

# Kostnadsutvikling i oppdrett av laks og ørret:

## Hva koster biologisk risiko?

**Forfatter:** Bård Misund

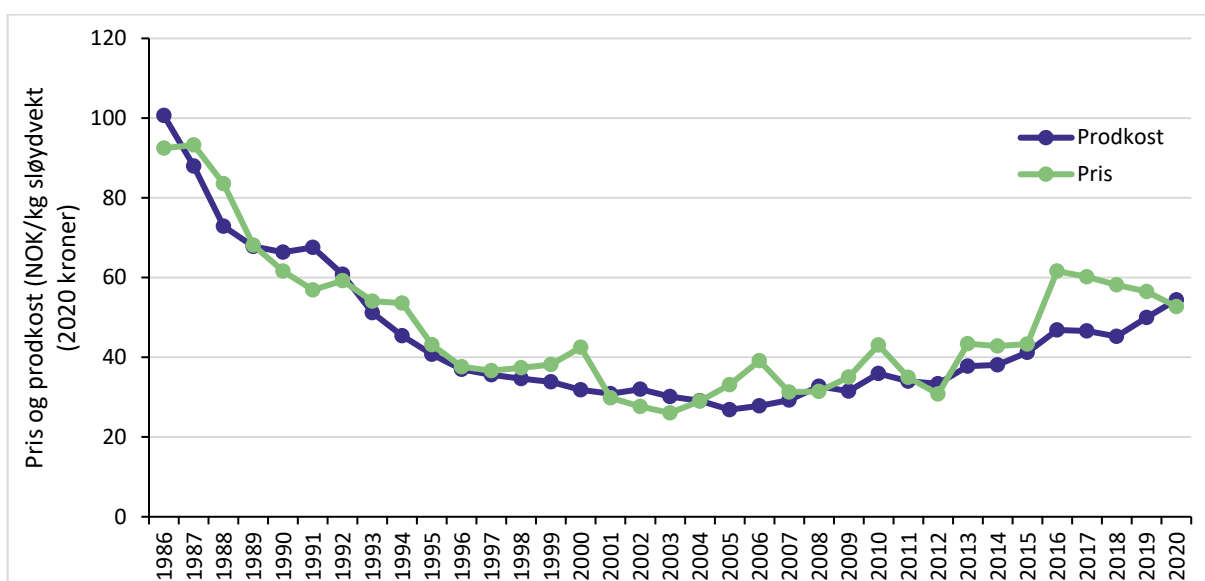
**Rapport** 41-2022, NORCE Helse og samfunn



Rapporttittel	Kostnadsutvikling i oppdrett av laks og ørret: Hva koster biologisk risiko?
Prosjektnummer	NFR 320612
Institusjon	NORCE Helse og Samfunn
Oppdragsgiver	Norges Forskningsråd / Research Council of Norway
Gradering	Åpen
Rapportnr.	41-2022, H&S
ISBN	978-82-8408-259-2
Antall sider	73
Publiseringsdato	November 2022
CC-lisens	CC BY 4.0
Stikkord	Kostnader, biologisk risiko, havbruk, oppdrett, laks, ørret, lakselus, fiske sykdommer og fiskefôr

## Sammendrag

Siden det kommersielle gjennombruddet på begynnelsen av 1970-tallet har oppdrett av laks i sjø gått fra å være en attåttnæring til en av Norges største eksportnæring<sup>1</sup>. Selv om oppdrett av laks og ørret representerer kun noen prosent av verdens akvakulturproduksjon, er norsk havbruksindustri ledende på mange områder<sup>2</sup>. I starten var produksjonsteknologien enkel og småskala, men med økt erfaring, kunnskap, og stadige innovasjoner i anleggsteknologi, ernæring og fiskehelse økte produktiviteten i oppdrettsnæringen dramatisk<sup>3</sup>. Tyveårsperiode mellom midten av 1980-tallet og midten 2000-tallet var preget av høy produktivitetsvekst, som ga en betydelig kostnadsreduksjon, som igjen førte til lavere lakse- og ørretpriser (Figur 1).



**Figur 1.** Pris og kostnader 1986–2020 i kroner per kilo sløydvekt. Kilder: Fiskeridirektoratet 1986–2020. Kapitalkostnader er egne beregninger.

Produksjonen vokste med nesten 20 prosent årlig mellom 1980 og 2005. Kostnadsnedgangen snudde rundt 2005, og mellom 2005 og 2020 økte produksjonskostnadene<sup>4</sup> med 176 prosent i nominelle kroner (102 prosent i reelle kroner). Kostnadsøkningen har i snitt vært på 7 prosent per år, flere ganger raskere enn den generelle prisøkningen i økonomien.

Kostnadsøkningen har fortsatt også etter 2020, og nærmer seg 60 kr/kg sløydvekt inkludert kapitalkostnader. Til tross for at lakseprisene siden 2016 har holdt seg på et relativt høyt nivå har kostnadsøkningen gjort at lønnsomheten falt. I 2020 var driftsmarginen lavere enn den var i 2005.

<sup>1</sup> 1970-tallet var gjennombruddet i sjø. Det fantes allerede en matfiskproduksjon av ørret på land på 50- og 60-tallet, se f.eks. Berge (2002).

<sup>2</sup> Se Reve og Sasson (2012) og Tveterås m.fl. (2019).

<sup>3</sup> Se Afewerki m.fl. (2022).

<sup>4</sup> Inklusive kapitalkostnader. Kostnadene rapportert i Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelser har mellom 2005 og 2020 økt med hhv. 148 og 82 prosent i nominelle og faste kroner.

Utviklingen bør bekymre flere enn bare oppdrettere. Risikoen i næringen øker med stigende kostnader. En stadig høyere laksepris er nødvendig for å dekke en normalavkastning<sup>5</sup>.

Formålet med denne rapporten er å undersøke årsakene bak kostnadseksplasjonen, med særlig fokus på biologisk risiko. Nofima og Kontali har tidligere gjort flere grundige analyser av faktorer som lus, smolt, og kapital<sup>6</sup>. «Biologiske kostnader» er en kostnadspost som er mye omtalt, men lite undersøkt. Fokuset til denne rapporten blir derfor å sette en pris biologisk risikofaktorer som lus og sykdom. Dette er et tema som blir stadig viktigere, og i faglitteraturen omtales det som Global Burden of Animal Diseases (GBADs)<sup>7</sup>. Effektene av biologisk risiko i havbruk er også et eksempel på allmenningens tragedie (*Tragedy of the Commons*), hvor sykdommer og lus sprer seg fra et anlegg til et annet, slik at beslutningene som tas av en oppdretter vil også påvirke de andre oppdretterne i nærheten på en negativ måte og bidrar til kostnadsøkning for hele næringen<sup>8</sup>.

Oppsummert er de viktigste kostnadsdriverne siden 2005:

1. **Økte priser på innsatsfaktorer.** Prisen på viktige innsatsfaktorer har steget, spesielt på fôr. Fôrprisen økte med ~50 prosent mellom 2005–2020 mål i norske kroner (2020-kroner). Siden prisdannelsen av flere av innsatsfaktorene i fiskefôr skjer i et globalt marked (notert i USD) har kronesvekkelsen bidratt til økte fôrpriser. Siden 2020 har kronen, spesielt mot USD, svekket seg ytterligere, og priser på viktig innsatsfaktorer økt (delvis som følge av Ukrainakrisen), vil legge ytterligere press på produksjonskostnadene fremover.
2. **Økt kapitalintensitet.** Investeringsvekst i anleggsmidler, settefiskanlegg, drifts- og spesialbåter, prosesseringsanlegg, mm.<sup>9</sup> har gitt økte kapitalkostnader, både i form av større avskrivninger og høyere krav til kapitalavkastning. Investeringsveksten har vært drevet av et behov for å kunne produsere mer fisk (f.eks. større settefiskanlegg), behov for større fartøy, men også som følge av strengere reguleringer (se punkt 4 under).
3. **Biologisk risiko.** All industriell produksjon av mat vil innebære biologisk risiko (sykdom, stress, redusert tilvekst og dødelighet). I lakseoppdrett er det spesielt sykdom og lus som representerer de største kildene til biologisk risiko, men effektene kan også forsterkes av suboptimal anleggsdrift og behandlinger (f.eks. bestemte avlusningsmetoder). Kostnadene av biologisk risiko har økt betydelig de siste tiåret, og sammenfaller med en rekke endringer og hendelser i havbruksnæringen i samme periode, som gjør det vanskelig å peke på en enkelt hovedårsak. Strengere lusegrenser ble innført i perioden 2008–2013, og kan ha bidratt til økt avlusningsintensitet etter 2012. Rundt 2015 falt effektiviteten til kjemiske avlusningsmidler dramatisk, som førte til en kraftig økning i relativt uprøvd ny ikke-medikamentell avlusningsteknologi (mekanisk og termisk). Deler av landet var i

---

<sup>5</sup> Med normalavkastning menes den lønnsomheten som er nødvendig for å dekke alle kostnadene, inkludert avkastning på investert kapital. Med andre ord, summen av drifts- og kapitalkostnader.

<sup>6</sup> Se f.eks. Iversen m.fl. (2019).

<sup>7</sup> Se bl.a. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34542092/>

<sup>8</sup> Se Estay og Stranlund (2022).

<sup>9</sup> Se Blomgren m.fl. (2019a; 2019b) og Misund m.fl. (2019a, 2019c) for mer om investeringer i havbruk.

perioden også preget av økt innslag av virussykdommer som PD, ILA, og CMS (hjertesprekk). Det har vært økt dødelighet av stor fisk i forbindelse med ikke-medikamentell avlusning, og ofte avdekkes det hjertesprekk. Gjennomsnittsvekten på dødfisk har siden 2010 økt fra ca. 1 til over 2 kilo. Når prisen på innsatsfaktorene øker, stiger også kostnaden til dødfisken. Økt dødfiskvekt vil forsterke effekten på produksjonskostnaden av økte pris på innsatsfaktorer. Kombinasjonen er en viktig driver av de økte kostnadene en har sett de siste 10 årene. Videre vil biologiske problemer kunne føre til forsert slaktning og lavere slaktevekter som både øker kostnadene og reduserer prisoppnåelsen. Sykdommer og parasittinfeksjoner som påvirker fiskens utseende kan gi kvalitetsnedklassifiseringer og dermed prisrabatter. Biologiske problemer vil også gi suboptimal utnyttelse av produksjonskapasiteten, slik at de faste kostnadene fordeles på færre kilo. Smoltkvalitet kan også være en potensiell forklaringsfaktor, og som er mye omtalt i det siste.

4. **Reguleringer.** Reguleringer påvirker kostnadene og lønnsomheten gjennom ulike mekanismer. Isolert sett vil strengere lusereguleringer øke oppdretternes kostnader, og kostnader for noen oppdrettere øke mer enn andre som følge av forskjeller i lusepress. Miljøreguleringer (lus, sykdom, rømming, utslipp) gjør at produksjonsveksten ikke kan holde tritt med etterspørselsveksten, og gir en ekstraordinær lønnsomhet, i form av en *reguleringsrente*, som igjen motiverer aktiviteter som kan øke kostnadene (se neste punkt). Kombinasjonen av strengere lusereguleringer, og oppdretternes respons med hyppigere og mer intens avlusning, kan ha bidratt til resistensutvikling i perioden frem til 2015/2016. En påfølgende rask vekst i ikke-medikamentell lusebehandling har gitt økt dødelighet av stor fisk. Videre vil oppdrettere med biomasse opp mot MTB-grensene ha insentiver til å investere i økt MTB-utnyttelse. MTB-grenser som kun binder i en kort periode om høsten vil motivere økt MTB-utnyttelse i resten av året hvis det er lønnsomt (mekanismen forklares i punkt 5). Det samme gjelder insentiver til økt utnyttelse av et selskaps totale MTB (konsern-, selskaps- og lokalitets-MTB). Eksempelvis vil en reduksjon av produksjonssyklusen (f.eks. med stor smolt) kunne øke MTB-utnyttelsen.
5. **Høy pris.** Stadige strengere miljø- og fiskehelsereguleringer både i Norge og andre produksjonsland har gitt høye globale markedspriser for oppdrettet laks og ørret. Hensikten med reguleringene er å redusere næringens miljøutfordringer som lus, rømming, sykdom osv. Eksempler på miljø- og fiskehelsereguleringer i havbruk er trafikklyssystemet (lakselus), luseforskriften (lakselus), teknologikrav (rømming), og avstandskrav mellom lokaliteter (biosikkerhet). Ikke minst har nasjonale og regionale myndigheter vært tilbakeholdne med å øke produksjonskapasiteter og godkjenne nye lokaliteter, som i seg selv har vært et viktig produksjonsbegrensende tiltak. Resultatet har vært at produksjonsveksten det siste tiåret har vært lav sammenlignet med tidligere perioder, og har gitt høyere laksepriser og lønnsomhet. Samtidig er det med dagens reguleringer fortsatt muligheter for å vokse produksjon både langs den intensive<sup>10</sup> (f.eks.

---

<sup>10</sup> Med *intensiv* menes at eksisterende kapasitet utnyttes bedre, mens med *ekstensiv* menes økt kapasitet (f.eks. flere lokaliteter, mer MTB).

økt utnyttelse av MTB-kapasitet) og den ekstensive marginen (f.eks. kjøp av ny MTB-kapasitet, utviklingstillatelser og andre ikke-kommersielle tillatelser). Så lenge marginalinntekten av å øke kapasitetsutnyttelsen overgår dens marginalkostnad vil det være bedriftsøkonomisk lønnsomt å gjøre det. Strategier som går ut på å øke kapasitetsutnyttelsen, f.eks. postsmoltstrategier, kan derfor være drivere for økte kostnader og kapitalintensitet.

«Biologiske kostnader» blir ikke rapportert direkte, hverken av selskaper eller av Fiskeridirektoratet, og må derfor estimeres ut fra annen informasjon, og være basert på visse forutsetninger som potensielt kan gi målefeil. Kompleksiteten i sammenhengene mellom luseinfeksjoner, lusebehandlinger, og sykdommer osv. vanskeliggjør en isolering av kostnader til lus fra andre biologiske problemer. Direkte kostnader til lusebehandlinger kan beregnes, men hva med de indirekte kostnadene som skyldes stress, redusert tilvekst og økt mottagelighet for sykdommer? Noen sykdommer som CMS kan i kombinasjon med ikke-medikamentelle lusebehandlinger føre til dødelighet. Hva er da kilden til dødeligheten, er det luseinfeksjonen, virus sykdommen, eller kombinasjonen?

Det finnes enkeltestimater på hva lus og sykdommer koster, men foreløpig ingen estimater på aggregert nivå. Denne rapporten bruker derfor et mer overordnet mål på biologiske kostnader. Det tas utgangspunkt i økonomisk fôrfaktor. Fôrfaktoren vil være påvirket av mange elementer i produksjonen, f.eks. fôrspill, rensefisk som spiser fôr, endringer i fôrsammensetning, men i hovedsak er det faktorer som sykdom, stress, sulting og død som vil være de viktigste årsakene til høy fôrfaktor. Avviket mellom en økonomisk og en optimal biologisk fôrfaktor er derfor et indirekte mål på biologisk risiko.

Avviket mellom den realiserte økonomiske fôrfaktoren og teoretiske fôrfaktorer (ideelle / utopiske) på hhv. 0,9 og 1,0 brukes for å estimere ut de indirekte biologiske kostnadene. Den direkte biologiske kostnaden estimeres som en andel av «annen» driftskostnad, og den totale biologiske kostnaden beregnes som summen av de indirekte og direkte kostnader<sup>11</sup>. Det presenteres to estimater, hvorav det ene (en ideell fôrfaktor på 0,9) bør ansees som et øvre estimat for de private<sup>12</sup> kostnadene knyttet til biologisk risiko. Det andre estimatet (en ideell fôrfaktor på 1,0) vil angi kostnader hvor også faktorer som fôrspill o.l. vil være inkludert.

Metoden er enkel, som har sine fordeler og ulemper. Ulempene er at metoden bygger på en del forenkling forutsetninger, som gir målefeil og upresise estimater. Estimaten på biologiske kostnader er følsomme for referansenivået på den ideelle fôrfaktoren. Fordelen med metoden er at en kan bruke offentlige tilgjengelige data for å estimere nivået på de «biologiske» kostnadene. En av de viktigste bidragene til rapporten er å demonstrere at det er nyttig å beregne kostnadene til biologisk risiko, siden de kan være betydelige. Utvikling over tid, og på tvers av produksjonsområder, er kanskje mer nyttig en selve nivået. Analysene av de geografiske forskjellene viser at

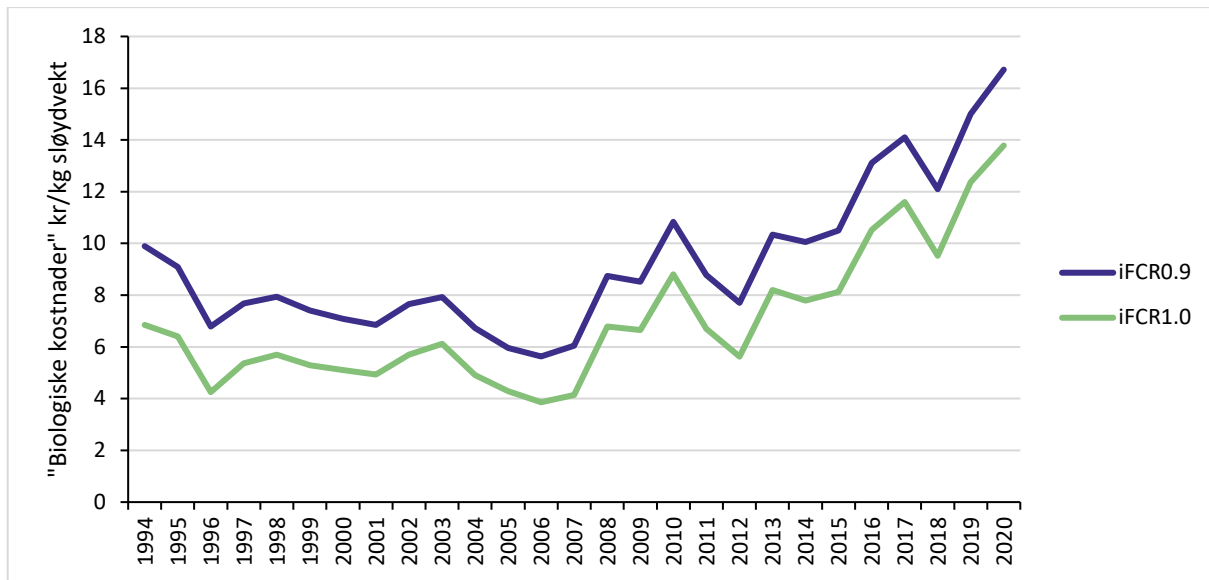
---

<sup>11</sup> Deler av andre driftskostnader blir fordelt til biologisk kostnaden ut fra en nøkkel på 25 % utregnet fra historiske analyser av andre driftskostnader 2015–2020.

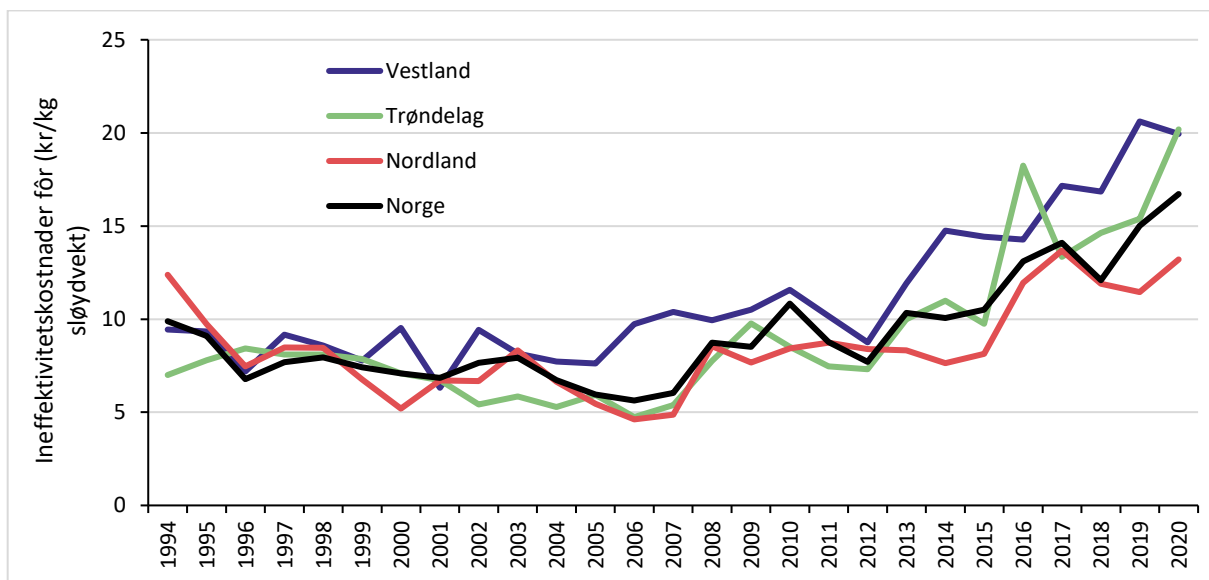
<sup>12</sup> Private kostnader brukes om bedriftens kostnader, mens sosiale kostnader brukes om samfunnets kostnader.

produksjonskostnadene på tvers av geografi blir mer homogene når det justeres for biologiske kostnader. Resultatet viser også at det er behov for mer forskning på dette tema. Det bør imidlertid utvikles mer avanserte metoder som kan redusere målefeil og gi mer presise estimater.

Figur 2 viser utviklingen biologiske kostnader siden 1994. Kostnadene falt frem til midten av 2000-tallet, men har vært på en stigende trend de påfølgende 15 årene. Den samme utviklingen har skjedd i samtlige produksjonsfylker (Figur 3).



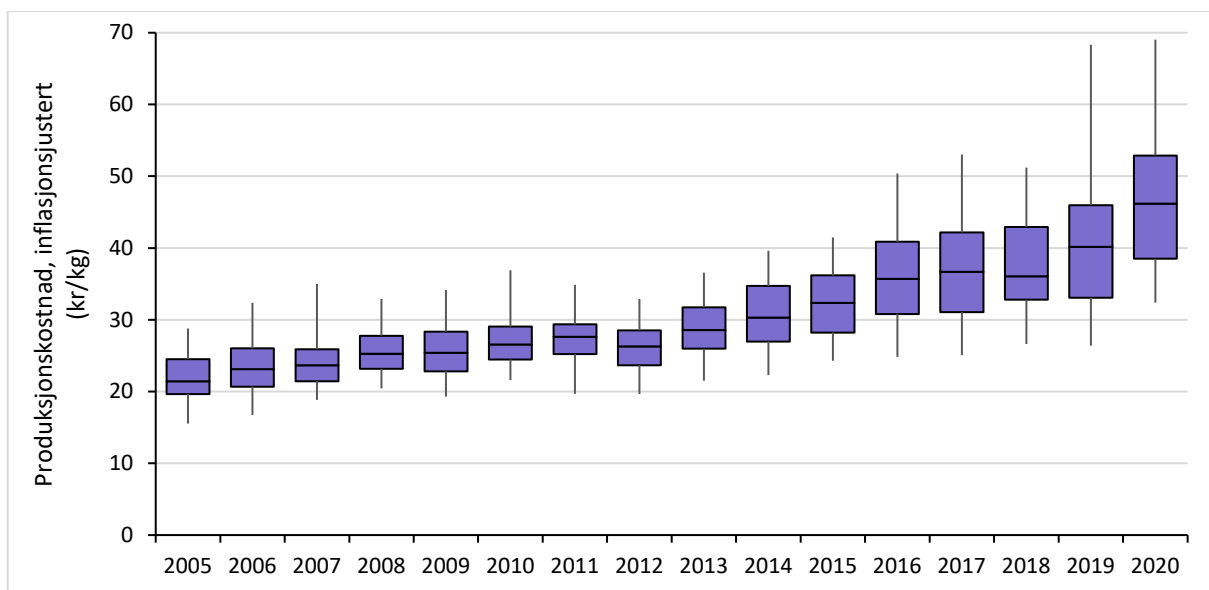
**Figur 2.** «Biologiske» kostnader i faste 2020-kroner per kilo sløydvekt. Utregnet fra ideelle fôrfaktorer på 0,9 (iFCR0.9) og 1,0 (iFCR1.0). Egne beregninger basert på Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse.



**Figur 3.** Regionale forskjeller i «biologiske kostnader» (basert på iFCR0.9). Faste 2020-kroner per kilo sløydvekt. Egne beregninger basert på Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse.

Før 2005 var det små regionale forskjeller i biologiske kostnader, mens etter 2005 har forskjellene økt. Vestland fylke har typisk hatt de høyeste biologikostnadene og Nordland de laveste. Ved å trekke ut biologikostnader får et bedre bilde av utviklingen for de andre kostnadselementene. Resultatene viser at variasjonen i fôrkostnad og andre kostnader mellom oppdrettere i ulike fylker faller dramatisk, og dokumenterer at variasjon i biologisk risiko er en av de største bidragsyterne til regionale forskjeller i produksjonskostnader.

I dag er biologikostnadene en av de aller største kostnadspostene i lakseoppdrett, og siden 2012 har de mer enn doblet seg. I tillegg til en betydelig økning i kostnadsnivået, har det også skjedd en vesentlig økning i *spredningen* i produksjonskostnader (Figur 2). Økte kostnadsforskjeller er spesielt synlig etter 2012 og sammenfaller i tid med økte biologiske kostnader og økning i regionale forskjeller i biologikostnader.



**Figur 4.** Variasjon i produksjonskostnader (kr/sløydvekt). Bokser inneholder 50 % av bedriftene, mens de vertikale linjene inneholder 90 %. Horisontal linje i boksene representerer medianen. Tallene er tatt fra Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelser.

Beregning av biologiske kostnader er derfor viktig av flere grunner. For det første er de et ikke ubetydelig kostnadselement i produksjon av levende dyr. Uten isolering av biologikostnaden vil de andre kostnadene fordeles på produksjonen og overestimere betydningen de andre kostnadselementene som fôr, smolt, kapital, osv. En økt fôrkostnad kan maskere faktorer som egentlig skyldes biologisk risiko. Videre vil biologikostnader gi veterinærmyndigheter nyttig kunnskap som kan brukes til å beregne GBADs for havbruk. For oppdrettere vil det være nyttig informasjon for benchmarking av kostnader mellom anlegg. Ikke minst vil utskilling av biologiske kostnader gi et bedre bilde av hva det koster med oppdrett i åpne merder hvis formålet er å undersøke lønnsomheten til alternativ teknologi. En fôrkostnad basert på produksjon i åpne merder



med hyppige luseinfeksjoner vil ikke være relevant å bruke når en skal beregne lønnsomheten til investeringer i semi-lukkede anlegg uten lus eller offshore havbruksteknologi<sup>13</sup>.

Analysen har også et annet viktig bidrag. Den viser en økt internalisering av negative eksternaliteter. Negative eksternaliteter er et begrep økonomer bruker om kostnader for samfunnet som oppstår som følge av en bedrifts aktiviteter, men som ikke bæres av bedriften selv, og skaper en kile mellom bedriftens og samfunnets kostnader. Forurensning er et slik eksempel. Det typiske lærebokeksemplet er en fabrikk som forurenser og øker kostnadene for andre personer eller bedrifter som følge av forurensningen. Den klassiske lærebokløsningen er da å pålegge bedriftene en miljøavgift som settes lik marginalkostnaden på miljøskaden. Dette vil gjøre at bedriftenes kostnader øker med nivået på kostnaden av miljøskaden i tråd med prinsippet om at *forurenser betaler*. På fagspråket kalles dette en *internalisering* av negative eksternaliteter. De viktigste eksternalitetene i havbruk som lus og sykdommer dekkes imidlertid dårlig av en slik klassisk lærebokdefinisjon<sup>14</sup>. Mens effektene av lakselus og sykdommer fra lakseoppdrett på vill laksefisk er i tråd med den klassiske definisjonen, beskriver den ikke fullt ut kostnadene for samfunnet av lakselus og fiskeesykdommer i oppdrett. Begrepet *romlige* eksternaliteter (*spatial externalities*) er da mer egnet, og beskriver en situasjon hvor bedrifter forurenser hverandre, og kan gi opphav til allmenningens tragedie. I havbruk vil lakselus og sykdommer spres fra anlegg til anlegg. Dette vil øke kostnader for oppdretterne i områder med mye lus og sykdommer, og gi en delvis internalisering av eksternalitetene<sup>15</sup>. Nyere forskning viser at dagens reguleringer forsterker denne effekten<sup>16</sup>. Resultatene fra analysene i denne rapporten viser at samfunnets kostnader fra romlige eksternaliteter er betydelig og i stor grad bæres av oppdretterne selv. Strengere miljø- og fiskehelse-reguleringer, slik som lusegrenser og trafikklyssystemet, har bidratt til en internalisering av samfunnets luse- og sykdomskostnader. Områder med høye lusenivåer (Vestland) har også de høyeste biologiske kostnadene, mens områder med lave lusenivåer (Nordland) har de laveste biologiske kostnadene. Disse funnene vil ha konsekvenser for valg av reguleringer og skattlegging av havbruksnæringen. Hvor effektiv vil f.eks. en miljøavgift på lakselus på oppdrettslaks være når oppdretternes lusekostnader allerede er høye og øker med økt lakselus i et geografisk område? Luseforskriften og trafikklyssystemet gir allerede insentiver til å redusere lus på oppdrettslaks.

Videre vil resultatene gi nyttig informasjon til en optimal utforming av andre skatter, f.eks. en grunnrenteskatt. Hvordan en ressursrenteskatt vil fungere i en næring hvor den ekstraordinære lønnsomheten er skapt av miljøreguleringer, og de viktigste eksternalitetene er delvis internalisert og av betydelig omfang, er faglig lite undersøkt<sup>17</sup>. Miljøkonsekvensene av en ressursrenteskatt i

---

<sup>13</sup> Se også Tveterås m.fl. (2020a; 2020b; 2020c).

<sup>14</sup> Se Asche, F., Eggert, H., Oglend, A., Roheim, C. A., & Smith, M. D. (2022). Aquaculture: Externalities and Policy Options. *Review of Environmental Economics and Policy*, 16(2), 282–305 og Estay, M., & Stranlund, J. K. (2022). Entry, location, and optimal environmental policies. *Resource and Energy Economics*, 70, 101326.

<sup>15</sup> Se Estay, M., & Stranlund, J. K. (2022). Entry, location, and optimal environmental policies. *Resource and Energy Economics*, 70, 101326.

<sup>16</sup> Se Oglend og Soino (2020).

<sup>17</sup> Oglend og Soino (2020) er et unntak.

havbruk er heller ikke utredet<sup>18</sup>. Oppdretternes direkte og indirekte kostnader knyttet til lus, sykdom og rømming vil være fradragberettiget i en overskuddsbasert eller kontantstrømbasert grunnrenteskatt. Det innebærer at samfunnet tar en andel av slike kostnader likt nivået på skattesatsen. En marginalsattesats på 78 prosent betyr at samfunnet tar tilsvarende andel av de biologiske kostnadene, med andre ord vil staten dekke 78 prosent av de biologiske kostnadene. Andre former for grunnrentebeskatning, f.eks. en royalty, vil ikke ha denne effekten. Hvis samfunnet ønsker å vri investeringer og aktiviteter i retning mer effektiv ressursbruk vil vridende skatter være mer relevante (f.eks. miljøavgifter, subsidier osv.). En vanlig kritikk mot nøytrale skatter er at de ikke vil gi mer effektiv ressursbruk. Det er nettopp det som er hensikten til nøytrale skatter, de skal ikke påvirke bedriftens beslutninger. Avgifter på produksjon, MTB eller antall utsatt smolt kan alle gi mulige vridningsinsentiver i retning mer effektiv ressursbruk, i tråd med intensjonene til et godt skattesystem<sup>19</sup>. Samtidig vil de også være en kilde til skatteproveny.

## Takk

Arbeidet i denne rapporten ble motivert av et spørsmål fra journalist Bent Are Jensen i Intrafish som lurte på hva fiskesykdommer koster. Det fantes en del studier på lus, men få akademiske studier på de økonomiske konsekvensene av fiskesykdommer.

Denne rapporten er finansiert av Norges Forskningsrådsprosjektet nr. 320612 «A unified framework for regulation of multi-technology salmon aquaculture (MULTITECH)» og drar også nytte av finansiering fra prosjektet «Global Burden of Animal Diseases. GBADs programme» og Handelshøgskolen ved UiS (forskningstermin).

Forfatteren ønsker å takke Svein Angell, Edgar Brun, Merete Fauske, Ole Folkedal, Aslak Forus, Bjarne Hatlen, Tord Ludvigsen, Frode Oppedal, Endre Seter, Ragnar Tveterås, Paul Steinar Valle, Cecilie Walde, Håvard Walle, og andre for hjelp og nyttig informasjon.

---

<sup>18</sup> NOU 2019:18 «Skattlegging av havbruk» utredet ikke miljøkonsekvensene av en grunnrenteskatt selv om det var del av mandatet, men la til grunn at dagens miljøreguleringer er tilstrekkelige (se side 26–27, kapittel 2.3). Nyere forskning tyder imidlertid på at miljøreguleringene forsterker miljøutfordringene i havbruk.

<sup>19</sup> En viktig ambisjon for et godt skattesystem er at det «bør bidra til, eller i minst mulig grad stå i veien for, en effektiv ressursbruk» (NOU 2000:18 «Skattlegging av petroleumsvirksomhet», side 28). Skatter som vrir i retning mer effektiv ressursbruk er foretrukket fremfor nøytrale skatter.

## Innhold

Sammendrag .....	2
1. Introduksjon .....	11
1.1. Lønnsomheten i havbruk er svært syklisk .....	16
1.1.1. Lønnsomhet og grunnrente .....	17
1.2. Tema for denne rapporten .....	19
2. Hva inngår i oppdretternes produksjonskostnader? .....	21
2.1. Sammensetning av produksjonskostnadene .....	21
2.2. Sammensetning av fôrkostnaden .....	26
2.3. Priser på fôringredienser .....	27
2.4. Valutaeffekter .....	28
2.5. Fôrfaktor .....	30
3. Hva koster biologisk risiko? .....	32
3.1. Fôrfaktor er et mål på ineffektivitet .....	32
3.2. Fôrfaktor som mål på biologisk kostnader .....	33
3.3. Utvikling over tid .....	37
3.4. Sammensetning av produksjonskostnaden justert for biologisk risiko .....	38
3.5. Regionale forskjeller .....	39
3.6. Store vs små selskaper .....	43
4. Årsaker til økte biologiske kostnader .....	45
5. Konklusjon .....	56
6. Referanser .....	58
7. Vedlegg: Historisk utvikling i reguleringer og viktige hendelser .....	65

## 1. Introduksjon

Fiskeridirektoratet har gjennomført lønnsomhetsundersøkelser for matfiskoppdrett av laks og ørret siden 1982. Beregningsmåten for produksjonskostnader og lønnsomhet har endret seg underveis og kan påvirke sammenlignbarheten over tid. For eksempel ble det fra og med 2009-tallene brukt bedriftsøkonomiske beregningsmetoder, mot et samfunnsøkonomisk perspektiv i perioden 1982-2008. I de første årene på 1980-tallet endret metoden seg noe, og Fiskeridirektoratets offisielle tidsserie går derfor fra 1986, ikke 1982. Ulike beregningsmetoder kan føre til endringer i både produksjonskostnader og lønnsomhet<sup>20</sup>.

I tillegg til gjennomsnittstall for produksjonskostnader og lønnsomhet, offentliggjør direktoratet informasjon om sammensetning av produksjonskostnader, oppnådde lakse- og ørretpriser for oppdretter, fôrpriser, fôrfaktor, samt forskjeller i produksjonskostnader og lønnsomhet for ulike fylker og størrelsesgrupper av selskaper. Ikke minst inneholder datasettet anonymiserte spredningstabeller for produksjonskostnad, driftsmargin og fôrfaktor, som gir nyttig informasjon om variasjoner i disse variablene. Årsaken til at spredningstabellene er tatt med kan en lese i Lønnsomhetsundersøkelsen fra 1984 (Fiskeridirektoratet, 1984):

*«Noe av det som virker typisk for oppdrettsnæringen, og som også har vist seg gjennom samtlige lønnsomhetsundersøkelser som Fiskeridirektoratet har foretatt, er den store spredningen i driftsresultater. Forklaringen er naturlig nok den usikkerhet som preger driften av et fiskeoppdrettsanlegg. Anleggene driver i et naturlig miljø som ikke lar seg kontrollere hundre prosent. Hendelser de siste årene har vist at det er et godt stykke igjen til en har full kunnskap om dette miljøet. Sykdom, uvær, skade fra forskjellige organismer er stikkord som kan forklare hvordan et godt resultat i løpet av uhyre kort tid kan snus til et negativt. Når en leser tabellene bør derfor ha i tankene at det i materialet er en meget stor spredning.»*

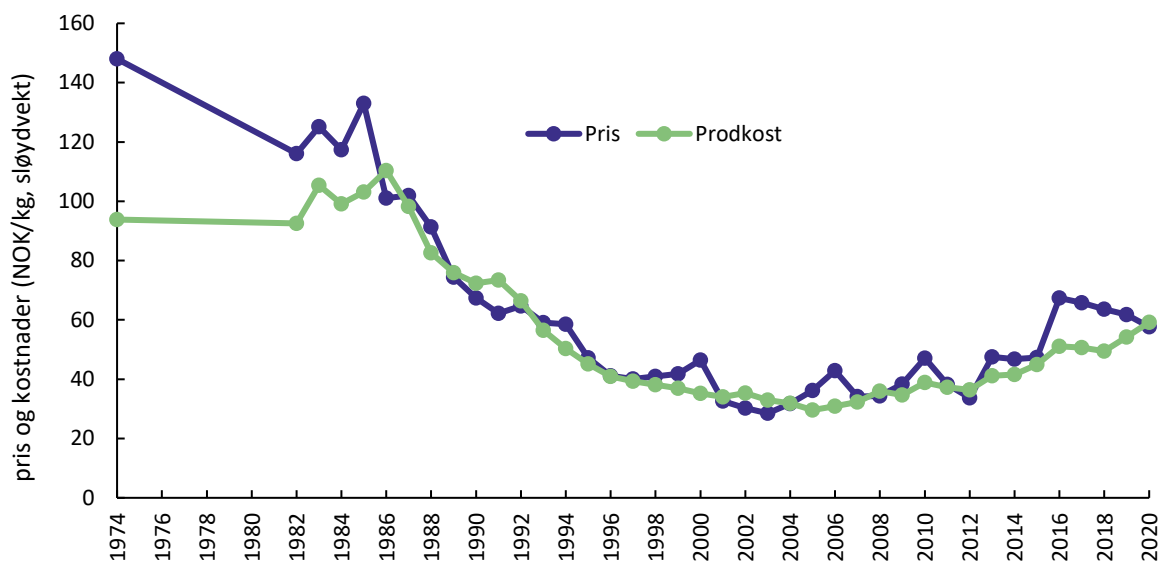
Sitatet over kunne likegodt ha blitt skrevet i 2022. Analyser av kostnader og lønnsomhet i havbruk bør derfor også inneholde analyser av spredningen i variablene på tvers av selskaper og regioner, hvis en skal få et fullgodt inntrykk av utviklingen. Dette vil bli omhandlet senere i rapporten.

Figuren under viser utviklingen i gjennomsnittlig produksjonskostnad 1974–2020 (Figur 1). Pris- og kostnadsutvikling har gått gjennom minst 3 faser. I den første, mellom 1970 og midten av 1980-tallet, lå både kostnader og priser på et historisk høyt nivå målt i reelle kroner. Mellom midten av 1980-tallet til ca. 2005 falt både priser og kostnader. I de siste 15 årene i figuren har kostnadene vært på en oppadgående trend, og prisen har svingt rundt kostnadene<sup>21</sup>. Nedenfor vil rapporten gå mer i detalj på de tre fasene.

---

<sup>20</sup> Se f.eks. Lønnsomhetsundersøkelsen for 2009, side 13 for eksempler på hvordan dette kan slå ut (Fiskeridirektoratet, 2009).

<sup>21</sup> Se også Asche og Oglend (2016).



**Figur 3.** Salgspris og produksjonskostnad 1976-2020 (sløydvekt). Tallene er basert på Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse, og inkluderer slakte- og pakkekostnader. I tillegg er det lagt til en kapitalkostnad lik et avkastningskrav på 8 prosent multiplisert med bokført totalkapital. Prisene er oppnådd pris for oppdretter. Alle verdier er omgjort til faste 2022 kroner. Kilder: Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse (1982–2020) og NOU 1977:39 (1974).

### Etableringsfasen 1970–1985

Det kommersielle gjennombruddet for lakseoppdrett i Norge kom på begynnelsen av 1970-tallet. De åttekantede Grøntvedtmerdene gjorde det mulig å produsere laks og ørret i sjø. Merdene besto av flytekrager laget av tre, isopor og bildekk, og en not. Grøntvedtbrødrenes suksesshistorie spredte seg raskt langs kysten, og antall oppdrettere økte i antall. Teknologien for å drive oppdrett varierte mye i starten. I begynnelsen ble det også brukt stengte poller. I tillegg til Grøntvedtmerden ble det også brukt andre varianter av flytemerder. Den første plastmerden kom i 1974, produsert av Polarcirkel (i dag del av AKVA). På 80-tallet ble også stålanlegg populært. Myndighetene klarte ikke å bestemme seg for hvor stor et oppdrettsanlegg skulle være og endret konsesjonsvolumene både opp og ned i den første perioden.

Perioden var kjennetegnet med betydelige sykdomsutfordringer (bakterisykdommene Vibriose og kaldtvannsvibriose/Hitra-syke) som ble behandlet med antibiotika, som igjen førte til en kraftig økning i antibiotikabruk i perioden. Lokaltetene var mer skjermet og grunnere enn i dag, og fôrspill og fekalier hopet seg opp under merdene, og kunne føre til problemer både for oppdrettsfisken og bunnfauna.

Det finnes lite informasjon om produksjonskostnader fra det første tiåret. I NOU'en til Lysø-utvalget er det gjennomført en analyse av lønnsomheten i datidens oppdrettsanlegg<sup>22</sup> basert på tall fra 1974

<sup>22</sup> Analysen var gjennomført av Leidulf Berge ved Fiskeriøkonomisk institutt, NHH. Data ble innhentet fra Fiskeridirektoratets spørreskjema for fiskeoppdrett i 1974 i tillegg til supplerende informasjon fra oppdretter, totalt 53 anlegg.

(NOU 1977:39). Først i 1982 begynte Fiskeridirektoratet og publisere lønnsomhetsundersøkelser for matfiskanlegg.

### Produktivitetsveksten 1985–2005

I perioden fra 1980-tallet til midten av 2000-tallet falt produksjonskostnadene. Denne utviklingen var drevet av en sterk produktivitetsvekst, innovasjoner og skalaeffekter (Tveterås, 1999; Asche m.fl., 2013a; 2013b; Aferweki m.fl., 2022). Konesjonsrundene på slutten av 80-tallet brakte med seg økt tillatt merdvolum, antall selskaper, økt smoltutsett, økt bruk av tørrfôr.

Liberalisering av reglene for settefiskkonsesjoner i 1985 ga vekst i nyetableringer av smoltproduksjon. Kombinert med flere matfiskkonsesjoner i siste halvdel av 1980-tallet økte produksjonen av laks betydelig, noe som skulle få negative konsekvenser for oppdrettsnæringen, effekter som varte i flere tiår etterpå. Produksjonsøkningen ga eksportvekst, som igjen førte til et betydelig prisfall som resulterte i dumpinganklager fra konkurrerende oppdrettere i eksportlandene. Spesielt irske, skotske og nordamerikanske oppdrettere var aktive. I USA ble det i 1991 innført en straffetoll på 27 %, som varte i 20 år. I EU ble det over en 20–25 års periode fremmet gjentatte anklager mot norske oppdrettere, som førte til en omfattende og langvarig handelskonflikt med EU.

I 1991 ble eierskapsbegrensningene for matfiskkonsesjoner liberalisert<sup>23</sup>, og resultatet ble en omfattende konsolidering av næringen hvor omtrent 2/3 av selskapene ble kjøpt opp og innlemmet inn i stadig større selskaper, noe som ga muligheter for stordriftsfordeler. Som følge av den kraftige produksjonsøkningen på 80-tallet og handelsproblemene i EU/USA ble det i 1989 innført et stopp i nye konsesjonsrunder. Først i 2002 ble det lyst ut nye tillatelser. Til tross for konsesjonsstoppet på 90-tallet, fortsatte produktivitetsforbedringene som av nye vaksiner mot bakteriesykdommene vibriose, kaldtvannsvibriose og furunkulose, bruk av større og mer robuste merder og bruk av mer eksponerte lokaliteter. Den årlige produksjonen av laks og ørret økte med ca. 33.000 tonn (~11 %) mellom 1990 (start på konsesjonsstopp) og 2002 (slutt på konsesjonsstopp), totalt nesten 400.000 tonn. Synkende priser førte til at laks ble tilgjengelige for nye kundegrupper (Asche og Bjørndal, 2011) som ga en sterk, men varierende, etterspørselsvekst. De lave prisene på begynnelsen av 1990- og 2000- resulterte i to omfattende konkursbølger, som styrket konsolideringstakten (Asche m.fl., 2013; Misund, 2017; Zhang og Tveterås, 2022).

### Kostnadsvekstperioden 2005–2020

På midten av 2000-tallet falt produktivitetsveksten og bremsset fallet i produksjonskostnader (Vassdal og Holst, 2011; Asche et al., 2013a; 2013b). Siden kostnadsbunnen ble nådd i 2005 har produksjonskostnadene vært på en stigende trend. Mellom bunnen i 2005 og 2020 har den gjennomsnittlige produksjonskostnaden økt med 102 prosent i reelle kroner, og ca. 63 prosent siden 2012 da MTB-grensene ble nådd. Det tilsvarer en kostnadsøkning på 6,3 prosent per år (8,7 prosent i nominelle termer). Mellom 2005 og 2020 økte prisene med 19,65 kroner (kr/kg sløydvekt, faste

---

<sup>23</sup> Settefiskproduksjonen ble liberalisert allerede på 1980-tallet, og førte til en kraftig økning i smoltproduksjon, som igjen også ble brukt som argument for å øke antall matfisktillatelser.

2020-kroner), mens kostnadene økte med 18,08 kr/kg, slik at driftsmarginen i 2020 var lavere enn femten år tidligere.

Perioden etter 2005 er preget av innstramninger av reguleringer. I 2005 ble størrelsen på akvakulturtillatelse endret fra å være bestemt av maksimalt vannvolum og fôrvoter til maksimal tillatt biomasse (MTB). Samtidig ble det etablert MTB-grenser på ulike nivå; lokalitet, selskap og «konsern». En standardtillatelse var på 780 tonn MTB i de fleste fylker og 945 tonn MTB i Troms og Finnmark. I ettertid har MTB-systemet blitt endret flere ganger<sup>24</sup>, f.eks. midlertidige ordninger som Bremnesmodellen, MTB-oppjustering etter Kriminvasjonen i 2015, og 5 % økning i MTB for oppdrettere i Troms og Finnmark i 2011 og hele landet i 2015 med ekstra lav lusegrense. I 2017 kom et mer permanent, systematisk og forutsigbart system for produksjonsvekst. Trafikklyssystemet (TLS) deler kysten i 13 produksjonsområder, som fargelegges rødt, gult eller grønt etter nivået på miljøeffekter<sup>25</sup>. TLS var ment å være modulbasert, hvor nye miljøindikatorer skulle bli introdusert suksessivt. I dag er det kun lakselusindusert dødelighet på utvandrende smolt av vill Atlantisk laks som er brukt som miljøindikatorer. Vurderinger i TLS gjøres annethvert år, og bestemmer om oppdrettere i produksjonsområdene får lov øke MTB med 6 % (grønn) eller får et MTB-nedtrekk på 6 % (røde områder). Det er ingen justeringer i gule områder. Hittil er det foretatt 3 oppjusteringer i grønne områder og 2 runder med nedtrekk i røde områder. Diverse *ad hoc* justeringer og TLS har gjort at det i dag ikke lenger finnes en standardstørrelse på akvakulturtillatelse.

MTB-systemet er ikke den eneste måten næringen reguleres på. Det finnes et stort antall lover, forskrifter og andre former for reguleringer av havbruksvirksomhet (Solås m.fl., 2015; Robertsen m.fl., 2016; Osmundsen m.fl., 2017). Det er gjort endringer (innskjerping) i eksisterende regelverk og innført en rekke nye reguleringer over tid (se Vedlegg 1). Innstramninger av reguleringene har i de siste 15–20 årene i økende grad blitt motivert ut fra miljø- og fiskehelsehensyn (Osmundsen m.fl., 2017; Greaker m.fl., 2020; Osmundsen m.fl., 2020; Larsen og Vormedal; 2021; Osmundsen m.fl., 2022;), også i utlandet (Anderson m.fl., 2019). Eksempler på miljø- og fiskehelsejusteringer som har blitt strammet inn er:

1. **Lusenivå.** Luseforskriften regulerer tillatt antall modne hunnslus per oppdrettslaks. Reguleringen er innført av hensyn til spredning til lakselus fra oppdrett til vill laksefisk. Luseforskriften ble først innført i 1998, men senere endret en rekke ganger (se Figur 5 og Vedlegg 1). De første forskriftene satte lusegrensen til 2 kjønnsmodne hunnslus om våren og 5 resten av året. Antall lakselus skulle telles hver andre til fjerde uke, og med obligatorisk avlusning kun hvis lusegrensene ble overskredet. Etter hvert kom krav om hyppigere målinger, lavere lusegrenser, og endring i når avlusning skal skje (fra krav om obligatorisk avlusning *etter* lusegrensen er nådd til *før* lusegrenser er nådd<sup>26</sup>). I tillegg er det ekstra strenge lusekrav for grønne tillatelse og for å kunne å komme inn under unntaksbestemmelser i trafikklyssystemet. Under gjeldende regler (2013-forskrift) så er det tillatt med maksimalt 0,5 modne hunnslus per oppdrettslaks med unntak av en 6-ukers

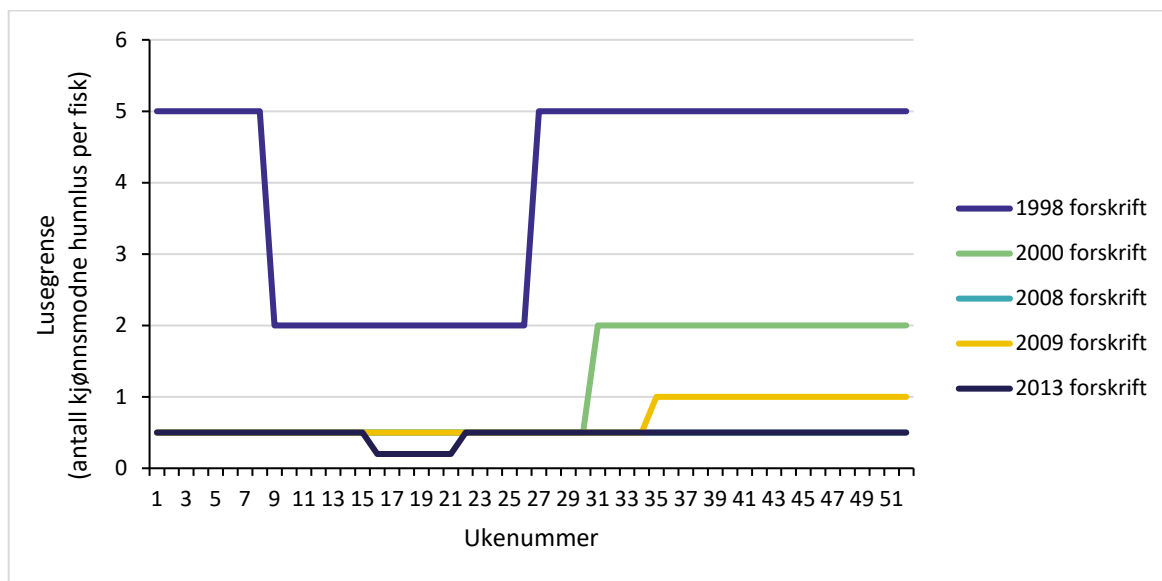
---

<sup>24</sup> Se artikkel av Bjørn Hersoug (Hersoug, 2021; 2022), Tveterås m.fl. (2020) og Robertsen m.fl. (2020a, 2020b) for mer informasjon reguleringer og om endringene i konsesjonsregimet over tid.

<sup>25</sup> <https://www.hi.no/hi/nyheter/2020/februar/trafikklyss>

<sup>26</sup> Den siste endringen ble innført i 2013.

periode om våren når grensen er 0,2 (i perioden da smolt av villaks vandrer ut fra elver til havet).



**Figur 5.** Lusegrenser over tid for Sør-Norge. Kilde: Lovdata.

2. **Avstandskrav mellom lokaliteter.** Krav til minsteavstand mellom lokaliteter er innført av hensyn til smittespredning/biosikkerhet. Kravene er ikke nedfelt i egne forskrifter, men i en av Mattilsynets veiledere<sup>27</sup>, og setter grenser for hvor nærme lokaliteter kan være hverandre. Avstandskravene har blitt strengere over tid. På 1970- og 1980-tallet ble det praktisert et avstandskrav på 200 meter, senere økt til 500 og 1000m i siste halvdel av 1980-tallet. I dag er kravene 2,5 og 5 kilometers avstand mellom lokaliteter avhengig av størrelse. Det er også innført avstandskrav til slakterier og til nasjonale laksefjorder (se også vedlegg).
3. **Teknisk standard.** NYTEK-forskriften<sup>28</sup> regulerer teknisk standard av anlegg og er motivert av rømningsforebygging. Forskriften ble først innført i 2003, og har senere blitt endret i 2012 (NYTEK12) og 2023 (NYTEK23)<sup>29</sup>.
4. **Maksimal tillatt biomasse (MTB).** MTB-systemet ble innført i 2005 og erstattet reguleringer som begrenset størrelsen på tillatelser ut fra vannvolum og fôrkvoter. I tyveårsperioden etter frisleppet av settefiskproduksjon på midten av 80-tallet ble norsk oppdrettsnæring gjentatte ganger klaget inn til amerikanske og europeisk konkurransemyndigheter (antidumpinganklager). Tillatelsesreguleringene i perioden (inkludert MTB-systemet) var derfor i hovedsak motivert ut fra et mål om å unngå

<sup>27</sup> Mattilsynets veileder «Etableringsøknader – saksbehandling i tilsynet»: [Etableringsøknader - saksbehandling i tilsynet \(mattilsynet.no\)](https://mattilsynet.no/etableringsoknader-saksbehandling-i-tilsynet).

<sup>28</sup> Forskrift om krav til teknisk standard for anlegg som nyttes i oppdrettsvirksomhet/akvakultur.

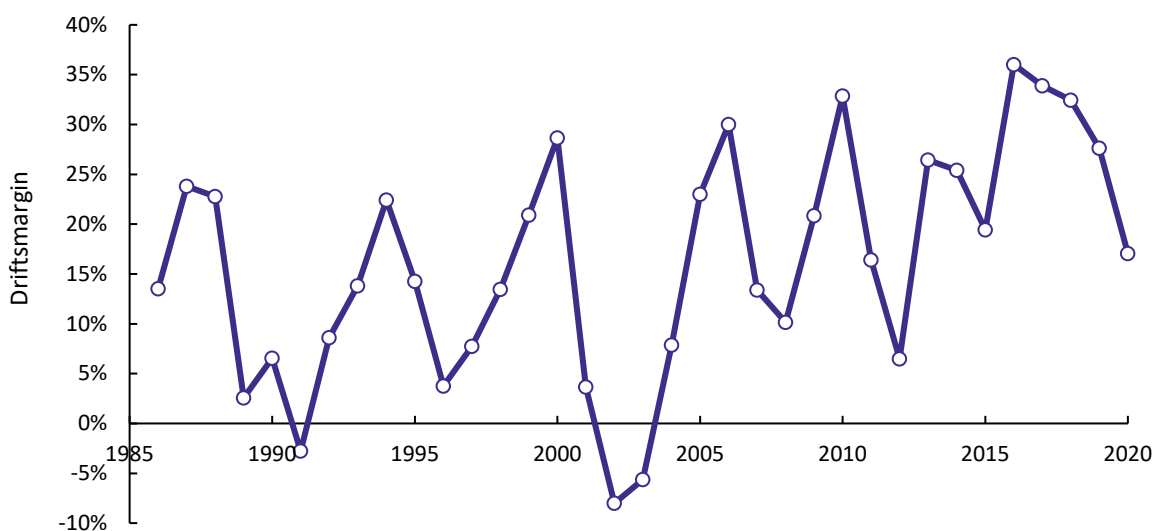
<sup>29</sup> Forskrift om krav til teknisk standard for akvakulturanlegg for fisk i sjø, innsjø og vassdrag <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2022-08-22-1484>.



overproduksjon (markedshensyn). Etter hvert har miljø blitt et stadig viktigere reguleringshensyn (miljø- og fiskehelsehensyn). For å ivareta skiftende hensyn har MTB-systemet blitt endret i ulike midlertidige og permanente versjoner, slik som ekstra lave lusekrav from enkelte grønne tillatelser og for å komme inn under unntaksbestemmelser i trafikklyssystemet. Trafikklyssystemet er basert på MTB-systemet, men regulerer endringer i MTB opp eller ned ut fra estimert luseindusert dødelighet av utvandrende postsmolt av vill Atlantisk laks. Det at myndighetene av miljøhensyn er tilbakeholdne med ny kapasitet og nye lokaliteter vil også være en indirekte form for miljøregulering.

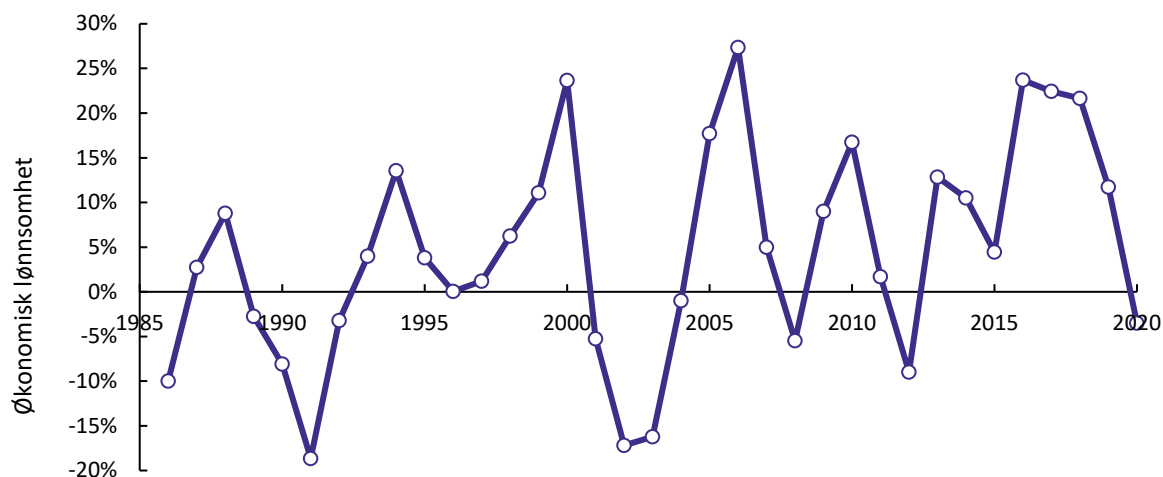
## 1.1. Lønnsomheten i havbruk er svært syklisk

Lønnsomheten i havbruksnæringen er syklisk, i likhet med det som er vanlig i andre råvareindustrier (Figur 6). Driftsmarginen har variert mellom -10 og +35 prosent i snitt, men over tid steget.



**Figur 6.** Gjennomsnittlig driftsmargin 1986–2020. Kilde: Fiskeridirektoratet.

Driftsmarginen gir imidlertid ikke et fullstendig bilde av lønnsomheten til havbrukssektoren. Et viktig kostnadselement er utelatt, nemlig kapitalkostnadene. Økonomisk lønnsomhet (*economic profit*) er et begrep som også tar med kapitalkostnadene (pris på alternativ bruk av kapitalen som er investert i bedriftene). Populære rentabilitetsmål som egenkapitalrentabilitet (*return on equity*) tar med finanskostnader, men utelater egenkapitalkostnaden, og hverken lønnsomhetsmarginer eller rentabiliteter er fullgode mål på lønnsomhet. Figur 7 viser økonomisk lønnsomhet i prosent av omsetning, og her er kapitalkostnadene trukket fra. Økonomisk profitt som prosent av omsetning har variert mellom -20 % og +25 %. I 2020 gikk næringen som helhet med et økonomisk underskudd. De siste 2 årene har lønnsomheten steget igjen, og fremover er det ingen grunn til å tro at lønnsomheten ikke vil fortsette å svinge fra år til år.



**Figur 7.** Økonomisk lønnsomhet (prosent av omsetning) 1986–2020. Kilde: Fiskeridirektoratet.

### 1.1.1. Lønnsomhet og grunnrente

Siden 2005 har gjennomsnittlig lønnsomhetsmargin vært høyere enn i perioden før 2005 og gitt en ekstraordinær lønnsomhet som i perioder har vært høy. De store overskuddene, i tillegg til økte markedspriser på akvakulturtillatelse, er indikasjoner på at det finnes en økonomisk rente<sup>30</sup> i havbruk (se også NOU 2019:18; Misund m.fl., 2020; Misund og Tveterås, 2020)<sup>31</sup>.

Det finnes ulike lønnsomhetsbegreper i økonomifaget, slik som økonomisk profitt, regnskapsmessig overskudd, produsentoverskudd og økonomiske renter (se Arnason og Bjørndal, 2020). En økonomisk rente kan forenklet defineres som et ekstraordinært overskudd som skyldes en eller annen form for knapphet, f.eks. knapphet på innsatsfaktorer som tillatelse, lokaliteter osv. Ekstraordinært overskudd (også kalt ekstraordinær avkastning, renprofitt eller superprofitt) er overskudd ut over en normalavkastning. Normalavkastning er i prinsippet det samme som summen av drifts- og kapitalkostnader (inkludert egenkapitalkostnader).

I en teoretisk forenklet modell kan all ekstraordinær lønnsomhet tilskrives en enkelt innsatsfaktor som er knapp, og hvis den knappe faktoren er en naturressurs så kan det ekstraordinære overskuddet kalles en ressursrente. Imidlertid vil lønnsomheten i havbruk være en funksjon av pris samt en rekke innsatsfaktorer, hvor noen av disse kan være knappe på kortere eller lengre sikt (se Arnason og Bjørndal, 2020), og gi opphav til ulike former for økonomiske renter.

<sup>30</sup> I norsk sammenheng brukes ofte begrepet grunnrente om den ekstraordinære lønnsomheten, men begrepet økonomisk rente er mer presist og det som benyttes i moderne engelsk faglitteratur. Økonomisk rente er et paraplybegrep og det er imidlertid ulike meninger blant fagøkonomer om den økonomiske renten er en ressursrente (Greaker og Lindholt, 2022) eller en reguleringsrente (Asche m.fl., 2020; Arnason og Bjørndal, 2020; Misund m.fl., 2019c; Oglend og Soini, 2020; Misund og Tveterås, 2020a; 2020b).

<sup>31</sup> For mer informasjon om priser, lønnsomhet, verdier og volatilitet se Asche og Misund (2016), Asche, Misund og Oglend (2016a; 2016b; 2016c; 2018; 2019), Misund (2016; 2018a; 2018b), Misund m.fl. (2018), og Misund og Nygård (2018).

Hvis det er naturen som bestemmer knappheten, så kan det ekstraordinære overskuddet kalles en ressursrente. I havbruk kan en knapphet på lokaliteter gi en ressursrente i den grad det er naturen som bestemmer knappheten. Men hvis det er myndighetene som setter begrensningene, så er det snakk om en reguleringsrente<sup>32</sup>, ikke ressursrente. I de fleste produksjonsland har strengere miljøreguleringer ført til svakere produksjonsvekst de siste 10–15 årene. I Norge har myndighetene i lang tid vært tilbakeholdne med å tildele nye tillatelser, og de siste 10 årene er kapasitetsjusteringer direkte knyttet til miljøindikatorer. I tillegg bestemmes knappheten på lokaliteter i hovedsak av minsteavstandskrav. På 1980-tallet kunne oppdrettsanlegg plasseres med minsteavstander på 200 meter, mens i dag er avstandskravene 5 km.

Ekstraordinært overskudd kan også skyldes kostnadsforskjeller mellom selskaper. Vi kaller dette inframarginal rente, som er et samlebegrep for ulike renter som skyldes kostnadsforskjeller. Det kan være ulike årsaker bak kostnadsforskjellene. Hvis noen selskaper er mer effektive og dyktige enn andre selskaper, kan dette gi opphav til en dyktighetsrente (evt. investerings- eller entreprenørrente), også kalt skipper rent i fiskeriøkonomilitteraturen. Hvis noen lokaliteter er bedre og mer produktive enn andre, kan dette gi opphav til en differensial rente i form av en ressursrente.

Noen renter kan være midlertidige, og kalles kvasirenter. Økonomisk rente er derfor et samlebegrep for tre typer renter;

1. Knapphetsrenter (ressurs-, reguleringsrenter, osv)
2. Inframarginale renter (dyktighetsrente osv.)
3. Kvasirenter (midlertidige)

Hva som ligger i det norske begrepet grunnrente er ofte uklart og vil ha varierende definisjoner. I følge Store norske leksikon og i Greker og Lindholt (2022) er grunnrente satt lik ressursrente<sup>33</sup>. I den offentlige debatt synes det som om de fleste også bruker tilsvarende definisjon av grunnrente, dvs. en meravkastning knyttet til utnyttelse av naturressurser. I NOU 2019:18 derimot brukes grunnrente om renprofitt, det vil si alt ekstraordinært overskudd. Flere forskere (f.eks. Arnason og Bjørndal, 2020; Misund m.fl. 2020; Misund og Tveterås, 2022) er kritisk til en slik definisjon, som også avviker fra definisjonen i SNL og den vanlige oppfatningen av begrepet.

Ekstraordinært overskudd i havbruk vil inneholde flere former for renter, både knapphets-, inframarginale og kvasirenter. I praksis blir det derfor en svært utfordrende oppgave forsøke å identifisere og isolere en bestemt form for rente, for så å skattlegge denne separat. Å tilskrive alt ekstraordinært overskudd til kun en ressursrente/grunnrente er ikke faglig korrekt (se Arnason og Bjørndal, 2020; Misund og Tveterås, 2020), og i praksis blir overskuddsbaserte eller kontantstrømbasert grunnrenteskatter, særskatter.

Nyere økonomisk litteratur peker på at den ekstraordinær profitten i havbruk i hovedsak skyldes strengere miljø- og fiskehelsereguleringer i Norge og andre produksjonsland (Arnason og Bjørndal, 2020; Misund og Tveterås, 2020; Oglend og Soini, 2020; Asche m.fl., 2022b; Estay og Stranlund, 2022; Afeweki m.fl. 2022). Forfatterne omtaler det ekstraordinære overskuddet som en

---

<sup>32</sup> Enkelte økonomer omtaler denne reguleringsrenten som en konsesjonsrente.

<sup>33</sup> <https://snl.no/grunnrente>

reguleringsrente (*regulation rent* eller *policy rent*), ikke en ressursrente. Når det er miljøreguleringene som gir opphav til en økonomisk rente, er det ikke åpenbart at den skal skattlegges på samme måte som en ressursrente (se f.eks. Oglend og Soini, 2020).

## 1.2. Tema for denne rapporten

Denne rapporten vil ikke dekke alle aspekter ved produksjonskostnadene og utviklingen over tid, men fokusere på biologiske kostnader da det finnes begrenset kunnskap om disse. For mer informasjon om andre kostnadsdrivere vises det til Nofima og Kontali sine analyser<sup>34</sup>:

Sluttrapporten til Iversen m.fl (2019) oppsummerer en rekke studier om kostnadsutviklingen i norsk lakseoppdrett gjennomført av Nofima og Kontali. Forskerne har tematisk sett på Norge vs. konkurrentland (Iversen m.fl., 2019b; 2020), smoltkostnader og kapital (Iversen m.fl., 2018), og fôr og lusekostnader (Iversen m.fl., 2017)<sup>35</sup>. Iversen m.fl. (2019) konkluderer med at det er fôrkostnadene som har stått for den største kostnadsøkningen i kroner, drevet av økte fôrpriser og fôrfaktor. De finner også at smoltkostnader og avskrivninger har økt mye de siste 10 årene. Smoltkostnadsøkningen er drevet av en overgang til større smolt og investeringer i RAS-anlegg, mens de økte avskrivningene skyldes økt kapitalintensitet i næringen, noe som også er dokumentert av Blomgren m.fl. (2019).

Iversen m.fl. (2019) peker også på kostnadsposten «andre driftskostnader» som det siste tiåret har økt mye. En viktig årsak er at en del av driftsoperasjonene som tidligere selv var gjort av oppdrettsselskapene er blitt outsourcet til spesialiserte selskaper, slik som brønnbåtselskaper. I tillegg har lusekostnadene økt betydelig. Nofima og Kontali har regnet ut at de direkte lusekostnadene kostet næringen rundt 5 milliarder per år. De direkte kostnadene består av utstyr som luseskjørt, sulting, dødelighet ved behandling, renseskjold, lusebehandling, legemidler og luseoperasjoner. De indirekte kostnadene kommer i tillegg, men veldig få studier har sett på dette (se f.eks. Abolofia m.fl., 2017 og Asche m.fl., 2022). I 2011 kostet lakselus ca. 4 milliarder kroner tilsvarende 9 prosent av salgsinntektene (Abolofia m.fl., 2017). Biomassetapet var på ca. 3,62–16,55 %. En nyere upublisert studie med samme metodikk finner at kostnadene har økt til 14 prosent av omsetningen, tilsvarende en kostnad på 12 milliarder kroner per år gitt de seneste års produksjon og laksepriser. I tillegg kommer kostnader fra sykdomsutbrudd. Det finnes imidlertid kun ett kjent estimat på sykdomskostnader (Vedeler, 2017). Han fant at de største virusykdommene kostet næringen 4,2 milliarder i 2015. Som nevnt er det vanskelig å skille de rene sykdomskostnadene fra lusekostnadene, noe som vanskeliggjør en ren summering av estimatene på luse- og sykdomskostnader. I tillegg inneholder også estimatene til Iversen m.fl. (2017; 2019a) sulting og direkte dødelighet, faktorer som også vil være med i estimatene på indirekte lusekostnader. Felles for disse studiene er at de gjør en «bottom-up» analyse. Denne rapporten bruker en annen tilnærming, og gir et aggregert estimat på de biologiske kostnadene knyttet til lus,

---

<sup>34</sup> Se <https://www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/901115/> og <https://www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/901335/>.

<sup>35</sup> Se også Iversen m.fl. (2015).

sykdom, stress osv.<sup>36</sup>. Ulempen med metoden er at det ikke er mulig å skille mellom luse- og sykdomskostnader, men som nevnt er dette uansett svært vanskelig å få til i praksis.

---

<sup>36</sup> En lignende analyse er gjennomført av Geir Inge Rødseth i Stingray (Rødseth, 2016): <https://www.linkedin.com/pulse/behandling-mot-lakselus-kan-ha-kostet-7-8-milliarder-kroner-r%C3%B8dseth/?originalSubdomain=no>. Han trekker også inn tapt overskudd og finner en total kostnad på 7–8 milliarder kroner for 2015.

## 2. Hva inngår i oppdretternes produksjonskostnader?

### 2.1. Sammensetning av produksjonskostnadene

Analysene i denne rapporten tar utgangspunkt i Fiskeridirektoratets årlige lønnsomhetsundersøkelser for matfisk. Fiskeridirektoratet har i sine årlige analyser samlet inn informasjon om de ulike komponentene som inngår i de totale produksjonskostnadene, som fôr, lønn, smolt, osv. Til og med 2008 inkluderte kostnadsberegningene også egenkapitalkostnader, men med omleggingen til bedriftsøkonomisk perspektiv ble disse ikke lenger tatt med. Kapitalkostnaden forteller noe om alternativkostnaden til kapitalen, og er derfor et viktig kostnadselement som bør med i beregninger av totale produksjonskostnader. I analysene under er kapitalkostnaden beregnet separat basert på den beregnede totalkapitalen (totale eiendeler) og et nominelt avkastningskrav på 8 prosent.

Produksjonskostnader for oppdrettslaks og -ørret kan beregnes med utgangspunkt i ulike tidspunkt ved slakting, og det er viktig å skille mellom levendevekt, rundvekt og sløydvekt. Levendevekt (*live fish weight, LW*) er vekten på fisken før sulting og bløgging (6–8 prosent vekttap)<sup>37</sup>. Fratrekk av disse vekttapene gir rundvekt (*round bled fish* eller *whole fish equivalent, WFE*). Fiskeridirektoratet bruker rundvekt som standardmål, det same gjør FAO i sine tall for akvakulturproduksjon. Sløyving gir et ytterligere 10 % vekttap. Sløydvekt (*head on gutted, HOG*) er det vekt målet som brukes for laksepriser, både SSB og Nasdaq. Sløydvekt er også foretrukket av finansanalytikere. Ørret og Coho vil ha andre konverteringsfaktorer enn Atlantisk laks. I denne rapporten vil omregningsfaktorer fra Norsk Standard NS 9417:2012 bli brukt.

De ulike måtene å måle fiskevekt på kan skape forvirring, og av den grunn er det viktig å være nøye når en snakker om laksepriser og kostnader. I denne rapporten vil kostnadene bli rapportert per kilo sløydvekt da det vil bli lettere å sammenligne med markedspriser for Atlantisk laks og Regnbueørret, men kan enkelt omregnes til rundvekt. Tabell 1 viser produksjonskostnader med ulike vekt mål.

---

<sup>37</sup> Se bl.a. Kontali sine omregningsfaktorer: <https://www.kontali.no/uploads/EgGg52fr/demo-Monthlysalmonreport.pdf>.

**Tabell 1.** Sammensetning av produksjonskostnad for oppdrett av laks og ørret 2020. Kostnader utenom kapitalkostnader er beregnet av Fiskeridirektoratet. Kapitalkostnaden er beregnet fra total kapital og et nominelt avkastningskrav på 8 prosent. Omregningsfaktoren rundvekt/sløydvekt er på 1,125, og mellom sløydvekt og levende vekt er 1,215<sup>38</sup>.

Kr/kg	Levende vekt (LW)	Rundvekt (WFE)	Sløydvekt (HOG)
Smoltkostnad	3,83	4,14	4,66
Fôrkostnad	15,39	16,62	18,69
Forsikringskostnad	0,15	0,16	0,18
Lønnskostnader	2,98	3,22	3,62
Avskrivninger	2,45	2,64	2,97
Annen driftskostnad	8,99	9,71	10,92
<b>Driftskostnad sjøfase</b>	<b>33,79</b>	<b>36,49</b>	<b>41,04</b>
Kapitalkostnad	7,20	7,78	8,75
<b>Produksjonskostnad sjøfase</b>	<b>40,99</b>	<b>44,27</b>	<b>49,79</b>
Slaktekostnad	3,75	4,05	4,55
<b>Produksjonskostnad</b>	<b>44,74</b>	<b>48,32</b>	<b>54,36</b>

Fiskeridirektoratet rapporterer også forsikringskostnader. Disse er relativt små og vil i resten av rapporten bli inkludert i posten annen driftskostnad. Videre blir netto finanskostnad erstattet med en egen kapitalkostnad. Netto finans blir beregnet som finanskostnader minus finansinntekter delt på produksjon. Siden 2016 har denne vært negativ for næringen som helhet, noe som skyldes at gjeldsgraden og rentenivåer har falt og at selskapene har betydelige finansinntekter. I økonomifaget er det vanlig å skille mellom drift og finansiering, og i Tabell 1 blir begrepet *driftskostnad sjøfase* brukt om delen av enhetskostnaden som knyttes til drift, *produksjonskostnad sjøfase* inkluderer finansieringen, mens *total produksjonskostnad* inkluderer slaktekostnadene. Kapitalkostnaden er en viktig kostnad som ofte utelates i analyser av kostnader i havbruk. Kapitalbindingen i næringen har økt over tid, og kapitalkostnaden har derfor blitt et stadig viktigere kostnadselement. Produksjonssyklusen er lang, og investeringer i biomassen vil kun realiseres på slaktetidspunktet. I mellomtiden har det blitt kjøpt smolt, fôr og andre tjenester. Disse pengene kunne i prinsippet blitt investert i noe annet som hadde gitt en avkastning. Denne alternative avkastningen må tas med i beregninger av produksjonskostnader.

En vanlig måte å beregne kapitalkostnader på er å multiplisere kapitalen med et avkastningskrav. Her vil det potensielt oppstå målefeil. I prinsippet skal det brukes markedsverdier av kapital, men med unntak av børsnoterte selskaper er ikke markedsverdiene kjent eller kan estimeres. Da må

<sup>38</sup> Det vil være forskjellige omregningsfaktorer for laks og ørret, men her er den for laks benyttet siden produksjonen av laks dominerer.

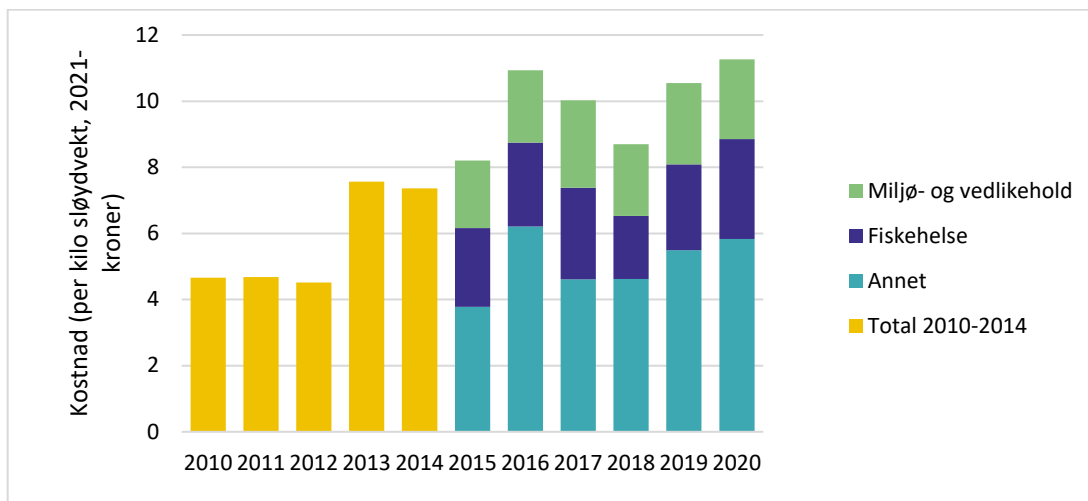
bokførte verdier brukes, enten totalkapital eller andre former for kapitalberegninger slik som sysselsatt kapital. Videre må en bruke et avkastningskrav, typisk vil en foretrekke et veid avkastningskrav etter skatt (WACC). Det neste problemet blir å beregne WACC. Typisk vil en bruke kapitalverdimodellen og WACC-formler fra lærebøkene, men siden forventningsverdier skal brukes i disse så vil det oppstå målefeil siden forventningene ikke lett kan måles. I prinsippet skal avkastningskravet reflektere risikobidraget av et prosjekt til total systematisk risiko i selskapet, men dette er umulig å beregne i praksis siden en ikke er i stand til å måle denne fremtidige risikoen. Det teoretisk beregnede avkastningskrav (basert på historiske analyser) vil typisk ligge flere prosentpoeng under avkastningskrav brukt i praksis. Ofte vil en analytiker derfor ty til et standard avkastningskrav. I oppdrett vil et slikt krav typisk ligge på 8 prosent eller høyere. I oljebransjen brukes høye avkastningskrav, 10–20 % og over, avhengig av prosjekt. I denne rapporten vil kapitalkostnaden beregnes som produktet av et avkastningskrav på 8 prosent og gjennomsnittlig totalkapital gjennom året.

Samleposten «annen driftskostnad» er den nest største kostnaden. Ifølge Iversen m.fl. (2015; 2017; 2019) inneholder denne posten følgende komponenter:

- Innleide tjenester
- Notspyling og behandling
- Administrasjon
- Vedlikehold
- Helsekostnader
- Energi og transport
- Kontroll, lusetelling
- Behandlingskostnader
- Rensefisk

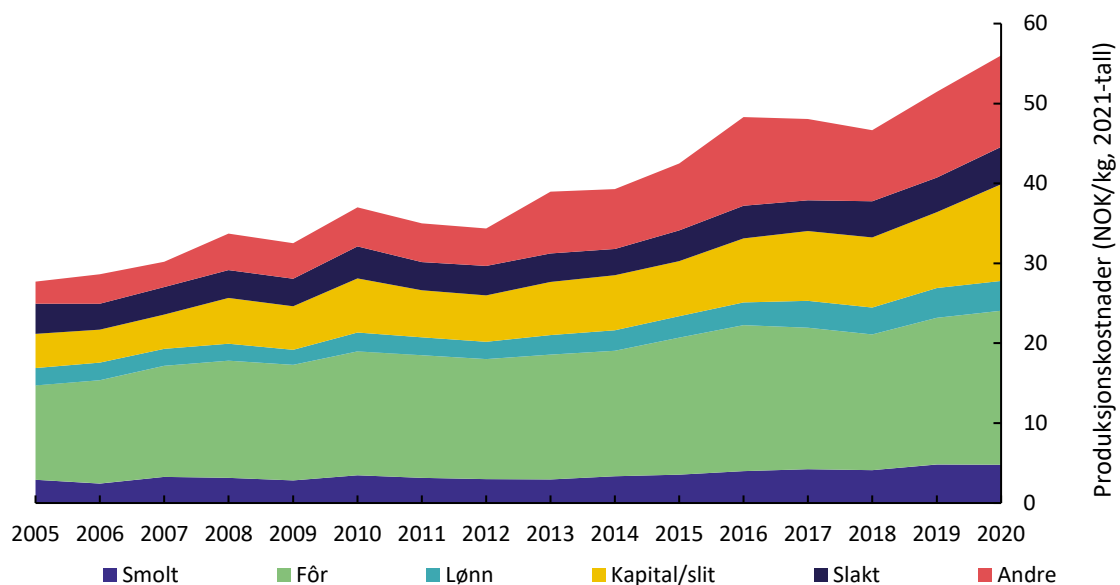
I tillegg oppgir Fiskeridirektoratet at posten inneholder inntekter og kostnader fra annen virksomhet. Fiskeridirektoratet har de siste årene begynt å rapportere sammensetningen på «andre» driftskostnader (Figur 8). Andre driftskostnader gjorde et hopp fra ~4 kr/kg i 2010–2012 til ~8 kr/kg i 2013–2015, og har i perioden 2016–2020 variert mellom 8 og 11 kroner/kg. Sammenlignet med 2010–2012 har posten andre driftskostnader økt med 2–3 ganger. Siden sammensetningen før 2015 ikke er kjent er det vanskelig å vurdere hvilke av komponentene «Fiskehelse», «Miljø- og vedlikehold» eller «Annet» som har vært den viktigste driveren. Direkte fiskehelsekostnader har i perioden 2015–2020 representert omtrent 25 % av andre driftskostnader.





Figur 8. Sammensetningen av «andre» driftskostnader (2021-kroner, sløydvekt). Kilde: Fiskeridirektoratet.

Sammensetningen av produksjonskostnadene har endret seg mye de siste 10 år (Figur 9). Figuren viser at fôrkostnaden har økt mest målt i kroner. Siden bunnpunktet i 2005 har alle kostnadselementer økt, spesielt fôr, annen kostnad og kapital (kapitalkostnad og kapitalslit/avskrivninger) (Figur 9). Tabell 2 viser endring i kostnader per kilo og i prosent.



Figur 9. Sammensetning av produksjonskostnader for laks og ørret 2010-2020. Alle tall er inflasjonsjustert

(2021-kroner). Kilde: Fiskeridirektoratet og egne beregninger. Tallene er tatt fra Fiskeridirektoratets årlige lønnsomhetsundersøkelser og justert for inflasjon<sup>39</sup>.

**Tabell 2.** Endringer i kostnadselementer (kr/kg sløydvekt). Målt i nominelle og faste kroner og prosentvise endringer. Her er endringen målt mellom 2005 og 2020. Inflasjonsjustering med konsumprisindeksen 2005–2020.

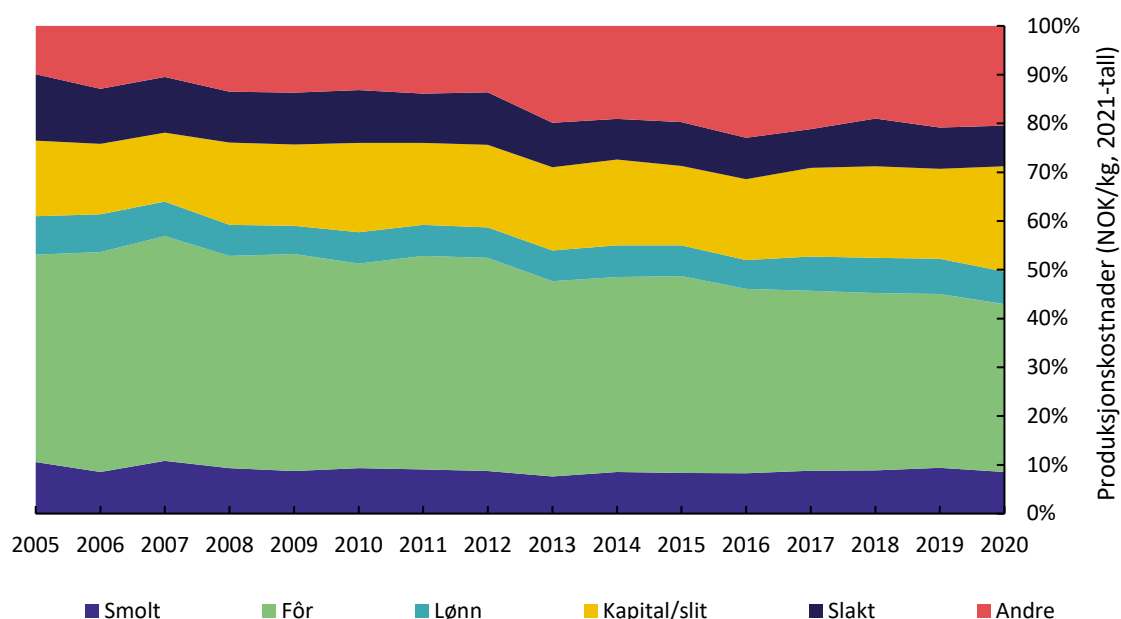
	Endring i kroner		Endring i prosent	
	Nominelt	Faste (2020)	Nominelt	Faste (2020)
Fôr	10,31	7,26	123 %	63 %
Smolt	2,57	1,81	123 %	64 %
Lønn	2,07	1,51	134 %	71 %
Avskrivning	2,04	1,70	219 %	134 %
Annen driftskostnad	9,16	8,45	469 %	317 %
<b>Driftskostnad sjøfase</b>	<b>26,15</b>	<b>20,73</b>	<b>175 %</b>	<b>102 %</b>
Kapitalkostnad	6,64	5,87	314 %	203 %
<b>Produksjonskostnad sjøfase</b>	<b>32,79</b>	<b>26,60</b>	<b>193 %</b>	<b>115 %</b>
Slakt	1,86	0,89	69 %	24 %
<b>Produksjonskostnad slaktet</b>	<b>34,65</b>	<b>27,49</b>	<b>176 %</b>	<b>102 %</b>

En slik fremstilling gir oss imidlertid ikke tilstrekkelig informasjon hvis vi ønsker å analysere driverne til økte fôrkostnader. Vi ser at fôrkostnadene har økt med 7,26 kr/kg (faste 2020-kroner), men forteller oss ikke om årsaken er i) økte priser på innsatsfaktorene i fôret (f.eks. soya, hvete, osv.), ii) kronesvekkelse, iii) økte kostnader i produksjon av fôr utover prisen på innsatsfaktorer, iv) redusert utnyttelse av fôret hos oppdrettsfisker (f.eks. sykdom, sulting, osv), eller v) økt dødelighet i matfiskfasen. Alle disse faktorene kan øke fôrkostnaden hos oppdretter. De tre første vil øke innkjøpsprisen for fôr mens de to siste faktorene vil øke fôrfaktoren. Senere i rapporten vil effekten av endring i økonomisk fôrfaktor bli brukt til å isolere effekten av biologiske utfordringer. En kan da skille mellom økning i fôrkostnaden som skyldes økte fôrpriser fra det som skyldes ineffektivitet, inkludert kostnader fra biologisk risiko.

<sup>39</sup> Produksjon av Atlantisk laks og Regnbueørret (ikke kvantum slaktet fisk) målt i sløydvekt blir brukt som nevner. «Fôr» er forkostnader per kilo produsert laks og ørret. «Smolt» er kostnader til innkjøp av settefisk og «Lønn» er lønnskostnader. På kapitalsiden er «Kapitalslit» avskrivninger per kilo og «Kapital» kapitalkostnad. «Slakt» er slaktekostnaden som rapportert til Fiskeridirektoratet. «Annen» er samleposten annen driftskostnad per kilo. Annen driftskostnad inkluderer også forsikringskostnader.

Slaktekostnad sto for den minste økningen, både i faste kroner og i prosent. Årsaken til dette er ikke helt kjent. En mulig forklaring kan være at biologiske problemer påvirker kostnadene i sjøfasen, men ikke fisken som slaktes, da kun levende fisker blir slaktet. Alle kostnadselementene deles på den samme nevner (produksjonen), og sistnevnte beregnes ut fra solgt mengde og beholdning av levende fisk, mao. dødfisk er holdt utenfor. Fôr, smolt, lønn, kapitalslit og «annen» driftskostnad er kostnader som er påløpt både for levende og dødfisk, men slaktekostnader påløper kun for levende fisk som slaktes. Økt dødelighet og spesielt dødelighet av stor fisk vil øke driftskostnadene i sjøfasen mer enn slaktekostnadene, alt annet likt. En annen årsak kan være reduserte kostnader som skyldes investeringer i mer kostnadseffektive slakterier.

Forskjellige veksttakter har endret sammensetningen av produksjonskostnadene over tid (Figur 10). Selv om fôrkostnaden har økt mest målt i kroner, har dens andel av totalkostnaden gått ned. Kapitalslit (avskrivninger) og kapitalkostnader, samt annen driftskostnad har økt sine andeler.



**Figur 10.** Endringer i kostnadskomponenter 2005–2020 (2005=100). Kilde: Fiskeridirektoratet og egne beregninger.

## 2.2. Sammensetning av fôrkostnaden

Som nevnt tidligere kan den økte fôrkostnaden ha flere årsaker. I dette avsnittet skal vi se nærmere på viktige drivere bak økningen i fôrkosten, slik som økte priser på fôrkomponenter (soya, hvete, rapsolje osv.), kronesvekkelse, og mindre effektiv bruk av fôret.

Fôr er den viktigste enkeltkomponenten i produksjonskostnaden. Fôrkostnaden per kilo beregnes som summen av verdien av fôr på lager ved årets begynnelse pluss kjøp av fôr minus verdien av fôr på lager ved årets slutt, delt på produksjonen i løpet av året. Med produksjon menes biomassen av laks og ørret som er bygget i løpet av året, og dette er ikke det samme som det kvantumet som er slaktet og solgt (slaktekvantum) i et bestemt år. Fôrforbruket (telleren) er lik produktet av fôrmengden (kg) og fôrprisen (kr/kg).

$$F\hat{o}rkost = \frac{(IB_{F\hat{o}r} + F\hat{o}rkj\hat{o}p - UB_{F\hat{o}r})}{Produksjon} = \frac{F\hat{o}rforbruk}{Produksjon} = \frac{F\hat{o}rmengde \cdot F\hat{o}rpris}{Produksjon} \quad (1)$$

Årlige kostnadsgjennomsnitt gir ikke et fullgodt bilde av hva det koster å fôre opp smolten til slaktestørrelse. For det første er kostnadene best målt over en hel produksjonssyklus og per generasjon/utsett. En produksjonssyklus varer opptil 18 måneder, mens fôrkostnaden rapporteres årlig, på tvers av utsett/generasjoner. For det andre blir fôrforbruket fordelt over mengde *levende* fisk produsert, det vil si endring i levende-/rundvekt over året. Fisk som er fôret og har dødd er ikke med i produksjonen. Videre vil stress, sykdom, sulting (f.eks. ved lusebehandling) føre til redusert tilvekst. Fôrspill vil øke fôrmengden uten at det fører til produksjon, det samme gjelder fôr spist av rensefisk. Fôrkostnaden vil derfor øke med stigende avvik fra optimale vekstbetingelser.

Fôrfaktoren er definert som  $FCR = \frac{F\hat{o}rmengde}{Produksjon}$ , og gir

$$F\hat{o}rkost = \frac{F\hat{o}rmengde \cdot F\hat{o}rpris}{Produksjon} = FCR \cdot F\hat{o}rpris \quad (2)$$

Og med fôrpris notert i USD blir sammenhengen:

$$F\hat{o}rkost (NOK) = FCR \cdot F\hat{o}rpris (USD) \cdot NOK/USD \quad (3)$$

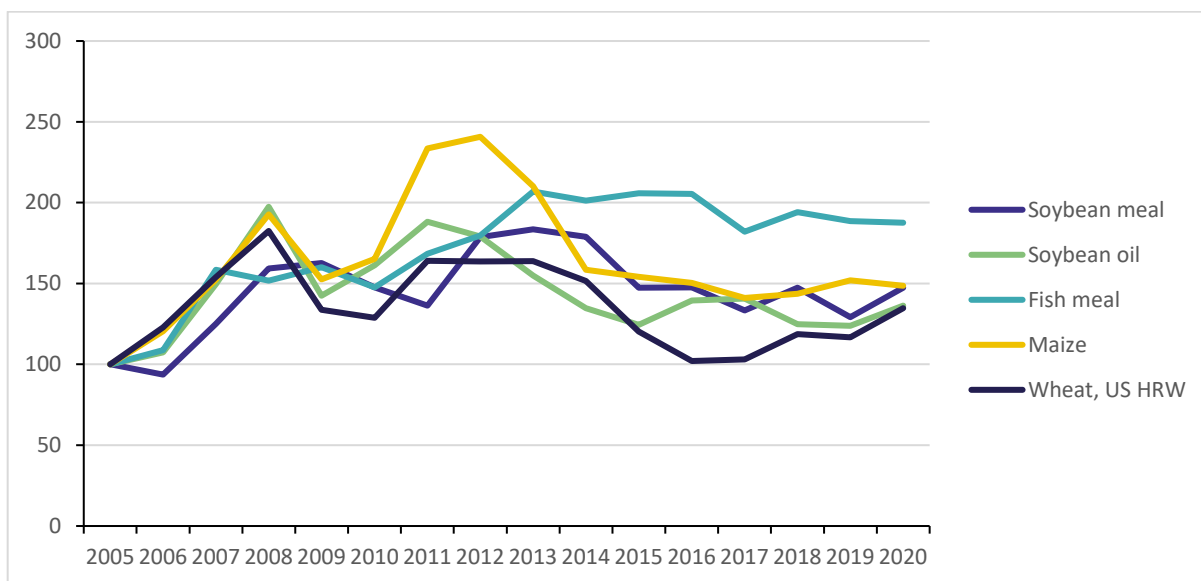
Forenklet kan fôrkosten brytes ned i tre viktige drivere; i) fôrfaktor, ii) prisene på fôret på det internasjonale markedet, og iii) valutakurs. Fôrkostnaden målt i norske kroner vil øke med økt fôrfaktor, økte priser på fôringredienser og en svekking av den norske kronen mot USD.

I det følgende skal disse tre variablene undersøkes, først utvikling i prisene på det internasjonale råvaremarkedet, så effekten av kronesvekkelse og endringene i fôrfaktor. Så skal fôrfaktoren brukes som utgangspunkt for å analysere ineffektivitet, som kan representere et mål på biologiske kostnader.

### 2.3. Priser på fôringredienser

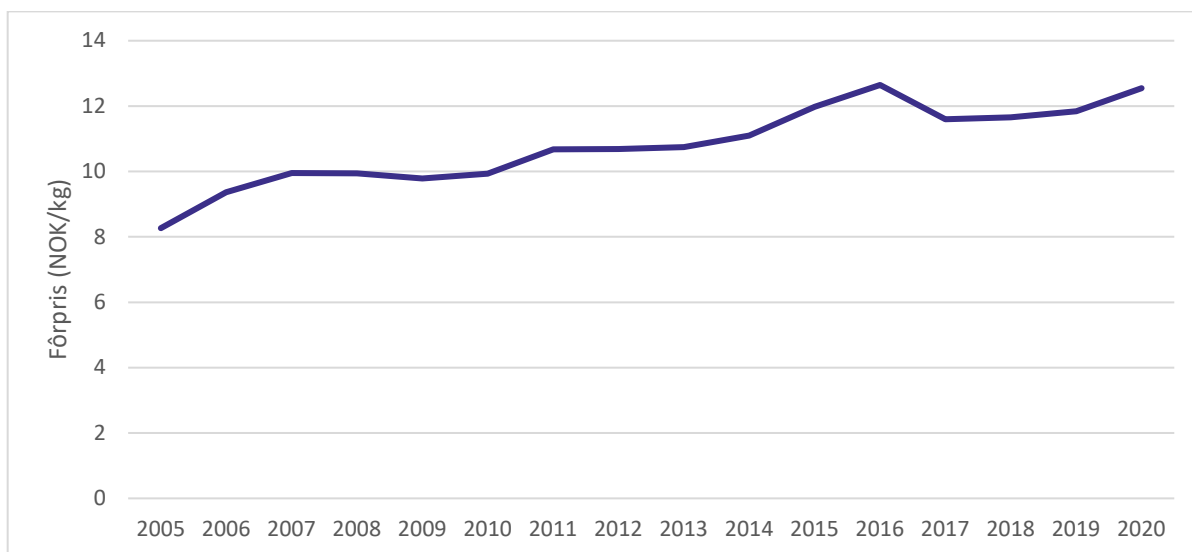
De viktigste fôringrediensene er soyamel, soyaolje, rapsolje, hvete, mais, fiskemel og -olje (Misund m.fl., 2017; Aas m.fl., 2019). Over tid har andelen marine råstoffer blitt redusert til fordel for økt innslag av vegetabiliske råvarer. Prisdannelsen for landbruksråvarer skjer hovedsakelig i internasjonale råvaremarkeder, notert i USD. Figur 11 viser utviklingen på de viktigste landbruksråvarene brukt i lakse- og ørretfôr, målt i USD og indeksert til 100 i 2005.

Prisene på fôringredienser steg mellom 2005 og 2008, falt mellom 2009 og 2010 før de steg igjen mot 2012. Etter det har prisene på landbruksråvarer falt, mens fiskemel har falt langt mindre. Svingningene i prisene på landbruksråvarene har i grove trekk fulgt de to «boom & bust»-periodene før finanskrisen i 2007/2008 og før den europeiske bankkrisen i 2012. Oppsummert har prisene på fôringredienser steget mellom 2005–2012 og falt mellom 2012 og 2020. Det har også vært en betydelig økning i 2021 og 2022 som ikke er med i figurene her.



**Figur 11.** Landbruksråvarer 2005–2020. Indeksert (2005=100), basert på prosentvis utvikling i faste 2010 USD-priser. Kilde: World Bank

Figur 12 viser fôrprisene målt i norske kroner. I motsetning til prisene på fôringrediensene målt i USD, har fôrprisen målt i kroner steget i nesten alle år. Årsaken til at fôrprisen målt i kroner ikke falt etter 2012 kan skyldes valutaeffekter, og diskuteres i neste seksjon.



**Figur 12.** Fôrpris i faste 2020-kroner per kilo. Kilde: Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse.

## 2.4. Valutaeffekter

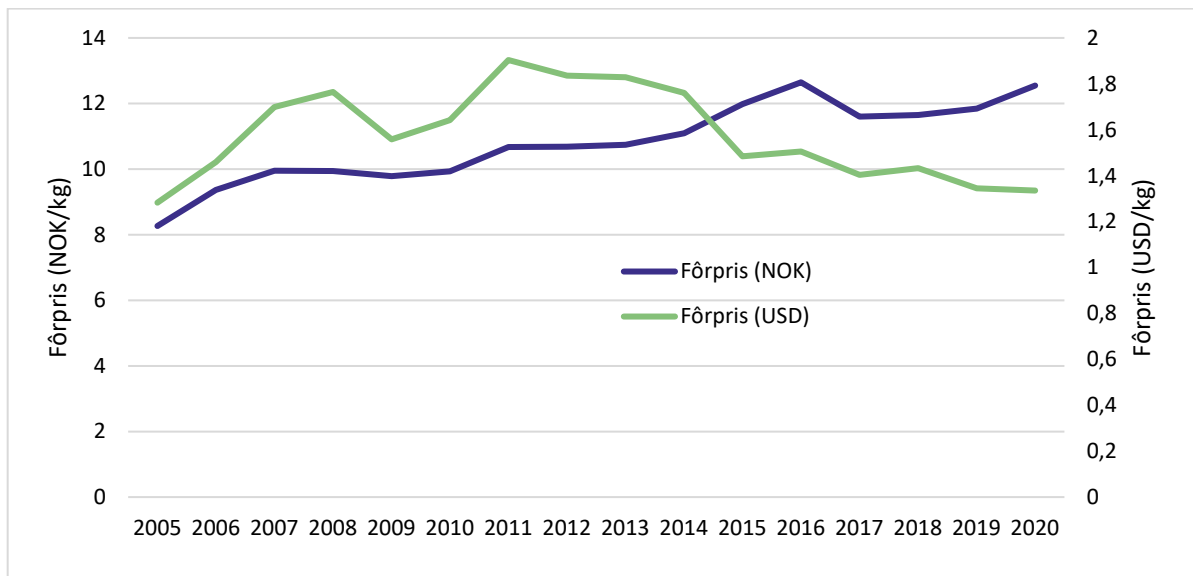
Et globalt marked for oppdrettet laks og ørret sørger for at endringer i valutakurser mot de viktigste markedene vil slå ut i endringer i lakse- og ørretpriser målt i norske kroner. Det samme vil en også kunne observere på kostnadssiden. Det meste av fôrråvarene importeres, og prisene på soyamel, soyaolje, hvete, mais osv. bestemmes i globale råvaremarkeder, typisk i USD. Prisene på andre innsatsfaktorer som stål, diesel, osv. har også en global prisdannelse. I perioden 2005–2020 har den norske kronen svekket seg mot store valutaer som EUR og USD (Figur 13), spesielt etter 2014. Særlig

tydelig er kronesvekkelsen mot USD. En høy NOK/USD gjør at prisen på innsatsfaktorer som fôringredienser, diesel, og andre råvarer målt i norske kroner vil være høyere enn hvis kronen var sterkere. Den kombinasjonen vi ser i dag med høye råvarepriser og høy NOK/USD (svak krone) vil dermed slå ekstra sterkt ut på kostnadssiden for oppdrettere.



**Figur 13.** Utvikling i NOK/EUR og NOK/USD 2005–2022, indeksert (2005 = 100).

Figur 14 sammenligner utviklingen på fôrprisen målt i NOK og i USD. Her viser fôrprisen målt i USD de samme trendene som prisene på fôringredienser i globale råvaremarkeder i Figur 11, som forsterker inntrykket av at kronesvekkelse er en viktig årsak til prisøkningen på fiskefôr.



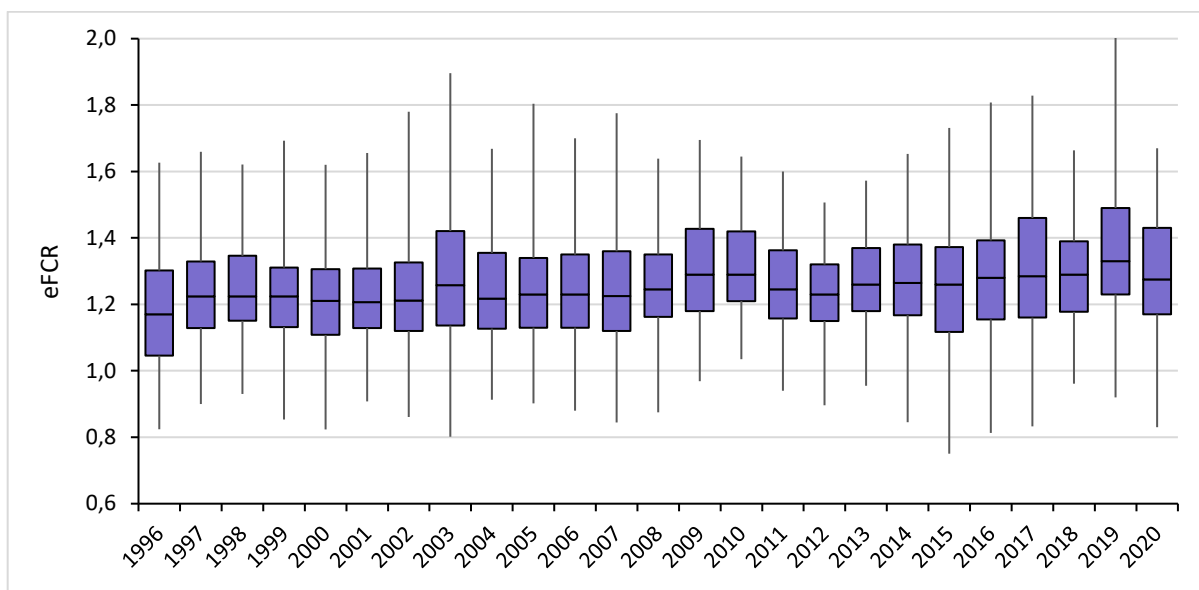
**Figur 14.** Fôrpris målt i NOK vs USD. Kilder: Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelser (fôrpris) og Norges Bank (valutakurser).

Kronesvekkelsen har også bidratt til andre kostnadsøkninger i havbruk, men disse effektene er vanskeligere å skille ut og analysere. Eksempler er kjøp av utenlandske varer og tjenester.

## 2.5. Fôrfaktor

Fôrfaktoren forteller hvor effektivt laksen utnytter fôret. Fôrfaktor er grovt sett fôrmengde delt på produksjon<sup>40</sup>, dvs. hvor mange kilo fisken vokser per kilo tildelt fôr. *Biologisk fôrfaktor* (bFCR) er mengde fôr som er spist delt på mengde fisk produsert, mens *økonomisk fôrfaktor* (eFCR) inkluderer kun fisken som har overlevd, og inkluderer også fôrspill og rømt fisk. eFCR vil derfor øke med dødelighet. Økt bruk av ikke-medikamentelle avlusningsmetoder har gitt økt dødelighet av stor fisk. Dødelighet av stor fisk vil øke eFCR mer enn dødelighet av liten fisk gjør siden det er brukt med fôr på å fôre opp en stor fisk enn en liten fisk. Vi skal se senere at gjennomsnittlig vekt på dødfisken har nesten doblet seg siden 2010.

Den biologiske fôrfaktoren vil påvirkes av en rekke faktorer som fiskeart, lys, sesong, temperatur, fiskestørrelse, vekstrate, fôrsammensetning (Misund, 1995; 1996; Refstie m.fl., 2000; Nordgarden m.fl., 2003). Fôrfaktor vil øke med størrelsen på fisken og avta med vekshastigheten. Stress, sykdom, håndtering osv. som ikke fører til dødelighet, men reduserer velferden til fisken vil også øke bFCR. Forskjellen mellom eFCR og bFCR stiger med økende dødelighet, rømming, annet svinn og fôrspill. Det er også to typer biologisk fôrfaktor, en beregnet under laboratorieforhold hvor det er mulig å samle opp fôrspill (bFCR-lab) og den biologiske fôrfaktoren som beregnes på anlegg i kommersiell drift (bFCR-felt). Da er ikke fôrspill mulig å måle effektivt. Videre vil bFCR-felt bli beregnet ut fra ferdig slaktet fisk og konvertert til en biologisk fôrfaktor basert på levende vekt.



**Figur 15.** Fôrfaktor. Boxplot (boksen inneholder 50 % av observasjonene, strekene 90 %). Kilde: Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse. I 2019 er de høyeste fôrfaktorene trunkert ved 2,0.

Tall fra Fiskeridirektoratet viser en betydelig variasjon i den økonomiske fôrfaktoren mellom oppdrettere (Figur 15), fra under 0,8 til over 2,0. Median<sup>41</sup> fôrfaktor har steget over tid, fra i

<sup>40</sup> Feed conversion efficiency (FCE) er et begrep brukt i litteraturen og er det inverse av fôrfaktoren.

<sup>41</sup> Midterste verdi.

underkant av 1,2 i 1996 til over 1,3 i senere år. Her er den beregnet årlig, men bør helst beregnes over en hel generasjon da årlige tall kan bli påvirket av hvor i produksjonssyklusen enkelte mindre oppdrettere befinner seg. Hvis et lite selskap kun har produsert fisk i satt ut samme året vil fôrfaktoren bli lavere enn hvis de kun har produsert stor fisk. For større selskaper vil denne effekten forsvinne siden de har en portefølje av lokaliteter og et gjennomsnittstall er mer representativt. Observasjoner av økonomiske fôrfaktorer under 1,0 er ikke realistiske over en hel produksjonssyklus.



## 3. Hva koster biologisk risiko?

### 3.1. Fôrfaktor er et mål på ineffektivitet

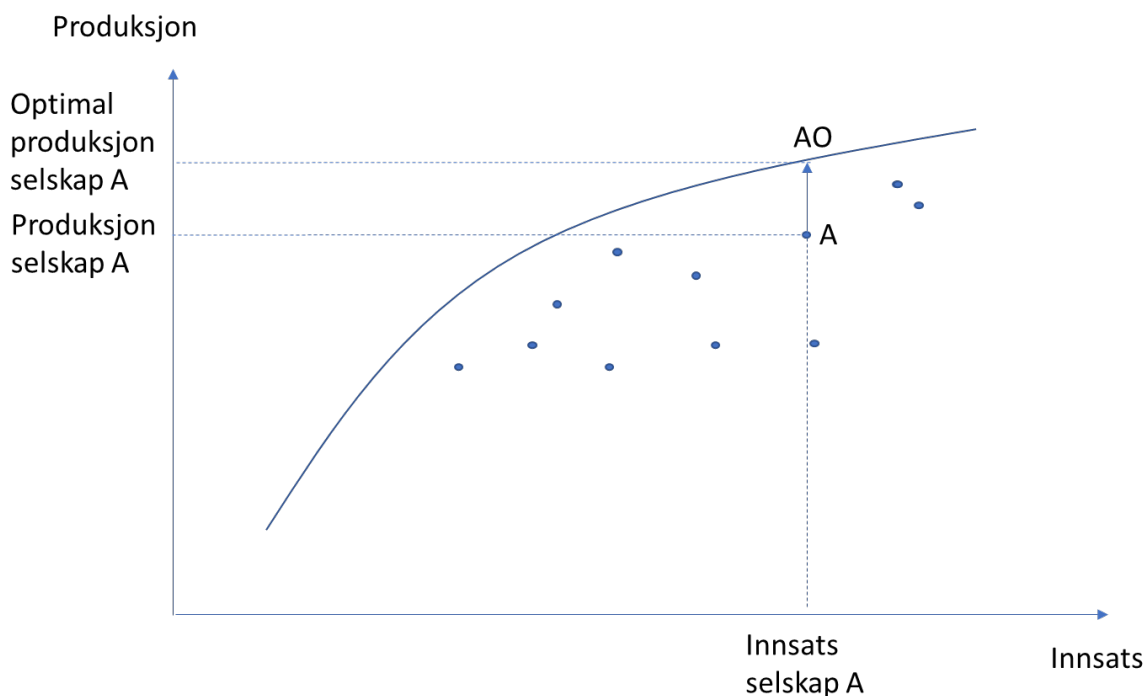
Som nevnt over vil eFCR være et indirekte mål på biologisk risiko. Økningen i kategorien «annen driftskostnad» kan også tyde på at biologiske utfordringer har blitt dyrere. Men hvor stor økningen i biologiske kostnader har vært og årsakene, er dårlig kartlagt og analysert. Biologiske kostnader er en samlebetegnelse for kostnader knyttet til dødelighet, sykdom, luseinfeksjon og -behandlinger, stress, redusert tilvekst, dvs. de kostnadene som er knyttet til avvik fra optimale vekstbetingelser. Men avvik fra en optimal produksjon kan ha mange årsaker, og det vil være krevende å kvantifisere biologiske kostnader fra sykdommer eller lus alene. En kan bruke mer avanserte modeller for å skille sykdomskostnader fra lusekostnader, men da introduserer man målefeil. Alternativt kan en analysere på mer aggregert nivå, men da kan en ikke si noe spesifikt om lusekostnader vs. andre kilder. Det som omtales som biologiske kostnader handler i hovedsak om ineffektivitet, dvs. lavere produktivitet enn de selskapene som er de mest effektive i bransjen. Figur 16 illustrerer dette prinsippet. X-aksen er nivået på en innsatsfaktor og y-aksen er produksjonen som skapes. Kurven viser sammenhengen mellom innsats og produksjon. Figuren er stigende som viser at økt innsats gir økt produksjon, men veksten i produksjon avtar med økende innsats, som betyr at ytterligere økning i produksjon blir vanskeligere og vanskeligere.

Vi kan bruke fôr og produksjon som et forenklet eksempel. La oss si at selskap A legger inn en fôringsinnsats lik den vertikale stiplede linjen i figuren, og produserer en mengde laks som er angitt med punktet A. Punktet AO er den produksjonen som de beste selskapene klarer å produsere gitt samme fôrmengde. Siden selskap A bruker fôrmengden mindre effektivt enn de beste selskapene, vil det da ha en høyere eFCR enn det de beste selskapene kan oppnå. Forskjellen mellom punkt AO og A er et mål på ineffektivitet, og vil fanges opp i forskjellene mellom selskapets eFCR og eFCR for de beste selskapene.

En kan også gjøre tilsvarende analyser for sammenhengen mellom andre innsatsfaktorer (kapital, tillatelse, arbeidsinnsats osv.) og produksjon. Siden produksjonen er avhengig av flere innsatsfaktorer som anvendes samtidig må en bruke mer avanserte teknikker (Data Envelopment Analysis (DEA) og Stochastic Frontier Analysis (SFA)) hvis en skal måle total produktivitet og ineffektivitet, men det er utenfor scope av denne rapporten<sup>42</sup>.

---

<sup>42</sup> Se f.eks. Asche m.fl. (2008); Asche m.fl. (2009); Vassdal og Holst (2011); Asche m.fl. (2013); Asche og Roll (2013); Roll (2019) og Asche m.fl. (2022) for analyser av produktivitet og ineffektivitet i norsk havbruksnæring.



Figur 16. Ineffektivitet.

### 3.2. Fôrfaktor som mål på biologisk kostnader

Nivået på bFCR vil påvirkes av omfanget av biologisk risiko, og vil derfor ikke være et godt mål på hvor effektivt fôret utnyttes av fisken i en ideell eller optimal driftssituasjon uten sykdommer, lus osv. En optimal biologisk FCR krever at fôrutnyttelsen måles i en produksjon *uten biologisk risiko*, dvs. at hvis en skal beregne kostnadene av biologisk risiko må en bruke et mål på fôrfaktor beregnet under optimale eller ideelle betingelser. I denne rapporten introduseres derfor et tredje fôrfaktorbegrep – *ideell fôrfaktor* (iFCR). Dette er et mål på hvor effektivt fisken utnytter fôret under ideelle eller utopiske driftsbetingelser, uten at den er syk, stresset eller sultes i forbindelse med behandlinger. Denne tilnærmingen er i tråd med veterinærmedisinsk faglitteratur på GBADs. I praksis vil det være svært vanskelig å oppnå en ideell fôrfaktor da et visst nivå av stress, sykdom, behandling osv. er vanskelig å unngå i en driftssituasjon. Benchmarking mot iFCR gir imidlertid en mulighet til å beregne kostnaden av biologiske risikofaktorer på et aggregert nivå. Isolering av kostnadene knyttet til enkeltsykdommer, luseinfisering osv. er vanskelig da sykdomsbildet i havbruk er sammensatt. Lus og behandling av lus kan føre til at fisken blir stresset og dermed mer mottagelig for sykdom. Videre kan fisken ha underliggende sykdommer slik som CMS (hjertesprekk) som kan manifestere seg i økt dødelighet ved lusebehandling. Skyldes da redusert tilvekst eller dødelighet en sykdom eller skyldes den lusebehandlingen? Sykdom, stress osv. vil redusere tilvekst og kan føre til dødelighet, og vil øke eFCR. Det samme vil sulting i forbindelse med behandlinger av fisken. Kostnader knyttet til avvik fra iFCR vil da være et mål på kostnader fra biologisk risiko på et overordnet nivå. Men det vil være et grovt mål på biologiske kostnader og vil inneholde målefeil. Kildene til ineffektivt bruk av fôr kan være flere, ikke bare biologisk risiko, men også fôrspill, strømforhold ved lokaliteter, men også driftsrutiner, kunnskap, og erfaring spiller inn. Høyt fôrspill som ikke skyldes sykdommer, lus osv. er ikke biologiske kostnader. Det samme gjelder fôr spist av rensefisk eller andre avvik fra det optimale. Forskjellen mellom eFCR og iFCR vil da være et generelt

mål på fôrineffektivitet, ikke nødvendigvis bare sykdom og annen biologisk risiko. Men i hovedsak vil forskjellen mellom eFCR og iFCR være drevet av biologisk risiko.

Så hvordan kan en beregne iFCR? En måte er å se på de aller mest effektive anleggene. Figur 15 viser variasjonen i eFCR for anleggene som har rapportert til Fiskeridirektoratets årlige lønnsomhetsundersøkelser. Fra Figur 15 kan det virke som at det er anlegg som har en eFCR under 0,8. Det er usikkert om dette nivået er et representativt mål på iFCR, eller om de lave tallene skyldes målefeil eller har andre forklaringer. Informanter i industri, analyse- og forskningsinstitusjoner tviler på at eFCR på 0,8 er reelt over en hel produksjonssyklus i praksis.

Det er vanskelig å finne tall på FCR over hele syklusen fra smolt til slakt i forskningslitteraturen. Felt- eller laboratorieforsøk blir ofte gjennomført over kortere tidsperioder (uker eller måneder), og det finnes svært få studier fra lengre perioder. Litteraturen og informasjon fra informanter tyder på at det er mulig å oppnå en bFCR på ned mot 0,70 i den første fasen etter utsett og ned mot 0,95–1,00 i den siste fasen (se også Sveier og Lied, 1998; Folkedal m.fl. 2022). Innhentet informasjon gir et inntrykk av at iFCR kan ligge på mellom 0,9 og 1,0 under optimale betingelser over en hel produksjonssyklus, dvs. fra smolt til slaktestørrelse på rundt 4–5 kilo. Usikkerheten rundt nivået på iFCR tilsier at det brukes både 0,9 og 1,0 i beregning av biologiske kostnader, heretter omtalt som iFCR<sub>0.9</sub> og iFCR<sub>1.0</sub>. Differansen mellom hhv. iFCR<sub>0.9</sub> og iFCR<sub>1.0</sub>, og eFCR vil da kun brukes til å si noe om nivå av biologiske utfordringer og kostnaden. Tabell 3 oppsummerer de ulike fôrfaktorbegrepene.

Forskjellen mellom oppnådd og en teoretisk optimal fôrfaktor vil ikke alene fange opp alle biologiske kostnader, kun de *indirekte kostnadene*. En total biologisk kostnad må også ta med de *direkte* fiskehelsekostnadene. Noen av disse kan finnes i samleposten «annen driftskostnad». Hvor stor andel av annen driftskostnad som skal med er noe uklart. En av postene i «annen driftskostnad» heter «helse» og skal med, men det kan også være andre kostnader slik som vedlikehold knyttet til rensefisk osv. som også burde med, men uten mer detaljert informasjon om sammensetningen av andre driftskostnader blir det vanskelig å identifisere andre relevante biologikostnader. Før 2015 finnes ingen informasjon om andelen av helsekostnader, så da må det brukes en sjablongregel basert på historiske data. I årene 2015–2020 var helsekostnadene 25 % av andre driftskostnader.

**Tabell 3.** Ulike fôrfaktorbegreper

Type fôrfaktor	Kommentar	Nivå
Utopisk/ideell fôrfaktor (iFCR)	Fôrfaktoren under ideelle eller utopiske driftsforhold. Ingen stress, sykdom, avlusning eller dødelighet. Basert på levende vekt.	0,9–1,0
Biologisk fôrfaktor fra labforsøk (bFCR-lab)	Fôrfaktoren justeres for dødfisk og fôrspill som er samlet opp og veid. Basert på levende vekt.	0,95–1,0
Biologisk fôrfaktor fra felt / kommersiell drift (bFCR-felt)	Fôrfaktoren justeres for dødfisk og annet svinn. Ikke justert for fôrspill. Basert på levende vekt.	1,0→
Økonomisk fôrfaktor levende vekt (eFCR)	Basert på slaktet fisk (i sløydvekt) og fôrmengde. Omregningsfaktor på 1,215 fra sløyd til levende vekt.	1,1→
Økonomisk fôrfaktor rundvekt (eFCR)	Basert på slaktet fisk (i sløydvekt) og fôrmengde. Omregningsfaktor på 1,125 fra sløyd til levende vekt.	1,2→
Økonomisk fôrfaktor sløydvekt (eFCR)	Basert på slaktet fisk (i sløydvekt) og fôrmengde.	1,3→
Feed conversion efficiency (FCE)	1/FCR	

Metoden for å beregne biologiske kostnader er som følger. Det tas utgangspunkt i produksjonskostnadene som vist i Tabell 4 som inkluderer kapitalkostnadene. Så beregnes en ideell produksjon, dvs. produksjonen en skulle ha oppnådd gitt utfôringmengde, ved å dele fôrmengden på iFCR. I 2020 brukte et gjennomsnittsselskap 21.924 tonn fôr som produserte 16.609 tonn laks (rundvekt) og ørret (eFCR = 1,32). Hvis gjennomsnittsselskapet hadde oppnådd en eFCR = iFCR0.9 så ville produksjonen ha vært 21.924 tonn fôr / 0,9 = 24.360 tonn laks og ørret (rundvekt). Så deles alle kostnadselementene (med unntak av slaktekostnaden) på den ideelle produksjonen omregnet til sløydvekt (Tabell 3, kolonne 3). Slaktekostnaden forblir den samme siden den kun gjelder slaktet fisk. De *indirekte biologiske kostnadene* estimeres da som forskjellen mellom de totale produksjonskostnadene (dvs. Fiskeridirektoratets beregninger pluss kapitalkostnad) og summen av kostnadene delt på den ideelle produksjonen. Til slutt estimeres de *direkte biologiske kostnadene* som 25 % av andre driftskostnader. Totale biologiske kostnader blir da summen av de direkte og de indirekte biologiske kostnadene.

Det gjøres en implisitt forutsetning om at alle kostnadene utenom fôr og slakting er faste. Det vil være riktig for flere av kostnadselementene slik som smolt, avskrivninger og kapitalkostnader, men det vil ikke være like korrekt å anta for andre av kostnadene som lønn, transport og variable kostnader som inngår i samlepoten «annen» driftskostnad. Dette kan være en kilde til målefeil, og vil gi en overestimering av de «biologiske» kostnadene. Samtidig er fordelingen av ulike type kostnader i «annen» driftskostnad lite kjent, og det er ukjent om «helse»-komponenten inneholder alle kostnader knyttet til biologisk risiko.

**Tabell 4.** Produksjonskostnad 2020 for et gjennomsnittsselskap med og uten justering for biologiske kostnader.

Kr/kg	Gjennomsnittsselskap	Optimal produksjon (iFCR0.9)	Optimal produksjon (iFCR1.0)
<b>Produksjon (rundvekt)</b>	<b>16.609</b>	<b>24.360</b>	<b>21.924</b>
<b>Produksjon (sløydvekt)</b>	<b>14.765</b>	<b>21.656</b>	<b>19.490</b>
<b>Fôrfaktor</b>	<b>1,23</b>	<b>0,90</b>	<b>1,00</b>
Smoltkostnad	4,66	3,18	3,53
Fôrkostnad	18,69	12,75	14,16
Lønnskostnader	3,62	2,47	2,75
Avskrivninger	2,97	2,03	2,25
Annen driftskostnad	11,11	6,71	6,71
«Biologiske kostnader»	0	16,72	13,79
<b>Driftskostnad i sjøfase</b>	<b>41,06</b>	<b>43,84</b>	<b>43,84</b>
Kapitalkostnad	8,75	5,97	6,63
<b>Produksjonskostnad i sjøfase</b>	<b>49,81</b>	<b>49,81</b>	<b>49,81</b>
Slaktekostnad	4,55	4,55	4,55
<b>Produksjonskostnad</b>	<b>56,36</b>	<b>54,36</b>	<b>54,36</b>

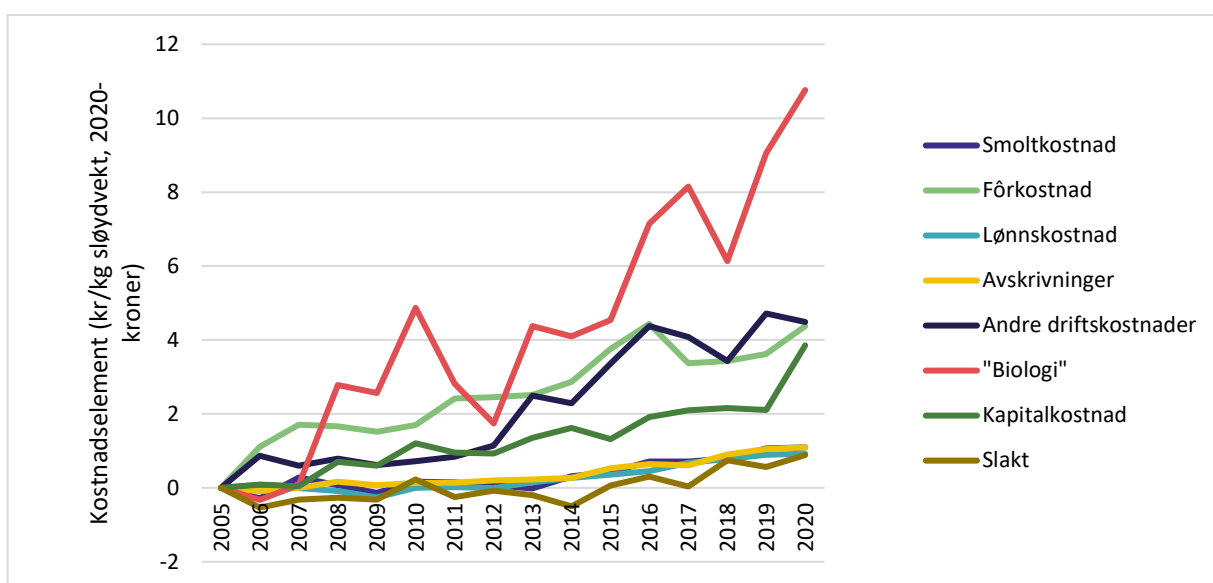
Med denne beregningsmetoden blir biologiske kostnader en av de største kostnadspostene, og med en iFCR på 0,9 blir biologisk risiko den aller største kostnadsposten i 2020. Med ulike mål på ideell fôrfaktor lå de biologiske kostnadene i 2020 på 13,8–16,7 kr/kg sløyd. En kan gange disse kostnadene med et estimat på produksjon, men beløpet vil være usikkert, og det gjøres derfor ikke her. Et slikt anslag på aggregerte kostnader vil være en del høyere enn andre beregninger (f.eks. Iversen m.fl., 2017; Abolofia m.fl., 2017, Vedeler, 2017, og Asche m.fl., 2022), men til forskjell fra de andre studiene er estimatet et aggregert mål på de totale biologiske kostnadene, inkludert både luse-, sykdoms- og andre kostnader knyttet til biologisk risiko. Rødseth (2016) brukte en lignende metode, men brukte en benchmark bFCR på 1,13 fra året 2012 som isolert sett vil en lavere verdi sammenlignet med ideelle fôrfaktorer. I tillegg la Rødseth (2016) til verdien av tapt fortjeneste og estimerte et total tap på 7–8 milliarder for år 2015. I denne rapporten er ikke tapt fortjeneste tatt med. For det første er ikke dette en enkel øvelse siden økt produksjon vil isolert sett gi lavere laksepriser. For det andre så er det ikke sikkert det ville være mulig med økt produksjon innenfor dagens MTB-regelverk. Mange oppdrettere produserer allerede tett opp mot MTB-grensene. Det kan derfor potensielt være krevende å realisere den hypotetisk økte produksjonen.

Målefeilene i metoden gjør at ikke hele beløpet basert på iFCR0.9 kan tillegges biologisk risiko, men det er grunn til å tro at de rene biologiske kostnadene vil dominere de andre effektene. Til tross for

svakhetene ved metoden, vil den allikevel gi nyttig informasjon om utvikling i biologisk risiko over tid, mellom selskaper og produksjonsområder.

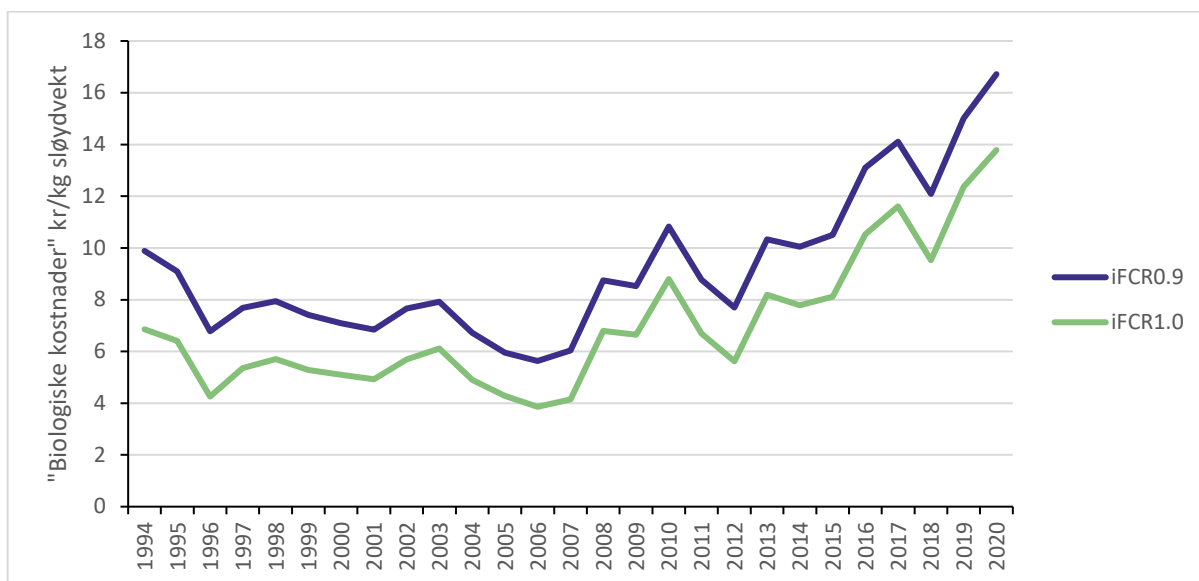
### 3.3. Utvikling over tid

Figur 17 viser en betydelig økning i biologiske kostnader etter 2005, og er den kostnadsposten som har hatt størst økning over tid. Biologiske kostnader økte mellom 2005 og 2010, falt mot 2012 og har femdoblet seg mellom 2012 og 2020. Deler av denne utviklingen kan også sees i dødelighetsstatistikken. Dødeligheten var høy i 2009 og 2010, falt mot 2012, men har siden steget. Men dødeligheten i 2020 målt i prosent er lavere enn i 2010, så økt dødelighet er ikke hele forklaringen. Vi skal se senere at det har skjedd en *betydelig økning i vekten på dødfisken* etter 2010–2012. Neste kapittel vil diskutere årsakene til de økte biologiske kostnadene i mer detalj.



**Figur 17.** Biologiske kostnader over tid. (iFCR0.9). For perioden 2015–2020 inkluderes helsekost som rapportert av Fiskeridirektoratet, mens tall før 2015 legges til 25 % av andre driftskostnader.

Størrelsen på de biologiske kostnadene vil være avhengig av antagelsene om iFCR (Figur 17).

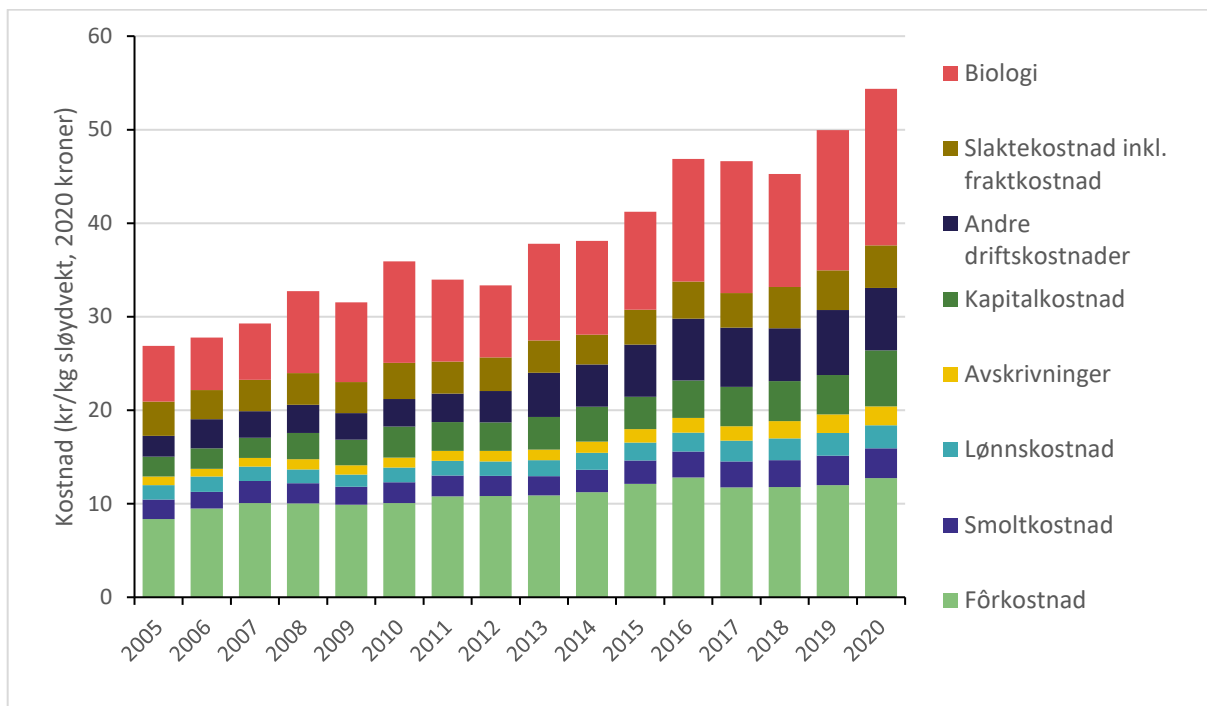


**Figur 17.** Biologiske kostnader. iFCR0.9 vs iFCR1.0

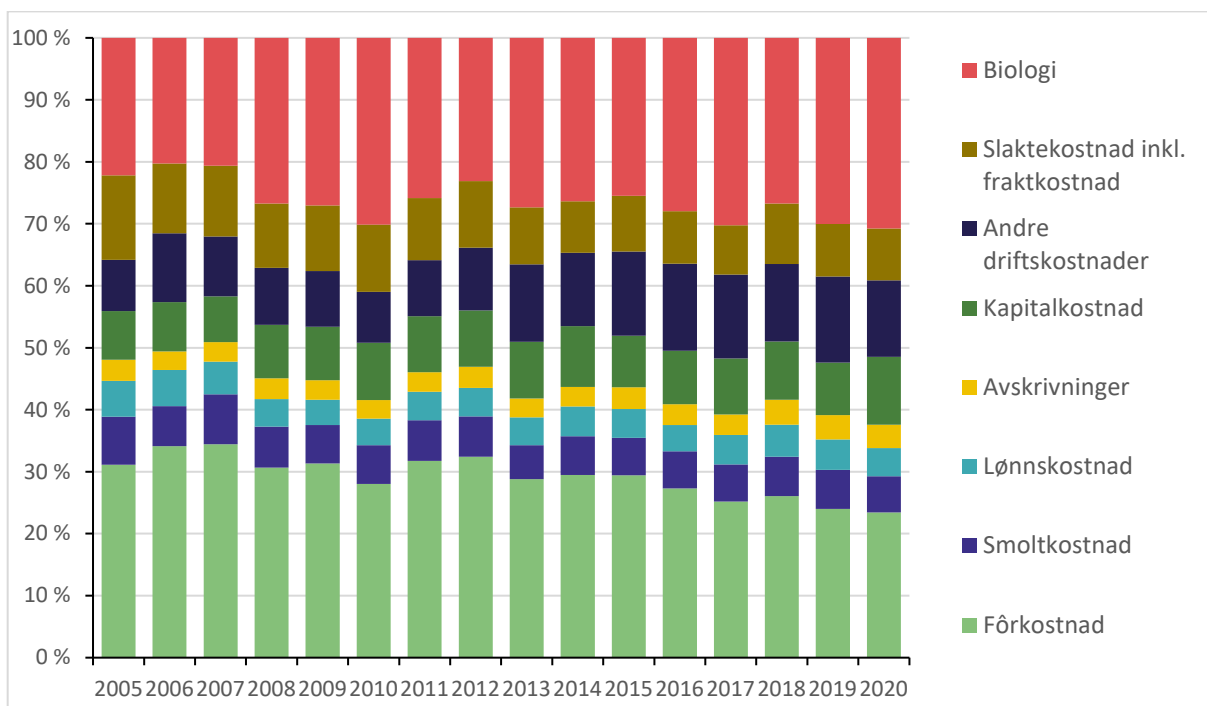
Økningen i fôrkostnaden mellom 2005 og 2020 var 7,26 kr/kg ikke justerte for biologiske kostnader (se Tabell 2), og faller til ca. 4 kr/kg når kostnadene justeres for biologisk risiko. Gitt den marginale økningen i fôrprisen målt i USD mellom 2005 og 2020 (se Figur 14), vil mesteparten av økte fôrkostnader skyldes kronesvekkelse og økte biologiske kostnader. Den viktigste kostnaden til oppdretterne, fôret, drives av både markedsrisiko i form av valutarisiko og råvareprisrisiko, og av biologisk risiko.

### 3.4. Sammensetning av produksjonskostnaden justert for biologisk risiko

En isolering av den biologiske kostnaden muliggjør en mer presise analyser av de andre kostnadspostene. Biologiske kostnader har økt sin andel av de totale produksjonskostnadene (Figur 18 og 19), og fôrkostnaden er ikke lenger det kostnadselementet som har økt mest, men har redusert sin andel av totalen med 10 prosentpoeng. Andelen av de tradisjonelt viktigste kostnadskomponentene som fôr, smolt, lønn har til sammen sunket over tid. I 2005 representerte de nesten halvpart av kostnadene mot ca. en tredjedel i dag. Kildene til produksjonskostnadsøkningen er i hovedsak biologisk risiko, andre driftskostnader og kapitalkostnaden. I den tradisjonelle oppstillingen av produksjonskostnader er to av disse faktorene ikke med, nemlig biologiske kostnader og kapitalkostnader.



Figur 18. Justerte produksjonskostnader.



Figur 19. Utvikling av kostnadssammensetning

### 3.5. Regionale forskjeller

Det er vesentlige regionale forskjeller i dødelighet, sykdommer og luseutfordringer, som kan gi forskjeller i biologiske kostnader. Den tradisjonelle måten å fremstille kostnader på vanskeliggjør en sammenligning av kostnadselementene (Tabell 5). I 2020 var fôrkostnaden i Agder og Rogaland på 21,28 kr/kg, mens den var 17,62 i Nordland, men hva er årsaken til forskjellene. Det er også store



regionale forskjeller i de andre kostnadselementene. Store forskjeller i eFCR mellom fylker er en indikasjon på at ulik biologisk risiko kan være en viktig årsak.

**Tabell 5.** Tradisjonell fremstilling av produksjonskostnader. Faste 2020 kroner.

Kr/kg	Agder og Rogaland	Vestland	Trøndelag	Nordland	Troms og Finnmark
<b>Fôrfaktor</b>	<b>1,52</b>	<b>1,42</b>	<b>1,40</b>	<b>1,19</b>	<b>1,34</b>
Smoltkostnad	6,91	6,33	5,31	4,22	5,57
Fôrkostnad	21,28	19,27	20,08	17,62	19,72
Lønnskostnader	3,23	3,84	4,39	2,92	3,78
Avskrivninger	2,65	2,60	4,37	3,07	3,19
Annen driftskostnad	11,01	12,93	9,90	11,15	11,37
«Biologiske kostnader»	0	0	0	0	0
<b>Driftskostnad i sjøfase</b>	<b>45,07</b>	<b>44,97</b>	<b>44,04</b>	<b>39,00</b>	<b>43,63</b>
Kapital*	9,61	9,59	9,39	8,31	9,30
<b>Produksjonskostnad sjøfase</b>	<b>54,68</b>	<b>54,56</b>	<b>53,43</b>	<b>47,31</b>	<b>52,93</b>
Slakt	5,25	4,79	4,49	4,28	4,79
<b>Produksjonskostnad</b>	<b>59,93</b>	<b>59,35</b>	<b>57,92</b>	<b>51,59</b>	<b>57,72</b>

\* Kapitalkostnaden er basert på det nasjonale gjennomsnittet, men justert for regional fôrfaktor.

I de to neste tabellene er den biologiske kostnaden trukket ut med iFCR0.9 (Tabell 6) og iFCR1.0 (Tabell 7). Metoden er noe vanskeligere for fylkene enn for landet som helhet siden kapitalkostnaden per region mangler. Den gjennomsnittlige kapitalkostnaden for hele Norge er derfor brukt, men justert opp eller ned ift. den regionale fôrfaktoren.

**Tabell 6.** Produksjonskostnader per region 2020, justert for «biologiske kostnader» (iFCR = 0,9).

Kr/kg	Agder og Rogaland	Vestland	Trøndelag	Nordland	Troms og Finnmark
<b>Fôrfaktor</b>	<b>0,90</b>	<b>0,90</b>	<b>0,90</b>	<b>0,90</b>	<b>0,90</b>
Smoltkostnad	4,09	4,01	3,41	3,19	3,74
Fôrkostnad	12,60	12,21	12,91	13,33	13,24
Lønnskostnader	1,91	2,43	2,82	2,22	2,54
Avskrivninger	1,57	1,65	2,81	2,32	2,14
Annen driftskostnad	4,90	6,18	4,80	6,36	5,77
«Biologiske kostnader»	23,92	22,00	20,64	13,60	19,25
<b>Driftskostnad i sjøfase</b>	<b>48,99</b>	<b>48,48</b>	<b>47,40</b>	<b>41,02</b>	<b>46,69</b>
Kapital*	5,69	6,08	6,03	6,29	6,25
<b>Produksjonskostnad sjøfase</b>	<b>54,68</b>	<b>54,56</b>	<b>53,43</b>	<b>47,31</b>	<b>52,93</b>
Slakt	5,25	4,79	4,49	4,28	4,79
<b>Produksjonskostnad</b>	<b>59,93</b>	<b>59,35</b>	<b>57,92</b>	<b>51,59</b>	<b>57,72</b>

\* Kapitalkostnaden er basert på det nasjonale gjennomsnittet, men justert for regional fôrfaktor.

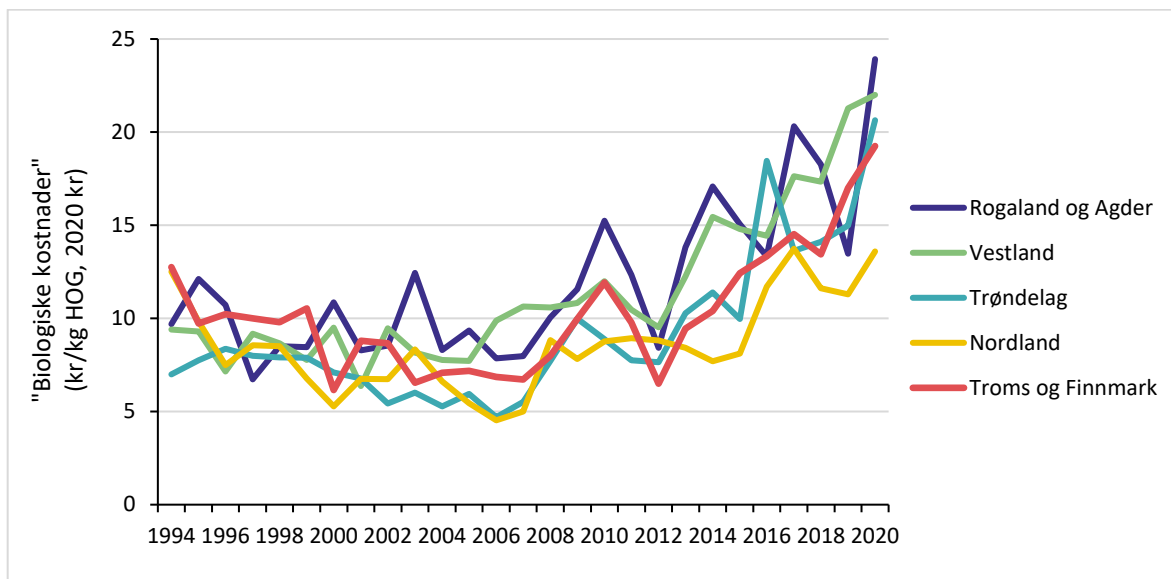
Når de biologiske kostnadene trekkes ut blir det betydelig lavere regionale forskjeller i de andre kostnadselementene som smolt, fôr, slakt, og avskrivninger enn når biologisk risiko ikke er skilt ut. I Tabell 2 varierer smoltkostnaden med 2,69 kroner/kg, mens i Tabell 6 er forskjellen 0,90 kr/kg mellom regionene med høyeste og laveste smoltkostnad. Reduksjon i variasjonen gjelder også de andre kostnadspostene. Variasjonen i fôrkostnaden faller fra 3,66 kr/kg (Tabell 6) til under en tredjedel. Dette betyr at når en korrigerer for forskjeller i fôrfaktor vil kostnadsforskjellene mellom regioner falle dramatisk, som igjen tyder på at forskjeller i produksjonskostnader i ulike fylker i hovedsak skyldes forskjeller i biologisk risiko. Den samme effekten sees i Tabell 7, men effekten er naturligvis noe lavere.

**Tabell 7.** Produksjonskostnader per region 2020, justert for «biologiske kostnader» (iFCR = 1,0).

Kr/kg	Agder og Rogaland	Vestland	Trøndelag	Nordland	Troms og Finnmark
<b>Fôrfaktor</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>
Smoltkostnad	4,54	4,46	3,79	3,55	4,16
Fôrkostnad	14,00	13,57	14,34	14,81	14,72
Lønnskostnader	2,12	2,70	3,14	2,47	2,82
Avskrivninger	1,74	2,83	3,12	2,58	2,38
Annen driftskostnad	4,90	6,18	4,80	6,36	5,77
«Biologisk kostnader»	21,05	19,07	17,53	10,56	16,15
<b>Driftskostnad i sjøfase</b>	<b>48,36</b>	<b>47,81</b>	<b>46,72</b>	<b>40,32</b>	<b>45,99</b>
Kapital*	6,32	6,75	6,71	6,99	6,94
<b>Produksjonskostnad sjøfase</b>	<b>54,68</b>	<b>54,56</b>	<b>53,43</b>	<b>47,31</b>	<b>52,93</b>
Slakt	5,25	4,79	4,49	4,28	4,79
<b>Produksjonskostnad</b>	<b>59,93</b>	<b>59,35</b>	<b>57,92</b>	<b>51,59</b>	<b>57,72</b>

\* Kapitalkostnaden er basert på det nasjonale gjennomsnittet, men justert for regional fôrfaktor.

Biologiske kostnader har siden 2005 økt i alle fylker (Figur 20), mest i Rogaland/Agder og Vestland, og minst i Nordland. For noen fylker er det stor variasjon fra år til år. Dette kan skyldes målefeil som følge av få observasjoner i noen fylker. Møre og Romsdal er ikke med siden det er svært få lokaleide selskaper i dette fylket. I Rogaland/Agder er det store årlige svingninger og en mulig årsak kan være selskaper som er med i felles områdesamarbeid (f.eks. sonesamarbeid og brakklegging).



**Figur 20.** Biologiske kostnader per fylke for perioden 1996–2020 (iFCR0.9). Faste 2020-kroner. Kilde: egne beregninger basert på data fra Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelse.

I tillegg vil sykdomsbølger komme og gå. I Vestland fylke har det vært et stort og langvarig PD-utbrudd som toppet seg i 2019, men som har gått noe tilbake i ettertid. I Nord-Norge har ILA vært et stort problem. Disse sykdommene har også hatt en del utbrudd i de andre fylkene, men noen fylker har hatt større problemer enn andre<sup>43</sup>. Det er også regionale og lokalitetsforskjeller i lusesmitte. I tillegg vil forskjeller i luseproblemer også kan forklares med ulike driftsrutiner, selskapsstrategier og bruk av teknologi.

### 3.6. Store vs små selskaper

Fiskeridirektoratet rapporterer også kostnader for ulike størrelsesgrupper av selskaper (Tabell 8), men det er vanskelig å identifisere forskjeller som skyldes størrelse. Studier viser også at de små ofte har hatt den høyeste lønnsomheten (Asche m.fl., 2018). Selskapene i Gruppe 1 (1–9 tillatelser) omsetter i snitt for 250 MNOK/år så selv den minste kategorien er relativt store. Ifølge EUs regelverk og definisjoner er grensen for å bli definert som små og mellomstore bedrifter en årsomsetning på 50 MEUR (~100 MNOK) og færre enn 250 ansatte. Selv om antall årsverk i Gruppe 1 er ~18 er omsetningen kun halvparten av den omsetningen som vil innebære at det defineres som et stort selskap. Et oppdrettsselskap med 1 tillatelse vil kanskje omsette for rundt 60 MNOK/år, mens et selskap med 9 tillatelser vil omsette for rundt 560 MNOK/år (med en produksjon (rundvekt) på 1,5 ganger MTB og en laksepris på 60 kr/kg sløydvekt).

<sup>43</sup> Se figurer her: <https://www.barentswatch.no/havbruk/sykdom>

**Tabell 8.** Justerte produksjonskostnader. Ulike størrelsesgrupper. Gruppe 1 = 1–9 tillatelser, Gruppe 2 = 10–19 tillatelser, Gruppe 3 = 20+ tillatelser.

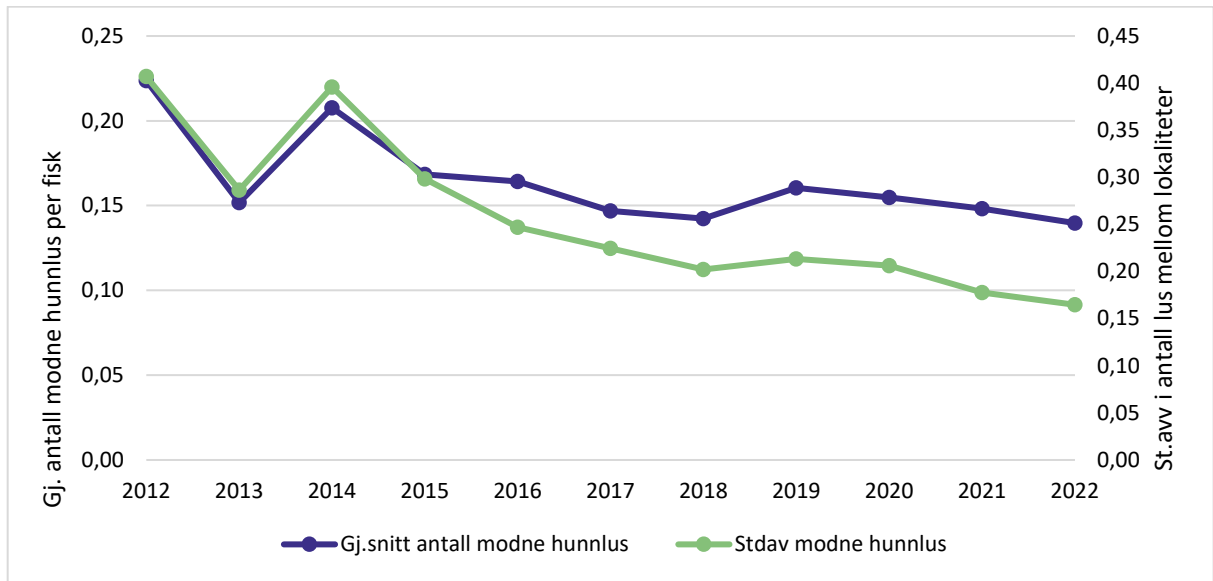
Kr/kg	Gjennomsnittsselskap (iFCR0.9)	Gruppe 1 (iFCR0.9)	Gruppe 2 (iFCR1.0)	Gruppe 3 (iFCR1.0)
Smoltkostnad	3,18	4,10	3,37	2,89
Fôrkostnad	12,75	13,03	12,53	12,64
Lønnskostnader	2,47	2,22	2,04	2,59
Avskrivninger	2,03	1,79	1,67	2,13
Annen driftskostnad	6,71	8,13	7,74	6,15
«Biologiske kostnader»	16,72	15,45	20,03	16,83
<b>Driftskostnad i sjøfase</b>	<b>43,84</b>	<b>44,72</b>	<b>47,38</b>	<b>43,22</b>
Kapitalkostnad	5,97	5,43	4,66	6,42
<b>Produksjonskostnad i sjøfase</b>	<b>49,81</b>	<b>50,16</b>	<b>52,04</b>	<b>49,65</b>
Slaktekostnad	4,55	4,15	4,48	4,67
<b>Produksjonskostnad</b>	<b>54,36</b>	<b>54,31</b>	<b>56,53</b>	<b>54,32</b>

## 4. Årsaker til økte biologiske kostnader

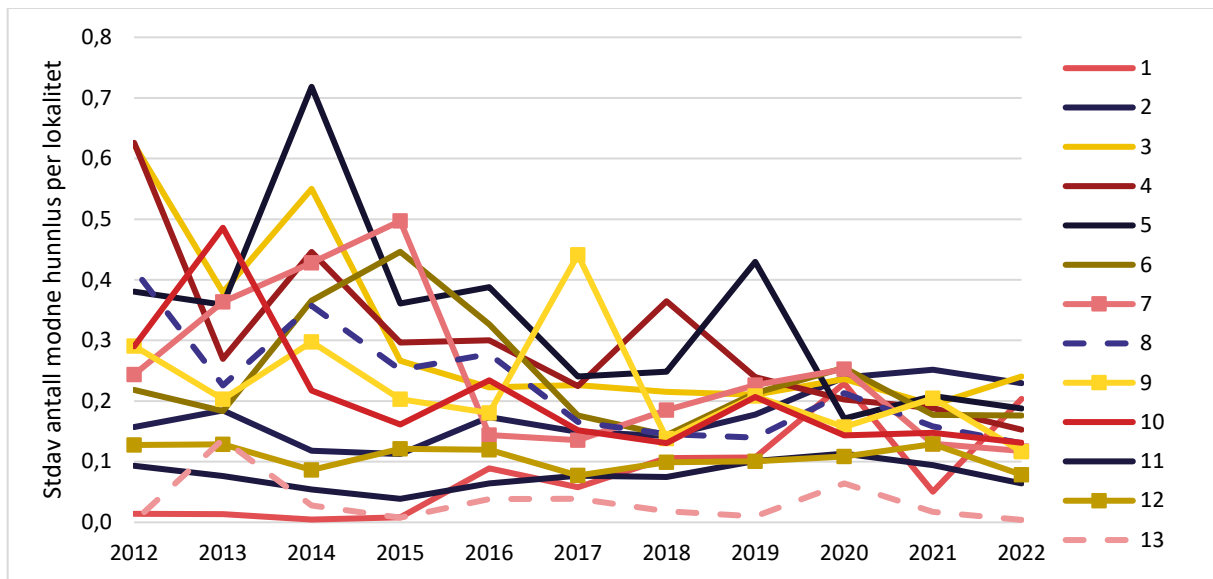
Som nevnt kan det være flere årsaker til økte biologiske kostnader etter 2010. Under er en oppsummering av de faktorene som er identifisert som viktigst.

1. **Økte priser på innsatsfaktorer.** En høy eFCR betyr at det er brukt fôr som ikke har ført til slaktet produksjon. Når prisen på fôret øker, enten ved at prisen på fôrkomponentene øker eller en kronesvekkelse, vil prisen på en mindre effektiv bruk av fôret bli dyrere enn før. Denne effekten gjelder også andre innsatsfaktorer. Økte priser på innsatsfaktorene forsterker den negative effekten av mindre effektiv anvendelse av innsatsfaktorene.
2. **Strengere reguleringer.** I 1998 ble krav til lusetelling og avlusning innført. Senere har lusegrensene har blitt redusert flere ganger (se Figur 5). I 2013 ble det innført veldig strenge lusegrenser (0,2 vår og 0,5 resten av året). I perioden 2013–2016 steg antall avlusninger med 60 prosent. I tillegg var det et paradigmeskifte i avlusningsmetoder (se neste punkt). I 2017 ble trafikklyssystemet innført som økte fokuset på lakselus i oppdrett, og gir økonomiske insentiver til å holde lusenivåene i anleggene nede. Beregninger gjort av forskere ved HI forteller at antall modne hunnlus på oppdrettslaks i en rød PO må under 0,03 før smittepresset på villakssmolten blir så lav at PO'en kan bli farget grønn (Sandvik m.fl., 2021). Oppnåelse av et enda lavere lusetall enn i dag vil legge ytterligere press på kostnadene og fiskevelferden.

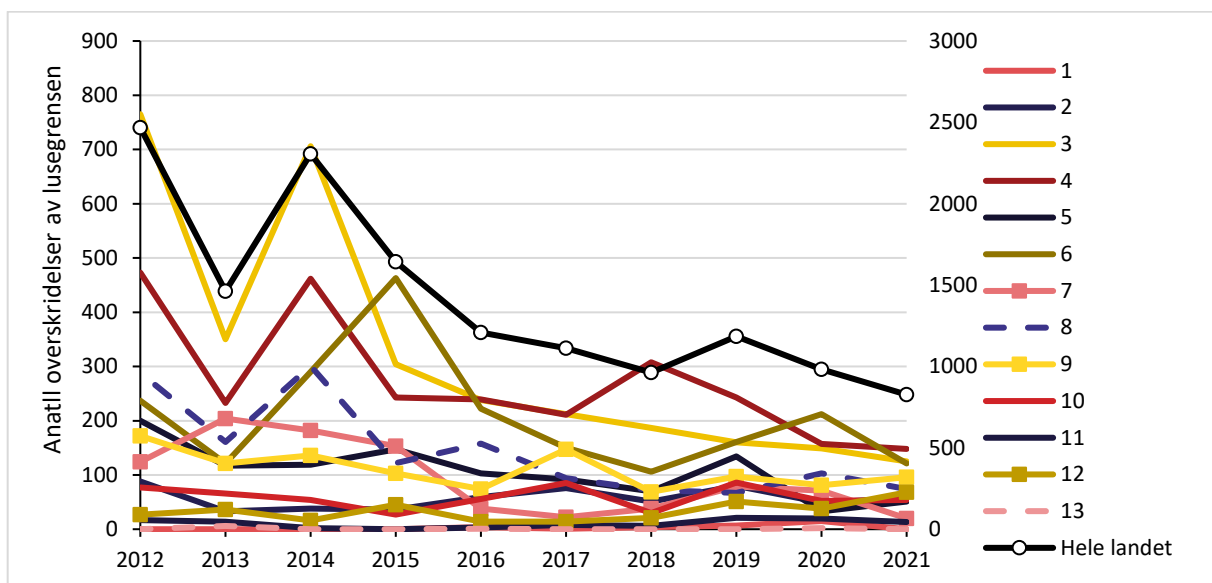
Strengere lusegrenser, i tillegg til andre reguleringer slik som TLS, har gitt en betydelig nedgang i antall modne hunnlus per oppdrettsfisk og i variasjonen i antall lus per lokalitet (Figur 21). Nedgangen i variasjonen i antall lus per lokalitet har vært størst for de PO'ene som i utgangspunktet hadde de høyeste lusetallene (Figur 22). Antall lokaliteter som overskrider lusegrensene har falt de siste 10 årene, og nedgangen har vært størst i Vestland fylke (Figur 23).



**Figur 21.** Årlig gjennomsnittlig av ukentlig antall modne hunnlus per lokalitet, og standardavvik (Stdav) i ukentlig antall modne hunnlus per lokalitet. Kilde: egne beregninger basert på data fra Barentswatch.



**Figur 22.** Standardavvik i ukentlig antall modne hunnlus per lokalitet for produksjonsområdene (1–13). Kilde: egne beregninger basert på data fra Barentswatch.



**Figur 23.** Gjennomsnittlig antall lokaliteter per uke som har overskredet lusegrensene. Kilde: egne beregninger basert på data fra Barentswatch.

Trenden er klar, strengere lusereguleringer har gitt i) nedgang i antall lus, ii) færre overskridelser av lusegrenser, og iii) mindre variasjon i antall lus mellom lokalitetene, og iv) mindre variasjon i antall lus på oppdrettslaks mellom grønne, røde og gule PO'er. Oppdretterne har tilpasset seg strengere lusereguleringer, og luseantallet per fisk har blitt mer homogent på tvers av lokaliteter og også mellom produksjonsområder.

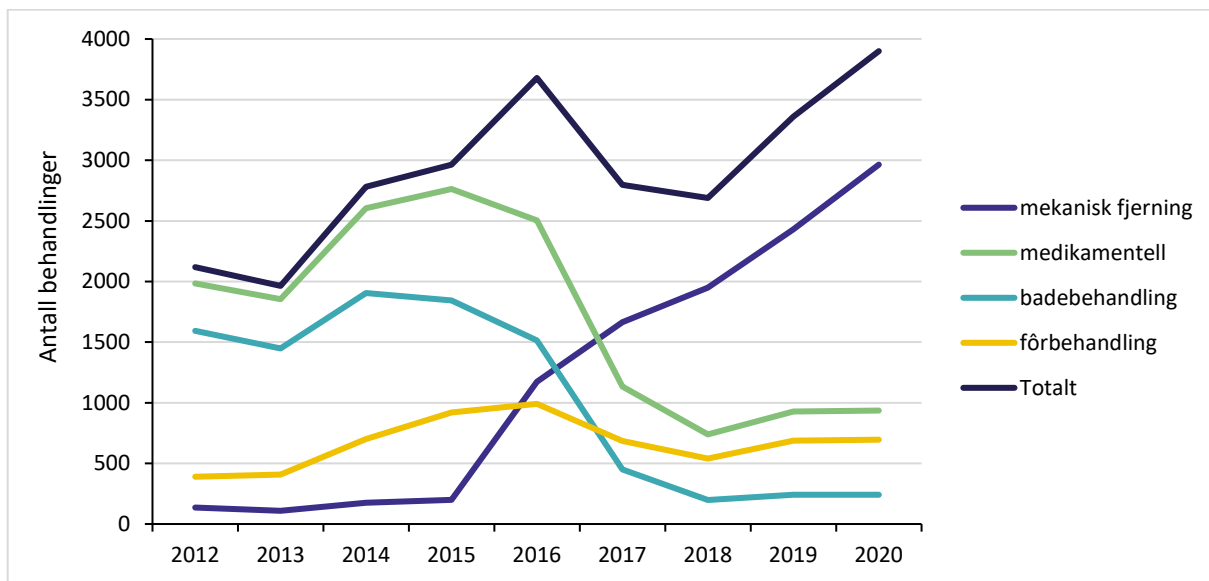
3. **Økt bruk av ikke-medikamentelle avlusningsmetoder.** I perioden frem til 2013–2015 økte antall behandlinger med medikamentelle avlusningsmidler kraftig (Figur 24), men som følge av resistensutvikling hos lakselusen i samme periode<sup>44</sup> falt effektiviteten og oppdretterne måtte raskt finne nye avlusningsmetoder<sup>45</sup>. Fra og med 2015 kan en se en kraftig økning i bruk av ikke-medikamentelle metoder som ferskvann, mekanisk og termisk avlusning (i figuren omtalt som «mekanisk fjerning»). Bruken av rensefisk<sup>46</sup> økte kraftig i samme periode, og oppdretterne betalte også stadig høyere priser per rensefisk (Figur 26). Det er vanskelig å beregne antall behandlinger per lokalitet siden rundt 80 % av behandlinger med mekaniske metoder er gjennomført på deler av lokalitetene, ikke hele.

<sup>44</sup> Se Coates m.fl. 2021a, 2021b, Dempster m.fl. (2021).

<sup>45</sup> Se Barrett m.fl. (2020a), Bui m.fl. (2020b, 2022)

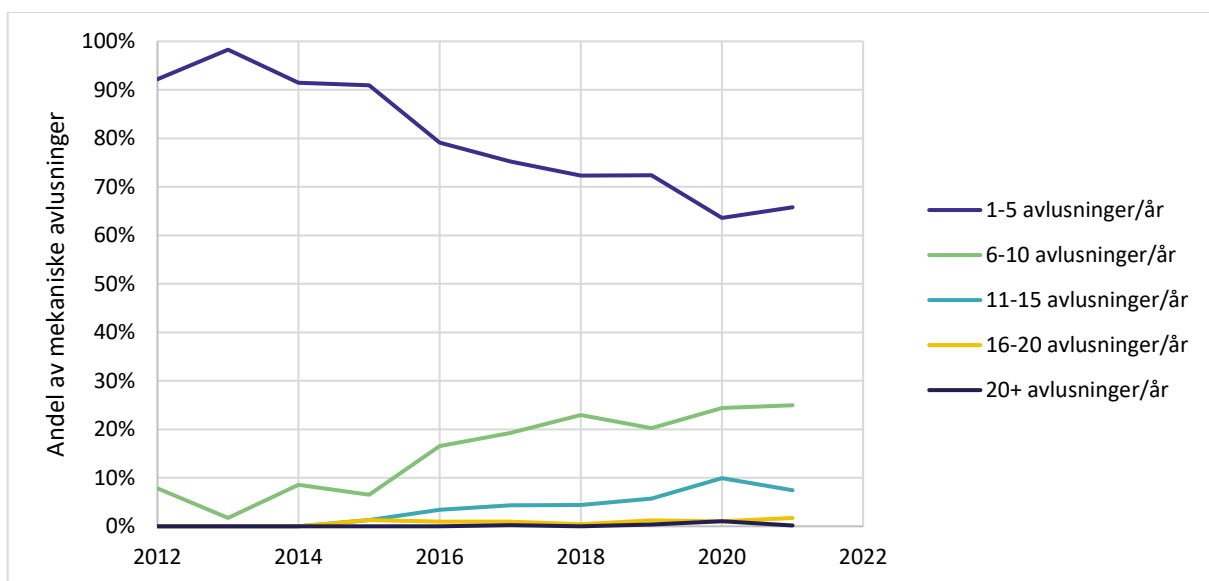
<sup>46</sup> Bruk av «mekaniske» metoder kan ha redusert effektiviteten til rensefisk (Gentry m.fl. 2020).



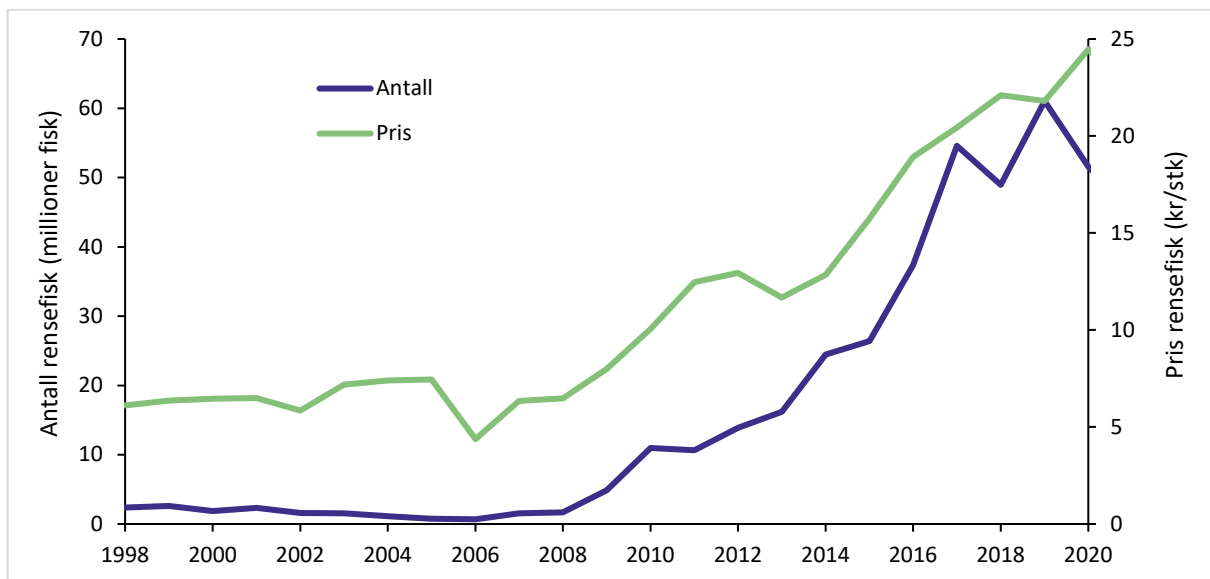


**Figur 24.** Avlusningsmetoder. «Mekanisk behandling» er både mekanisk, termisk og ferskvannsbehandling. «Medikamentell behandling» er summen av «badebehandling» og «fôrbehandling». Kilde: Barentswatch.

Hyppigheten av mekanisk avlusning har økt, andelen 1–5 avlusninger per lokalitet per år har falt, mens andelen 6–15 avlusninger per lokalitet per år har økt (Figur 25).



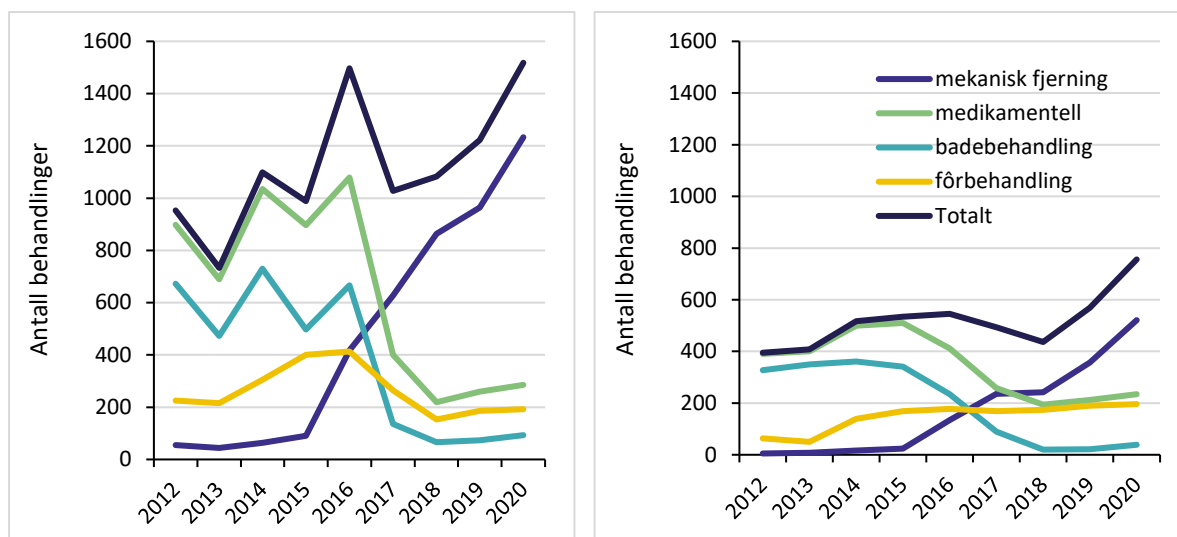
**Figur 25.** Andelen av grupper med antall mekaniske avlusninger per lokalitet per år.



**Figur 26.** Antall utsatte rensefisk (millioner fisk) og salgspris (kroner/stk). Prisen er inflasjonsjustert (2020 faste kroner). Kilde: Fiskeridirektoratet.

Det er regionale forskjeller i avlusningshyppigheten<sup>47</sup>. Figurene under viser bruk av ulike avlusningsmetoder for PO3 og PO4 vs. PO7, PO8 og PO9 (Figur 27). Figurene er ikke direkte sammenlignbare da det vil være forskjeller i antall lokaliteter og kvantum produsert. Spesielt produksjonen vil ha endret seg over tid. Siden Nordland har grønne PO'er mens Vestland har hatt gule og røde, vil produksjonen ha utviklet seg i svært ulik takt, men regionene nok relativt like produksjonsmessig. I 2020 ble det produsert 357.393 tonn rundvekt i PO3 og PO4 mot 397.639 tonn i PO7, PO8 og PO9. Selv om begge områdene har hatt en økning i avlusningsfrekvens, har økningen vært størst på vestlandet. Økningen i bruk av «mekaniske» avlusningsmetoder i PO3 og PO4 har økt fra 55 i 2012 til 1.233 i 2020, mens i PO7, PO8 og PO9 har hyppigheten økt fra 0 til 521. Økningen har vært over dobbelt så stor i Vestland fylke enn lenger nord.

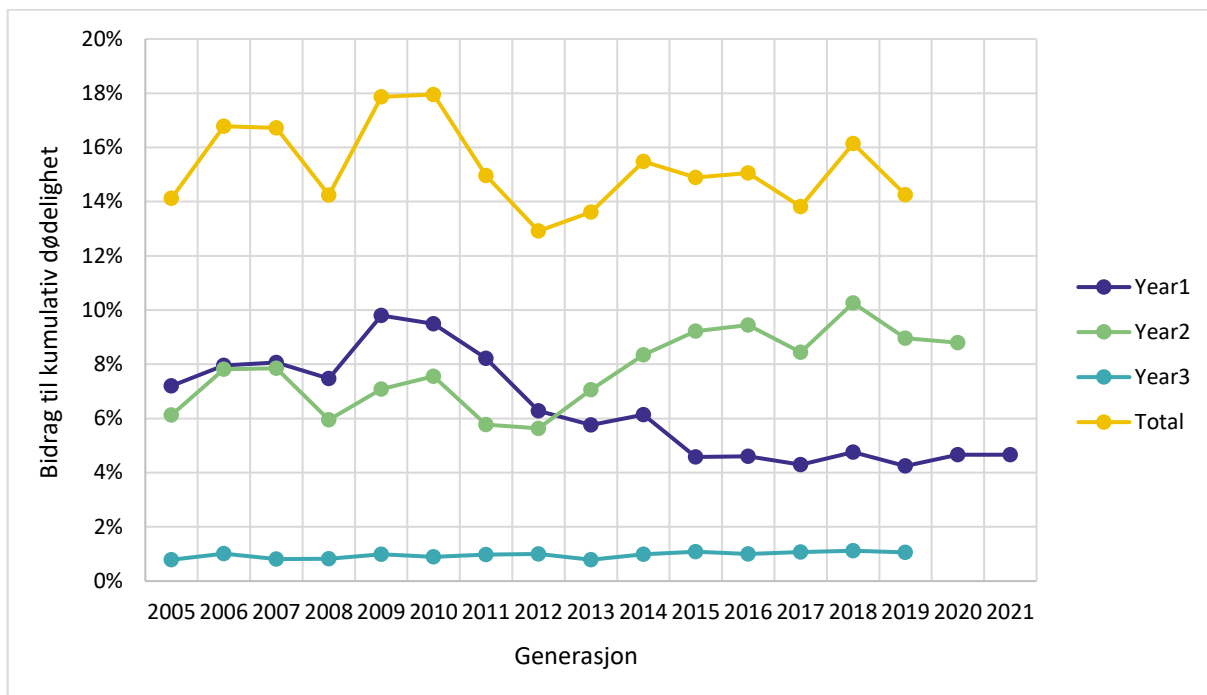
<sup>47</sup> Det er også regionale forskjeller i lusepress på villaks.



**Figur 27.** Avlusningsmetoder PO3 og PO4 (dekker Vestland fylke) og PO7, PO8 og PO9 (dekker det meste av Nordland fylke). Kilde: Barentswatch.

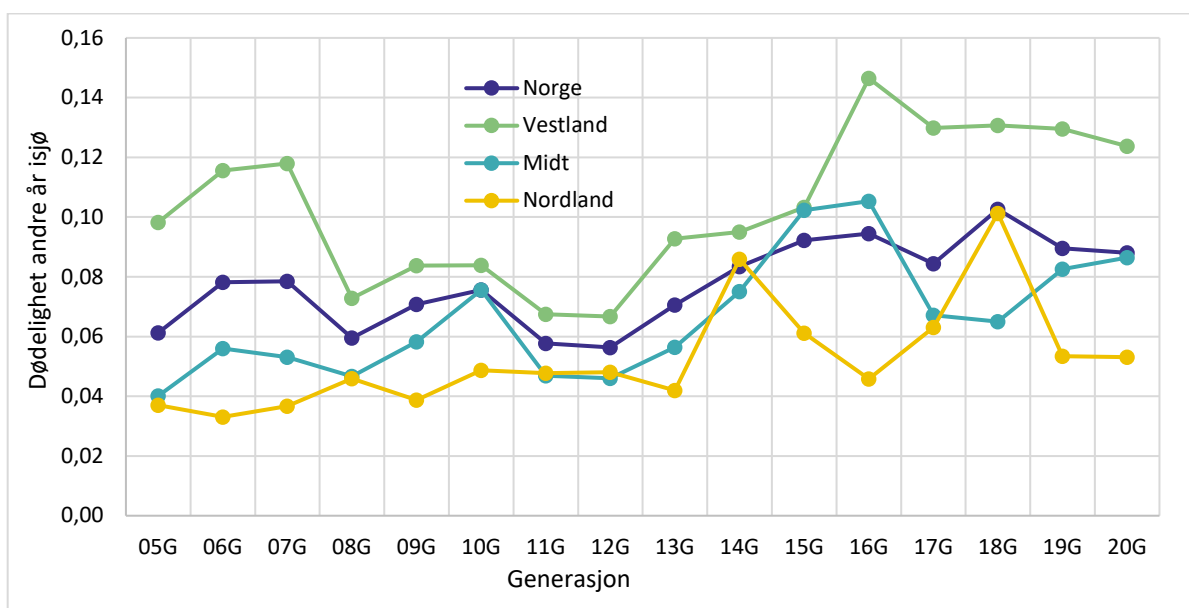
4. **Økt vekt på dødfisk<sup>48</sup>.** Figurene under viser dødelighet for hele landet (Figur 28), dødelighet andre år i sjø per region (Figur 29), og gjennomsnittsvekt for dødfisk over tid per generasjon og per region (Figur 30). Selv om dødeligheten målt i prosent av antall fisk i sjøen har falt siden 2010 (Figur 28, gul linje), har dødeligheten av stor fisk økt (Figur 28, oransje linje), mens dødeligheten av den minste fisken har gått ned (Figur 28, blå linje). Økt dødelighet av stor fisk er dyrere enn liten fisk siden det er investert mer variable kostnader. I tillegg fordeles de faste kostnadene på færre kilo.

<sup>48</sup> For mer informasjon om utvikling og årsaker til dødelighet i settefisk- og matfiskfasen vises til Bang Jensen m.fl. (2020), Bui m.fl. (2022), Bui m.fl., (2020b), Gåsnes m.fl. (2021), Oliveira m.fl. (2021), Overton m.fl. (2019a; 2019b), Persson m.fl. (2022) og Sviland Walde m.fl., (2021, 2022).



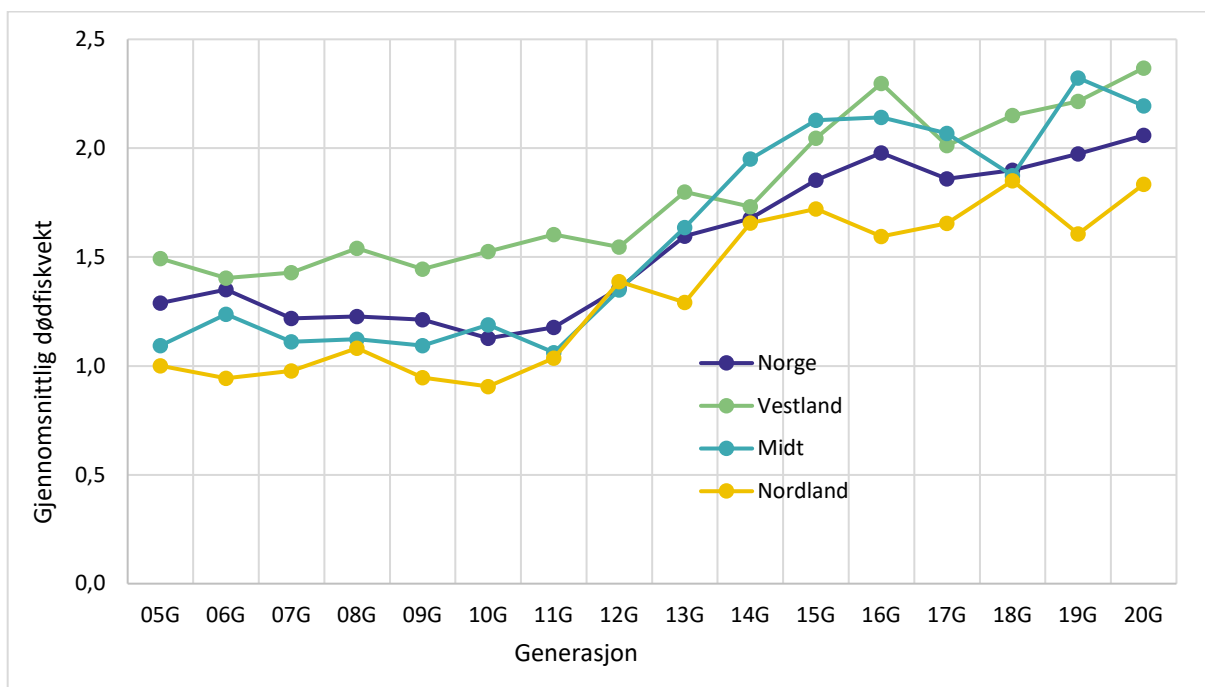
**Figur 28.** Dødelighet per generasjon og antall år isjø. Dødelighet er beregnet som antall registrerte dødfisk delt på total utsett per generasjon. Første kalenderår i sjø = mørkeblå linje, andre kalenderår i sjø = grønn linje, tredje kalenderår i sjø = turkis linje, og total dødelighet = gul linje. Kilde: egne beregninger basert på Fiskeridirektoratets biomassestatistikk.

Dødeligheten til fisken i andre år i sjø har historisk vært størst i Vestland fylke, og minst i Nordland. Fra og med 13G (fisk satt ut i 2013) har dødeligheten av stor fisk mer enn doblet seg i Vestland. Spesielt har det vært en kraftig økning mellom 12G og 16G. Økningen har vært stor også i midt-Norge, men ikke like høy som i Vestland.



**Figur 29.** Dødelighet for fisk i andre år i sjø, for landet som helhet og i tre geografiske områder (Vestland, midt-Norge og Nordland). Dødelighet er beregnet som antall registrerte dødfisk delt på total utsett per generasjon. Kilde: egne beregninger basert på Fiskeridirektoratets biomassestatistikk.

Gjennomsnittsverken på dødfisk har økt fra og med fisken som ble satt ut i 2012 (12G). I Vestland har den økt fra 1,5 kilo til i underkant av 2,5 kilo, en økning på nesten 1 kilo. Dødfisken har økt også i de andre områdene. I Nordland har dødfisken økt fra 1 til nesten 2 kilo. På landsbasis har gjennomsnittsverken på dødfisk økt med nesten 1 kilo. Økt dødfiskenvekt kombinert med økt dødelighet av stor fisk er en viktig driver av økte biologiske kostnader. I tillegg kommer økte priser på innsatsfaktorer som øker prisen på ineffektivitet. Økonomisk blir dette dyrt da det er investert betydelig beløp i å få frem en fisk på 2–2,5 kilo. Utviklingen har motivert økte investeringer i bløggébåter som kan slakte fisk som er svekket i forbindelse med behandlinger i stedet for at den dør. Potensielt kan økt bruk av bløggébåter gi redusert dødfiskenvekt fremover<sup>49</sup>. Andre faktorer som potensielt kan bidra positivt til fiskevelferd er et økt fokus på smoltkvalitet. Det blir av enkelte pekt på en sammenheng mellom smolt produsert i RAS-anlegg og økt dødelighet av stor fisk, men dette er et tema det må forskes mer på før det er mulig å konkludere<sup>50</sup> siden årsakene til økt dødelighet av stor fisk er sammensatt. Imidlertid viser enkelte studier allerede at smoltkvalitet er en viktig forklaringsfaktor for tap i matfiskproduksjonen (Pincinato m.fl, 2021).



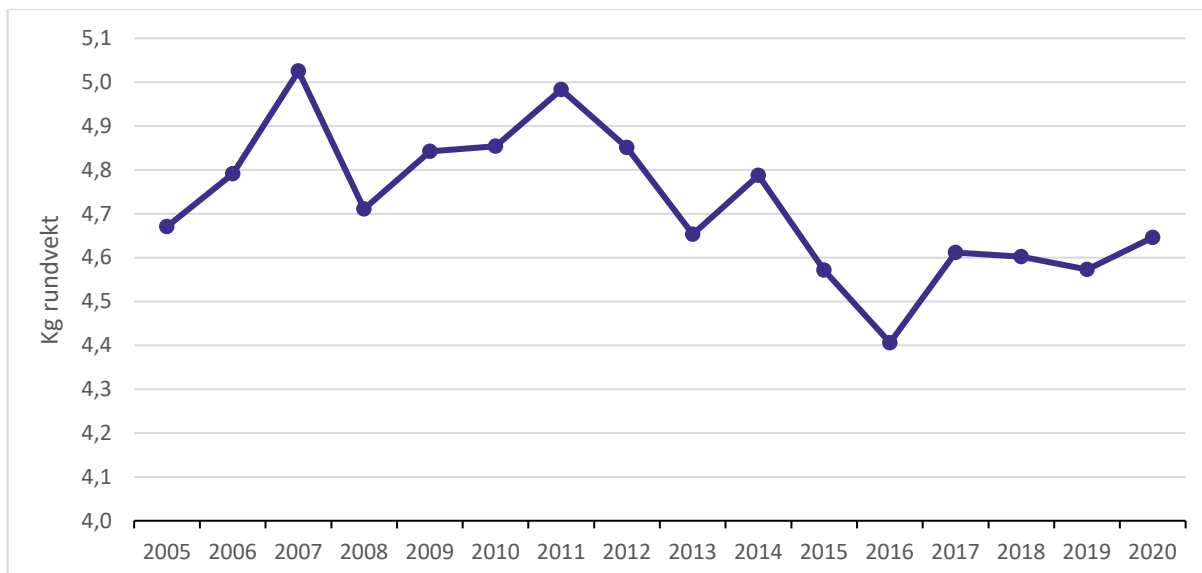
**Figur 30.** Regionale forskjeller i vekten på dødfisk andre år i sjø. Egne beregninger basert på Fiskeridirektoratets biomassestatistikk.

- Nedgang i slaktevekt.** Det var en nedgang i slaktevekt mellom 2011 og 2016 på 600 gram (Figur 31). Siden har gjennomsnittlig slaktevekt økt noe (~200g). Det største fallet i slaktevekt sammenfaller med den utfordrende perioden med økte bruk av «mekaniske»

<sup>49</sup> Se f.eks. Barrett m.fl. (2022).

<sup>50</sup> Se f.eks. Frisk m.fl. (2020) og <https://ilaks.no/skjelde-fisken-er-jo-halvdau/>, <https://ilaks.no/skjelde-vi-har-enda-mer-a-ga-pa/>, <https://ilaks.no/beitnes-johansen-alt-tyder-pa-at-ras-fisk-er-mindre-robust/>.

avlusningsmetoder. En mulig forklaring er at fisken sendes til slakt i stedet for avlusning<sup>51</sup>. I tillegg kan produksjon som ligger tett opp mot MTB-grensene potensielt også være en forklaringsfaktor («MTB-slakt»). Nedgang i slaktevekt har vesentlige negative konsekvenser for oppdretternes økonomi. For det første fordeles faste kostnader på færre kilo. videre produseres det mindre kvantum fisk som isolert sett gir lavere salgsinntekter, og i tillegg vil prisen på mindre fisk være lavere enn større fisk. 1–2 kilos laks selges til en rabatt på ca. 15 kr/kg i snitt sammenlignet med 4–5 kilos laks.

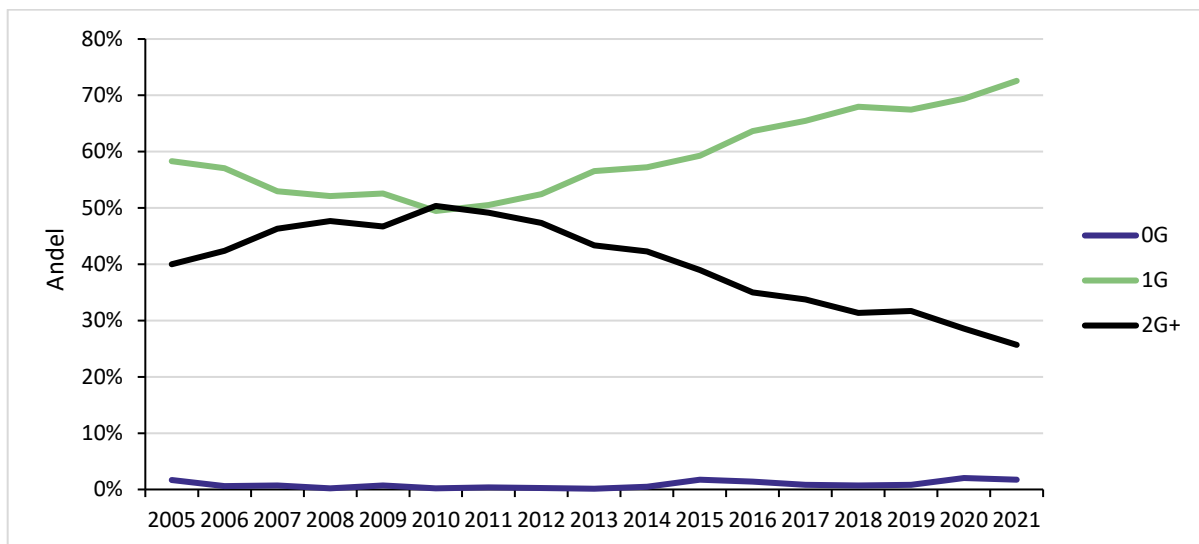


**Figur 31.** Slaktevekt andre år i sjø. Per generasjon. Kilde: egne beregninger basert på Fiskeridirektoratets biomassestatistikk. Trunkert y-akse.

Siden 2010 har det skjedd en betydelig endring i når fisken slaktes (Figur 32). I 2010 ble omtrent halvparten av fisken slaktet i andre år i sjø og resten i tredje<sup>52</sup>. Dette kan ha flere årsaker, slik som utsett av større smolt som står kortere tid i sjø (kortere produksjonsyklus i sjø), forsert slakting (og lavere slaktevekt) og potensielt også økning i vårutsett i stedet for høstutsett. Iversen m.fl. (2019) dokumenterer at andelen vår – vs høstutsett har gått fra 65:35 i 2005 til 53:47 i 2014, så dette er nok ikke en forklaring. Større smolt/kortere produksjonstid og økte biologiske utfordringer gjenstår da som mulige forklaringsfaktorer.

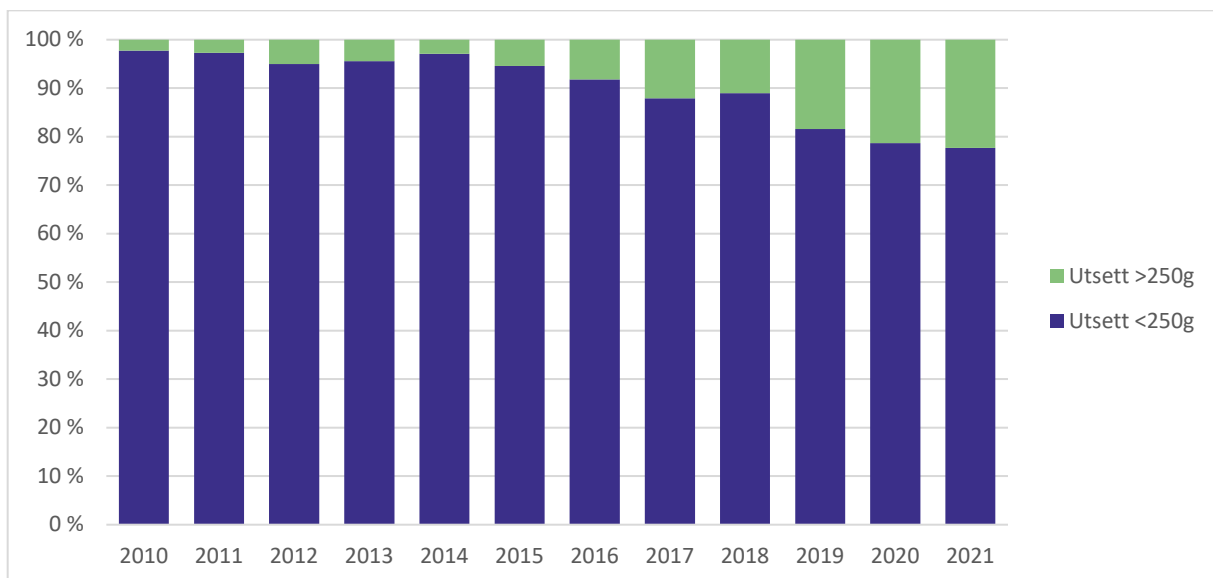
<sup>51</sup> <https://www.hi.no/hi/nyheter/2022/august/bloggebater-berger-fisk-etter-avlusing>. Se også Barrett m.fl. (2022).

<sup>52</sup> Betyr ikke at fisken er 3 år når den slaktes. Fisk som settes ut om høsten vil være litt over ett år gammel i det den starter sitt tredje kalenderår i sjø.



**Figur 32.** Alder ved slakt. 0G = samme år som utsett, 1G = andre år i sjø, og 2G+ er tredje år i sjø eller eldre.

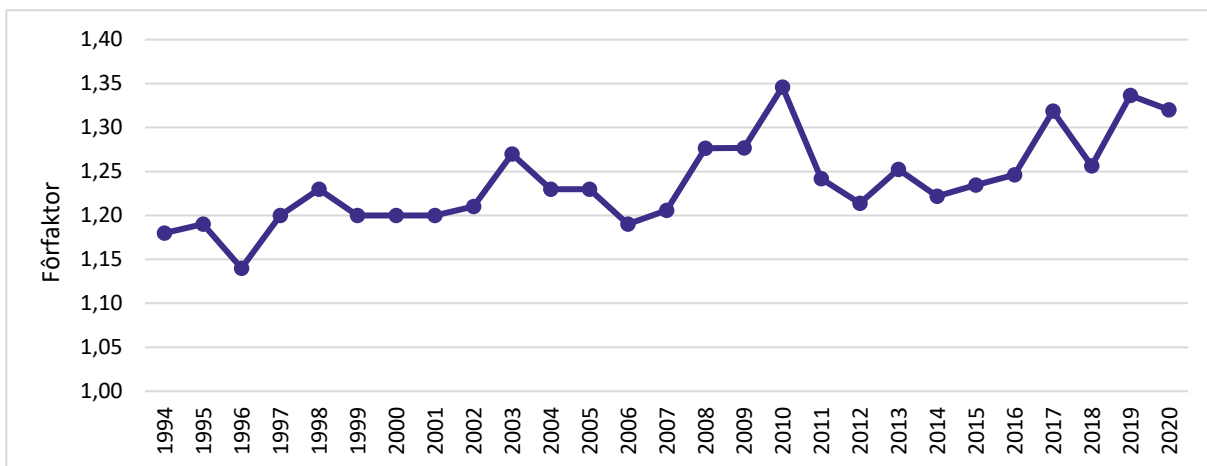
Størrelsen på smolt som settes ut i sjø har økt (Iversen m.fl. 2017; 2019), men informasjon om gjennomsnittlig settefiskstørrelse er ikke offentlig tilgjengelig. Det er imidlertid mulig å si noe om innslaget av postsmolt ved å se på andelen av smoltutsett som består av fisk over og under 250g. Andelen storsmolt har økt siden 2010, og den største økningen har skjedd etter 2014 (Figur 33).



**Figur 33.** Smoltstørrelse. Andel av utsett av smolt over og under 250 gram. Kilde: Egne beregninger basert på Fiskeridirektoratets statistikker.

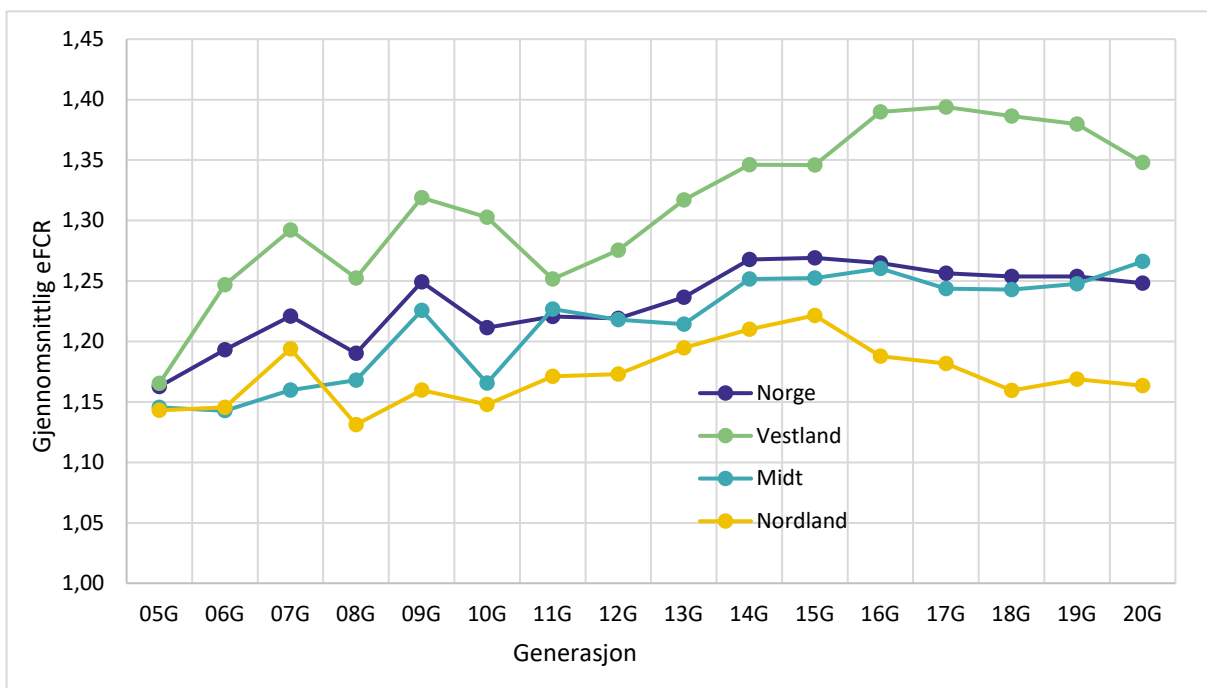
- Økt økonomisk førfaktor.** Figurene over supplert med annen informasjon dokumenterer økt dødelighet av stor fisk, økt dødfiskvekt, hyppigere avlusninger, økt bruk av «mekanisk» avlusningsmetoder, langvarige PD/ILA-utbrudd. Sykdom, parasittangrep, behandlinger gir stress og reduserte tilvekst. Sykdom gir ikke nødvendigvis akutt dødelighet, men kan være en langvarig kronisk lidelse med negativ effekt på tilvekst og fiskevelferd. PD er en slik sykdom som ikke nødvendigvis tar livet av fisken (dvs. akutt dødelighet), men fører til at

fisken blir tynnere og ikke klarer å utnytte fôret. Videre må fisken sultes i forbindelse med behandlinger. Dette er alle faktorer som øker den økonomiske fôrfaktoren. Fôrfaktoren har økt siden 2005, og ligger nå over 1,3 mot 1,2 i 2005, og ned mot 1,15 på 1990-tallet (Figur 34).



Figur 34. Gjennomsnittlig økonomisk fôrfaktor (eFCR). Kilde: Fiskeridirektoratets lønnsomhetsundersøkelser.

Det er store geografiske forskjeller i fôrfaktor (Figur 35). For fisk satt ut i 2020 lå Vestland fylke (eFCR = ~1,35) ligger betydelig høyere enn Nordland (eFCR = ~1,15). Siden 11G har differansen mellom regionene økt.



Figur 35. Økonomisk fôrfaktor per generasjon for et utvalg av fylker. Basert på Fiskeridirektoratets biomassestatistikk.



## 5. Konklusjon

Produksjonskostnadene i havbruk har i perioden 2005–2020 økt 3–4 ganger raskere enn inflasjonen, og kostnadsøkningen kan ikke kun forklares med økte priser på innsatsfaktorer. Kostnadseksplasjonen har ikke avtatt de siste to årene. Tvert imot, trenden fortsetter og produksjonskostnadene inkludert kapital nærmer seg 60 kroner per kilo sløydvekt. Økningen i produksjonskostnader gjør det vanskeligere å opprettholde den historiske lønnsomheten en så i 2016. Flere studier har undersøkt årsakene til kostnadsutviklingen og har identifisert lus, smolt, og kapitalbinding som viktige forklaringsfaktorer. «Biologiske kostnader» er en type kostnader som har fått mye omtale, men som i liten grad er kvantifisert. Denne rapporten tar utgangspunkt i veterinærmedisinsk litteratur og beregner kostnadene fra biologisk risiko fra avviket i kostnader mellom observert og en ideell/utopisk driftssituasjon. Mens den ideelle fôrfaktoren er representativ for en optimal/ideell drift av anlegg uten sykdom og lus, vil den økonomiske fôrfaktoren øke med biologisk risiko. Avviket mellom den realiserte og den ideelle fôrfaktoren gir oss informasjon om nivået på de indirekte biologiske kostnadene (f.eks. fra dødelighet, redusert tilvekst, sulting osv.). De direkte biologiske kostnadene beregnes ut fra informasjon om helsekostnader, og summen av de indirekte og de direkte kostnadene gir de totale biologiske kostnadene.

Resultatene viser at biologikostnader er en av de aller største kostnadspostene i lakseoppdrett, og at nivået har økt betydelig siden 2005, og spesielt har økningen vært stor siden 2012. I 2020 lå biologikostnaden på 10–14 kr/kg, mot en fôrkostnad på ca. 13–14 kr/kg. Av en økning på 27,49 kr/kg sløydvekt (i faste 2020-kroner) har biologi stått for 9,50–10,76 kr/kg, dvs. 35–40 prosent av økningen, mot 40–45 prosent for fôr, andre driftskostnader og kapital. I tillegg til kostnadsøkningen har også spredningen i produksjonskostnader økt, særlig etter 2012. Metoden bak beregningene er enkel, og det vil være målefeil som gir usikre estimater. Det bør gjøres ytterligere forskningsarbeid for å finne metodikk som kan øke presisjonen i estimatene.

Årsakene til økningen i biologikostnaden er sammensatt, men knyttes i hovedsak til strengere miljøreguleringer og oppdretternes respons til innstramningene, økt vekt på dødfisk, i tillegg til sykdomsutbrudd. I 2013 ble det innført veldig strenge lusegrenser som førte til hyppigere avlusninger og økt medikamentbruk og økt utsett av rensefisk. Rundt 2015 falt effektiviteten til medikamentelle avlusningsmidler som ga en brå overgang til nye og uprøvde ikke-medikamentelle mekaniske metoder (inkl. termiske), som igjen ga redusert fiskevelferd og -helse, og økt dødelighet av stor fisk. De siste 10 årene har gjennomsnittlig dødfiskvekt doblet seg fra rundt 1 til 2 kilo. Gjennomsnittlig slaktevekt har falt og andel slakt av fisk i første år i sjø har økt. Det siste tiåret er også kjennetegnet av hyppige og langvarige utbrudd av PD og ILA. Summen av disse faktorene har økt biologisk risiko og har gitt økte biologikostnader og økt økonomisk fôrfaktor.

Strengere miljøreguleringer i Norge og i andre produksjonsland har gitt begrenset produksjonsvekst og dermed høyere lakse- og ørretpriser. Driftsmarginen har derfor holdt seg på et brukbart nivå til tross for kostnadsøkningen. Et viktig spørsmål er om dette vil vare. Økte kostnader øker risikoen i næringen, og stigende biologiske kostnader tyder på økt biologisk risiko. Næringen klatrer høyere og høyere opp på kostnadsstigen, som øker fallhøyden og sårbarheten hvis det skjer en disruptiv utvikling, f.eks. ny teknologi som ikke har de samme biologiske utfordringene som åpne merder. De høye lakseprisene øker lønnsomheten til alternativ teknologi som offshore og i semi-lukkede anlegg som kombinert med økte kostnader i åpne merder reduserer den relative konkurransedyktigheten til konvensjonell teknologi for de selskapene som har høye biologiske kostnader.

Analysen har også et annet viktig bidrag. Den viser en økt internalisering av negative eksternaliteter. Negative eksternaliteter er et begrep økonomer bruker om kostnader for samfunnet som oppstår som følge av en bedrifts aktiviteter, men som ikke bæres av bedriften selv, og skaper en kile mellom bedriftens og samfunnets kostnader. Forurensning er et slik eksempel. Det typiske lærebokeksemplet er en fabrikk som forurenser og som skaper økte kostnader for andre personer eller bedrifter. Den klassiske lærebokløsningen er da å pålegge bedriftene en miljøavgift som settes lik marginalkostnaden på miljøskaden. Dette vil gjøre at bedriftenes kostnader øker med nivået på kostnaden av miljøskaden i tråd med prinsippet om at *forurenser betaler*. På fagspråket kalles dette en *internalisering* av negative eksternaliteter. De viktigste eksternalitetene i havbruk som lus og sykdommer dekkes imidlertid dårlig av en slik klassisk lærebokdefinisjon<sup>53</sup>. Mens effektene av lakselus og sykdommer fra lakseoppdrett på vill laksefisk er i tråd med den klassiske definisjonen, beskriver den ikke fullt ut kostnadene for samfunnet av lakselus og fiske sykdommer i oppdrett. Begrepet *romlige* eksternaliteter (*spatial externalities*) er da mer egnet, og beskriver en situasjon hvor bedrifter forurenser hverandre, og kan gi opphav til allmenningens tragedie. I havbruk vil lakselus og sykdommer spres fra anlegg til anlegg. Dette vil øke kostnader for oppdretterne i områder med mye lus og sykdommer, og gi en delvis internalisering av eksternalitetene<sup>54</sup>. Nyere forskning viser at dagens reguleringer forsterker denne effekten<sup>55</sup>. Resultatene fra analysene i denne rapporten viser at samfunnets kostnader fra romlige eksternaliteter er betydelig og i stor grad bæres av oppdretterne selv. Strengere miljø- og fiskehelsereguleringer, slik som lusegrenser og trafikklyssystemet, har bidratt til en internalisering av samfunnets luse- og sykdomskostnader. Områder med høye lusenivåer (Vestland) har også de høyeste biologiske kostnadene, mens områder med lave lusenivåer (Nordland) har de laveste biologiske kostnadene. Disse funnene vil ha konsekvenser for valg av reguleringer og skattlegging av havbruksnæringen. Hvor effektive vil f.eks. en miljøavgift på lakselus på oppdrettslaks være når oppdretternes lusekostnader allerede er høye og øker med økt lakselus i et geografisk område? Videre vil resultatene gi nyttig informasjon til en optimal utforming av andre skatter, f.eks. en grunnrenteskatt. Hvordan en ressursrenteskatt vil fungere i en næring hvor den ekstraordinære lønnsomheten er skapt av miljøreguleringer, og de viktigste eksternalitetene er delvis internalisert og av betydelig omfang, er faglig lite undersøkt<sup>56</sup>. Miljøkonsekvensene av en ressursrenteskatt i havbruk er heller ikke utredet<sup>57</sup>.

---

<sup>53</sup> Se Asche, F., Eggert, H., Oglend, A., Roheim, C. A., & Smith, M. D. (2022). Aquaculture: Externalities and Policy Options. *Review of Environmental Economics and Policy*, 16(2), 282–305 og Estay, M., & Stranlund, J. K. (2022). Entry, location, and optimal environmental policies. *Resource and Energy Economics*, 70, 101326.

<sup>54</sup> Se Estay, M., & Stranlund, J. K. (2022). Entry, location, and optimal environmental policies. *Resource and Energy Economics*, 70, 101326.

<sup>55</sup> Se Oglend og Soini (2020).

<sup>56</sup> Oglend og Soino (2020) er et unntak.

<sup>57</sup> NOU 2019:18 «Skattlegging av havbruk» utredet ikke miljøkonsekvensene av en grunnrenteskatt selv om det var del av mandatet, men la til grunn at dagens miljøreguleringer er tilstrekkelige (se side 26–27, kapittel 2.3). Nyere forskning tyder imidlertid på at miljøreguleringene forsterker miljøutfordringene i havbruk.

## 6. Referanser

- Abolofia, J., Asche, F., & Wilen, J. E. (2017). The cost of lice: quantifying the impacts of parasitic sea lice on farmed salmon. *Marine Resource Economics*, 32(3), 329–349.
- Afewerki, S., Asche, F., Misund, B., Thorvaldsen, T., & Tveteras, R. (2022). Innovation in the Norwegian aquaculture industry. *Reviews in Aquaculture*.
- Anderson, J. L., Asche, F., & Garlock, T. (2019). Economics of aquaculture policy and regulation. *Annual Review of Resource Economics*, 11, 101–123.
- Aponte, F. R. (2020). Firm dispersion and total factor productivity: Are Norwegian salmon producers less efficient over time?. *Aquaculture Economics & Management*, 24(2), 161–180.
- Arnason, R., & Bjørndal, T. (2020). *Rents and rent taxation in Norwegian aquaculture*.
- Asche, F. & B. Misund (2016). Hedging efficiency of Atlantic salmon futures. *Aquaculture Economics & Management* 20(4), 368–381.
- Asche, F. & Bjørndal, T. (2011). *The economics of salmon aquaculture*. John Wiley & Sons.
- Asche, F., & Roll, K. H. (2013). Determinants of inefficiency in Norwegian salmon aquaculture. *Aquaculture Economics & Management*, 17(3), 300–321.
- Asche, F., Bjørndal, T., & Sissener, E. H. (2003). Relative productivity development in salmon aquaculture. *Marine Resource Economics*, 18(2), 205–210.
- Asche, F., Eggert, H., Oglend, A., Roheim, C. A., & Smith, M. D. (2022). Aquaculture: Externalities and Policy Options. *Review of Environmental Economics and Policy*, 16(2), 282–305.
- Asche, F., Guttormsen, A. G., & Nielsen, R. (2013). Future challenges for the maturing Norwegian salmon aquaculture industry: An analysis of total factor productivity change from 1996 to 2008. *Aquaculture*, 396, 43–50.
- Asche, F., Misund, B. & A. Oglend (2016a). Determinants of the futures risk premium in Atlantic salmon markets. *Journal of Commodity Markets*, 2(1), 6–17.
- Asche, F., Misund, B. & A. Oglend (2016b). The spot-forward relationship in Atlantic salmon markets. *Aquaculture Economics & Management* 20(2), 222–234.
- Asche, F., Misund, B. & A. Oglend (2016c). Fish Pool Priser – Hva forteller de oss om fremtidige laksepriser? *Norsk Fiskeoppdrett* nr.8 2016, p.74–77.
- Asche, F., Misund, B. & A. Oglend (2018). Varsko her! Sykliske priser. *Norsk Fiskeoppdrett* 5/2018, 8-9.
- Asche, F., Misund, B., & Oglend, A. (2019). The case and cause of salmon price volatility. *Marine Resource Economics*, 34(1), 23–38.
- Asche, F., Pincinato, R. B. M., & Tveteras, R. (2021). Productivity in Global Aquaculture. In *Handbook of Production Economics* (pp. 1–37). Singapore: Springer Singapore.
- Asche, F., Roll, K. H., & Tveteras, R. (2009). Economic inefficiency and environmental impact: An application to aquaculture production. *Journal of Environmental Economics and Management*, 58(1), 93–105.

- Asche, F., Roll, K. H., & Tveterås, S. (2008). Future trends in aquaculture: productivity growth and increased production. In *Aquaculture in the Ecosystem* (pp. 271–292). Springer, Dordrecht.
- Asche, F., Roll, K. H., Sandvold, H. N., Sørvig, A., & Zhang, D. (2013). Salmon aquaculture: Larger companies and increased production. *Aquaculture Economics & Management*, 17(3), 322–339.
- Asche, F., Sikveland, M., & Zhang, D. (2018). Profitability in Norwegian salmon farming: The impact of firm size and price variability. *Aquaculture economics & management*, 22(3), 306–317.
- Bang Jensen, B., Qviller, L., & Toft, N. (2020). Spatio-temporal variations in mortality during the seawater production phase of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Norway. *Journal of fish diseases*, 43(4), 445–457.
- Barrett, L. T., Oppedal, F., Robinson, N., & Dempster, T. (2020a). Prevention not cure: a review of methods to avoid sea lice infestations in salmon aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 12(4), 2527–2543.
- Barrett, L. T., Overton, K., Stien, L. H., Oppedal, F., & Dempster, T. (2020b). Effect of cleaner fish on sea lice in Norwegian salmon aquaculture: a national scale data analysis. *International journal for parasitology*, 50(10–11), 787–796.
- Barrett, L., Oldham, T., Kristiansen, T. S., Oppedal, F., & Stien, L. H. (2022). Declining size-at-harvest in Norwegian salmon aquaculture: Lice, disease, and the role of stunboats. *Aquaculture*, 738440.
- Berge, D. M. (2002). *Dansen rundt gullfisken: næringspolitikk og statlig regulering i norsk fiskeoppdrett 1970–1997*. Universitet i Bergen.
- Blomgren, A., Fjellidal, Ø. M., Quale, C., Misund, B., Tveterås, R., & Kårtveit, B. H. (2019a). *Kartlegging av investeringer i fiskeri og fangst, akvakultur og fiskeindustri, 1970–2019*. NORCE Report 12-2019. <http://hdl.handle.net/11250/2621211>
- Blomgren, A.; Fjellidal, Ø.M.; Misund, B.; Quale, C. & Tveterås, R. (2019b). Store investeringer i havbruksnæringen. *Norsk Fiskeoppdrett 2019*; Volum 8. s. 148–153.
- Bui, S., Geitung, L., Oppedal, F., & Barrett, L. T. (2020a). Salmon lice survive the straight shooter: A commercial scale sea cage trial of laser delousing. *Preventive veterinary medicine*, 181, 105063.
- Bui, S., Madaro, A., Nilsson, J., Fjellidal, P.G., Iversen, M.H., Brinchman, M.F., Venås, B., Schrøder, M.B. & Stien, L.H. (2022). Warm water treatment increased mortality risk in salmon. *Veterinary and animal science*, 17, p.100265.
- Bui, S., Stien, L. H., Nilsson, J., Trengereid, H., & Oppedal, F. (2020b). Efficiency and welfare impact of long-term simultaneous in situ management strategies for salmon louse reduction in commercial sea cages. *Aquaculture*, 520, 734934.
- Coates, A., Johnsen, I. A., Dempster, T., & Phillips, B. L. (2021a). Parasite management in aquaculture exerts selection on salmon louse behaviour. *Evolutionary Applications*, 14(8), 2025–2038.
- Coates, A., Phillips, B. L., Bui, S., Oppedal, F., Robinson, N. A., & Dempster, T. (2021b). Evolution of salmon lice in response to management strategies: A review. *Reviews in Aquaculture*, 13(3), 1397–1422.

- Dempster, T., Overton, K., Bui, S., Stien, L.H., Oppedal, F., Karlsen, Ø., Coates, A., Phillips, B.L. & Barrett, L.T., 2021. Farmed salmonids drive the abundance, ecology and evolution of parasitic salmon lice in Norway. *Aquaculture Environment Interactions*, 13, pp.237–248.
- Estay, M., & Stranlund, J. K. (2022). Entry, location, and optimal environmental policies. *Resource and Energy Economics*, 70, 101326.
- Fiskeridirektoratet (1984). *Lønnsomhetsundersøkelser av fiskeoppdrettsanlegg*.
- Fiskeridirektoratet (2009). *Lønnsomhetsundersøkelse for matfiskproduksjon Laks og Regnbueørret*.
- Folkedal, O., Macaulay, G., Fosseidengen, J.E., Mikkelsen, G., Myrland, J., Sjøvegjarto, B., Klepaker, T.O., Fernö, A., Dempster, T., Oppedal, F. & Stien, L.H. (2022). Deployment of hydroacoustic feeding control in salmon sea-cages; biological and technical considerations. *Aquaculture*, p.738700.
- Frisk, M., Høyland, M., Zhang, L., Vindas, M. A., Øverli, Ø., & Johansen, I. B. (2020). Intensive smolt production is associated with deviating cardiac morphology in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*, 529, 735615.
- Gåsnes, S. K., Oliveira, V. H., Gismervik, K., Ahimbisibwe, A., Tørud, B., & Jensen, B. B. (2021). Mortality patterns during the freshwater production phase of salmonids in Norway. *Journal of Fish Diseases*, 44(12), 2083–2096.
- Gentry, K., Bui, S., Oppedal, F., & Dempster, T. (2020). Sea lice prevention strategies affect cleaner fish delousing efficacy in commercial Atlantic salmon sea cages. *Aquaculture Environment Interactions*, 12, 67–80.
- Greaker, M. & L. Lindholt (2022). *The resource rent in Norwegian aquaculture from 1984 to 2020—is the rent ripe for taxation?* SSRN Working Paper.
- Greaker, M., Vormedal, I., & Rosendal, K. (2020). Environmental policy and innovation in Norwegian fish farming: Resolving the sea lice problem?. *Marine Policy*, 117,
- Hersoug, B. (2021). Why and how to regulate Norwegian salmon production?—The history of Maximum Allowable Biomass (MAB). *Aquaculture*, 545, 737144.
- Hersoug, B. (2022). “One country, ten systems”—The use of different licensing systems in Norwegian aquaculture. *Marine Policy*, 137, 104902.
- Hersoug, B., Andreassen, O., Johnsen, J. P., & Robertsen, R. (2014). *Hva begrenser tilgangen på sjøareal til havbruksnæringen?*
- Iversen, A., Asche, F., Hermansen, Ø., & Nystøyl, R. (2020). Production cost and competitiveness in major salmon farming countries 2003–2018. *Aquaculture*, 522, 735089.
- Iversen, A., Hermansen, Ø., Andreassen, O., Brandvik, R. K., Marthinussen, A., & Nystøyl, R. (2015). *Kostnadsdrivere i lakseoppdrett*.
- Iversen, A., Hermansen, Ø., Brandvik, R. K., Marthinussen, A., & Nystøyl, R. (2016). *Kostnader for lakseoppdrett i konkurrentland. Drivkrefter og betydning for konkurransesituasjonen*.
- Iversen, A., Hermansen, Ø., Nystøyl, R., & Hess, E. J. (2017). *Kostnadsutvikling i lakseoppdrett—med fokus på fôr-og lusekostnader*. Nofima rapportserie.

- Iversen, A., Hermansen, Ø., Nystøyl, R., Hess, E. J., Rolland, K. H., Garshol, L. D., & Marthinussen, A. (2019a). *Kostnadsutvikling og forståelse av drivkrefter i norsk lakseoppdrett*. Faglig sluttrapport. Nofima rapportserie.
- Iversen, A., Hermansen, Ø., Nystøyl, R., Marthinussen, A., & Garshol, L. D. (2018). *Kostnadsdrivere i oppdrett 2018, fokus på smolt og kapitalbinding*. Nofima rapportserie.
- Iversen, A., Hermansen, Ø., Nystøyl, R., Rolland, K. H., & Garshol, L. D. (2019b). *Konkurranssevne for norsk oppdrettslaks: Kostnader og kostnadsdrivere i Norge og konkurrentland*. Nofima rapportserie.
- Larsen, M. L., & Vormedal, I. (2021). The environmental effectiveness of sea lice regulation: compliance and consequences for farmed and wild salmon. *Aquaculture*, 532, 736000. 103942.
- Misund, B. & Tveterås, R. (2020a). *Economic rents in Norwegian aquaculture*. NORCE Report. <https://hdl.handle.net/11250/2837743>
- Misund, B. (1995). Lysmanipulering, sulting og nedføring – Effekt på fiskens lengdevekst og slaktekvalitet, *Norsk Fiskeoppdrett*. <https://www.kyst.no/lysmanipulering-sulting-og-nedfring-effekt-pa-fiskens-lengdevekst-og-slaktekvalitet/239201>
- Misund, B. (1996). *Sulting og intervallføring av laks*. Hovedfagsoppgave Universitetet i Tromsø.
- Misund, B. (2016). Verdirelevansen av å rapportere biologiske eiendeler til virkelig verdi. En studie av norske lakseoppdrettselskaper. *Praktisk Økonomi & Finans*, 2016/4, 437–451.
- Misund, B. (2017). Akvakultur. *Store norske leksikon*. <https://snl.no/akvakultur>
- Misund, B. (2017). Financial ratios and prediction on corporate bankruptcy in the Atlantic salmon industry. *Aquaculture Economics & Management*, 21(2), 241–260.
- Misund, B. (2018). Common and fundamental risk factors in shareholder returns of Norwegian salmon producing companies. *Journal of Commodity Markets*, 12, 19–30.
- Misund, B. (2018a). Valuation of salmon farming companies. *Aquaculture Economics & Management*, 22(1), 94–111.
- Misund, B. (2018b). Volatilitet i laksemarkedet. *Samfunnsøkonomen* 2:41–54.
- Misund, B. (2019a). Fiskeoppdrett, *Store norske leksikon*. <https://snl.no/fiskeoppdrett>
- Misund, B. (2019b). Fôrfaktor. *Store norske leksikon*. <https://snl.no/f%C3%B4rfaktor>
- Misund, B. (2021). Merd. *Store norske leksikon*. <https://snl.no/merd>
- Misund, B. (2022a). Havbruk. *Store norske leksikon*. <https://snl.no/havbruk>
- Misund, B. (2022b). Rensefisk. *Store norske leksikon*. <https://snl.no/rensefisk>
- Misund, B., & Asche, F. (2016). Hedging efficiency of Atlantic salmon futures. *Aquaculture Economics & Management*, 20(4), 368–381.
- Misund, B., & Nygård, R. (2018). Big fish: Valuation of the world's largest salmon farming companies. *Marine Resource Economics*, 33(3), 245–261.
- Misund, B., & Tveterås, R. (2019). Et Blått Taktskifte. Samlede behov for investeringer mot 2030 og 2050. Technical Report. URL: <https://sjomatnorge.no/wp-content/uploads/2019/04/BI%C3%A5tt-Taktskifte-Investeringsbehov.pdf>

- Misund, B., & Tveteras, R. (2020b). Sustainable Growth, Resource Rent and Taxes in Aquaculture. *Resource Rent and Taxes in Aquaculture* (October 1, 2020).
- Misund, B., Martens, S., Nyrud, T. & B. Dreyer (2018). *Kontraktmarked i førstehåndsomsetningen av fisk*. Faglig sluttrapport. Nofima Report 9/2018.
- Misund, B., Oglend, A. & R.B.M. Pincinato (2017). The rise of fish oil: From feed to human nutritional supplement. *Aquaculture Economics & Management* 21(2), 185–210.
- Misund, B., Osmundsen, P., Tveterås, R., Folkvord, B., Nystøyl, R., & Rolland, K. (2019c). *Grunnrenteskatt i havbruk – Et kunnskapsgrunnlag*, Faglig sluttrapport.
- Misund, B., Tveterås, R., Blomgren, A., Fjellidal, Ø.M., & Quale, C. (2019a). Betydelige investeringer i utviklingstillatelser. *Norsk Fiskeoppdrett* 2019; Volum 8. s. 144–147.
- NOU 1977:39 (1977). *Fiskeoppdrett* (Lysø-utvalget).
- NOU 2019:18 (2019). *Skattlegging av havbruksvirksomhet*.
- Oglend, A., & Soini, V. H. (2020). Implications of entry restrictions to address externalities in aquaculture: The case of salmon aquaculture. *Environmental and Resource Economics*, 77(4), 673–694.
- Oliveira, V. H., Dean, K. R., Qviller, L., Kirkeby, C., & Bang Jensen, B. (2021). Factors associated with baseline mortality in Norwegian Atlantic salmon farming. *Scientific Reports*, 11(1), 1–14.
- Osmundsen, T. C., Almklov, P., & Tveterås, R. (2017). Fish farmers and regulators coping with the wickedness of aquaculture. *Aquaculture Economics & Management*, 21(1), 163–183.
- Osmundsen, T. C., Olsen, M. S., & Thorvaldsen, T. (2020). The making of a louse-Constructing governmental technology for sustainable aquaculture. *Environmental Science & Policy*, 104, 121–128.
- Osmundsen, T. C., Olsen, M. S., Gauteplass, A., & Asche, F. (2022). Aquaculture policy: Designing licenses for environmental regulation. *Marine Policy*, 138, 104978.
- Overton, K., Dempster, T., Oppedal, F., Kristiansen, T. S., Gismervik, K., & Stien, L. H. (2019a). Salmon lice treatments and salmon mortality in Norwegian aquaculture: a review. *Reviews in Aquaculture*, 11(4), 1398–1417.
- Overton, K., Oppedal, F., Stien, L. H., Moltumyr, L., Wright, D. W., & Dempster, T. (2019b). Thermal delousing with cold water: Effects on salmon lice removal and salmon welfare. *Aquaculture*, 505, 41–46.
- Persson, D., Nødtvedt, A., Aunsmo, A., & Stormoen, M. (2022). Analysing mortality patterns in salmon farming using daily cage registrations. *Journal of Fish Diseases*, 45(2), 335–347.
- Pincinato, R. B. M., Asche, F., & Roll, K. H. (2021). Escapees in salmon aquaculture: A multi-output approach. *Land Economics*, 97(2), 425–435.
- Pincinato, R. B., Asche, F., Bleie, H., Skrudland, A., & Stormoen, M. (2021). Factors influencing production loss in salmonid farming. *Aquaculture*, 532, 736034.
- Reve, T., & Sasson, A. (2012). *Et kunnskapsbasert Norge*. Universitetsforlaget.
- Robertsen, R., Andreassen, O., Hersoug, B., Karlsen, K. M., Osmundsen, T., Solås, A. M., ... & Tveterås, R. (2016). *Regelrett eller rett regel? Håndtering og praktisering av regelverket for havbruksnæringen*.

- Robertsen, R., Mikkelsen, E.I., Karlsen, K.M., Solås, A.M., Hersoug, B., Tveterås, R., Misund, B., Dahl, I.V., Osmundsen, T.C. & Sjørgård, B. (2020a). *Havbruksforvaltning mot 2030*, faglig sluttrapport.
- Robertsen, R.; Hersoug, B.; Karlsen, Kine M.; Mikkelsen, E.I.; Misund, B.; Osmundsen, T.C.; Solås, A.-M.; Sjørgård, B.; Dahl, I.V.; & Tveterås, R. (2020b). *Hvem skal bestemme hva? Havbruksforvaltning 2030*. Nofima Report.
- Roll, K. H. (2013). Measuring performance, development and growth when restricting flexibility. *Journal of Productivity Analysis*, 39(1), 15–25.
- Sandvik, A. D., Bui, S., Huserbråten, M., Karlsen, Ø., Myksvoll, M. S., Ådlandsvik, B., & Johnsen, I. A. (2021). The development of a sustainability assessment indicator and its response to management changes as derived from salmon lice dispersal modelling. *ICES Journal of Marine Science*, 78(5), 1781–1792.
- Sandvik, A. D., Dalvin, S., Skern-Mauritzen, R., & Skogen, M. D. (2021). The effect of a warmer climate on the salmon lice infection pressure from Norwegian aquaculture. *ICES Journal of Marine Science*, 78(5), 1849–1859.
- Solås, A. M., Hersoug, B., Andreassen, O., Tveterås, R., Osmundsen, T., Sjørgård, B., ... & Robertsen, R. (2015). *Rettslig rammeverk for norsk havbruksnæring*, Kartlegging av dagens status.
- Sveier, H. & Lied, E. (1998). The effect of feeding regime on growth, feed utilisation and weight dispersion in large Atlantic salmon (*Salmo salar*) reared in seawater. *Aquaculture*, 165(3–4), 333–345.
- Torrissen, O., Jones, S., Asche, F., Guttormsen, A., Skilbrei, O.T., Nilsen, F., Horsberg, T.E. & Jackson, D., 2013. Salmon lice – impact on wild salmonids and salmon aquaculture. *Journal of fish diseases*, 36(3), pp.171–194.
- Tveterås, R. & B. Misund (2019). Høyere kostnader på land enn vellykket drift i sjø. *Norsk Fiskeoppdrett* 1/2019, 50–53. <https://www.kyst.no/aqkva-produksjonskostnader/hoyere-kostnader-pa-land-enn-vellykket-drift-i-sjo/380855>
- Tveterås, R. (1999). Production risk and productivity growth: Some findings for Norwegian salmon aquaculture. *Journal of Productivity Analysis*, 12(2), 161–179.
- Tveterås, R., Bruland, G., Handeland, S., Misund, B., Nilsen, A. & T. Solberg (2021). *Bærekraftig vekst med lukkede anlegg i sjø*. Stiim Aquacluster Report.
- Tveterås, R., Hovland, M., Reve, T., Misund, B., Nystøyl, R., Bjelland, H., Misund, A., & Ø. M. Fjelldal. (2020a). «*Verdiskapingspotensiale og veikart for havbruk til havs.*». Hovedrapport. UiS: Stavanger, Norway.
- Tveterås, R., Hovland, M., Reve, T., Misund, B., Nystøyl, R., Bjelland, H., Misund, A., & Ø. M. Fjelldal. (2020b). «*Verdiskapingspotensiale og veikart for havbruk til havs.*» Kortrapport. UiS: Stavanger, Norway.
- Tveterås, R., Misund, B., Roche Aponte, F., & Pincinato, R. B. (2020). *Regulation of salmon aquaculture towards 2030: Incentives, economic performance and sustainability*. Stavanger: NORCE Norwegian Research Centre Report 24-2020.
- Tveterås, R., Reve, T., Haus-Reve, S., Misund, B., & Blomgren, A. (2019). *En konkurransedyktig og kunnskapsbasert havbruksnæring*. Handelshøgskolen BI, Oslo. Rapport.



- Vassdal, T., & Sørensen Holst, H. M. (2011). Technical progress and regress in Norwegian salmon farming: a Malmquist index approach. *Marine Resource Economics*, 26(4), 329–341.
- Vedeler, H. V. (2017). *Viral diseases in salmonid aquaculture: Quantifying economic losses associated with three viral diseases affecting Norwegian salmonid aquaculture*. NHH Master's thesis.
- Walde, C. S., Stormoen, M., Pettersen, J. M., Persson, D., Røsæg, M. V., & Jensen, B. B. (2022). How delousing affects the short-term growth of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 738720.
- Walde, C.S., Bang Jensen, B., Pettersen, J. M., & Stormoen, M. (2021). Estimating cage-level mortality distributions following different delousing treatments of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Norway. *Journal of Fish Diseases*, 44(7), 899–912.
- Warren-Myers, F., Vågseth, T., Folkedal, O., Stien, L. H., Fosse, J. O., Dempster, T., & Oppedal, F. (2022). Full production cycle, commercial scale culture of salmon in submerged sea-cages with air domes reduces lice infestation, but creates production and welfare challenges. *Aquaculture*, 548, 737570.
- Young, N., Brattland, C., Digiovanni, C., Hersoug, B., Johnsen, J.P., Karlsen, K.M., Kvalvik, I., Olofsson, E., Simonsen, K., Solås, A.M. & Thorarensen, H. (2019). Limitations to growth: Social-ecological challenges to aquaculture development in five wealthy nations. *Marine Policy*, 104, pp.216–224.
- Zhang, D., & Tveterås, R. (2022). Influence of Price Variability and Financial Ratios on Business Failure in the Atlantic Salmon Industry. *Marine Resource Economics*, 37(2), 183–200.

## 7. Vedlegg: Historisk utvikling i reguleringer og viktige hendelser

**Tabell 1.1.** Sentrale reguleringer, hendelser, utredninger. Kilder: Lover, forskrifter, Berge (2002), Solås og Johnsen (2014), Karlsten m.fl. (2018), Hersoug (2021; 2022).

Årstall	Regulering/Hendelse	Kommentar
1950– 1960 tallet		Ulike dambruk, innstengte poller, innhengninger og flytedammer
1970/1971		Kommersielt gjennombrudd med Grøntvedtbrødrenes åttekantede flytemerder
1972– 1977		Lysøutvalget (NOU 1977:39)
1973	Midlertidig oppdrettslov Forskrift om volumbegrensning på 8.000m <sup>3</sup> .	
1975– 1978	Volumbegrensning på 5.000m <sup>3</sup> (forskrift)	
1978	Råfiskloven, monopol på omsetning av oppdrettsfisk	Blir gjort gjeldende for akvakultur og Fiskeoppdretternes Salgslag (FOS) blir opprettet.
1978– 1981	Konsesjonsstopp for matfiskanlegg	
1981	Permanent oppdrettslov Volumbegrensning på 3.000m <sup>3</sup>	Lønnsom produksjon, distrikts- og eierskapshensyn inn i formålsparagrafen. Eierbegrensninger («en mann, en konsesjon», distriktpolitisk virkemiddel, konsesjonsrunder
1983	Volumbegrensning på 5.000m <sup>3</sup> (nye anlegg). Anlegg eldre enn tre år kunne søke om utvidet volum (8000 m <sup>3</sup> ).	
1985	Fiskeoppdrettsloven <sup>58</sup> Volumbegrensning på 8.000m <sup>3</sup> <sup>59</sup>	Formålet: lønnsom distriktsnæring med balansert utvikling/vekst. Begynnende deregulering av eierskapsbegrensningene. Settefiskproduksjon

<sup>58</sup> <https://lovdata.no/dokument/NLO/lov/1985-06-14-68>. Endringer er i 1989 (<https://lovdata.no/dokument/LTI/lov/1989-06-16-58>)

<sup>59</sup> Volum målt som 85% av omkrets multiplisert med 5 meter dybde (Berge, 2002).

Årstall	Regulering/Hendelse	Kommentar
		ikke lenger konsesjonsregulert (kun godkjenning).
1987		Havbruksmeldingen. Miljøperspektivet blir viktigere. Lokalteter blir pekt på som en begrenset ressurs og må forvaltes.
1988	Endring i fiskeoppdrettsloven Volumbegrensning på 12.000m <sup>3</sup>	Åpner opp for tiltak ifm. fare for sykdomsspredning
		Forskrift om tildeling av matfisktillatelse i Nord-Troms og Finnmark.
1989	Endringer av Fiskeoppdrettsloven	Knyttet bl.a. eierskapsbegrensninger.
1989		Dumpinganklager fra skotske og irske oppdrettere. Avsluttet i 1991 som følge av innfrysningsordning, konsesjonsstopp og restriksjoner på smoltproduksjon
1989–2001		Konsesjonsstopp
1990–1991	Innfrysningsordning	
1990		LENKA-utvalget (NOU 1990:22).
1991	FOS-konkurs (november) Endring av oppdrettsloven (våren)	Liberalisering av eierskapsbegrensningene (men ikke fjernet). Bærekraftig utvikling med i formålsparagrafen.
1991	Fisketetthet	Hjemlet i drifts- og etableringsforskrift. Hensyn til miljø/sykdomsutvikling
1991	Straffetoll USA (23,8 %)	
1991	Minstepris for eksport til EU	
1991		Ny dumpinganklage fra skotske og irske oppdrettere
1992		Oppdrettskriseutvalget (NOU 1992:36)
1993		Subsidie- og dumpinganklage fra EU
1993	Lovendring i oppdrettsloven	
1994	Minstepris for eksport til EU	
1995	EU innfører nye minstepriser	Dumpinganklage fra irske oppdrettere

Årstall	Regulering/Hendelse	Kommentar
1995	Midlertidig fôrstopp (5.12.95–15.1.96)	
1995		Ny Havbruksmelding. Argumenterer for at ved mangel på selvregulering må myndighetene gripe direkte inn.
1996	Fôrkvoter Øvre fisketetthet på 25 kg/m <sup>3</sup> .	Hjemlet i tetthetsbestemmelsen, nå som produksjonsregulerende / næringspolitisk virkemiddel
1997	Lakseavtale med EU	
1998	Retildeling av tidligere inndratte tillatelser i Nord-Troms og Finnmark	
1998	Første luseforskrifter. Totalt seks egne regionale luseforskrifter.	Første forskrifter om lakselus (krav om telling, og behandling over grenseverdier). Lus skulle telles mars–desember, minst månedlige (4–9°C) eller hver 14. dag (>9°C). Obligatorisk avlusning ved hhv. 2 kjønnsmodne hunnlus (mars–mai) og 5 kjønnsmodne hunnlus (juni–desember), men krav er delvis avh. av temperatur.
2000	Lovendring i oppdretsloven	Åpner opp for forskrifter om miljøundersøkelser og -overvåkning.
2000	Endring i luseforskriften	Seks regionale luseforskrifter samlet til en nasjonal forskrift, men med regionale krav. Grensene redusert til maks 0,5 voksne hunnlus eller totalt 5 voksne hunnlus og bevegelige stadier (desember–juni) og maks 2 voksne hunnlus eller totalt 10 voksne hunnlus og bevegelige stadier (juli–november). Lusetelling hver 14 dag ved temp>4°C.
2001	Lovendring i oppdretsloven	Åpner opp for å kreve vederlag for tillatelser
2001		Eierskapsgrenser (50 % regionalt, 10–15 % nasjonalt)
2002	Endring i oppdretsloven. Vederlag for akvakulturtillatelser	Odelstingsproposisjon 136 (2000–2001)
2002		Tildelingsrunde (fokus: nyetablerer, mindre aktør, Troms og Finnmark, etnisk (samisk miljø i Tysfjord))
2003	NYTEK-forskrift (endret 2011 og 2014)	Begrense rømming, anlegg må sertifiseres etter NS-9415

Årstall	Regulering/Hendelse	Kommentar
2003		Tildelingsrunde (fokus: Finnmark). De tillatelsene som ikke ble solgt ble lyst ut på nytt i 2006.
2004		Noe liberalisering av eierskapsgrenser. Nasjonalt: 20 %, ingen mer enn 35 %, regionalt 50 %.
2004	Forskrift om godkjenning av etablering og utvidelse av akvakulturanlegg	Krav om godkjenning fra Mattilsynet. Konvertering av anleggskapasitet fra kubikk til biomasse, 1 m <sup>3</sup> = 65 kg MTB (spesielle regler for Finnmark).
2004	Forskrift om lokalitetsklarering	
2004	Driftsforskrift med krav om miljø og fiskehelse, og miljøovervåkning under og ved anlegg, tiltak ved uakseptable miljøtilstand	
2004	Avstandskrav mellom lokaliteter (Mattilsynets veileder basert på etableringsforskriften)	Matfiskanlegg ikke knyttet til definert struktur/driftsmodell: <3.120 tonn MTB minsteavstand = 2,5 km til andre matfiskanlegg av samme størrelse og 5 km til slakterier, stamfiskanlegg, settefiskanlegg, store notvaskerier og større matfiskanlegg eller grupper av matfiskanlegg. Andre minimumsavstander for matfiskanlegg knyttet til definerte (koordinerte) strukturer og driftsmodeller: minst 5km branngater omkring grupper av matfiskanlegg med koordinert drift. Innenfor koordinert gruppe: <3.120 MTB = 1,5 km, >3.120 MTB = 5 km.
2005		Innstramming av eierskapsgrenser. Nasjonalt 15 %, maksimalt 25 %.
2005	Laksetildelingsforskriften	Kapasitetsavgrensning: 65 kg/m <sup>3</sup> MTB (Troms og Finnmark: 75 kg/m <sup>3</sup> MTB).
2005	Akvakulturloven	Maksimum Tillatt Biomass (MTB). 780 tonn MTB standard, og 945 tonn MTB for selskaper i nord-Troms og Finnmark. Eget kapittel om miljøhensyn.
2007	PD-forskrift	Rogaland til Hustadvika.
2008	Endring i luseforskriften	Obligatorisk behandling ved mer enn 0,5 voksne hunn lus eller 3 bevegelige stadier per fisk. Telling hver 14. dag ved temp>4°C.

Årstall	Regulering/Hendelse	Kommentar
2008	Ny driftsforskrift	Krav til kompetanse ved bruk av legemidler/bademidler mot lus, og fiskehelse/fiskevelferd.
2008	Forskrifter om desinfeksjonsmidler, smittsomme sykdommer, transport av akvatiske dyr, PD-sone.	
2009	Endring av luseforskriften	Lusetelling ved 14. dag ved temperatur 4–10°C. Hver 7. dag ved temp>10°C. Obligatorisk avlusning ved antall >0,5 voksne hunn lus eller 3 bevegelige lus per fisk (januar–august) eller >1 voksne hunn lus eller 5 bevegelige lus per fisk (september–desember).
2009		Tildelingsrunde (fokus: nyetablerer, mindre aktør)
2009	Forskrift om laksevasdrag og nasjonale laksefjorder	Særskilte krav til akvakultur
2009	Lovendring i akvakulturloven	
2011		Tilbud om 5 % økt MTB (Finnmark og Troms)
2011	NYTEK-forskrift (NYTEK12)	Formål: forebygge rømming. Tekniske krav til anlegg og lokalitetsundersøkelser. Anvendelse av NS9415.
2011	Innføring av importrestriksjoner på norsk laks til Kina	
2013	Ny luseforskrift	Strengere krav til lusebekjempelse. Maksimum antall lus: 0,2 kjønnsmodne hunn lus 6 uker om vår/sommer og 0,5 resten av året. Krav om samordnet tiltak ved antall over 0,1 lus i en bestemt periode. Obligatorisk avlusning <i>før</i> grensene inntreffes. Geografisk differensiering av 0,2-grense.
2013	Endring i driftsforskriften	Tak på 200.000 fisk per merd.
2013	Forskrifter om PD-bekjempelse (2 stk.)	
2013	Lovendring i akvakulturloven	
2013	Forskrift om fordeling og avgrensning av produksjonskapasitet	Maks. 15 % kontroll over total produksjonskapasitet uten tillatelse. For de med tillatelse blir det stilt krav til gjennomsnittlig

Årstall	Regulering/Hendelse	Kommentar
		bearbeidingsgrad, FoU-innsats, antall lærling/traineeplasser.
2013		Tildelingsrunde: Lysegrønne tillatelser. Fokus: miljø «Grønne tillatelser, mindre aktører prioritert). Mørkegrønne tillatelser. Fokus: sterkt fokus på rømning og lus.
2013	Sanksjoner ved overtredelse av akvakulturloven	Løpende tvangsmulkt (dagsmulkt): 1/365 av 15G, men også muligheter for høyere enn dette ved ekstreme tilfeller.
2013	Avstandskrav (oppdatert) mellom lokaliteter (Mattilsynets veileder basert på forskrift om etablering og utvidelse av akvakulturanlegg, zoobutikker m.m.)	Hvilke avstandskrav som gjaldt er ikke lenger å oppdrive på Mattilsynets nettsider.
2014	Importforbud på norsk laks og ørret til Russland	Unntak er smolt
2014	Importforbud på norsk laks til Kina	
2015	Utfiskingsforskrift	Utfisking av rømt oppdrettslaks i elver
2015		Stortingsmelding 16 (2014–2015) om forutsigbar og bærekraftig vekst i havbruksnæringen
2015		Tilbud om å utvide MTB med 5 % (strenge krav mht. lakselus)
2015–2017	Utviklingstillatelsesordning	
2016	Havbruksfondet	80 % av vederlag for nye tillatelser skal inn i fondet (resten til staten), og fordeles 1/8 til fylkeskommuner og 7/8 til kommuner. Fordeling avhengig av lokalitetsbiomasse.
2016	Nye regler for landbasert oppdrett	Gjelder også oppdrett av postsmolt opp til 1 kg. Tillatelser tildeles uten vederlag.
2016	Ny luseforskrift	Endringer knyttet til samordning av tiltak mot lakselus om våren.
2017	Ny luseforskrift	Kravet om samordnet behandling avvirket. Ellers mindre endringer.
2017	Generell PD-forskrift	

Årstall	Regulering/Hendelse	Kommentar
2017	Trafikklyssystemet (produksjonsområdeforskriften)	Kysten deles inn i 13 produksjonsområder, som fargelegges etter estimert luseindusert dødelighet på utvandrende postsmolt av vill laksefisk. Rød = dødelighet > 30 %, Gul = dødelighet 10–30 %, og grønn = dødelighet <10 %. Åpner for vekst (mot vederlag) på 6 % annethvert år for grønne PO'er og reduksjon på opptil 6 % annethvert år for røde PO'er.
2017	Ny forskrift om teknisk standard (NYTEK).	
2018	Forskrift om endringer i forskrifter knyttet til rensefisk	
2018	Endring i avstandskrav	<p>Mattilsynet bruker en anbefalt minsteavstand på 2,5 km mellom akvakulturanlegg med en MTB på inntil 3.600 tonn for å unngå «uakseptabel risiko for spredning av smitte». Minsteavstand på 5 km for anlegg over 3.600 tonn MTB. Strømforhold, bunntopografi og omliggende geografi kan gi større eller kortere avstander.</p> <p>For matfiskanlegg innenfor koordinerte brakkleggingssoner: Kan være kortere enn for anlegg utenfor koordinerte brakkleggingssoner.</p> <p>For matfiskanlegg utenfor koordinerte brakkleggingssoner: Minsteavstand på 1,5 km til låssettingsplasser, 2,5 km til matfiskanlegg for marine fiskearter og viktige lakseførende vassdrag, og 5 km til fiskeslakterier/tilvirkningsanlegg, akvakulturanlegg for laksefisk, settefisk, stamfisk og notvaskerier.</p>
2019		Havbruksskatteutvalgets utredning (NOU 2019:18). Flertallet anbefalte en grunnrenteskattmodell basert på vannkraftmodellen, mens mindretallet anbefalte en produksjonsavgift. Stortinget lente seg på mindretallet.
2020		Fordelingsnøkkelen til Havbruksfondet endres.
2021	Produksjonsavgift innført (40 øre/kg rundfisk).	
2021		Forslag til miljøtillatelser (lukkede anlegg). Sendt på høring



Årstall	Regulering/Hendelse	Kommentar
2021		Forslag om endring i skattemessig verdsetting av akvakulturtillatelse fra bokført til markedsverdier.
2022		Endring av akvakulturdriftsforskriften. Innføring av nye krav for å hindre, oppdage og begrense rømming, endring av krav ved bruk og utslipp av legemidler, endring av forskrift om reaksjoner, sanksjoner med mer ved overtredelse av akvakulturloven, samt tilpasninger av regelverket for havbruk til havs
2023	NYTEK23	Strengere teknologikrav for å forebygge rømming.