleringsregime for HTH

Samfunnsøkonomiske analyser av næringspolitikk har som mål å identifisere optimale vilkår for næringen, slik at samfunnets nytte av virksomheten maksimeres. Det er et viktig premiss at alle aktørers interesser må tas med i betraktning, inkludert dyrs velferd. Samfunnsøkonomer er opptatt av både dagens og fremtidige generasjoners nytte og fokuserer derfor ofte på nytte målt i form av fremtidige konsummuligheter for den norske befolkningen.

Virkninger på andre aktørers nytte samles gjerne under begrepet «eksternaliteter». Hvis de er negative så reduserer man nytten til andre. Sentrale negative eksternaliteter knyttet til havbruk til havs vil være:

- Spredning av sykdom og lusepåslag til andre produksjonsanlegg
- Spredning av sykdom og lusepåslag til villfiskstammer
- Rømming med genetiske konsekvenser for villfiskstammene
- Redusert produksjonskapasitet for andre næringer
- Forurensing av miljø og estetiske hensyn
- Påvirkning på øvrig dyre- og planteliv
- Dårlig dyrevelferd

Næringsvirksomhet kan også lede til positive eksternaliteter. Det mest relevante eksempelet er kunnskapsspredning mellom aktører eller mellom næringer som gjør disse mer produktive.

God regulering av en næring vil sikre produksjonsvilkår som gjør det mulig å produsere mest mulig effektivt. Sagt med andre ord: Størst mulig volumer for minst mulig ressursinnsats. Dersom det er **stordriftsfordeler** i en næring tilsier dette at man bør begrense antall aktører som gis tilgang til de begrensede ressursene, nettopp for å realisere disse fordelene. Men i en ung næring som havbruk til havs kjenner man ikke den beste produksjonsteknologien eller driftsformen. Det er både usikkerhet med hensyn til produksjonsteknologi, men også ting som valg av smolt, optimal produksjonsplanlegging, logistikk for frakt av fisk og servicefartøyer med mer. Da er det en fordel at flere aktører gis plass til å teste ut alternative driftskonsepter og at aktørene gis mulighet til å lære av hverandre gjennom konkurranse og innovasjonspress. Med andre ord er det argumenter for å legge til rette for at flere aktører får prøve seg fram, men på den andre siden er det svært viktig at hver enkelt aktør gis rammer som er gode nok til at stordriftsfordeler kan utnyttes.

Tillatelsesregimet som er skissert i laksetillatelsesforskriften er i stor grad knyttet opp til geografiske egenskaper i form av lokalisering av områder og avstand mellom produksjonsenheter. De samfunnsøkonomiske hensynene som vi har skissert over er også i stor grad styrt av nettopp geografiske avstander og tetthet. Det er derfor helt innlysende at rammeverket for å regulere produksjonen inneholder en tydelig håndtering av avstander og tetthet. Smitten mellom anlegg øker med tetthet og økningen vil etter hvert bli eksponentiell. Det samme mønsteret gjelder smitte til villaks (herunder spredning av lus). Forurensing av miljøet antas å være lav ettersom virksomheten finner sted langt til havs på store dyp, men også på dette området forventes det en eksponentiell effekt dersom tettheten blir svært høy. Annen næringsvirksomhet påvirkes sterkere jo mer spredt havbruk til havs er lokalisert ettersom sannsynligheten for kolliderende interesser da øker. Det er gode argumenter for at dyrevelferd svekkes ved økt tetthet på grunn av smitte mellom anlegg, men velferdseffekter knyttet til mekanisk avlusing vil sannsynligvis ikke påvirkes av avstander mellom anleggene. Vi ser ikke noen vesentlig grunn til at spredning av kunnskap og teknologi påvirkes av anleggenes tetthet. Stordriftsfordeler øker med tetthet mellom anlegg innen samme selskap ettersom det blir enklere og rimeligere å drive operasjoner, logistikk, fôring, etc. Det er også grunn til å forvente at kostnader knyttet til HMS vil reduseres med tetthet. De geografiske aspektene knyttet til en samfunnsøkonomisk optimal organisering av tildeling av tillatelser (les kontrakt) bør i størst mulig

grad hvile på innsikt i hvordan de omtalte sammenhengene faktisk fungerer. Det tilsier at staten først legger inn betydelige ressurser i oppbygging av kunnskap rundt disse sammenhengene.

5.1.4 Samfunnsøkonomi og kontrakter med ukomplett informasjon

Innen samfunnsøkonomiske analyser er det utviklet et veletablert analyseapparat for å vurdere hvilke typer kontakter som bør tas i bruk når noen eller alle kontraktspartene sitter på begrenset med informasjon om fremtidige produksjonsforhold. Dette er typisk noe vi observerer for teknologier og næringer i tidlig fase. Mange betegner dette som pilotfaser. I slike faser vil staten ha incentiver til å stimulere til at det prøves ut ulike konsepter (både anleggsteknologi, men også driftsform, dimensjonering av logistikk mm.) for å sikre en rask og effektiv periode med innovasjon. Bedriftene vil bli med på dette i en kontrakt, dersom de enten støttes for å kompenseres for høy risiko, eller gis mulighet til å oppnå en fremtidig inntekt som er tilstrekkelig stor sett opp mot risikoen. Det kan eksempelvis dekkes gjennom en kontakt som tillater oppskalering dersom gitte vilkår oppnås.

Staten bør organisere kontraktene slik at mest mulig av de negative eksternalitetene blir internalisert hos kontraktspartneren. Det innebærer at tillatelser dekker såpass store lokaliteter at smitte ut av selskapets enheter blir minimert. Da får man samtidig mulighet til å utnytte stordriftsfordeler gjennom oppskalering. Når dette er sagt vil dette kunne (men det må ikke) komme i konflikt med samfunnets behov for å få igangsatte flere parallelle innovasjonsløp. Det er også viktig å ha med seg at hensynet til å teste ut ulike konsepter ikke alene må gis for stor vekt. I store og komplekse prosjekter som både inneholder elementer av utvikling og senere oppskalering til industriell produksjon, er det helt avgjørende å ta hensyn til de konkurrerende aktørenes evne til å realisere de skisserte planene. Dette fordrer i praksis at man må gi betydelig vekt til aktørenes kompetanse/erfaring for å vurdere søknader opp mot hverandre. Sagt på en annen måte er det ønskelig å vektlegge løsningsforslag, men det er vel så viktig å vektlegge søkerens kompetanse.

Et annet sentralt poeng er at når det skal konkurreres om verdier hvor verdien av kontrakten/rettigheten er forbundet med stor usikkerhet, som i havbruk til havs, løper man en risiko for at en priskonkurranse (anbud/auksjon) kan lede til den såkalte «winner's curse». Dette handler enkelt sagt om at det oppstår en risiko for overbud, hvor den som får kontrakten i realiteten er den som har overvurdert kontraktens verdi mest. I tilfellet havbruk til havs kan det i verste fall føre til at utviklingen av næringen stagnerer, dersom feil aktør har fått tillatelsen. I slike tilfeller er det argumenter for å benytte seg av søknadsbaserte konkurranser, heller enn auksjoner, hvor det konkurreres etter objektive parametere og hvor man velger vinneren etter en vurdering av innkomne søknader. Dette kan kombineres med et vederlag som fastsettes separat. En utfordring med slike skjønnskonnkurranser er at det kan være utfordrende å velge mellom aktørene og å finne fram til de beste konseptene. Det er imidlertid ting som taler for at staten vil være i stand til å foreta en sånn rangering i tilfellet havbruk til havs. For det første har staten bygd opp betydelig erfaring med slike vurderinger i forbindelse med arbeidet med utviklingstillatelsene. For det andre foretar man slike rangeringer i tildelingsrundene i petroleumsnæringen. Og for det tredje har man i prosessene med havvind-tillatelser valgt å følge et spor hvor man siler ut kandidater gjennom en prekvalifiseringsprosess. Gitt at man definerer konkurransekriteriene på en objektiv og transparent måte, og ikke minst sikrer at de er relevante for konkurransen, vil staten stå langt bedre stilt til å rangere søkere enn dersom man har for mange elementer av skjønn i vurderingsprosessen.

Ved senere tildelinger, eksempelvis 5-10 år etter tildelingen av første tilsagn til havbruk til havs, vil man vite mer om en del felles usikkerheter. Da er auksjoner trolig mer egnet enn i den helt innledende fasen.

5.1.5 Samfunnsøkonomiske vurderinger rundt tildeling av rettigheter der det er behov for større systemiske innovasjoner

Staten har fra tid til annen behov for å tildele rettigheter/tillatelser/konsesjoner for næringsaktivitet der det er knyttet betydelig usikkerhet til hvordan aktiviteten skal driftes og der teknologien ikke er fullt ut utviklet enda. For slike aktiviteter er det viktig å utforme et tildelingsregime som stimulerer aktørene til å planlegge for drift basert på fremtidige og ukjente produksjonssystemer. Både tildelingsform og mulighet for oppskalering etter første tildeling er kritiske problemstillinger hvor den beste løsningen ikke nødvendigvis er den samme som når man har en ferdigutviklet verdikjede og/eller mindre usikkerhet knyttet til aktiviteten.

Tildeling av områder for flytende havvind på Utsira Nord er et godt eksempel på dette. Tildeling av subsidier og rettigheter for CCS-virksomhet er et annet aktuelt eksempel. Havbruk til havs har mange av de samme trekkene; Næringsvirksomhetene her må hvile både på nye teknologiske løsninger og velfungerende systemer for integrerte operasjoner, logistikk og samspill i hele verdikjeder (eksempelvis Norcem/Breviks integrasjon i Langskip-konseptet). Regimet for tildeling av rettigheter under slike forhold må være designet slik at aktørene som konkurrerer om rettighetene ser det regningssvarende å planlegge for drift basert på slike enda ukjente produksjonssystemer. Da må tildelingsdesignet ta høyde for at mye av utviklingsarbeidet må finne sted etter at rettighetene er tildelt. Slik har man også tenkt i arbeidet med utlysninger av prosjektområder for flytende havvind på Utsira Nord. Flytende havvind har mye til felles med HTH, men det er også noen vesentlige ulikheter som gjør at utlysningsdesignet bør se annerledes ut.

På Utsira Nord har man så langt vurdert å dele opp havområdet i flere prosjektområder (les: utlysningsområder). Tildeling av prosjektområder baseres så på relativt overordnede kvalitative krav: Teknisk kompetanse og finansiell styrke, og oppfyllelse av relevante krav til helse, miljø og sikkerhet. Søkerne som samlet sett skårer høyest i den kvalitative konkurransen tildeles hvert sitt prosjektområde. Deretter går man inn i en modnings- og utredningsfase med et forslag til prosjektspesifikt utredningsprogram (PUD). Etter to år med utredning og modning introduseres en ny konkurranse om statsstøtte basert på kostnadsanslag – nettopp for å minimere statsstøtten. Sammenlignet med flytende havvind har HTH enkelte egenskaper som tilsier at en auksjon etter modningsfase ikke egner seg. For flytende havvind er den systemiske usikkerheten langt mindre enn for HTH. Man har allerede etablert en storskala pilotpark på Tampen og kjenner godt utfordringene knyttet til energisystemer, vedlikehold, forankring etc. Man har få eller ingen biologiske utfordringer/usikkerheter i forbindelse med produksjon av vind på denne måten. Dette gjør at man faktisk kan etablere et anvendelig kostnadsanslag for flytende havvind, gitt omfang i prosjektområdet. For HTH er usikkerheten langt større.

5.1.6 Forslag til justering av reguleringsløpet

Grünfeld og Grønvik (2023) foreslår en rekke tilpasninger i reguleringsløpet for havbruk til havs for å imøtegå utfordringene omtalt i avsnittet over og som de mener i størst mulig grad vil bidra til samfunnsøkonomisk lønnsomhet. Forslaget handler overordnet sett om at staten i større grad tar ansvar for å koordinere etableringen av utlysningsområder til havs for å begrense negative eksternaliteter forbundet med for tett anleggsplassering (fortrinnsvis knyttet til spredning av sykdommer mm.), samtidig som områdene har en beskaffenhet som muliggjør utnyttelse av skalafortrinn og effektive driftsmodeller. I neste rekke må staten legge til rette for at konkurransen innrettes slik at tillatelser tildeles til de beste konseptene med en vektlegging av søkers evne til å realisere konseptet gjennom en såkalt «skjønnhetskonkurranse». Det foreslås blant annet også at staten tildeler tillatelser med en klausul om oppskalering innenfor utlysningsområdet, slik at tillatelsesinnehaveren vil ha mulighet til å øke produksjonen over tid, gitt at nødvendige vilkår er tilfredsstillt. Forslagene er gjengitt i tekstboksen under.

- Staten utreder egenskaper ved utlysningsområder og definerer og avgrensner disse områdene, samt stiller overordnede rammer for drift i området, herunder produksjonsanleggenes maksimale størrelse og evt. MTB for området.
- Staten definerer tydelige måleparametere som skal benyttes i konkurransen. Om ønskelig kan man benytte en prekvalifiseringsrunde.
- Staten annonserer konkurranse om adgang til produksjon i utlysningsområder.
- Konkurranse (i hvert fall i de første rundene) skal baseres på konkurranse om beste konsept (pilot) samt søkers evne til å realisere konseptet. Vi anbefaler altså ikke auksjonskonkurranse i oppstarten. Vi anbefaler en lav deltakeravgift i de tidlige utlysningene. Det er viktig å presisere at konsept her favner videre enn kun valg av anleggsteknologi – det handler om hele løpet fra en vellykket gjennomføring av konsekvensvurderinger fram til faktisk produksjon på nye anlegg til havs.
- Vinneren av konkurransen gis adgang til produksjon innenfor et utlysningsområde basert på en enhet av konseptet. Det gis med andre ord produksjonstillatelse for kun en aktør og i første runde kun ett produksjonsanlegg. Det er derfor ikke behov for å definere lokaliteter innenfor et utlysningsområde.
- Det kan/bør utlyses flere utlysningsområder som er tilstrekkelig uavhengige samtidig. Dersom statens kartlegging (første punkt) tilsier at det er forsvarlig, kan det legges opp flere utlysningsområder innenfor samme havområde, noe som i så fall sikrer at flere aktører kommer i gang med HTH innen et havområde.
- Kontraktene som inngås mellom staten og vinnere av konkurransen inneholder en klausul om oppskalering innenfor utlysningsområdet, eksempelvis fra 20 % av områdets kapasitet i pilotfasen til 100 % av kapasiteten i den ferdig oppskalerte fasen.
- Klausulen stiller eksplisitte krav til konseptets driftsegenskaper og baseres på forhåndsdefinerte kriterier. Produsenten plikter ikke å benytte sitt eget konsept ved oppskalering. Det må være fullt mulig å benytte beste tilgjengelige løsning i markedet.
- Tillatelsene kan være tidsbegrenset, men bør ha en varighet på oppunder 30 år ettersom tillatelsen inneholder en utprøvningsfase som kan vare lenge.
- Etter hvert som industrien blir mer moden og driftsmodellene blir mer kjent og standardisert, bør man vurdere å introdusere auksjonsbaserte konkurranser

Grünfeld og Grønvik (2023) understreker at anbefalingene er forenlige og kompatibelt med det etablerte reguleringsløpet, og at det i prinsippet ikke trengs vesentlige endringer i laksetildelingsforskriften. Forslaget handler med andre ord i all hovedsak om konkretiseringer og tilpasninger.

5.2 Grunnrenteskatt for havbruk til havs

I dette delkapittelet drøfter vi problemstillingen grunnrenteskatt for havbruk til havs. Vi diskuterer først om det er grunnlag for å innføre en grunnrenteskatt på havbruk til havs ut fra et prinsipielt perspektiv, før vi peker på noen problematiske sider dersom man ikke makter å avklare tydelig hvilke skatteregler som vil gjelde for havbruk til havs.

5.2.1 Er det grunnlag for en grunnrenteskatt for havbruk til havs?

Det eksisterer mange definisjoner på begrepet grunnrente. Skatteutvalget (NOU 2022: 20) definerer grunnrente som en del av det bredere begrepet *renprofitt*, som igjen defineres som en ekstraordinær avkastning som et selskap sitter igjen med «etter at alle innsatsfaktorer i produksjonen har fått sin markedsmessige avlønning, også etter at alternativavkastningen på investert kapital er trukket fra». Utvalget peker på at det er mange kilder til slik renprofitt, for eksempel eierskap til varemerker, markedsrett, tilgang til knappe naturressurser, myndighetsbestemte reguleringer eller konsesjoner mm. Dette er en veldig vid definisjon som i praksis favner svært mye næringsvirksomhet, men når man snakker om grunnrenter er det ofte den ekstraordinære avkastningen som knytter seg til knappe naturressurser og/eller reguleringer man sikter til, som i petroleums- og vannkraftnæringen.

Når det gjelder grunnrente i kystnært havbruk (eller mer presist lakseoppdrett i sjø) kan man litt forenklet si at det dreier seg om den delen av den ekstraordinære avkastningen man kan få innen havbruk som knytter seg til de stedbundne fordelene av å produsere laks i sjøen i Norge. Det er flere slike fordelere, og det er i praksis et samspill mellom geografisk betingede fordelere og regulatoriske forhold. Det geografiske elementet knytter seg til at det er fysisk begrenset hvor i landet og i verden man kan etablere havbruk med så gode produksjonsforhold som man har i Norge. Det regulatoriske knytter seg til at det av flere årsaker er lagt begrensninger på hvor mange og store produksjonstillatelser som tildeles. Man kan ikke uten videre øke egen produksjon av laks uten nødvendige offentlige tillatelser, og dette gir opphav til en særskilt høy avkastning, gitt det rådende kostnadsbildet i produksjonen samt etterspørselen etter laks i markedet.

Innen skatteøkonomien er man opptatt av grunnrenter fordi de i utgangspunktet er gode skatteobjekter. Fordi grunnrenta er stedbundet, kan den skattlegges relativt kraftig til lavere *vridningskostnader* enn andre aktiviteter i økonomien, gitt at skatten utformes riktig. I praksis impliserer dette at det å kreve inn et gitt skatteproveny fra grunnrenter påfører økonomien mindre skade enn et tilsvarende skatteproveny innkrevd gjennom arbeidsgiveravgift, inntektsskatt, merverdiavgift, alminnelig selskapskatt og så videre. En riktig utformet grunnrenteskatt har i teorien en lavere samfunnsøkonomisk kostnad enn andre skatter og avgifter, og er derfor ettertraktede skatteobjekter. Hva som er en riktig utformet grunnrenteskatt er et komplisert spørsmål, men i samfunnsøkonomiske fagmiljøer er det bred enighet om at de bør være overskuddsbaserte, nøytrale og i størst mulig grad treffe grunnrenta. At de er nøytrale innebærer blant annet at det skal være en symmetri hvor staten refunderer underskudd i like stor grad som de krever inn overskuddene. Det gjør staten i praksis til en medinvestor i prosjektene, og samtidig som staten tar en større del av overskuddene, er den med på å bære underskudd i mer kostnadskrevede perioder av et prosjekt.

For havbruk til havs blir det prinsipielle spørsmålet om man har en lignende grad av geografisk stedbundethet og regulatorisk knapphet som – sammen med kostnadsbildet – kan gi opphav til en ekstraordinær avkastning.¹⁷ Hvis dette er tilfellet, vil havbruk til havs ut fra skatteøkonomiske prinsipper være et egnet skatteobjekt.

Når det gjelder knapphetsfaktoren, er det slik vi ser det grunn til å tro at det vil foreligge en slik knapphet for havbruk til havs, i alle fall på mellomlang sikt. Av land som rår over havområder hvor det kan produseres oppdrettslaks, har Norge kommet klart lengst i regelverksutviklingen. Det innebærer også at når de første tillatelsene tildeles, vil slike tillatelser kun være utstedt i Norge i en tid framover.

¹⁷ Det er strengt tatt ikke en nødvendig forutsetning at man skal ha ekstraordinær lønnsomhet for at noe skal kunne omtales som en grunnrente. En næringsaktivitet som for eksempel holdes i live eller har et større omfang gjennom subsidiering kan sågar gi opphav til negativ grunnrente. Som ledd i utformingen av skatte- og avgiftssystemet er det imidlertid åpenbart de positive grunnrentene man er interessert i.

Det går an å hevde at det ikke er noen arealknapphet for havbruk til havs, men det er ikke åpenbart at det er riktig. Selv om de aktuelle havområdene er store, er det i realiteten betydelig og tiltagende interesse for disse fra andre næringer som petroleum, havvind, fiskeri med mer. Det er ikke gitt at havbruk til havs er forenlig med petroleumsaktivitet i nærheten, f.eks. på grunn av seismikkaktivitet som kan påvirke fiskens velferd. Fiskerinæringen har også behov for arealer, og det samme gjelder annen sjøtransport. Poenget er at det med dagens kunnskap er ukjent i hvilken grad havarealene vil være en knapphetsfaktor. Det er ikke heller slik at alle havområder i verden er egnet for oppdrett av laks. Et av de mest avgjørende poengene er temperaturer som er i det ønskede spennet gjennom hele året, og dette innsnevrer antallet aktuelle havområder relativt kraftig. Også i kystnært havbruk er det mange områder som kunne vært tatt i bruk for å øke produksjonen, både i Norge og i andre land, men som av en rekke årsaker ikke er gjort tilgjengelig for næringen. Dette illustrerer at arealknapphet ikke bare er en funksjon av hvor mye tilgjengelig areal som finnes i teorien, men hvor mye som blir tilgjengelig i praksis.

Det andre forholdet som er relevant, er kostnadsbildet. Det er usikkert om havbruk til havs blir lønnsomt på sikt, ettersom kostnadene er heftet med betydelig usikkerhet. Det får man ikke klarhet i før man har prøvd – og det kan ta mange år med forholdsvis store underskudd før man vet med sikkerhet. Det innebærer også at innføring av en grunnrenteskatt medfører en risiko for proveny tap for staten. Det er strengt tatt ikke et krav om at en næring må gå med overskudd for at det skal være en grunnrentenæring,¹⁸ men det er grunn til å tro at staten vil ønske sikre utsikter til overskudd før de ønsker å innføre en grunnrenteskatt.¹⁹ Dette er ut fra nøytralitetshensyn svært problematisk, og vi utbroderer hvorfor i notatets neste punkt.

Dersom det ikke oppnås lønnsomhet i havbruk til havs på sikt, vil provenykostnaden være begrenset til 25 % av tapene (vi legger her til grunn at det vil benyttes samme skattesats for havbruk til havs som kystnært havbruk, spesielt fordi det vil oppstå utfordringer med skattetilpasning dersom man opererer med ulike skattesatser for næringer som produserer det samme produktet²⁰) som tas helt til man slutter å investere. Hvis det foretas investeringer og påløper et nettunderskudd på i alt 20 milliarder kroner og lønnsomhet aldri oppnås, blir statens kostnad 5 milliarder kroner. Det er verdt å ha med seg at nedsiden for staten i praksis vil være begrenset. På et eller annet tidspunkt vil kostnadene slutte å løpe om det ikke oppnås lønnsomhet, for investorene vil slutte å finansiere videre aktivitet. Havbruk til havs blir med andre ord ikke et uendelig tapssluk, selv om tapene kan bli store. Dette beror til syvende og sist på hvor lenge investorene vil være villige til å fortsette å ta sjansen på havbruk til havs-prosjekter i en situasjon hvor man sliter med å oppnå lønnsomhet.

5.2.2 Det er problematisk å kreve høy avkastning før man innfører grunnrenteskatt

Dersom staten krever en påvist ekstraordinær avkastning (grunnrente) før man eventuelt innfører en grunnrenteskatt vil dette ut fra et nøytralitetshensyn være svært uheldig. Et slikt prinsipp innebærer at det etableres en forventning om at staten ikke er med på å ta risikoen i en utviklingsperiode, men at den kan komme inn og ta del i overskuddet når risikoen er tatt og lønnsomhet er påvist. Da beholder næringsaktørene nedsiderisikoen, mens det oppstår en mulighet for at oppsiden reduseres. Dette gir svekkede insentiver til

¹⁸ Jordbruksnæringen har eksempelvis generert en betydelig negativ grunnrente i mange år, se Greaker og Lindholdt (2022). Gjennom en rekke støtteordninger drives næringen videre, på tross av at den «ekstraordinære avkastningen» som uttrykker grunnrenten i næringen er negativ.

¹⁹ I en uttalelse fra Finansdepartementet fra mai 2023 heter det at «Grunnrenteskatt er velegnet for næringer hvor det er påvist grunnrente og som er immobil og ikke kan flyttes enkelt over landegrensene. Ingen av disse kriteriene passer for havbruk til havs. Det vil kreve en nærmere utredning å gi et tilfredsstillende anslag på forventet proveny fra å inkludere havbruk til havs i den foreslåtte grunnrenteskatten på havbruk» <https://www.intrafish.no/politikk/derfor-vil-ikke-regjeringen-ha-grunnrente-pa-havbruk-til-havs/2-1-1447853> [Hentet 23.08.2023]

²⁰ Med ulike skatteregimer oppstår et insentiv til å «flytte» fisk mellom skatteregimer for å plassere overskuddet der den mildeste beskatningen ligger. Dette er i seg selv et argument for å innføre grunnrenteskatt på havbruk til havs.

investorer om å ta sjansen på investeringsprosjekter i havbruk til havs. Å eliminere denne risikoen er i seg selv et argument for å innføre grunnrenteskatt på havbruk til havs, eller i alle fall å være tydelig på at man vil refundere kostnader med tilbakevirkende kraft dersom det vil bli innført en grunnrenteskatt på havbruk til havs.

Holtmark og Schreiner (2023) problematiserer om et krav om særlig høy avkastning før innføring av en grunnrenteskatt kan påvirke insentivene til å investere i potensielle grunnrentenæringer. De viser at hvis dette kravet ligger til grunn for myndighetene, vil det kunne påvirke investors forventninger rundt fremtidig skatteregime i andre næringer og dermed påvirke investeringsbeslutninger negativt. De mener derfor at grunnrenteskatt bør innføres også i andre stedbundne, naturressursbaserte næringer og at man ikke bør vente til det realiseres store overskudd.

Dette poenget tas også tak i av Henriksen, Hvide og Johnsen i et leserinnlegg i DN 4. mai 2023.²¹ De er kritiske til at både regjeringens forslag om grunnrenteskatt på (kystnært) havbruk og skatteutvalgets vurderinger sender signaler om at alle som vurderer risikable, stedbundne investeringer kan de bli ilagt en vilkårlig stor tilleggs skatt dersom de lykkes. De skriver at:

«Økonomisk sett er [grunnrenteskatten for havbruksnæringen] en «windfall gains»-skatt, altså en ekstra særskatt på en næring som i ettertid har vist seg særlig lønnsom. Slike skatter har svak eller ingen støtte i økonomisk teori og forbindes snarere med regimer vi vanligvis ikke ønsker å sammenligne oss med.»

Dette poenget kan videreføres til diskusjonen om en grunnrenteskatt for havbruk til havs. Dersom staten velger å avvente utviklingen i næringen til eventuell påvist lønnsomhet, for så å kreve inn overskudd den dagen ekstraordinær avkastning er påvist, vil ikke staten være en passiv partner med et nøytralt bidrag til prosjektlønnsomheten, som er idealet og et viktig salgsargument for innføring av grunnrenteskatter. Næringsaktørene vil fange opp risikoen for at det innføres en grunnrenteskatt på et senere tidspunkt, og det oppstår en mulighet for at oppsiden av å lykkes med prosjektene reduseres. Det påvirker i neste rekke finansieringsmulighetene for havbruk til havs-prosjekter som *i forventning* blir mindre lønnsomme, fordi man regner med at det med en viss sannsynlighet vil dukke opp en grunnrenteskatt dersom lønnsomhet oppnås.

Å stille krav om høy avkastning før man innfører en grunnrenteskatt gir altså et svært uheldig signal som vil hemme investeringer i havbruk til havs og andre grunnrentenæringer. Ut fra et samfunnsøkonomisk perspektiv er det viktig at staten tar aktive grep for å motvirke dette. Dette kan i prinsippet enten være å forpliktende si at en grunnrenteskatt ikke vil innføres nå eller senere, eller å innføre den fra et tidlig tidspunkt slik at investorene gis fradrag for de store investeringene allerede i utviklingsfasen. I praksis tror vi det har liten troverdighet om staten sier at det ikke vil innføres en slik grunnrenteskatt, for fristelsen til å bryte det løftet vil bli stor hvis lønnsomheten på et senere tidspunkt blir høy. Staten kan dessuten ikke binde seg til masta på en helt forpliktende måte²². Dermed står man igjen med at grunnrenteskatter bør innføres tidlig, om man ønsker å begrense denne effekten. Alternativt bør man signalisere at man vil benytte tilstrekkelig rause ordninger for kostnadsrefusjon med tilbakevirkende kraft dersom man innfører en grunnrenteskatt, fordi det vil bidra til å nøytralisere den negative signaleffekten vi har drøftet her.

5.2.3 Risiko for skatteomgåelse

En potensiell risiko med grunnrenteskatt på havbruk til havs er at nybygde anlegg, som har nytt godt av kostnadsrefusjoner i den investeringstunge oppstartsfasen, flyttes over til andre havområder etter ferdigstilling

²¹<https://www.dn.no/innlegg/havbruk/oppdrett/skatt/skader-investeringer-svekker-verdiskaping/2-1-1445324> [Hentet 13.10.2023]

²² Et helt grunnleggende prinsipp i budsjettpolitikken (og politikken for øvrig) er at et Storting ikke kan binde framtidige Storting.

og slik sett unngår grunnrenteskatten i den perioden hvor anleggene genererer overskudd. På den måten vil aktørene nyte godt av grunnrenteskattens kostnadsdeling, men omgå den økte beskatningen av det ekstraordinære overskuddet. Hvis det finnes andre land med havbruk til havs-regimer og egnede lokaliteter og som ikke har grunnrenteskatt (eller en mildere beskatningsform), kan dette være en lønnsom tilpasning fra enkeltaktørene. Da fungerer grunnrenteskatten i praksis som en subsidie, og fører både til et provenyrtap for staten, men potensielt også til at ulønnsomme prosjekter realiseres. For å unngå slike tilpasninger, vil det være viktig å ramme inn grunnrenteskatten riktig og å begrense muligheten for skatteomgåelse/skatteunndragelse. Det er her viktig å trekke lærdom fra mange års erfaringer med petroleumsskatten, hvor tilsvarende avgrensings- og flytteproblematikk har oppstått flere ganger.

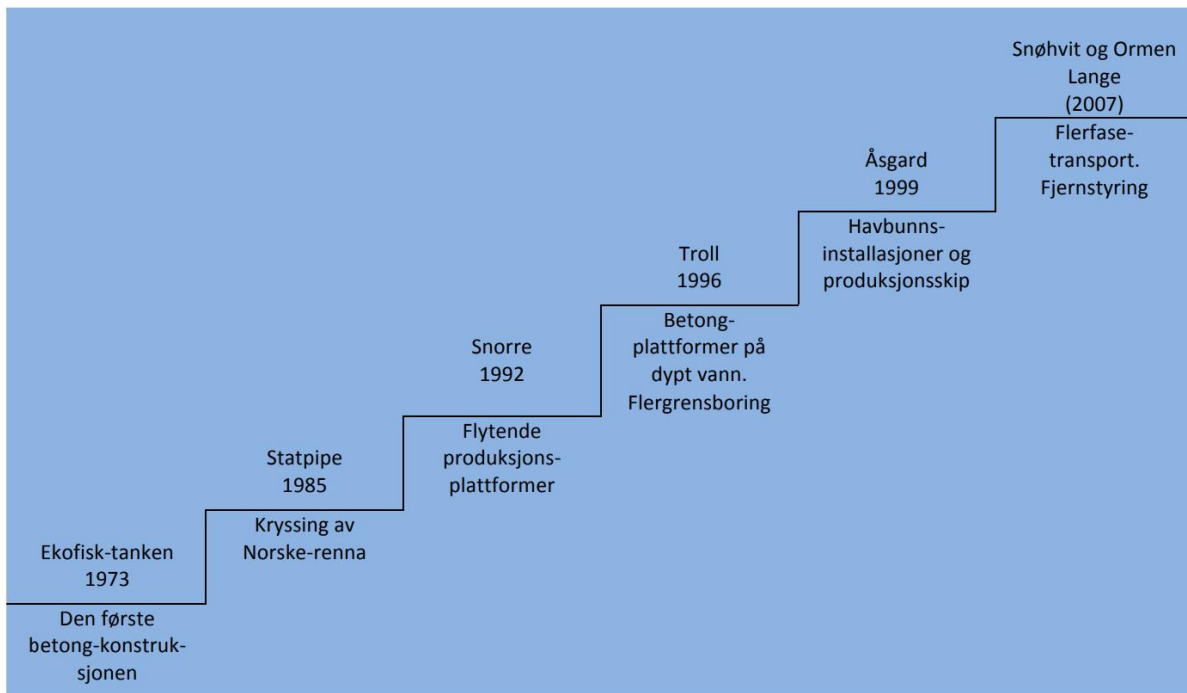
5.2.4 Grunnrenteskatt på havbruk til havs har en parallell til utviklingen av petroleumsnæringen

Selv om det er mye som prinsipielt sett er nytt med havbruk til havs, bygger det helt grunnleggende sett på innsikter fra det moderne havbruket som startet opp i Norge rundt 1970-tallet. I likhet med andre næringer utvikler havbruksnæringen nye teknologier og løsninger som gjør det mulig å drive virksomhet på nye lokasjoner og under nye betingelser. Dette har en klar parallell til andre næringer. Innen eksempelvis petroleumsutvinning, kraftproduksjon, fiskeri, bergverk og skogbruk har næringene stadig utvidet produksjonsmulighetene gjennom teknologiutvikling og åpnet for aktivitet på lokaliteter som tidligere ikke har vært aktuelle. Det innebærer på ingen måte at vi snakker om nye næringer. Vi snakker om innovasjon i næring.

I denne sammenhengen er det naturlig å se til petroleumsnæringen som har vært gjennom liknende utviklingsløp tidligere, hele tiden innenfor et grunnrenteskatteregime, nedfelt i petroleumsskatteloven siden 1975. Den konkrete utformingen av skatten har endret seg over tid, men all petroleumsaktivitet har vært omfattet av det samme systemet. Det er høyst relevant å sammenligne med denne næringen fordi man gjennom nye lisensrunder har utvidet tillatte områder for leting og produksjon til "deep sea", på samme vis som man nå planlegger å åpne for havbruk til havs. Utviklingsløpene for regulering er derfor relativt like.

I figuren under illustreres teknologiutviklingen gjennom helt sentrale teknologisprang i norsk petroleumsvirksomhet siden oppstarten på 70-tallet.

Figur 5-1: Teknologisprang i petroleumsvirksomheten. Kilde: Fjose et al. 2010



Disse teknologisprangene har gjort det mulig å utvinne olje og gass fra nye lokaliteter som det tidligere ikke har vært mulig å drive på. Det handler om utvinning på store havdyp, fra reservoarer dypt under havoverflaten, utvinning av halefelt og nabofelt med mer. Vi snakker her om svært kostnadskrevede innovasjoner som lønnsomhetsmessig har vært heftet med stor usikkerhet. Eksempelvis begynte man på 90-tallet å utvikle betongplattformer på dypt vann og med flergrensboring. Det var da stor usikkerhet om lønnsomheten i slike prosjekter, og staten tok i praksis stor økonomisk risiko ved å gi skatterefusjon for kostnadene. Fra Finansdepartementets side var likevel ingen vesentlig diskusjon om man da skulle unnta disse prosjektene fra et skatteregime, for så å eventuelt innføre skatten igjen dersom det ble påvist lønnsomhet.

Det er fra og med 2023 innført grunnrenteskatt i havbruksnæringen. I dette perspektivet er det unaturlig å trekke et skille hvor kystnært havbruk skal betraktes som en egen næring i skattemessig forstand, mens havbruk til havs skal betraktes som en annen næring. Dette står i sterk kontrast til utviklingen som har funnet sted i petroleumsnæringen. Her er det også verdt å merke seg at den nominelle økonomiske risikoen som staten har tatt gjennom skattesystemet har vært betydelig større innen petroleumssektoren enn den vil være for havbruk til havs. Det er derfor helt legitimt stille spørsmål om hvorfor en utvidelse av havbruksnæringen ikke skal skje innenfor samme skatteregime, når det er dette som har vært grunnlaget for beskatning i for petroleumsnæringen i alle år.

Det er av interesse å merke seg Finansdepartementets håndtering av grunnrenteskattespørsmålet i St.meld. nr. 2 (2003–2004). I kapittel 5.3 redegjør departementet for hvorfor olje- og gassnæringen ikke bør gis redusert grunnrenteskatt i tilknytning til utvikling av nye og kostnadsstunge prosjekter. Spørsmålet ble løftet frem av næringen selv gjennom Konkraft, som følge av at lønnsomheten knyttet til nye prosjekter hadde viste en klar negativ trend gjennom de senere år. Tanken var da at nye og teknologisk kompliserte prosjekter nå ville bli ulønnsomme fra investors perspektiv med eksisterende skatteregime. Departementet hevdet da, med rette, at skattens utforming sikrer at investors beslutning om å investere i liten grad påvirkes av skatten. Man gikk derfor imot redusert grunnrenteskatt med den begrunnelse av at man da ville risikere å gå glipp av fremtidig skatteproveny som følge av mulige fremtidige skattbare overskudd. Man argumenterte med andre ord mot en

lavere (les eventuelt bortfall av) grunnrenteskatt for prosjekter med høy tapsrisiko, nettopp for å likevel sikre seg mulige fremtidige skatteinntekter. Prosjektene høye tapsrisiko ble aldri vurdert som argument for det motsatte; å ikke ilegge grunnrenteskatt (unnta) for denne typen prosjekter. Det gjør departementet derimot nå, i sammenheng med havbruk til havs.

5.2.5 Konsekvenser av å unnta havbruk til havs fra grunnrenteskatt

Selv om det fortsatt er stor usikkerhet rundt utviklingen av havbruk til havs, peker det meste etter vår oppfatning på at havbruk til havs vil realiseres som en videreutvikling av havbruksnæringen. Slik vi ser det er det mest interessante spørsmålet om en beslutning om å ikke nå innføre grunnrenteskatt for havbruk til havs påvirker forutsetningene for at dette vil skje, og hvordan/i hvilken grad.

Valget om å ikke innføre grunnrenteskatt i kombinasjon med begrunnelsen om at det ikke enda er påvist lønnsomhet, åpner opp for at det kan komme en grunnrenteskatt senere. Som vi har drøftet i kapittel 1 vil man i praksis da innføre en risiko for at oppsiden av å lykkes med å skape lønnsomhet innen havbruk til havs reduseres. Dette reduserer i neste rekke den forventede prosjektlønnsomheten fra havbruk til havs, og svekker dermed også finansieringsmulighetene. Dette fører igjen til at innovasjon og produktivitetsfremmende investeringer blir dyrere å finansiere, og at det tar lenger tid før disse blir realisert fordi utviklingen av havbruk til havs går på et «lavere gir» på grunn av dyrere finansiering/reduisert forventet prosjektlønnsomhet.

Dyrere eller mer krevende finansiering trenger ikke nødvendigvis å bety at havbruk til havs-prosjekter ikke blir realisert, men det er grunn til å tro at utviklingstakten forsinkes. Dette fører til et samfunnsøkonomisk tap, fordi usikkerhet om rammebetingelsene (skatt) fører til et lavere og/eller tregere aktivitetsnivå enn man hadde hatt uten denne usikkerheten. Man bruker lengre tid på å realisere potensialet i næringen enn man hadde gjort uten skatten. Med andre ord forskyves verdiskapingen framover i tid. I samfunnsøkonomisk forstand vil dette være et tap fordi den såkalte nåverdien skapt innenfor havbruk til havs blir lavere, ettersom verdier som skapes nærmere i tid har en større verdi for samfunnet.

Med denne usikkerheten er det uansett også grunn til å tro at færre aktører vil ønske å delta i konkurranser om tillatelser til havbruk til havs. Et lavere antall aktører vil gi svakere konkurranse som på marginen vil føre til dårligere prosjekter svakere innovasjonspress. Dette representerer også en samfunnsøkonomisk kostnad.

Det er svært vanskelig å tallfeste størrelsen på tapet som en beslutning om å ikke innføre grunnrenteskatt nå vil ha, men det er verdt å påpeke at det vil være proporsjonalt med det potensialet som til slutt realiseres. Så lenge næringens potensial vurderes som stort, er det all grunn til å tro at tapet også vil kunne bli stort.

Konsekvensene over er eksempler på samfunnsøkonomiske kostnader. Det er i tillegg nødvendigvis slik at en grunnrenteskatt vil gi et skatteproveny til staten. Hvis prosjektene er lønnsomme blir det en inntekt til staten, mens hvis prosjektene aldri oppnår lønnsomhet, må staten ta deler av tapet gjennom symmetriske kostnadsrefusjoner (det vil si refusjoner tilsvarende skattesatsen). Hvis man lykkes med å lage en nøytral skatt, er dette i alle tilfeller isolert sett en *fordelingsvirkning*. Det er med andre ord et spørsmål om hvor stor del av inntektene (eller tapene) som skal bæres av næringsaktørene, og hvor mye staten skal ta. Skattens utforming påvirker ikke om havbruk til havs realiseres eller ikke. Hvor store provenyeffektene blir koker til syvende og sist ned til hvor lønnsomt havbruk til havs blir, hvor stor produksjonen blir og hvilken skattesats man benytter. Dette er ikke mulig å slå fast nå, men i Menon-notat av 26. august 2023 er det utformet fire scenarier for lønnsomhet innen havbruk til havs. Resultatene fra scenarioanalysen og provenyvirkningene er gjengitt i tekstboksen under.

Grønvik (2023) har utarbeidet en modell som illustrerer hvordan ulike scenarier for lønnsomhet i havbruk til havs kan påvirke statens skatteproveny fra næringen i en situasjon med og uten grunnrenteskatt. I notatet analyseres et prosjektløp hvor det først gjennomføres en pilotfase i noen år. Deretter kan næringsaktørene velge om de vil investere i en ny generasjon anlegg. Den andre generasjonen innebærer en oppskalering av produksjonen med betydelig flere anlegg. De fire scenariene er definert slik:

- Scenario 1: Pilotfasen er ulønnsom, mens andre generasjon oppnår moderat lønnsomhet
- Scenario 2: Pilotfasen går omtrent i null, mens andre generasjon blir svært lønnsom
- Scenario 3: Pilotfasen er ulønnsom. Man tar sjansen på å skalere opp havbruk til havs i en andre generasjon, men lønnsomhet oppnås ikke.
- Scenario 4: Pilotfasen er så ulønnsom at andre generasjon ikke realiseres

Scenario 1 og 2 innebærer begge at man lykkes med å oppnå lønnsomhet i havbruk til havs, og at staten har en provenygevinst av å innføre grunnrenteskatt på havbruk til havs fra begynnelsen, sammenlignet med å kun ha alminnelig selskapsskatt. I de to scenariene vi har designet, er statens provenygevinst av å innføre en grunnrenteskatt henholdsvis 19 og 34 milliarder kroner over 30 år, eller rundt 0,65 eller 1,1 mrd. kroner per år i snitt. Prosjektene vil imidlertid generere underskudd i investeringsfasen, og staten er med på å bære disse underskuddene hvis det innføres en grunnrenteskatt. Scenario 3 og 4 innebærer at man ikke lykkes med å oppnå lønnsomhet. I disse scenariene vil staten ha en provenykostnad av å innføre grunnrenteskatt. I scenario 3 blir netto provenykostnad for staten i størrelsesorden 5,5 mrd. kroner, mens i scenario 4 blir kostnaden 3,4 mrd. kroner.

5.2.6 Oppsummering

Hvorvidt havbruk til havs er egnet som objekt for grunnrentebeskatning er et relativt komplisert spørsmål som vi ikke har grunnlag for å trekke konklusjoner om her. Over peker vi likevel på at det er argumenter som trekker i begge retninger, men at det trolig er mulig å innrette beskatningen slik at man reduserer risiko for flytting av overskudd etter en refusjonsperiode. Samtidig er den potensielle nedsiden for staten ved å innføre en skatt begrenset, ettersom det er en grense for hvor store underskuddene kan bli før investeringene – og dermed også behovet for skatterefusjoner – stanser. Fra en mer prinsipiell side er det dessuten grunn til å stille spørsmål om det er hensiktsmessig å trekke et skille mellom kystnært havbruk og havbruk til havs. Innenfor petroleumsnæringen har det blitt foretatt kostnadskrevenne investeringer med stor usikkerhet ettersom næringen har utviklet seg til å kunne utnytte felt som det tidligere ikke har vært mulig å oppnå lønnsom drift av. Dette er langt på vei analogt til at aktører i havbruksnæringen nå ønsker å satse på å etablere produksjon i mer krevende havområder, som fordrer nye og betydelige investeringer.

En stor fordel med grunnrenteskatt på havbruk til havs, er at det langt på vei løser myndighetenes behov for vederlag ved tildeling av tillatelser. Prisingen av havbruk til havs-tillatelser er et uavklart punkt, som skal løses i den enkelte tildelingsrunde. Med en grunnrenteskatt på plass, vil vederlagsspørsmålet – som primært har en fordelingside, og ikke en samfunnsøkonomisk side – være løst. Hvis grunnrenteskattesatsen tilsvarer den andelen av grunnrenta man mener det er rimelig at bør tilfalle fellesskapet ved staten, er det ikke behov for å kreve inn mer vederlag ved tildeling.

Dette er i sum argumenter som trekker i retning av at det kan være hensiktsmessig å innføre en grunnrenteskatt på havbruk til havs. Sagt på en annen måte er det naturlig å la grunnrenteskatten være omfatte alle deler av havbruksnæringen – også havbruk til havs. Som et minimum bør myndighetene uansett presisere at de – dersom det en dag vil bli innført en grunnrenteskatt på havbruk til havs – gir en kostnadsrefusjon med tilbakevirkende kraft. Dette kan bidra til å redusere investorers frykt for begrenset oppside som ikke motsvares av en symmetrisk reduksjon i nedsiden, og igjen øke sannsynligheten for at lønnsomme havbruk til havs-prosjekter blir realisert.

6 Forhold for de ansatte i næringen

De som skal arbeide med havbruk til havs (HTH) har krav på gode arbeidsforhold²³. Ansatte i Norge har rett til "et arbeidsmiljø som gir grunnlag for en helsefremmende og meningsfylt arbeidssituasjon, som gir full trygghet mot fysiske og psykiske skadevirkninger", trygge ansettelsesforhold, likebehandling, inkludering, et godt ytringsklima og tilpasninger til den enkelte arbeidstaker (utdrag fra Arbeidsmiljøloven § 1). Også på skip skal ansatte sikres et fullt forsvarlig arbeidsmiljø og trygge arbeidsforhold (utdrag fra Skipssikkerhetsloven § 1).

Arbeidsforhold handler om organisatorisk, fysisk og psykososialt arbeidsmiljø, som for eksempel styring, opplæring, arbeidstid, lønn, medvirkning, vernetiltak osv. Et godt arbeidsmiljø er viktig i seg selv, men også for å hindre forurensing og ulykker – derfor må man se forhold som teknologi, styringssystemer, organisering, mennesker og kultur i sammenheng (Petroleumstilsynet, 2019).

Arbeidsforholdene og det systematiske HMS-arbeidet i konvensjonelt havbruk har utviklet seg mye gjennom åra. Selv om mye er forbedret, finnes utfordringer relatert til både belastningsplager og skader. Dette kan medføre arbeidsrelatert sykefravær, frafall fra næringen og i verste fall dødsulykker. I 2023 innførte regjeringen en nullvisjon for omkomne og hardt skadde på sjøen. Tall hentet fra SINTEF Oceans database for dødsulykker i fiskeri og havbruk viser at det i perioden 2012-2022 har vært 10 dødsulykker (i gjennomsnitt 0,9 dødsulykker per år).

HTH er en ny måte å drive havbruk på, som vil inkludere nye teknologikonsept, organisasjonsstrukturer, operasjoner og risikotyper. Avstanden fra land og mer fisk per anlegg, utgjør viktige forskjeller fra kystnært havbruk som gir en mer krevende logistikk og påvirker arbeidsmiljøet og risikobildet. Noen forhold vil ha likhetstrekk med sjøfart og petroleumsvirksomhet, men til forskjell fra disse dreier hverdagen i havbruk seg om biologisk produksjon, det vil si oppgaver for å sikre et godt miljø for oppdrettsfisken. Studier har vist at ansatte mener at sikkerhet blir prioritert lavere enn produksjon. Eksempler på dette kan være lange arbeidsøkter, som kan henge sammen med for lav bemanning eller hensynet til fiskevelferd og en produksjon som ikke kan slås av eller settes på pause (Størkersen, 2012; Størkersen et al., 2021; Thorvaldsen et al., 2020). Ansatte som har sitt arbeid i ulike deler av verdikjeden i HTH får mye ansvar, og virksomhetene må ha deres helse og sikkerhet som et grunnprinsipp.

6.1 Metodisk tilnærming

Dette kapitlet presenterer en utforskende analyse av hvordan arbeidshverdagen vil se ut for de som arbeider på og i tilknytning til produksjon av matfisk på lokaliteter til havs. Analysen tar utgangspunkt i følgende spørsmål:

1. Hvordan vil arbeidshverdagen se ut for de som arbeider på havanleggene og andre, nye ledd i verdikjeden?
2. Hvilke tiltak kan være nødvendig for å sikre tilstrekkelig gode arbeidsforhold, og hvordan vil dette skille seg fra konvensjonell produksjon?

Kapitlet beskriver mulige organisatoriske, fysiske/ergonomiske og psykososiale forhold for de ansatte i havbruk til havs.

²³ Det er foreløpig ikke avgjort hvilket regelverk som vil gjelde for havbruk til havs. Arbeidsmiljøloven gjelder innenfor Norges territorialfarvann, der dagens havbruk ligger, men også for utaskjærs petroleums- og havindustri. Det er sannsynlig at noen HTH-ansatte vil komme under arbeidsmiljøloven, mens sjøfolk fortsetter å arbeide under sjøfartsregelverket.

Teksten er konsentrert rundt arbeidsforhold på lokaliteter til havs, som også omtales som anlegg, merd, flåte, konstruksjon og installasjon. Forskrift om tillatelse til akvakultur for laks, ørret og regnbueørret (laksetildelingsforskriften) spesifiserer i kapittel 4 at det tildeles én akvakulturtillatelse per lokalitet til havs. Oppgaver som vil ivaretas i andre deler av preproduksjon, produksjon og postproduksjon beskrives også tidvis. Disse leddene vil bestå av nye fartøystyper, postsmoltoppdrett, forsyningsbaser, og en rekke andre støttetjenester og leverandører. Arbeidsforholdene i leddene på land og fartøy er ikke nærmere analysert i dette kapitlet. Overflattisk behandling av fartøys- og landbasert virksomhet må ikke forstås som at dette er uviktig for havbruk til havs. Tvert imot, den tilstøtende virksomheten på land og fartøy er avgjørende for havbruk til havs. Dagens fartøy i havbruksbransjen opererer med store krefter, mange typer risiko og særlig stort behov for mange typer kompetanse. Havbruk til havs vil forandre teknologi, marked og rammevilkår for arbeidsplasser på land og fartøy, og man må fremover ha høy oppmerksomhet på forhold som kan påvirke arbeidet her. Dette kan dreie seg om bl.a. skatte- og tillatelsesordninger, eierforhold og arbeidsmarked.

De faktiske arbeidsforholdene for ansatte på lokaliteter til havs kan på det skrivende tidspunkt ikke analyseres direkte siden regelverk, teknologi og organisering fortsatt er i støpeskjeen. Den mest relevante kunnskapen kommer fra erfaringer av tradisjonelle og nye konsept på eksponerte lokaliteter, samt vurderinger gjort i forbindelse med utvikling av HTH-prosjekter. Data fra intervju som er gjennomført i denne utredningen, og fra tidligere forskningsprosjekt hvor ansattes arbeidsforhold har vært et sentralt tema, legges derfor til grunn. Noe av den tidligere kunnskapen kommer fra forskningssenteret SFI Exposed Aquaculture operations; se f.eks. Bjelland et al. (2023) og Holmen, Thorvaldsen et al. (2023). Analysen er også basert på kunnskap om drift av skip og offshoreinstallasjoner; se f.eks. Størkersen (2018) og Fenstad et al. (2010).

En forutsetning for analysen er at havbruk til havs vil følge norsk lovgivning, med i hovedsak faste ansettelses og ordna arbeidsforhold. Drift og vedlikehold av anleggene vil kreve arbeidstakere som er attraktive på arbeidsmarkedet, pga. utdanning og erfaring innen havbruk, teknologi, mekanikk, sjøfart, offshore petroleum, biologi og annen spesialisering. Havbruk til havs og de nye leddene i verdikjeden kan også forandre arbeidstakertilgangen i andre sektorer, som petroleum, sjøfart og kystbasert havbruk, noe som ikke er analysert her.

6.2 Organisatoriske forhold

Organisatoriske forhold handler om bl.a. arbeidets organisering og arbeidstid; arbeidsoppgaver og operasjoner; ledelse, styring og opplæring. Arbeidstakernes rettigheter står i Arbeidsmiljøloven § 4-1 og 4-2, og kan komme til å gjelde for havbruk til havs. Under beskriver vi forhold som er sannsynlige ved havbruk til havs.

6.2.1 Organisering av arbeidet: Infrastruktur og arbeidstid

Havbrukslokaliteter til havs vil bestå av et akvakulturanlegg langt fra land, og kan ha både produksjons- og boligmodul. Produksjonen vil være tilknyttet en oppdrettsbedrift/landorganisasjon, og ha samarbeid med en rekke aktører. Samarbeidspartnere, i samme bedrift eller andre, er for eksempel landbaser for forsyninger og mannskapsutreise, anlegg for postsmolt og slaktning, en rekke fartøy-, fiskehelse-, vedlikeholds- og beredskapstjenester. Det kan også tenkes at det blir flere lokaliteter på ett felt/område. Det er naturlig at disse vil samarbeide om noen av oppgavene som beskrives i dette kapitlet.

Havbruk til havs kan gi nye virksomhetsstrukturer og eierskapsforhold, som vi ikke går inn i her. Et klart definert ansvarsforhold må til for å få et godt arbeidsmiljø. Innehavere og operatører av akvakulturtillatelser bør ha HMS-

ansvar for alle som arbeider på lokaliteten. For personell med en annen arbeidsgiver enn akvakulturtillatelsen, vil også deres arbeidsgiver ha ansvar som beskrevet i arbeidsmiljøloven.

Det er ulikt bemanningsnivå på ulike konsept som nå planlegges for havbruk til havs. Noen planlegger med plass til minst tjue ansatte, og andre prøver å få til tidvis ubemanna lokaliteter. Kravene til permanent bemanna og regelmessig bemanna installasjoner vil være ulike, men alle må planlegge for gode arbeidsforhold når personell er på installasjonen, og trygg transport til og fra. Alle alternative driftsformer må vurderes med en helhetlig risikoanalyse før operasjonen kan starte. Det er ikke usannsynlig at enkelte lokaliteter vil ha skift med tre-fire ansatte i en vanlig produksjonsfase.

Lokalitetspersonell til havs vil som oftest arbeide skiftbasert, med en tid på anlegget og en tid fri. Lokaliteter som er langt fra land og har lang reisevei, vil antakeligvis ha lengre turnusordning enn de med kortere reise. På permanent bemanna installasjoner kan det bli vanlig med tilnærmet "nordsjøturnus", det vil si to uker på jobb og tre-fire uker hjemme, for virksomheter som følger arbeidsmiljøloven. Dette vil sannsynligvis gjelde havbruksbedriftenes lokalitetspersonell. Rederi, som altså følger sjøfartslovgivning, vil sannsynligvis fortsette å ansette sjøfolk med lengre arbeidsperioder, slik som fire uker om bord og fire uker hjemme.

Lokalitetspersonellet vil hovedsakelig arbeide på dagtid. På grunn av fiskens biologi, samt sensorer og alarmer til overvåking, kan de fleste arbeidsoppgaver gjøres på dagen. I tillegg blir det behov for (sovende) nattevakter. Man vet at det vil skje uforutsette hendelser, og sikkerhetsbemanning må være dimensjonert for dette både på dag og natt.

Siden det er billigere og mer fleksibelt med ansatte på land, vet man fra annen sjøbasert virksomhet at mange oppgaver vil bli lagt til landorganisasjonen, og at ekstra personell reiser ut til lokaliteten ved behov. Et eksempel er større operasjoner og logistikk, der planlegging gjøres på land mens aktivitetene gjennomføres av personellet på installasjonen. I petroleumsvirksomheten er det vanlig med operasjoner som har arbeidsdeling mellom land- og offshoreinstallasjonen, og noe av kunnskapen og forskningen rundt slike "integreerte operasjoner" kan nok nyttiggjøres for havbruk til havs, så lenge man tar med seg erkjennelsen om at havbruk har en biologisk produksjon.

Hvis lokaliteten skal være avhengig av at oppgaver gjøres fra land, forutsetter det en god infrastruktur. Dette gjelder både personalforflytning og digitalt. Landansatte må kunne reise til lokaliteten relativt raskt. Ikke minst blir det nødvendig med god internett- og strømkobling på anleggene for å ha aktiv sensorstyring og kontroll på fiskens biologi. Dette gir muligheten til at mye av driften kan skje fra land. Landbaser vil antakelig lokaliseres på steder det er enkelt å reise til, siden man skal ha tilgang på mye arbeidskraft eller spesialister som ikke bor i nærheten.

6.2.2 Arbeidsoppgaver og operasjoner

Oppgavene til lokalitetspersonellet på bemanna lokaliteter vil være bl.a. teknisk drift, overvåking, vedlikehold og forberedelse til operasjoner som skal gjøres av andre yrkesgrupper. Forpleining (mat/overnatting/renhold) er viktig. Noen konsept vil ha behov for f.eks. maskinist eller elektriker. En driftsleder/plassjef vil ha ansvar for sikkerhet, beredskap og koordinering internt og med andre faggrupper.

Til daglig vil lokalitetspersonellet ha ansvar for stell og røkting av fisken. Kontinuerlig overvåking og føring av fisken vil være automatisert, og primært gjøres fra sentral på land. Også f.eks. oppsamling av dødfisk og overskuddsprodukter vil automatiseres mest mulig. Levering av fôr og retur av råstoff/ensilasje vil skje med egne

fartøy. Biologisk ansvarlig og biosikkerhetsansvarlig vil ofte sitte på land, men komme ut til lokaliteten regelmessig og ved behov. Vedlikehold og uforutsette hendelser må ivaretas på lokaliteten.

Rutinemessig vasking og vedlikehold av not/vegger vil gjøres av automatiserte eller autonome farkoster, roboter e.l. Disse kan i hovedsak overvåkes, driftes og vedlikeholdes av landansatte, men ansatte på anlegget må også ha kompetansen som kreves ved stopp og problemer. Ved spesielle operasjoner vil ROV og andre hjelpemidler driftes av egne fartøypersonell, innleid eller som en del av det utvida lokalitetssteamet.

Andre oppgaver som ivaretas fra land kan være kontrollrom, planlegging, logistikk, og administrasjon- og ledelsesoppgaver. Arbeidsoppgaver kan også gjøres av ambulerende personell som jobber på land eller fartøy, og som kommer til anlegget når situasjonen krever det. Dette kan gjelde veterinærtilsyn, transport, vedlikehold, elektrikeroppgaver, renhold og andre behov.

Transport av folk og forsyninger til og fra lokaliteten kan gjøres ulikt på ulike konsepter. All transport vil innebære en viss risiko for personellet. Noen organisasjoner vurderer en logistikk der ansatte transporteres til lokaliteten med båt, og jobber med løsninger for trygg ombordstigning. Andre utvikler rutiner som ligner mer på petroleumsvirksomheten, altså at mannskapsbytte skjer med helikopter. Noen vurderer å frakte forsyninger til folk og fisk (mat, fôr, annet utstyr) med samme båt eller av spesialiserte flåter. All forbindelse mellom havbruksinstallasjonen og andre farkoster vil være farefull, og noen planlegger dermed å ikke ha fartøy inntil installasjonen, kun på avstand med dynamisk posisjonering. Helikoptertransport har også sine utfordringer, men kan være mindre avhengig av vær og dermed gi mindre fare for personellet. Helikopterbruk vil igjen gi behov for andre yrkesgrupper om bord. Man kan se til petroleumsvirksomheten for å finne en god struktur på deltidsbemanning av f.eks. helikopterdekk, radio, brannvern og andre oppgaver om bord. Mannskapsbytte vil i alle fall bli en sjeldnere og mer farefull operasjon enn på kystnære lokaliteter, og vil kreve grundige risikovurderinger og organisatoriske og tekniske tilpasninger før anlegget settes i drift.

Det vil også komme til nye oppgaver på lokaliteten og i leddene rundt. Det kan bli slakting og bløgging om bord på fartøy eller på havbruksinstallasjonen. Noen typer drift kan kreve dykkere, selv om man hovedsakelig vil bruke teknologi til undervannsoppgaver. Avlusing kan ved behov gjøres av spesialisert brønnbåt eller kanskje i en modul som tilhører lokaliteten. Dagens fartøyoperasjoner vil bli annerledes når de utføres til havs, og man må ha oppmerksomhet på arbeidsforholdene om bord og samarbeidet mellom fartøy og installasjon. I tillegg er det sannsynlig at det kommer til oppgaver som vi ikke ennå kan forutse.

Været vil påvirke alle operasjoner, særlig de som ikke er automatisert eller ved feil i automatiske operasjoner. For alle operasjoner og lokaliteter må operasjonsgrenser settes, og de må tilpasses både oppdrettsfisker og de ansatte. Dette gjelder f.eks. kran og løft, vedlikehold og fartøysoperasjoner. I noen deler av året kan det bli korte værvindu for krevende operasjoner. Krevende operasjoner vil være for eksempel operasjoner som innebærer å flytte fisken til eller fra merd/lokalitet. Ettersom det planlegges med store lokaliteter, kan det ta opptil en uke å gjennomføre en slik operasjon. I noen deler av året kan det være vanskelig å finne et så langt værvindu med tilfredsstillende operasjonskriterier. Værdata og erfaringer tilsier at det på noen av de planlagte HTH-feltene kan bli perioder på to uker der fartøy ikke kan arbeide ved lokaliteten og der alle operasjoner må holdes på vent. Ved slikt uvær over lengre tid må man uansett opprettholde produksjonen for å hensynta velferden til levende fisk. I noen perioder kan man heller ikke regne med mannskapsbytte eller å hente inn flere ansatte (avhengig av transportformene man har tilgjengelig). Driften må da opprettholdes uten tilskudd av personell, forsyninger eller utstyr fra land. Evakuering kan bli nødvendig, i så fall må driften kunne opprettholdes en tid uten lokalitetspersonell.

Beredskap blir essensielt, for både enklere og mer avanserte installasjoner, og vil kreve samarbeid på tvers av ulike aktører (Thorvaldsen et al., 2023). Som i kystnært havbruk må man planlegge beredskap for ikke bare personulykker, men også sykdom og død hos fisken, smittespredning, rømming, algeoppblomstring og annen biosikkerhet, og utslipp og annen forurensing. Det kan skje uhell og kollisjoner fra skipstrafikk, selv om man etablerer en sikkerhetssone rundt lokaliteten. I tillegg kan operasjonene til havs være mulige mål og sårbare for ondsinna handlinger, sabotasje og trusler, og vil kreve særlige tiltak for cybersikkerhet. Evakueringsmuligheter for personellet kan være helikopterevakuering, transportbåt, livbåt, eller en trygg og ikke-veltbar del av anlegget. Fisk må fjernes fra anlegget hvis det er risiko for rømming, sykdom, død, smitte til omgivelsene e.l., og man må beregne god brønnbåtkapasitet i dårlig vær. Det kan bli aktuelt med egne beredskapsfartøy som er tilpasset havbruksnæringens særskilte behov.

En type beredskapssituasjon som skiller seg fra petroleumsvirksomheten, kan være at været er så ille at ingen manuelle operasjoner kan utføres. Anlegget må til en viss grad stenges ned, men automatiske operasjoner kan fortsette og det kan være hensiktsmessig (eller eneste utvei) at personellet blir værende på lokaliteten. Så lenge anlegget har sin integritet, og det ikke er fare for liv og helse, kan det være tryggere å bli værende igjen enn å starte evakuering. Det understreker behovet for tilstrekkelig lagerkapasitet og redundans, på både forsyninger, utstyr, fiskefôr, ensilasje, kanskje mannskap og annet.

6.2.3 Ledelse, styring og opplæring

Driftsleder eller plassleder vil ha et særskilt ansvar for at bedriftens systemer fungerer godt på lokaliteten. Denne vil sammen med lokalitetspersonellet og andre samarbeidspartnere sørge for et praktisk fungerende internkontrollsystem/styringssystem for både personellet og fisken. Leder og alt personell som skal innom lokaliteten vil ha behov for kompetanse om helse, miljø og sikkerhet og helhetlig risikostyring. De skal håndtere avanserte oppgaver, f.eks. helikopter og evakuering, som setter høye krav til aktørene. Krav til personellet vil være større enn innaskjærs, for eksempel høyere alder, mer utdanning og sikkerhetskurs.

Noen operasjoner vil være kjente, og andre nye vil dukke opp i årene som kommer. Opplæring av ansatte og planlegging av operasjoner må ta inn over seg at mye er ukjent eller annerledes enn operasjonene i kystnært havbruk. For eksempel, på noen konstruksjoner vil bemanningen være langt unna havet og fisken, noe som er positivt med tanke på HMS, men kan skape en avstand fra fisken som gjør røktingen vanskelig. Ledelsen kan iverksette tiltak for å gi en større nærhet til fisken, via f.eks. å følge ekstra med på føring og appetitt en periode, og ha samtaler med føringssentralen.

Risikovurderinger for alle oppgaver gjøres i samråd med ansatte. Når det er store krefter i sving, stor sannsynlighet for dårlig vær og nye oppgaver, er god planlegging særlig viktig. I havbruk har det vært vanlig at røktere ivaretar variabilitet i oppgavene ved å være fleksible og ha stor selvråderett (Størkersen, 2012; Størkersen et al., 2021; Thorvaldsen et al., 2020). På HTH-lokaliteter vil det også være behov for kompetent personell som vurderer situasjonen selvstendig, men krefter og operasjoner vil kreve mer planlegging. Gode planer og tiltak som arbeidstillatelsesordninger og operasjonsgrenser kan hindre at personellet må avvike fra prosedyrer og improvisere for å få gjort jobben.

Det blir viktig med grundig opplæring. Oppgavene vil være ukjente for personellet en periode. Tekniske løsninger kan komme til å bli forskjellige fra lokalitet til lokalitet, slik at også erfarent personell vil trenge opplæring. I tillegg kan man regne med at det vil bli en del besøk av landansatte, innleide, vikarer og andre som er sjelden på anlegget, og også disse må få god opplæring for å kunne gjøre en trygg jobb og samarbeide med resten av personellet på lokaliteten.

Det må tilrettelegges for tilsyn av offentlige etater og eventuell sertifisering. Det blir sagt at næringa ønsker grundige tilsyn, og at disse skal være koordinert mellom de ulike etatene. Havbruk, som andre bransjer, trenger ikke bare systemrevisjoner fra land, men også at etatene kommer om bord og blir kjent med virksomheten og forstår hvordan regelverket følges i praksis. Dette kan være til hjelp for både ansatte og arbeidsgiver, som har ansvaret for sikkerheten. (For flere relevante beskrivelser, se f.eks. Størkersen et al. (2020) og Riksrevisjonen (2023)).

6.3 Fysisk arbeidsmiljø og ergonomi

Fysisk arbeidsmiljø og ergonomi handler om bygnings- og utstyrmessige forhold, boforhold ved innkvartering, utforming, hjelpemidler og maskiner, tiltak for å hindre tungt og ensformig arbeid.

Arbeidstakernes rettigheter står i Arbeidsmiljøloven § 4-4 og 4-5, og kan komme til å gjelde for havbruk til havs som en del av forholdene som beskrives under.

Historisk sett har ikke ansattes arbeidsforhold vært førende for teknologiutviklingen i havbruk. Den fysiske utformingen av anleggene har dreid seg om at fisken skal ha det bra, samt å hindre rømming av fisk. I konvensjonelt havbruk er vanlige skader fall, slag av gjenstander, klem-/knuseskader samt kutt.

Ansattes arbeidsforhold er påvirket av den teknologien som brukes, og påvirkning fra miljøkreftene til sjøs. Fysisk arbeidsmiljø på lokaliteter til havs vil kunne ha likhetstrekk med oljerigger, oppdrettsflåter eller store fartøy. De fleste konseptene som planlegges er store og stabile. Konstruksjonene vil ligge rolig i vannet, har store arbeidsplattformer med godt rekkverk, og moderne kraner, ventilasjon og utstyr. Men utstyret må være dimensjonert for forholdene, og det vil kunne være store krefter i sving. Utformingen må hindre eksplosjonsfare ved håndtering og oppbevaring av ensilasje, fôr, drivstoff osv. Selv om man kan ta utgangspunkt i at ansatte oppholder seg i gitte deler av konstruksjonen, må man beregne at det skal kunne gjøres vedlikehold på alt utstyr og hele konstruksjonen. Reparasjon av utstyr må kunne gjøres i nesten all slags vær (se mer i forrige delkapittel). Værvindu med egnede forhold er viktige når større operasjoner skal gjennomføres, da bølger, strøm og vind øker risiko for skader knyttet til fartøysoperasjoner og bruk av kran for eksempel. I andre næringer benytter man seg av omforente kriterier for når operasjoner skal gjennomføres eller avbrytes. Selv om erfaringsbaserte avgjørelser fortsatt er vanlig, er operasjonsgrenser tatt i bruk av enkelte selskap i havbruksnæringen, og bidrar til at ansvaret ikke ligger på enkeltpersoner. Siste ord i avgjørelser ligger likevel hos ansvarshavende ute på anlegget.

Ved havbruk til havs vil det bli høy grad av automatisering, men installasjoner både med og uten bemanning vil fortsatt ha noe manuelt arbeid. Manuelle oppgaver kan innebære ergonomiske risikofaktorer, og i tradisjonelt havbruk er det gjerne tunge løft, løft med overkroppen vridt eller bøyd og repeterende og monotone arbeidsoppgaver. En undersøkelse blant operativt ansatte viser at smerter i nakke/skulder/arm, ryggsmarter og hånd-/håndleddsmerter er vanlige arbeidsrelaterte plager. Belastningsplager er kilde til bekymring, og en hovedårsak til arbeidsrelatert sykefravær (Thorvaldsen et al., 2020). Dette er utfordringer som også er relevante for havbruk til havs. Samtidig forventer man at de fysiske arbeidsforholdene kan bli bedre og mer ergonomiske enn på mange tradisjonelle merder.

De fysiske arbeidsforholdene for et gitt konsept må risikovurderes i de tidligste fasene av konseptutvikling, med en helhetlig risikovurderingsmetodikk (Holmen, 2022). Arbeidsforhold må ikke nedprioriteres, selv om fiskevelferd og andre hensyn også må ivaretas.

6.4 Psykososialt arbeidsmiljø

Det psykososiale arbeidsmiljøet gjengitt i Arbeidsmiljøloven § 4-3 handler om integritet og verdighet; kontakt med andre i virksomheten; at arbeidstaker er og kjenner seg trygg (uten å oppleve trakassering, vold eller uheldige belastninger som følge av kontakt med andre).

En fersk undersøkelse blant ansatte i konvensjonelt havbruk viser at mange trives godt, og at dette tillegges godt arbeidsmiljø og gode kolleger, interesse for havbruk og det å jobbe ute eller i naturen (HMS-undersøkelsen i havbruk 2023, publiseres snart). En tidligere undersøkelse viste at det finnes ansatte som bekymrer seg for at forhold ved arbeidsmiljøet kan påvirke helsa deres negativt, som kan oppleve stress, at de ikke bestemmer over sin egen hverdag, ikke får tilstrekkelig hvile eller avkobling eller opplever arbeidstiden som belastende (Thorvaldsen, 2017). Dette er forhold ved arbeidsmiljøet som også vil være relevant for havbruk til havs.

Det psykososiale arbeidsmiljøet på en havbrukslokalitet til havs kan imidlertid bli meget annerledes enn på flåter og arbeidsplasser i kystnært havbruk. Til tross for at noen i dag pendler og har ukesskift på en flåte i kystnært havbruk, har de rask tilgang til land ved behov. Ved havbruk til havs kan ansatte være avskjermet fra livet på land i lengre perioder, og med liten mulighet for å komme seg hjem. Sånn sett kan det psykososiale miljøet sammenlignes mer med miljøet på en havgående fiskebåt eller liten oljerigg. Relativt få mennesker deler både jobb og fritid langt til havs. Et team skal være sammen lenge, uten å kunne trekke seg lenger unna enn på lugaren. Dette legger noen særskilte føringer på det psykososiale arbeidsmiljøet. Måltidene vil være felles holdepunkt, og skal bidra både til trivsel og helse. Det blir nødvendig å bygge gode muligheter til felles og egne aktiviteter.

I den fysiske utformingen må man tenke på boforholdene på installasjonen. Boligmodulen trenger gode fasiliteter for bespising, samvær, trening og hvile, med dagslys og god ventilasjon. Hver ansatt vil ha sine lugar, som må være stor nok og enkel å evakuere.

Oppfølging av det psykososiale arbeidsmiljøet vil særlig viktig, siden næringa er ny og både sosiale og fysiske forhold kan bli små og sårbare. På en havbrukslokalitet er fritiden også en del av arbeidsmiljøet fordi man bor der hele døgnet. Når ansatte er sammen både i arbeid og fritid, vil også risikoen for og alvorret ved trakassering øke. Det blir viktig å ha tiltak mot trakassering og seksuell trakassering. Verneombud- og tillitsvalgtapparatet vil spille en viktig rolle. Driftsleder/plassjef bør ha kompetanse til å skape et trygt arbeidsmiljø for de ansatte, og vil også trenge en tilsvarende støtte for egen trivsel og velvære. Arbeidsgiver må sørge for god oppfølging, og være observant for å unngå konflikter eller uheldige forhold. Sikkerhetsstyring og HMS-arbeid vil innebære alle aktiviteter, også fritiden ombord.

I likhet med selskapene må regulerende myndighet ha ressurser til å gå inn i vurderinger av både fysisk og psykososialt arbeidsmiljø.

6.5 Tiltak for å sikre gode arbeidsforhold

Basert på foregående analyse fremhever vi her noen tiltak som vil være nødvendige for å sikre gode arbeidsforhold for ansatte og sikkerhet ved havbruk til havs.

- 1. Innehavere og drivere av akvakulturtillatelser til havs må ha ansvar for alle ansattes arbeidsforhold, HMS og beredskap.**
 - Et klart ansvarsforhold vil være avgjørende for sikkerheten ved havbruk til havs. I bransjer med mange involverte organisasjoner kan pulverisering av ansvar forekomme og forverre forholdene for de ansatte.
 - Dette må inn i regelverk og få politisk oppmerksomhet for å sikre etterlevelse.

2. Ansattes helse og sikkerhet må være et avgjørende kriterium i forarbeid og drift.

- Arbeidsforholdene - menneskelige, organisatoriske, teknologiske og biologiske forhold og fysisk arbeidsmiljø - må vurderes allerede i planlegging- og designfasen av et akvakulturanlegg
- Arbeidsforhold og sikkerhet bør også være en del av tillatelsestildeling og prosjektvurdering
- Tilsynsmyndigheten må ha tilstrekkelig med ressurser til å følge opp arbeidsforholdene
- Driver av akvakulturtillatelsen bør utarbeide definerte operasjonsgrenser og værvindu for operasjoner. Avbrudd kan være umulig i operasjoner med fisk, så vurdering før operasjonen er særlig viktig i havbruk.
- Ansatte fra mange fagområder må involveres i risikovurderinger og planlegging av arbeidet

3. Forsvarlig bemanning innebærer at personellet både er riktig i antall og kvalifikasjoner.

- Det bør defineres et utvidet lokalitetsteam som inkluderer alle som er tilknyttet en gitt lokalitet
- Alle i teamet må ha god plass-spesifikk opplæring, inkludert om samarbeid, fiskevelferd og lokalitetens særegenheter.
- Teamet må ha felles beredskapsøvelser

4. Havbruk til havs må dimensjonere beredskap som reflekterer det faktiske risikobildet.

- Det er avgjørende med en helhetlig tilnærming. Hendelser som rømming eller massedød av fisk dreier seg også om ansattes sikkerhet og arbeidsforhold.

5. Psykososialt arbeidsmiljø må prioriteres.

- Verneombudene må gis og lyttes til i alle deler av organisasjonen.
- Gode og sunne fasiliteter for både jobb og fritid – ikke undervurder betydningen av en god kokk.

7 Referanseliste

- Anttila, K., Jørgensen, S. M., Casselman, M. T., Timmerhaus, G., Farrell, A. P., & Takle, H. (2014). *Association between swimming performance, cardiorespiratory morphometry, and thermal tolerance in Atlantic salmon* (*Salmo salar* L.). *Frontiers in Marine Science*, 1, 76.
- Bjelland, H. V., Haug, K., & Størkersen, K. V. (2023). *Exposed aquaculture operations. Final report 2015-2023* (Norwegian Centre for Research-Based Innovation, p. 58). SINTEF Ocean. <https://www.sintef.no/globalassets/sintef-ocean/2023-exposed-final-report.pdf>
- Brandt, M. A., Herland, S., Gutsch, M., Ludvigsen, H., & Grøtli, E. I. (2023). Towards autonomous contact-free operations in aquaculture. *Ocean Engineering*, 282, 115005.
- Erraia, J., et al., (2022a). *Ringvirkninger av sjømatnæringen i 2021*. Menon Economics. <https://www.menon.no/wp-content/uploads/2022-126-Ringvirkninger-av-sjomatnaeringen-2021-1.pdf>
- Erraia, J., Grønvik, O. & Erik, J. (2022b). *Den maritime leverandørkjeden til havbruksnæringen: Størrelse og vekstpotensiale*. Menon Economics. <https://www.menon.no/publication/den-maritime-leverandorkjeden-til-havbruksnaeringen/>
- Faglig forum for norske havområder (2023): Faggrunnlag for helhetlige forvaltningsplaner for norske havområder – Hovedrapport 2019-2023.
- Fenstad, J., Størkersen, K. V., & Solem, A. (2010). *Samlerapport for bedre fartøysikkerhet: Kapteinsrollen, fartøy på korttidskontrakt, vaktordninger*. Studio apertura, NTNU samfunnsforskning.
- Fiskeridirektoratet. (2021). *Lønnsomhetsundersøkelse for produksjon av laks og regnbueørret 2021*. <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Tall-og-analyse/Statistiske-publikasjoner/Loenksomhetsundersokelser-for-laks-og-regnbueoerret>
- Fiskeridirektoratet. (2019). *Kartlegging og identifisering av områder egnet for havbruk til havs*. <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Tema/Havbruk-til-havs/havbruk-til-havs--omraderapporten-2019>
- Føre, Mjønes, Bjelland, Hukkelås og Størkersen (red.). (2022). *Forskning og utvikling for realisering av havbruk til havs. Innspill til strategiske prioriteringer mot 2040. Første versjon*. Rapport, Trondheim, Norge. https://www.sintef.no/globalassets/sintef-ocean/a4_havbruk-til-havs_korrektur3.pdf
- Grünfeld, L., Grønvik, O., (2023). *Tillatelsesregime for havbruk til havs*. Menon Economics. <https://www.menon.no/wp-content/uploads/2023-107-Tillatelsesregime-for-havbruk-til-havs.pdf>
- Grønvik, O., Grünfeld, L., Alvestad, R., Espmark, Å. & Rognsås, L. (2022). *Virkemidler for redusert fiskedødelighet i oppdrettsnæringen*. Menon Economics & Nofima. <https://www.menon.no/wp-content/uploads/2022-158-Virkemidler-for-reduisert-fiskedodelighet-i-oppdrettsnaeringen.pdf>
- Grønvik, O. (2023). *Proveny fra grunnrenteskatt på havbruk til havs – en scenarioanalyse*. Menon Economics. <https://www.menon.no/wp-content/uploads/2023-4-Skatteproveny-fra-grunnrenteskatt-pa-havbruk-til-havs.pdf>
- Grønvik, O., Grünfeld, L. (2023). *Sammendragsnotat – grunnrenteskatt i havbruk til havs og noen regulatoriske problemstillinger*. Menon Economics.

- Havbruk til havs: Ny teknologi – nye områder.* (2018). Nærings og fiskeridepartementet.
<https://www.regjeringen.no/contentassets/e29cc668cbf54448a599c6da58cb1b9f/rapport-havbruk-til-havs.pdf>
- Heskestad, Andreas, et al., (2023). *Mulighetsstudie for Norskerenna sør.* Stiim Aqua Cluster.
<https://stiimaquacluster.no/wp-content/uploads/2023/09/Mulighetsstudie-for-Norskerenna-Sor.pdf>
- Holmen, I. M. (2022). *Safety in Exposed Aquaculture Operations Strategies and methods for reducing risk* [Doctoral thesis, NTNU]. <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/handle/11250/2986347>
- Holmen, I. M., Thorvaldsen, T. M., Salomonsen, C., & Lona, E. (2023). *Sikkerhet og risikostyring i eksponerte havbruksoperasjoner-Resultater fra SFI EXPOSED 2015-2023.*
- Hvas, M., Folkedal O., Oppedal F., (2019). *Havbasert oppdrett: Hvor nye vann strøm tåler laks og renseskjold?* Rapport fra havforskningen nr. 2019-37.
- Iversen, M., Finstad, B., McKinley, R.S., Eliassen, R.A., Carlsen, K.T., Evjen, T. (2005). Stress responses in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts during commercial well boat transports, and effect on survival after transfer to sea. *Aquaculture* 243: 373–382.
- Larsen, J.S., Ervik, L.C., Klakegg, B.R., Sandberg, M.G., Johansen, E. og Holmøy, R. (2020). *Smittesikring og biosikkerhet i norsk lakseproduksjon. Sluttrapport – Mål og tiltak for styrket biosikkerhet.* Fiskeri og havbruksnærings forskningsfinansiering.
https://www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/901522/?gad=1&gclid=CjwKCAjwnOipBhBQEIwACyGLuL56T1qlBcKdZBFD7AkOSxtO6V6Y6bVWw0-9wcZiIn8yjxyuMVhcRoCGLsQAvD_BwE
- Mads Greaker, M. & Lindholt, L. (2022). *Ressursrenten i naturressursnæringene i Norge 1984-2021.* SSB.
<https://ssb.brage.unit.no/ssb-xmlui/bitstream/handle/11250/3004710/RAPP2022-23.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Meld. St. 20 (2019–2020.) *Helhetlige forvaltningsplaner for de norske havområdene — Barentshavet og havområdene utenfor Lofoten, Norskehavet, og Nordsjøen og Skagerrak.* Klima- og miljødepartementet.
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-20-20192020/id2699370/>
- NOU 2022: 20. (2022). *Et helhetlig skattesystem.* Finansdepartementet.
<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2022-20/id2951826/>
- NOU 2023: 23. (2023). *Et helhetlig tillatelsessystem.* Nærings- og fiskeridepartementet.
<https://www.regjeringen.no/contentassets/d6df195037794ed9a7582641bf68bf75/no/sved/havbruksutvalget.pdf>
- Petroleumstilsynet. (2019). *Arbeidsmiljø – Vår Rolle.* <https://www.ptil.no/om-oss/rolle-og-ansvarsomrade/arbeidsmiljo--var-rolle/>
- Riksrevisjonen. (2023). *Sjøfartsdirektoratets arbeid med å fremme gode arbeids- og levevilkår til sjøs* (Dokument 3:9 (2022–2023)). <https://www.riksrevisjonen.no/globalassets/rapporter/NO-2022-2023/sjofartsdirektoratets-arbeid-med-a-fremme-gode-arbeids--og-levevilkar-til-sjos.pdf>

M. Skaldebø, S. J. Ohrem, H. B. Amundsen, E. Kelasidi and N. Bloecher. 2023. "Framework for autonomous navigation for a permanent resident aquaculture net grooming robot". 31st Mediterranean Conference on Control and Automation (MED), Limassol, Cyprus, 2023, pp. 356-363, doi: 10.1109/MED59994.2023.10185879.

Størkersen, K. V. (2012). Fish first: Sharp end decision-making at Norwegian fish farms. *Safety Science*, 50(10), 2028–2034. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2011.11.004>

Størkersen, K. V. (2018). *Bureaucracy overload calling for audit implosion: A sociological study of how the International Safety Management Code affects Norwegian coastal transport*. Norwegian University of Science and Technology.

Størkersen, K. V., Osmundsen, T. C., Stien, L. H., Medaas, C., Lien, M. E., Tørud, B., Kristiansen, T. S., & Gismervik, K. (2021). Fish protection during fish production. Organizational conditions for fish welfare. *Marine Policy*, 129, 104530. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104530>

Su, B., Bjørnson, F. O., Tsarau, A., Endresen, P. C., Ohrem, S. J., Føre, M., ... & Bjelland, H. V. (2023). Towards a holistic digital twin solution for real-time monitoring of aquaculture net cage systems. *Marine Structures*, 91, 103469.

Thorvaldsen, T. (2017). *HMS-undersøkelsen i havbruk 2016*. SINTEF.

Thorvaldsen, T., Kongsvik, T., Holmen, I. M., Størkersen, K., Salomonsen, C., Sandsund, M., & Bjelland, H. V. (2020). Occupational health, safety and work environments in Norwegian fish farming—Employee perspective. *Aquaculture*, 524, 735238. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735238>

Thorvaldsen, T., Salomonsen, C., Ranum, S. A., Trædal, P., Misund, A., & Holmen, I. M. (2023). Prepared for the worst? Emergency preparedness in Norwegian fish farming – Status and further improvements. *Aquaculture*, 577, 739921. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.739921>

Tveterås, R., et al., (2020). "Verdiskapingspotensialet og veikart for havbruk til havs." *English: Value creation potential and roadmap for offshore aquaculture*. Report. UiS. <https://www.uis.no/sites/default/files/inline-images/iwoCs5gOwRqdnyMH9CIHv8ORymSafzsLMkLlb4w6hqj9nzV0GC.pdf>

8 Metodevedlegg

8.1 Beregning av verdiskaping, sysselsetting og kapitalbehov

I rapporten anslår vi sammenhengen mellom verdiskaping, sysselsetting og kapitalbehov i de ulike leddene i verdikjeden basert på kjent kunnskap om dette innenfor etablerte og sammenlignbare verdikjeder (fortrinnsvis tilknyttet kystnært havbruk) og forutsetningene vi har gjort om produksjon i vårt HTH-scenario. Disse sammenhengene er beregnet med utgangspunkt i følgende antatte relasjoner:

Beregninger for smoltprodusenter:

$$VS, Sys, Kapital_{HTH \text{ smolt}} = \frac{HTH \text{ Produksjon}}{Dagens \text{ Produksjon}} * \frac{Smolt \text{ vekt}_{HTH}}{Smolt \text{ vekt}_{dagens}} * VS, Sys, Kapital_{dagens \text{ smolt produksjon}}$$

Beregninger for slakteri og videreforedling:

$$VS, Sys, Kapital_{HTH \text{ slakt}} = \frac{HTH \text{ Produksjon}}{Dagens \text{ Produksjon}} * \frac{Slakt \text{ og bearbeiding}_{akvakultur}}{Slakte \text{ og bearbeiding}_{totalt}} * VS, Sys, Kapital_{dagens \text{ slakterier}}$$

Beregninger for fôrprodusenter:

$$VS, Sys, Kapital_{HTH \text{ fôr}} = \frac{HTH \text{ Produksjon}}{Dagens \text{ Produksjon}} * VS, Sys, Kapital_{dagens \text{ fôrproduksjon}}$$

Beregninger for Brønnbåter:

$$VS, Sys, Kapital_{HTH \text{ brønnbåt}} = \frac{HTH \text{ Produksjon}}{Dagens \text{ Produksjon}} * VS, Sys, Kapital_{dagens \text{ brønnbåttjenester}}$$

Beregninger for Konstruksjon:

$$VS, Sys_{HTH \text{ konstruksjon}} = \sum_i \sum_j Kapital_{HTH_i} * (Andel_{HTH_j}) * (1 - andel_{utland_j}) * \frac{VS, Sys_j}{Omsetning_j}$$

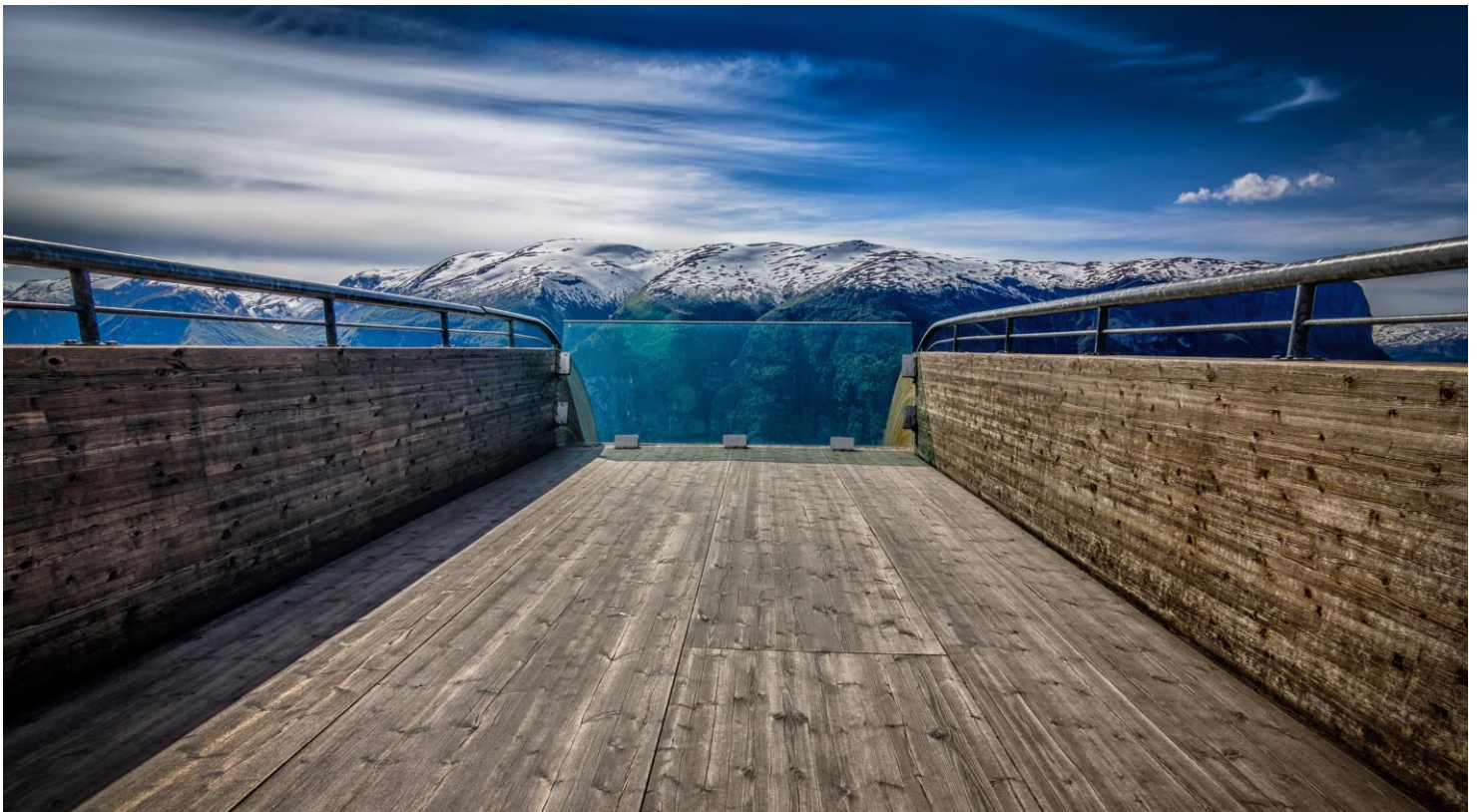
$i = [Operatør, Smolt, Slakt, Fôr, Brønnbåt]$

$j = [Verft, Maritime utstyrsleverandører, Utstyrsleverandører akvakultur, Ingeniørtjenester, Bygg og anlegg]$

8.2 Intervjuer

I kartleggingsarbeidet vårt har vi gjennomført en rekke intervjuer med aktører som er interessert i eller vil være viktige for utviklingen av havbruk til havs. Under presenterer vi hvor mange aktører vi har gjennomført intervjuer med. Vi har valgt å oppgi disse ut ifra hvilken fase av produksjonen de ville blitt kategorisert under i vår rapport for å opprettholde informantenes anonymitet.

Fase	Antall intervjuer
Utvikling og design	2
Konstruksjon	4
Pre-produksjon	2
Produksjon	3
Post-produksjon	2
Andre (interesseorganisasjoner mm.)	3



Menon Economics analyserer økonomiske problemstillinger og gir råd til bedrifter, organisasjoner og myndigheter. Vi er et medarbeidereiet konsultentselskap som opererer i grenseflatene mellom økonomi, politikk og marked. Menon kombinerer samfunns- og bedriftsøkonomisk kompetanse innenfor fagfelt som samfunnsøkonomisk lønnsomhet, verdsetting, nærings- og konkurranseøkonomi, strategi, finans og organisasjonsdesign. Vi benytter forskningsbaserte metoder i våre analyser og jobber tett med ledende akademiske miljøer innenfor de fleste fagfelt. Alle offentlige rapporter fra Menon er tilgjengelige på vår hjemmeside www.menon.no.

+47 909 90 102 | post@menon.no | Sørkedalsveien 10 B, 0369 Oslo | menon.no