

# Kostnadsutvikling i lakseoppdrett

Med fokus på fôr- og lusekostnader

Audun Iversen og Øystein Hermansen (Nofima AS), Ragnar Nystøyl og Eirik Junge Hess (Kontali Analyse AS)





Nofima er et næringsrettet forskningsinstitutt som driver forskning og utvikling for akvakulturnæringen, fiskerinæringen og matindustrien.

Nofima har om lag 350 ansatte.

Hovedkontoret er i Tromsø, og forskningsvirksomheten foregår på fem ulike steder: Ås, Stavanger, Bergen, Sunndalsøra og Tromsø

**Hovedkontor Tromsø:**

Muninbakken 9–13  
Postboks 6122 Langnes  
NO-9291 Tromsø

**Ås:**

Osloveien 1  
Postboks 210  
NO-1433 ÅS

**Stavanger:**

Måltidets hus, Richard Johnsenegate 4  
Postboks 8034  
NO-4068 Stavanger

**Bergen:**

Kjerreidviken 16  
Postboks 1425 Oasen  
NO-5844 Bergen

**Sunndalsøra:**

Sjølseng  
NO-6600 Sunndalsøra

**Alta:**

Kunnskapsparken, Markedsgata 3  
NO-9510 Alta

**Felles kontaktinformasjon:**

Tlf: 02140  
E-post: [post@nofima.no](mailto:post@nofima.no)  
Internett: [www.nofima.no](http://www.nofima.no)

**Foretaksnr.:**

**NO 989 278 835 MVA**

# Rapport

<i>Tittel:</i> <b>Kostnadsutvikling i lakseoppdrett – med fokus på fôr- og lusekostnader</b>	ISBN: 978-82-8296-522-4 (pdf) ISSN 1890-579X
<i>Title:</i> Cost development in farming of Norwegian Salmon	<i>Rapportnr.:</i> 24/2017
<i>Forfatter(e)/Prosjektleder:</i> Audun Iversen og Øystein Hermansen (Nofima AS), Ragnar Nystøyl og Eirik Junge Hess (Kontali Analyse AS)	<i>Tilgjengelighet:</i> <b>Åpen</b>
<i>Avdeling:</i> Næringsøkonomi	<i>Dato:</i> 4. desember 2017
<i>Oppdragsgiver:</i> Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF)	<i>Ant. sider og vedlegg:</i> 47
<i>Stikkord:</i> Kostnader, kostnadsdrivere, fôr, lus, lusekostnader	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> FHF 901335
<i>Sammendrag/anbefalinger:</i> <p>Kostnadene i norsk lakseoppdrett fortsetter å vokse. Denne kostnadsøkningen bekymrer både næringen selv, aksjonærer og finansinstitusjoner. Denne rapporten er den første fra et treårig prosjekt som følger kostnadsutviklingen år for år, og som hvert år skal se nærmere på viktige enkeltfaktorer som bidrar til kostnadsutviklingen.</p> <p>Produksjonskostnadene for laks sank jevnt fra næringens start og fram til 2005. Fra 2005 til 2016 er kostnadene om lag doblet målt i nominelle verdier. Selv om vi tar høyde for inflasjon er kostnadsøkningen i overkant av 60 prosent. Økte fôrkostnader og økte kostnader til overvåking, forebygging og behandling av lus er de viktigste forklaringene på kostnadsøkningen.</p> <p>Lusekostnadene er fortsatt høye, rundt 5 milliarder per år, men veksten i lusekostnader har avtatt. Forebyggingen mot lus og medikamentfrie behandlinger øker, men med sterk reduksjon i badbehandlinger mot lus kan det se ut til at lusekostnadene reduseres i 2017.</p>	
<i>English summary/recommendation:</i> <p>From 2012 to 2016 production costs in the Norwegian aquaculture industry rose some 50%. The costs of fighting sea lice have received by far the most attention. However, the main reason for the increased costs was rising fish feed cost, up from NOK 14 a kilo of slaughtered Atlantic salmon in 2014 to NOK 18 in 2016. The increase is due to both increased feed prices and higher use of feed per kilo produced. However, feed's share of the total costs has still declined from 54% to 50%, due to larger relative increases in other costs.</p> <p>The total cost of sea lice is around NOK 5 billion per year.</p>	

# Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>1</b>
1.1	Kostnadsutvikling .....	1
1.2	Kostnadsutviklingen i korte trekk.....	2
<b>2</b>	<b>Økte fôrkostnader</b> .....	<b>3</b>
2.1	Fôrpris.....	4
2.1.1	Innsatsfaktorer og kostnader .....	4
2.1.2	Endret fôrsammensetning.....	7
2.1.3	Akkumulert effekt på fôrprisen .....	8
2.2	Fôrfaktor og driftsrelaterte faktorer .....	10
2.2.1	Biologisk fôrfaktor .....	10
2.2.2	Økonomisk fôrfaktor .....	11
<b>3</b>	<b>Økte lusekostnader</b> .....	<b>13</b>
3.1	Metodikk .....	13
3.2	Kostnadsberegning av ulike tiltak.....	14
3.3	Overvåking og kontroll .....	15
3.3.1	Kostnader ved lusetelling .....	15
3.3.2	Kostnader ved beredskap.....	15
3.4	Forebyggende tiltak.....	16
3.4.1	Luseskjørt, snorkelmerd og nedsenket merd.....	16
3.5	Medikamentfrie behandlinger .....	19
3.5.1	Laser .....	19
3.5.2	Rensefisk.....	21
3.5.3	Termisk behandling .....	25
3.5.4	Andre mekaniske behandlinger.....	28
3.6	Medikamentell lusebehandling.....	31
3.6.1	Badbehandlinger .....	31
3.6.2	Kostnader per behandlet kilo .....	32
3.6.3	Totale kostnader til badbehandling .....	33
3.6.4	Fôrbehandlinger .....	35
3.7	Totale kostnader for behandling.....	36
3.7.1	Geografiske forskjeller.....	38
3.8	Tapte tilvekst .....	40
3.8.1	Dødelighet under behandling.....	40
3.8.2	Kostnader ved sulting.....	41
3.9	Effekter på andre kostnadsposter .....	42
3.10	Samlede lusekostnader .....	43
<b>4</b>	<b>Avslutning</b> .....	<b>46</b>
<b>5</b>	<b>Referanser</b> .....	<b>47</b>

# 1 Innledning

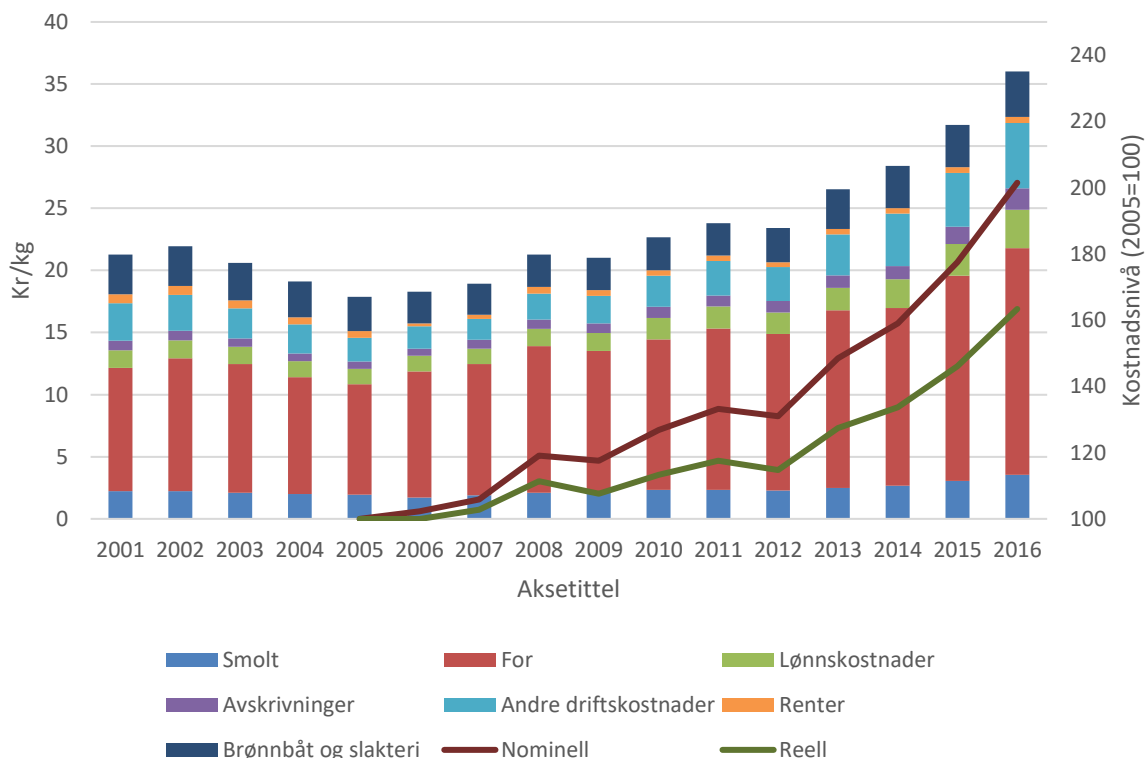
Kostnadene i norsk lakseoppdrett fortsetter å vokse. I rekordtempo. Denne kostnadsøkningen bekymrer både næringen selv, aksjonærer og finansinstitusjoner. Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond har gjennom to tidligere prosjekter satt fokus på denne kostnadsutviklingen (Iversen *et al.*, 2015; Iversen *et al.*, 2016). Denne rapporten er den første i et nytt treårig prosjekt som følger kostnadsutviklingen år for år, og som hvert år skal se nærmere på viktige enkeltfaktorer som bidrar til kostnadsutviklingen.

Lus og fôr er fortsatt de viktigste forklaringsfaktorene, og har derfor fått et spesielt fokus i første del av prosjektet. I dette kapittelet vil vi først gjøre rede for hovedtrekkene i kostnadsutviklingen, før vi i kapittel 2 går i dybden på fôrkostnadene og i kapittel 3 på lusekostnadene.

I kapittel 4 følger en kort oppsummering.

## 1.1 Kostnadsutvikling

Produksjonskostnadene for laks sank jevnt fra næringens start og fram til 2005. Fra 2005 til 2016 er kostnadene om lag doblet målt i nominelle verdier. Selv om vi tar høyde for inflasjon er kostnadsøkningen i overkant av 60 prosent.



Figur 1 Produksjonskostnader for laks, slaktet og pakket, fra 2001 til 2016, kostnadsindeks på høyre akse: 2005 = 100 (Kilde: Kontali Analyse AS/SSB)

Bare de siste årene, fra 2012 til 2016, har kostnadene steget med 50 prosent. Fôr er den desidert største kostnadsposten, med rundt 50 prosent av kostnadene. Den største økningen i kroner kommer

dermed av økningen i fôrkostnader. Den største økningen i prosent finner vi for Andre driftskostnader, hvor vi finner mye av kostnadene knyttet til lusebekjempelse.

## 1.2 Kostnadsutviklingen i korte trekk

De totale produksjonskostnadene var på det laveste i 2005, hvor både fôrkostnader og lønnskostnader var på det laveste. Smolt, Andre driftskostnader og renter var på det laveste i 2006, mens Brønnbåt- og slakterikostnadene var på det laveste i 2007. Siden den gang har alle kostnadene økt, dog i litt ujevn takt.

Tabell 1 Kostnadsøkning fra 2005 til 2016, og fra hver enkelt kostnadsposts minimum fram til 2016 (Kilde: Kontali Analyse AS/Nofima)

	2005–2016	Økning siden minimum
Smolt	83 %	106 %
Fôr	105 %	105 %
Lønnskostnader	155 %	155 %
Andre driftskostnader	177 %	194 %
Renter	-8 %	125 %
Brønnbåt, slakt og pakking	33 %	46 %

Fôrkostnadene har siden bunnen i 2005 økt med 105 prosent. Den største økningen finner vi i Andre driftskostnader, som har økt med 194 prosent. Minst økning finner vi i Brønnbåt og slakteri, med 46 prosent siden bunn.

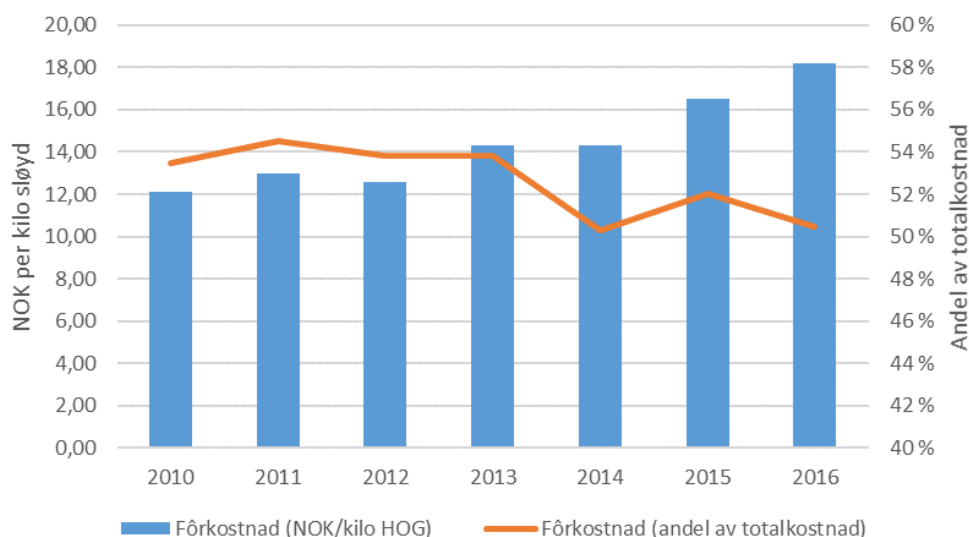
Luseplagene er fortsatt store, og innsatsen som legges ned for å forebygge og behandle lus er enorme. Lusetilpasningene griper inn i alle deler av driften. Tidligere har lusekostnadene i stor grad blitt lest ut av økningen i Andre driftskostnader, men nå blir alle kostnadsposter påvirket av lusesituasjonen. Høye lusetall har i en del tilfeller gitt utslakting på lavere vekter, gjennomsnittlig slaktevekt har gått ned fra 4,6 i 2014 til under 4,3 i 2016. Dødeligheten er nokså stabil, men på grunn av dødelighet i behandling har snittvekten på dødfisken økt. Sammen med redusert produksjon, som gir færre kilo å fordele kostnadene på, gjør det at kostnadsbildet påvirkes på mange måter:

- Smoltkostnadene påvirkes av lavere slaktevekter
- Fôrkostnadene påvirkes av dødelighet og dyrere fôr
- Arbeidskostnadene påvirkes av merarbeid knyttet til forebygging og behandling av lus
- Kapitalkostnadene påvirkes av investeringer til lusebekjempelse og at det blir færre kilo å fordele faste kostnader på

Vi kommer nærere inn på alle disse effektene, samt kostnadene knyttet til forebygging og behandling i kapittel 3. En generell trend er at kostnadene til forebygging øker, mens behandlingskostnadene går noe ned.

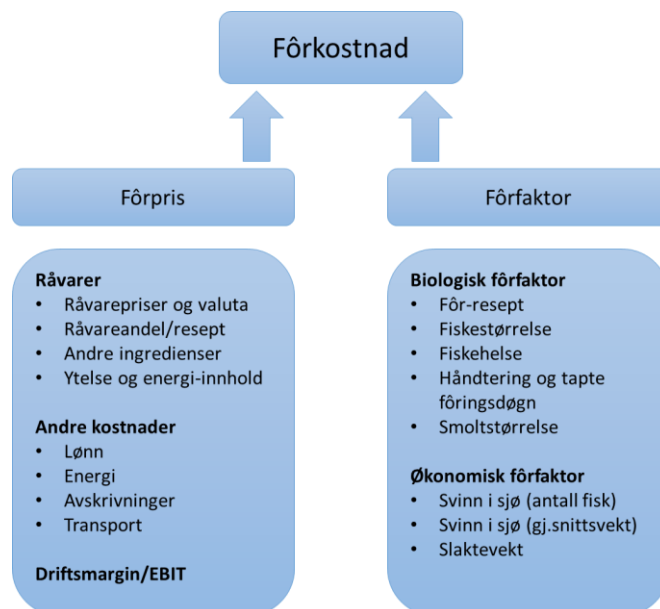
## 2 Økte fôrkostnader

Fôrkostnaden har økt med 50 prosent fra 2010 til 2016. Det er samtidig viktig å påpeke at til tross for en økning i kroner har fôrkostnadens andel av totalkostnaden av lakseproduksjonen blitt redusert i perioden.



Figur 2 Årlig fôrkostnad i kroner og som andel av totalkostnad 2010–2016 (Kilde: Kontali Analyse AS)

I dette kapittelet vil vi se nærmere på de ulike drivkreftene bak økningen i fôrkostnaden. Fôrkostnaden er et resultat av to hovedfaktorer: fôrpris og fôrfaktor. Disse faktorene er igjen et resultat av flere drivere. De viktigste er gjengitt i figuren under.



Figur 3 Oversikt over viktige kostnadsdrivere for fôrkostnaden

Kapittelet er i det følgende strukturert etter de to hovedfaktorene. Kapittel 2.1 handler om fôrpris og kapittel 2.2 handler om fôrfaktor.

## 2.1 Fôrpris

Den årlige gjennomsnittsprisen på fôr (fôr til matfisk levert anlegg) har økt fra 8,25 kroner i 2010 til 11,80 i 2016. Det er flere forhold som påvirker den årlige gjennomsnittlige prisen. For det første skal fôrprisen dekke fôrproduzentenes kostnader og en margin. Kostnadene knytter seg til råvarer, driftskostnader og avskrivninger. For det andre vil den årlige gjennomsnittlige fôrprisen avhenge av i hvilken grad lakseproduzentene kjøper ulike typer fôr. Når omsetningen av funksjonelle fôr eller høytytelses vekstfôr øker, vil dette bidra til en høyere årlig gjennomsnittlig fôrpris.

I det følgende ser vi først på utviklingen i kostnadsstrukturen i fôrproduksjon (kapittel 2.1.1), for deretter å se nærmere på markedet for fôr og hvordan fôrsammensetningen har endret seg både ut fra trender i råstofftilgang og endret etterspørsel (kapittel 2.1.2). Til slutt ser vi på de ulike faktorenes akkumulerte effekt på fôrprisen fra 2010 til 2016 (kapittel 2.1.3).

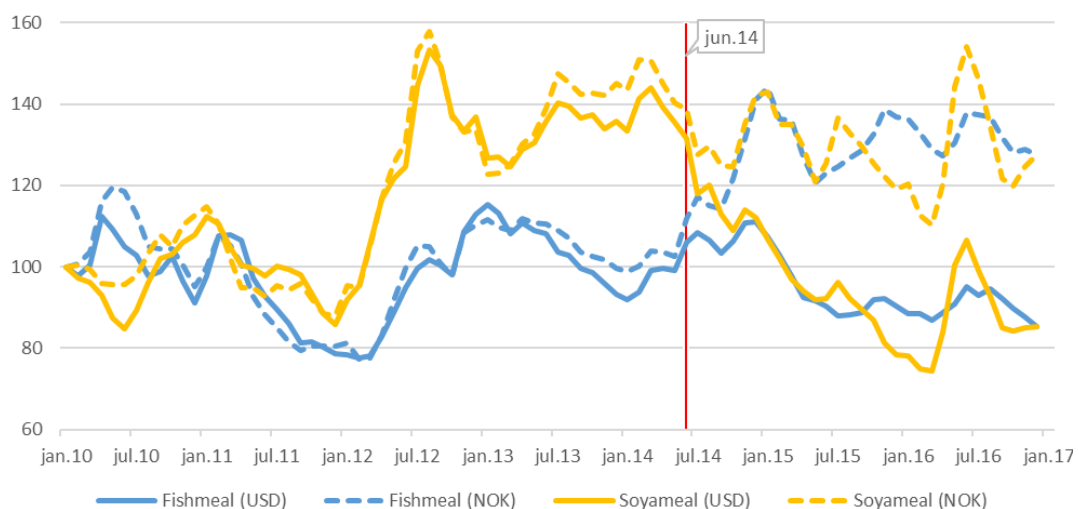
### 2.1.1 Innsatsfaktorer og kostnader

Den største kostnadsposten er utvilsomt ingrediensene til fôret. I perioden 2010 til 2016 har råvarer og ingredienser utgjort mellom 82 og 85 prosent av fôrprisen. De øvrige 15 til 18 prosentene kan hovedsakelig fordeles på driftsmargin og andre kostnader som lønn, energi, transport og avskrivninger.

#### Råvarer og valuta

De viktigste råvarene er fiskeolje og fiskemel, samt rapsolje og soyamel. Prisen på fôr er avhengig av råvaremixen i fôret og prisutviklingen på disse råvarene. En stor andel av fôrråvarene handles internasjonalt, og prisen er derfor i stor grad påvirket av endringer i valutakursen.

Bortsett fra fiskeolje har fôrråvarene blitt billigere målt i USD siden 2010. Som vi ser av den blå og gule linjen i Figur 4 har fiskemel og soyamel hovedsakelig ligget under 2010-nivå i 2015 og 2016. Målt i norske kroner skjedde det imidlertid et betydelig skille som en følge av svekkelsen av den norske kronen sommeren og høsten 2014. Som vi ser av de stiplede linjene i figuren under har dette medført en betydelig økning i råvareprisene for norske produsenter de siste årene. Råvarekostnaden for fiske- og soyamel var om lag 30 prosent høyere i desember 2016 enn i januar 2010.

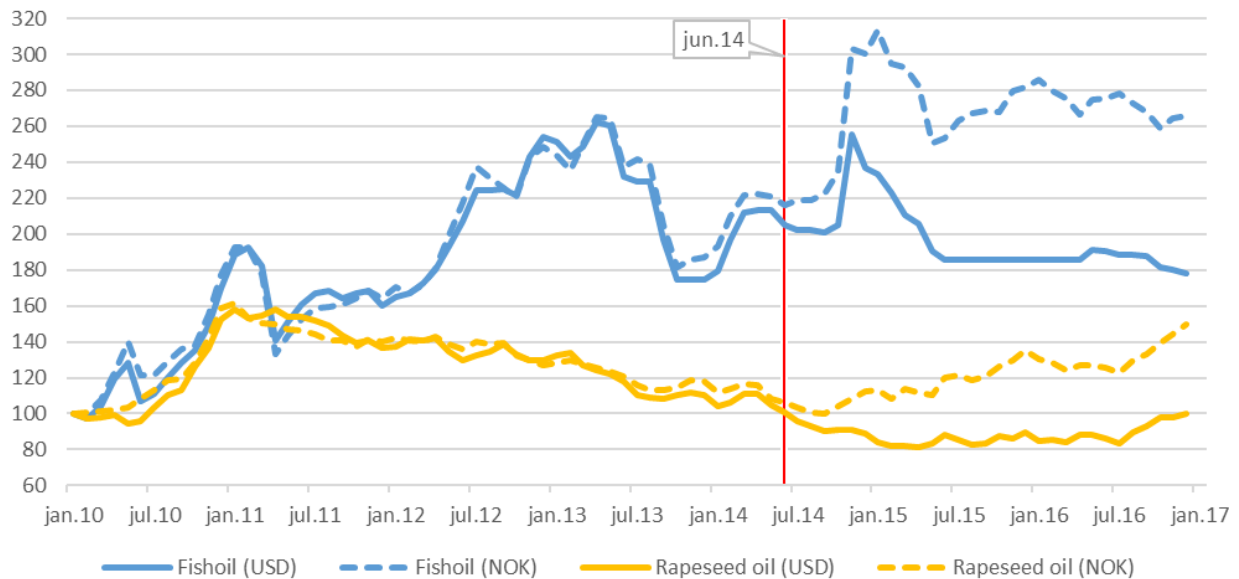


Figur 4 Prisutvikling på fiskemel og soyamel, målt i USD og NOK, indeks: januar 2010 = 100 (Kilde: Kontali Analyse AS)



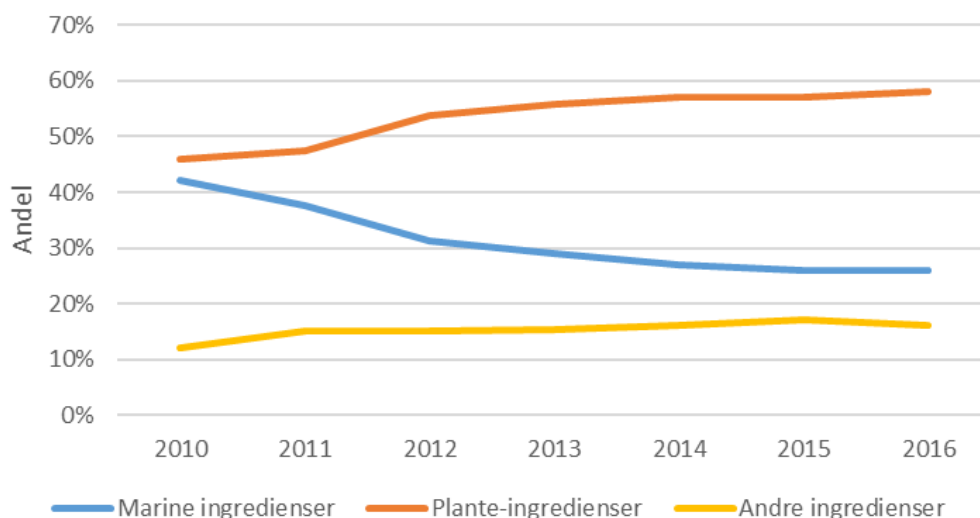
For fiskeolje og rapsolje ser vi en litt annen utvikling. Etter en økning på om lag 60 prosent i løpet av 2010, sank prisen på rapsolje jevnt frem til 2015. I andre halvdel av 2016 økte den tilbake til samme nivå som i 2010, jf. den gule linjen i figuren under. Prisen på fiskeolje har vært mer volatil, men har totalt sett økt i perioden. I desember 2016 var prisen om lag 80 prosent høyere enn i januar 2010, jf. den blå linjen i figuren under.

Effekten av en svekket krone er imidlertid like tydelig for olje som for mel. Som vi ser av de stiplede linjene i figuren under skjedde det et tydelig skift sommeren 2014. Målt i norske kroner var prisen på fiskeolje og rapsolje henholdsvis om lag 160 og 50 prosent høyere i desember 2016 enn januar 2010.



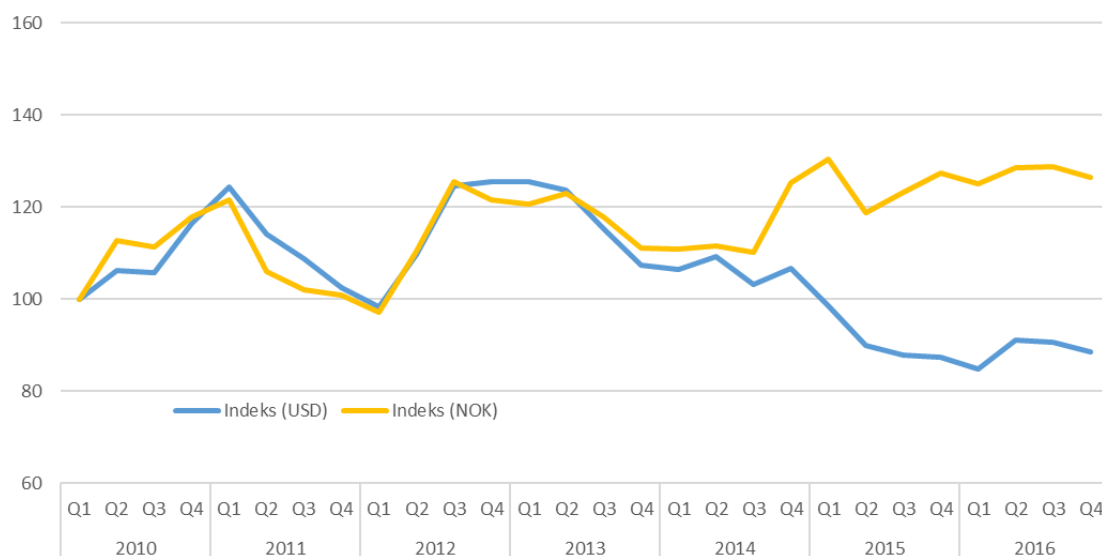
Figur 5 Fiskeolje og rapsolje, USD og NOK, indeks: Januar 2010 = 100 (Kilde: Kontali Analyse AS)

Det er knapphet på de marine råstoffene som benyttes i fiskefôret. Fôrprodusentene jobber derfor med å finne erstatninger. Fett og proteiner fra fiskeolje og fiskemel har de siste årene i økende grad blitt erstattet av vegetabiliske substitutter. Ifølge våre estimater bestod fiskefôret av omtrent like stor andel marine ingredienser som plantebaserte ingredienser i 2010. Mens både marine og plantebaserte ingredienser utgjorde om lag 45 prosent i 2010, var andelen i 2016 henholdsvis i underkant av 25 og 60 prosent. I samme periode har det vært en relativt jevn vekst av andre ingredienser fra 12 til 16 prosent. Dette vil typisk være ingredienser som vitaminer, mineraler, bindemidler, fargestoffer og så videre.



Figur 6 Estimert andel ingredienser i laksefôr 2010–2016 (Kilde: Kontali Analyse AS)

For å vise hvordan endringene i råvaresammensetningen påvirker prisen på fôr har vi laget en årlig vektet råvarekurv for ingrediensene fiskemel, fiskeolje, soyamel og rapsolje, og deretter indeksert denne mot kvartalsvis gjennomsnittspris på råvarene.

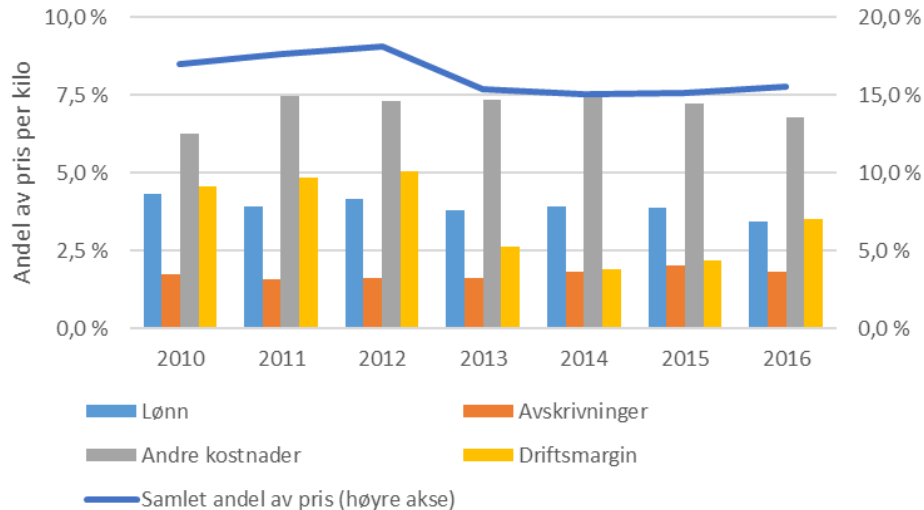


Figur 7 Vektet råvarekurv, USD og NOK, indeks: første kvartal 2010 = 100 (Kilde: Kontali Analyse AS)

Som vi ser av den blå linjen i figuren har den indekserte råvarekurven målt i US dollar blitt om lag 10 prosent billigere fra første kvartal 2010 til fjerde kvartal 2016. På grunn av den svekkede kronkursen fra og med sommeren 2014 har imidlertid den samme råvarekurven målt i norske kroner blitt om lag 25 prosent dyrere i samme periode, jf. den gule linjen i figuren.

### Øvrige kostnader og driftsmargin

Øvrige kostnader kan deles i tre: Lønn, Avskrivninger, Andre driftskostnader. I tillegg kommer fôrproducentenes driftsmargin. Andelen øvrige kostnader og driftsmargin har samlet vært relativt stabil, men sunket fra mellom 17 og 18 prosent i 2010–2012 til om lag 15 prosent de siste fire årene.



Figur 8 Øvrige kostnader og driftsmargin, andel av pris 2010–2016 (Kilde: Kontali Analyse AS)

Vi observerer en svak økning i lønnskostnadene i fôrselskapene hvert år, men som andel av totalkostnadene var lønnskostnadene lavere i 2016 enn i 2010. Avskrivninger utgjør den minste kostnadsposten og har vært relativt stabil, men svakt økende i perioden. Andre driftskostnader er den største av disse kostnadspostene, og vil for eksempel inneholde kostnader som energi og transport med mer. Andre driftskostnader har økt hvert år i perioden og var i 2016 over 50 prosent høyere enn i 2010. Som vi leser av figuren har imidlertid Andre driftskostnader som andel av pris vært relativt stabil, og blitt noe redusert i 2015 og 2016.

Konkurransen i fôrmarkedet er sterk og aktørenes driftsmargin har i perioden 2013–2016 ligget mellom 2 og 3 prosent, sammenlignet med mellom 4 og 5 prosent i de foregående tre årene fra 2010–2012.

### 2.1.2 Endret fôrsammensetning

De siste årene har behandling og forebygging mot lus fått stadig større oppmerksomhet og betydning for lakseprodusentene, særlig i enkelte utsatte regioner. Når laksen utsettes for behandlinger reduseres antall fôringsdøgn og laksens tilvekst påvirkes negativt. Graden av denne negative påvirkningen avhenger av behandlingsmetode, men enhver håndtering av fisken øker risikoen for dødelighet, andre sykdommer og med det redusert tilvekst. Det er også en risiko for at stadige behandlinger av fisken ikke løser problemene og at fisken må slaktes på lavere vekter enn ønsket.

Som et ledd i å redusere denne risikoen har lakseprodusentene økt bruken av høyytelses vekstfôr. Dette er fôr med høyere energinivå eller andre funksjonelle egenskaper som kan forebygge sykdom og sørge for raskere tilvekst. Dette fôret er dyrere enn det man kan kalle basis vekstfôr. Med de høye lakseprisene i markedet, særlig i løpet av 2016 og 2017, ville reduksjoner i slaktevolumer kunne gi store utslag på lønnsomheten til lakseprodusentene. Betalingsviljen for å øke tilveksten gjennom dyrere fôr har derfor vært høy. I tillegg kan raskere tilvekst redusere perioden fisken er i sjøen og dermed redusere faren for både sykdom og antallet kostbare lusebehandlinger.

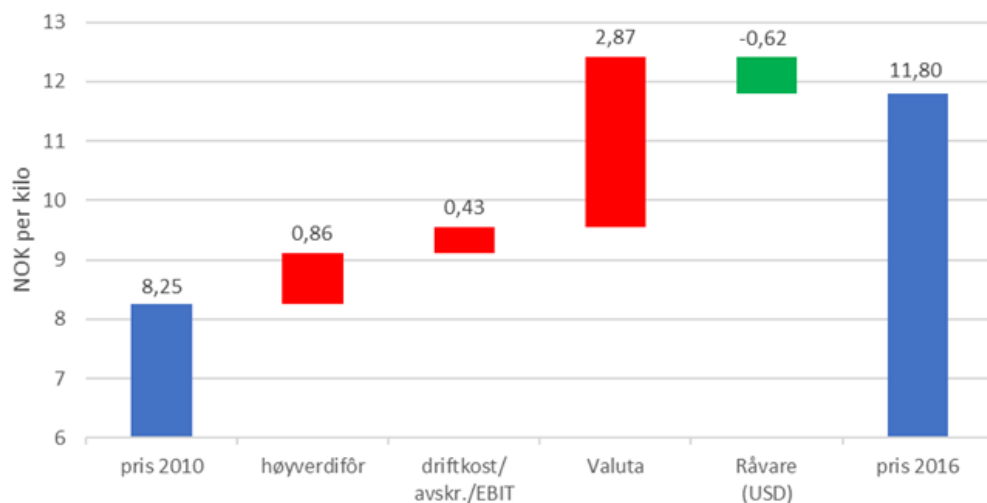
Tradisjonelt har en delt inn laksefôr i ulike kategorier basert på fôrets egenskaper og bruksområde, slik som vekstfôr, funksjonelle fôr og lusefôr. I tillegg til fôrselskapenes produktlinjer, har også andelen av

kundespesifikke resepter økt. Slike resepter kan avvike fra fôrproducentenes standardprodukter, både med tanke på energiinnhold og med tanke på andre funksjonelle egenskaper, som for eksempel forebyggende eller helsefremmende ingredienser. Det utvikles også vekstfôr med spesifikke egenskaper tilpasset forholdene ved ulike lokalitetstyper. Fellesnevneren for disse fôrproduktene er at de skal redusere risikoen for lakseproducentene ved å bidra til økt tilvekst og at de er høyere priset enn standard vekstfôr. I det følgende har vi samlet disse tre fôrtypene under samlebegrepet "høyverdifôr".

Ifølge våre estimater har forbruket av høyverdifôr økt fra en andel på om lag 20 prosent i 2013 til i overkant av 50 prosent i 2016. Økningen i etterspørselen etter de dyrere fôrtypene kan alene forklare 24 prosent (tilsvarende 86 øre) av den akkumulerte økningen i fôrprisen i perioden 2010–2016, som vist i Figur 9. Vi har i denne beregningen lagt til grunn at lusefôr er om lag dobbelt så dyrt som basis vekstfôr. Videre at funksjonelle fôr og ulike typer høyttelses vekstfôr er mellom 5 og 25 prosent dyrere enn basis vekstfôr.

### 2.1.3 Akkumulert effekt på fôrprisen

Med bakgrunn i gjennomgangen av de ulike kostnadsfaktorene som påvirker fôrprisen ovenfor har vi delt endringene i fire hovedgrupper: Endringer i Andel høyverdifôr, Kostnadsvekst, Valutakostnader og Råvarekostnader. Med kostnadsvekst mener vi økning eller reduksjon i driftskostnader, avskrivninger og driftsresultat hos fôrproducentene. Endringene er illustrert i figuren nedenfor.



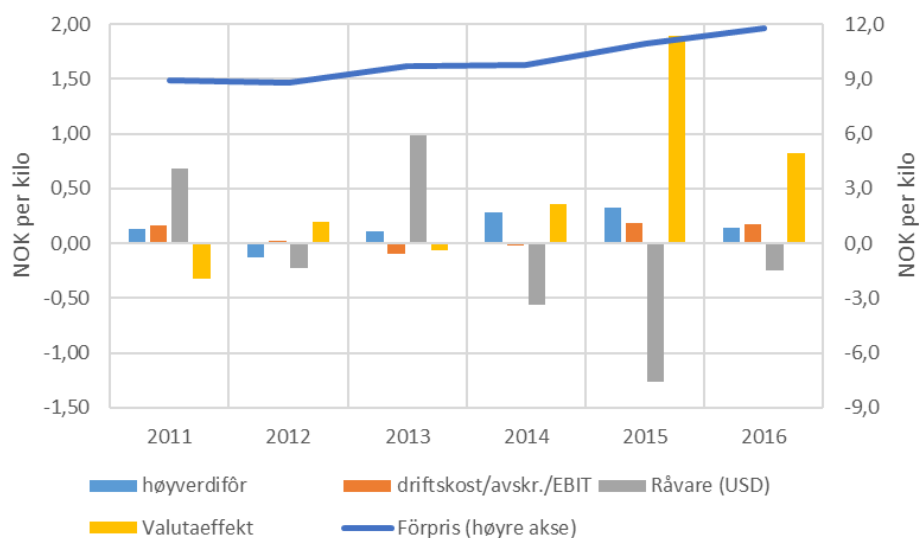
Figur 9 Estimerte akkumulerte kostnadsfaktorer 2010–2016 (Kilde: Kontali Analyse AS)

Til venstre i figuren over tar vi utgangspunkt i den årlige gjennomsnittlige prisen i 2010 på 8,25 kroner per kilo. Deretter har vi akkumulert endringene i de fire kostnadsperiodene frem til den årlige gjennomsnittsprisen på 11,80 kroner per kilo i 2016 til høyre i figuren.

De tre første kostnadsfaktorene har drevet prisen opp, illustrert ved de tre røde søylene. Den klart største effekten skyldes valutaendringer som en følge av en svekket krone fra og med sommeren 2014. Den nest største effekten kommer av etterspørselsvridningen mot mer høyverdifôr, mens den minste effekten skyldes endringer i driftskostnader, avskrivninger og EBIT hos fôrproducentene. Siden dette er endring mellom nominelle verdier, må en forvente en viss kostnadsøkning, for eksempel lik konsumprisindeksen (KPI). Av den estimerte økningen på 43 øre per kilo vil en generell prisvekst lik KPI

forklare cirka 1/3 av veksten. Som vi ser av den grønne søylen har råvarekostnadene, ifølge våre estimater, bidratt til en reduksjon av fôrprisen på 62 øre i perioden 2010 til 2016.

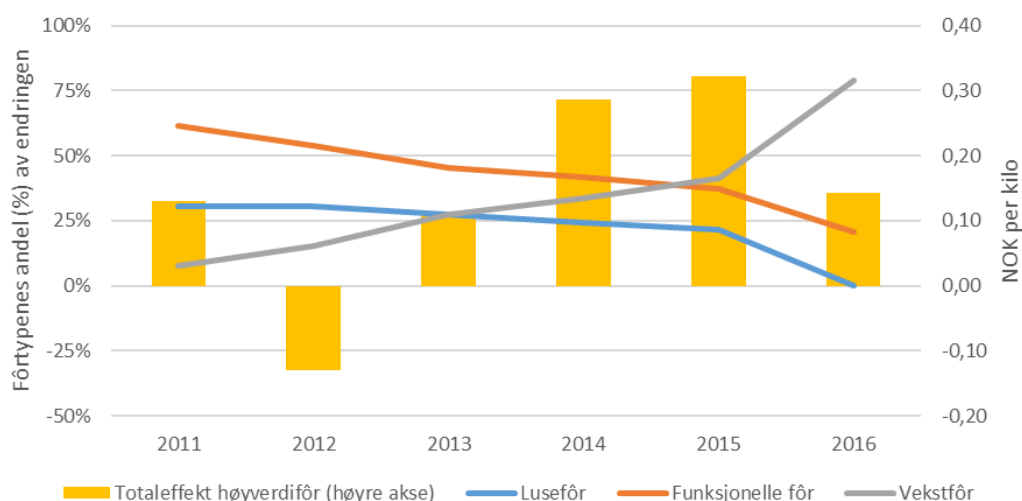
Ser vi nærmere på de årlige endringene finner vi store variasjoner i de ulike faktorene.



Figur 10 Estimerte endringer i kostnadsfaktorer 2011–2016 (Kilde: Kontali Analyse AS)

Igjen ser vi at råvarepris og valuta har vært viktige drivere. Råvareprisene (i USD) økte betydelig i 2011 og 2013, mens valutakursen til en viss grad dempet prisseffekten målt i norske kroner. De øvrige årene har råvareprisene blitt redusert, mens valutakursen har bidratt til en kostnadsøkning målt i norske kroner. Som vi leser av figuren var valutaeffekten sterkere enn prisendringen i råvarene i 2015 og 2016.

Andelen høyverdifôr har også vært en betydelig driver de siste årene, og særlig i 2014 og 2015. I figuren under ser vi nærmere på hvordan de ulike fôrtypene har påvirket endringen i høyverdifôr. De gule søylene i figuren viser den årlige endringen av høyverdifôr målt i kroner per kilo, mens linjene viser utviklingen i fôrtypenes andel av denne endringen.



Figur 11 Endring i "høyverdifôr" og fordeling mellom fôrtypene 2011–2016 (Kilde: Kontali Analyse AS)

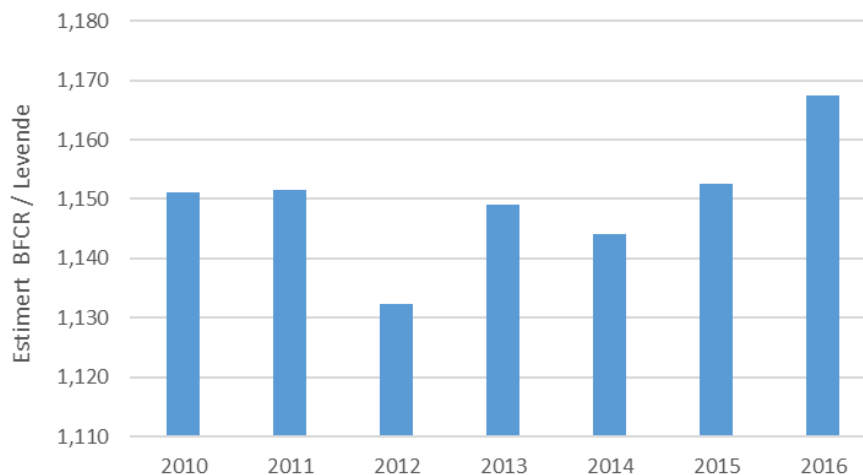
For perioden 2011 til 2016 skyldes endringen i høyverdifôr i økende grad økt forbruk av høyttelses vekstfôr mens lusefôr og funksjonelle fôr har blitt svakere drivere. I 2011 stod lusefôr og funksjonelle fôr for henholdsvis om lag 30 og 60 prosent. Disse andelen ble gradvis redusert frem til 2015 da de stod for henholdsvis om lag 20 og 40 prosent. I 2016 skjedde det imidlertid et større skift der om lag 80 prosent av endringen skyldtes økt forbruk av høyttelses vekstfôr. Dette må ses i sammenheng med den betydelige økningen i medikamentfrie (mekaniske) lusebehandlinger til fordel for medikamentelle behandlinger i 2016 sammenlignet med tidligere år, noe vi kommer tilbake til i kapittel 3.5.

## 2.2 Fôrfaktor og driftsrelaterte faktorer

### 2.2.1 Biologisk fôrfaktor

Biologisk fôrfaktor er et mål på hvor godt fisken utnytter fôret og forteller hvor mange kilo fôr som benyttes for å øke fiskens vekt med en kilo. Fôrutnyttelsen er sammensatt og påvirkes blant annet av hvilket fôr som benyttes, fiskens størrelse og fiskens helse, herunder også omfanget av håndtering av fisken i forbindelse med behandlinger av sykdommer og lus. Også størrelsen på utsatt smolt kunne påvirke den biologiske fôrfaktoren. Ved utsett av større smolt vil fiskens levetid i sjø kortes ned og fisken kan også være mer motstandsdyktig mot sykdommer og lus. Biologisk fôrfaktor varierer gjennom fiskens livssyklus, og har også sesongvariasjoner. En viss andel av fôrinntaket vil alltid gå til å opprettholde fiskens utgangsvekt og varierer med aktivitetsnivå, mens resten går til vekst og vektøkning. I perioder med mye sulting eller avbrudd i produksjonen, vil typisk en større andel av utfôret mengde gå til vedlikeholdsfôring.

Med unntak av en midlertidig reduksjon i 2012 har den biologiske fôrfaktoren vært relativt stabil de siste årene, men i 2016 økte den med 1,3 prosent til nesten 1,17.

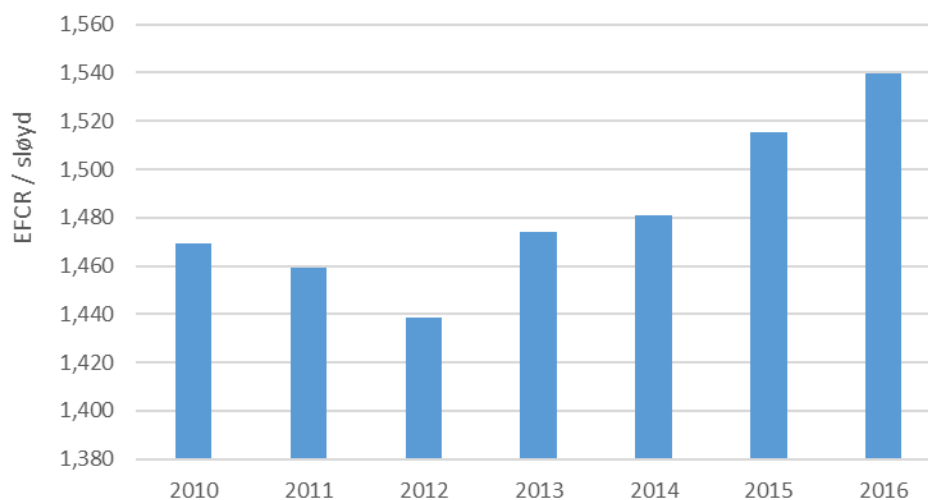


Figur 12 Estimert biologisk fôrfaktor (BFGR) for levende fisk 2010–2016 (Kilde: Kontali Analyse AS)

Økningen i biologisk fôrfaktor i 2015, og spesielt i 2016, må nok helt klart knyttes til den påvirkningen som lusebehandling har hatt på produksjonen. Med klar økning av antall sultedøgn, spesielt i den perioden av året hvor tilvekst per dag normalt er på sitt høyeste, har dette påvirket biologisk fôrfaktor.

## 2.2.2 Økonomisk fôrfaktor

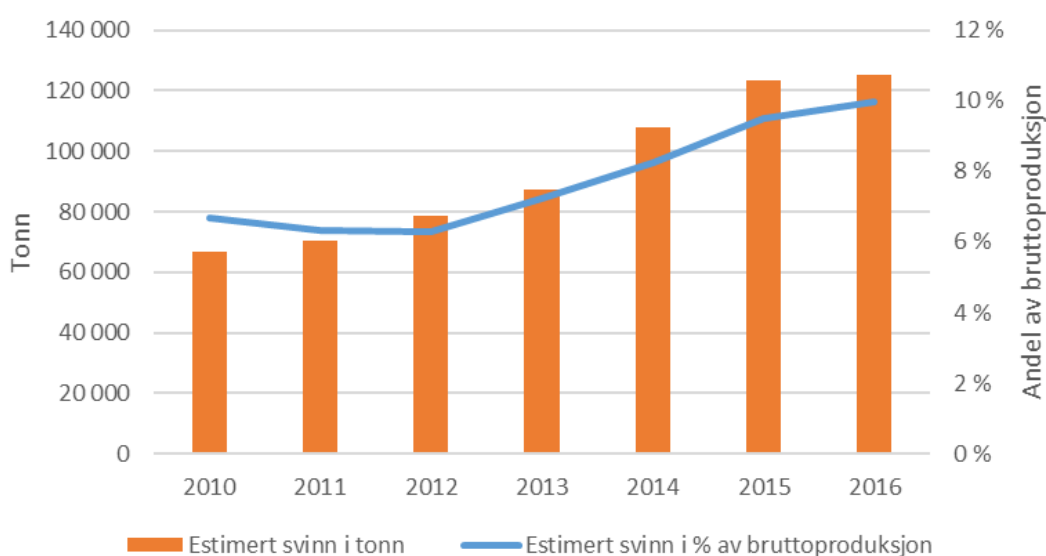
Økonomisk fôrfaktor er et mål på hvor mye fôr som er benyttet per kilo fisk som faktisk blir slaktet og solgt. Her tar man altså også hensyn til svinn (dødelighet) fram til slakting. Den økonomiske fôrfaktoren har økt fra bunn-nivået i 2012 på like under 1,44 til 1,54 i 2016.



Figur 13 Økonomisk fôrfaktor 2010–2016 (Kilde: Kontali Analyse AS)

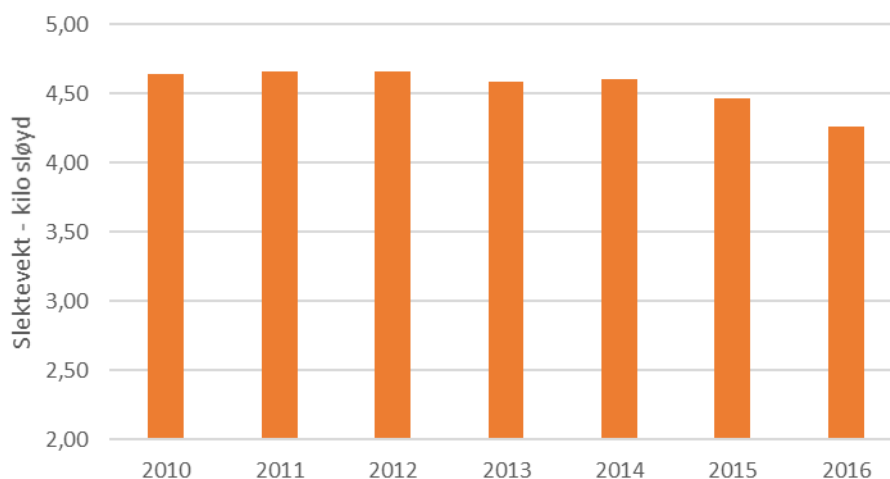
En viktig driver bak denne økningen er økt svinn som en følge av flere lusebehandlinger. Antall lusebehandlinger økte betydelig fra 2013 til 2015, se kapittel 3.

Svinnet har vært nokså stabilt som andel av utsatt fisk, men gjennomsnittsvekten på den tapte fisken har økt med om lag en halv kilo i perioden, noe som har drevet svinnet målt i tonn til nesten det dobbelte i 2016 sammenlignet med 2010. Dette er isolert sett den sterkeste driveren til økt økonomisk fôrfaktor gjennom perioden. Det medfører igjen til at den estimerte mengden svinn (målt i tonn) som andel av bruttoproduksjonen har økt fra 6–7 prosent i 2010–2012 til i underkant av 10 prosent i 2016.



Figur 14 Estimert svinn i tonn og andel av bruttoproduksjon 2010–2016 (Kilde: Kontali Analyse AS)

I tillegg påvirkes den økonomiske fôrfaktoren negativt av at den gjennomsnittlige slaktevekten har sunket i perioden. Etter en marginal økning fra 4,64 til 4,66 kilo sløyd vekt fra 2010 til 2011 og 2012, er den gjennomsnittlige slaktevekten redusert til 4,26 kilo i 2016. Til tross for økt produksjon målt i antall fisk har dette gitt stagnerende eller svakt fallende bruttoproduksjon. Nedgangen i slaktevekt påvirker ikke fôrfaktoren i nevneverdig grad, men utfordringen med synkende slaktevekter er en viktig del av forklaringen på vridningen mot fôr med høyere ytelse.



Figur 15 Slaktevekter i kilo (sløyd vekt) 2010–2016 (Kilde: Kontali Analyse AS)

Med nesten 10 prosent nedgang i slaktevekten fra 2012 til 2016, betyr det at en rekke kostnadselementer skal fordeles ut på et lavere volum. Blant annet er smoltkostnad, slaktekostnad og avskrivninger per kilo, elementer som i stor grad blir negativt påvirket av slaktevekten.

Utfordringene knyttet til lusebehandlinger (tapte fôringsdøgn) og risikoen for tidlig utslakting har vært en sentral driver for økningen i bruk av funksjonelle og høyytelses vekstfôr.

Med de mange og nye utfordringene en har sett som følge av lusesituasjonen de siste årene, er det vanskelig å påvise den positive effekten som overgangen til fôr med høyere ytelse har hatt på tilveksten. Vi tror at produktiviteten har blitt positivt påvirket, men også at effekten har blitt overskygget av faktorer som har dratt i negativ retning.

Det er dermed grunn til å tro at slaktevektutviklingen, og dermed smoltutbyttet, samt kostnadsbildet på andre kostnadselementer enn fôrkostnad, ville sett verre ut dersom en **ikke** hadde tatt i bruk høyytelses vekstfôr og funksjonelle fôrtyper.



### 3 Økte lusekostnader

Kostnadene knyttet til lus fortsatte å øke også i 2016, men sammensetningen endret seg, og vi ser tegn til at kostnadene kan begynne å synke. Vi skal i dette kapitlet se nærmere på kostnadene knyttet til bruken av ulike virkemidler i kampen mot lus, både overvåking, forebygging og behandling.

I et tidligere prosjekt for FHF, MEDFRI, laget vi et kostnadsoverslag for kostnad per kilo behandlet fisk for en rekke metoder (Holan *et al.*, 2017). Enkelte avsnitt i dette kapitlet er derfor også basert på denne rapporten. Med utgangspunkt i kostnadsoverslagene fra MEDFRI, og med en del oppdateringer av disse, vil vi i neste kapittel også beregne totale kostnader for næringen i et gitt år. Vi tar med de mest relevante metodene vi beskrev i MEDFRI. I tillegg vil vi beregne kostnader knyttet til overvåking og medikamentell behandling.

#### 3.1 Metodikk

Kostnadene ved lakselus er kompliserte å beregne, ettersom mange av forholdene er påvirket av biologi og biofysiske forhold. Kostnadene er påvirket av lusens livssyklus, av lusens vekst og reproduksjonsevne, og av spredning av lus fra villaks til oppdrettsanlegg. Utbredelse og kostnadene ved lus påvirkes også av hvordan og i hvilken grad lusen spres mellom merder og mellom anlegg. Lusepresset, og ikke minst håndteringen av lus, påvirker laksens trivsel og helse, som igjen gir seg utslag i dødelighet og redusert tilvekst. Lusetiltakene griper nå inn i alle deler av driften, de er blitt en del av dagens oppdrettspraksis, og påvirker både vekst, ytelse og helse.

Kostnadene påvirkes også av forvaltningen, gjennom regelverket for lusekontroll og -behandling. Et sentralt spørsmål er om lusekostnadene er drevet av luseproblemet i seg selv eller av regelverket som pålegger oppdretterne strenge tiltak. Noen av oppdretterne mener at luseregimet er en fornuftig og riktig tilnærming fra myndighetene. Andre oppdrettere peker på at både kontroll, forebygging og behandling i dag ligger på et nivå som er mye høyere enn det oppdretterne ville valgt ut fra et fiskehelseperspektiv. Grenseverdiene for lus er i dag først og fremst fastsatt ut fra hensynet til omgivelsene i et føre-var perspektiv, og da spesielt hensynet til villaks og -ørret.

De relativt lave toleransegrensene for lus, og derav hyppige behandlinger, medfører en del problemer:

- Høye kostnader knyttet til behandlinger
- Resistensproblemer, som gir mindre effektive behandlinger
- Behandlingene påvirker fiskehelsen negativt: behandlinger gir svekket fisk og høyere dødelighet
- Behandling av fisk som er svekket av andre årsaker gir ytterligere forhøyet dødelighet og redusert fiskevelferd.

Dette betyr at de totale kostnadene kan være vanskelig å anslå. Vi begrenser oss i de fleste tilfeller til å anslå direkte kostnader, eller kostnader som er mulige å henføre direkte til behandlinger. Dette betyr for eksempel at vi beregner dødelighet knyttet til behandlinger, men ikke den ekstra dødelighet som kan komme i lang tid etterpå som følge av svekket helse etter behandlingen.

### Kostnadsberegning på ulike nivåer

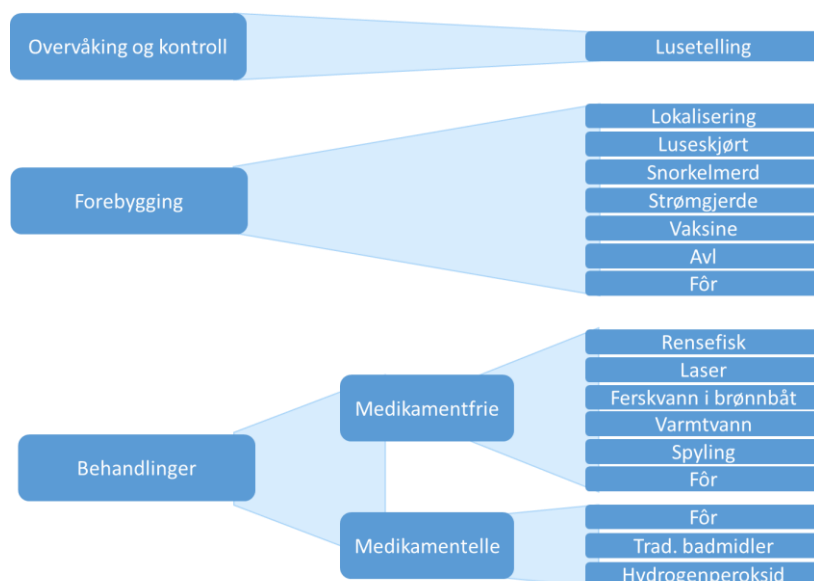
Kostnadene ved behandlinger har vi beregnet på ulike måter, avhengig av hva vi anser som relevant fordelingsgrunnlag for kostnadene. En del kostnader påløper over tid, slik som ved bruk av rensefisk og luseskjørt, slik at det vil være fornuftig å beregne en kostnad per kilo produsert. Andre kostnader kan knyttes til mer avgrensede tiltak, slik som for eksempel en avlusing, hvor det da er naturlig å beregne kostnader per kilo behandlet. Vi har også regnet en total kostnad for næringen ved ulike tiltak. Den totale kostnaden blir et resultat av enhetskostnaden og omfanget av behandlinger med de forskjellige metodene. Kostnadene per kilo behandlet for medikamentfrie behandlinger har vi tidligere beregnet i MEDFRI-prosjektet (Holan *et al.*, 2017), og noe av dette har vi brukt som grunnlag for beregninger i denne rapporten også. For en del av disse metodene har vi dermed kunnet konsentrere oss om å kartlegge omfanget og utviklingen i bruken i denne omgang. Vi gjør oppmerksom på at en del av teksten i disse avsnittene vil være lik den som står i MEDFRI-rapporten.

For mange av metodene er det komplisert å beregne den innsats, og dermed kostnad, som går til et spesifikt tiltak, da bruken av ressurser, for eksempel arbeidskraft og arbeidsbåter, er en del av daglige driften. I noen tilfeller finnes det aktører som tilbyr komplette tjenester, som for eksempel avlusing eller notspyling. I disse tilfelle har vi gode muligheter til å sammenholde prisene ved innleie mot kostnader som oppstår ved oppdretternes egen bruk av for eksempel arbeidskraft og arbeidsbåter.

I tillegg til kostnader direkte knyttet til behandlinger har vi beregnet kostnader knyttet til driftsmessige tilpasninger som øker kostnadene, eller kostnader som kan måles gjennom svakere biologiske og økonomiske nøkkeltall. Vi vil kommentere effekten av både økt dødelighet, tapt tilvekst og lengre produksjonstid. Det er stor usikkerhet knyttet til en del av de parametrene vi estimerer. Ved stor usikkerhet har vi vært forsiktige, slik at de kostnadene vi har pekt på som typiske er nøkterne anslag.

### 3.2 Kostnadsberegning av ulike tiltak

I Figur 16 har vi oppsummert alle de tiltak mot lus vi i større eller mindre grad vil kommentere og beregne kostnader ved. Vi har delt dem i tre hovedtyper tiltak: Overvåking, Forebygging og Behandling.



Figur 16 Oversikt over tiltak for kontroll, forebygging og behandling av lus

Av overvåking vil vi diskutere lusetelling, og kort kommentere kostnader knyttet til beredskap mot lus.

Av forebyggende tiltak vil vi fokusere på luseskjørt og fôr, mens vi kort vil omtale snorkelmerd, nedsenket merd, vaksine og avl.

Når det gjelder behandling har vi skilt mellom medikamentfrie og medikamentelle metoder. Medikamentfrie behandlingsmetoder har vi behandlet grundig i rapporten fra MEDFRI-prosjektet (Holan *et al.*, 2017), hovedpunktene gjengir vi her. Laser og rensefisk er noen steder omtalt som forebygging, men kan like gjerne omtales som kontinuerlig behandling. Når vi har beregnet kostnader for laser og rensefisk, fordeler vi kostnadene på hele utsettet ved en lokalitet, på samme måte som vi har gjort det med de forebyggende tiltakene. For øvrige behandlingsmetoder har vi beregnet behandlingstkostnadene per kilo behandlet. Medikamentelle behandlinger blir behandlet i avsnitt 3.6, hvor vi gjør rede for kostnadene ved både badbehandlinger og fôrbehandlinger.

### **3.3 Overvåking og kontroll**

Enhver oppfølging og behandling mot lus krever at man har god oversikt over lusesituasjonen. Lusesituasjonen overvåkes derfor kontinuerlig, delvis som et resultat av lovpålagte krav, men en del oppdrettere teller oftere for å ha best mulig kontroll. Antallet lakselus telles minst hver 7. dag ved temperaturer lik eller over 4 °C, og minst hver 14. dag ved temperaturer under 4 °C.

Næringen har tidligere gjennomført koordinerte avlusninger om våren, dette tiltaket har man erstattet med en lavere lusegrense om våren. Dette har vært ansett som særlig viktig for å skjerme utvandrende villsmolt. Luseforskriften sier følgende om grenseverdier for lus:

- I Nord-Trøndelag og sørover skal det fra og med mandag i uke 16 til og med søndag i uke 21 til enhver tid være færre enn 0,2 voksen hunnlus av lakselus i gjennomsnitt per fisk i akvakulturanlegget. Fra og med mandag i uke 22 til og med søndag i uke 15 skal det til enhver tid være færre enn 0,5 voksen hunnlus av lakselus i gjennomsnitt per fisk i akvakulturanlegget.
- I Nordland, Troms og Finnmark skal det fra og med mandag i uke 21 til og med søndag i uke 26 til enhver tid være færre enn 0,2 voksen hunnlus av lakselus i gjennomsnitt per fisk i akvakulturanlegget. Fra og med mandag i uke 27 til og med søndag i uke 20 skal det til enhver tid være færre enn 0,5 voksen hunnlus av lakselus i gjennomsnitt per fisk i akvakulturanlegget.

Luseforskriften sier også at det skal gjennomføres tiltak for å sikre at mengden lakselus ikke overskrider grensene, om nødvendig kan det gis pålegg om utslakting av fisk.

#### **3.3.1 Kostnader ved lusetelling**

I rapporten fra 2015 (Iversen *et al.*, 2015) beregnet vi innsatsen til lusetelling ganske grovt gjennom å anta at man for hver lokalitet i snitt brukte to personer en dag i uken til å telle lus. Med rundt 600 aktive lokaliteter ville det gi cirka 240 årsverk. Det betyr en total kostnad for næringen på 180 millioner, eller rundt 15 øre per kilo produsert.

#### **3.3.2 Kostnader ved beredskap**

Bak en del av utstyret til lusebehandlinger ligger det store investeringer, og i mange tilfeller har utstyret lav utnyttelsesgrad. Dette gjelder for eksempel utstyr til medikamentfri avlusning. For det første er dette

utstyr som brukes med store sesongvariasjoner. I toppsesongen går utstyret gjerne med mannskap på to skift, i "skuldresesongene" med enkel bemanning, mens det ligger i ro (eller er inne til vedlikehold og oppgradering) kanskje en tredjedel av året. Serviceselskaper er nok de som har mest intensiv drift på sine Thermolicere, for eksempel, men også en del oppdrettere leier ut sine enheter til andre, og oppnår god utnyttelse. Andre oppdrettere igjen legger størst vekt på at utstyret skal være lett tilgjengelig når behov oppstår, og ser på investeringen mer som en beredskap enn et aktivum som skal utnyttes maksimalt:

*"Vi må tenke på avlusingsutstyret som en brannbil: den er der når det virkelig trengs, det er ingen som forventer at den skal være i bruk hele året". (Oppdretter)*

Rullering av behandlingsmetoder kan også være viktig for å unngå resistens. Tilgang til flere avlusningsmetoder, og dermed gjerne moderat bruk av utstyret, betyr at investeringskostnadene blir større, men kan også på sikt bidra til at behandlingskostnadene blir lavere. Vi har ikke kartlagt den reelle bruken av alle disse maskinene, og kan ikke beregne kostnader knyttet til bruken med den tilnærmingen (men vi vil senere estimere kostnader basert på innmeldte behandlinger).

### **3.4 Forebyggende tiltak**

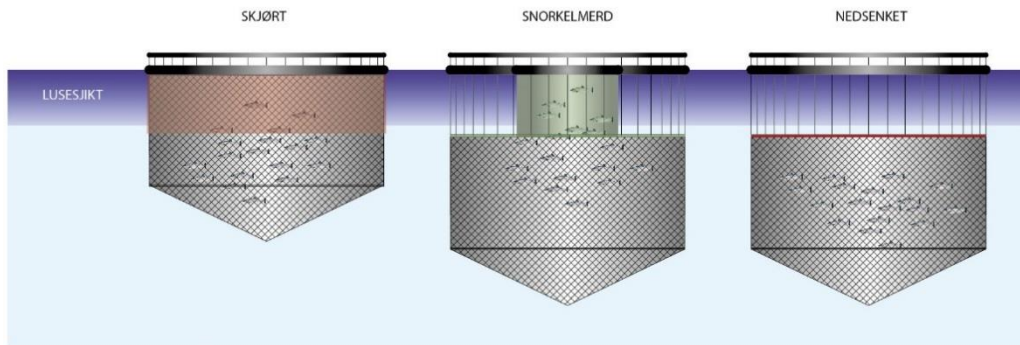
Næringen jobber langsiktig med flere typer forebyggende tiltak, som for eksempel fôr som styrker laksen eller hindrer at lus kan feste seg, avl på laks som i mindre grad tiltrekker seg lus og vaksiner som har samme virkning. Disse metodene har man lite erfaring med, og vi har ikke forsøkt å lage beregninger av økonomien i disse.

Det viktigste forebyggende tiltaket i dag er bruken av luseskjørt. Andre tiltak er på et mer eksperimentelt stadium: Snorkelmerd, nedsenket merd, ultralyd, semi-lukkede anlegg i sjø og strømgjerde. Vi vil omtale snorkelmerd og nedsenket merd i sammenheng med luseskjørt, de andre metodene finnes det lite erfaringsdata for.

#### **3.4.1 Luseskjørt, snorkelmerd og nedsenket merd**

Luseskjørt, snorkelmerd og nedsenkbar merd virker alle ved at de begrenser eller hindrer fysisk kontakt mellom lus og laks. Alle tre metodene tar også utgangspunkt i at lus tiltrekkes av lys og derfor fins i høyest konsentrasjon i de øverste meterne av vannsøylen. De har også til felles at de ikke involverer bruk av medikamenter eller kjemikalier, og dermed ikke skaper resistens hos lusa. Metodene krever ingen håndtering av laksen.

Luseskjørt er skjørt av lusetett materiale som omkranser de øverste 5 – 10 meterne av merden. Skjørtet fungerer som en barriere som hindrer kopepodittene i å komme inn i merden, og hindrer dermed påslag av lus. Luseskjørt kommer i to hovedtyper, der den ene typen er laget av en tilnærmet vanntett duk, mens den andre er laget av planktonnett som slipper gjennom noe vann, men ikke kopepoditter. Nedsenkbare merder er merder utstyrt med et nettak slik at laksen kan unngå kopepodittene ved at merden senkes under lusesjiktet. Snorkelmerd (også kalt tubenot) har også et tak som holder laksen under lusesjiktet, men har i tillegg en sjakt eller snorkel av lusetett materiale slik at laksen kan svømme opp til overflaten uten å eksponeres for lus. Snorkelmerden er derfor en hybrid mellom de to andre metodene (jf. Figur 17 nedenfor).



Figur 17 Illustrasjon av skjørt, snorkelmerd og nedsenkbar merd. (Ill.: Oddvar Dahl, Nofima).

De økonomiske effektene av luseskjørt, snorkelmerd og nedsenkbar merd er ganske forskjellige i både størrelse og sammensetning. Vi vil stort sett omtale snorkelmerd og nedsenkbar merd samlet, og ganske kort, ettersom vi har begrenset erfaring med kostnadene.

Bruk av semi-permeable eller tette skjørt rundt øvre del av notveggen er blitt et svært utbredt forebyggende tiltak mot påslag av lus utenfra. I forhold til renseskjørt og mekaniske metoder er denne relativt enkel ettersom den innebærer bruk av relativt få ressurser.

Hvor mye investeringene vil bidra til driftskostnadene avhenger av utstyrets levetid. Levetiden for luseskjørt avhenger i stor grad av lokale forhold på lokalitetene. Strøm og bølgebevegelser er de viktigste faktorene som bestemmer levetiden, og den kan variere fra en til tre sesonger for tette luseskjørt. Permeable luseskjørt, som er laget av planktonduk, har erfaringsmessig lavere rivestyrke enn tette luseskjørt, slik at disse skjørtene forventes å ha kortere levetid enn de tette (selv om permeabiliteten gjør at de utsettes for et noe lavere vanntrykk).

Driftskostnadene ved drift av luseskjørt inkluderer utsett og vedlikehold. Vedlikeholdet består av kontroll, reparasjon og vask. Hvor ofte disse aktivitetene må gjennomføres beror i stor grad på lokale forhold, og derfor vanskelig å tallfeste. Vi har, uten opplysninger fra informantene, subjektivt anslått arbeidsbehovet til 1 månedsverk for en hel produksjonssyklus.

For permeable luseskjørt kan groe redusere gjennomstrømningen, og gi dårligere vannmiljø. Ved bruk av permeable skjørt kan det være behov for å bytte skjørtene 2–3 ganger for hver produksjonssyklus. Det betyr at man i praksis gjerne har 2 skjørt tilgjengelig til hver merd, i og med at et nytt skjørt monteres samme dag som et brukt skjørt tas av og leveres til vasking og reparasjon. Hvert skjørtebytte krever minimum en dags arbeid. Man må påregne kostnad for 4 personer med servicebåt, samt noen kostnader knyttet til reparasjon, vask og transport. Ved investering i 2 skjørt per merd vil investeringene dobles, men hvert skjørt vil formodentlig ha lenger levetid, slik at kapitalkostnaden likevel ikke dobles. Vi har ikke tatt behovet for skjørtebytte med i tabellen nedenfor, men med disse forutsetningene viser våre beregninger at behovene for skjørtebytte vil heve kostnadene fra 8 øre til 12–13 øre per kilo produsert.

Erfaringer tilsier også at man i noen tilfeller må påregne et visst veksttap ved bruk av luseskjørt på grunn av lavere oksygenmetning innenfor skjørtet. Lavere oksygenmetning blir i en del tilfeller motvirket med oksygenering eller trykkluftindusert omrøring. Det er kun en av de aktørene vi har intervjuet som har brukt oksygenering i forbindelse med luseskjørt. De antydte en kostnad på 250.000

kroner per merd for oksygeneringsanlegg. Det finnes også andre løsninger for omrøring av vann, for eksempel Midt-norskringen som sørger for omrøring gjennom utslipp av luft fra en ring langs bunnen av merda. Vi har ikke fått kostnadsestimater for noen av disse løsningene. Med såpass tynt datagrunnlag for å gjøre anslag på den økonomiske effekten har vi utelatt kostnader ved oksygenering eller omrøring fra tabellen nedenfor, men om vi antar en levetid på ti år kan dette indikere at behovet for oksygenering omtrent vil doble kostnadene ved bruk av luseskjørt, mens omrøring vil være noe rimeligere.

Vi intervjuet fire oppdrettere om deres erfaringer med kostnadene knyttet til luseskjørt. Vi ser at det er ganske ulik praksis, og har lagt oss på estimater som kan representere en mediankostnad. Våre modellerte enhetskostnadsestimater er oppsummert i Tabell 2. Enhetskostnaden er her per kg fisk produsert fra en lokalitet gjennom en produksjonssyklus.

Utgangspunktet for denne tabellen er at det ble benyttet ett skjørt per merd og at disse kostet fra 100.000 til 300.000 kr/stk (vi har forutsatt 200.000 kr). Levetiden anslo informantene til mellom 1 og 3 år, vi har forutsatt 3 år i våre beregninger. Kostnaden for luseskjørt blir da 0,08 kr/kg produsert for en lokalitet som produserer 6200 tonn med 10 merder på 18 måneder. Som vi nevner over vil denne kostnaden øke om man bruker dobbelt opp av permeable skjørt eller om man tar i bruk oksygenering.

Tabell 2 Modellerte enhetskostnader knyttet til luseskjørt for en lokalitet og generasjon

	Kost per kg produsert	Forutsetninger
Investering	0,05	1 stk./merd, 0,2 mill. kr/stk., 3 år
Alternativkost kapital	0,01	5 %
Arbeidskraft	0,02	0,2 årsverk
Tilvekst	Ikke estimert	
Sum estimerte poster	0,08	

### Snorkelmerd og nedsenkbar merd

Snorkel- og nedsenkbare merder er fortsatt i et tidlig utviklingsstadium, og det er svært begrenset kunnskap tilgjengelig om kostnadsforhold. Vi vil gi noen indikasjoner på ulike kostnadsmessige effekter, men disse er såpass usikre at vi har valgt å ikke oppsummere dem i en egen tabell.

Investeringskostnaden for en snorkelmerd er en ekstrakostnad på om lag 1 million i forhold til merd av sammenlignbar størrelse (160m). Med en investeringskostnad på 1 million ekstra per not, og 10 års levetid, har vi anslått kapital- og avskrivningskostnader til 0,50 kr per kilo produsert.

Snorkelmerd og nedsenket merd er mer kompliserte innretninger enn luseskjørt. Utsett og ordinær drift blir noe mer arbeidskrevende enn ordinære merder. Det blir mer komplisert å telle lus, vanskeligere å vaske nøter og mer kompliserte operasjoner ved eventuelle behandlinger. Behovet for rengjøring av notpose vil nok bli mindre på grunn av mindre begroing. Vi har i beregningene likevel forutsatt at disse operasjonene blir 50 prosent mer arbeidskrevende enn for konvensjonelle nøter. Det betyr at ekstrakostnad for avlusing er beregnet til 0,04 kr per kilo produsert, mens ekstrakostnadene for notvask er beregnet til 0,10 kr per kilo produsert.

Redusert påslag av lus vil ventelig gi færre behandlinger enn i konvensjonelle nøter. Bruk av snorkelmerd og neddykket merd vil sørge for at fisken kommer dypere og derfor blir mindre eksponert for lusepåslag enn ved bruk av luseskjørt som ofte har en dybde på 5–6 meter. Det vil trolig gi en større

reduksjon i avlusingsfrekvensen for disse metodene enn for luseskjørt, noe som helt eller delvis kan oppveie for høyere investeringskostnader.

Å tvinge fisken til å stå dypere kan også påvirke vekst ved at fisken blir eksponert for høyere eller lavere temperatur enn det overflatevannet har. Det vil dra i negativ retning i tilfeller der overflatetemperaturen er mer optimal for vekst enn dypere vannlag, og fisken tvinges dypere ned. I motsatt fall kan det være gunstig for fisken å bli presset ned når overflatetemperaturen er for høy for optimal vekst, noe som er mest aktuelt lengst syd i Norge. Men denne effekten er trolig mer marginal da fisken i ordinære merder med eller uten skjørt også kan senke seg til større dyp når overflatetemperaturen blir for høy.

For nedsenket merd har vi for lite erfaringstall til å anslå kostnader. Om konsepter for nedsenkbar merd fungerer slik at man kan heve merden for notvask, telling av lus og så videre., vil antageligvis de ekstra driftskostnadene være beskjedne.

### **3.5 Medikamentfrie behandlinger**

Vi vil drøfte to behandlingsmetoder uten håndtering, nemlig laser og rensfisk. Vi vil også drøfte "mekaniske" behandlinger og ferskvannsbehandling i brønnbåt. Det finnes etter hvert mange konsepter for "mekanisk" behandling. Thermolicer og Optilicer har vi behandlet under begrepet termisk avlusing, ettersom det er fisk som på to ulike måter løftes over i varmtvannsbad for en kortere periode. Hydrolicer, Skamik og FLS omtaler vi samlet som Andre mekaniske metoder.

Det finnes også andre metoder som i noen grad har blitt tatt i bruk (Holan *et al.*, 2017), eller som er under utprøving, men hvor bruken, og dermed erfaringsgrunnlaget, er for lite til at vi har funnet det hensiktsmessig å lage egne kostnadsestimater.

#### **3.5.1 Laser**

Selskapet Stingray har utviklet en metode for "optisk avlusing", mer kjent som laser mot lus. Ved hjelp av kamerasyn i stereo, avansert programvare og målrettet laser skal lusa fjernes fra fisken kontinuerlig og helautomatisk, ifølge produsenten. De mekaniske komponentene består av en node, nodekabel, et merdskap og førflåteskap. Stereokameraet og den egenutviklede programvaren skal detektere lus når laksen svømmer inne i merden. En guidet laserpuls på opptil 150 millisekunder "pulser" direkte på hver individuell lus. Lusa skal, ifølge produsenten, bli truffet med dødelig utfall og koagulerer innen millisekunder. Metoden involverer ikke bruk av medikamenter eller kjemikalier, den krever ingen sulting og ingen håndtering eller trenging av laksen.

Vi har intervjuet to aktører for å estimere kostnadene til investering og bruk av laser, i tillegg til at vi har snakket med produsenten. Det er imidlertid liten variasjon i deres tilbakemeldinger, og disse stemmer godt overens med informasjon fra andre kilder. Kostnadene til lasermetoden er primært knyttet til investeringen, en årlig serviceavtale og arbeidskraft.

Konseptet innebærer et kjøp av laserenheter samt en driftsavtale over fire år, med muligheter for forlenging over ett år i gangen. Enheten koster 700.000 pluss en årlig driftsavtale til 150.000. Denne avtalen inneholder drift, service, support og videreutvikling.



Figur 18 Laser oppe av vannet for vedlikehold (til venstre) og laser i bruk ved Kleiva fiskefarm til høyre

For vårt modellanlegg med 10 merder forutsetter vi at det settes ut én laserenhet per merd. Den totale investeringen blir da 7 millioner kroner. Levetiden for utstyret er som for de øvrige metodene svært vanskelig å fastsette, ettersom erfaringene er begrenset, og teknologien fortsatt er under utvikling, slik at utstyret kan bli erstattet av bedre teknologi lenge før utstyret er utslitt. Ingen av informantene vi intervjuet turte anslå levetiden. Produsenten opplyser at det nok vil bli "panteordninger" om teknologien utvikles så mye at det er mer aktuelt å erstatte enn å oppgradere. For enkelthets skyld anslår vi levetiden i denne sammenhengen til 5 år. Vi forutsetter videre at laserne brukes kontinuerlig, slik at produksjonen på en lokalitet belastes for 18 måneders bruk. Alternativkostnaden for kapitalen anslås også her til 5 prosent.

Operasjon og vedlikehold av laserenhetene betales gjennom en årlig serviceavgift. Denne estimeres til 150.000 kr per år per enhet. Igjen belastes lokaliteten med 18/24 av dette.

Begge aktørene vi intervjuet hevdet at arbeidsbehovet var svært lite, hovedsakelig knyttet til spyling om lag hver 14. dag, eller 2–3 ganger per måned vår, sommer og høst, mens den på vinteren kunne stå en måned uten spyling. Aktørene anslo tidsbruken til 30 eller 30–60 minutter per enhet. Dette anslår vi til 3 månedesverk i løpet av hele produksjonssyklusen på 18 måneder.

Lokaliteten antas å produsere 4.000 tonn i løpet av en produksjonssyklus. De estimerte enhetskostnadene som følger av de beskrevne forutsetningene er oppsummert i Tabell 3. Enhetskostnaden er her per kg fisk produsert fra en lokalitet gjennom en produksjonssyklus. I all hovedsak er det kapital og serviceavtalen som utgjør de totale kostnadene, som er estimert til 1,32kr/kg produsert.

Tabell 3 Estimerte enhetskostnader, kr/kg produsert fisk for en lokalitet og generasjon, bruk av laser

	Enhetskostnad	Forutsetninger
Avskrivninger	0,60	10 stk./lokalitet, 0,7 mill. kr/stk., 5 år
Alternativkostnad kapital	0,13	5 %
Arbeidskraft	0,03	3 mndverk over 18 mndrssyklus
Serviceavtale	0,56	150' kr/år
Sum	1,32	



Stingray har så langt levert 150 lasere, med 18 til i produksjon. Av disse er 16 solgt til Shetland og Færøyene, slik at vi snakker om 152 i Norge. Med en investeringskostnad på 700.000 kroner per laser, snakker vi om totale investeringer så langt på om lag 118 millioner kroner.

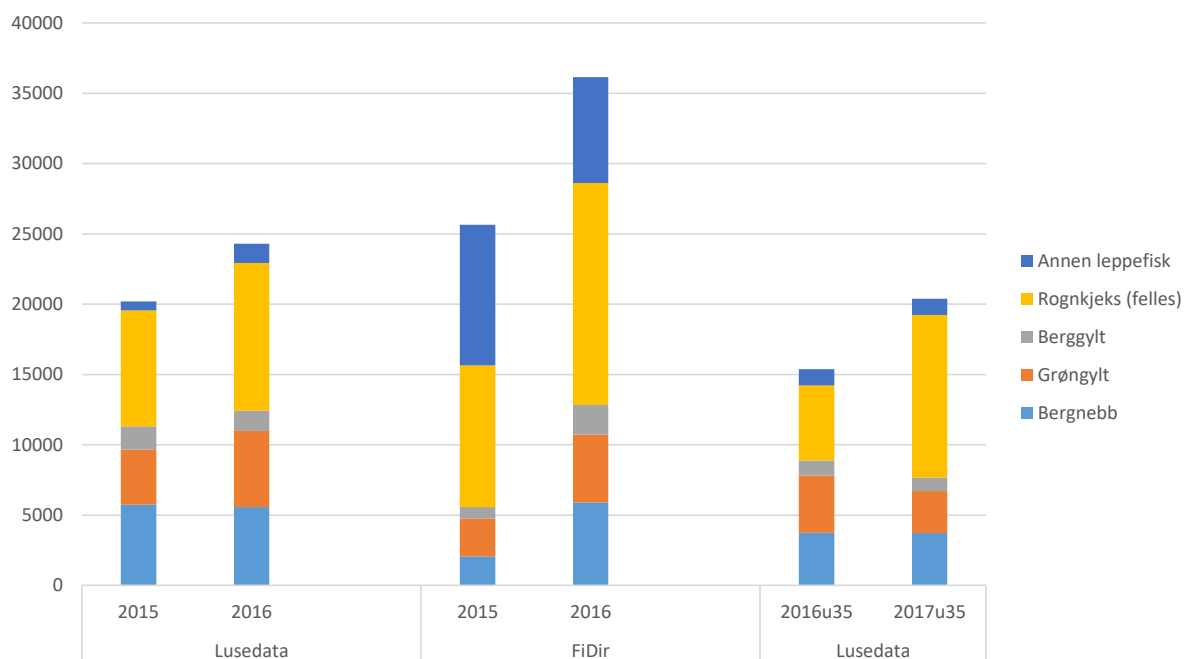
Lasere driftes fra Stingrays hovedkontor, en ordning som koster oppdretterne rundt 150.000 kroner i året. For næringen som helhet, med 152 lasere i Norge, betyr det en driftskostnad på omkring 23 millioner kroner per år.

### 3.5.2 Rensefisk

Rensefisk blir en stadig viktigere del av forebyggingen for mange, og bruken av rensefisk har steget voldsomt de siste årene. I dette avsnittet vil vi beskrive utviklingen i bruk av rensefisk, kostnader knyttet til bruken og totale kostnader medgått for næringen.

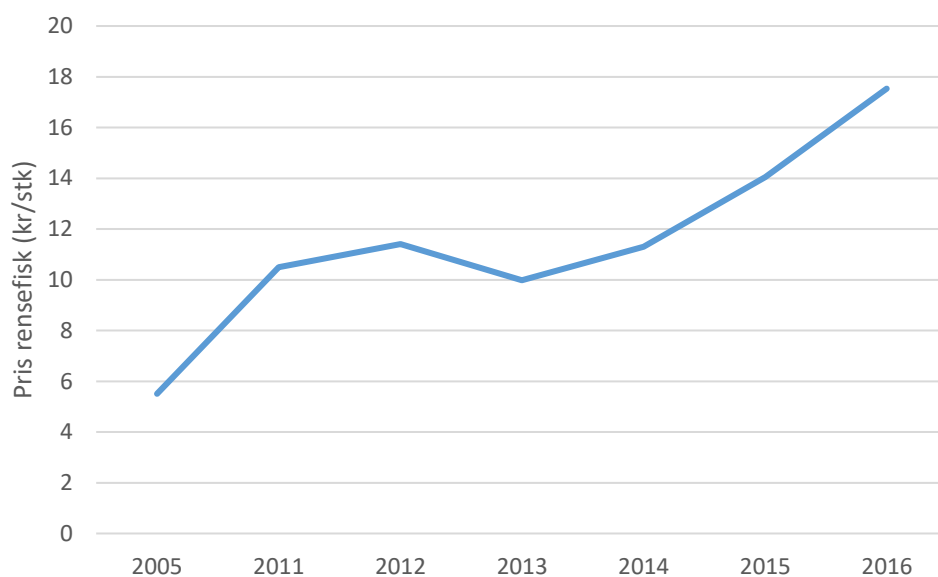
#### Bruk av rensefisk

Bruken av rensefisk øker, men akkurat hvor mye er litt uklart. Det er store differanser mellom tallene fra lusedata.no og Fiskeridirektoratet. I Figur 19 vises tall fra begge for 2015 og 2016. Figuren viser også tall fra lusedata for å sammenligne utsettene fram til uke 35 for 2016 og 2017. Data per uke 35 indikerer betydelig økning i utsett av rensefisk også i 2017.



Figur 19 Utsett av rensefisk for 2015, 2016 og fram til og med uke 35 i 2017 (Kilde: Lusedata.no og Fiskeridirektoratet)

Prisene på rensefisk har også økt. Fram til 2014 lå prisene på rensefisk mellom 10 og 12 kroner, mens nivået de siste årene har steget betydelig, til gjennomsnittlig nærmere 18 i 2016. Prisutviklingen over tid er vist i Figur 20, mens prisfordelingen på ulike arter er vist i Tabell 4.



Figur 20 Pris på renseskjeks, pris per stykk, årlig fra 2011 til 2016, og med 2005 som referanse (Kilde: Fiskeridirektoratet)

Prisene på renseskjeks varierer noe for de ulike arter som brukes, fra under 12 kroner for bergnebb til det dobbelte for berggyllt. Prisene gjenspeiler formodentlig både tilgjengelighet og effektivitet. Prisene for renseskjeks er beregnet av oss basert på Fiskeridirektoratets oppgaver over verdi og omfang av bruken.

Tabell 4 Antall renseskjeks (i 1000) i 2016 og pris per stykk (Kilde: Fiskeridirektoratet)

	Antall	Pris per stk
Bergnebb	5.898	11,61
Grøngyllt	4.812	13,16
Berggyllt	2.130	24,40
Rødnebb	0	0,00
Annen leppefisk	7.520	17,75
Rognkjeks	15.784	20,03
Vektet snittpris renseskjeks	36.144	17,52

Rognkjeks har blitt den mest vanlige arten de siste årene, både fordi den har vist seg lett å oppdrette og fordi den også kan brukes lengst nord i landet.

#### Kostnader per kilo produsert ved bruk av renseskjeks

Utbredt bruk av renseskjeks blant oppdretterne, over relativt lang tid, betyr at det finnes en del informasjon som kan anvendes for å vurdere kostnadene. Protokollene og praksis rundt bruken av renseskjeks varierer imidlertid betydelig, slik at det er vanskelig å definere noen generelle kostnader ved bruk av renseskjeks. Vi har intervjuet noen oppdrettere og benytter deres tilbakemeldinger i tillegg til andre kilder som utgangspunkt for å definere kostnadsposter og parametere i en modell som beskriver kostnadene ved renseskjeksbruk i et tenkt anlegg. Vi vil her estimere enhetskostnadene per slaktet kilo for en generasjon.

Ressursbruken ved bruk av renseskjeks er primært knyttet til innkjøp og transport av renseskjeks. Fisken krever også skjul hvor den kan sette seg fast og finne hvile, og den krever relativt tett oppfølging med

vask av skjul, fôring og generell kontroll. For at fisken skal spise lus kreves det ekstra renhold av nøter, slik at rensefisken ikke beiter på nøtene.

Basert på respondentenes informasjon har vi anslått innkjøpsprisen til 18–20 kr/stk. Antall fisk som settes inn varierer betydelig, både etter tilgjengelighet og basert på ulike formeninger om hva som er optimal mengde. En av informantene ønsket så raskt som mulig etter utsett å tilføre rensefisk som utgjorde 10 prosent av antall laks. Deretter tilføres det gjerne 2–3 prosent ny rensefisk hver 2–3 måned for å kompensere for den betydelige dødeligheten som oppleves. En annen informant hadde en utsettstrategi for rensefisken som inkluderte 5 prosent rognkjeks ved utsett i mars, 11 prosent leppefisk i juli/august, 5 prosent rognkjeks i perioden oktober–desember samt perioden januar–april og 9 prosent leppefisk i juli–august. En tredje informant hadde benyttet 5–10 prosent innblanding og ønsket å ligge på 6–8 prosent. En rapporterte at de gjenbrukte noe av rensefisken i nye utsett.

I vår modell forutsetter vi at det settes inn totalt 15 prosent rensefisk i løpet av hele produksjons-syklusen til en pris på 18 kr/stk. Vi har ikke tatt hensyn til gjenbruk av fisken. Det er betydelig variasjon i aktørenes valg av innblanding, slik at vår kalkyle ikke vil være representativ for alle oppdrettere. Andre forutsetninger rundt dette og prisen på rensefisken vil lineært endre enhetskostnaden knyttet til denne posten. Transport av rensefisken ut til anlegget har vi basert på opplysninger fra en informant anslått til 2 kr/rensefisk. Også her vil det trolig være variasjoner mellom oppdrettere, avhengig av avtaler med leverandører, kjøpt mengde og avstand til lokaliteten.

Informantene gir også noe ulik tilbakemelding på arbeidsbehovet knyttet til hold av rensefisken. En anslo at 1 månedsværk per måned i produksjonen gikk med til røktingen. En annen opplyste at 1 person av totalt 5 på lokaliteten var rensefiskansvarlig, med tillegg av 1 person 1 dag i uken til vasking av skjul. En tredje informant anslo arbeidet til 3–6 timer per dag i gjennomsnitt, mens en fjerde informant rapporterte om at to personer på lokaliteten arbeidet primært med rensefisken. I vår modell forutsetter vi at det brukes én ansatt i snitt, eller 1,5 årsværk over hele produksjonstiden på 18 måneder, til en kostnad på 750.000 kroner (lønn og sosiale kostnader) per årsværk.

Skjul er nødvendige for at rensefisken skal trives. Vi har anslått kostnadene per merd til 15.000 kr og en levetid på disse på 2 år. I tillegg kommer fôringsautomater til 20.000 kr/stk som vi forventer har en levetid på 5 år.

Fisken krever fôr i tillegg til at den spiser lakselus og annet. En av informantene rapporterte om en tommelfingerregel der det ble fôret 2 kg rognkjeksfôr per merd per dag. I tillegg ble det fôret 1 strømpe med fôr til leppefisken per merd per dag. Dette tilsvarer om lag 11 tonn rognkjeksfôr i løpet av hele produksjonssyklusen. Vi har i en forenklet produksjonsmodell lagt til grunn en utfôring på 2 prosent av rensefiskbiomassen om sommeren og 1 prosent om vinteren. Prisen på fôret anslås til 20 kr/kg. Disse forutsetningene gir et totalt fôrforbruk og -kostnad på henholdsvis 13,1 tonn og 0,04 kr/kg produsert.

Bruk av rensefisk krever spesielt rene nøter for at fisken ikke skal beite på dyr og planter på notveggen og redusere spisingen av lakselus. Dette betyr at nøtene må vaskes eller byttes oftere enn de ellers ville blitt. Det er imidlertid svært vanskelig å estimere omfanget av dette. En av oppdretterne anslo at man uten rensefisk ville vaske hver 14. dag, og med rensefisk hver 10. dag. Dette gjaldt i sommer perioden med høy begroing. En annen informant rapporterte om at de hadde startet å bytte nøter for å redusere vaskebehovet. Vi har i vår modell forutsatt at anlegget vaskes 6 ganger ekstra med rensefisk til en kostnad av 20.000 kr/merd. Dette gir en enhetskostnad på 0,19 kr/kg produsert.

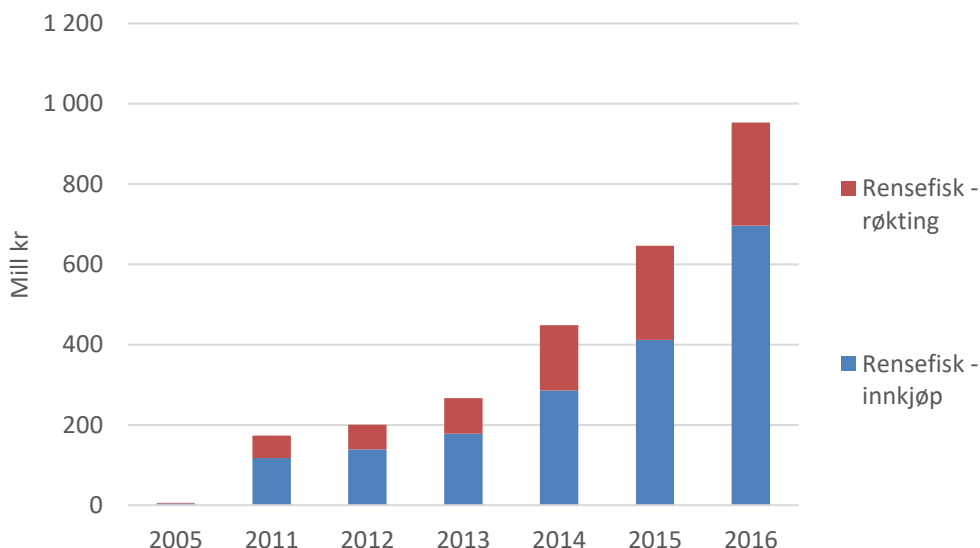
Kostnadene som er gjennomgått i teksten over er oppsummert i Tabell 5. Til sammen utgjør disse 1,25 kr/kg produsert laks. Den største posten er knyttet til innkjøp av fisken, fulgt av ekstra notvask og arbeidsbehov.

Tabell 5 Modellerte enhetskostnader rensefisk, kr/kg produsert fisk for en generasjon og lokalitet

	Modellert enhetskostnad	Forutsetninger
Innkjøp rensefisk	0,65	15 % total tilsatt, 18 kr/stk
Transport	0,07	2 kr/stk
Arbeid	0,27	1 mndverk/mnd, 18 mnd
Skjul/fôrautomat	0,02	35.000 kr/merd
Fôr	0,04	2 % utfôring, 20 kr/kg
Ekstra notvask	0,19	6 ganger, 20.000 kr/merd
Sum estimerte poster	1,25	

### Totale kostnader til rensefisk

Utsett av rensefisk har økt markert de siste årene, samtidig som prisene har økt. Det gir selvsagt dobbelt utslag på næringens totale kostnader til rensefisk, som vist i Figur 21.



Figur 21 Totale kostnader til innkjøp og røkting av rensefisk, årlig fra 2011 til 2016, med 2005 som referanse (Kilde: Fiskeridirektoratet/lusedata.no/Nofima)

Figur 21 viser kostnadsutviklingen årlig siden 2011, og med 2005 som en referanse. Bruken øker kraftig, og prisene for rensefisk har også økt. Innkjøpskostnaden, eller kostnaden til oppdrett av rensefisken for dem som gjør det selv, er den største kostnaden ved rensefisk, men vi har også regnet inn kostnader til røkting og fôr, utstyr og ikke minst ekstra notvask. Vi har regnet med at det ble brukt 35–40 millioner rensefisk i 2016, og vi har regnet en kostnad på 18 kroner per stk. For de som bruker rensefisk har vi kalkulert en kostnad på 1,25 kr per kilo produsert.

Kostnadene vil nok være enda en del høyere i 2017, med kanskje 40 millioner rensefisk, og antageligvis økte priser.

### 3.5.3 Termisk behandling

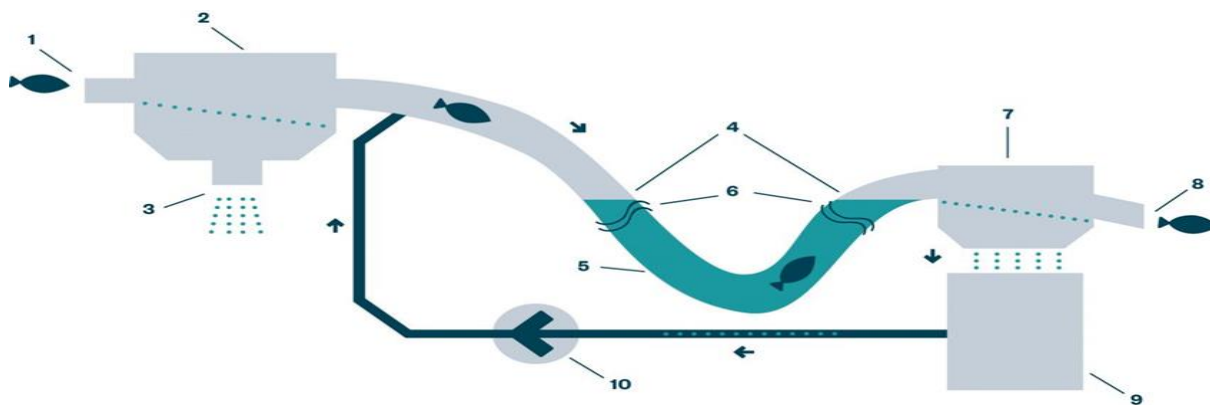
Termisk avlusning er en avlusningsmetode hvor laks eksponeres for sjøvann på 28–34 °C i cirka 20–30 sekunder om bord i et fartøy eller i en flåte. Selve avlusningsmekanismen foregår ved at bevegelig lus varmes raskt opp, slik at musklene lammes og lusa mister evnen til å suge seg fast til hudoverflaten (dermis), og faller av. Eksponeringen er såpass kort at fisken ikke vil varmes opp, slik at den termiske effekten virker primært på lus.

Det finnes i dag to kommersielle metoder for termisk avlusning, Optilice og Thermolicer, produsert av henholdsvis Optimar og Steinsviksgruppen. Thermolicer benytter i utgangspunktet et gjennomstrømningssystem, hvor fisk pumpes, avsiles og føres gjennom et rør med oppvarmet sjøvann før ny avsiling og tilbakeføring til merd. Optilice bruker et åpent bad med temperert sjøvann, hvor fisk pumpes, avsiles, føres gjennom varmebadet med skovlehjul, før avsiling og tilbakeføring til sjø. Felles for de to metodene med termisk avlusning er at de begge har stor behandlingseffektivitet (100 tonn/t per linje). Utstyr står montert ombord på servicefartøy, lekter eller brønnbåt. For at systemene skal tilpasses ulike fartøy finnes det variasjon i sammensetningen av ulike utstyrskomponenter som pumper, rørløsninger og avsilingskasser.

Det er levert et relativt betydelig antall maskiner som fjerner lus ved å utsette fisk og lus for oppvarmet vann. Disse har også behandlet en relativt stor mengde fisk, slik at næringsaktørene begynner å få god informasjon om virkning og driftskostnader. Som grunnlag for våre kostnadsestimer intervjuet vi sju aktører i MEDFRI-prosjektet våren 2017, og har fått utdypet og oppdatert informasjon fra noen av dem i september 2017. To av informantene leide ut rigger for avlusning, mens de resterende var oppdrettere som disponerte utstyr selv. Noen av disse hadde også solgt avlusningstjenester til andre oppdrettere. Respondentene har ikke primært blitt spurt direkte om kostnader, men om opplysninger som kan anvendes i en kalkyle for enhetskostnader. Aktørene har i varierende grad kunnet gi opplysninger om momentene vi ønsket belyst, slik at vi ikke har opplysninger fra alle om alle momenter, men har måttet gjøre anslag basert på intervjuene og våre subjektive vurderinger. Vi har valgt å benytte opplysningene til å sette opp en kalkyle for en full lokalitetsbehandling av 4.000 tonn fisk. Respondentenes informasjon er benyttet til identifikasjon av kostnadsposter, kostnadsdrivere og -parametere, men kalkylen er i betydelig grad basert på våre vurderinger.



Figur 22 Thermolicer på Shetland



Figur 23 Skjematisk illustrasjon av virkemåten for Thermolicer. (Illustrasjon: Steinsvik)

Den direkte ressursbruken for operasjonen er primært knyttet til bruken av avlusingslinjen og plattformen denne trenger, bruk av servicefartøy og arbeidskraft. I tillegg påløper det direkte kostnader til energibruk og vedlikehold. Det vil også påløpe mer indirekte kostnader til vedlikehold av utstyret og administrasjon. Vedlikeholdskostnadene er det for tidlig å si noe om, da mange av linjene har vært inne til en kombinasjon av vedlikehold og oppgraderinger basert på erfaringer fra de første periodene i drift. Til slutt vil vi generelt beskrive kostnader knyttet til behandlingsdødelighet og tapt tilvekst.

Investeringene er knyttet til selve maskinen, montering og utstyr og en driftsplattform, gjerne en leker eller en båt. Basert på tilbakemeldinger fra aktørene anslår vi investeringen per linje til 30 millioner kroner. En leker med plass til montering av to slike linjer og fasiliteter for mannskapet krever investeringer på om lag 30 millioner kroner. Vi har antatt at det benyttes en rigg med to linjer, slik at den totale investeringen er 90 millioner kroner. Det er relativt liten variasjon i informantenes vurderinger av disse. Kostnaden knyttet til investeringen er avhengig av levetid, behandlingsskapitet per år og kapitalbindingskostnad. Levetiden på maskinen er svært usikker. Det foregår en rask teknologisk utvikling på området, og maskinene vil trolig være økonomisk foreldet relativt tidlig. Det må også påregnes oppgraderingskostnader etter hvert som konseptet forbedres. Blant aktørene vi intervjuet ble det trukket frem både 2 og 3–4 år forventet levetid. I kalkylen legger vi 4 års levetid til grunn. For lekeren antar vi 15 års levetid. Kapitalkostnadene vil være lineært avhengig av levetiden og investeringskostnadene. Alternativkostnaden for kapitalen som bindes i riggen har vi anslått til 7 prosent årlig.

Fordelingsgrunnlaget for kapitalkostnadene vil være den årlige behandlingsskapiteten, som blir sentral for enhetskostnadsestimatet. Her er det også betydelig usikkerhet, da aktørene har begrenset erfaring med utstyret, samt at kapasiteten påvirkes av en rekke momenter som for eksempel fiskestørrelse, vær, antall merder som skal behandles per lokalitet og etterspørselen. Mens man ofte har gode data på kapasiteten ved full drift er det vanskeligere å bestemme effekten av de øvrige variablene. For å ha god beredskap til avlusning er det i tillegg mange som beregner lav utnyttelse av enhetene. Når det gjelder praktisk kapasitet under behandling var det noe forskjell mellom aktørenes erfaringer. Disse rapporterte om en praktisk utnyttelse på 20, 30, 40 og 50 tonn fisk per time og linje. Tre av aktørene vi intervjuet hadde gode data på utnyttelse over relativt lang tid. Basert på disse har vi subjektivt forutsatt en normal behandlingsskapitet til 150.000 tonn/år ved to linjer og døgnbasert drift. Disse forutsetningene innebærer årlige avskrivninger på 0,10 kr/kg behandlet og kapitalbindingskostnad på 0,04 kr/kg.

Operasjonen krever nothåndtering til trenging av fisken. Til dette svarer de fleste respondentene at det benyttes to servicefartøy, noe vi også forutsetter i vår modell. Kostnaden har vi anslått til 15.000 kr/døgn per fartøy uten mannskap. Vi har antatt at avlusningen av lokaliteten tar 5 døgn. Kostnaden til servicefartøyene blir med disse forutsetningene 0,04 kr/behandlet kg.

Avlusning med termisk behandling krever betydelig arbeidskraft. Aktørene oppgir noe varierende arbeidsbehov og det er usikkerhet i tolkningen av svarene, da det kan være både skiftarbeid og utskiftningsmannskaper involvert. En respondent trakk frem at 20 personer er involvert, en annen opplyste om 4 personer på plattform, 3 på følgebåt og 4 fra anlegget, en tredje 3–4 personer for å drive maskinen og 3–4 mann på to servicefartøy. Vi har primært basert våre anslag på informasjon fra aktørene som kunne gi informasjon rundt kapasitet og mannskapsbehov over lengre tids drift, selv om det også er variasjon og usikkerhet knyttet til disse. I vår modell har vi forutsatt at det kreves 7 personer i skift og i 1:1 ordning, slik at det kreves 28 ansatte ved full drift. Vi har anslått en beskjefligelse tilsvarende 8 måneders full drift per år, og har lagt til grunn en årsvervskostnad på 750.000 kr. I gjennomsnitt per behandlet kg (150.000 tonn) tilsvarer dette en kostnad på 0,11 kr/behandlet kg.

Drift av fartøyene og riggen krever drivstoff. Ingen av aktørene kunne gi direkte informasjon om drivstofforbruk, men noen hadde anslag på effektforbruket under behandling, noe som vil utgjøre en vesentlig del av forbruket. En trakk frem 750 kW ved full drift på 70 tonn/time, en nevnte 2200 kW ved drift av to linjer, og en annen nevnte 5–600 kW i gjennomsnitt ved drift på 50–60 tonn/time. Basert på disse estimatene har vi valgt å bruke 11 kWh/tonn avluset for våre modeller. Med en kostnad på 2,5 kr/kWh ved dieselgeneratorproduksjon av strøm tilsvarer dette 0,03 kr/behandlet kg. I tillegg kommer det generelle forbruket, servicebåtenes forbruk under behandling og forbruket knyttet til flytting mellom merder og mellom anlegg. Disse har vi dessverre ikke gode estimater for. En av aktørene trakk frem et anslag på drivstofforbruk for servicefartøy på 10–15 kbm/mnd per fartøy. Dersom vi antar drift av riggen i 8 måneder og avlusning av 150.000 tonn tilsvarer dette om lag 0,01 kr/kg avluset.

Vi har dessverre lite opplysninger om vedlikeholdsbehov til å gi rimelige anslag på disse kostnadene. En av informantene trakk frem en årlig slippsetting til om lag 1,5 millioner kroner. En annen opererte med totale kostnader til drivstoff, vedlikehold og havneavgifter på 1,5 millioner kr/mnd.

Dødelighet representerer en viktig kostnad for enkeltoppdrettere. Dette både i form av mengden fisk som dør og tapt tilvekst fra denne biomassen. Det er dessverre relativt begrensede data tilgjengelig for de ulike lusebehandlingsmetodene, slik at vi har benyttet samme dødelighet i alle kostnads-kalkylene der dette er relevant. Den faktiske enhetskostnaden vil være lineært avhengig av den faktisk realiserte dødeligheten. Enkelte av våre informanter har påpekt at dødeligheten i snitt nok er høyere ved termisk behandling enn andre mekaniske, på grunn av flere "incidents".

Når det gjelder dødelighet forbundet med termisk behandling er det en viss variasjon i tilbakemeldingen fra aktørene som hadde og delte informasjon om dette. Tre hevdet å ha erfart om lag 0,5 prosent tilleggsdødelighet, mens en annen hadde opplevd om lag 1,3–1,5 prosent. Dødeligheten påvirkes betydelig av helsestatus på fisken. Storskalaforsøk der Nofima har vært involvert viser at pumpevalg og relativt små tekniske endringer kan ha stor betydning for dødeligheten (Roth, 2016). Enkelte av våre informanter mener at det meste av dødeligheten nå er knyttet til håndtering. Ved god håndtering og frisk fisk kan dødeligheten være så lav som 0,02 til 0,2 prosent. I kalkylen legger vi til grunn en tilleggsdødelighet på 0,5 prosent av behandlet biomasse og verdsetter denne til 29 kr/kg. Kostnaden knyttet til dødelighet beregnes dermed til 0,25 kr/behandlet kg. Vi har da ikke tatt hensyn

til potensiell tapt tilvekst hos fisken som dør. Dette vil også være relevant kostnad for enkeltoppdrettere, og vil variere med når behandlingen finner sted.

Behandlingen av fisken krever sulting i forkant og gir redusert appetitt en periode etter behandling. Vi har illustrert den økonomiske betydningen av tapte fôringsdøgn nedenfor, og gjør ikke anslag for de enkelte behandlingsmetodene.

Kostnadsestimatene basert på disse forutsetningene er oppsummert i Tabell 6 Vi gjør oppmerksom på at enhetskostnaden her er per kg behandlet fisk.

Tabell 6 Modellerte enhetskostnader termisk behandling, kr/kg behandlet fisk for en full lokalitetsbehandling av 4.000 tonn relativt stor fisk

	Modellert enhetskostnad	Forutsetninger
Avskrivninger	0,10	2 stk, 30 mill kr/stk, 4 år
Alternativkostnad kapital	0,04	7,5 %
Servicefartøy	0,04	2 stk, 15.000 kr/døgn
Arbeidskraft	0,11	21 årsverk for 150.000 tonn
Drivstoff avlusning	0,03	11 kWh/tonn, 2,5 kr/kWh
Vedlikehold	Ikke estimert	
Dødelighet	0,15	0,5 % dødelighet, 29 kr/kg
Annet	Ikke estimert	
Sum estimerte poster	0,45	

### 3.5.4 Andre mekaniske behandlinger

I dag finnes det i hovedsak to prinsipper for mekanisk fjerning av lus som har gitt opphav til tre kommersielle metoder: SkaMik, FLS-avlusersystem og Hydrolicer. I SkaMik pumpes fisken ombord på fartøy og avsiles før den går gjennom et spylekammer. Deretter føres fisken gjennom et børstekammer med roterende børster før den returnerer til merd. Kapasiteten er satt opp til 40–80 tonn/t avhengig av fiskestørrelse. Denne har vi ikke gjort kostnadsanslag for, av kapasitetshensyn.

Siden FLS og Hydrolicer er metoder med relativt sammenlignbar innsatsfaktorbruk, samt at det er betydelig usikkerhet knyttet til viktige parametere, har vi valgt å behandle disse under ett.

FLS er et lukket system som bruker injektorpumper, hvor fisken blir pumpet gjennom et avlusings-system med to lavtrykksavlusere (0,2–0,8 bar) før fisken avsiles og føres tilbake til merd. Total behandlingstid er cirka 10 sekunder, hvor selve avlusingsprosedyren varer noen sekunder. Kapasiteten til FLS er satt til 20–50 tonn/t per linje, og det finnes flåter med fire linjer montert. Siste kommersielle metode, Hydrolicer, bruker i likhet med FLS injektorer for å spyle av lus, men her utnyttes forskjellige retninger og turbulens. Hver linje med Hydrolicer har en kapasitet satt til 25–40 tonn/t. I motsetning til FLS, bruker Hydrolicer impeller-pumper.

Som grunnlag for estimatene har vi intervjuet sju aktører. Tre av disse var aktører som leide ut rigger for avlusning, mens fire var oppdrettere som disponerte utstyret selv. Respondentene har i varierende grad kunnet gi opplysninger om momentene vi ønsket belyst. Det er også en viss variasjon i respondentenes svar og hvordan de har vært i stand til å belyse de ulike tema. Dette betyr at data ikke muliggjør bruk av gjennomsnitt for å estimere kostnadene. Vi har valgt å benytte opplysningene til å



sette opp en økonomisk modell av en full lokalitetsbehandling med 4.000 tonn fisk. Respondentenes informasjon er benyttet til identifikasjon av kostnadsposter, -drivere og -parametere, men kalkylen er i betydelig grad basert på våre subjektive vurderinger.

Den direkte ressursbruken for operasjonen er primært knyttet til bruken av maskinen og plattformen denne trenger, bruk av servicefartøy og arbeidskraft. I tillegg påløper det direkte kostnader til energibruk og vedlikehold.

For diskusjon av dødelighet og tapt tilvekst vises det til omtalen under termisk avlusing og til den generelle diskusjonen lenger ute i rapporten.

Vi har antatt at det benyttes en rigg med tre avlusningslinjer. Investeringene per linje har vi forutsatt er 5,5 millioner kr. I tillegg har vi antatt at det benyttes en lekter til 30 millioner kr som plattform for utstyret. Det er relativt liten variasjon i informantenes anslag på disse. Kostnaden knyttet til dette er avhengig av levetid, behandlingsskapitet per år og kapitalbindingskostnad. Den økonomiske levetiden er svært vanskelig å estimere i slike tilfeller der den tekniske utviklingen er rask. Vi har forutsatt 4 år i vår modell. Informantenes anslag varierer mellom 2 år og 3–5 år. For lekteren antar vi 15 års levetid. Kapitalkostnadene vil være lineært avhengig av levetiden og investeringskostnadene. Alternativkostnaden for kapitalen som bindes i riggen har vi anslått til 7 prosent årlig.

Fordelingsgrunnlaget for kapitalkostnadene vil være den årlige behandlingsskapiteten. Denne blir dermed svært sentral for enhetskostnadsestimatet. Her er det også betydelig usikkerhet, da aktørene har begrenset erfaring med utstyret, samt at kapasiteten påvirkes av en rekke momenter som eksempelvis fiskestørrelse, vær, antall merder som skal behandles per lokalitet og etterspørselen. De fleste respondentene hadde erfaring med kapasiteten under behandling og ikke gode estimater på totalkapasiteten per år. Aktørene hadde generelt god oversikt over kapasiteten mens behandlingen pågikk, men det er en viss forskjell i hvordan de svarte. To trakk frem at man avluset 1 merd per døgn med fire linjer og 10–12 timers drift. En annen svarte om lag 1.000 tonn/døgn som gjennomsnittlig kapasitet under behandling med tre linjer.

To av aktørene hadde informasjon vi kunne benytte for å estimere årskapasitet til slike systemer. Vi anslår årskapasiteten til 150.000 tonn for et firelinjers system med døgn drift. Dette er med andre ord tilsvarende to termiske linjer. Disse forutsetningene innebærer årlige avskrivninger på 0,04 kr/kg behandlet og kapitalbindingskostnad på 0,01 kr/kg. Vi påpeker at det er betydelig usikkerhet knyttet til disse estimatene.

Det vil påløpe kostnader til vedlikehold. De aller fleste aktørene har ikke grunnlag til å uttale seg om disse, men en trekker frem at man vil i alle fall ha behov for årlig slippsetting til om lag 1,5 millioner kr.

Det er et relativt betydelig antall personer involvert i avlusningen, og det er en viss variasjon i tilbakemeldingene fra informantene. Vi har lagt til grunn samme arbeidsbehov som for termisk avlusning med 24 årsverk til en kostnad på 750.000 kr. I gjennomsnitt tilsvarer dette en kostnad på 0,12 kr per behandlet kg.

Drift av fartøyene og riggen krever drivstoff. En av aktørene hadde direkte anslag på drivstofforbruk, mens andre anslo effektforbruket under behandling, noe som vil utgjøre en vesentlig del av forbruket. Respondentene trakk frem 1 og 1,67 kWh/tonn. Med en anslått kostnad på 2,5 kr/kWh tilsvarer dette mindre enn 0,01 kr/behandlet kg. En anslo drivstofforbruket som gjennomsnitt over lengre tid til om

lag 1,5 l/tonn avluset, noe som tilsvarer 0,01 kr/kg avluset. En annen anslo at anlegget ville bruke 20–30 kbm diesel per måned. Om vi anslår 8 måneders drift og 150.000 tonn avluset fisk tilsvarer dette 1,1–1,6 l/tonn avluset fisk. Vi legger 1,5 l/tonn og 8 kr/l til grunn for kostnadsestimatet, noe som tilsvarer 0,01 kr/kg avluset. I tillegg kommer servicebåtenes forbruk under behandling og flytting mellom merder og mellom anlegg. Disse har vi dessverre ikke gode estimater for. En av aktørene trakk frem et anslag på drivstofforbruk for servicefartøy på 10–15 kbm/mnd per fartøy. Dette tilsvarer også om lag 0,01 kr/kg avluset.

Kostnadsestimatene basert på disse forutsetningene er oppsummert i Tabell 7. Enhetskostnaden her er per kg behandlet fisk.

Tabell 7 Modellerte enhetskostnader spyling/undertrykk behandling, kr/kg behandlet fisk for en full lokalitetsbehandling av 4.000 tonn relativt stor fisk

	Modellert enhetskostnad	Forutsetninger
Avskrivninger	0,03	4 stk, 5,5 mill kr/stk, 4 år
Alternativkostnad kapital	0,01	5 %
Servicefartøy	0,04	2 stk, 15.000 kr/døgn
Arbeidskraft	0,13	24 årsverk for 150.000 tonn
Drivstoff avlusning	0,01	1,5 l/tonn, 8 kr/l
Vedlikehold	Ikke estimert	
Dødelighet	0,15	0,25 % dødelighet, 29 kr/kg
Annet	Ikke estimert	
Sum estimerte poster	0,38	

### Ferskvann i brønnbåt

Flere anlegg har avluset fisk ved å holde den en lengre periode i ferskvann om bord i brønnbåt. Dette krever at man har tilgjengelig brønnbåtkapasitet og ferskvann. De direkte kostnadene med denne metoden knytter seg primært til bruk av brønnbåt, ferskvann, servicefartøy og arbeidskraft. I tillegg kommer det indirekte kostnader i form av dødelighet og tilveksttap.

Vi har informasjon om ressursbruken fra bare to respondenter, slik at det også her er usikkerhet knyttet til kalkylen. Aktørene vi intervjuet benyttet innleie av brønnbåt, ikke eget eierskap. Den ene hadde brønnbåten i en årlig leieavtale, slik at det var vanskelig å anslå kostnaden med tidsbruken. Båten ble bare benyttet til slik behandling ved ledig kapasitet. Den andre oppga en timepris på 15.000 kr. Enhetskostnaden bestemmes i tillegg av kapasiteten – informanten oppga at normal behandling var 10–20 tonn/time som gjennomsnitt for en lokalitetsbehandling. Neste sesong forventet aktøren mer moderne fartøy med kapasitet 20–30 tonn/time. Dersom vi legger 20 tonn/time til grunn blir leiekostnaden 0,75 kr/behandlet kg. Tidsbruken for en lokalitetsbehandling av 4.000 tonn blir om lag 8 døgn.

Aktøren hadde også erfaring med både termisk avlusning og undertrykk. Også her ble det benyttet to servicefartøy og noenlunde tilsvarende arbeidsbehov korrigert for arbeidet på plattformen. Her ble det trukket frem et behov for 10–12 mann i to skift. Vi legger til grunn 10 personer som arbeider 12 timer til en gjennomsnittlig timepris på 325 kr. Enhetskostnaden til servicefartøyene, prissatt til 15.000 kr/døgn, blir 0,06 kr/kg behandlet og arbeidskostnaden 0,08 kr/kg behandlet.

Den andre aktøren vi intervjuet opplyste om investeringer i ferskvannsreservoar på 1,5–2 millioner kroner. Den direkte kostnaden til vannforbruket ble anslått til 14–15 kr/kbm. Dersom vi antar en levetid på 10 år og at anlegget benyttes til 10 lokalitetsbehandlinger og alternativkostnad for kapital på 5 prosent gir dette reservoarkostnad på 0,01 kr/behandlet kg. Dersom vi antar man behandler 70 kg/kbm ferskvann tilsvarer dette en ferskvannskostnad på 0,21 kr/behandlet kg.

Bare en informant hadde opplysninger om tilleggsdødelighet fra behandlingen. Denne varierte noe, men aktøren anslo denne til å være 0,5 prosent i gjennomsnitt. Med lite datamateriale og betydelig usikkerhet velger vi her også å illustrere kostnaden ut fra en forutsetning om 0,5 prosent akkumulert dødelighet. Med en produksjonskostnad på 29 kr/kg tilsvarer dette 0,25 kr/behandlet kg. Det er en lineær sammenheng mellom dødelighet og kostnad.

Kalkylen og de viktigste forutsetningene er oppsummert i Tabell 8. Enhetskostnaden er her per kg behandlet fisk. De viktigste kostnadspostene er leie av brønnbåten, bruk av ferskvannet og dødelighet. For diskusjon av kostnadene knyttet til tapt tilvekst vises det til omtalen i seksjonen om varmtvannsbehandling, i kapittel 3.5.3.

Tabell 8 Modellerte enhetskostnader ferskvannsbehandling i brønnbåt, kr/kg behandlet fisk for en full lokalitetsbehandling av 4.000 tonn relativt stor fisk.

	Modellert enhetskostnad	Forutsetninger
Leie brønnbåt	0,75	15.000 kr/t, 20 tonn/time
Forbruk ferskvann	0,21	70 kg/kbm, 15 kr/kbm
Kapitalkostnader ferskvannsreservoar	0,01	1,5 mill, 10 år levetid, 10 behandlinger
Servicefartøy	0,06	2 stk, 15.000 kr/døgn, 8 døgn
Arbeidskraft	0,08	10 pers, 12 timers skift, 325 kr/t
Dødelighet	0,15	0,5 %, 29 kr/kg
Annet	Ikke estimert	
Sum estimerte poster	1,26	

## 3.6 Medikamentell lusebehandling

Det finnes to hovedtyper medikamentell lusebehandling. Behandling gjennom bad og behandling gjennom fôr. Vi vil i det følgende beskrive begge tilnærminger.

### 3.6.1 Badbehandlinger

Badbehandlinger er veldig ressurskrevende, og de blir dermed veldig kostbare. Vi har intervjuet både større og mindre oppdrettere om deres praksis ved badbehandlinger, og vi har intervjuet serviceselskaper som tilbyr avlusing. Gjennom serviceselskapene har vi fått antydning priser for avlusing som tjeneste, og fra både oppdretter og serviceselskaper har vi fått anslag på medgått ressursbruk til avlusing.

Til badbehandling av merd bruker man gjerne 3 servicebåter i tillegg til en lekter, ferje eller større servicebåt man trenger for å håndtere utstyret. For å avluse en stor lokalitet bruker man gjerne 3–4 dager, med egne og innleide ansatte er man gjerne 10–12 personer, som arbeider 10–12 timers dager. Bare timekostnaden blir fort 2–3 hundre tusen kroner, kostnadene til midler kan være rundt millionen, og regner man tapt tilvekst og dødelighet snakker vi fort om en kostnad på 3–4 millioner kroner for å

avluse en stor lokalitet. Antallet slike behandlinger har imidlertid blitt kraftig redusert fra 2015 til 2016, og med det også kostnadene.

### 3.6.2 Kostnader per behandlet kilo

Kostnader til badbehandling varierer en god del, både på grunn av kostnader ved midlene som brukes og arbeidsinnsatsen som kreves. Vi har lagt til grunn at man ved å leie inn kapasitet til avlusing leier inn en litt større og to "normalt store" servicefartøy, og at lokaliteten dermed stiller med ett eget fartøy.

Servicefartøy kan leies med for døgnrater som varierer etter størrelse, bemanning og utstyr. Før store servicefartøy kan døgnratene være på 120.000–130.000 kroner, inklusive 7 personer. For litt mindre servicebåter har vi regnet 50.000 kroner i snitt. For å kunne skille effekten av fartøy og arbeidskraft, og sammenligne innleide tjenester og bruk av egne ansatte, har vi i oversikten skilt ut arbeidskostnaden fra døgnleien. Vi har antatt at ved hele lokalitetsbehandlinger greier man å behandle 3 merder per døgn. Da har vi estimert en kostnad for operasjoner (arbeidskraft og servicefartøy) ved behandling av en stor lokalitet på 700.000 kroner for tradisjonelle badmidler og 930.000 kroner for behandling med Hydrogenperoksid. I tillegg kommer kostnadene til midler og kostnader ved dødelighet.

Vi har også estimert kostnadene for badbehandlinger når man står for behandlingene selv. Vi antar at det ikke investeres noe ekstra, slik at vi ser bort fra kapitalkostnader.

Tabell 9 Modellerte enhetskostnader for badbehandling med "tradisjonelle" badmidler, kr/kg behandlet fisk for en full lokalitetsbehandling av 4.000 tonn relativt stor fisk.

	Modellert enhetskostnad	Forutsetninger
Servicefartøy	0,09	3 stk, 15.000 kr/døgn/1 stk 50.000/døgn
Arbeidskraft	0,1	
Badmidler	0,12	32 kg middel a 15.000 kr/kg
Dødelighet	0,15	0,5 % dødelighet, 29 kr/kg
Annet		
Sum estimerte poster	0,46	

Tabell 10 Modellerte enhetskostnader for badbehandling med hydrogenperoksid, kr/kg behandlet fisk for en full lokalitetsbehandling av 4.000 tonn relativt stor fisk.

	Modellert enhetskostnad	Forutsetninger
Servicefartøy	0,11	3 stk, 15.000 kr/døgn/1 stk 50.000/døgn
Arbeidskraft	0,11	
Badmidler	0,20	25 tonn hydrogenperoksid/merd
Dødelighet	0,30	1 % dødelighet, 29 kr/kg
Annet		
Sum estimerte poster	0,72	

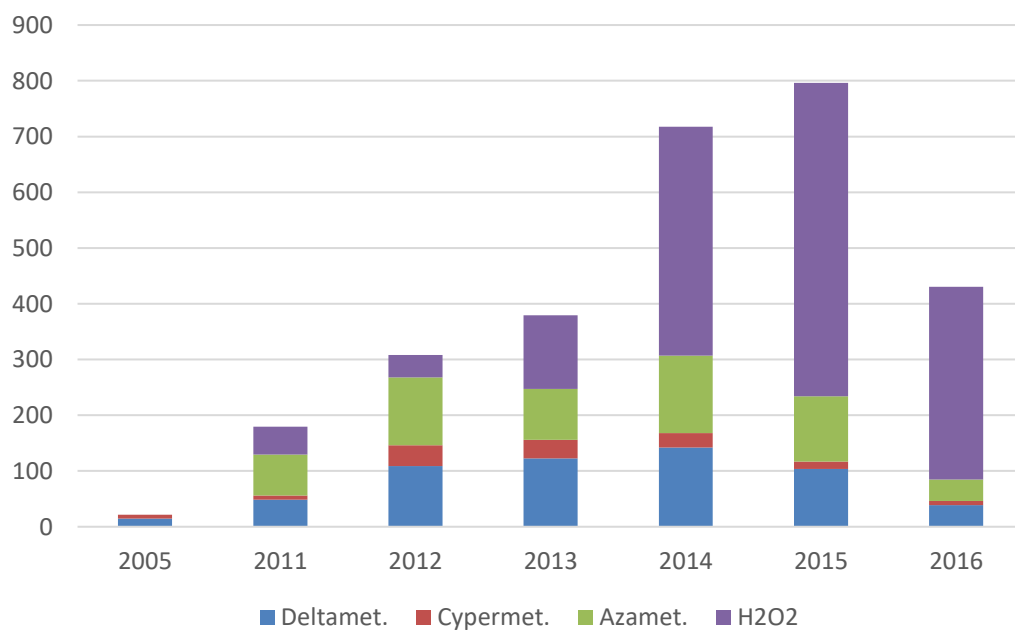
### 3.6.3 Totale kostnader til badbehandling

Kostnadene til badbehandling er vanskelige å beregne nøyaktig, men ved bruk av tilgjengelig statistikk og priser mener vi å ha kommet fram til et brukbart estimat. Vi har brukt Folkehelseinstituttets statistikk for medikamentbruk, og vi har tatt utgangspunkt i følgende priser på de mest vanlige medikamentene:

- Alfamax (deltamethrin) 9000 kr/l
- Betamax (cypermethrin) 8000 kr/l
- Salmosan (azametiphos) 15000 kr/kg
- H2O2 6,5 kr/l

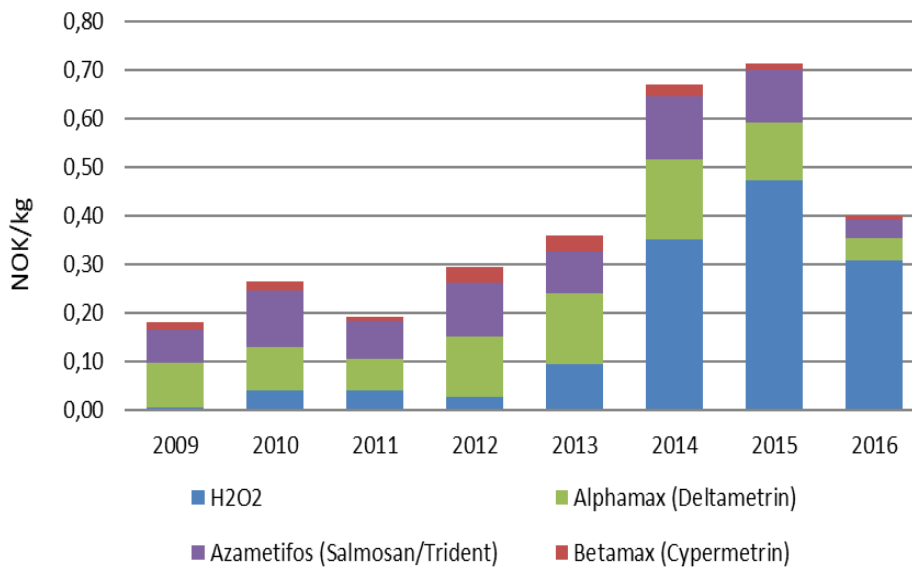
I Figur 24 vises kostnadene til kjøp av avlusingsmidler. Bruken av avlusingsmidler steg voldsomt i 2014 og 2015. Vi så spesielt en stor økning i bruken av hydrogenperoksid, men også en viss økning i andre avlusingsmidler. Hydrogenperoksid er et av de tidlige midlene man brukte mot lus, men som man i stor grad hadde gått bort fra. Det ble hentet fram igjen når andre lusemidler fikk store resistensutfordringer.

Bruken av lusemidler gikk betydelig ned i 2016, til omkring 430 millioner.



Figur 24 Kostnader til kjøp av lusebehandlingsmidler (Kilde: Folkehelseinstituttet/Nofima)

I Figur 25 vises kostnadene til lusemidler fordelt på antall kilo produsert.

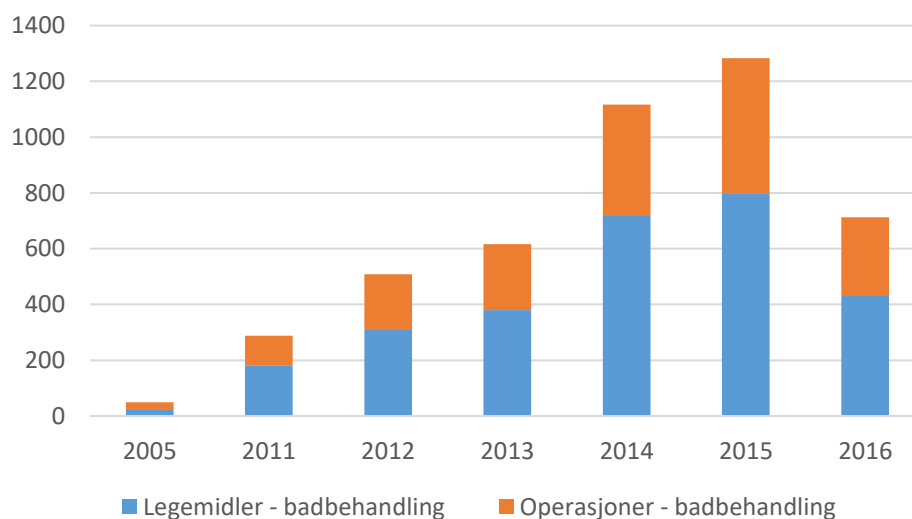


Kilde: Kontali Analyse AS

Figur 25 Kostnader til medikamenter for lusebehandling, fordelt på totalt antall kilo produsert (Kilde: Folkehelseinstituttet/Kontali Analyse AS)

For å beregne de totale kostnadene til behandling har vi også tatt hensyn til omfanget av arbeidsoperasjonene som kreves for å gjennomføre avlusingene.

Vi har tatt utgangspunkt i rapporterte tall for behandlinger av hele lokaliteter og delvise lokalitetsbehandlinger. Kombinert med kunnskap om medgåtte medikamenter har vi estimert et antall operasjoner som vi har regnet kostnader på. De estimerte kostnadene er vist i Figur 26.



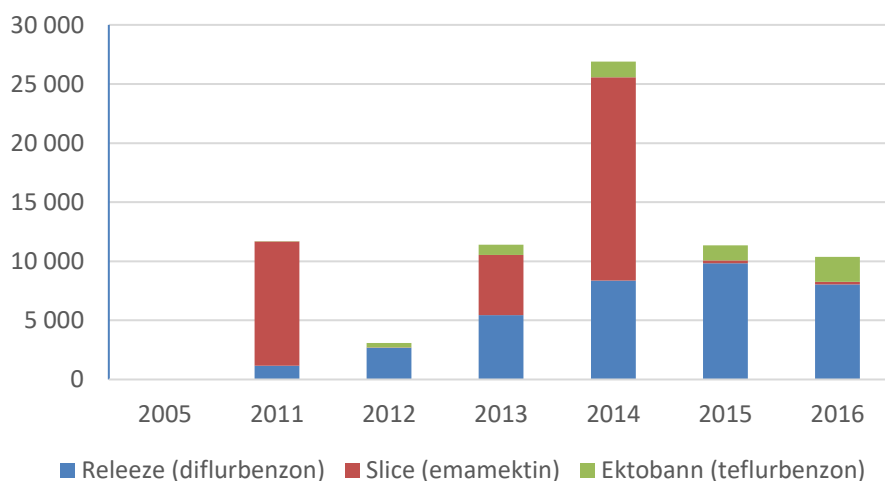
Figur 26 Totale direkte kostnader knyttet til badbehandling

I tillegg til de direkte kostnadene kommer kostnader til sulting og dødelighet.

### 3.6.4 Fôrbehandlinger

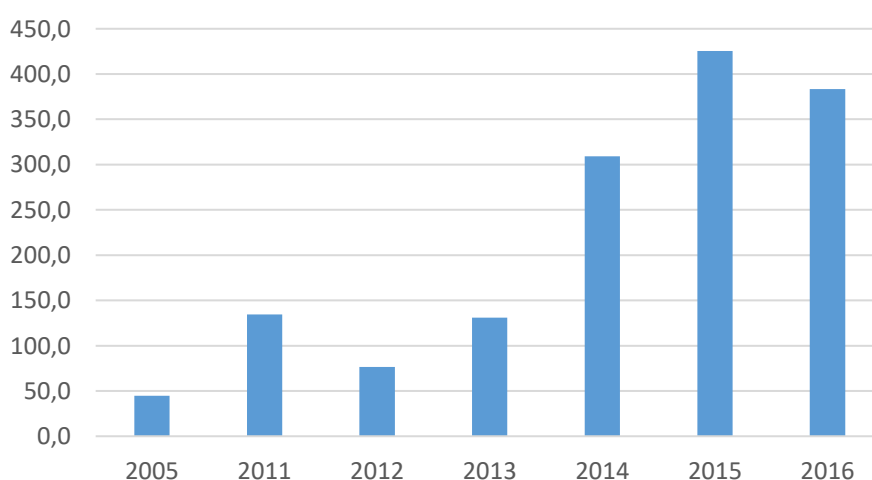
Bruken av behandlinger med lusefôr er beregnet på basis av statistikk for medgått mengde virkestoffer. Vi har tatt utgangspunkt i at det for Releeze brukes 0,6 gram per kilo, for Slice brukes 10 mg per kilo at det for Ektobann brukes 2 g per kilo.

Bruken av fôrbehandlinger har økt betydelig de siste årene, se Figur 26. Bruken økte mye fra 2013 til 2015, før vi så en liten reduksjon i 2016. Det er spesielt bruken av Slice som har blitt stor. I det siste har vi imidlertid sett en nedgang i bruken av Slice, mens Ektobann øker.



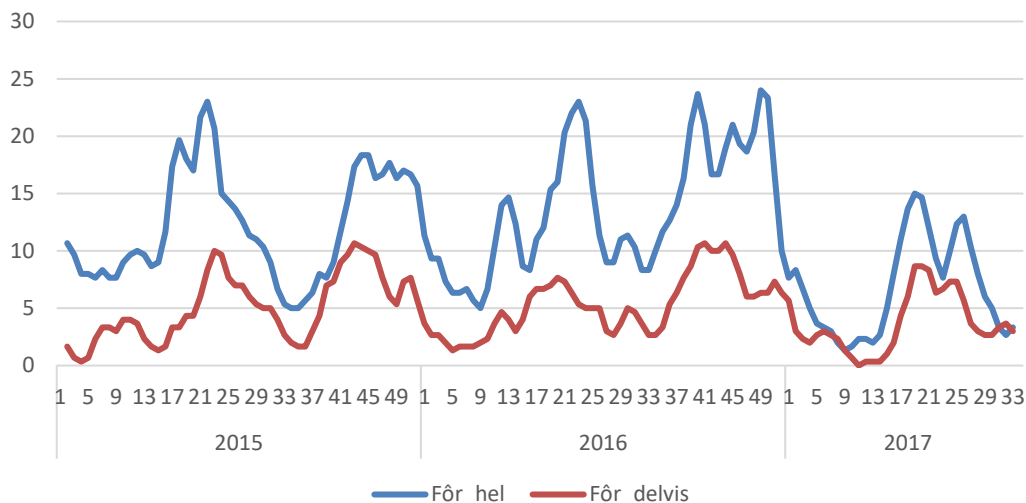
Figur 27 Bruken av fôr med behandlingsmidler mot lus (Kilde: Folkehelseinstituttet/SSB)

Kostnadene knyttet til bruken av lusefôr er vanskelig å beregne direkte, da prisene både på standardfôr og lusefôr er gjenstand for forhandlinger, og kan variere noe fra selskap til selskap. Vi har lagt til grunn en prisdifferanse mellom standardfôr og lusefôr på 11,50 kroner per kilo. Kostnadene til fôrbehandlinger fremkommer altså som *ekstra* fôrkostnader.



Figur 28 Ekstra fôrkostnader knyttet til fôr med behandlingsmidler mot lus (Millioner kroner)

Om vi ser nærmere på utviklingen de siste årene, kan det se ut til at bruken av lusefôr vil gå ytterligere ned, det er gjennomført betydelig færre behandlinger så langt i 2017 enn i 2016, se Figur 29.

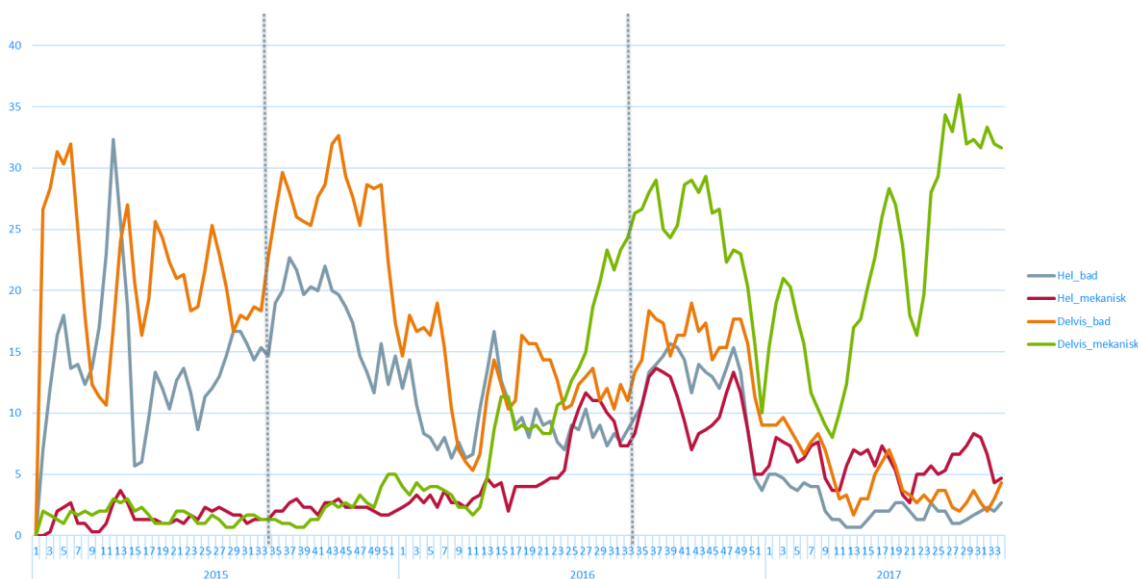


Figur 29 Antall fôrbehandlinger mot lus, behandling av hele lokaliteter, samt deler av en lokalitet (Kilde: Barentswatch)

### 3.7 Samlede direktekostnader ved behandling

I dette avsnittet redegjør vi for direkte kostnader knyttet til behandling, før vi i avsnitt 3.8 også tar hensyn til indirekte kostnader, kostnader knyttet til dødelighet og sulting.

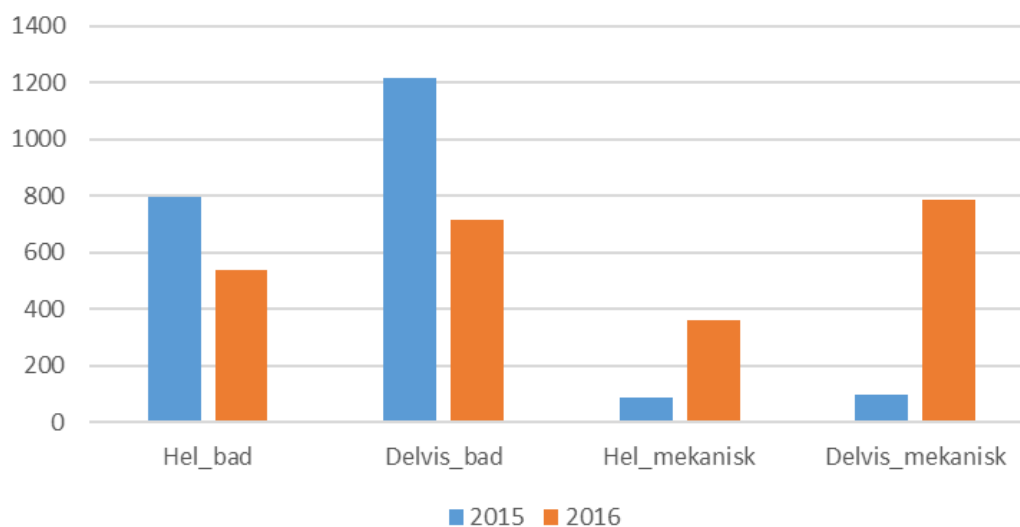
De samlede kostnadene for behandlinger har over tid økt mye, men nå ser vi en utflating, og muligens en nedgang. Kostnadene er nært knyttet til omfanget av behandlinger. I Figur 30 viser vi antallet badbehandlinger og mekaniske behandlinger siste tre år. Vi ser en tydelig nedgang i badbehandlinger, både hele lokaliteter og delvise behandlinger. Mekanisk avlusing øker, men det er først og fremst delvise lokalitetsbehandlinger som øker.



Figur 30 Antall behandlinger mot lus. Tabellen viser både antall hele lokaliteter som er behandlet, og lokaliteter hvor enkeltmerder har vært behandlet (Kilde: Barentswatch)



Vi kan altså peke på tre viktige trender når det gjelder behandlinger: Færre badbehandlinger i merd, flere mekaniske behandlinger og en dreining mot å behandle enkeltmerder framfor hele lokaliteter.



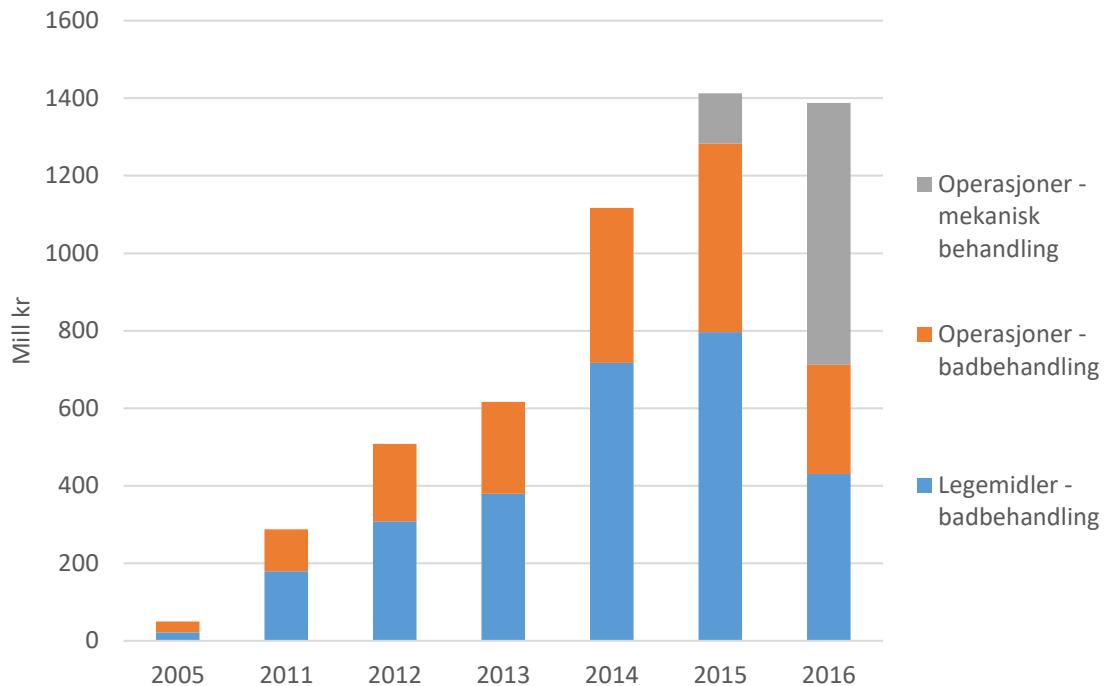
Figur 31 Antall behandlinger mot lus i 2015 og 2016, badbehandlinger til venstre, mekaniske til høyre (Kilde: [www.lusedata.no](http://www.lusedata.no))

Dreiningen mot mekaniske behandlinger og flere delvise lokalitetsbehandlinger gjør at det er litt vanskelig å sammenligne det totale omfanget av behandlinger. Vi har gjort en lite regneøvelse for å sammenligne hele og delvise behandlinger. Basert på spørsmål til en del av våre informanter om hvor mange merder som i gjennomsnitt behandles når det er snakk om delvise behandlinger, har vi antatt at en gjennomsnitt delvis behandling innebærer behandling av to merder. Hvis vi samtidig antar at en hel lokalitet i snitt har 6 merder<sup>1</sup>, kan vi regne om antallet behandlinger i figur 31 til et totalt antall merder behandlet. Da kommer vi til at det ble behandlet om lag 8.000 merder i 2015 og 8.500 merder i 2016. Behandlingsomfanget ser dermed ut til å ha økt en smule. Vi gjør imidlertid oppmerksom på at disse tallene er følsomme for endringer i antagelsene både om antall merder som i snitt behandles ved behandlinger av hele lokaliteter, og ikke minst antall merder i snitt per delvis behandling. Med 8500 behandlinger i 2016, fordelt på i snitt 561 lokaliteter, betyr dette at det i snitt ble behandlet 15 merder per lokalitet per år.

### Kostnader ved behandling

Kostnadene ved behandling har vært den viktigste driveren for lusekostnader de siste årene, med kraftig økning fram til 2015. I 2016 så vi imidlertid en viss nedgang i behandlingkostnadene.

<sup>1</sup> Ifølge Fiskeridirektoratets oversikt over «Innrapporterte antall merder og lokaliteter i bruk» var antallet merder per lokalitet 6,32 i 2016.



Figur 32 Kostnader ved behandling

Nedgangen skyldes nedgangen i badbehandlinger, hvor både kostnadene til legemidler og kostnadene knyttet til operasjoner har blitt redusert. Mekaniske behandlinger krever generelt store investeringer, men litt færre folk i arbeid sammen med badbehandlinger, og altså ingen medikamentbruk. Kostnadene til mekanisk avlusning stiger markert, men denne økningen er likevel mindre enn kostnadsreduksjonen knyttet til badbehandlinger.

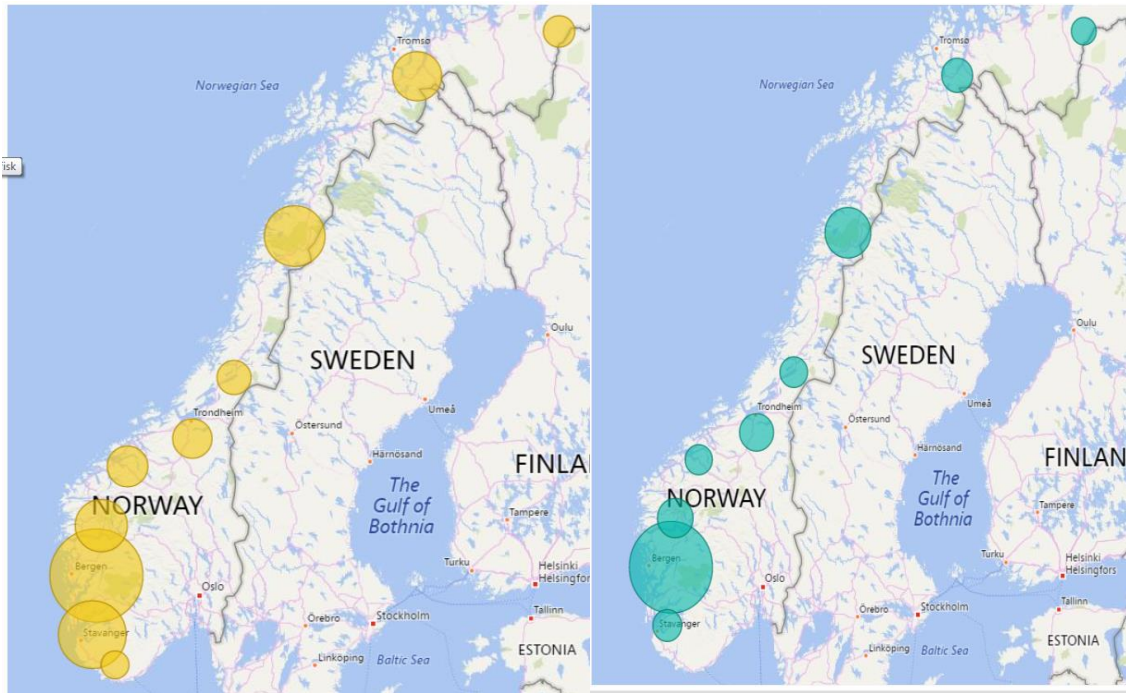
Direktekostnadene knyttet til behandlinger var litt over 1,4 milliarder i 2015, og litt under 1,4 milliarder i 2016. Om vi også tar hensyn til kostnadene ved dødelighet og sulting i forbindelse med behandlinger (som vi gjør nærmere rede for i avsnitt 3.8), ser vi at de totale kostnadene knyttet til behandlinger var nær 2,7 milliarder i 2015, og rundt 2,6 milliarder i 2016.

De samlede behandlingstkostnadene kan se ut til å gå ned i 2017 også, men det er selvsagt avhengig av utviklingen utover høsten, som er "toppsesong" for behandlinger.

### 3.7.1 Geografiske forskjeller

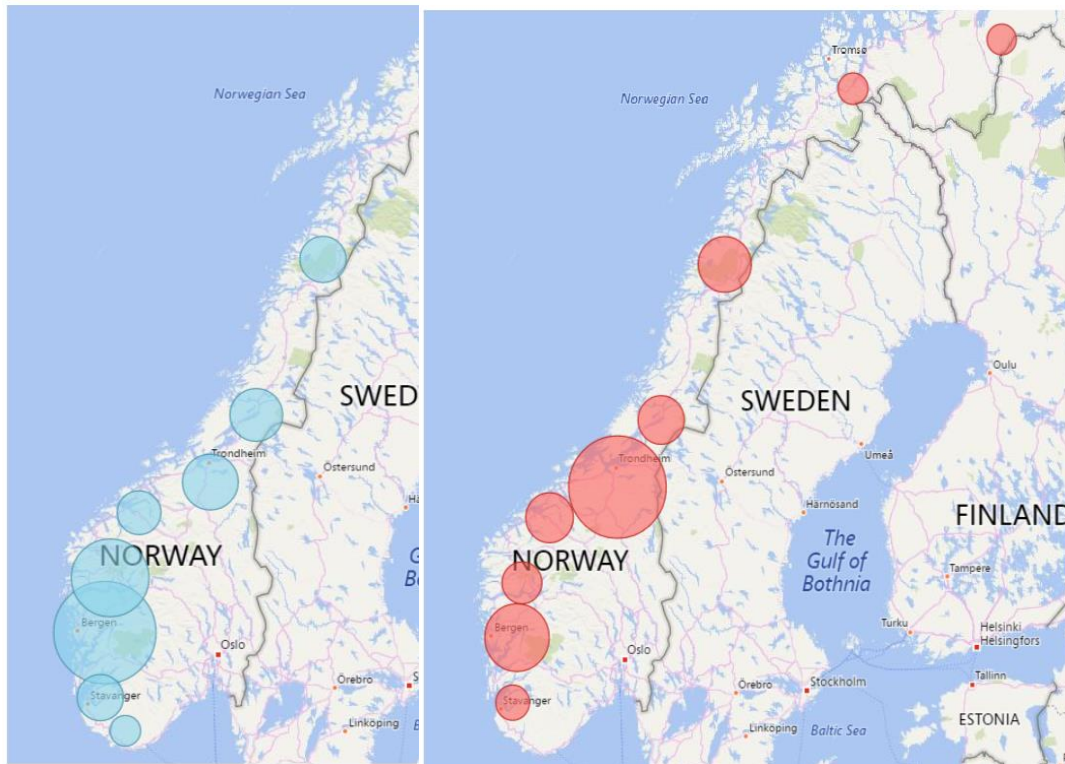
Tyngdepunktet av behandlinger er i stor grad gitt av lusepresset, men det er likevel mulig å se noen geografiske skillelinjer i valg av behandlingsmetode.

I Figur 33 ser vi at badbehandlinger har et stort tyngdepunkt på Vestlandet, og at mønsteret for delvise lokalitetsbehandlinger i store trekk følger samme mønster som behandlinger av hele lokaliteter.



Figur 33 Oversikt over badbehandlinger, behandlinger av hele lokaliteter til venstre, delvise lokalitetsbehandlinger til høyre (Kilde: Barentswatch)

For mekaniske behandlinger, vist i Figur 34, ser vi at hele behandlinger har et tyngdepunkt på Vestlandet, mens delvise behandlinger dominerer i Sør-Trøndelag.



Figur 34 Oversikt over mekaniske behandlinger, behandlinger av hele lokaliteter til venstre, delvise lokalitetsbehandlinger til høyre (Kilde: Barentswatch)

### 3.8 Tapt tilvekst

Kostnadene ved tapt tilvekst blir av mange trukket fram som voldsomt store. Tapt tilvekst kan medføre et økonomisk tap, men da først og fremst i form av tapt inntekt. Vi vil her gjøre rede for hvordan vi behandler tapt tilvekst, og hvor mye av den tapte tilveksten vi regner inn i kostnadene.

Konsekvensene av og tapt tilvekst avhenger i noen grad av oppdretters driftstilpasninger. Om oppdretteren har anledning til å la fisken stå noen dager lenger i sjøen for å ta igjen den tapte veksten, kan man argumentere for at kostnadsøkningen bare tilsvarer den vi får ved sulting (som vi straks kommer tilbake til). I de fleste tilfeller vil man imidlertid ikke kunne ta igjen det tapte, for eksempel fordi slaktingen må tilpasses kapasitet hos brønnbåt eller slakteri, avtaler med videreforedlingsbedrifter eller andre kunder. Man kan også se det slik at om man hadde hatt mulighet ville man ha latt laksen stå lenger i sjøen, og dermed oppnådd høyere slaktevekt. Da blir tapt tilvekst uansett et økonomisk tap for den enkelte.

Og det er ett stort økonomisk tap for en oppdretter som må slakte ut på for eksempel 3,5 kilo istedenfor 5 kilo. La oss ta et eksempel: Med de priser vi har sett de siste årene snakker vi gjerne om dekningsbidrag på 20–30 kroner per kilo. For en lokalitet som slakter 1 million fisk snakker vi om et tapt dekningsbidrag på 37,5 millioner kroner, om vi antar et dekningsbidrag på 25 kroner per kilo.

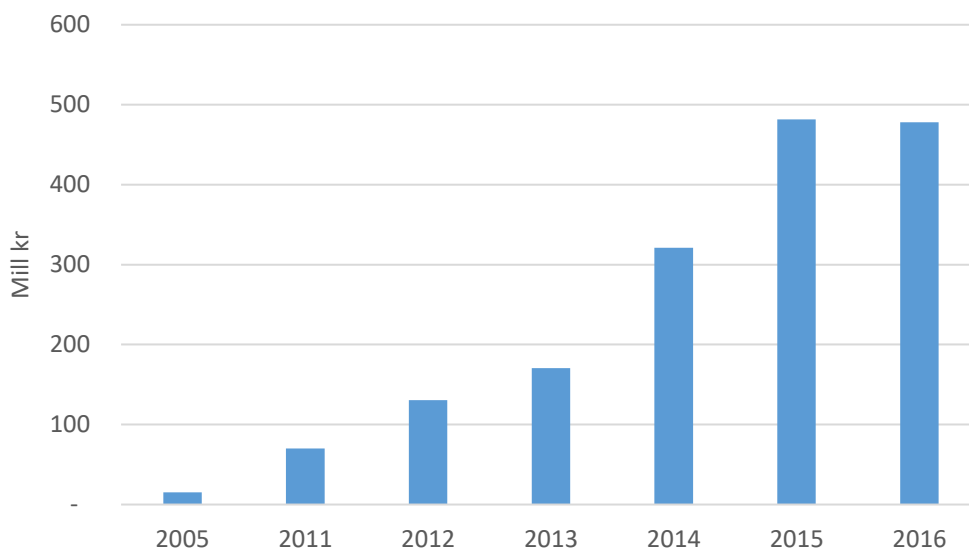
For næringen som helhet er imidlertid ikke slike beregninger like relevante. På aggregert nivå gir redusert produksjon høyere priser. Den tapte produksjonen de siste årene er en viktig del av forklaringen på de høye prisene vi har sett, og en eventuell ekstra produksjon på 100.000 eller 200.000 ekstra ville nok ha hatt en betydelig priseffekt, ikke bare på de siste 100.000 tonn, men på hele produksjonen. Prisøkningen vi har sett de siste årene veier i stor grad opp for inntektstapene man har sett. Vi velger derfor å holde tapt tilvekst utenfor disse beregningene.

Når vi beregner kostnader ser vi altså i utgangspunktet bort fra tapt inntekt, det er ikke en del av produksjonskostnadene. Men samtidig er det deler av denne tapte tilveksten som også påvirker kostnadsnivået. Vi har regnet på to typer kostnader nært knyttet til den tapte tilveksten, nemlig kostnader knyttet til dødelighet under behandling (som gir økt økonomisk førfaktor) og kostnaden ved sulting knyttet til behandlinger (som gir høyere biologisk førfaktor). Vi gjør i det følgende rede for hvordan vi har estimert disse kostnadene.

#### 3.8.1 Dødelighet under behandling

Behandling med håndtering medfører økt dødelighet. Den samlede dødeligheten har ikke økt, men økt dødelighet på stor fisk under behandling har ført til at biomassen som dør har blitt større, se avsnitt 2.2.2, og at kostnadene knyttet til dødelighet har økt betydelig.

Det er betydelig variasjon i dødelighet under behandling, men vi har antatt 0,5 prosent ved bruk av tradisjonelle badmidler, 1 prosent ved bruk av hydrogenperoksid og 0,5 prosent ved mekanisk avlusing. Vi har antatt at det gjennomsnittlig er behandlet 2.500 tonn, og en produksjonskostnad på 29 kroner. Kostnadsestimatene er vist i Figur 35.



Figur 35 Kostnader knyttet til dødelighet ved behandling

Luseproblematikken kan også redusere de realiserte salgsprisene gjennom kortsiktig økt tilbud som følge av forsert slakting, slakting av fisk med lavere gjennomsnittsvekt og økt andel nedklassifisert fisk. Samtidig vil det reduserte tilbudet fra næringen sett under ett medføre økte salgspriser. Disse effektene har vi ikke gjort anslag for.

### 3.8.2 Kostnader ved sulting

De fleste behandlingsmetoder krever sulting før behandling og gir appetitt-tap en viss periode etter behandling. Det er stor variasjon i oppdretternes praksis rundt sulting, og blant de vi intervjuet så vi dermed stor variasjon i anslagene på både sultetid og appetitt-tap. Sulting vil primært avhenge av sjøtemperatur, men er minimum 3–4 døgn, og inntil en uke på vinteren. Når det gjelder appetitt etter behandling hevdet en av informantene at de opplevde god appetitt raskt etter behandling, en annen god appetitt dagen etter behandling, tredje respondent anslo 50 prosent redusert utføring i en uke og fjerde anslo 4 dager tap. Det er med andre ord svært varierende erfaringer knyttet til dette.

Sulting gjør at fisken taper noe vekt, og at noe mer fôr behøves for å nå en gitt slaktevekt. Dette er én av de faktorene som bidrar til økt biologisk fôrfaktor, slik vi viste i avsnitt 2.2.1. Kostnaden vi beregner her er altså verdien av det fôret man kunne unngått å bruke, og fortsatt fått samme slaktevekt, om man ikke måtte sulte fisken.

Vekttapet ved sulting er beskrevet i flere artikler, blant annet i Einen *et al.* (1998). Vi har tatt utgangspunkt i sulting i 5 døgn, og brukt en formel basert på en regresjon fra Einen *et al.* (1998).

Tapet utregnes etter følgende formel:

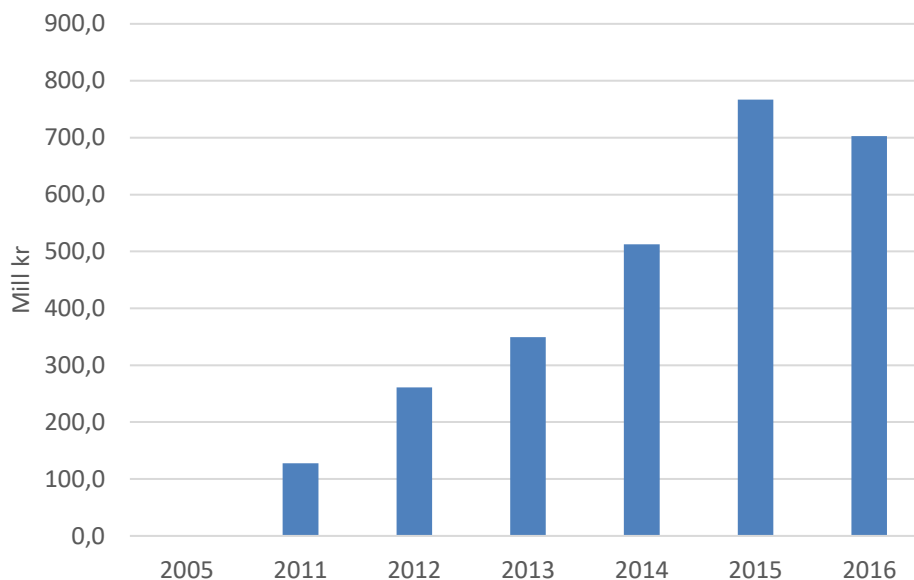
$$\text{Gram tapt per kilo vekt} = 3 * ((\text{antall sultedøgn}-2) * \text{sjøtemperatur})^{0,57}$$

Legg merke til at vekttapet regnes fra dag 3, da laksen vil ha tom tarm. Vi har brukt 10 grader som utgangspunkt for beregningene, ettersom mye av behandlingene foregår om høsten. Det betyr at ved fem dagers sulting ved 10 grader vil vekttapet være som følger:

Gram tapt per kilo vekt =  $3 * ((5-2) * 10)^{0,57} = 20,84$

Det betyr at en 4 kilos laks vil tape vel 83 gram ved fem dagers sulting, eller omkring 2,1 prosent av kroppsvekten.

I Figur 36 viser vi beregnet kostnad knyttet til økt fôrforbruk på grunn av sulting.



Figur 36 Økt fôrforbruk på grunn av sulting ved behandling

Kostnaden følger naturlig nok omfanget av behandlinger, og nådde en topp på 767 millioner i 2015, før vi så en viss reduksjon i 2016.

### 3.9 Effekter på andre kostnadsposter

Før vi beregner samlede lusekostnader kan det være på sin plass å si litt om hva vi ikke har regnet inn som lusekostnader. Lusesituasjonen har gjort at mange oppdrettere har tilpasset mye av sin drift for å minimere luseplagene. Dette betyr at alle kostnadspostene er påvirket av det vi kan kalle indirekte lusekostnader. Det kan imidlertid være vanskelig å isolere effekten av lus for kostnadsøkningen, og vi har dermed latt være å ta det med i beregningen av lusekostnader, selv om vi ser at det har en effekt.

**Smoltkostnadene** har steget med 56 prosent fra 2012 til 2016, fra 2,28 til 3,56 kroner per kilo slaktet vekt. Det er flere viktige forklaringer på dette, men lus har åpenbart spilt en rolle. Smoltstørrelsen har økt, slik at laksen behøver kortere tid i sjø. Dette kan være en del av en lusestrategi, gjennom å redusere eksponeringen mot lus, men det kan samtidig også gi bedre utnyttelse av MTBen, og dermed mulighet for større produksjon. Slaktevektene har for øvrig også sunket, slik at det produseres færre kilo å fordele smoltkostnaden på.

**Lønn.** Vi vet at arbeidsbehovet knyttet til forebygging og behandling av lus har bidratt til økte lønnskostnader, uten at det er enkelt å dokumentere hvor mye. Lusesituasjonen krever overvåking, oppfølging og administrasjon, og det brukes mye tid til leting og evaluering av løsninger, og mye tid på all den testing og utvikling som foregår. Noe av det vil være avspeilet i lønnskostnadene, andre ting i

Andre driftskostnader som innleide tjenester. Vi har regnet inn lønnskostnader per kilo i våre anslag for ulike metoder, men dette er ikke nok til å redegjøre for hele økningen i lønnskostnader. Det er også andre faktorer som bidrar til endringer i lønnskostnadene, i ulike retninger: økt automatisering i næringen burde bidra til lavere lønnskostnader, mens lavere produksjon bidrar til at kostnaden per kilo øker.

**Finanskostnadene** i næringen har også økt de siste årene. Ulike tiltak mot lus er en plausibel forklaring, men økningen skyldes nok også en generell økning i teknisk standard både på utstyr og arbeidsbåter. Vi skal heller ikke se bort fra at gode tider har gjort at oppdretterne har investert mer enn de ville ha gjort med mer normale fortjenestemarginer.

### 3.10 Samlede lusekostnader

I dette avsnittet vil vi gjøre rede for beregningene vi har gjort av lusekostnader per kilo produsert og samlet for næringene.

Figur 37 viser lusekostnader per kilo produsert. Kostnadene har økt fra vel 1 krone per kilo i 2011 til 4,25 kroner per kilo i 2016. De viktigste endringene fra 2015 til 2016 har vært reduserte kostnader til legemidler for badbehandling, men økte kostnader til mekanisk behandling, rensefisk og dødelighet.

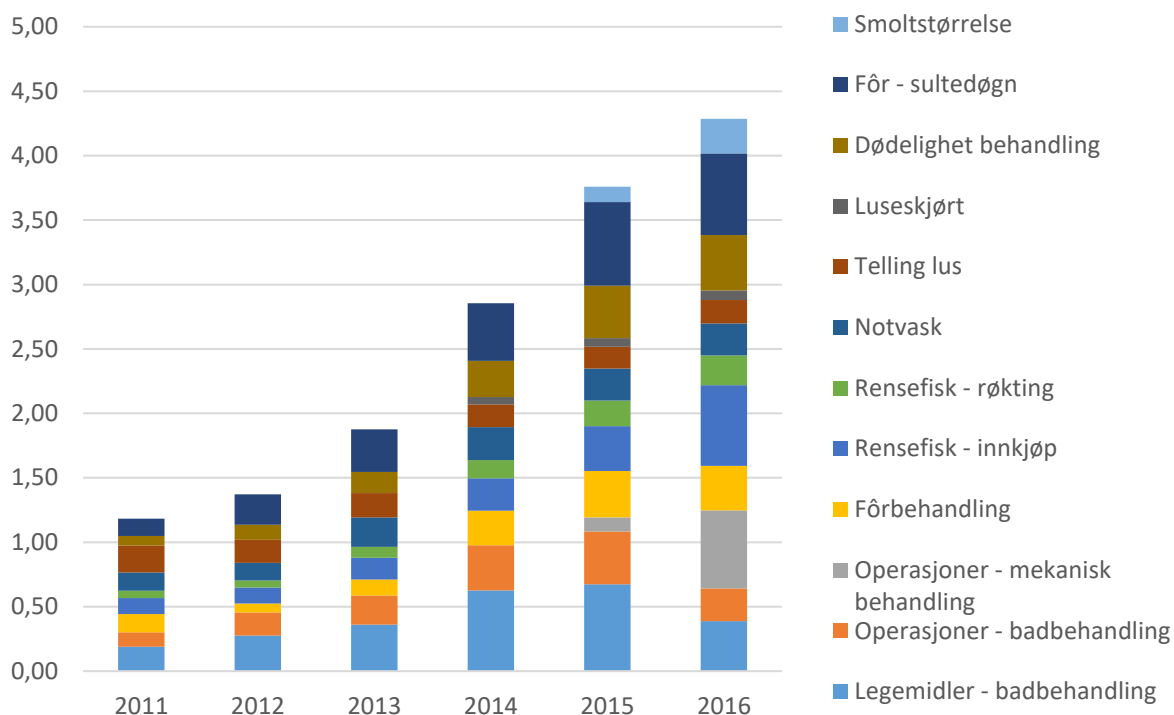
I dette regnestykket har vi regnet overgang til større (og dermed dyrere) smolt som en del av en lusestrategi, og estimert en ekstrakostnad per kilo produsert.

Gjennom posten *Fôr-sultedøgn* har vi beregnet kostnaden ved sulting knyttet til behandling, denne viser seg som økning i biologisk fôrfaktor.

Kostnaden vi beregner er med andre ord verdien av det fôret man kunne unngått å bruke (og fortsatt fått samme slaktevekt) om man ikke måtte sulte fisken.

Av dødelighet har vi her kun regnet den som kommer i forbindelse med behandlingene. Alt av håndtering og behandling svekker fisken, og kan således bidra til høyere dødelighet utenom behandlingstidspunktene, men det er komplisert å estimere og dermed utelatt her.

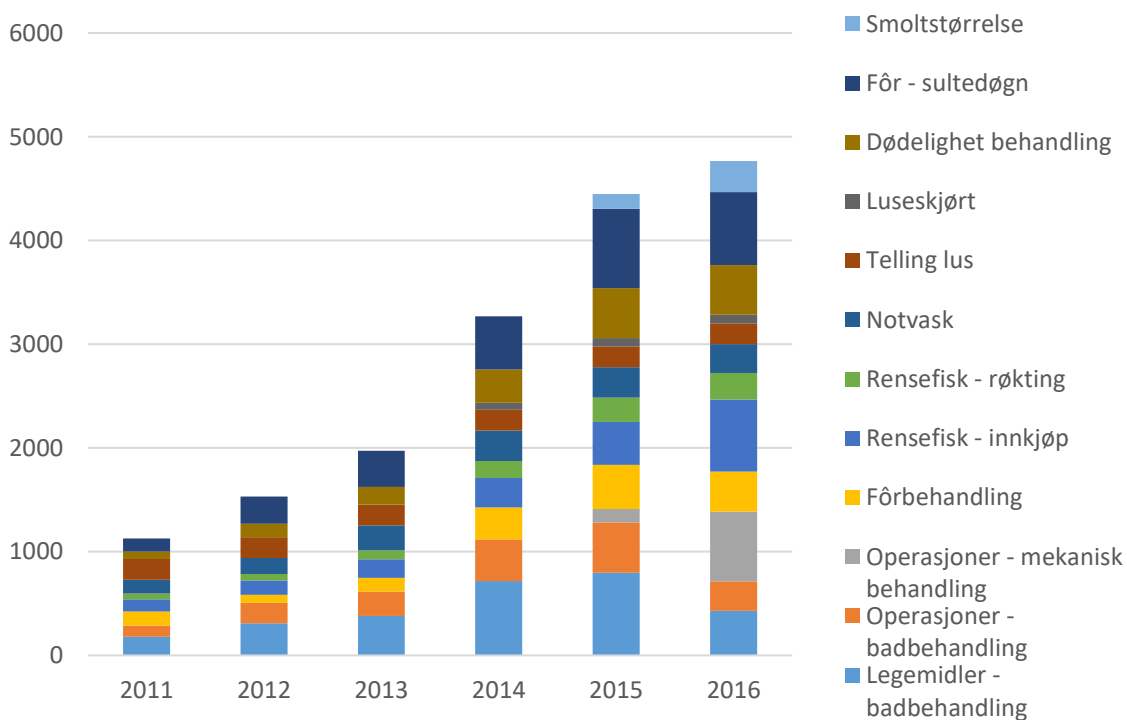
Ferskvannsbehandling blir i statistikken fra Barentswatch rapportert som andre behandlinger, men det viser seg at det gjør også mange behandlinger med hydrogenperoksid. Vi har sett bort fra ferskvannsbehandlinger i kostnadsestimatene i det følgende, ettersom vi ikke klarer å skille ut hvor mange ferskvannsbehandlinger som foretas. Dette er kostnadskrevenne behandlinger, slik at vi med å se bort fra dem underestimerer de totale kostnadene noe.



Figur 37 Kostnader til kontroll, forebygging og behandling av lus (Kroner per kilo produsert, slaktet vekt)

Det er selvfølgelig noe usikkerhet knyttet til slike anslag, men vi ser anslagene som rimelig nøkterne.

I Figur 38 viser vi de samlede kostnadene for næringen.



Figur 38 Kostnader til kontroll, forebygging og behandling av lus. Totale direkte kostnader for norsk lakseoppdrett.



For næringen som helhet snakker vi da om kostnader nøkternt anslått til nær 5 milliarder kroner. Dette inkluderer ikke inntektstapet ved tapt tilvekst, som av mange trekkes fram som voldsomt. Og det er selvsagt et stort økonomisk tap for en oppdretter som må slakte ut på for eksempel 3,5 kilo istedenfor 5 kilo. Med de priser vi har sett de siste årene snakker vi gjerne om dekningsbidrag på 20-30 kroner per kilo. For en lokalitet som slakter 1 million fisk snakker vi, som redegjort for i avsnitt 3.8, om et tapt dekningsbidrag på 30-45 millioner kroner.

For næringen som helhet er imidlertid ikke slike beregninger like relevante. Den "tapte" produksjonen de siste årene er en viktig del av forklaringen på de høye prisene vi har sett, og en eventuell ekstra produksjon på 100.000 eller 200.000 ekstra ville nok ha hatt en betydelig priseffekt, ikke bare på de siste 100.000 tonn, men på hele produksjonen. Vi velger derfor å holde kostnadene ved tapt tilvekst utenfor disse beregningene.

## 4 Avslutning

Produksjonskostnadene for laks sank jevnt fra næringens start og fram til 2005, mens man siden den gang har sett en dobling av kostnadene målt i nominelle verdier. Selv om vi tar høyde for inflasjon er kostnadsøkningen i overkant av 60 prosent. Kostnadsøkningen har vært spesielt sterk de siste årene med over 50 prosent økning fra 2012 til 2016.

Den største kostnadsøkningen i kroner de siste årene skyldes økte fôrkostnader: Fôrkostnadene økte fra vel 14 kroner per kilo slaktet og pakket laks i 2014, til vel 18 kroner i 2016. Men fôrets andel av totalkostnadene har likevel gått ned fra 54 til 50 prosent, på grunn av større prosentvis økning i de andre kostnadspostene.

Kostnadsøkningen til fôr skyldes både økt pris og økt fôrforbruk per kilo produsert.

Prisøkningen på fôr skyldes i størst grad en svak norsk krone, men også til en viss grad overgang til dyrere fôr. Oppdretterne bruker mer energirikt fôr for å få raskere vekst, og mer funksjonelt fôr for å styrke laksens helse, og gi den sterkere motstandskraft mot lus.

Oppdretterne bruker også mer fôr per kilo produsert laks, blant annet på grunn av lavere slaktevekter og økt behandlingsdødelighet. Den totale dødeligheten er nokså stabil, men når mer av dødeligheten kommer under behandling av stor fisk, har det gjort at fisken som dør utgjør en større biomasse. Økonomisk fôrfaktor gikk opp med 7 prosent fra 2012 til 2016, fra 1,44 til 1,54. Det høres kanskje ikke mye ut, men monner likevel litt når fôrkostnadene utgjør en så stor andel av kostnadene. Fôrkostnaden ville vært om lag 1,20 kroner lavere i 2016 uten denne økningen i fôrfaktor.

### Har vi nå sett toppen på lusekostnadene?

Mange lurer på om vi nå har sett toppen på lusekostnadene. Det er litt usikkert, men vi har i alle fall sett avtagende vekst.

Hovedtrekkene i utviklingen i lusekostnadene er at kostnadene til forebygging fortsetter å øke, men at behandlingskostnadene har gått noe ned. Kostnadene til rensefisk øker, og lå for 2016 på rundt en milliard, og vil nok bli enda noe høyere i 2017.

Om vi ser på omfanget av behandlinger de siste tre årene, ser vi en avtakende trend. Medikamentelle behandlinger reduseres, mens medikamentfrie (mekaniske) avlusinger øker. I tillegg ser vi at behandlingen blir mer målrettet, med færre behandlinger av hele lokaliteter og flere behandlinger av enkeltmerder. Mekaniske avlusinger er noe rimeligere enn medikamentelle, slik at denne endringen i sammensetning av behandlingene gir en noe lavere samlet behandlingskostnad.

Vi er nå inne i hovedsesongen for avlusing, og det er selvsagt veldig avgjørende for kostnadsutviklingen om vi vil se en like voldsom topp som i fjor høst, eller om den litt nedadgående trenden vil fortsette. Om trenden vi har sett så langt i 2017 holder seg, vil behandlingskostnadene gå ned, og med det også totale lusekostnader.

Kostnadsutviklingen fremover vil således være avhengig av omfanget av behandlinger, og ikke minst utviklingen i de parametrene som bestemmer fôrkostnaden, slik som prisen på fôr, valuta og økonomisk fôrfaktor.

## 5 Referanser

- Einen, O., B. Waagan & M.S. Thomassen (1998). Starvation prior to slaughter in Atlantic Salmon (*Salmo salar*): I. Effects on weight loss, body shape, slaughter- and fillet yield, proximate and fatty acid composition. *Aquaculture*, **166**: 1–2, pp 85–104.
- Holan, A.B., B. Roth, M.S.W. Breiland, J. Kolarevic, Ø.J. Hansen, A.Iversen, Ø. Hermansen, B. Gjerde, B. Hatlen, A. Mortensen, I. Lein, L.-H. Johansen, C. Noble, K. Gismervik, Å. M. Espmark (2017): Beste praksis for medikamentfrie metoder for lakseluskontroll (MEDFRI). Faglig sluttrapport. Rapport 10/2017, Nofima, Tromsø.
- Iversen, A., Ø. Hermansen, O. Andreassen, R.K. Brandvik, A. Marthinusen & R. Nystøyl (2015). Kostnadsdrivere i lakseoppdrett. Rapport 41/2015, Nofima, Tromsø.
- Iversen, A., Ø. Hermansen, R.K. Brandvik, A. Marthinusen & R. Nystøyl (2016). Kostnader for lakseoppdrett i konkurrentland. Rapport 40/2016, Nofima, Tromsø.
- Roth, B. (2016). Avlusing av laksefisk med Optilice: Effekt på avlusing og fiskevelferd. Rapport 59/2016, Nofima, Tromsø.

