

Kostnaden av lukket oppdrettsteknologi

Dato: 22. april 2022

Skrevet av Oddbjørn Grønvik, seniorøkonom i Menon Economics. Kvalitetssikret av Leo A. Grünfeld, partner og forskningsleder i Menon Economics.

I dette notatet, skrevet på oppdrag for Norske Lakseelver, Norges Jeger- og Fiskerforbund og Reddvillaksen, belyser vi kostnaden av å gå over til lukket produksjonsteknologi i oppdrettsnæringen. Vi viser til oppdaterte kostnadsanslag for åpen og lukket produksjonsteknologi, og diskuterer faktorer som påvirker oppdretters valg av produksjonsteknologi.

Vi finner at lukkede produksjonsteknologier i større grad ser ut til å være økonomisk konkurransedyktig med åpne løsninger enn de har vært for få år siden. Mens lukket teknologi har noe høyere investerings- og driftskostnader, er det samtidig rom for store besparelser knyttet til redusert behov for lusebehandling. Vi anslår kostnadene til å ligge et sted mellom 1-12 prosent over snittet for konvensjonell produksjonsteknologi i 2020. Samtidig ligger anslagene lavere enn produksjonskostnadene som mer enn 25 prosent av oppdretterne stod ovenfor i 2020. Terskelen for å gå over fra åpne til lukkede løsninger ser dermed ut til å ha blitt senket.

1. Innledning

Oppdrettsnæringen opplever et stadig sterkere søkelys på miljøpåvirkning og fiskevelferd. Dagens konvensjonelle produksjonsteknologi, som baserer seg på at fisken oppdrettes i åpne merder i sjøen, har et betydelig miljøavtrykk. Avtrykket kommer både i form av utslipp av lakselus som kan påføre skade på ville fiskebestander, oppdrettsfisk rømmer og som deretter blander seg med og påvirker genetikken til de ville fiskebestandene, samt utslipp av næringssalter. Dette er uønskede miljøeffekter som har vist seg vanskelig å forhindre med den rådende produksjonsteknologien.

I dag er det utviklet produksjonsteknologi som er sjøbasert, men som i større grad begrenser de negative miljøeffektene. Teknologi som benytter seg av materiale og løsninger som helt eller delvis stenger fisken fra direkte kontakt med sjøen rundt, kan ha betydelig effekt på utslipp av lakselus, risiko for rømming og utslipp av partikulært avfall fra slam.¹ Til en viss grad benyttes denne teknologien kommersielt i dag, men det meste av produksjonen foregår fortsatt i åpne merder. Mange spør seg derfor hvorfor slik teknologi ikke benyttes i større skala i dag.

Historisk sett har det enkle svaret vært at produksjon i åpne merder er mer kostnadseffektivt og med lavere økonomisk usikkerhet. I åpne merder kan oppdretter i størst mulig grad dra nytte av vannutskiftingen som havmiljøet langs norskekysten stiller med. Samtidig er denne teknologien også billigere å investere i. Likevel er det også tilleggskostnader forbundet med produksjon i åpne merder. I åpne merder er fisken mer utsatt for påvirkning av lakselus, og derfor må fisken i større grad behandles for lakselus. Lusebehandlinger er i seg selv

¹ Det foregår også en betydelig utvikling og satsing innen både landbasert oppdrettsteknologi, samt oppdrett lenger til havs. I dette notatet avgrensner vi oss til å vurdere de sjøbaserte og kystnære løsningene. Disse er både tettere på dagens dominerende produksjonsform, og representerer en lavere teknologisk terskel for å bli tatt i bruk i kommersiell skala.

kostnadsdrivende, og kan påvirke fiskens kvalitet, tilvekst og overlevelse. Særlig de siste årene, hvor oppdrettsnæringen i større grad har gått over til ulike former for ikke-medikamentelle lusebehandlinger, har lusekostnadene blitt en stadig mer utfordrende komponent.² Samtidig har de lukkede teknologiene blitt mer utviklet og mindre kostnadskrevede i drift. Et interessant spørsmål er derfor om paradigmet med åpne merder som den dominerende produksjonsformen i sjø, nå gradvis blir utfordret.

I artikkelen *Prisen for å lukke* i Norsk Fiskeoppdrett Nr. 1 2022 adresseres spørsmålet om kostnaden ved å ta i bruk ulike lukkede produksjonsteknologier. Artikkelen vier mest oppmerksomhet til kostnadene med å investere i teknologien, men produktivitet drøftes også for en del av løsningene. For å vurdere realismen i at næringen skal konvertere til lukket teknologi, settes de anslåtte investeringskostnadene i sammenheng med eksportprisen på laks og den historiske investeringstakten i næringen. Fra et samfunnsøkonomisk perspektiv blir det historiske perspektivet imidlertid en lite relevant målestokk, for rasjonelle investorer vil ikke vurdere framtidige investeringsbeslutninger med utgangspunkt i historisk investeringstakt. En rasjonell investor vil heller ta stilling til hva som er den mest kostnadseffektive produksjonsteknologien framover, og investere i den mest lønnsomme løsningen. Hvis produktiviteten til en dyr type teknologi er tilstrekkelig høy, kan høye investeringskostnader forsvares. Hvis de lukkede oppdrettsteknologiene er i ferd med å tilfredsstille denne betingelsen, vil det også være rimelig å forvente et skifte i investeringstakten i næringen.

Vår tilnærming til spørsmålet er derfor annerledes enn i artikkelen i Norsk Fiskeoppdrett. Fordi det er kostnadseffektivitet som vil drive investeringsbeslutningen til oppdretter, har vi avgrenset vårt fokus til noen av de mest markedsnære løsningene. Det er i praksis disse løsningene som er relevante å vurdere for oppdrettsnæringen per i dag. Vi har tatt for oss leverandører av lukkede teknologier som har teknologi i kommersiell drift i Norge i dag. Vi har vurdert den åpent tilgjengelige informasjonen om disse konseptene og har supplert med informasjon fra intervjuer av leverandørene. Til grunnlag for vurderingene i dette notatet ligger blant annet informasjon innhentet fra selskapene AkvaFuture, FiiZK og Seafarming Systems (med teknologien Aquatraz). Vi presiserer at anslagene vi presenterer i notatet ikke er gjengivelser av noe enkelt-selskaps beregninger. Vi har gjort våre egne vurderinger av opplysningene vi har hentet fra selskapene.

² Se for eksempel *Nofima-rapport 35/2019*.

2. Produksjonskostnader i åpne og lukkede merder

I dette kapittelet går vi først gjennom status for produksjonskostnader i åpne merder. Deretter viser vi til kostnadsanslag for lukkede produksjonsteknologier.

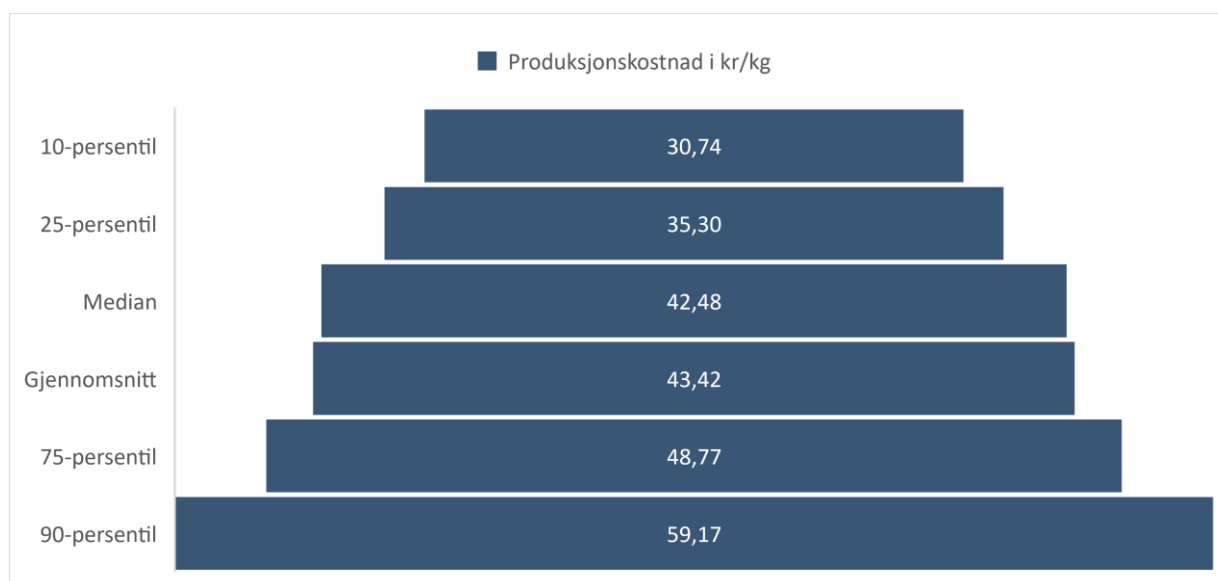
2.1. Kostnad med produksjon i åpne merder

I dag produseres nær sagt all oppdrettet laks og ørret i åpne merder i Norge. Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse er basert på regnskapstall fra en stor andel av oppdretterne i Norge, og gir derfor et godt bilde på kostnadene av å produsere i åpne merder.

I andre studier av produksjonskostnader i oppdrettsnæringen vies det relativt mye oppmerksomhet til gjennomsnittsbetraktninger. For å belyse problemstillingen vi ser på, er det imidlertid vel så interessant å se nærmere på spredningen i lønnsomhet mellom næringsaktørene. Aktørene som sliter særlig med utfordringer i forbindelse med drift i åpne merder, kan nemlig ha mer å tjene på å legge om produksjonen sin. Også større aktører med produksjon flere steder, vil kunne tjene på å legge om produksjonen sin i mer utsatte områder til teknologi som beskytter mer mot utfordringene de sliter med.

Vi ser derfor på gjennomsnittet i sammenheng med ulike *persentiler*. En persentil er det punktet i en fordeling som skiller de som ligger over og under i en rangert fordeling. I denne sammenhengen vil 10-persentilen være det kostnadsnivået hvor 10 prosent av oppdretternes kostnader ligger tilsvarende eller lavere, mens de øvrige 90 prosent har høyere kostnader enn dette nivået. Figur 1 viser fordelingen av driftskostnader mellom oppdrettere i ulike lønnsomhetssegmenter i 2020.

Figur 1: Produksjonskostnader i oppdrettsnæringen inndelt i gjennomsnitt og persentiler i 2020. 2021-kroner. Kilde: Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse



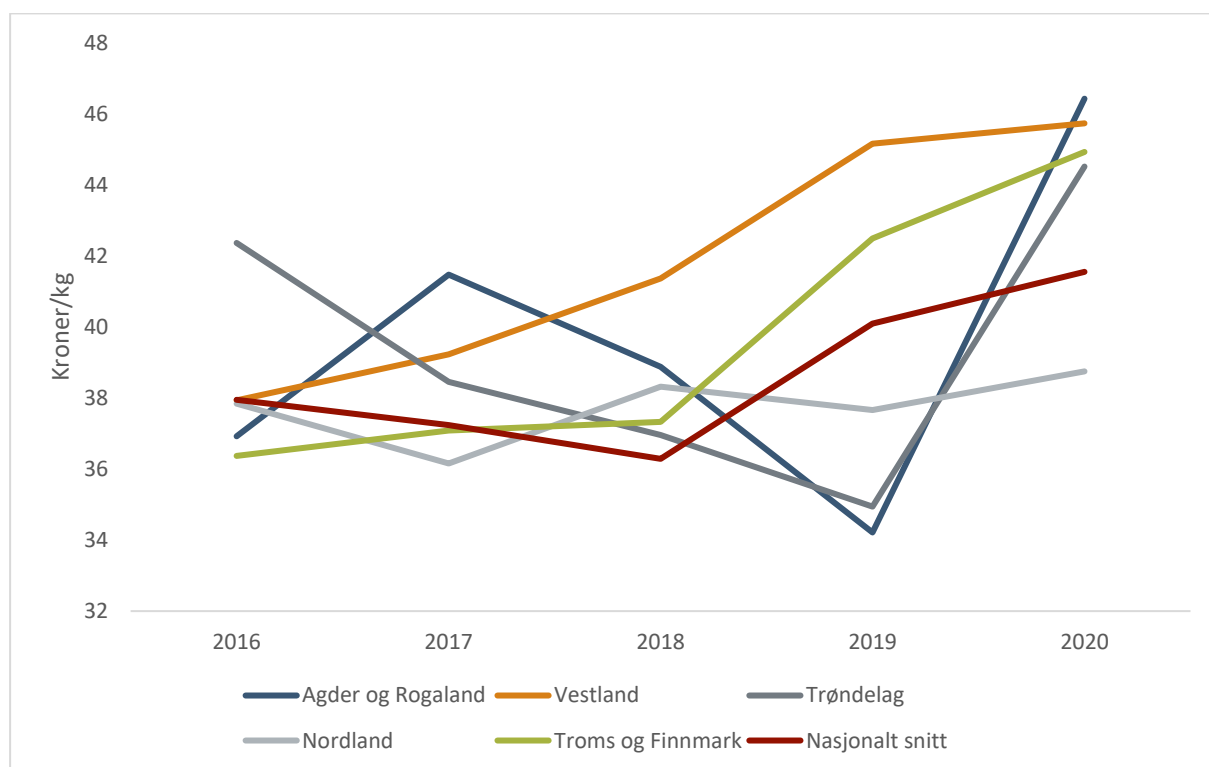
Figuren viser at det er en relativt stor spredning i produksjonskostnadene. 25 prosent av oppdretterne har mer enn 15 prosent høyere kostnader enn medianen (tallet finner vi ved å se 75-persentilens kostnader i forhold til

medianen). 10 prosent av oppdretterne, altså alle over 90-persentilen, har nesten 40 prosent høyere kostnader enn medianen. På den andre siden har de 10 prosent av oppdretterne med lavest kostnader nesten 30 prosent lavere kostnader enn medianen. Forskjellen mellom 25- og 75-persentilene er 40 prosent av 75-persentilens kostnadsnivå.

Det er viktig å ha med seg at persentilene bare gir et tilstandsbilde i et enkeltår. Mange oppdrettere som befinner seg i en høy persentil med relativt lav lønnsomhet i et enkeltår, vil kunne ha lavere kostnader det neste året. Det er imidlertid grunn til å tro at det blant flere oppdrettere vil være vedvarende forskjeller, blant annet grunnet region- og lokalitetsspesifikke produktivitetsforhold. Det innebærer i så fall at enkelte aktører over tid har lave, middels eller høye kostnader.

Det er også verdt å ha med seg at produksjonskostnadene kan variere regionalt. Dette avhenger blant annet av vannkvalitet, sjøtemperaturer samt utfordringer med lakselus og annen sykdom. Figur 2 viser den regionale variasjonen i gjennomsnittlige produksjonskostnader for årene 2016-2020.

Figur 2: Regional variasjon i gjennomsnittlige produksjonskostnader i 2016-2020. 2021-kroner. Kilde: Fiskeridirektoratet



Merknad: Tidsserien for Vestland er for årene 2016-2018 beregnet som et tillatelsesvektet snitt av verdiene for Hordaland og Sogn og Fjordane. Møre og Romsdal er utelatt fordi tidsserien til Fiskeridirektoratet mangler verdier etter 2017. Tidsserien omfatter kun selskap som har produksjon utelukkende i én av regionene. Selskap med produksjon på tvers av regioner inngår ikke i figurens datagrunnlag.

Selv om det er betydelig regional variasjon fra år til år, tyder tallene på at produksjonen i Vestland er særlig dyr. Her er produksjonskostnadene gjennomgående høyere enn det nasjonale nivået, i snitt 8 prosent høyere.

Nordland har gjennom perioden stort sett hatt lavere produksjonskostnader, i snitt 2 prosent lavere. I 2019-2020 hadde også produsentene i Troms og Finnmark relativt høye produksjonskostnader.

2.2. Kostnad med lukket produksjonsteknologi

I dette delpunktet vurderer vi kostnadene for ulike lukkede produksjonsteknologier. Vi ser på semi-lukket teknologi. I bransjeterminologien benyttes begrepene semi-lukket og lukket om hverandre og om forskjellige teknologiske løsninger. Teknologiløsningene vi vurderer her baserer seg begge på inntak av sjøvann fra dypt vann med full gjennomstrømming gjennom og ut av merden, som gjerne omtales som gjennomstrømmingsteknologi. Vi ser altså ikke på resirkuleringsteknologi (RAS). Teknologi hvor merdene i stor grad er lukket i bunnen med mulighet for oppsamling av slam, omtaler vi som semi-lukket teknologi med mindre åpen bunn. Teknologi som har dyptgående luseskjørt som sperrer for utveksling av sjøvann ned til mer enn ti meters dybde, men med åpning nederst uten samme slamoppsamlingsmuligheter, omtaler vi som semi-lukket teknologi med helt åpen bunn.

Tallene vi presenterer i det følgende er basert på tilgjengelig informasjon om de ulike lukkede konseptene som vi oppfatter som markedsnære og som har anlegg i drift i Norge i dag. I tillegg til åpent tilgjengelig informasjon, har vi også foretatt intervjuer av noen av teknologileverandørene. Det er også viktig å påpeke at dette dreier seg om gjennomsnittsbetraktninger, og at både anslåtte kostnader og besparelser (særlig knyttet til drift) vil kunne variere fra lokalitet til lokalitet.

Vi har valgt å presentere anslagene i form av kostnader per produsert kg fisk. Investeringskostnadene regnes om til avskrivninger gitt teknologiens forventede levetid og produktiviteten per investeringsenhet. På den måten kan investeringskostnaden vurderes på linje med driftskostnadene, som vil variere mellom teknologiene. Anslagene inneholder altså både relevante driftskostnader og avskrivning på kapitalutgifter og er sammenlignbare som anslag på totalkostnadene for produksjon per kg fisk.^{3,4}

Vi tar utgangspunkt i et basisanslag som tilsvarer den gjennomsnittlige produksjonskostnaden med åpne merder i 2020. En stor andel av kostnadene med åpen og lukket teknologi vil i utgangspunktet vil være overlappende, eksempelvis en stor andel av førkostnadene og det meste av arbeidskostnadene. Fordi lukket teknologi fordrer høyere investeringer enn åpne merder, viser vi først kostnadsøkningen av investeringene. Deretter synliggjør vi den anslåtte besparelsen i driftsfasen. Besparelsen knytter seg først og fremst til bedre merdmiljø og redusert behov for kostnadskrevede lusebehandling. Til slutt viser vi økningen i driftskostnadene med teknologien. For de lukkede teknologiene omfatter dette typisk behov for oksygentilførsel og lavere nytte fra

³ Mange av de lukkede løsningene framhever at de er særlig egnet for postsmoltproduksjon og/eller tilvekst på stor smolt, altså bare en del av produksjonsfasen i sjø. Vi presenterer likevel tallene sammenlignet med en full sjøfase. Dette er en forenkling, men gir et enklere sammenlignbart bilde som vi mener kan rettferdiggjøres. Alle teknologiløsningene vi vurderer er i stand til å produsere fisk fra smoltstadiet helt til slaktevekt, og anslagene våre er basert på faktiske produksjonstall til slaktevekt der vi har hatt dette tilgjengelig.

⁴ Et poeng som vi ikke utbroderer her, men som spiller inn på utformingen av kostnadsanslagene, er de mulige driftstilpasningene innenfor reguleringsregimet med maksimalt tillatt biomasse (MTB). Fisk som dør, vil isolert sett være en kostnad for oppdretter, men gitt reguleringsregimet med MTB åpner det også for at man kan øke utsett av ny fisk og/eller la øvrig biomasse vokse seg større. Enkelt sagt demper dette den kostnadsdrivende effekten av at fisk dør, og besparelsen fra lavere dødelighet med annen produksjonsteknologi blir dermed også dempet.

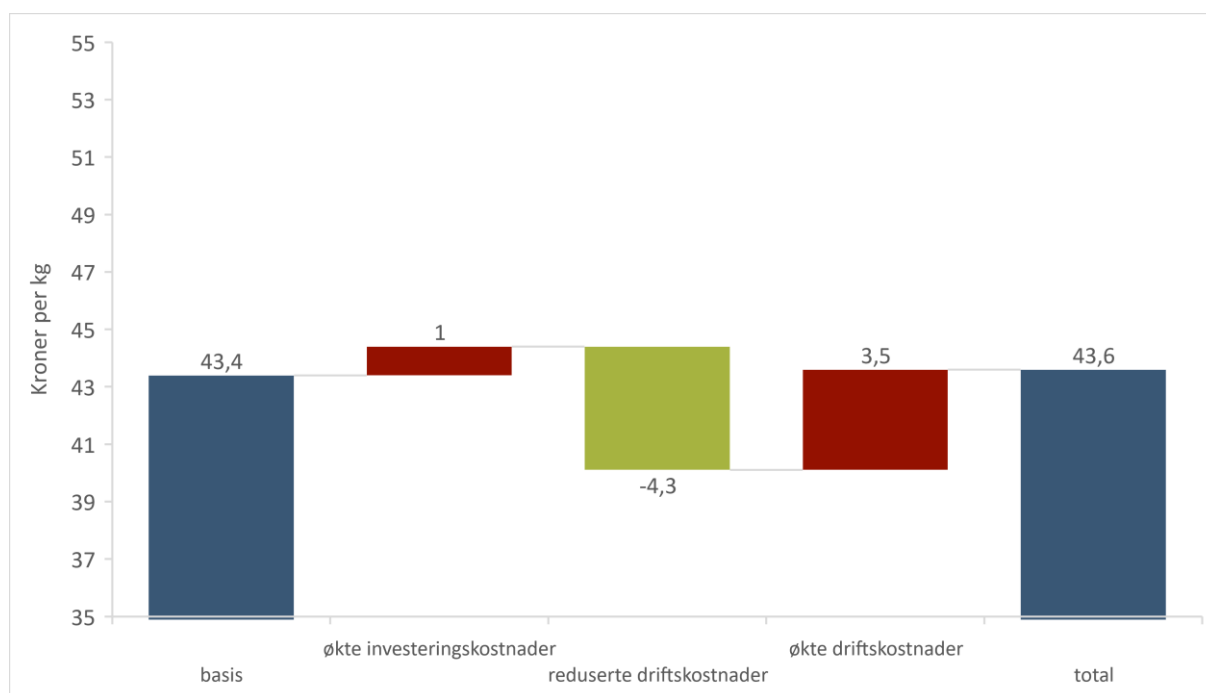
økosystemtjenestene (det vil si naturlig vannutsifting, oksygentilførsel og andre fordeler som åpen teknologi drar større nytte av) som kan gi redusert tilvekst.

2.2.1. Semi-lukket teknologi med helt åpen bunn

Selskapet Seafarming Systems har utviklet en semi-lukket oppdrettsmerd som heter Aquatraz. Aquatraz er en stålkonstruksjon med dype luseskjørt, og driften baserer seg på at det pumpes inn vann fra dybder hvor det ikke lever lakselus. Teknologien er i drift på Salmonors anlegg i dag. I rapporten som ble utarbeidet da utviklingsprosjektet ble avsluttet, foreligger åpent tilgjengelige kostnadstall. Disse tallene er hovedgrunnlaget for våre kostnadsanslag med semi-lukket teknologi med helt åpen bunn.

I Figur 3 viser vi dekomponeringen av kostnadsendringer med denne teknologitypen.

Figur 3: Dekomponering av kostnadsendringer med semi-lukket teknologi med helt åpen bunn



For semi-lukkede løsninger med helt åpen bunn er totalanslaget vårt at kostnadene vil være marginalt høyere enn basisanslaget. Investeringskostnadene vil drive produksjonskostnadene litt opp, omtrent 1 krone per kg. For et anlegg med årlig produksjon på 2500 tonn fisk vil dette tilsvare årlige avskrivningskostnader på 2,5 millioner kroner. Den store besparelsen med denne teknologitypen vil trolig komme i form av redusert behov for lusebehandling. Lusebehandlinger er kostnadsdrivende på flere måter, både direkte gjennom kostnaden for selve avlusingen og indirekte gjennom økt dødelighet og redusert tilvekst som følge av behov for sulting og at behandlingene kan være belastende for fisken. Aquatraz rapporterer om svært god måloppnåelse med hensyn til reduksjon i lusekostnader. Vi anslår at disse effektene reduserer produksjonskostnadene med 4,30 kroner per kg produsert fisk. Anslaget bygger primært på anslåtte lusekostnader fra Nofima-rapport 35/2019. På den annen side er det noen forhold som vil være med på å øke driftskostnadene, anslått til om lag 3,50 kroner per kg fisk.

Det handler særlig om redusert tilvekst som følge av mindre effektiv vannutskifting, strømkostnader til pumpeteknologi, dyrere vedlikehold av merdene og en viss økning i bemanningsbehov for drift av anlegget.

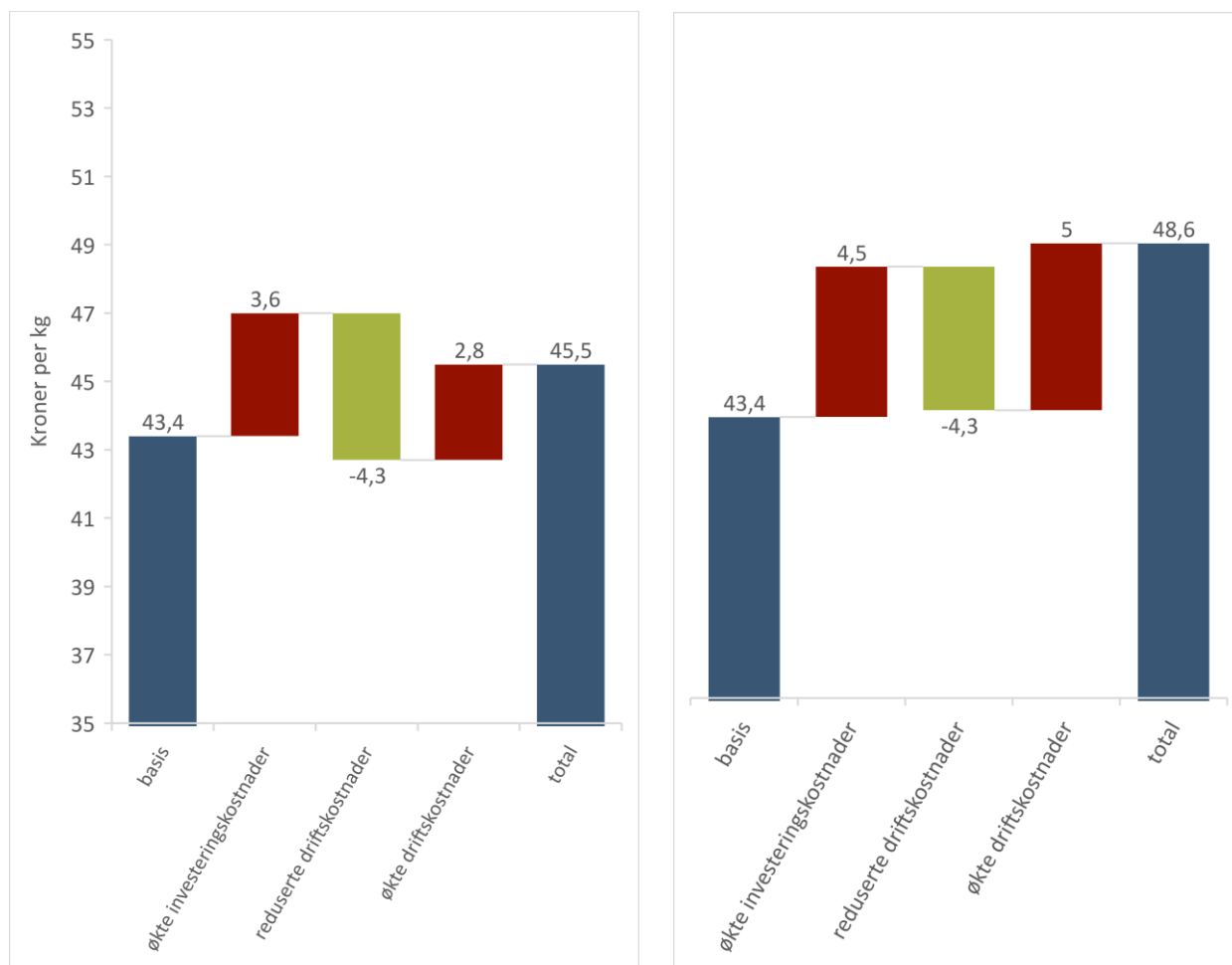
2.2.2. Semi-lukket teknologi med mindre åpen bunn

Selskapene AkvaFuture (tidl. AkvaDesign) og FiiZK leverer ulike typer semi-lukkede løsninger. AkvaFutures teknologi ble det tildelt utviklingstillatelse til i 2018 og er i dag i bruk på selskapets egne anlegg. FiiZK har den egenutviklede Certus-modellen⁵, men har nylig også anskaffet rettighetene til Ecomerden. FiiZKs teknologier er i bruk blant flere oppdrettere i dag. Felles for løsningene er at merdene er skjermet for sjøvann (enten med fast konstruksjon eller tette duker) og baserer seg på vanntilførsel pumpet opp fra dypt vann som føres gjennom anlegget. Det er også behov for oksygentilførsel. Løsningene har en mindre åpen bunn enn Aquatraz, men med én eller flere utløpsluker med mulighet for oppsamling av slam. Våre kostnadsanslag for denne teknologien bygger på opplysninger vi har fått fra AkvaFuture og FiiZK. Vi har dessuten sett hen til den åpent tilgjengelige informasjonen som ligger i AkvaFutures sluttrapport for deres utviklingsprosjekt.

I Figur 4 viser vi dekomponeringen av kostnadsendringer med lukket teknologi. Her opererer vi med et lavt og et høyt anslag fordi vi anser usikkerheten med denne teknologien som noe større.

⁵ FiiZK betegner selv denne teknologien som semi-lukket, men i henhold til begrepsbruken vi har lagt oss på i dette notatet blir det her mer riktig å kalle den for en lukket løsning.

Figur 4: Dekomponering av kostnadsendringer med semi-lukket teknologi med mindre åpen bunn. Lavt anslag i venstre panel og høyt anslag i høyre panel.

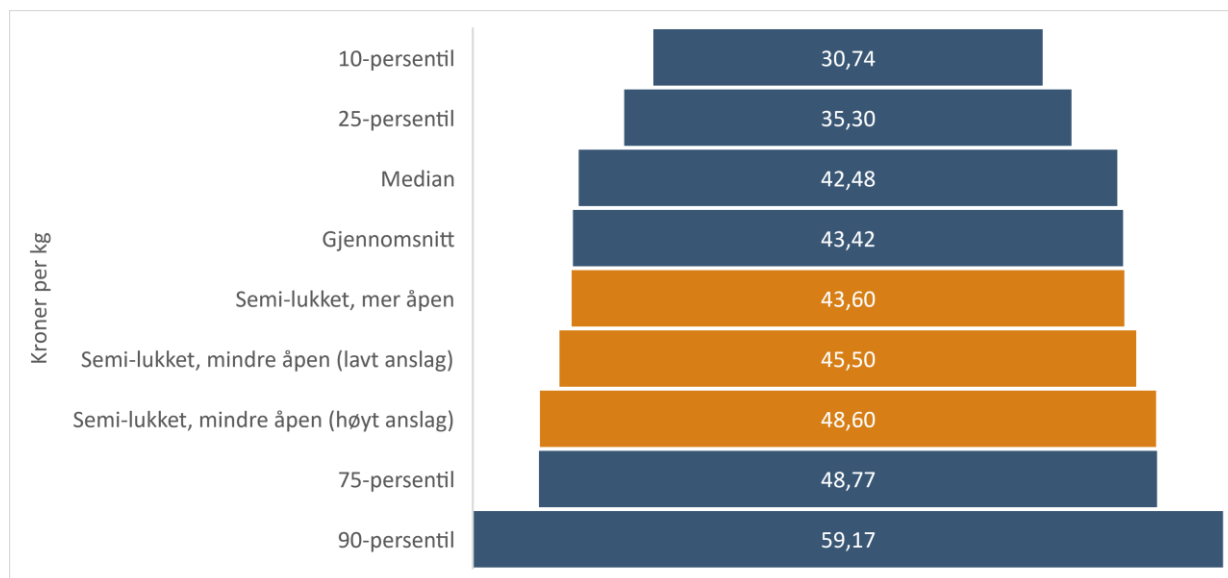


I det lave anslaget ligger kostnadene med teknologien 5 prosent høyere enn et tradisjonelt åpent anlegg. I det høye anslaget er kostnadene 12 prosent høyere. Vi anslår at de økte investeringskostnadene for lukket teknologi ligger mellom 3,5-4,5 kroner per kg regnet som avskrivninger per år. At de er såpass mye høyere enn for den mer åpne semi-lukkede teknologien, forklares av at produksjonen per enhet er lavere for de mindre åpne lukkede teknologiene. Beparelsene vurderer vi som lik de man oppnår med mer åpen semi-lukket teknologi, og knytter seg igjen spesielt til sparte luseutgifter. Dette er imidlertid heftet med større usikkerhet, og det kan tenkes at de er både høyere og lavere enn den andre teknologitypen. Økningen i driftskostnader anslår vi til å ligge mellom 3-5 kroner per kg og knytter seg særlig til forbruk av strøm, oksygentilførsel og noe til økt bemanningsbehov.

2.2.3. Sammenligning av åpen og semi-lukket teknologi

I Figur 5 er kostnadstallene for lukket teknologi sammenstilt med produksjonskostnader for konvensjonell produksjon basert på 2020-tall. Alle tall inneholder både relevante driftskostnader og avskrivning på kapitalutgifter og er sammenlignbare som anslag på totalkostnadene for produksjon per kg fisk.

Figur 5: Produksjonskostnader for ulike sjøbaserte løsninger. Kostnader for åpen produksjonsteknologi (blå søyler) stammer fra Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse og kostnader for semi-lukkede teknologier (oransje søyler) er Menons anslag basert på innsamlet informasjon. 2021-kroner.



Sammenligningene viser at kostnadene med de semi-lukkede produksjonsteknologiene ligger et sted mellom 1-12 prosent over snittet for konvensjonell produksjonsteknologi i 2020. Samtidig er alle anslag under 75-percentilen av produksjonskostnader med åpne merder i 2020. Dette tilsier at kostnadene med å produsere lukket ligger noe over snittet for åpen løsning, men er likevel lavere enn driftskostnadene som mer enn 25 prosent av oppdretterne stod overfor i 2020. Det er den mer åpne semi-lukkede teknologien som framstår som den billigste av de tilgjengelige løsningene i dag, mens mer lukkede løsninger er noe dyrere. Forskjellene er imidlertid ikke store. Som nevnt tidligere vil nok flere oppdrettere som befinner seg i en høy persentil, med korresponderende lav lønnsomhet i et enkeltår, kunne ha lavere kostnader og høyere lønnsomhet det neste året, og sett over tid kan den lukkede produksjonsteknologien være dyrere også for disse. Tallene antyder likevel at den lukkede produksjonsteknologien i dag kan være konkurransedyktig for oppdrettere med høyere kostnader enn gjennomsnittet.

Det er videre grunn til å tro at investeringskostnadene for de lukkede løsningene vil kunne reduseres noe over tid ettersom man bygger erfaring med konstruksjonsteknikk, men kostnadene er også følsomme for råvarepriser som stål.

Det er viktig å understreke at anslagene for de ulike typene lukket teknologi er heftet med usikkerhet. Teknologiene er allerede i bruk, men må fortsatt anses som relativt umodne i kommersiell sammenheng. Det empiriske grunnlaget for tallene er derfor svakere enn for konvensjonell teknologi. Det gjenstår fortsatt utprøving og læring som vil gi innsikt i hvor aktuell teknologien kan være i større skala. Særlig risikoen for biologiske utfordringer er noe det er behov for mer kunnskap om. Dette har vi ikke vektet inn i kostnadsanslagene våre. Denne usikkerheten kan imidlertid slå begge veier, og det kan også vise seg at teknologiene utvikler seg til å bli billigere i drift enn vi har antydnet her.

Med forbeholdet om tallenes usikkerhet, er det likevel interessant å se at produksjonskostnadene synes å være på nivå med snittet for produksjonskostnader i åpne merder. Dette antyder at veien til omfattende bruk av lukket

teknologi er kortere enn den har vært tidligere. En viktig forklaring på dette er at kostnadene med konvensjonell produksjon har økt betraktelig de siste par årene. Bare fra 2015-2020 økte de gjennomsnittlige produksjonskostnadene i næringen med nesten 25 prosent etter inflasjonsjustering. I denne gjennomgangen studerer vi ikke lakseprisen nærmere, men det er også verdt å merke seg at gitt de rådende langsiktige forwardprisene for oppdrettslaks (rundt 65 kroner per kg), vil alle de lukkede teknologiene i utgangspunktet kunne drives lønnsomt med normale avkastningskrav⁶. Det kan også tenkes at det vil være en prispremie for produsenter som benytter seg av lukkede teknologier, og i så fall vil det være med på å heve lønnsomheten til lukkede teknologier.

2.3. Avsluttende betraktninger

I dette notatet har vi vurdert kostnaden av å ta i bruk lukkede produksjonsteknologier i oppdrettsnæringen, og vurdert denne kostnaden opp mot den konvensjonelle produksjonsteknologien. Gjennomgangen antyder at lukket teknologi nå er på et konkurransedyktig nivå for oppdrettere som har særlig høye kostnader med vanlig produksjon i åpne merder.

Oppdrettsnæringen har foreløpig ikke tatt det store steget over til ny produksjonsteknologi. Det kan være flere forklaringer på dette, men kostnadseffektivitet er en viktig årsak. I Menon 79-2021 argumenterer vi for at man i større grad kan benytte målrettede økonomiske virkemidler om man ønsker å legge til rette for omlegging til mer miljøvennlig produksjonsteknologi. Ved å kombinere bruk av avgifter samt en vekstordning med konvertering til tillatelser med strengere driftsvilkår, som en pisk og en gulrot, kan man oppnå særlig stor effekt. Sammen vil virkemidlene øke kostnaden med å produsere konvensjonelt og redusere risikoen ved å prøve på ny og mer miljøvennlig teknologi.

Rettede økonomiske insentiver, enten det er avgifter eller vekstordninger, vil kunne gi fortgang på en omlegging til nye produksjonsformer. Kostnadstallene vi har presentert her, antyder at virkemidlene ikke behøver å være spesielt kraftige for å oppnå en raskere omlegging av produksjonen fra åpen til lukket teknologi.

⁶ Her presiserer vi at dette likevel ikke betyr at den lukkede teknologien vil være den foretrukne, fordi det for de fleste fortsatt vil være enda mer lønnsomt å produsere med åpne produksjonsteknologier.

Referanseliste

AkvaFuture AS. *Prosjekt semilukkede merder – sluttrapport*. 2020.

Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelser for årene 2016-2020.

Grønvik O. M., Grünfeld L. A. *Havbruk: Nye virkemidler for vern av miljø, bedre fiskevelferd og økt verdiskaping*. Menon-publikasjon 79/2021.

Iversen A., Hermansen Ø., Nystøyl R., Rolland K. H., Garshol L. D. 2019. *Konkurranssevne for norsk oppdrettslaks: Kostnader og kostnadsdrivere i konkurrentland*. Nofima-rapport 28/2019.

Jensen P. M., Drønen O. A. *Prisen for å lukke*. Artikkel i Norsk Fiskeoppdrett. Nr. 1-2022.

Sandstad A. R., Holm S., Horn H., Storsul T., Thunes R., Aarsnes J. V. *Aquatrazprosjektet - Sluttrapport*. 2022. Seafarming Systems, SalmoNor, Aqua Kompetanse.