

”Å svaran som æ gir dæ e itj dæm æ hadd i går”

En studie av lakselusas påvirkning på miljø, etikk og fiskevelferd

Tom Kristian Knagenhjelm

Masteroppgave i

Studier av teknologi, kunnskap og samfunn (STS)

Institutt for tverrfaglige kulturstudier

Senter for teknologi og samfunn

© NTNU 2016

Først mat, så moral

- Bertolt Brecht

Forsidefoto: Mats Wright Johansen

Sammendrag

Denne oppgaven vil ta for seg oppdrettsnæringen og teknologiene som blir brukt innen bekjempelse av lakselus som er et av de største problemene innen norsk oppdrettsnæring. Dette påvirker blant annet fiskevelferden og miljøet, samtidig som det fører til en stor økonomisk kostnad. Hvorfor er dette viktig? Utover å ha en direkte helsemessig effekt på fisken, medfører lakselus og andre parasitter store kostnadsproblemer for oppdrettsnæringen. Lakselusa utgjør også en trussel for norsk villaksbestand og har negativ påvirkning på havmiljø og natur. I tillegg, og som et resultat av dagens etablerte behandlingen av lakselus, utgjør lakselusas hurtige resistensutvikling en ytterligere problematisering av bekjempelse og behandling. Det settes derfor spørsmålsteget ved om etablert og tradisjonell behandling av lakselus er tilstrekkelig for fiskerinæringen i dag. Det er dermed viktig å sette lys på utviklingen av teknologier og prosesser for håndtering og bekjempelse av luseproblematikken.

Forord

Da var tiden kommet for å levere inn masteroppgaven. Prosessen fra blanke ark, til en ferdig masteroppgave har vært både lærerikt og frustrerende. Jeg hadde heller ingen anelse at det var nettopp innen STS feltet at ferden min skulle ende, men glad er jeg for det.

Jeg vil spesielt rette en stor takk til Stig Kvaal og Per Østby, som har veiledet meg gjennom arbeidet med denne oppgaven. Dere har vært svært tålmodige med meg og hjulpet til da jeg skippertaket meg gjennom de to siste månedene av studietiden min. Denne oppgaven ville ikke blitt ferdig om det ikke var for dere.

Jeg vil også takke alle andre på instituttet som har bidratt med gode innspill og motiverende samtaler i gangen. Også burde jeg takke de som har sørget for at det hver fredag har stått kake eller annen form for bakst på kjøkkenet.

Mine gode medstudenter fortjener også en stor takk. Studietiden sammen med dere har vært helt fantastisk!

Takk til Pappa som over telefon har svart meg på de fleste spørsmål som jeg har hatt angående oppdrettsnæringen og laksen.

Sist, men ikke minst, vil jeg takke min kjære samboer Charlotte. Du har støttet meg gjennom hele utdannelsen min, og motivert meg til å fullføre studiene. Jeg ville ikke klart dette uten deg.

Tom Kristian Knagenhjelm
Trondheim, 31. mai 2016.

Innhold

Sammendrag.....	v
Forord.....	vii
1 Lakseoppdrett, lus og teknologi.....	1
Utgangspunkt og problem.....	1
Problemstilling.....	3
Tidligere forskning.....	3
Studier av kunnskap, teknologi og samfunn og Aktør-nettverksteori.....	5
Domestisering.....	6
Innramming og oversvømmelser.....	6
Kildemateriale og metode.....	8
Oppgavens oppbygging.....	11
2 Fra villfisk til ”husdyr”.....	13
Fra vill fisk til domestisert husdyr.....	13
Næringen formes.....	13
En ny næring.....	15
Etter krisen.....	17
Oppdrett i tusenårsskiftet.....	17
Lakselus blir et problem.....	19
Lakselus, hva er det da?.....	20
Spredning.....	21
Tidligere problemløsning og resultat.....	22
Hvem skal kontrollere lusa?.....	23
Resistens, et slag i trynet.....	24
En domestisering med komplikasjoner.....	26
3 En uønsket ”gjest”.....	27
Et problem, flere løsninger.....	27
Tiltaksgrensen.....	27
Forebyggende.....	28
Medikamentell behandling.....	29
Medisinfôr.....	29
Ikke-medikamentell behandling.....	30
Rensefisk - et biologisk tiltak.....	30
Permaskjørt og planktonduk.....	31
Lukket enhet.....	32
Snorkelmerd og nedsenkbar merd.....	32
Laser.....	33
Behandling.....	34
Medikamentell behandling.....	34
Badebehandling.....	34
Ikke-medikamentell behandling.....	36

Hva har disse metodene resultert i?	37
4 Kampen mot resistensen.....	39
Stadig økning av resistent lus.....	39
Nødbrems	40
De negative virkningene av resistensen	40
Forebyggende.....	44
Blåskjell	44
Strøm.....	44
Ultralyd	45
Lusefeller	45
Undervannsforing og lys	46
Megamerder offshore	46
Postsmolt.....	48
Avl.....	48
Landbaserte anlegg	49
Behandling	49
Utvikling tar tid.....	50
Bekjempelse av resistensen og fremtidens oppdrettsnæring.....	50
5 De store ringene.....	53
Oppbygningen	54
Luseproblematikken.....	55
Resistens.....	56
Innramming og oversvømmelse.....	57
Litteratur	59
Kilder.....	60

Figurliste

Figur 1. Lakselusas ti livsstadier	20
Figur 2. Nye problem	26

Tabelliste

Tabell 1. Viser hvordan antall tillatelser har økt.....	18
Tabell 2. Bruk av medikamenter i tidsrommet 2005-2014.....	43

1 Lakseoppdrett, lus og teknologi

Utgangspunkt og problem

Da folket i Hordaland åpnet avisen den 24. mai 2016 kunne de lese at bruken av kjemiske legemiddel mot lakselus hadde økt betraktelig de siste fem årene. Seniorrådgiver Christine Børnes i Mattilsynet hevdet at den økte bruken av medikamenter hadde ført til at oppdrettsnæringen står ovenfor et stort problem:

“En kraftige auken i bruk av kjemiske lusemidlar er den største risikoen i dagens fiskeoppdrett”.¹

Før var bruken av antibiotika innen næringen et problem, nå var det bruken av medikamenter som var en av de største utfordringene. I dag har bruken av ulike medisiner ført til utvikling av resistens hos lakselusa, blitt en utfordring for matsikkerheten og en stor belastning for miljøet.

I løpet av de siste årene har nivået av lakselus i oppdrettsanlegg vært økende. De høyeste nivåene er målt fra nedre del av Hordaland og opp til Lofoten, og dette gjenspeiles i bruken av medikamenter. En kombinasjon av temperaturøkning i havet og tettere total biomasse fører til at antallet lus stiger. Dette resulterer i en økning av kostnader for bekjempelse, i de fleste tilfeller mindre heldige løsninger som kjemisk behandling. Selv om oppdrettsnæringen har vært plaget av ulike sykdommer tidligere, er det lakselus og andre parasitter, nærmere bestemt AGD, som per dags dato er den mest truende utfordringen for næringen.

Lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) finnes naturlig i alle havområder på den nordlige halvkule, og er den vanligste parasitten på laksefisk. Ved store forekomster av lus kan det være en utfordring både for oppdrettsfisk og vill laksefisk. Parasitten lever og formerer seg på laks, arktisk røye, sjøørret og regnbueørret i saltvann, og påfører fisken sår som kan gi infeksjoner og problemer med saltbalansen. Lakselusa er et lite krepsdyr som utvikler seg gjennom ti utviklingsstadier. Underveis skifter den skall. I de første stadiene

¹ Oma, L. A. (2016, 24. mai)

² Solvang, Ø. (2014)

³ Nielsen, T. H., Mønsen, A., Tennøe, T. (2000).

flyter den med vannmassene og kan spres over store områder. Lusa påvirker ikke mattrykgheten eller kvaliteten på laksen, om vi ser bort fra sår som kan forekomme ved store konsentrasjoner av lus. Men den påvirker fiskevelferden og samfunnets oppfatning av næringen.

I 2014 nådde lusetallene nye høyder, og det har blitt iverksatt nye forskrifter i akvakulturloven, som påbyr industrielle aktører å gjennomføre tiltak for å sikre bærekraftig produksjon.² Det bør også bemerkes at krav om tiltak for å holde generelt lusenivå under forvaltningsbasert grensenivå i flere tilfeller har utløst operasjonelle utfordringer med stor fiskedødelighet. Problematikken rundt lakselus og andre parasitter har ført til at nye metoder må tas i bruk for å sikre både oppdrettsnæringen og miljøet for fremtiden.

I dagens akvakulturnæring blir det brukt flere metoder for å bekjempe lus. Både medikamentelle og mekaniske behandlingsmetoder for avlusning benyttes i høy grad, men innebærer også noen utfordringer. Bruk av medikamentell og mekanisk behandling fører til store skadevirkninger på både fisk og miljø. Bruk av kjemisk behandling kan også resultere i at lakselusa utvikler redusert følsomhet mot medikamenter, som videre kan gjøre den fullstendig resistent. Parallelt er vi vitne til en stor utvikling av ikke-medikamentelle kontrollmetoder. Blant de nyutviklede ikke-medikamentelle metodene inngår eksempelvis planktonskjørt, permaskjørt og lukket merd. Som et alternativ er oppdrett av rensefisk som berggylt, bergnebb og rognkjeks også i fremgang. Dette er metoder som har vist seg å være både miljøvennlige og økonomiske for fiskeoppdrettsanleggene, men er ikke i seg selv tilstrekkelige. Ikke-medikamentelle løsninger som skjørt, snorkelmerd, laser, lukket system og mekanisk avlusning er allerede i bruk. Flere nye teknologier er under utvikling og testing, og kan potensielt anvendes i nær fremtid.

Bruken av medikamenter over lang tid har ført til resistensutvikling hos lakselusa. Dette har ført til økt bruk av medikamenter som igjen har ført til en økende resistens. I tillegg har både miljøet og marine arter blitt påvirket i negativ forstand. Den økte behandlingen har også ført til store påkjenninger for laksen, noe som har påvirket fiskevelferden og er et etisk problem. Det økte nivået av lakselus har også ført til strengere krav for å få godkjent en økning av biomasse per tillatelse. Dagens reguleringer tillater ikke en økning av produksjonen så lenge lusetallene er så høye som de er i dag. For å løse luseproblematikken, redusere resistensen og bedre fiskevelferden har satsningen på ikke-medikamentelle metoder blitt intensivert. Men er det mulig å bekjempe lakselusa og resistensutviklingen, og samtidig bedre fiskevelferden og minimere det økologiske fotavtrykket? Og hvordan kan dette gjennomføres?

² Solvang, Ø. (2014)

Problemstilling

Jeg vil belyse de problemene oppdrettsnæringen står ovenfor i forbindelse med lakselusproblematikken. På grunnlag av dette lyder problemstillingen min følgende: Hvordan påvirker lakselusa oppdrettsnæringen, og hvilke tiltak brukes og planlegges for å redusere luseproblemet? Hvilke utfordringer innebærer den økende resistensutviklingen hos lusa, og hva betyr dette for forståelsen av og forsøkene på å håndtere de problemene næringen står overfor? Jeg vil konsentrere meg om lakselusa og resistensutviklingen som har påvirket, og påvirker oppdrettsnæringen. Jeg vil ikke gå inn på diskursen rundt villaks og oppdrettsnæringens påvirkning på villaksbestanden.

Tidligere forskning

Hva har blitt skrevet om oppdrettslaksen og luseproblematikken tidligere? Dette kan i første omgang knyttes opp mot matproduksjon og matsikkerhet. Dette kan igjen belyses gjennom en generell litteratur som er rettet mot mat og produksjon. Denne vil jeg vise for deretter å spisse meg inn mot oppdrettslaksen.

Torben Hviid Nielsen, Arve Monsen og Tore Tennø skrev i 2000 boken *Livets tre og kodenens kode*. Her tar de opp utviklingen av genetik og bioteknologi i Norge i perioden 1900–2000. Boken tar for seg utviklingen fra genetikens gjennombrudd til dagens bioteknologiske revolusjon. Her behandler de et bredt spekter av genetikens og bioteknologiens anvendelser, som vitenskap, teknologi, kultur og politikk. Tema som husdyravl, produksjonen av mat og den tidlige avlen av oppdrettslaks blir brukt som eksempler.³ Jeg vil i korte trekk ta opp den tidlige avlen av oppdrettslaks. Dette for å belyse hvordan temmingen av laks har foregått innen oppdrettsnæringen. Den genetiske utviklingen vil jeg ikke berøre.

En lignende analyse, men i en historisk kontekst er *Våte drømmer* hvor Terje Finstad tar opp hvordan genetisk modifisert fisk ble skapt i Norge på 1980-tallet. Her tar han for seg hvordan oppdrettslaksens genmodifisering gjennomgikk en stor endring. På bakgrunn av dette belyser Finstad hvordan den genmodifiserte oppdrettslaksen ble skapt som et resultat av ulike interesser og fenomener rundt laksen i oppdrettssammenheng.⁴ Et annet eksempel er *Laks, kart og mening* hvor Henrik Treimo tar for seg genomkartlegging av laks. Dette gjør han ved å følge forskningsprosjektet The Salmon Genome Project som ble startet i 2000. Gjennom observasjon studerte han hvordan kunnskapsproduksjonen foregikk som laboratorieforsøk. Basert på dette tar Treimo for seg hvordan laks har blitt benyttet og representert i Norge fra

³ Nielsen, T. H., Monsen, A., Tennø, T. (2000).

⁴ Finstad, T. (2007).

historisk tid til nyere tid.⁵ Både Finstad og Treimo ser laksen i lys av gener og genmodifisering. Dette dreier seg med andre ord om etikken rundt laks.

En annen innfallsvinkel er næringshistorien. I 1990 skrev Erna Osland boken *Bruk havet... Pionertid i norsk fiskeoppdrett*. Her tar hun for seg etableringen og utviklingen av næringen fra 1950-tallet og frem til 1990. Boken er basert på intervjuer av personer som drev med oppdrett fra starten av 1950-tallet til slutten av 1970-tallet.⁶ Boken gir en innsikt i hvordan utviklingen av næringen fant sted, og hvordan nye komponenter (teknologier) var en viktig del av denne prosessen. I artikkelen *Samfunn, entreprenørskap og kunnskapsspredning i norsk fiskeoppdrett på 1970-tallet* tar Dag Magne Berge for seg endringen fra produksjon av regnbueørret til laks, og endringen fra bruken av dammer til bruken av merder. Gjennom disse endringene forklarer han grunnlaget for oppdrettsnæringens suksess utover 1970-tallet.⁷ Her vises det igjen til hvordan nye komponenter var en av nøkkelfaktorene for den suksessfulle utviklingen som fant sted fra 1970-tallet og utover. Gjennom å belyse næringens historie og utvikling vil det være lettere å identifisere hvilken interesser som har påvirket næringen.

I senere tid har noe av forskningen innen akvakultur rettet seg mot det tverrfaglige feltet vitenskaps- og teknologistudier. Flere har skrevet om domestiseringen av laks og forbindelsene mellom mennesket og laksen. I *Emergent aliens: On Salmon, Nature and their Enactment* fra 2011 av Marianne Lien og John Law, og i boken *Becoming Salmon: Aquaculture and the Domestication of a Fish* fra 2015 av Marianne Lien blir kontroversen rundt domestiseringen av laks diskutert mer inngående. Da i lys av den økonomiske konteksten mot industrialisert matproduksjon, og vesentligheten av relasjonene mellom mennesker og dyr.⁸ Her trekker de slutningen om at kategoriseringen av laks ikke er ett unntak, men en komplisert og rotete virkelighet produsert gjennom den vestlige verdens praksiser om å ordne, kategorisere og stabilisere fenomen som dyr.

I 2011 skrev Per Ivar Chutko masteroppgaven *En temmelig vill en*. Her analyserer han kontroverser om laks som har oppstått fra ca. 1800–2009, og fokuset ligger på villaksen og hvordan det kulturelle og naturen har påvirket hverandre.⁹ Siden denne masteroppgaven og min egen er skrevet fra samme perspektiv, altså STS, vil fokuset mitt i noen deler av oppgaven ligge tett opp

⁵ Treimo, H. (2007).

⁶ Osland, E. (1990).

⁷ Berge, D. M. (2000).

⁸ Lien, M.E. & Law, J. (2011). ; Lien, M.E. (2015).

⁹ Chutko, P. I. (2011).

mot Chutkos fokus. Men dette gjelder hovedsakelig for den historiske beskrivelsen av næringen.

Når det gjelder lakselus og resistensutviklingen har Mattilsynet, Veterinærinstituttet, Havforskningsinstituttet, Sintef og andre publisert flere tekniske rapporter og artikler. Disse har vært svært nyttig for å hente ut data i form av tall og forskrifter.

Studier av kunnskap, teknologi og samfunn og Aktør-nettverksteori

Oppdrettsnæringen og lakselus har ført til store interessekonflikter siden lakseoppdrett slo gjennom på 1970-tallet. Disse konfliktene har vært innom flere ulike faser som har engasjert flere ulike grupper i samfunnet. Siden STS feltet tar høyde for koblingene mellom vitenskap, samfunn, kultur og politikk er det godt egnet for å belyse kontroverser.¹⁰

Et sentralt felt innen STS er aktør-nettverksteori (ANT). Gjennom ANT studeres fenomener som en del av et komplekst nettverk hvor alle former for materiale og aktører påvirker hverandre.¹¹ ANT vektlegger videre hvordan disse nettverkene er forbindelser av menneskelige og ikke-menneskelige aktører. Dette kan altså forstås som et kollektiv hvor mennesker og ikke-menneskelige objekter intimt sameksisterer og samarbeider for å opprettholde strukturer og produsere samfunnet.¹² Og siden nettverket produserer og former samfunnet er det nettverkets aktører som må studeres for å forstå hvordan samfunnet eller ”tilstanden” har utviklet seg.¹³

¹⁰ Asdal, K., Brenna, B., Moser, I. (red.). (2001).

¹¹ Latour, B. (1987).

¹² Latour, B. (1987); Olsen, B. 2006.

¹³ Sørensen, K. H. (2004).

Domestisering

Domestisering kommer av det latinske ordet *domesticus* som betyr ”som gjelder huset”, og er en prosess som dyr, planter og organismer gjennomgår for å tilpasses et menneskelig miljø. Det er på denne måten husdyr har blitt formet fra noe vilt og fremmed, til noe som inngår i hverdagen vår.¹⁴ Ved å temme et vilt dyr endrer vi dets egenskaper til å passe inn i vårt samfunn. Altså handler domestisering ikke bare om å tilpasse dyret til vårt samfunn, men også om å finne dyrets plass i samfunnet.

På samme måte som ressurser og dyr domestiseres blir også teknologier domestisert. Domestiseringsbegrepet er utviklet for å forklare hvordan nye ting, produkter og dyr blir implementert i hverdagen vår. Altså hvordan nye teknologier går fra å være ukjent, fremmed og komplisert til å bli en naturlig del i hverdagslivet.¹⁵ Domestiserings perspektivet belyser hvordan den fortolkningsmessige fleksibiliteten som er knyttet til en teknologi, kan gi rom for at brukeren gir en teknologi ulike og nye meninger og bruksområder.¹⁶ Vi kan se dette som en toveisprosess siden endringen av en teknologi kan føre til endringer både for teknologien og de sosiale relasjonene hvor teknologien inngår.¹⁷ Domestiseringen kan forstås på to ulike måter. Ifølge Silverstone, Hirsch og Strathern skjer domestisering av artefakter gjennom fire faser: tilegnelse, objektifisering, inkorporering og omdanning.¹⁸ Mens Trondheimsmodellen ser domestisering gjennom tre dimensjoner: den praktiske, den symbolske og den kognitive.¹⁹ Jeg vil ikke gå i dybden på domestiseringsteorien, men synes den er viktig å ha som underliggende perspektiv for oppgaven.

Innramming og oversvømmelser

Begrepet innramming ble kjent gjennom Callons teorier, men stammer opprinnelig fra Erving Goffman.²⁰ Innramming brukes for å analysere sosiale situasjoner og mellommenneskelig interaksjon, interaksjon hovedsakelig rettet mot økonomi og markeder. Som det fremgår i navnet handler innramming om å definere grenser rundt noe. Handlingen som foregår innenfor rammen vil foregå uavhengig av omverden.²¹ For å forstå selve innrammingen må man ha kunnskap om hvilke eksternaliteter som innrammingen utsettes for.

¹⁴ Domestisere. (2009).

¹⁵ Sørensen, K. H., Aune, M. og Hatling, M. (2000).

¹⁶ Lie, M. og Sørensen, K. H. (1996).

¹⁷ Ryghaug, M., Sørensen, K. H. og Næss, R. (2011).

¹⁸ Silverstone, R., Hirsch, E. og Strathern, M. (red.). (1992).

¹⁹ Sørensen, K. H., Aune, M. og Hatling, M. (2000).

²⁰ Callon, M. (1998).

²¹ Sst.: 244–270.

Eksternaliteter er et økonomisk begrep som forklarer hvordan samfunnsøkonomisk gevinst eller kostnad kan oppstå som en bieffekt av en enkeltaktørs handling, uten at aktøren blir rammet og dermed blir ikke bieffekten tatt hensyn til fra aktørens side.²² Dette kan anvendes for fenomener utenfor økonomien også, og dermed er begrepet blitt populært innen andre disipliner. Eksternaliteter kan altså både være negative og positive. For eksempel: En person i en boligblokk har fest og spiller veldig høy musikk. Dette fører til at naboen som skal på jobb neste morgen ikke får sove, er det en negativ eksternalitet. Men om naboen liker musikken og ikke skal på jobb neste morgen, er det en positiv eksternalitet. Eksternaliteter er altså tredjepartskonsekvenser av en aktivitet.

Innramming er bygd på eksternaliteter. Dette gir muligheten til å identifisere og fange opp overflyt. Overflyt kan sees som et brudd på innrammingen, eller som en tilsetning til innrammingen (altså en motsetning til eksternaliteter hvor noe forlater innrammingen).²³ Ved at innrammingen avgrenser et tema eller en situasjon vil innrammingen danne konteksten for mulige interaksjoner. Regler, normer og retningslinjer for de involverte aktørene blir bestemt av innrammingen. Alt som finner sted innenfor innrammingen vil samhandle uten at verden utenfor innrammingen blir tatt hensyn til. For at innrammingen kan oppstå og opprettholdes må de involverte aktørene være enige om innrammingens innhold.²⁴

Man kan se innramming i lys av to tilnærminger. I den første tilnærmingen er innramming normen, en regel eller et mønster. Her er det enkelt å definere (bli enige om) innrammingen og det er ikke kostbart. Innrammingen påvirker effekten av den gitte situasjon og man vil unngå overflyt (Callon. Eks: at alle fiskehandlerne i et område er enige om minste pris på de ulike produktene de selger. På den måten kan alle tjene penger. Men om en av fiskehandlerne senker prisen (overflyt) uten at alle de andre gjør det vil kun den ene tjene penger. Dermed vil innrammingen bli påvirket. Dermed er det viktig å identifisere overflyt for å hindre at dette skjer.

I den andre tilnærmingen er overflyt normen. Det er vanskelig å definere innrammingen, det tar lang tid og er kostbart. Innrammingen er aldri stabil og overflyt skjer hele tiden. Eks: produksjon av personbiler. Det kommer hele tiden nye modeller på grunn av en kontinuerlig endring av samfunnet og teknologi.²⁵ Overflyt vil ikke alltid være negativt, i noen tilfeller vil overflyt gjøre

²² Sst.: 244–270.

²³ Sst.: 244–270.

²⁴ Sst.: 244–270.

²⁵ Callon, M. (1998).

verdiskapning mulig. En innramming som er så stabil at ingen endringer kan oppstå vil ikke være en produktiv innramming.

Til slutt blir det også skilt mellom varme og kalde innramminger. Hvor kalde innramminger er forhåndsvits enkle, små og lett identifiserbare. Man kan enkelt oppdage eksternaliteter og overflyt samt forutsi ulike utfall for ulike handlinger. Eks: forurensning av en blomstereng ved en motorvei. De varme innrammingene er derimot vanskelig, store og problematisk å identifisere. Stor uenighet rundt innrammingens grenser, det er vitenskapelig uenighet og allerede eksisterende kunnskap blir utfordret. Dermed er det svært vanskelig å oppdage eksternaliteter og overflyt samt forutsi ulike utfall for ulike handlinger. Man kan si at alt her er kontroversielt, for eksempel klimadebatten.²⁶

Ved å benytte meg av disse teoriene vil jeg belyse ulike faser som har hatt betydning for luseproblematikken og resistensutviklingen. Gjennom domestisering vil jeg belyse hvordan laksen og teknologiene innen næringen ble temmet og tilpasset. Utviklingen av næringen er ikke bare et resultat av menneskers interesser rundt laksen. Oppdrettsnæringen har vært gjennomgått flere problemer som har formet næringen. I flere tilfeller har problemer oppstått som en bieffekt av en enkel handling. I tillegg oppstår endringer innen næringen ved at nye elementer blir implementert eller ved at elementer faller bort. Jeg vil forklare disse bieffektene og endringene gjennom innramming og oversvømmelser.

Kildemateriale og metode

Jeg har hovedsakelig benyttet meg av kvalitativ tekst- og dokumentanalyse. Kildematerialet som er benyttet består av forskningsrapporter, lovverk, høringsdokumenter, offentlige utredninger, stortingsdokumenter, statistikk, avisartikler og offentlige dokumenter. I tillegg har jeg erfaringsbasert kunnskap etter å ha jobbet i oppdrettsnæringen, både på landbaserte anlegg og havbruksanlegg. Da hovedsakelig med oppdrett av laks, men jeg har også vært innom leppefisk, rognkjeks, steinbit, torsk, kveite, og røye. Bacheloroppgaven min var også rettet mot oppdrettsnæringen, hvor jeg belyste stedsutvikling på geografisk isolerte steder der hjørnesteinsbedrifter basert i oppdrettsnæringen var de viktigste faktorene for vekst av samfunn. Ved å ha jobbet med smoltproduksjon på landbasert anlegg og matfisk på havbasert anlegg er jeg godt kjent med prosessene rundt produksjonen av oppdrettslaks, samt de ulike metodene som er brukt innen lusebekjempelse. På grunn av dette har jeg et stort nettverk innenfor næringen, noe som gjør at næringen i seg selv, terminologiene og metodene er godt kjent for meg. Store deler av materialet mitt er erfaringsbasert, og hvor jeg ikke har tilstrekkelig informasjon og erfaring rundt

²⁶ Sst.: 244–270.

de nyeste metodene er det brukt dokumenter fra utviklere og produsenter som omhandler metodeutvikling. Dette er informasjon som er begrenset for allmenheten, og det er lite som er publisert.

Jeg startet med å foreta et bredt og åpent strukturert intervju med Randi Grøntvedt fra Veterinærinstituttet for å få en oversikt over hvordan mattilsynet og veterinærinstituttet forholder seg til lovverket, regler og status for å få vite hva som er innen utviklingen av de ulike metodene. Etter å ha gjennomført dette intervjuet og et bredt litteratursøk rundt tematikken fikk jeg en generell og bred oversikt over luseproblematikken. På grunnlag av mengden tilgjengelige tekstbaserte kilder om næringen og luseproblematikken besluttet jeg å gjennomføre en kvalitativ studie basert på tilgjengelige skriftlige kilder og min erfaringsbaserte kunnskap.

Mye av kildematerialet består av metodebeskrivelser, altså hvordan de ulike metodene for bekjempelse av lakselus foregår. Denne informasjonen er hentet inn fra skriftlige kilder og gjennom direkte kontakt med ulike aktører og utviklere. Ved å gå direkte til kilden fikk jeg tilgang til mye og detaljert informasjon. En sentral metode for innsamlingen var å delta på AquaNormessen i Trondheim Spektrum som tok sted i august 2015, hvor jeg møtte flere representanter for bedrifter og utviklere. Ved å prate med dem og forklare hva jeg jobbet med fikk jeg deres interesse, og flere av dem jeg snakket med har i ettertid sendt meg dokumenter med nøyaktige beskrivelser og data fra tester av metoder. Fordelen med å gå rett til kilden er at man får det nyeste av informasjon og data, også informasjon som ikke finnes offentlig tilgjengelig enda. Denne informasjon har gitt meg et godt situasjonsbilde over hvordan oppdrettsnæringen ligger an i dag. Selv om jeg fikk mye og detaljert informasjon var det ikke alt bedrifter og utviklere ville dele. Vedrørende metoder som er under utvikling vil det alltid være noe informasjon som er konfidensielt.

For å undersøke hvordan luseproblematikken har blitt omtalt i media har jeg brukt ReTrivers ATEKST-tjeneste. Her var det mulig å finne flere artikler fra ”motstandernes” syn, hvor negative sider ved næringen og metodene for lusebehandling er omtalt. Dette har vært nyttig for å belyse saken fra ulike ståsted.

En viktig faktor som har vært til stede under behandling av kildene er deres validitet. Innen tematikken lakselus er det mange ulike aktører og interessenter. Dette fører til at publikasjoner og rapporter ofte blir skrevet etter hva den ene aktøren eller interessenten ønsker å fremme. På grunn av dette har jeg benyttet kilder fra ulike interessenter som skriver om samme tematikk. Dette gjør at kildematerialet ikke gjenspeiler bare en side av saken. Jeg har prioritert å se

saken fra oppdretterne, myndighetene og naturvernerne sitt ståsted. Noen svakheter forekommer i deler av kildematerialet som er av eldre art. Her kan det nevnes dårlig dokumentering og arkivering, et fåtall av detaljerte kilder som dokumenterer næringens start og lite mediedekning. Samtidig er det flere av de nye kildene som ikke er publisert offentlig og kun forekommer som intern dokumentasjon, og er dermed utilgjengelig for offentligheten. En styrke er at siden jeg har en fot innenfor bransjen har jeg fått tilgang til deler av denne informasjonen som ikke er kjent for offentligheten.

Under arbeidet med analysering av datamaterialet har jeg prøvd å se endringene innen næringen gjennom et nøytralt ståsted. En faktor som kan føre til problemer med å holde seg nøytral i forskerrollen er personlige tilknytninger til temaet som studeres. Thagaard hevder at om forskeren allerede er innenfor miljøet vil han eller hun ha forståelse og kunnskap om fenomenene som blir studert. Men samtidig kan man lett overse viktige elementer som en person utenfra lett ville ha oppdaget.²⁷ Siden jeg er innenfor temaet som studeres i denne oppgaven og har forståelse og kunnskap om næringen kan jeg overse enkelte elementer eller ubevist tolke endringer partisk. Det er i følge Thagaard umulig å holde en helt nøytral posisjon i en slik sammenheng.²⁸ Dette har ført til at jeg bevisst har prøvd å se tematikken og utviklingen fra et nøytralt ståsted under både innsamlingen og analyseringen av datamaterialet.

²⁷ Thagaard. T. (2003).

²⁸ Thagaard. T. (2003).

Oppgavens oppbygging

Vi skal gjennom de neste kapitlene se hvordan en næring i vekst har ført til problemer for seg selv, og hvordan disse problemene er blitt forsøkt løst. Oppgaven vil ha en kronologisk hovedstruktur. Kapittel to vil omhandle pionertiden for oppdrettsnæringen og hvordan lakselusa og dens resistensutvikling har skapt problemer for næringen. Kapittel tre vil gå i dybden på lakselusa som problem. Kapittel fire fokuserer på resistensutviklingen. I kapittel fem vil jeg trekke de store linjene og diskutere dem i et teoretisk perspektiv.

2 Fra villfisk til ”husdyr”

Fra vill fisk til domestisert husdyr

Norge har i en lang tid blitt forbundet med storslagen natur med høye fjell og dype fjorder, idylliske fjellgårder drevet av bunadskledde personer og oljen. I dag er Norge fortsatt kjent for natur og kultur, men oljen er ikke like viktig for landet som før. Oppdrettslaksen har begynt å ta over rollen som ressursen andre nasjoner forbinder med landet vårt. Ved starten av 2016, nærmere bestemt den 13. januar kostet et fat råolje 276 kroner. Til sammenlikning kostet en 4,5 kilos laks 292 kroner denne dagen.²⁹ Vi er vitne til en sterk nedgang innen norsk oljesektor, og samtidig ser det ut til at oppdrettsnæringen fortsatt er i vekst. Så hvordan har oppdrettsnæringen blitt så stor? Hva har vært driverne innen utviklingen av næringen, og hvilke utfordringer har næringen møtt? I dette kapittelet vil jeg først ta for meg utviklingen av oppdrettsnæringen i grove trekk. Hovedvekten vil ligge på utviklingen fra tidlig på 1970-tallet og frem til i dag. Grunnen til dette valget er skillet mellom oppdrett for forvaltning og oppdrett som næring, noe som jeg vil komme tilbake til senere. Etter dette vil jeg ta for meg de to store problemene som oppdrettsnæringen står ovenfor i dag, nemlig lakselusa og dens resistensutvikling. For å begrense omfanget vil ikke diskursen om villaksen bli diskutert.

Næringen formes

Laks er blitt en populær matrett både på det norske og internasjonale kjøkkenbord. En av grunnene til dette er at laks kan kjøpes i de fleste butikker, og det er en billig fiskesort. Men laksen som mat eller ressurs er ikke noe nytt for mennesket. Arkeologiske funn viser menneskelige bosetninger langs kysten så langt tilbake som for 11 000 år siden.³⁰ Her finner man laksen på helleristninger, runeskrifter, så vel som lovverk som Gulatingsloven og i norrøn mytologi.³¹ Men å benytte seg av laksen som en naturlig ressurs var ikke nok. Enkelte mennesker ville kontrollere ressursen i større grad, og allerede i 1853 ble det gjennomført forsøk med klekking av laks i regi av den norske staten.

²⁹ Bærland, A. (2016).

³⁰ Lien, M. E. (2015).

³¹ Treimo, H. (2007); Osland, E. (1990).

Dette ble utført i ei elv nær Drammen, og eksperimentet viste gode resultater.³² Forsøket ble senere fulgt opp av andre og det har siden da blitt drevet oppdrett i mindre skala, hovedsakelig i små dammer og sjøer. Målet med denne typen oppdrett var å vedlikeholde laksestammene i elver og vassdrag. En stadig økning i bruken av laks som ressurs og sportsfiske hadde ført til at bestanden begynte å minske mot slutten av 1800-tallet.³³

Selv om det ble forsøkt med oppdrett av både atlantisk laks og regnbueørret, var ikke resultatene optimale. På slutten av 1950-tallet begynte noen gründere å eksperimentere med flytende merder. I Norge var det brødrene Karstein O. Vik og Olav C. Vik fra Sykkylven, rett ved Ålesund, som var først ute med testingen av flytende merder. I 1959 satte de ut en merd som var laget av tømmer. Tre år senere hadde 40 atlantiske laks oppnådd voksen alder. Dette var første gang noen kunne dokumentere at laks hadde gjennomført en full livssyklus i fangenskap. Samtidig som brødrene Vik startet testingen av flytende merder etablerte de selskapet Nor-Laks som produserte både settefisk og matfisk.³⁴

Ved å mestre laksen i fangenskap var et stadium i domestiseringen gjennomført. Den ville laksen hadde blitt temmet og formet for å passe inn i industriproduksjonen av mat. Samtidig hadde det skjedd en domestisering av teknologier, hvor nye ble skapt og tatt i bruk for å muliggjøre denne domestiseringen. Vi kan se denne prosessen som en toveisprosess siden endringen av teknologiene kan føre til endringer både for komponentene i seg selv og de sosiale relasjonene hvor komponentene inngår. Altså ble oppdrettet endret fra noe som et fåtall gründere eksperimenterte med, til å bli en næring hvor laksen gikk fra å være en vill fisk til å bli et husdyr. Samtidig kan vi si at et nettverk hadde blitt etablert, hvor både menneskelige og ikke-menneskelige aktører påvirket hverandre og ble sammen oppdrettsnæringen.

³² Osland, E. (1990).

³³ Solhaug, T. (1983).

³⁴ Nash, C. E. (2011).; Berge, A. (2014).

En ny næring

Interessen rundt oppdrett av både laks og regnbueørret økte, og flere eksperimenter ble gjennomført på 1960-tallet. Et av problemene med å drive oppdrett var problemet med tilgang til smolt. Dette er en fase i livssyklusen hos atlantisk laks, hvor fisken går fra å leve i ferskvann til å leve i saltvann. Mot slutten av 1960-tallet begynte Thor Mowinckel å produsere smolt i nærheten av Bergen.³⁵ Produksjonen ble startet med tanke på salg til oppdrettere. Et titalls pionerer hadde begynt å eksperimentere med oppdrett, og mange av disse ville kjøpe laksen som var klar til å settes ut i flytende merder i sjøen fremfor å produsere smolten selv. Det oppstod altså en oppdeling innen produksjonen av atlantisk laks rundt 1970. Smolten ble produsert i tanker med ferskvann på land, og vekstfasen frem til spiseklar fisk foregikk i flytende merder i sjøen. Dette markerte starten på oppdrett med salg som formål og den oppdrettsnæringen som vi i dag kjenner til.³⁶ Vi ser her klare paralleller til de utviklingstrekk som andre typer husdyrhold har gjennomgått. Det innebærer standardisering av prosedyrer og testing av teknologisk utstyr.

I perioden mellom slutten av 1960-tallet og frem til 1972 foregikk det en ekspansjon av oppdrettsnæringen, hvor flere innså at oppdrett av laks kunne gi stor økonomiske fortjenester. Det var altså ingen spørsmål lengre om kommersielt oppdrett av laks var mulig eller ikke, men det var spørsmål om hvem som skulle få tillatelse til å gjøre det og hvordan det skulle bli organisert og regulert.³⁷ I 1972 ble det foreslått ulike mål ved reguleringen.³⁸ Dette var den første Akvakulturloven hvor det viktigste var regulering for utbygging av oppdrettsanlegg og å styrke lokal økonomi i rurale områder langs kysten.³⁹ Disse målene ble videre formalisert i den andre Akvakulturloven som ble vedtatt i 1981, hvor den politiske målsetningen var å: ”Vedlikeholde en industriell struktur basert på små bedrifter, en eierskapsstruktur basert på lokalt eierskap, og en bred distribuert industri”.⁴⁰ Vi ser av formuleringen at myndighetene både vedtok industriell produksjon og lokal tilhørighet. Reguleringen førte til at regjeringen ble pålagt å bruke mer midler i rurale kystsamfunn. Dette gav ringvirkninger. Flere personer så muligheten til å tjene penger på oppdrett og flyttet til distriktene. Samtidig økte interessen fra eksterne investorer. Presset og interessen førte til en ny Akvakulturlov i 1985 hvor man gikk bort fra det lokale eierskapet, samtidig som restriksjonene om økning ble

³⁵ Nash, C. E. (2011).

³⁶ Osland, E. (1990).

³⁷ Lien, M. E. (2015).

³⁸ NOU (1977:39).

³⁹ Osland, E. (1990).

⁴⁰ St.meld.nr. 71 (1979-1980).

beholdt.⁴¹ Endringen førte til en videre industrialisering av oppdrettsnæringen, noe som også ført til at staten fikk mer kontroll over næringen.

Denne økte interessen rundt oppdrettslaksen førte til at næringen måtte forbedre laksen i seg selv, altså ble det skapt en ny laks. Dette ble gjort gjennom å kombinere laksegener fra 41 ulike elver i Norge. Gjennom selektivt avl klarte stamfiskoppdretterne å utvikle en laks som var mer egnet for kommersielt oppdrett. Egenskaper som økt tilvekst, bedre sykdomsresistens, god produktkvalitet og utsatt kjønnsmodning ble fremmet i den *nye laksen*.⁴² Dette i kombinasjon med mer effektive foringssystemer, introduksjonen av vaksine til laks og massive investeringer i næringen førte til en periode med stor vekst på slutten av 1980-tallet.

Her ser vi flere endringer eller brudd. Endringene av Akvakulturloven i 1985 ble et element i nettverket av ikke-menneskelige og menneskelige aktører. Denne påvirkningen fører til en endring av nettverket innenfor oppdrettsnæringen. Videre ser vi at laksen ble endret gjennom avl. Den ble altså videre domestisert, men denne gangen ble ikke laksen bare temmet. Oppdretterne gav laksen en ny mening ved å endre laksens gener. Laksen var med det transformert ytterligere. Fra å være en villaks i merder, til å bli en laks tilpasset for industriell oppdrett.

Men så gikk næringen inn i dårlige tider. Det globale markedet ble mettet og prisene falt dramatisk. Flere oppdrettsselskaper gikk konkurs som resultat av dette.⁴³ Samtidig oppstod det mye sykdom innen oppdrettsnæringen i perioden fra 1989–90. Det som førte til en stopp av utviklingen innen lakseoppdrett var den store infeksjøs lakseanemi (ILA) krisen. I løpet av 1990 ble det registrert mer enn 80 utbrudd.⁴⁴ Dette førte til at enda flere av de små oppdrettsselskapene falt bort, og kun de største som hadde investert i vaksiner greide seg. Flere av oppdrettsselskapene som hadde bygd seg opp siden 1970-tallet hadde også stor tillitt hos bankene og offentlige etater i de ulike regionene. Det var derfor enkelt for dem å få lån for å på nytt bygge seg opp til et stabilt nivå, og overkomme tapene etter ILA krisen.⁴⁵

⁴¹ Lien, M. E. (2015).

⁴² Lien, M. E. (2015).; Nofima, Avlsprogram (2015)

⁴³ Lien, M. E. (2015).

⁴⁴ Fakta om: Infeksjøs lakseanemi (ILA). (2015).

⁴⁵ Lien, M. E. (2015).; St.meld.nr. 71 (1979-1980).; Knagenhjelm, T.K. (2014).

Etter krisen

I 1993, da næringen begynte å stabilisere seg etter den store sykdomskrisen som var på sitt verste i 1990, var det få men store selskaper som dominerte norsk oppdrettet av laks.⁴⁶ Utviklingen foregikk i et voldsomt tempo, hovedsakelig på grunn av større og bedre merder, dypere nøter, bedre foringssystemer og nye vaksiner. For å unngå en for rask ekspansjon av oppdrettsnæringen innførte regjeringen i 1996 restriksjoner på hvor mye fôr som kunne brukes per tillatelse per år. Dette stoppet ikke de store selskapene i å ekspandere virksomhetene sine. I 1990 sto de 10 største selskapene av oppdrettslaks for 8 % av den totale produksjonen i Norge. I 2001 sto de 10 største selskapene for 46 % av den totale produksjonen.⁴⁷ For å dempe konsentrasjonen av produksjon og liberaliseringen som oppstod ved opphevingen av det lokale eierskapet fra Akvakulturloven i 1985, innførte regjeringen i 2001 en ny regulering som hindrer at en enkelt bedrift kan kontrollere mer enn 20 % av den totale produksjonen i Norge.⁴⁸

Oppdrett i tusenårsskiftet

Fra 2001 og frem til 2007 har det vært svært få endringer innen næringen. I denne perioden foregikk det et utvikling av utstyret, hvor nøter, merder, fôrautomater og båter ble større. Dette for å effektivt kunne produsere mest mulig laks. I starten av 2005 ble restriksjonen på mengde fôr som kunne brukes per tillatelse per år opphevet.⁴⁹ I sammenheng med opphevingen uttalte daværende fiskeriminister Svein Ludvigsen følgende:

”Hver (individuelle) aktør innen bransjen har som ansvar å regulere mengden produsert laks opp mot markedets etterspørsel”.⁵⁰

Opphevingen av restriksjonen rundt mengde fôr førte til at det ikke var noe regulering som begrenset mengde fisk som kunne være i en merd eller på en tillatelse. Dermed ble det innført en ny restriksjon som regulerte hvor mye fisk oppdretterne kunne ha i hver merd. Den nye måten å begrense produksjonen på var maksimalt Tillatt Biomasse (MTB) som regulerer hvor mange kilo fisk som var tillatt per kubikkmeter (m³) i hver merd.⁵¹ I dag er denne grensen på 25 kg per m³. Selv om denne restriksjonen er satt for å regulere fiskemengden kan oppdretterne ”jukse” her. Restriksjonen sier nemlig ingenting om tillatt dybde

⁴⁶ Flygind, S. K. (1999).

⁴⁷ St.meld.nr. 71 (1979-1980).

⁴⁸ Sst.

⁴⁹ Sst.

⁵⁰ Sst.

⁵¹ St.meld.nr. 71 (1979-1980).

på notposene. Dermed kan en oppdretter i teorien ha en notpose som er 70 meter dyp, selv om laksen kun benytter seg av de 15 øverste meterne.

En annen faktor som er av betydning er at staten har blitt strengere når det kommer til utdeling av nye tillatelser for oppdrett. På grunn av dette har utviklingen vært preget av at størrelsen på hver enkelt tillatelse har økt betraktelig. Tall fra statistisk sentralbyrå viser at antall tillatelser har gått fra 870 i 2003 til 1018 i 2013. Dette tilsvarer en økning på 17 %. Det interessante her er at antall sysselsatte i næringen har gått fra 2317 i 2003 til 4177 i 2013.⁵² Dette tilsvarer en endring på 80 %. Antall ansatte per tillatelse har dermed gått opp, noe som samsvarer med at hver tillatelse / lokalitet har økt i størrelse.⁵³

Antall tillatelser i drift, personer i arbeid og arbeidsinnsats innen matfiskproduksjon. Laks og regnbueørret

År	Matfiskproduksjon		
	Tillatelser	Personer	Timeverk (1000)
2003	870	2317	3354
2004	926	2275	3159
2005	923	2181	3158
2006	909	2388	3579
2007	929	2537	3627
2008	922	2714	4048
2009	990	2930	4230
2010	994	3456	4791
2011	1016	3784	5075
2012	1006	3969	5364
2013	1018	4177	6028
Endring % 2003-2013	17,0	80,2	79,7

Table 1. Viser hvordan antall tillatelser har økt med kun 17 %, mens antall sysselsatte har økt med 80 % i tidsrommet 2003-2013. Kilde: Ssb.

Økning i størrelsen av lokaliteter vil si en økning i biomasse av fisk. Det vi ser er at det er en korrelasjon mellom økningen av produksjon innen næringen og økningen av lakselus. Økningen av biomasse per konsesjon har funnet sted på grunn av press fra eksportnæringen. For å mette markedet må man produsere mer fisk. Jo større økning av biomasse fisk, jo større økning / tetthet av lakselus. Grunnen til dette er at en økt total biomasse med laks fører til at lakselusa har bedre forutsetninger til å formere seg. Utviklingen innen oppdrettsnæringen hvor oppdretterne har gått fra små og spredte enheter mot store og tettere enheter, har ført til at lakselusa er blitt ett av de største problemene innen næringen. I dag er luseproblematikken blitt så alvorlig at staten har innført nye regler som krever at lusetallene må senkes til 0,2 kjønnsmodne hunnlus eller

⁵² Sysselsetting. (2012).

⁵³ Statistisk sentralbyrå. Statistikken er lastet ned den 14. april 2015.

mindre for å få godkjent en økning av biomasse per tillatelse (lokalitet). Dette tallet er vanskelig å oppnå sammenliknet med det gamle tallet som var på 0,5. Lusetallene beskriver hvor mange kjønnsmodne hunnlus som er tillatt per fisk før avlusning må gjennomføres.

Ekspansjonen av næringen kan sees på som en innramming. Ved å se oppdrettsnæringen som en innramming og endringer av komponenter som overflyt foregår det brudd på innrammingen. Ved at oppdretterne erkjenner og er enige om endringene kan innrammingen opprettholdes. Men om overflyt skjer med jevne mellomrom, som ved at nye teknologier for næringen blir tatt i bruk er ikke innrammingen stabil. Dette er nødvendigvis ikke negativt for innrammingen av oppdrettsnæringen, siden de nye teknologiene fører til en økonomisk vekst. Hvis næringen hadde vært så stabil at ingen endringer kunne ha oppstått ville dette ikke vært en produktiv innramming.

Lakselus blir et problem

Etter at oppdrettsnæringen gjennomgikk en stor økning på slutten av 1980-tallet og utover 1990-tallet var det flere problemer som fulgte med økningen. Problemer som rømning, avfall fra overføring og medisinbruk, spredning av smittsomme sykdommer og parasitter og arealbeslag langs kysten.⁵⁴ Disse problemene ble etter hvert løst gjennom utvikling av nytt utstyr, som merder, nøter og håndteringsmetoder, og målrettet forskning over lengre periode. Men en ting som næringen ikke fikk bukt med var spredning av lakselusa. Lakselus i seg selv var ikke et nytt problem som plutselig dukket opp. Næringen hadde hatt kjennskap til lakselusa og problemene som den medførte for fisken helt siden det ble startet med kommersielt oppdrett på 1970-tallet. Men sammen med økningen av oppdrettsanlegg langs kysten kom det også en økning av lakselus. Problemet var ikke bare at lusa påvirket laksens helse og fiskevelferd, men det var også et økonomisk aspekt. I tillegg ble økningen av lakselus et alvorlig problem for villaksen.⁵⁵

⁵⁴ NOU 1999:9.; Knagenhjelm, T.K. (2014).

⁵⁵ Grøndtvedt, R. (2015).

Lakselus, hva er det da?

Lakselus (latinsk navn: *Lepeophtheirus salmonis*) er en parasittisk hoppekreps som forekommer naturlig i sjøen. I Norden er det laks (*Salmo salar*), arktisk røye (*Salvelinus alpinus*), sjørøtt (*Salmo trutta*) og regnbueørret (*Oncorhynchus mykiss*) som er potensielle verter for lakselus. På grunn av den store konsentrasjonen av laks i oppdrettsanlegg blir oppdrettslaksen den ideelle verten for lusa.. Lakselusa spiser slim, hud og blod fra verten, og ofte resulterer dette i sår med infeksjon og sopp, som igjen forstyrrer osmoreguleringen hos fisken (osmoregulering er reguleringen av saltinnhold i fisken opp mot ytre miljø (vannet)). Dette er andronome fiskearter, noe som vil si at de i vill tilstand gyter i ferskvann og lever i saltvann. Lakselusa kan ikke overleve i ferskvann og kan dermed kun leve på fisken i de periodene den er i sjøvann.⁵⁶

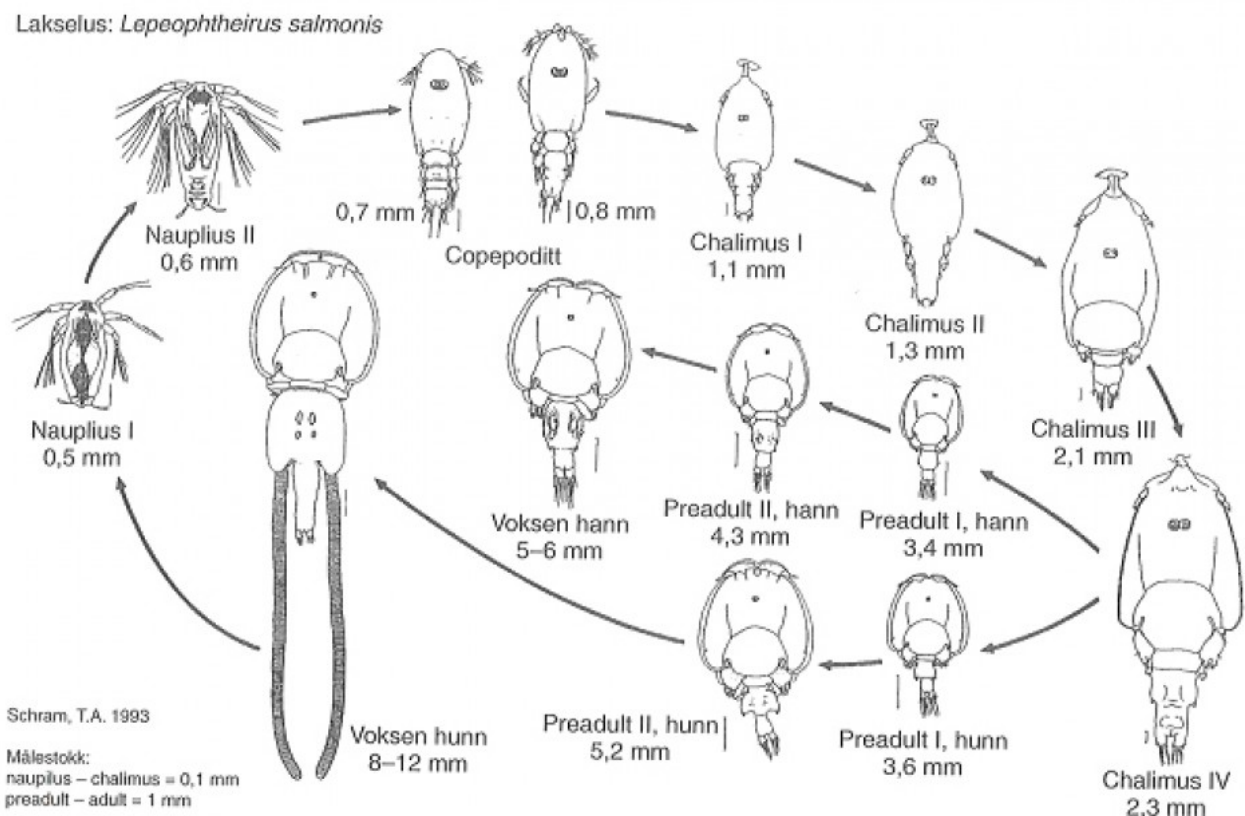


Figure 1. Lakselusas ti livsstadier. Kilde: Hanssen, T. M. (2012).

Lakselus gjennomgår ti livsstadier, og lusa må skifte skall for hvert livsstadium. Syv av de ti livsstadiene foregår på vertsfisken.

Livet til lakselusa starter i stengslene (eggstreng) hos en voksen hunnlus. Etter klekking er lakselusa i to livsstadier som kalles Nauplius I og II. Dette er frittlevende stadier hvor lakselusa kun driver med vannmassene, hovedsakelig i

⁵⁶ Lakselus. (2016).; Boxaspen, K.K. (2009).

de ti øverste meterne av vannmassene. Lusa kan sammenliknes med plankton i dette stadiet. Den eneste bevegelsen lusene kan kontrollere er vertikal bevegelse, hvor de går opp mot overflaten om dagen og synker ned (opptil ti meter) på natten. Lusas levetid i frittlevende stadium er ca. 200 døgngader. Det vil si at ved en temperatur på 10 °C kan lusa overleve i 20 døgn. Mens ved 5 °C kan luse leve i 40 dager. Dermed kan lakselusa spres over store avstander ved lav temperatur.⁵⁷

Det tredje stadiet kalles Kopepoditt, og det er her larven finner og infiserer fisken (verten). Lakselusa er nå i stand til å styre bevegelsene sine i større grad, og den reagerer på fysisk stimuli som lys, skygge og vibrasjoner som kan komme av en potensiell vert.⁵⁸

I stadium fire til syv kalles lusa Chalimus (I, II, III og IV). I disse stadiene sitter lakselusa fast på verten og har ingen mulighet til å bevege seg.⁵⁹

I stadium åtte og ni kalles lusa for Preadulte (I og II), og det er først nå at det kan skilles mellom hann- og hunn-lus. I dette stadiet kan lusa bevege seg på fisken eller hoppe over på en annen vert. Det er i disse bevegelige stadiene at lusa gjør mest skade på fisken. Ved å spise slim, hud og blod oppstår det små sår på fisken. Både infeksjon og sopp kan sette seg i sårene, noe som påvirker fiskens helsetilstand og osmotiske saltbalanse.⁶⁰

I det tiende og siste stadiet kalles lusa for Adulte. Både hann-lusa og hunn-lusa blir kjønnsmoden og en gjennomført parring fører til at hunn-lusa kan produsere ca. 11 par stengler i løpet av det voksne livet, med 200-1000 egg i hvert par.⁶¹

Spredning

Lakselusa formerer seg året rundt. Som tidligere nevnt spres lusa med vannstrømmene, og kan bevege seg kontrollert over korte avstander. Lakselusas livssyklus styres av temperatur. Ved lave temperaturer foregår endringen fra et stadium i livssyklusen til neste stadium tregt, og ved en høy temperatur går det raskt fra egg til kjønnsmoden lus. Den optimale temperaturen for lakselus er mellom 6-14 °C, men den kan fint overleve og formere seg innen temperaturspennet 2-20 °C.⁶²

⁵⁷ Lakselus. (2016).; Boxaspen, K.K. (2009).; Lakselus - Lepophtheirus Salmonis. (2013).

⁵⁸ Boxaspen, K. (2006).

⁵⁹ Lakselus. (2016).; Boxaspen, K.K. (2009).

⁶⁰ Lakselus - Lepophtheirus Salmonis. (2013).

⁶¹ Sst.

⁶² Boxaspen, K.K. (2009).

Det er lett å forstå at oppdrettslaks ofte er infisert av lakselus. Den store mengden fisk som er samlet på et avgrenset område er perfekt for lakselusas livssyklus. En store opphopingen av lus i kombinasjon med høy temperatur fører til en eksplosiv vekst av lus. Veksten av lus fører til mer sår på fisken, noe som fører til tap av fisk og behovet for avlusning. Avlusningen fører til håndtering av fisken som igjen fører til stress på fisken, noe som kan føre til ytterligere tap av fisk. Lusas tilstedeværelse fører altså til en stor økonomisk utgift for oppdretterne både i form av tap av fisk, medikamenter / avlusning og arbeidstimer. Lusa kan også smitte over til vill fisk i området.

Dagens merder som blir brukt innen lakseoppdrett beskytter ikke laksen fra å bli smittet av vill fisk, og omvendt hindrer ikke merden smitte fra å bli spredt fra oppdrettsanlegget til vill fisk. Dermed er det stor sannsynlighet for at vill fisk som migrerer til og fra elvene langs hele kysten av Norge blir smittet av lus idet de passerer oppdrettssensitive områder med mye lakselus.⁶³ Spredningen av lakselus fra oppdrettslaks over til villaks har ført til en minskning i villaksbestanden og det har helt siden 1970-tallet vært ønskelig å redusere dette smittepresset mot villaksen.

Tidligere problemløsning og resultat

Allerede på 1970-tallet var oppdrettere klar over at lakselusa kunne skape problemer for oppdrett av laks, og næringen forstod at behandlingsmidler var nødvendig. Havforskningsinstituttet var først ute innen utviklingen av behandlingsmidler for å bekjempe lakselusa. I løpet av 1970-tallet ble det av Emmy Egidius utviklet, i samarbeid med havforskningsinstituttet, et behandlingsmiddel som var basert på stoffet *neguvon*, og ble brukt som en kjemisk badebehandling.⁶⁴ Dette behandlingsmiddelet var effektivt de første årene det ble brukt. Men så avtok effekten, og på 1980-tallet oppdaget oppdretterne at lakselusa hadde utviklet resistens mot behandlingsmidlet. Dette ble løst ved å fremstille nye medikamenter, og utover 1990-tallet ble det produsert flere nye midler. Et av de nye medikamentene var Slice, et middel som ble tilsatt i fiskefôret.⁶⁵ Et annet middel for lusebekjempelse som ble svært populært var hydrogenperoksyd, et kjemikalie som ble brukt som badebehandling. Ved hjelp av kjemikalier og medikamenter, leppefisk (rensefisk) og delvis samordnede avlusninger klarte oppdretterne å holde lusetallene på et lavt nivå.⁶⁶ Dette vil jeg komme tilbake til senere. Selv om

⁶³ Boxaspen, K.K. (2009).

⁶⁴ Havforskningsinstituttet. (2007).

⁶⁵ Ofte stilte spørsmål om SLICE. (2011).

⁶⁶ Jonsson m.fl. (2006).

dette virket som en langtidsbasert løsning på 1980-tallet vet vi i dag at dette bare fungerte som en ”quick fix”.

Videre utover 1990-tallet ble det registrert en kraftig nedgang i sjøørretbestander og villaks i oppdrettssensitive områder. Det samme ble registrert både i Norge, Irland og Skottland, og oppdrettsnæringen ble tidlig mistenkt for økningen og spredningen av lakselus.⁶⁷ Det viste seg at det økte smittepresset av lakselus fra oppdrettsanlegg førte til en økt dødelighet på sjøørret og villaks, direkte, eller i sammenheng med andre årsaker.⁶⁸ Oppdrettsnæringen ble raskt utpekt som synderen etter at det ble oppdaget en korrelasjon mellom økningen på størrelsene av oppdrettsanleggene og økning av lakselus. Oppdrettet hadde ført til at det oppstod store ansamlinger av fisk på svært avgrensede områder, altså ble det flere verter for lakselus på mindre områder.⁶⁹

Her ser vi at innrammingen oppdrettsnæring fører til negative konsekvenser for fiskebestander som er utenfor innrammingen. En ekspansjon av oppdrettsnæringen fører til en økning av lakselus. På dette stadiet er lusa ikke noe stort problem for næringen siden medikamenter er en del av næringen eller innrammingen. Men lakselusa er en eksternalitet ved at den forlater innrammingen og påvirker fiskebestander som ikke er utenfor rammen.

Hvem skal kontrollere lusa?

Etter hvert ble luseproblematikken så alvorlig at det ble behov for strengere oppfølgninger og krav for å få bukt med problemet. Høsten 1995 startet Norges Forskningsråd arbeidet med å etablere en Nasjonal handlingsplan for lusebekjempelse. Det ble foreslått at utvalget skulle bestå av representanter fra oppdrettsnæringen, forvaltning og forskning.⁷⁰ I oktober 1996 gikk Statens dyrehelseplan i front og fikk i gang den Nasjonale handlingsplan mot lus på laksefisk som Norges Forskningsråd startet på året før. Representanter fra Fiskeridirektoratet, Direktoratet for naturforvaltning, Norske fiskeoppdretteres forening, og Akvaveterinærenes forening tok del i en arbeidsgruppe. Lederen for denne gruppen var Inger Eithun fra Statens dyrehelsetjeneste. Handlingsplanens mål var å definere både langsiktige og kortsiktige mål for bekjempelsen av lakselus.⁷¹

⁶⁷ Finstad, B., & Bjørn, P.A. (2009).

⁶⁸ Boxaspen, K.K. (2009).

⁶⁹ Heuch, m.fl. (2005).

⁷⁰ Statens dyrehelsetilsyn. (1997).

⁷¹ Direktoratet for naturforvaltning. (1999).

I løpet av 1998 ble det innført regionale tiltaksgrenser som påla oppdretterne å gjennomføre bekjempelse av lakselus om lusenivået oversteg et gitt nivå.⁷² I 1999 ble de regionale forskriftene samlet av Statens dyrehelsetilsyn i en nasjonal forskrift om bekjempelse av lakselus som fikk gjennomslagskraft i 2000. Formålet med forskriften var å sette minimumstiltak for å redusere forekomsten av lakselus. Dette for å begrense skadevirkningen på laks og ørret både i ville og fangede bestander.⁷³ Så langt hadde Statens dyrehelsetilsyn stått i spissen for bekjempelsen av lakselus, men i årsskiftet 2003–2004 ble alle funksjoner som ble holdt av Statens dyrehelsetilsyn overført til mattilsynet. Dette førte også til at forskriftene rundt lusebehandling og fiskesykdomsloven nå inngikk i den nye Matloven.⁷⁴

Resistens, et slag i trynet

Fra midten av 1990-tallet og frem til starten av 2008 hadde oppdrettsnæringen klart seg uten å støte på store problemer, med unntak av lakselusa. Mengden lakselus økte, men oppdretterne økte bare antallet behandlinger. Ved å variere mellom de ulike metodene for lusebekjempelse, og kjøre koordinerte regionale avlusninger, klarte de å holde lusetallet på et forholdsvis lavt nivå. Men så kom resultatet etter den høye bruken av medikamenter. Høsten 2008 ble det rapportert om resistensutvikling på lakselus. Resistensen viste seg å være mot det kjemiske behandlingsmidlet Slice, som blir brukt som medisinfôr. I dag vet vi at bruken av Slice i sammenheng med bruk av kjemisk badebehandling, med stoffet hydrogenperoksid, skapte en multiresistent lus som var vanskelig å bli kvitt. Til å begynne med var det hovedsakelig et anlegg i Austevoll og et par anlegg i Trøndelag som fikk problemer med resistent lus. Utover våren 2009 spredte problemet seg til sør-vest Norge.⁷⁵ Både regjeringen, mattilsynet og oppdrettsnæringen skjønnte at dette var et stort problem som måtte løses. Mattilsynet begynte dermed å jobbe for å endre luseforskriftene til å ikke bare dreie seg om å redusere forekomsten av lakselus, men også til å stoppe resistensutviklingen.⁷⁶

Resultatet ble en ny forskrift som hadde som mål å angripe luseproblematikken ved hjelp av flere ikke-medikamentelle metoder, samt å redusere og bekjempe resistensutvikling hos lus. Forskriften trådte i kraft 18. august 2009.

⁷² NOU 1999:9.

⁷³ Sst.

⁷⁴ Statens dyrehelsetilsyn. (2004).

⁷⁵ Grøndtvedt, R. (2015).; Havforskningsinstituttet til Mattilsynet. 22. april 2009.

⁷⁶ Grøndtvedt, R. (2015).; Mattilsynet til Fiskeri- og kystdepartementet, 29. januar 2009.

I sammenheng med den nye forskriften i 2009 ble det holdt en høring hvor ulike berørte parter som ble påvirket av luseproblematikken fikk delt sine meninger. Representanter fra blant annet myndighetene, oppdrettsnæringen, miljøvernorganisasjoner og forskning deltok på høringen. Meninger rundt og forståelsen av luseproblematikken ble delt av de berørte partene. Det viktigste som kom frem etter dette høringen var en felles forståelse om at den kraftige økningen innen oppdrettsnæringen var grunnen til resistensutviklingen.⁷⁷ Når oppdrettsanleggene stadig økte størrelsen på enhetene, ga det en økning i biomassen. Denne økningen var ideell for lakselusas utvikling, noe som førte til mer lus. Økningen i lus førte igjen til hyppigere bruk av medikamenter og kjemikalier for å bli kvitt lusa, og det resulterte i at lakselusa utviklet resistens mot disse midlene. Altså hadde resistensutviklingen økt i takt med økningen av merdstørrelsen.⁷⁸ Løsningen for å bli kvitt resistensen var å minske bruken av medikamenter og kjemikalier, og dermed var det behov for å ta i bruk ikke-medikamentelle metoder for lusebekjempelse.⁷⁹

Fra 1. januar 2011 innførte myndighetene et nytt krav, at avlusning skulle foregå i lukkede enheter. Dette førte til at kostnadene for kjemisk behandling mot lakselus økte betraktelig. Resultatet var at oppdretterne enten måtte benytte seg av en heldekkende presenning rundt hele merden under behandlingen, eller foreta behandlingen i en brønnbåt. Endringen førte til mer håndtering av fisken, noe som førte til økt stressnivå og større risiko for rømming.⁸⁰

I løpet av 2014 begynte man å mistenke at lusa hadde utviklet resistens mot stoffet hydrogenperoksid. I 2015 ble det bekreftet at enkelte stammer med lakselus hadde utviklet en slik resistens. Dette førte til at oppdretterne i områder med høy resistens måtte kutte ned på bruken av hydrogenperoksid og kun benytte det ved tilfeller med ekstremt høye lusetall.⁸¹

I ettertid har forskriften blitt endret flere ganger. Den siste endringen kom 16. mars 2016, og inneholdt en samordnet plan for kontroll og bekjempelse av lakselus, samt samordnede tiltak mot lakselus om våren.⁸²

⁷⁷ Fiskeri- og havbruksnæringens landsforening til Mattilsynet. 21. April 2009.

⁷⁸ Grøndtvedt, R. (2015).; Fiskeridirektoratet & mattilsynet. (2010).

⁷⁹ Grøndtvedt, R. (2015)

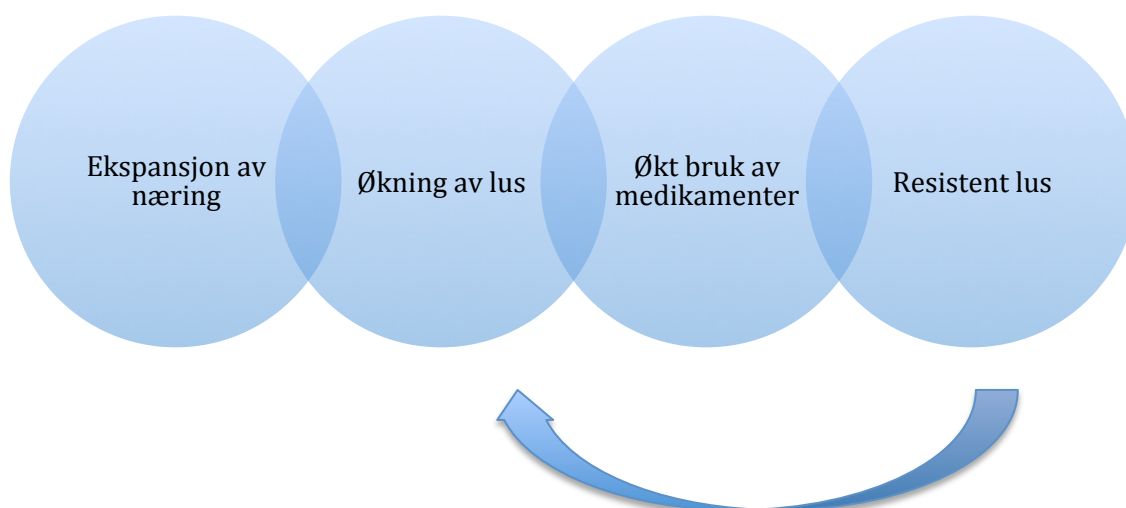
⁸⁰ FHF, Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond. (2011).; SLK-publikasjon 2000:02

⁸¹ Hemming, G. (2014).

⁸² Forskrift om bekjempelse av lus i akvakulturanlegg (luseforskriften). (2009).; Forskrift om bekjempelse av lus i akvakulturanlegg (luseforskriften). (2012).

En domestisering med komplikasjoner

I dette kapitlet har vi sett hvordan laksen ble domestisert og ble en viktig næring. Dette er en prosess som har gått ganske raskt sammenliknet med domestiseringen av andre dyr. For eksempel startet domestiseringen av hunden for ca. 13 000 år siden, svin for ca. 9000 år siden og kua for ca. 8000 år siden.⁸³ Domestiseringen av laksen startet i 1853 da klekkerieksperiment ble gjennomført for å vedlikeholde laksestammene i Norge. Denne domestiseringen innebar bruken av flere ulike teknologier. Ta for eksempel selve laksemerden. Den har gått fra å små firkantede rammer, bestående av tømmer og notlin til å være avanserte konstruksjoner i stål, plast eller betong med dype nøter. Denne utviklingen har ført til en ekspansjon, noe som har påvirket nivået av lakselus. Økningen av lus ble til slutt et problem som måtte løses, men løsningen førte til at luseproblemet ble forverret gjennom utvikling av resistens.



Figur 2. Viser hvordan løsningen mot økningen av lusenivået førte til et nytt problem, resistensen. Dette førte til en ytterligere økning av lusenivået.

Den fasen hvor laksen går fra en vill fisk til et husdyr kan også beskrives analytisk som en innramming. Denne innrammingen bestod av at ulike elementer og aktører som ble tilpasset hverandre og stabiliseres. Ulike teknologier som merder, fôr og medisinbruk gav et uttrykk og en bruksmåte som var økonomisk mulig og akseptabelt for myndighetene. I neste kapittel skal vi se hvordan denne innrammingen ble utfordret.

⁸³ Hagen, A. & Vangen, O. (2014).

3 En uønsket ”gjest”

Et problem, flere løsninger

Helt siden Vik brødrene satte ut sin første flytende merd i 1959 har oppdrettsnæringen vært påvirket av lakselus. Før brukte oppdretterne lite tid og ressurser på å bli kvitt lakselusa, men etter hvert som lusa har blitt et større problem har også tids- og ressursbruken økt. Men hvilken konkrete metoder er det som har blitt brukt for å bli kvitt lusa? Det vil jeg se nærmere på i dette kapittelet. Hva er blitt brukt? Og hvor effektive har de ulike metodene vært? Hvilke konsekvenser har det gitt? I tillegg er det i løpet av de siste 5-6 årene blitt utviklet flere interessante metoder som kan være med på å løse luseproblematikken i nærmeste fremtid.

Det er mange ulike metoder som er blitt brukt og som brukes. Fremfor å presentere metodene i kronologisk rekkefølge vil jeg vil benytte to grupper: Forebyggende, som vil inneholde alle metoder som blir brukt for å holde lusetallene på et lavt nivå. Og behandling, som vil inneholde alle metoder som blir brukt når lusetallene har oversteget tiltaksgrensen. Innen disse to gruppene vil det være to undergrupper, medikamentell og ikke-medikamentell behandling.

Tiltaksgrensen

Før jeg presenterer de ulike metodene for avlusning av laks vil jeg forklare litt mer angående tiltaksgrensen som har blitt nevnt tidligere i korte trekk. Tiltaksgrensen, som er satt av myndighetene og mattilsynet, kan sies å være et uttrykk for myndighetenes aksepterte nivå av lus, og dermed fremstår tiltaksgrensen som en politisk beslutning. Altså er det et styringsverktøy innen reguleringen av oppdrettsnæringen. Tiltaksgrensen er mye diskutert og det er stor uenighet når det gjelder virkningen som dagens grense har. I dag er grensen på 0,5 kjønnsmodne hunnlus, og denne grensen gjelder hele året. Dette vil si at det må iverksettes tiltak umiddelbart om lusetallet når eller overstiger denne grensen.⁸⁴ Fra 2016 kunne alle anlegg søke om en økning på 5 % i produksjon på eksisterende konsesjoner, men da med krav om lusetall på maks 0,2

⁸⁴ Johnsen, S. (2012).

kjønnsmodne hunnlus og maksimalt 3 legemiddelbehandlinger per produksjonssyklus. I tillegg er det mulighet å søke om økning gjennom grønne konsesjoner, men da er grensen på 0,1 kjønnsmodne hunnlus. Dette vil i praksis si ingen kjønnsmodne lus, noe som er så å si umulig med mindre anlegget ligger i et område hvor alle oppdretterne samkjører lusebehandling og det er store avstander mellom anleggene for å hindre spredning, eller om man opererer med helt lukket produksjon.⁸⁵ Et annet problem når det gjelder disse ekstremt lave lusetallene er dokumentering. Tellingen av lakselus inneholder store usikkerheter og variasjon. Man kan ikke med dagens telleteknikker forholde seg til så lave lusegrenser. Disse lave lusegrensene fører til et nytt problem, hyppigere behandlinger som igjen påvirker resistensen hos lusa. Den eneste måten å løse dette problemet på er å holde et stramt regime for lusebekjempelsen som er felles for et større område hvor man benytter seg av biologiske og ikke-medikamentelle metoder.⁸⁶

Forebyggende

Helt siden man startet med oppdrett av laks og regnbueørret i merder, har oppdretterne ønsket å holde lusetallene på et så lavt nivå som mulig. Ved å benytte ulike forebyggende metoder kan lusetallene holdes på et så lavt nivå at det ikke er behov for å gjennomføre behandling mot lakselusa. Ved å benytte seg av forebyggende tiltak mot lakselus kan oppdretterne tjene økonomisk på dette over lengre tid. Disse tiltakene er i de fleste tilfeller billigere totalt sett og de minsker håndtering av fisken. Dette vil føre til et lavere stressnivå hos laksen, noe som igjen fører til mindre dødelighet og tap av fisk. Behandlingsmetoder fører ofte til et høyt stressnivå hos laksen, noe som kan føre til en svekkelse av immunsystemet, og dermed er fisken mer mottagelig for sykdommer. Skjelltap kan også forekomme, noe som vil resultere i sårdannelse og soppinfeksjon etterfulgt av død. Denne formen for tap av fisk fører til et stort økonomisk tap gjennom vekstperioden i sjøen sett i den totale sammenhengen.⁸⁷

⁸⁵ Grøndtvedt, R. (2015).

⁸⁶ Sst.

⁸⁷ Erikson, U.

Medikamentell behandling

Medisinfôr

Det ikke vært så mange typer av forebyggende medikamentell behandling tilgjengelig. Medisinering mot lakselus gjennom fôr ble presentert først i 1996. Metoden fikk mye negativ omtale til å begynne med, noe som har tatt seg opp igjen i senere tid. Medisinfôr har blitt brukt både for å forebygge og behandle mot lakselus. Det er tre ulike typer medisinfôr som er blitt brukt, og som til dels fortsatt brukes. Det er kitinsyntesehemmerene Releeze (diflubenzuron) og Ektobann (teflubenzuron), og avermektin Slice vet (emamektin). Dette er altså medikamenter som er tilsatt fôret som blir gitt til fisken.

Medikamentene Releeze og Ektobann som er basert på kitinsyntesehemmere blir tatt opp i fiskens tarm og fordeles i blod, vev og hudens slimlag hos fisken, og overført til lusa når den fester seg og biter fisken. Substansene blokkerer den normale produksjonen av kitin og hemmer dermed skalldannelsen som er nødvendig for å endre livsstadium.⁸⁸ Dette fører til at lus som skal gjennomgå skallskifte dør, men har ingen effekt på voksne lus.

Medikamentet Slice vet som er basert på avermektin blir også tatt opp i fiskens tarm og fordeles i blod, vev og hudens slimlag hos fisken, og overført til lusa når den fester seg og biter fisken. Men dette stoffet utskilles mye langsommere i fiskens kropp og har en lengre effekt enn andre medikamenter som benyttes mot lakselus. Avermektiner gir hos invertebrater en forhøyet membranpermeabilitet ovenfor kloridioner. Dette fører til forstyrrelser i signaloverføringen i og mellom nerveceller. Siden stoffet påvirker nervecellene vil det ha virkning mot lusa uavhengig av hvilket livsstadium den er i.⁸⁹

Medisinfôr viser seg å være effektivt for bekjempelse av lakselus samt for forebygging. Behandlingen hemmer ikke laksens appetitt, og dermed unngår man kostnader ved tap i påvekst. Lakselusen har vist tegn til resistens mot spesialfôr og da spesielt Slice Vet (emamektin), men ikke i tilsvarende grad som ved andre behandlingsformer som f.eks. hydrogenperoksid. Medikamentene har vist seg å påvirke det nærliggende miljøet ved oppdrettsanlegg, og da i sammenheng ved overfôring, fôring over lengre tid eller regelmessig/hyppig bruk. Både dyr og havmiljøet i området rundt oppdrettsanlegget bli påvirket. Man ser symptomer på ulike arter av kreps og skalldyr, hvor kitinsyntesehemmere i medisinfôret hemmer veksten av skallet og fører til

⁸⁸ SLK-publikasjon 2000:02

⁸⁹ SLK-publikasjon 2000:02

deformasjon eller død.⁹⁰ I dag er det begrenset bruk av disse medikamentene for å senke resistensutviklingen hos lakselus og for å skåne miljøet.

Ikke-medikamentell behandling

Rensefisk - et biologisk tiltak

Rensefisk har blitt brukt både for å forebygge og bekjempe lakselus helt siden 1970-tallet. Men ikke før i 1987 ble effekten ved bruk av rensefisk dokumentert, da av Havforskningsinstituttet.⁹¹ Når det er snakk om rensefisk er det hovedsakelig leppefiskartene Bergnebb og Berggyllt, og Rognkjeks som blir brukt. Mens leppefisk har blitt brukt siden 1970-tallet er bruken av Rognkjeks noe nyere i oppdrettsammenheng, og i dag. Overgangen fra leppefisk til Rognkjeks kommer av at sistnevnte er billigere å produsere og har en kortere vekstperioden fra klekking til sette klar størrelse. Rensefisk spiser lusa av laksen mens den står i merden.

Bruken av rensefisk mot lakselus hadde sin første gullalder mellom 1994-99. Oppdrettsnæringen gjennomgikk videre en nedgang i bruken av leppefiskbruk da de effektive legemidler mot lusa kom på slutten av 90-tallet, hovedsakelig var det Slice vet som var årsaken til dette. Rensefisken gjennomgikk sin andre gullalder fra 2009 og rensefisken er fremdeles populær i dag. Dette er et resultat av det økende problemet av resistent lakselus som viser seg gjeldende fra starten av 2008 og utover. Bruken av leppefisk får raskt sin renessanse, og øker raskt til 1,5 mill. per år i 2007 og 2008. Parallelt med resistensproblemet øker bruken av leppefisk i 2009 fra 4,4 mill. til 18-20 mill. i 2010.⁹² Det er normalt å benytte seg av 7 – 10 % rensefisk opp mot merdens totale biomasse. En av grunnene til at rensefisk er mye brukt som en ikke-medikamentell metode for lusebekjempelse er at rensefisk er mye billigere enn kjemisk eller medikamentell behandling.

Flere oppdrettsanlegg erfarer gode resultater i bekjempelse av lus ved bruk av rensefisk. For å oppnå maksimal effekt er ikke rensefisken i seg selv tilstrekkelig som tiltak, erfaringer viser behovet for å se bruk av leppefisk i sammenheng med strategisk bruk av andre ikke-medikamentelle metoder eller effektive legemiddel. Oppdrettsnæringen benytter seg i dag både med villfangst og oppdrett av rensefisk. Villfangst av rensefisk byr på utfordringer med tanke på etiske problemstillinger, og utgjør en risiko med tanke på kvalitet. Dette rommer også muligheten for at fisken kan være bærer av sykdommer. Ved oppdrett av rensefisk er man garantert en viss kvalitet, og man har i større grad kontroll på

⁹⁰ Ordinære lusemidler mot lakselus. (2011).; Ofte stilte spørsmål om SLICE. (2011).; SLK-publikasjon 2000:02

⁹¹ Grøndtvedt, R. (2015).

⁹² Grøntvedt, R. A. (2011).

spredning av sykdommer. Antall selskaper som driver oppdrett av rensefisk øker stadig, og flere av de store oppdrettselskapene kjøper opp aksjer hos nye oppdrettere av rensefisk for å sikre seg tilgang til rensefisk.

Bruk av rensefisk har lenge levd side om side med medikamentell behandling. Ved bruk av rensefisk vil oppdretterne kunne minske antallet for medikamentell behandling årlig, som i neste omgang vil ha positiv effekt for både miljø og fiskevelferd. Bruk av rensefisk påfører mindre skader på fisken under avlusningsprosessen enn medikamentelle og mekaniske behandlinger.

Permaskjørt og planktonduk

Behandlingen er et forebyggende tiltak. Metoden ble kommersielt tilgjengelig i 2014, og utprøves nå i flere oppdrettsanlegg. Permaskjørt konstrueres av vevd duk som er tett, mens planktonduken er et nett som gir muligheter for vanngjennomstrømning. Skjørtet installeres før lusepåslag (i perioder med lave lusetall) og reduserer muligheten for at lus kan feste seg på fisken. Forskning viser at skjørtet alene kan gi en effekt på opptil 18 % mindre lakselus i enkeltmerder, og en lokalitetseffekt på gjennomsnittlige 54 % om det blir brukt skjørt på alle merdene på lokaliteten. En gjennomgang av bruksområder viser at konseptet vil kunne redusere sannsynligheten for rømming av fisk gjennom redusert behov for avlusning og annen håndtering av fisk under produksjonsperioden. Det er viktig å presisere at ulike oppdrettsanlegg / konsesjoner vil oppleve ulike resultater grunnet ulike strømforhold og bunntopografi. Dette kan påvirke sirkulasjon i vannet og føre til at lakselus og andre parasitter kan bli dratt dypere med strømmen enn dybden på skjørtet. Det er derfor viktig at man har tilpasning av hver enkelt lokalitet i tankene. Dybden på noten er avgjørende for effekten, en not med 10 meters dybde vil gi en mer tilfredsstillende effekt enn en not med 5 meters dybde.⁹³

Skjerming og skjørt fører til mindre lakselus og andre parasitter. Oksygennivå og vannstrøm vil bli påvirket i mindre grad, og man kan periodevis se små endringer innen oksygennivå ved f.eks. høye temperaturer og algeoppblomstring. Bruken av planktonskjørt eller permaskjørt påfører ikke stress på laksen. Det er forøvrig mulighet for rømming, utslipp av dødfiskmasse og rester av fôr, samt mulighet for smitte. I likhet med rensefisken er permaskjørt og planktonduk en billig ikke-medikamentell metode sammenliknet med kostnadene ved bruk av medikamentell behandling.

⁹³ Botngård, K. (2015, august).

Lukket enhet

Lukket enhet vil si å isolere fisken i merden fra omgivelsene. Tidligere var det flere som eksperimenterte med lukkede enheter som bestod av presenning. Men dette viste seg å fungere dårlig i stor skala. Etter hvert begynte flere å se mot lukkede enheter laget av glassfiber, stål, plast eller betong.⁹⁴ Testing av prototyper har foregått siden 2010. Og siden 2015 har det vært mulig å kjøpe lukkede merdsystemer i stål fra en bedrift som heter Ecomerden.⁹⁵ Ved bruk av lukkede enheter benytter man seg av et vanninntak som er på 20 – 30 meters dyp. Dette vil minske sannsynligheten med å få lakselus inn i enheten, siden lakselusa holder seg i de 10 øverste meterne av vannsøylen. Men unntak kan forekomme ved ulike strømforhold i sjøen som drar lusa ned til et dypere sjikt enn den ellers finnes i. Ved testing er det dokumentert reduksjon av lus og parasitter. Dette er et robust system som kan hindre rømming og fører til gode parameter for tilvekst (oksygen, temperatur). Noen problemer med begroing og karhydraulikk (vannstrømmen innen det lukkede systemet) kan forekomme. Et lukket system vil gi god oversikt / kontroll over fisken, men vanskeliggjør noen av de daglige rutine for røkterne. Avfallsstoffer og forrester filtreres vekk fra sjøvannet som pumpes ut av enheten. Dette vil dermed spare miljøet for påkjennelser som oppdrettsnæringen tidligere har fått mye kritikk for. Bruken av lukkede enheter er ganske dyrt sammenliknet med andre ikke-medikamentelle metoder. Kostnadene havner på ca. 4 kr per fisk. Kostnaden omfatter selve systemet, arbeidstimer og overvåkning.

Snorkelmerd og nedsenkbar merd

Siden lakselusa finnes i det øvre sjiktet av vannsøylen kan lusepåslag unngås ved å flytte fisken vekk fra lusa. Ved å benytte seg av snorkelmerd eller nedsenkbare merder kan dette oppnås. En snorkelmerd består av en nedsenket notpose med tak, og en smal kanal som leder opp til overflaten. Denne kanalen er ofte beskrevet som snorkelen. Hensikten ved snorkelen er at fisken skal ha mulighet til å stige opp til overflaten for å fylle svømmeblæren (en luftfylt blære som gjør det mulig for fisken å regulere hvilken dybde den skal svømme på. I tillegg fungerer svømmeblæren som en forsterker for hørselen).⁹⁶ For å unngå lusepåslag på fisken idet det stiger til overflaten er snorkelen enten kledd med presenningsduk eller laget i plast / glassfiber.⁹⁷ Utvikling og testing i mindre skala startet i 2010 / 2011. I løpet av 2013 ble en prototype i full skala testet. Effekten varierer, men det er dokumentert effekt på alt fra 20–84 % reduksjon av lakselus. Resultatet vil avhenge av hvilken dybde på snorkelen som blir brukt.

⁹⁴ Aarhus, I. J., m.fl. (2011).

⁹⁵ Kråkås, Ø. (2016).

⁹⁶ Åbro, A. (2011).

⁹⁷ Kvistad, A. (2013).

Testingen viste at jo dypere snorkel, jo mindre lakselus.⁹⁸ Resultatene høres veldig bra ut, men det er også negative sider ved bruk av snorkelmerd. Testing viste at fisken i snorkelmerden hadde 33 % lavere tilvekst enn fisk som stod i en vanlig åpen merd. I tillegg blir de daglige rutinene og ettersynet av fisken vanskeligere på grunn av at fisken står dypt i vannet. Foringen er noe vanskeligere siden det må foregå via snorkelen, og dødfisk må tas opp vi snorkelen eller ved bruk av pumpesystem. En annen utfordring er telling av lus på fisken.⁹⁹ Under testing i mindre skala ble det også oppdaget at fisken som stod i snorkelmerd hadde mer kontakt med notveggen og taket sammenlignet med fisk som stod i en vanlig merd. Den økte kontakten med nota førte til mer sår på fisken, og da spesielt på snute- og hode-parti. Ulike produsenter og aktører jobber fortsatt med løsninger som kan benyttes på stor skala.

Når det gjelder nedsenkbar merd er den ment som en midlertidig løsning, ikke permanent som snorkelmerden. I en nedsenkbar merd har ikke fisken mulighet til å stige opp til overflaten. Formålet med en nedsenkbar merd er å kunne senke merden periodevis når forholdene krever det. Det er da snakk om forhold som dårlig vær eller korte perioder med mye algeoppblomstring, patogener og parasitter. Med dette prinsippet følger det flere utfordringer. Kontrollert foring, håndtering av dødfisk, lusetellinger, helseoppfølging og levering / mottak av fisk viser seg å være vanskelig. Foreløpig er det ingen kommersielle anlegg som benytter seg av nedsenkbare merder, men det jobbes med utvikling av prinsippet.¹⁰⁰

Laser

En av de nyere ikke-medikamentelle metodene for lusebekjempelse er bruken av laser. Fra 2015 ble det mulig å benytte seg av optisk avlusning. Foreløpig er det kun en leverandør, Stingray, av systemet som benytter seg av kamerasyn, avansert programvare og laser. En sonde som er plassert i merden gjenkjenner lakselus og skyter den med en laserstråle, uavhengig om lusa sitter på fisken eller flyter i vannmassene. Programvaren i sonden utvikler seg selv ved bruk og lærer å identifisere lusa bedre etter hvert som den er i bruk.¹⁰¹ Produsenten hevder at enheten kan skyte opptil 5000 lus per time, men partikler i vannet kan bli forvekslet med lus og dermed skytes det mot "uidentifiserte mål" innimellom. Kostnaden for en enhet er på ca. 860 000 kroner. Produsenten hevder at denne investeringen vil være tjent inn i løpet av to års bruk av enheten. Det vil være nødvendig å benytte seg av medikamentell eller andre

⁹⁸ Oppedal, F., Dempster, T., Stien, L. H. (2016).

⁹⁹ Nodland, E. (2015).; Sunnset, B. H. (2016).

¹⁰⁰ Aarhus, I. J., m.fl. (2011).

¹⁰¹ Frenal, B. (2015, august).

ikke-medikamentelle metoder i tillegg til laser, grunnet at dette er et forebyggende alternativ, og man vil ikke bli kvitt all lusa ved bruk av laser. Tester så langt viser ingen skade på fisken etter laseren og metoden fører til mindre håndtering av fisken.¹⁰²

Dagens forebyggende metoder har vist seg å ikke gi et tilstrekkelig effektivt resultat. Grunnen til dette er de høye lusetallene, og denne situasjonen gjelder i de fleste områder langs kysten. Ved å kombinere ulike forebyggende metoder kan lusetallet holdes på et lavt nivå, men å benytte seg av flere forebyggende metoder er mer arbeidskrevende enn å benytte seg av behandlende metoder. Vi kan se for oss lusebekjempelse som en innramming hvor noen av de viktigste aktørene er lakselusa, kostnader, oppdretterne, mattilsynet og Akvakulturloven. Nye metodene kommer konstant inn som overflyt og skaper et brudd i innrammingen. Dette fører til at innrammingen aldri er stabil. Dette kan ses som den konstante utviklingen som næringen gjennomgår.

Behandling

Det er ikke alltid at de forebyggende metodene gir nok effekt, og dermed må oppdretterne benytte seg av behandling. Dette skjer når lusenivået er blitt så høyt at det nærmer seg eller overstiger tiltaksgrensen. De fleste behandlingsformene krever mye håndtering av fisken, noe som kan føre til både skader på fisken og økt stressnivå. Men samtidig gir behandling en mye bedre effekt enn de forebyggede metodene når det gjelder fjerning av lakselus.

Medikamentell behandling

Badebehandling

Badebehandling blir gjennomført ved å blande ut kjemikalier i vannet, så blir fisken ”badet” i dette vannet. Behandlingen foregår enten i merden med en heldekkende presenning rundt merden, eller i en tank om bord i en brønnbåt. Det finnes flere ulike typer kjemikalier som kan benyttes, og de ulike kjemikaliene har ulike virkninger på lakselusa. Pyretriner og pyretroider som Alpha max (deltremetrin) og Beta max (cypermetrin) har vært tilgjengelig siden tidlig 90-tallet. Antiseptikaet Hydrogenperoksid og det organiske fosforinsekticideret Salmosan (azametifos) har blitt benyttet fra 2008. Sistnevnte er i dag de mest brukte kjemiske midlene i avlusningsprosessen, som følger av resistentproblematikken som har utviklet seg i oppdrettsnæringen.¹⁰³

¹⁰² Frenal, B. (2015, august).

¹⁰³ SLK-publikasjon 2000:02

Pyretriner og pyretroider som Alpha max og Beta max er basert på er fettløselige, og penetrerer raskt parasittens cuticula / gjeller. Stoffene blir også tatt opp av fisken via gjellene, men i normale doser er konsentrasjonene ikke sterk nok til å påvirke fisken. Stoffene vil i lusa spre seg til alt av vev og organer, samt lusas nervesystem. På perifere nerver virker de ved å hindre at Na⁺-kanalene i nervecellene lukkes på normal måte etter depolarisering. Nervecellenes evne til repolarisering forstyrres derved, og fører til koordinasjonssvikt, hyperaktivitet, paralyse og død. Pyretriner og pyretroider har mest effekt på lakselus som er i preadulte og adulte stadiet, med en effekt på 95-99 %. Effekten slår inn 1-2 dager etter behandling.¹⁰⁴

Hydrogenperoksid er et antiseptisk middel. Stoffet blir tatt opp i lusa på samme måte som vann. Under innflytelse av en katalysator som enzymet katalase, metaller eller varme spaltes hydrogenperoksid til vann og oksyngengass. Når dette skjer inni vevet i lakselusa sprenes vevstrukturene fra hverandre. Dette fører til at lusa faller av vertsfisken. Det er ikke i alle tilfeller at dette vil ta livet av lakselusa, og om den ikke dør kan den feste seg til en ny vert senere. Hydrogenperoksid har kun effekt på de bevegelige lusene, altså lus i preadulte og adulte stadiet med en effekt på 80–85 %. Midlet har lite til ingen effekt på lus som er i fastsittende stadiet.¹⁰⁵

Salmosan som er basert på det organiske fosforinsekticideret azametifos er fettløselig, og blir tatt opp av lusas hydrofobe kitinlag og via gjellene. I lusa spres midlet til alt av vev og organer, det sentrale og det autonome nervesystemet, og neuromuskulære endeplater. Stoffet har en hemmende effekt på enzymet acetylkolin-esterase. Dette fører til at transmittorsubstansen acetylkolin ikke brytes ned, og gir overstimulering etterfulgt av blokkering av de aktuelle reseptorene. Resultatet er at lusa dør og faller av vertsfisken. Stoffet har best effekt på bevegelige lus som er i preadult og adulte stadiet med en effekt på ca. 95 % dødelighet. Effekten er mye mindre på fastsittende lus som er i chalimus stadiet, ca. 25 % dødelighet. På grunn av dette må det kjøres flere behandlinger for å bli kvitt all lusa.¹⁰⁶ Azametifos kan være skadelig for fisken, og man må regne med noe svinn i form av dødelighet blant fisken etter behandlingen.

Disse badebehandlingene utgjør en relativt stor kostnad. Om man legger til kostnadene forbundet med tap av fisk og stopp i vekst med behandlings- og kontrollkostnadene, kan total kostnadene med bade-/kjemiskbehandling komme opp i 5 - 6kr pr. kg produsert laks.

¹⁰⁴ Sst.

¹⁰⁵ Sst.

¹⁰⁶ SLK-publikasjon 2000:02

Selv om behandlingene er relativt effektivt, resulterer de ofte i påfølgende økte kostnader forbundet med tap av fisk og vekststopp. Lakselusa har utviklet varierende resistens mot de kjemiske midlene som blir brukt ved badebehandling, noe som legger ytterligere begrensninger på effektiviteten til bade-/kjemisk behandling.¹⁰⁷

Kjemikalier fra behandlingen kan påvirke dyr og havmiljø i områdene rundt oppdrettsanleggene. Deltremetrin og cypermetrin er særlig skadelig for krepsdyr.¹⁰⁸ Hydrogenperoksid og azametifos er i høye konsentrasjoner skadelig for alle sjøorganismer.¹⁰⁹

Ikke-medikamentell behandling

Mekanisk avlusning er en ikke-medikamentell metode som foregår ved at lakselus blir spylt av fisken, børstet av fisken eller drept med varmt vann. Tiltak som spyling og temperert vann for bekjempelse av lakselus antas å ha blitt kommersielt tilgjengelig i 2013. Mekanisk avlusning har vist god effekt, men medfører kraftig håndtering av fisken. Ved spyling kan man oppnå resultater på opptil 90 % fjerning av lus på laks av varierende størrelser.¹¹⁰ En stor fordel er at lusen samles opp og destrueres. Ingenting kommer tilbake i sjø. Metoden byr på tekniske utfordringer, og krever både brønnbåt og stor bemanning. Metoden gir ingen eller få direkte negative miljøpåvirkninger. Behandlingen kan belaste fisken både psykisk og fysisk, skader på finner, snuten, nakkebrudd, avrevne gjellelokk og skjelltap er ikke uvanlig på grunn av pumpingen, og i noen tilfeller kan skinnet løsne helt fra fisken. I tillegg fører behandlingen til et høyt stressnivå hos fisken som i kombinasjon med fysiske skader kan føre til økt dødelighet i perioden etter behandlingen.¹¹¹ Her kan det settes spørsmål om fiskevelferden blir tatt hensyn til.

¹⁰⁷ Grøntvedt, R.N., m.fl. (2015).

¹⁰⁸ Ordinære lusemidler mot lakselus. (2011).

¹⁰⁹ Grøntvedt, R.N., m.fl. (2015).

¹¹⁰ Oppdretterne tror på mekanisk luseløsning. (2014).

¹¹¹ Hosteland, L. T. S. (20016).

Hva har disse metodene resultert i?

Flere metoder har blitt utviklet og brukt for å bekjempe lakselusa. Men bruken av én metode alene er ikke tilstrekkelig for å sette en stopper for luseproblematikken. Flere av dagens tilgjengelige metoder har til nå vært svært effektive, men grunnet lakselusas resistensutvikling har bruken av disse metodene avtatt siden lakselusa har utviklet resistens mot dem. Samtidig har næringen vært vitne til en økning innen bruken av ikke-medikamentelle metoder. Flere av disse metodene fungerer bra for å senke lusetallene, men påfører laksen svært hard håndtering som igjen er bekymringsfullt for fiskevelferden. Hard håndtering av laksen vil igjen føre til økonomiske kostnader for næringen i form av tap av fisk. Dette er hovedsakelig mekanisk avlusning. Så er det de ikke-medikamentelle metodene som er forebyggende tiltak. Flere av metodene fører til reduserte lusetall, men gir for liten effekt alene. Både Mattilsynet, myndighetene og oppdretterne viser til at tilfredsstillende resultat kan oppnås ved å kombinere flere av de forebyggende metodene. Men et annet problem er at bruken av flere forebyggende metoder parallelt er mer arbeidskrevende enn behandlende metoder. De fleste oppdretterne ser det dermed som et enklere alternativ å behandle fremfor å forebygge. Dette har påvirket lakselusas resistensutvikling i stor grad over de siste årene.

Det som har skjedd kan også beskrives som en endring av innrammingen av oppdrettsnæringen. Overflyt i form av flere og nye metoder betyr flere aktører, noe som fører til at innrammingen blir mer kompleks og fleksibel. Disse endringene har skapt nye problemer som igjen kan føre til behovet for nye metoder. Denne konstante ”bevegelsen” gjør at innrammingen aldri er stabil. Samtidig fører innrammingen lusebekjempelse til at nye eksternaliteter oppstår. Ved bruk av medikamentelle metoder vil miljøet bli påvirket, da flere av kjemikalierne som disse metodene bygger på er direkte skadelig for miljø og marine arter. Fiskevelferden er en annen eksternalitet. Den økte bruken av ulike metoder for å bekjempe lakselusa har ført til en høyere grad av håndtering. Dette kan føre til tap av fisk og er dermed en økonomisk kostnad for næringen. Altså er dette negative påvirkninger som rammer det som er utenfor innrammingen lusebekjempelse. Men det finnes også positive eksternaliteter. For eksempel ved regelen av 1. januar 2011 som pålegger næringen å benytte seg av lukkede enheter under bruk av medikamentell avlusning, har selskapene som eier brønnbåter fått flere oppdrag. Dermed tjener de på at miljøet ble påvirket og at myndighetene så behovet for en endring rundt kjemisk utslipp fra merdene.

4 Kampen mot resistensen

Stadig økning av resistent lus

I løpet av de to siste årene har oppdrettsnæringen og aktørene som har interesse av lakselusas utvikling vært vitner til en økende resistens. I rapporten *The surveillance programme for resistance to chemotherapeutants in salmon lice in Norway 2014* viser Veterinærinstituttet, i samarbeid med Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, på oppdrag fra Mattilsynet til en betydelig økning av resistent lakselus.¹¹² På bakgrunn av dette gikk Mattilsynet i 2015 inn for å forsterke innsatsen mot uforsvarlig bruk av legemidler mot lakselus og legge ytterligere til rette for videre utvikling og bruk av ikke-medikamentelle metoder.¹¹³ Dette gjenspeiles i de nye reglene fra 2016 hvor alle anlegg kan søke om en økning på 5 % i produksjon på eksisterende konsesjoner, men da med krav om lusetall på maks 0,2 kjønnsmodne hunnlus og maksimalt 3 legemiddelbehandlinger per produksjonssyklus. I tillegg er det mulighet å søke om økning gjennom grønne konsesjoner, men da er grensen på 0,1 kjønnsmodne hunnlus.¹¹⁴

Hovedgrunnen til den økte resistensen hos lakselusa er at gjentatte behandlinger har utviklet en gradvis redusert følsomhet for medikamentene som er blitt brukt til bekjempelse av parasitten. Det er stadig flere geografiske områder som rammes av lus som er resistent, mot ett eller flere av de brukte medikamentene. Ved nedsatt følsomhet mot flere medikamenter er det snakk om en multiresistent lakselus.¹¹⁵ Denne nedsatte følsomheten resulterer i at lakselus som er fullt resistent overlever behandlinger og kan formere seg videre. Det resistente genet nedarves til nye generasjoner lakselus og spres til større områder. Med dagens bruk av medikamentelle behandlingsmetoder opplever næringen at effekten ved behandling stadig minker.¹¹⁶ Om dette fortsetter vil næringen snart være vitne til lusestammer med fullt utviklet resistens langs hele kysten. Oppdrettsnæringen må prøve å stanse denne utviklingen før det er for sent. Hvilken problemer følger med resistensen? Hvordan kan

¹¹² Grøntvedt, R.N., m.fl. (2015).

¹¹³ Mattilsynet oppfordrer til forsvarlig legemiddelbruk i fiskeoppdrettsbransjen. (2015).

¹¹⁴ Grøntvedt, R. (2015).

¹¹⁵ Stadig mindre følsomhet for lakselusmidler. (2015).

¹¹⁶ Grøntvedt, R.N., m.fl. (2015).; Mattilsynet. (2015 a).

resistensutviklingen stanses? Hvilke konsekvenser har utviklingen av resistensen og hvilke tiltak har den medført? I dette kapitlet vil jeg se på hvordan resistensen har oppstått og hvilken negative virkningene som følger med den. Jeg vil også se på konkrete metoder som er under utvikling.

Nødbrems

Hovedproblemet med resistensutviklingen er den kraftige bruken av medikamenter og mangelen på nye midler for lusebekjempelse. Siden 1999 har ingen nye medikamentelle eller kjemiske behandlingsmetoder kommet på markedet. Det vil si at bekjempelsen mot lakselus har foregått med de samme virkestoffene i 17 år. I følge mattilsynet vil et parasittmiddel i gjennomsnitt være effektivt i ti år før parasitten utvikler full resistens mot middelet.¹¹⁷ For å stoppe resistensutviklingen har oppdrettsnæringen i lengre tid satset på samarbeid mellom ulike anlegg, koordinerte avlusninger og systematisk rotasjon av midlene. Men tiden har vist at denne strategien ikke er tilstrekkelig for å stoppe eller bremse utviklingen. Så lenge næringen benytter seg av de samme midlene som er blitt brukt de siste 17 årene vil ikke resistensutviklingen avta.¹¹⁸ Denne drastiske resistensutviklingen bekrefter viktigheten av å få på plass flere ikke-medikamentelle metoder som kan benyttes for å både holde lusetallene på et lavt nivå og bremse resistensutviklingen. Et av de kritiske problemene er utviklingen av de ikke-medikamentelle metodene. Det viser seg at utviklingen og testing ikke har gått så raskt som først antatt. Dette vil jeg komme tilbake til senere.

De negative virkningene av resistensen

Lakselusas resistens viser seg altså å være et stort og økende problem. For ti år siden hadde lakselusa svært liten innflytelse på oppdrettsnæringen. Ved lusepåslag og høye lusetall gjennomførte oppdretterne en behandling eller to, og problemet var løst inntil neste omgang med høye lusetall. I dag er situasjonen helt annerledes. Grunnet luseproblematikken og resistensen er næringen tungt påvirket av lusa. Smolten blir satt ut i sjøen under perioder hvor det er lite lus. Slakting blir planlagt i perioder med lite lus. Oppveksttiden blir kortet ned for å minske tiden i sjøen.¹¹⁹ Med andre ord har lakselusa gått fra å være et lite problem til å være en av de siste store utfordringene innen oppdrettsnæringen.

¹¹⁷ Stadig mindre følsomhet for lakselusmidler. (2015).

¹¹⁸ Mattilsynet. (2015 a).; Grøntvedt, R.N., m.fl. (2015).

¹¹⁹ Grøntvedt, R. (2015).; Grøntvedt, R.N., m.fl. (2015).

Luseproblematikken og resistensen påfører næringen en enorm økonomisk kostnad. Økningen av lakselus fører til at man må kontrollere via tellinger betydelig hyppigere enn før. Dette i seg selv er svært ressurskrevende og kostbart. Oppdretterne må kjøre behandlinger hyppigere på grunn av den økte luseproblematikken. Resistensen fører til at behandlingene ikke gir tilfredsstillende resultat og behandlingen må i de fleste tilfeller gjennomføres i flere runder. Den økte resistensen har ført til at ikke-medikamentelle metoder blir tatt i bruk i større grad, men nedgangen i bruk av medikamentelle behandling samsvarer ikke med økningen i bruken av de ikke-medikamentelle metodene.¹²⁰ På grunn av dette har kostnadene for behandling mot lakselus gått opp. I 2014 ble det estimert at lusebekjempelsen kostet næringen mellom tre og fire milliarder kroner.¹²¹ Dette utgjør ca. 21 % av de totale kostnadene fra smolt til slakteklar laks. I 2005 utgjorde lusebekjempelsen ca. 17 % av de totale kostnadene.¹²²

Den økte luseproblematikken og resistensen fører til mer enn bare økte kostnader. Ved å øke antall behandlinger blir laksen mer utsatt for skader under håndtering. Regelen av 1. januar 2011 som tilsier at all avlusning med bruk av medikamenter skal foregå i lukkede enheter førte til en mye kraftigere behandling enn det laksen ble utsatt for tidligere.¹²³ Grunnen til dette er at regelverket førte til en hyppigere bruk av brønnbåt under behandling, hvor fisken blir pumpet inn i båten for behandling, for så å bli pumpet ut i merden igjen. Det er også ulike typer ikke-medikamentelle metoder som fører til hard håndtering av laksen. Ved alle de ulike typene av mekanisk avlusning blir laksen pumpet gjennom systemet, hvor laksen blir kostet, spylt med vanntrykk eller behandlet i varmtvann for å bli kvitt lakselusa. Denne harde behandlingen resulterer ofte i finneslitasje, skjelltap, sår og stress. Ved økt stressnivå vil immunforsvaret ikke fungere optimalt, og ofte fører dette til at det går både infeksjon og sopp i sårene. Ved skjelltap og sår vil også osmoreguleringen bli påvirket. Den samlede effekten fører til død og tap av fisk.¹²⁴ Dette fører til et ytterligere økonomisk tap som har grunn i lakselus. Desto eldre laksen er ved død, desto mer taper oppdretter. Det er vanskelig å sette en nøyaktig pris på tapet, siden flere av selskapene som driver med oppdrett i dag eier både smoltanlegg og rensfiskanlegg selv. Dette fører til at produksjonskostnadene kan senkes litt. Men produksjonskostnadene per kilo fisk ligger et sted mellom 25 og 30 kroner. Selv om det er knyttet store økonomiske tap til behandlingen i form av tapt fisk tjener næringen fortsatt godt på lakseoppdrett. Til

¹²⁰ Grøndtvedt, R. (2015).; Mattilsynet. (2015 a).

¹²¹ Iversen, A., m.fl. (2015).

¹²² Sst.

¹²³ Rosten, T. W. (2015, august).

¹²⁴ Norges forskningsråd. (2009).

sammenlikning mot produksjonskostnadene var snittprisen ved salg på 58,19 kroner per kilo laks ved uke 16 i 2016, ifølge tall fra Nasdaq Salmon Index.¹²⁵

Dagens situasjon med lakselus og resistens fører også til en etisk utfordring, fiskevelferden. I flere områder er lusetallene i enkelte perioder så høye at lakselus i seg selv er et velferdsproblem for oppdrettsfisken. Lakselus og andre parasitter medfører at fisken lider fysisk, og det melder seg derfor et moralsk imperativ i det at man ikke skal påføre fisk unødig lidelse. Med andre ord vil luseproblematikken innebære et moralsk ansvar for sikring av fiskevelferd og bekjempelse av lakselus. Oppdrettsnæringen anses som en av årsakene til utbredelse og mangedobling av lakselus. Store deler av det moralske ansvaret anses derfor å ligge på oppdretternes skuldre. Ettersom staten Norge profilerer seg som en fiskerinasjon og bedriver en økonomisk og regulativ tilrettelegging av oppdrettsnæringen, har også staten et moralsk ansvar knyttet til luseproblematikken og fiskevelferd. Økningen av antall behandlinger og hardere påkjenninger for fisken påvirker videre fiskevelferden og dermed er dette noe som må belyses i sammenhengen med utviklingen av nye ikke-medikamentelle metoder.¹²⁶

Miljøet blir også påvirket av luseproblematikken og resistentsøkningen. En negativ påvirkning mot miljø i områder ved oppdrettsanlegg har vært et problem helt siden det kommersielle oppdrettet startet på 1970-tallet. Da via avfall fra laksen, fôrrester og antibiotika. Fra 1990-tallet da nye medikamenter ble introdusert til oppdrettsnæringen ble det oppdaget nye miljøpåvirkninger fra oppdrettsnæringen. Flere av medikamentene som ble brukt inneholdt stoffer som ikke bare var skadelige for lakselusa, men også havmiljøet og ulike marine arter. Medikamentene inneholdt stoffer som kitinsyntesehemmere, avermektin, pyretriner, pyretroider, fosforinsekticideret azametifos og hydrogenperoksid. Kitinsyntesehemmere og avermektin er svært skadelig for ulike arter av kreps og skalldyr, hvor stoffene fører til hemmet vekst av skallet og fører til deformasjon eller død. Pyretriner og pyretroider påvirker nervesystemet hos ulike organismer. Fosforinsekticideret azametifos og hydrogenperoksid er giftig for organismer ved sterk dosering.¹²⁷ Bruken av de ulike stoffene har variert i både bruk og mengde siden resistent lakselus først ble påvist på 1980-tallet. Men den totale bruken av medikamenter har økt betraktelig fra 2009 og frem til i dag.

¹²⁵ Ei drøy krone opp for lakseprisen. (2016).

¹²⁶ Norges forskningsråd. (2009).; Mattilsynet. (2015 a).; Mattilsynet. (2015 b).

¹²⁷ Oddekalv, K., m.fl. (2010).

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
azametifos	-	-	-	66	1884	3346	2437	4059	3037	4630
cypermetrin	45	49	30	32	88	107	48	232	211	162
deltametrin	16	23	29	39	62	61	54	121	136	158
diflubenzuron	-	-	-	-	1413	1839	704	1611	3264	5016
emamektin	39	60	73	81	41	22	105	36	51	172
teflubenzuron	-	-	-	-	2028	1080	26	751	1704	2 674
hydrogen- peroksid 100 % (tonn)	-	-	-	-	308	3071	3144	2538	8262	31577

Tabell 2. Viser bruken av ulike medikamenter i tidsrommet 2005-2014. Tallene i tabellen er oppgitt i kg med unntak av hydrogenperoksid som er oppgitt i tonn. Kilde: NMF (2010).

Den kraftige økningen i bruken av medikamenter henger sammen med økningen av lakselus som var et resultat av resistens. Man kan se en betydelig økning i bruken av hydrogenperoksid, teflubenzuron (medisinfôr), diflubenzuron (medisinfôr) og azametifos (badebehandling) fra 2009. Bruken av emamektin (medisinfôr), deltametrin (badebehandling) og cypermetrin (badebehandling) har vært mer eller mindre stabilt. Felles for midlene som ikke har økt i bruken er at dette er stoffer som angriper nervesystemet hos lakselusa.

Resistensproblemet kan ses som en ytterligere oversvømmelse i innrammingen av oppdrettsnæringen. Dette fører til at aktørene må handle annerledes enn de har gjort tidligere. Resistensen har altså medført flere endringer innen oppdrettsnæringen, og endringene skjer hyppigere. De stadige endringene innen rammen som kommer at resistensen og det høye lusenivået har ført til at hele næringen må rette seg etter lusa. Påvirkningen går ut over samfunnets syn på næringen, de økonomiske kostnadene, på fisken og fiskevelferden, samt miljøpåvirkningene som følger med problemet. For å løse luseproblematikken og resistensutviklingen må næringen i større grad rette seg mot bruken av ikke-medikamentelle metoder. Selv om en del metoder per i dag allerede er i bruk er ikke dette tilstrekkelig for å få bukt på problematikken som lusa og resistensen skaper. Flere nye metoder er stadig under testing og utvikling. Videre vil jeg presentere noen av metodene som kan være relevante for å bekjempe lakselusa og resistensen i fremtiden.

Forebyggende

Felles for de fleste ikke-medikamentelle metodene som er under testing og utvikling er at de er forebyggende tiltak. Dette kan føre til mindre håndtering av fisken og mindre lusepåslag, noe som bedrer fiskevelferden. Ved å holde lusetallene på et stabilt lavt nivå vil det ikke være behov for å behandle fisken med medikamenter like ofte som det blir gjort i dag. Gjennom bruken av forebyggende tiltak som er tilgjengelig i dag har man ikke klart å skape en stabil innramming av oppdrettsnæringen. Med de nye tiltakene håper næringen at innrammingen kan stabiliseres over tid, ved å oppnå lave lusetall uten bruk av medikamenter. Dette vil senke resistensutviklingen over tid og være mer skånsomt for miljøet og fiskevelferden.

Blåskjell

Bruk av blåskjellnett som filtrerer luselarver er et forebyggende og miljøvennlig tiltak. Tanken er å plassere flere strekk med blåskjellnett rundt oppdrettsanlegget. Grunnet at blåskjellnett har gjennomgått minimalt med testing i fullskala finnes det ikke tilstrekkelig med data til å kunne bekrefte eller avkrefte effektiviteten. Men det er dokumentert at blåskjell spiser alle partikler i vannet, også nauplier, copepoditter, bakterier og virus. Bruk av blåskjell vil trolig by på utfordringer både med tanke på mengde og hvordan man skal håndtere blåskjell opp mot anlegget. Store mengder blåskjell kan begrense vanngjennomstrømning og oksygen i merden.¹²⁸ Det har vært svært lite å høre om blåskjellnett de siste årene, så det kan virke som om at utviklingen av denne metoden er stoppet opp.

Strøm

Lenge har strømgjerder blitt brukt til å holde sau, ku, hest og andre husdyr inngjerdet. Men nå kan det bli brukt til å holde lakselus borte fra merden. Testing har foregått siden 2007, og snart vil metoden være tilgjengelig innen kommersielt oppdrett. Ved å senke et strømførende nett rundt merden vil det sendes ut strømpulser som går fra overflaten og ned til ti meters dybde. Testing viser at strømmen ikke har noe utslag på fisken, men slår ut lakselusa. Storskala testing viser at strømgjerde reduserer lusepåslag med 80–90 prosent. Arbeidet har blitt gjennomført av Seafarm Development AS og IRIS (International Research Institute of Stavanger).¹²⁹ Metoden kan i fremtiden være en av flere gode ikke-medikamentelle metoder i kampen mot lakselusa.

¹²⁸ Hagen, K. (2015, august).

¹²⁹ Kvistad, A. (2012).

Ultralyd

En annen ny metode som kan være lovende er ultralyd. Det har pågått testing av ultralyd for å forebygge påslag av lakselus siden 2013. Bedriften Sonic Norway har kommet lengst innen testingen og har ved fullskala tester oppnådd resultater på opptil 60 % reduksjon av lakselus, men understreker likevel at snittet ligger på 40 %. Siden produktet ikke er testet nok er ikke dette et sikkert tall, men viser til positive resultater som har gitt grunnlag for videre arbeid. Testing i full skala på en hel konsesjon har pågått siden september 2015, og resultatet vil bli brukt til videre utvikling før salg. Metoden fungerer ved at følere blir montert på merden og sender ut lydbølger med høy frekvens som skal ta livet av den minste lakselusa. Ultralyd vil ikke fungere mot voksen lus, men mot luselarver rett etter at de har klekket. Dette vil forebygge mengden lakselus som fester seg på laksen. Så langt viser tester ingen påvirkning på oppdrettslaksen eller villfisk, men ultralyd vil skremme sel og hval i området. Siden ultralyd har relativt kort rekkevidde vil skremseffekten på de marine pattedyrene være begrenset til et mindre område.¹³⁰ Denne metoden har en positiv bieffekt også. Ultralyd fører til mindre begroing av nøtene, og på den måten bidrar metoden til et bedre miljø for laksen. Ved å minske lusepåslag og holde noten ren vil dette både minske håndtering og øke fiskevelferden.

Lusefeller

Ved å fange lakselusa før den fester seg til laksen vil man forebygge lusepåslag betraktelig. Feller for å fange lakselus ved bruk av lys og feromoner har vært diskutert som en mulig metode siden 2006. Foreløpig er det ingen ferdige produkter på markedet, men design og testing pågår. Forskningsrådet og Designrådet har hatt et tett samarbeid med Havforskningsinstituttet, BTO og Eker Design for å få gjennomslag med lusefeller. Dette er en metode som vil være både miljøvennlig, samtidig som den vil kunne minske håndtering av fisken. Men de siste årene har det kommet ut lite info angående prosjekter som baserer seg på lusefeller. Dermed kan det antas at utviklingen har stoppet noe opp.¹³¹

¹³⁰ Mortensen, A. & Skjelvareid, M.H. (2015).

¹³¹ Hauge, M. (2011).

Undervannsforing og lys

På samme måte som en snorkelmerd tvinger fisken til å stå dypere under overflaten kan man lokke fisken ned i dypet ved hjelp av undervannsforing og lys. Verken undervannsforing eller undervannsllys er nytt i seg selv, men en kombinasjon av disse for å lokke laksen til å stå dypere i vannet er ikke brukt tidligere. Vi vet at luselarvene holder seg i de fem til ti øverste meterne av vannsøylen. Ved å benytte seg av undervannsforing og lys med en bølgelengde som ikke gir økt kjønnsmodning (laksens livssyklus og kjønnsmodning påvirkes av lysforhold i årstiden) kan laksen lokkes til å stå så dypt at lusepåslag ikke forekommer. Metoden er lite testet i fullskala, men forsøk i liten skala viser til en betraktelig redusering av lusepåslag. Det følger også noen positive bieffekter med denne metoden. Ved å holde laksen unna de øverste fem til ti meterne av vannsøylen unngår laksen de negative påvirkninger fra algeoppblomstring. Samtidig vil tilveksten bli bedre på vinterhalvåret, grunnet at temperaturen i dypet er høyere enn ved overflaten.¹³² Men det ikke er noe som fysisk hindrer laksen fra å svømme opp til overflaten, noe som laksen vil gjøre for å fylle svømmeblæra. Dermed er det mulig for lusepåslag.

Megamerder offshore

Flere utviklere har begynt å rette seg mot større konstruksjoner som kan plasseres offshore. Tanken bak offshore konstruksjonene er å flytte oppdrettsfisken til åpne havområder hvor vannstrømmen er kraftig og lakselus ikke vil kunne styre bevegelsene i like stor grad. I områder med kraftig vannstrøm vil lakselusa bli skylt av sted før den klarer å feste seg på fisken. I tillegg vil avfall fra fisken og fôrrester bli spredt over et større område, noe som fører til at det ikke blir lokal miljøpåvirkning i like stor grad. Oppdrettsselskapet Gigante Offshore jobber med å utvikle en supertankmerd med en lengde på 500 meter og en bredde på 40 meter. Merden vil kunne produsere 10000 tonn laks i året. Merden vil plasseres offshore og benytte seg av ti meter dype luseskjørt for å minske lusepåslag. I tillegg vil merden ha dobbelt nett for å unngå rømning.¹³³

Nordlaks i samarbeid med NSK Ship Design jobber med å utvikle en såkalt "Havfarm", et 430 meter langt og 54 meter bredt oppdrettsskip. Med en kapasitet på 10 000 tonn laks er det meningen at det enorme skipet skal frakte laksen ut til åpent farvann hvor skipet så forankres til bunnen. Det er teknologiske løsninger fra offshoreindustrien som muliggjør forankringsbiten. Oppdrettsskipet vil være delt opp i ulike seksjoner som gjør det mulig å skille fiskegrupper. Med ti meter dype luseskjørt og anlegg for å kjøre mekanisk

¹³² Nye metoder for redusert lusepåslag? Nytt prosjekt fra FHF nå i gang. (2015).

¹³³ Thonhaugen, M. (2016).

avlusning vil behovet for medikamentell behandling være svært lavt. En semi-lukket løsning fører til at oppdrettsskipet vil være svært rømmingssikkert.¹³⁴

Mens noen satser på konstruksjoner inspirert fra båtindustrien, tar andre inspirasjon fra oljeindustrien. SalMar har i samarbeid med Global Maritime, Kongsberg-gruppen jobbet med å utvikle en havgående merd som er bygget på offshoret teknologi. Tanken er å produsere et anlegg som er svært robust, og som kan plasseres offshore. Den enorme merden som består av et slakkforankret nedsenkbart anlegg med fast struktur som flyter stabilt. SalMar hevder at de ikke vil oppleve den samme luseproblematikken på offshore lokaliteter sammenliknet med de innenskjærs lokalitetene som blir benyttet innen dagens oppdrettsnæring.¹³⁵

Felles for disse konstruksjonene er at de sikter mot å løse flere av problemene som oppdrettsnæringen får mye kritikk for i dag, nemlig arealbruk, lakselus og rømming. Om utviklingen av denne typen konstruksjoner blir en realitet kan oppdrettsnæringen slik vi kjenner den i dag bli helt forandret. Som en metode for å minske lusetallene kan det fungere, siden sterke havstrømmer kan hindre lusa fra å svømme til laksen. Men ved bruken av så store enheter kan ting virkelig gå galt om uhellet er ute. For eksempel ved utbrudd av sykdom eller virus vil det være vanskelig å isolere deler av enheten. Dermed er muligheten tilstede for at all fisk i anlegget blir smittet. Samtidig vil det daglige ettersynet være vanskelig når skalaen blir så stor. Om vi ser resistensen som en innramming vil en offshore megamerd være en kraftig oversvømmelse i rammen. Innrammingen vil få flere nye aktører, for eksempel produsenter og komponenter (fra oljeindustri), miljø (i form av naturkrefter), nye teknologier for de daglige prosedyrene og flere ansatte (sjøkapteiner, inspektører og sivilingeniører). Samtidig vil flere aktører forlate innrammingen, for eksempel leverandører av eldre teknologier og komponenter og miljøet (i form av skjærgård/kyst parameterne). Dette fører til at innrammingen endres og nye eksterne lokaliteter kan oppstå, både av negativ og positiv karakter.

¹³⁴ Sst.

¹³⁵ Sst.

Postsmolt

Ved å unngå lusepåslag på fisken vil man minske behovet for medikamentell behandling. En løsning kan være å minske tiden laksen står i sjøen. Når laksen settes ut i sjøen er den normalt mellom 80–110 gram, og kalles da smolt. Da har laksen gjennomgått smoltifisering, en prosess med fysiologiske og morfologiske forandringer som gjør at laksen overlever endringen fra å leve i ferskvann til å leve i saltvann. Denne overgangen fra ferskvann til saltvann er kritisk for fisken, og oppdretterne opplever ofte stor dødelighet i perioden etter utsett i sjøen. Postsmolt kalles laksen når den er tilvendt sjøvann og den første tiden av vekstperioden i havbaserte anlegg.¹³⁶ Ved å produsere postsmolt ved landbaserte anlegg eller ha postsmolten i lukkede merdsystemer i sjøen kan man produsere mye større smolt, og dermed korte ned vekstfasen i sjøen samt minske muligheten for lusepåslag. Ved å sette ut laks på ett kilo vil vekstperioden i åpne merder frem til slakteklar fisk bli redusert til 10–11 måneder fremfor dagens 16–22 måneder. En stor laks er mer robust og gir lavere dødelighet. I tillegg vil en stor laks være mindre mottakelig for virussykdommer. Den nedsatte vekstperioden i sjøen kan hjelpe mot dagens luseproblematikk siden lakselusa vil reprodusere seg færre ganger på fisken og dermed kan nedarvingen av de resistente genene hos lakselusa minke.¹³⁷ En bieffekt av å benytte seg av postsmolt eller stor smolt er at ved en kortere vekstperiode vil det ikke være behov for å vaske eller bytte nøter så ofte. Dette minsker håndtering av fisken og øker fiskevelferden. Selv om dette høres ut som en god løsning er det noen utfordringer ved produksjon av postsmolt. Produksjonskostnadene vil øke betydelig sammenliknet med dagens smoltproduksjon. Dette kommer av at produksjonene må foregå på landbaserte anlegg eller i lukkede enheter i sjøen, noe som koster mer enn dagens produksjon av smolt.

Avl

Mens mange vil endre teknologiene rundt laksen vil noen prøve å endre laksen i seg selv. Forskning og observasjon over lengre tid viser at enkelte laksefamilier er mindre utsatt for lakselus enn andre laksefamilier. Dette kommer av små genetiske forskjeller mellom ulike laksefamilier.¹³⁸ Aquagens forsøk viser at nye avlsstammer kan ha et potensiale til å få 30 – 40 prosent mindre lakselus. Motstandsdyktig laks kan dermed i teorien utsette lakselusa for et lavere seleksjonspress enn ved dagens medikamentelle behandling. Dette fører til at lakselusa kan bruke lengre tid på tilpasse seg fisk med fremavlet motstandsdyktighet enn det vil ta for lusa å utvikle resistens mot en nytt legemiddel. Men det er et problem. En laksegenerasjon tilsvarer ca. 20

¹³⁶ Terjesen, B. F. (2012).

¹³⁷ Sst.

¹³⁸ Hægermark, W. A. (2013).; Glover, K. A., m.fl. (2005).

generasjoner med lakselus. Dermed kan man ende opp med en lus som endrer seg raskere enn laksen, og arbeidet med avl må dermed foregå kontinuerlig. I tillegg kan lusa utvikles og endre egenskapene sine slik at den formerer seg raskere og blir mer aggressiv.¹³⁹ Så avl kan slå ut i en negativ retning langsiktig.

Landbaserte anlegg

Tidligere har jeg vært innom både lukkede enheter og postsmolt, metoder hindrer eksponering for sjøen og korter ned vekstperioden i sjøen. Men hva med å flytte hele produksjonen på land? Dette har vært en tanke siden det kommersielle oppdrettet startet rundt starten av 1970-tallet. Deler av produksjonen av smolt foregår jo på land. Men å flytte hele produksjonen av laks på land er ikke gjennomførbart med dagens teknologier. Et problem er arealbeslag, å flytte all produksjon av laks på land vil kreve enorme arealer. I tillegg vil driftskostnadene øke betraktelig. Bare kostnaden for pumping av sjøvann gjør at en slik endring ikke er økonomisk forsvarlig. Men om det kommer nye teknologiske løsninger som kan endre problemene rundt pumpekostnader og rensing av vannet kan landbaserte anlegg være et fremtidig alternativ. Da hovedsakelig fordi kostnadene som blir spart ved at behandling mot lakselus ikke er nødvendig kan brukes på kostnader for å drive landbasert oppdrett.¹⁴⁰

Behandling

De fleste ikke-medikamentelle metodene som benyttes i dag, eller som er under utvikling, er forebyggende. Men det finnes et unntak. Som nevnt i forrige kapittel, har mekanisk avlusning allerede blitt tatt i bruk for flere år siden. Men den mekaniske avlusningen er stadig under utvikling. Metodene innenfor mekanisk avlusning som det jobbes mest med i dag er SkaMik og Thermolicer. Avlusning med den nye SkaMik er mye mer skånsom mot laksen enn tidligere mekanisk avlusning. Laksen blir transportert i vann gjennom hele prosessen, hvor den blir spylt med høytrykkdyser og børstet. Dette skal ifølge produsenten gi mindre slitasje og sår på fisken. Med bruk av Thermolicer blir fisken pumpet gjennom et system med sjøvann som holder 30–34 grader. Laksen er kun i varmt vann i 25–30 sekunder, noe som er nok til å gi lakselusa et sjokk som fører til at den slipper taket. All lus som blir fjernet fra fisken blir samlet opp og destruert. Metoden fører til at verken avfall eller kjemikalier blir sluppet ut i miljøet.¹⁴¹ Veterinærinstituttet har dokumentert at denne behandlingen med

¹³⁹ Jensen, P. M. (2016).

¹⁴⁰ Gjendemsjø, A. M. (2015).; Sved, B. & Lynum, S. (2015).

¹⁴¹ Strategi og nok materiell gir luseløsning. (2016).; Olsen, T. (2015).

varmtvann kan gi laksen et lite sjokk for laksen, men konkluderer med at fordelene er større enn ulempene.¹⁴²

Utvikling tar tid

Som nevnt tidligere har det vist seg at seg at utviklingen og testing av metoder ikke har gått så raskt som først antatt. Det er to grunner til dette. For det første har grensen på maksimalt 0,5 kjønnsmodne hunnlus ført til at testing av nye metoder blir vanskelig. Mange metoder krever mye høyere lusetall for å få dokumentert faktisk effekt av metoden. Det har altså vært for lite rom for uttesting med dagens grense.¹⁴³ For det andre har det frem til slutten av 2015 vært svært få områder hvor forskning på nye metoder har vært tillatt. Men nå er det mulig for oppdrettere å søke om utviklingskonsesjoner hvor utvikling og testing av nye teknologier kan foregå. Dette kan føre til at utviklingen av nye metoder kan foregå noe raskere enn det har gjort tidligere.¹⁴⁴ Samtidig trengs det en egen plan for bekjempelse av resistens. Å behandle for å bekjempe lakselus uten å ta hensyn til resistensen har vist seg å være en uheldig utvikling.

Bekjempelse av resistensen og fremtidens oppdrettsnæring

Det er altså mange metoder som nylig er blitt tilgjengelig og flere metoder som vil bli tilgjengelig i nærmeste fremtid for forebyggelse og bekjempelse av lakselus. En metode alene er som tidligere nevnt ikke tilstrekkelig for å senke bruken av medikamenter, som igjen kan senke resistensutviklingen hos lakselusa. Men ved å benytte seg av flere av de ulike ikke-medikamentelle metoder kan lusetallene holdes så lave at behandling med medikamenter ikke vil være nødvendig lengre. Om næringen klarer å senke bruken tilstrekkelig slik at dagens generasjon av lakselus kan bekjempes uten bruk av medikamenter, er det en mulighet for at de resistente genene ikke nedarves til nye generasjoner lakselus.

I dette kapittelet har vi sett at det er viktig å løse luseproblematikken så raskt som mulig, fordi den berører flere aktører og aktanter. Ikke bare påvirker luseproblematikken næringen via økonomiske perspektiv og laksen via fiskevelferden. Samfunnets oppfattelse av næringen blir også påvirket i stor grad. Dette kommer av økt informasjon og forståelse av problemer gjennom medias dekning. Flere og flere er mer bevist over hvor maten vi spises kommer fra og hvordan den er produsert. Det sier seg selv at personer som ser bilder av laks med store sår som lider unødvendig vil ikke støtte næringen og kjøpe laks i butikken. Vi har også sett hvilken forebyggende metoder som kan bli en del av

¹⁴² Aadland, C. (2015).

¹⁴³ Grøndtvedt, R. (2015).

¹⁴⁴ Det kongelige nærings- og fiskeridepartementet. (2015).

næringens fremtidige verktøy innen lusebekjempelsen, og hvordan de kan være med på å løse luseproblematikken og den påfølgende resistensutviklingen. Dermed er det viktig å kombinere ulike metoder for å få kontroll over problemet næringen står ovenfor i dag, samtidig som man imøtekommer alle aktører og aktanters ønsker slik at situasjonen kan stabiliseres over tid og sikre næringens fremtid. Oppdrettsnæringen er en stor ressurs for Norge. En nedgang i næringen vil i det totale bildet påvirke mange ulike sektorer og arbeidsplasser i stor grad. Sett i lys av nedgangen i oljenæringen er det svært viktig at man unngår en nedgang i en næring som står for store økonomiske inntekter for landet.

De nye metodene kan føre til at flere oversvømmelser av innrammingen av oppdrettsnæringen. Denne rammen er med andre ord ikke stabil, fordi oversvømmelsene skjer i takt med teknologiutviklingen. På grunn av dette blir overflyt nesten normen. Det er vanskelig å definere innrammingen på grunn av alle aktørene som deltar, det tar lang tid og er kostbart. Overflyt inn til rammen vil ikke være negativ i alle tilfeller, i noen tilfeller kan endringene som skapes av overflyt føre til verdiskapning. For eksempel ved at en ny teknologi eller metode kommer inn i innrammingen som kan løse luseproblematikken og resistensutviklingen.

5 De store ringene

I denne oppgaven har jeg beskrevet og analysert luseproblematikken i lys av oppdrettsnæringens utvikling, fra 1960-tallet da det kommersielle oppdrettet startet og frem til i dag. En sterk økning innen oppdrett av atlantisk laks langs Norges kyst har ført til at lakselusa er blitt ett av de største problemene innen næringen. I tillegg har den stadige resistensutviklingen som er et resultat fra bruken av medikamenter over lengre tid vært en stor utfordring.

Jeg vil her trekke frem de overordnede trekk som har formet oppdrettsnæring og luseproblematikken. Ved å se empirien i lys av tre faser vil jeg i korte trekk presentere utviklingen av næringen. Fasene som jeg vil benytte meg av er oppbyggingen av næringen, luseproblematikken, og den resistente lusa. Etterfulgt av dette vil jeg diskutere problematikken i lys av de teoretiske perspektivene som ble skissert i kapittel 1.

Oppbygningen

I Norge har oppdrett av laks foregått i lang tid. Næringen har beveget seg fra små forsøk hvor lokale grundere har forsøkt å vedlikeholde de ville laksestammene, til å bli en av landets viktigste eksportnæring. Oppdrettsnæringen slik vi kjenner den oppstod på starten av 1960-tallet da brødrene Karstein O. Vik og Olav C. Vik fra Sykkylven, rett ved Ålesund, tok i bruk flytende merder i sjøen, og de kunne dokumentere at atlantisk laks hadde gjennomført en full livssyklus i fangenskap. Kort tid etter dette skjedde det en todeling i næringen da oppdrettere som Thor Mowinckel begynte å produsere smolt for salg til de få gründerne som ville prøve seg på oppdrett av laks.

En økning i antall oppdrettsanlegg oppstod da flere og flere innså at oppdrett av laks kunne føre til store økonomiske fortjenester. Den raske ekspansjonen førte igjen til at staten så behovet for å regulere næringen, dermed ble akvakulturloven vedtatt i 1972. I ettertid ble lovverket som regulerte næringen endret, og oppdrettet var ikke lengre så lokalt forankret. Dette var et viktig skille innen oppdrettets historie, hvor næringen ble mer industrialisert.

I den første fasen så vi hvordan oppdretterne benyttet seg av en naturlig vill ressurs, og domestiserte den ved å tilpasse den til et liv i merden. Ikke ble laksen bare gjort om til et "husdyr" via temming, men oppdretterne endret også egenskapene hos laksen. Som et resultat av selektiv avl klarte oppdretterne å frambringe en laks med raskere vekst, bedre sykdomsresistens, god produktkvalitet og utsatt kjønnsmodning. Dette i kombinasjon med å forbedre forholdene i merden førte til at laksen vokste raskere, noe som resulterte i større økonomisk utbytte for oppdretterne. Den påfølgende ekspansjon av næringen førte til at staten kom inn i bildet. Ved å tilføye nye lover innen akvakulturloven skapte myndigheten en bedre kontroll over næringen. I starten var lovverket rettet mot de økonomiske sidene ved oppdrettet. Oppdrettsnæringen skulle være lønnsomt for både lokalsamfunnet og staten. Etter hvert som reguleringen ble mer rettet mot luseproblematikken gikk Statens dyrehelsetilsyn i front for å skape nye reguleringer som skulle føre til en bekjempelse av lusa. Etter at Statens dyrehelsetilsyn ble oppløst i årsskiftet 2003-2004 ble alle funksjoner som ble holdt av denne institusjonen overført til mattilsynet. Dette førte også til at forskriftene rundt lusebehandling og fiskesykdomsloven nå inngikk i den nye Matloven.

Luseproblematikken

Mot slutten av 1990-tallet hadde oppdretterne mestret vekstfasen hos laksen, og ekspansjonen innen næringen fortsatte. Men et nytt problem oppstod i takt med ekspansjonen, lakselusa.

Oppdrettsnæringen har gradvis utvikling nye teknologier for å forbedre næringen. I denne sammenhengen benytter jeg ordet teknologi for ulike komponenter som har blitt laget for oppdrettsnæringen. Disse komponentene er selve merdene og anleggene, fôret, vaksiner, båter, og ulike metoder for lusebekjempelse. Den teknologiske utviklingen foregikk i takt med veksten av næringen og i flere sammenhenger ble de skapt eller videreutviklet som en løsning på et problem. Da det på 1980-tallet ble oppdaget resistente lusestammer som hadde lav følsomhet mot medikamentet som var basert på stoffet nequvon, valgte næringen å utvikle nye medikamenter med hensikt å overkomme problemet.

Utviklingen av teknologier har ført til en ekspansjon innen næringen. Ikke bare ved at flere oppdrettsanlegg ble etablert, med tettere konsentrasjon enn tidligere. Men hvert oppdrettsanlegg i seg selv har økt i størrelse. Dette er et resultat av den økte etterspørselen av laks og for å minske produksjonskostnadene. Ved å benytte seg av større merder og dypere nøter, større fôrautomater og bedre utstyrte båter har muligheten for å produsere mer fisk per oppdrettsanlegg blitt mulig. Med andre ord har teknologisk utvikling innen næringen ført til en tettere og større biomasse av oppdrettslaks langs hele den norske kysten.

Selv om en kraftig ekspansjon, takket være nye teknologier, har ført til et større økonomisk utbytte har det også skapt et problem. Ved å øke biomassen av oppdrettslaks har næringen lagt til rette for økning av lakselus. Lusetellinger og observasjoner gjennomført av blant annet mattilsynet og veterinærinstituttet viser til en korrelasjon mellom økningen av biomasse laks og økningen av lakselus. Dette har over tiden skapt store økonomiske kostnader for næringen og et større fokus på fiskevelferd. I enkelte områder er luseproblematikken de siste årene blitt så alvorlig at det skaper et velferdsproblem for laksen.

Helt siden oppdrettsnæringen begynte å ekspandere på starten av 1970-tallet har lakselus og bekjempelse av lusa preget næringen. Men luseproblematikken har endret seg fra å være et lite problem, til å være en av de siste store utfordringene innen næringen. Ulike teknologier har blitt utviklet og brukt for å bekjempe lakselusa. Men over tid oppdaget næringen to problemer med teknologiene eller metodene som er utviklet så langt. Det ene problemet var at effekten av en metode alene ikke har vært tilfredsstillende. Det andre problemet var at flere av metodene viste seg å forverre situasjonen ved bruk over lengre tid. Flere av medikamentene som har blitt brukt for å bekjempe lakselusa har vært i bruk så lenge at lusa har utviklet resistens mot medikamentene.

Resistens

Luseproblematikken ble raskt forverret da det ble registrert resistente lusestammer i 2008. På grunn av dette måtte næringen i større grad ta i bruk ikke-medikamentelle metoder. De fleste ikke-medikamentelle metodene må brukes parallelt for å oppnå ønsket resultat, noe som er mer arbeidskrevende enn å behandle med medikamenter. I tillegg benytter de fleste oppdrettere seg i dag av en kombinasjon av ikke-medikamentelle og medikamentelle metoder. På grunn av dette øker kostnadene ved lusebekjempelsen. Om man tar med alle de økonomiske faktorene som arbeidstimer, kostnader for avlusning, stopp i tilvekst og tapt fisk er det estimert at lusebekjempelsen kostet mellom tre og fire milliarder kroner i 2014.

Lakselus resistens mot medikamentelle metoder er et resultat av at metodene er brukt over en lang tidsperiode. I midlertid har ingen nye medikamentelle eller kjemiske midler kommet på markedet siden 1999. Det vil si at bekjempelsen mot lakselus har foregått med de samme midlene i 17 år. I følge mattilsynet vil et parasittmiddel i gjennomsnitt være effektivt i ti år før parasitten utvikler full resistens mot stoffet. I et forsøk på å løse luseproblematikken utvikles det stadig flere ikke-medikamentelle metoder. Målet er å ha et bredt spekter av forebyggende metoder som kan brukes sammen for å senke både lusetallene, kostnadene for bekjempelse av lus, håndteringen og påvirkningen av miljøet. Men problemet er at utviklingen av nye metoder tar lang tid. Dette kommer av de strenge kravene rundt tiltaksgrensen på 0,5 kjønnsmodne hunnlus, og for få områder hvor testing av nye metoder har vært tillatt.

De ulike metodene som blir benyttet for lusebekjempelse i dag fører til en hardhendt håndtering av laksen. I dag er det badebehandling og mekanisk behandling som blir mest brukt for avlusning. Håndteringen fører til stress og sår på laksen, noe som kan føre til at fisken dør i ettertid av behandling. Dette fører til store kostnader i form av tapt fisk, og en annen konsekvens av hard håndtering av fisken, og med det dårligere fiskevelferd. Vi står dermed overfor en etisk utfordring hvor det melder seg et moralsk imperativ at man ikke skal påføre fisk unødig lidelse. Med andre ord vil luseproblematikken innebære et moralsk ansvar for sikring av fiskevelferd og bekjempelse av lakselus. I tillegg har de medikamentelle metodene hatt en innvirkning på miljøet, da medikamentene påvirker og i sterke doser er direkte skadelig både for miljøet og marine arter. Ved at miljøet blir dratt inn i konsekvensene av luseproblematikken blir de etiske utfordringene forsterket.

Innramming og oversvømmelse

Vi kan se oppdrettsnæringens utvikling som en innramming hvor, lusa og resistensen representerer oversvømmelser. De to oversvømmelsene medførte nye innramminger hvor vesentlige faktorer ved lakseoppdrett ble endret. Dette har ført til endring av utviklingen og har skapt bieffekter som er en tredjepartskonsekvens fra aktiviteten som foregår i innrammingen.

Denne innrammingen besto ikke bare av nye måter for å behandle laksen på, men nye teknologier og tiltak fra myndighetens side.

Oppdrettsnæringen har utviklet seg raskt i takt med utviklingen av nye teknologier. Disse teknologiene kan også ses på som en form for overflyt ved at de har kommet inn i rammen og endret hvordan aktørene handler. Dette førte til en ytterligere ekspansjon av næringen, og med denne ekspansjonen oppstod det en bieffekt. Den økte produksjonen av laks førte til at det ble flere verter for lakselusa, noe som igjen førte til en vekst av lusenivået. I den tidlige fasen av oppdrettsnæringen var ikke dette noe problem for næringen, men det var et problem for vill fisk.

Med tiden endret innrammingen seg og lusenivået hadde blitt så alvorlig at det ble et problem for næringen også. Lusa kom nå inn i innrammingen som overflyt og endret oppdrettsnæringen. For å få bukt med problemet kom et nytt element inn i innrammingen, medikamenter som skulle løse luseproblemet. Men bruken av medikamentene førte til at nye bieffekter oppstod fra oppdrettet av laks. De kjemiske stoffene som var å finne i medikamentene var direkte skadelige for både miljøet og marine arter i området rundt oppdrettsanleggene.

Ved bruk av de samme medikamentene over en lengre periode utviklet lakselusa resistens mot midlene. Dette førte til at resistensen representerte en ny overflyt og ny handling mellom aktørene i innrammingen tok sted. Resultatet var en endring innen oppdrettsnæringen hvor både nye metodene for avlusning ble utviklet og nye regler ble satt.

For å få kontroll på næringen og ha mulighet til å drive et bærekraftig oppdrett av laks i fremtiden er det viktig at gode kombinasjoner av ikke-medikamentelle metoder settes sammen. På denne måten kan lusetallene holdes så lave at medikamentell behandling ikke lengre er nødvendig. Om næringen klarer å senke bruken tilstrekkelig slik at dagens stammer av lakselus kan bekjempes uten bruk av medikamenter, er det en mulighet for at de resistente genene ikke nedarves til nye generasjoner lakselus. Dette vil over tid minske luseproblematikken, spare næringen for store økonomiske tap, bedre fiskevelferden og minske påvirkningen av miljøet.

Luseproblematikken kan ses som en kamp mellom kultur og natur hvor teknologi har vært løsningen. Ved å domestisere laksen ”slo naturen tilbake” ved at lakselusa ble en fare. Samtidig slo kulturen tilbake ved å endre holdningen rundt næringen. Om vi løfter blikket og ser på helheten av problematikken er det ikke kun lakselus dette dreier seg om.

Oppdrettsnæringen er som mange andre næringer et resultat av økt populasjon og behovet for matproduksjon. Problemene som norsk oppdrettsnæring har gjennomgått kan identifiseres innen flere andre grener av matproduksjon. Utviklingen fører til at problemer skapes som en bieffekt. Problemene må overkommes, og løses ofte med utvikling av nye teknologier.

Men i dagens samfunn har dokumentering og mediedekning ført til at en større del av samfunnet får innsikt i de negative sidene ved produksjonen av mat. Flere og flere er mer bevisst over hvor maten vi spises kommer fra og hvordan den er produsert. Det sier seg selv at personer som ser bilder av laks med store sår som lider unødvendig ikke vil støtte næringen og kjøpe laks i butikken.

Dette løfter den etiske diskursen rundt oppdrettsnæringen til et nytt nivå, hvor også laksens velferd blir tatt i betraktning. Miljø, etikk og fiskevelferd har fått en større betydning og dermed må de etiske utfordringene bli tatt alvorlig. Altså har det oppstått en endring innen norsk oppdrettsnæring hvor forståelsen og verdisynet har gått fra det store og overordnede til det nære og personlige. Denne bevisstheten rundt problematikken som skapes innen oppdrettsnæringen fører til at problemene ikke kan løses på samme måte som før, og nye teknologier må implementeres i næringen.

Løsningene som vi har hatt fungerer kanskje ikke i morgen. Det er et samspill mellom natur og kultur hvor begge er i stadig endring. Derfor er ikke de svarene vi hadde i går og i dag nødvendigvis de riktige svar for morgendagen.

Litteratur

- Asdal, K., Brenna, B., Moser, I. (red.). (2001). *Teknovitenskapelige kulturer*. Oslo: Spartacus forlag. s. 14.
- Berge, D. M. (2000). "Samfunn, entreprenørskap og kunnskapsspredning i norsk fiskeoppdrett på 1970-talet", i *Innovasjonspolitik, kunnskapsflyt og regional utvikling*. (red.). Hallgeir Gammelsæter. Trondheim: Tapir Akademisk Forlag. 159-179.
- Callon, M. (1998). "An essay of framing and overflowing: economic externalities revisited by sociology" i Callon, M.: *The laws of the markets*. Oxford: Blackwell. 244-270.
- Latour, B. (1987). *Science in Action*. Cambridge: Harvard University Press.
- Lie, M. og Sørensen, K. H. (1996). Making technology our own? Domesticating technology into everyday life. I Lie, M. og Sørensen, K. H (red.) *Making technology our own? Domesticating technology into everyday life*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Lien, M. E. & Law, J. (2011). "Emergent Aliens': On Salmon, Nature, and Their Enactment", *Ethnos*, 76: 1, 2011, 65-87.
- Lien, M.E. (2015). *Becoming salmon: Aquaculture and the domestication of a fish*. California: University of California press.
- Nash, C.E. (2011). *The History of Aquaculture*. USA: Blackwell Publishing Ltd.
- Nielsen, T. H., Monsen, A., Tennøe, T. (2000). *Livets tre og kodenenes kode: Fra genetikk til bioteknologi Norge 1900–2000*. Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Osland, E. (1990). *Bruk havet... Pioner i norsk fiskeoppdrett*. Oslo: Det Norske Samlaget.
- Ryghaug, M., Sørensen, K. H. og Næss, R. (2011). Making Sense of Global Warming: Norwegians Appropriating Knowledge of Anthropogenic Climate Change. I *Public Understanding of Science*. Vol. 20(6), 778-795
- Silverstone, R., Hirsch, E. og Strathern, M. (red.). (1992). *Consuming technologies: media and information in domestic spaces*. London, New York: Routledge.
- Solhaug, T. (1983). *De norske fiskeriers historie 1815-1880*. 2.utg. Bergen: Universitetsforlaget. 549.
- Sørensen, K. H. (2004). "Tingenes samfunn. Kunnskap og materialitet som sosiologiske korrektiver". *Sosiologi i dag*, nr.2. 5-25,8.
- Sørensen, K. H., Aune, M. og Hatling, M. 2000. Against linearity – on the cultural appropriation of science and technology. I Dierkes, M. og C. von Grote (red). *Between understanding and trust: The public, science and technology*. Harwood: Academic Publishers.
- Thagaard, T. (2003). *Systematikk og innlevelse. En innføring i kvalitativ metode*. Bergen: Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS.

Kilder

- Aadland, C. (2015). *Se alt de gjør for å knekke lakselusen*. Hentet 02. mai 2016, fra http://sysla.no/2015/09/01/havbruk/se-alt-de-gjor-for-a-knekke-lakselusen_58625/
- Aarhus, I. J., Høy, E., Fredheim, A., Winther, U. (2011). *Kartlegging av ulike teknologiske løsninger for å møte de miljømessige utfordringene i havbruksnæringen*. Trondheim: Sintef.
- Berge, A. (2014). *Pionèrene: Brødrene Vik*. Hentet 03. mai 2016, fra <http://ilaks.no/pionerene-brodrene-vik/>
- Botngård, K. (2015, august). *Permaskjørt, hindrer påslag av lus*. Presentert på AquaNor-messen, Trondheim.
- Boxaspen, K. (2006). A review of the biology and genetics of sea lice. *ICES Journal of Marine Science*, nr. 63: 1304-1316.
- Boxaspen, K.K. (2009). Lakselus – biologi og spredning. *Norsk fiskeoppdrett*, Nr. 6a. Juni 2009. Årgang 34. 10.
- Bærland, A. (2016). *Denne uken er fiskemiddagen dyrere enn et fat med olje*. Hentet 29. mai 2016, fra <http://enerwe.no/okonomi-og-finans/denne-uken-er-fiskemiddagen-dyrere-enn-et-fat-med-olje/>
- Chutko, P. I. (2011). *En temmelig vill en: Kontroverser om laks, ca. 1800–2009*. NTNU, Masteroppgave.
- Det kongelige nærings- og fiskeridepartementet. (2015). *Forslag om å åpne for tildeling av løyve til akvakultur til utviklingsformål*. Høyringsnotat av 12. juni 2015. Oslo: Nærings- og fiskeridepartementet.
- Direktoratet for naturforvaltning. (1999). *Miljømål for norsk oppdrettsnæring*. Resultatrapport for 1997 og 1998. – DN-notat 1999-7.
- Domestisere. (2009, 14. februar). I Store norske leksikon. Hentet 24. mai 2016, fra <https://snl.no/domestisere>
- Ei drøy krone opp for lakseprisen. (2016). Hentet 26. april 2016, fra <http://www.intrafish.no/norsk/nyheter/article1439112.ece>
- Erikson, U. *Stress hos laks – fra biologiske mekanismer til teknologiske løsninger*. Sintef fiskeri og havbruk. Hentet 06. april 2016, fra http://www.tekmar.no/konf12/foredrag/Ulf%20Erikson_Stress%20hos%20laks.pdf
- Fakta om: Infeksiøs lakseanemi (ILA). (2015). Hentet 04. mai 2016, fra <http://www.vetinst.no/layout/set/print/Faktabank/Infeksioes-lakseanemi-ILA>
- FHF, Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond. (2011). *Oppdrett av laks i lukkede anlegg: Forprosjekt*. Prosjektnummer: 900615. Trondheim: FHF.

- Finstad, T. 2007. "Våte drømmer: Konstruksjonen av en genetisk modifisert fisk i Norge på 1980-tallet". NTNU, Masteroppgave.
- Finstad, B., & Bjørn, P.A. (2009). Lakselus – effekter på våre ville laksebestander. *Lakselus, Norskfiskeoppdrett, nr 6, årgang 34*. 13-15.
- Fiskeri- og havbruksnæringens landsforening til Mattilsynet. 21. April 2009. Høring – ny forskrift om bekjempelse av lus i akvakulturanlegg.
- Fiskeridirektoratet & mattilsynet. (2010). *For stor merd eller for mange fisk? Fiskeritilsynets og mattilsynets anbefalinger*. Bergen: Fiskeridirektoratet.
- Flygind, S. K. (1999). *Statistikk mot år 2000: 1992-1993. Bare opptur for oppdrett?* Hentet 04. mai 2016, fra <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/artikler-og-publikasjoner/bare-opptur-for-oppdrett>
- Forskrift om bekjempelse av lus i akvakulturanlegg (luseforskriften). (2009). Hentet 30. mars 2016, fra <https://lovdata.no/dokument/LTI/forskrift/2009-08-18-1095>
- Forskrift om bekjempelse av lus i akvakulturanlegg (luseforskriften). (2012). Hentet 30. mars 2016, fra <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2012-12-05-1140>
- Frenal, B. (2015, august). *Stingray*. Presentert på AquaNor-messen, Trondheim.
- Gjendemsjø, A. M. (2015). *Oppdrett på land kan bli ny industrisuksess*. Hentet 02. mai 2016, fra http://sysla.no/2015/03/26/meninger/landbasert-oppdrett-kan-bli-en-ny-industrisuksess-for-norge_45283/
- Glover, K. A., Storset, A., Nilsen, F., Skaala, Ø. (2005). Lakselus – Kan vi avle fram en resistent laks? *Havforskningsnytt. Nr. 8*. 1-2.
- Grøntvedt, R. A. (2011). Rensefisk, vår lille men sentrale hjelper i bekjempelse av lus. *Norsk fiskeoppdrett, Nr 6a, juni 2011. Årgang 36*. 7.
- Grøndtvedt, R. (2015). Intervju gjennomført 14. oktober 2015, ved Veterinærinstituttet.
- Grøntvedt, R.N., Jansen, P.A., Horsberg, T.A., Helgesen, K., Tarpai, A. (2015). The surveillance programme for resistance to chemotherapeutants in *L. salmonis* in Norway 2014. Surveillance programmes for terrestrial and aquatic animals in Norway. Annual report 2014. Oslo: Veterinærinstituttet.
- Hagen, A. & Vangen, O. (2014). *Husdyr*. I Store norske leksikon. Hentet 29. mai 2016 fra <https://snl.no/husdyr>
- Hagen, K. (2015, august). *Levende lakselusfilter med blåskjell og lys*. Presentert på AquaNor-messen, Trondheim.
- Hanssen, T. M. (2012). *Ny epoke i lusejakta*. Hentet 11. april 2016, fra <http://forskning.no/fisk-fiskesykdommer-oppdrett-dna/2012/05/ny-epoke-i-lusejakta>
- Hauge, M. (2011). *Lakselusa skal gå i designfelle*. Hentet 30. april 2016, fra http://www.imr.no/nyhetsarkiv/2011/november/lakselusa_skal_ga_i_designfelle/nb-no
- Havforskningsinstituttet. (2007). Banebrytende resultater fra Havforskningsinstituttet. Akvakulturforskning 1882- 2007. *Havforskningstema, nr.4*, 3.
- Havforskningsinstituttet til Mattilsynet. 22. april 2009. Høring – ny forskrift om bekjempelse av lus i akvakulturanlegg.

- Hemming, G. (2014). Lakselusa er resistent mot hydrogenperoksid. Hentet 08. april 2016, fra <http://sonicnorway.no/lakselusa-er-resistent-mot-hydroperoksid/>
- Heuch, P.A., Bjørn, P.A., Finstad, B., Holst, J.C., Asplin, L., Nilsen, F. (2005). A review of the Norwegian National Action Plan Against Salmon Lice on Salmonids: The effect on wild salmonids. *Aquaculture*, nr. 246. 79-92.
- Hosteland, L. T. S. (2016). *Frykter flere mekaniske skader – oppfordrer til større inkludering av fiskehelsepersonell*. Hentet 17. april 2016, fra <http://kyst.no/nyheter/frykter-flere-mekaniske-skader-oppfordrer-til-storre-inkludering-av-fiskehelsepersonell-ytterligere/>
- Hægermark, W. A. (2013). *Vil avle fram laks som ikke frister lus*. Hentet 01. mai 2016, fra <http://forskning.no/fisk-fiskehelse-oppdrett/2013/08/vil-avle-fram-laks-som-ikke-frister-lus>
- Iversen, A., Hermansen, Ø., Andreassen, O., Brandvik, R. K., Marthinussen, A., Nystøyl, R. (2015). *Kostnadsdrivere i lakseoppdrett*. Rapport 41/2015. Tromsø: Nofima
- Jensen, P. M. (2016). *Avl mot lus vil garantert bli et sisyfosarbeid*. Hentet 02. mai 2016, fra <http://kyst.no/nyheter/avl-mot-lus-vil-garantert-bli-et-sisyfosarbeid/>
- Johnsen, S. (2012). *Ny lakselusforskrift gir mer samordnet bekjempelse*. Hentet 03. april 2016, fra http://www.mattilsynet.no/fisk_og_akvakultur/fiskehelse/fiske_og_skjellsykdommer/lakselus/ny_lakselusforskrift_gir_mer_samordnet_bekjempelse.4391
- Jonsson, B., (red.). Boxaspen, K., Fiske, P., Gjerde, B., Poppe, T. & Wennevik, V. (2006). *Interaksjoner mellom lakseoppdrett og villaks: Oppdatering av kunnskapen etter NOU 1999:9*. Kunnskapsserien for laks og vannmiljø, Bergen.
- Knagenhjelm, T.K. (2014). *Ingen steder er nødvendigheter, men overalt muligheter: Stedsutvikling på geografisk isolerte steder*. NTNU, Trondheim.
- Kvistad, A. (2012). *Tester "strømgjerde" mot lakselus*. Hentet 29. april 2016, fra <http://lusedata.no/fou/tester-stromgjerde-mot-lakselus/>
- Kvistad, A. (2013). *Færre lus med snorkelmerd*. Hentet 17. april 2016, fra <http://lusedata.no/fou/faerre-lus-med-snorkelmerd/>
- Kråkås, Ø. (2016). *Framtidas fiskeoppdrett: Ecomerden*. Hentet 13. april 2016, fra <http://salmongroup.no/aktuelt/2016/03/framtidas-fiskeoppdrett-ecomerden/>
- Lakselus - *Lepophtheirus Salmonis*. (2013). Hentet 08. mars 2016, fra <https://fiskehelse.wordpress.com/2012/03/13/lakselus-lepophtheirus-salmonis/>
- Lakselus. (2016). Hentet 09. mars 2016, fra <http://www.imr.no/temasider/parasitter/lus/lakselus/90680/nb-no>
- Mattilsynet til Fiskeri- og kystdepartementet, 29. januar 2009. Oversendelse av forslag til endring av luseforskriften.
- Mattilsynet. (2015 a). Mattilsynets oppsummering av utviklingen av lakselus høsten 2015. (Lakselusrapport: høsten 2015).
- Mattilsynet. (2015 b). Mattilsynets oppsummering av utviklingen av lakselus vinteren og 2015. (Lakselusrapport: vinteren og året 2015).

- Mattilsynet oppfordrer til forsvarlig legemiddelbruk i fiskeoppdrettsbransjen. (2015). Hentet 22. april 2016, fra http://www.mattilsynet.no/fisk_og_akvakultur/fiskehelse/legemidler_til_fisk/mattilsynet_oppfordrer_til_forsvarlig_legemiddelbruk_i_fiskeoppdrettsbransjen.18379
- Mortensen, A. & Skjelvareid, M.H. (2015). *Ultralys – et nytt våpen i kampen mot lakselusa*. Rapport 31/2015. Tromsø: Nofima.
- Nodland, E. (2015). *Bremnes Seashore tester ut snorkelmerd*. Hentet 17. april 2016, fra <http://ilaks.no/bremnes-seashore-tester-ut-snorkelmerd/>
- Nofima, Avlsprogram (2015). Hentet 04. mai 2016, fra <http://nofima.no/forskningsomrade/avl-og-genetikk/avlsprogram-2/>
- Norges forskningsråd. (2009). *Fisk i forskning – miljøkrav og velferdsindikatorer hos fisk: en utredning av forskningsbehovet*. Oslo: Norges forskningsråd.
- NOU (1977:39). *Fiskeoppdrett*.
- NOU 1999:9. *Til laks åt alle kan ingen gjera?*
- Nye metoder for redusert lusepåslag? Nytt prosjekt fra FHF nå i gang. (2015). Hentet 30. april 2016, fra <http://www.fhf.no/nyheter/2015/oktober/1910/nye-metoder-for-reduisert-lusepaaslag/>
- Oddekalv, K. (red.), Bakke, J., Sletvold, S., Dahl, R., Båtstrand, S., Bønes, Ø. (2010). *Faktarapport om miljøkonsekvensene ved oppdrett av nordatlantisk laks i Norge*. Bergen: Norges miljøvernforbund.
- Ofte stilte spørsmål om SLICE. (2011). Hentet 31. mars 2016, fra http://www.msd-animal-health.no/binaries/SLICE-FAQs_tcm84-151897.pdf
- Olsen, B. 2006. “Ting-mennesker-samfunn: introduksjon til en symmetrisk arkeologi” i *Arkæologisk Forum*, Mai 2006 nr.14.
- Olsen, T. (2015). *Full effekt med null kjemikalier*. Hentet 03. mai 2016, fra <http://www.steinsvik.no/no/produkter/n/seaculture/fiskehelse/thermolicer>
- Oma, L. A. (2016, 24. mai). Kraftig auke i lusemiddelbruk. *Hordaland Folkeblad*, s. 9.
- Oppdretterne tror på mekanisk luseløsning. (2014). Hentet 13. mai 2016, fra <http://ilaks.no/oppdretterne-tror-pa-mekanisk-luselosning/>
- Oppedal, F., Dempster, T., Stien, L. H. (2016). *Snorkelmerd: Produksjonseffektivitet, adferd og velferd*. Sluttrapport FHF-prosjekt 900884. Rapport fra havforskningen Nr.9-2016.
- Ordinære lusemidler mot lakselus. (2011). Hentet 08. april 2016, fra http://www.wwf.no/dette_jobber_med/hav_og_kyst/havbruk/parasitter_og_sjukdommer/ordinare_lusemidler_mot_lakselus/
- Rosten, T. W. (2015, august). *Oppdrett av laks i lukkede systemer*. Presentert på AquaNor-messen, Trondheim.
- SLK-publikasjon 2000:02. *Terapianbefaling: Behandling mot lakselus i oppdrettsanlegg*. Oslo: Statens legemiddelkontroll.

- Solvang, Ø. (2014). *Aldri funnet så mye lakselus*. Hentet 23. mai 2016, fra <http://www.nord24.no/nyheter/aldri-funnet-sa-mye-lakselus/s/1-5346252-7625446>
- St.meld.nr. 71 (1979-1980). *Om offentlig medvirkning til utvikling av fiskeoppdrettsnæringen*, Fiskeridepartementet i Aarseth, Berntsen, and Stig Eirik Jakobsen. 2004. *On a clear day you can see all the way to Brussels: The transformation of aquaculture regulation in Norway*. SNF working paper no. 63/04. Institute for research in economics and business administration, Bergen.
- Stadig mindre følsomhet for lakselusmidler. (2015). Hentet 22. april 2016, fra http://www.mattilsynet.no/fisk_og_akvakultur/fiskehelse/fiske_og_skjellsykdommer/lakselus/stadig_mindre_folsomhet_for_lakselusmidler.18603
- Statens dyrehelsetilsyn. (1997). *Nasjonal handlingsplan mot lus på laksefisk: 1997-2001*. Oslo: Statens dyrehelsetilsyn.
- Statens dyrehelestilsyn. (2004). Hentet 14. mars 2016, fra <http://www.nsd.uib.no/polsys/data/forvaltning/enhet/19815/endringshistorie>
- Strategi og nok materiell gir luseløsning. (2016). Hentet 02. mai 2016, fra <http://ilaks.no/strategi-og-nok-materiell-gir-luselosning/>
- Sunnset, B. H. (2016). *Snorkel stopper lakselusa*. Hentet 17. april 2016, fra <http://forskning.no/fiskehelse-havforskning-oppdrett/2016/03/snorkel-stopper-lakselusa>
- Sved, B. & Lylum, S. (2015). *Lakseoppdrett på land er like billig som til sjøs*. Hentet 02. mai 2016, fra <http://www.adressa.no/pluss/okonomi/article11441105.ece>
- Sysselsetting. (2012). Hentet 14. april 2015, fra <http://www.statsbudsjettet.no/Statsbudsjettet-2012/Statsbudsjettet-fra-A-til-A/Sysselsetting/>
- Terjesen, B. F. (2012). *Optimalisert postsmoltproduksjon*. Hentet 01. mai 2016, fra <http://nofima.no/prosjekt/optimalisert-postsmoltproduksjon-opp/>
- Thonhaugen, M. (2016). *Disse prosjektene kan revolusjonere oppdrettsnæringa: Fem prosjekter skal løse utfordringene oppdrettsnæringa har med både areal, lakselus og rømming*. Hentet 01. mai 2016, fra <http://www.nrk.no/nordland/xl/disse-prosjektene-kan-revolusjonere-oppdrettsnaeringa-1.12753301>
- Treimo, H. (2007). *Laks, kart og mening. Det store laksegenomsprosjektet*. PhD diss., University of Oslo
- Åbro, A. (2011). *Svømmeblære*. I Store norske leksikon. Hentet 17. april 2016, fra <https://snl.no/svømmeblære>