

En miljø-økonomisk analyse av lakselus fra norsk lakseoppdrett

—
Heidi Marie Nore

Masteroppgave i Fiskeri- og Havbruksvitenskap

November 2013



Forord

Med denne masteroppgaven avslutter jeg min tid som student ved Norges Fiskerihøgskole, UiT Norges Arktiske Universitet. Det har vært en lang og spennende reise som har gitt mye nytting lærdom og nye bekjentskap, men jeg ser likevel frem til en ny epoke ute i arbeidslivet. Arbeidet rundt masteroppgaveskriving var ganske nytt for meg, og det har vært en lang og utfordrende prosess.

Jeg ønsker å gi en stor takk til alle som har gjort masteroppgaven mulig for meg, blant annet alle forelesere og professorer jeg har hatt gjennom studietiden. Deres inspirasjon og entusiasme har gitt meg mye motivasjon gjennom hele studiet. Spesielt stor takk til min veileder, Professor Ola Flåten, for god veiledning, tålmodighet og tilgjengelighet.

Stor takk til familie og venner for deres støtte og motivasjon gjennom arbeidet.

Til sist vil jeg takke kull 2008 for 5 fine år på Fiskerihøgskolen.

Heidi Marie Nore

November 2013

Sammendrag

Oppdrett i Norge er en relativt ung og raskt voksende næring, og selv om det kan virke som en skusess historie har dette også ført med seg en rekke problemer. Ett av oppdrettsnæringens største utfordringer er forekomsten av parasitten lakselus i merdene, ett problem som fører til langt større skade enn kun for oppdretterne selv.

Historisk har man observert lakselus i relativt små mengder på vill laksefisk, og de negative konsekvensene for vertsfisken har vært små. Rapportering om epidemier av lakselus på vill laksefisk i Norge startet allerede på 80-tallet, da det ble observert at både utvandrene smolt og voksen fisk var i dårlig fysisk forfatning med stort påslag av lakselus. Til tross for en rekke tiltak for å begrense spredninga av parasitten, er dette fortsatt ett problem.

Formålet med denne oppgaven er å se på problemet rundt lakselus fra oppdrettsanlegg, og hvordan dette påvirker laksefisket i elvene. Fritidsfiske etter laks i norske elver er et populært reisemål, både for nordmenn og utenlandske turister, og mange i områder rundt lakseelver, da spesielt grunneiere, er avhenging av inntekter fra fritidsfiskerne.

Ringvirkningene fra fisketurisme vil kunne inkluderer overnatting, mat, transport og andre aktiviteter.

Bekjempelse av lakselus er viktig for å sikre en bærekraftig utvikling av både oppdrettsnæringen og villaksnæringen.

Nøkkelord: Lakselus, fritidsfiske, atlantisk laks, nytte-kostnadsanalyse, eksternaliteter.

Innholdsfortegnelse

1. INNLEDNING	1
1.1 OPPDRETT	1
1.2 VILLAKS.....	3
1.3 EKSTERNALITETER	6
1.4 PROBLEMSTILLING.....	7
2. NÆRING OG MILJØ.....	9
2.1 UTSLIPP AV NÆRINGSSALTER OG ANNEN FORURENSNING.....	9
2.2 TILGANG PÅ FISKEMEL OG OLJE	10
2.3 LEGEMIDLER	11
2.4 LAKSERØMMING	11
2.4.1 Livssyklus	13
2.4.2 Individuell- og bestandseffekt på vill laksefisk.....	14
2.4.3 Behandlig.....	15
3. TEORI.....	17
3.1 ØKONOMISK TEORI.....	17
3.1.1 Sammenheng mellom økonomisk aktivitet og utsipp	17
3.1.2 Bestandsmodell.....	17
3.1.3 Verdsetting av miljøgode	20
3.1.4 Nytte-kostnadsanalyse.....	22
3.2 MILJØPOLITIKK	23
4. DATA OG METODE	25
4.1 OMRÅDEBESKRIVELSE	25
4.1.1 Oppdrett og Lakselus.....	27
4.1.2 Fritidsfiske	28
4.2 KOSTNAD PÅ LAKSELUSKONTROLL OG -BEHANDLING FOR OPPDRETTERNE.....	30

4.3	LØNNSOMHET I FRITIDSFISKE	31
4.3.1	Grunneiere	31
4.4	FORKLARING AV MODELL	31
5	RESULTAT.....	33
5.1	KOSTANDER I FORBINDELSE MED LUSEBEKJEMPELSE.....	33
5.2	BEREGNING AV HØSTBART OVERSKUDD UNDER ULIKE FORUTSETNINGER	35
5.3	VERDI AV HØSTBART OVERSKUDD FOR GRUNNEIERE	36
5.4	LOKALØKONOMISK OMSETTNING FRA FRITIDSFISKE	37
6	DISKUSJON.....	39
6.1	KOSTANDER AV LUSEBEKJEMPELSE	39
6.2	BEREGNING AV HØSTBART OVERSKUDD	39
6.2.1	Gaula.....	40
6.2.2	Etne	40
6.3	VERDI AV HØSTBART OVERSKUDD	40
6.4	LOKALØKONOMISK OMSETTNING FRA FRITIDSFISKE	40
7	REFERANSELISTE.....	41
7.1	STØTTELITTERATUR.....	44

Liste over tabeller

Tabell 1.1.....	2
Tabell 2.1.....	9
Tabell 2.2.....	15
Tabell 4.1.....	27
Tabell 4.2.....	27
Tabell 1.3.....	28
Tabell 4.4.....	28
Tabell 5.1.....	33
Tabell 5.2.....	33
Tabell 5.3.....	34
Tabell 5.4.....	34
Tabell 5.5.....	34
Tabell 5.6.....	35
Tabell 5.7.....	35

Liste over figurer

Figur 1.1.....3

Figur 1.2.....3

Figur 1.3.....4

Figur 1.1.....5

Figur 2.1.....10

Figur 2.2.....14

Figur 3.1.....18

Figur 3.2.....20

Figur 3.3.....21

Figur 4.1.....25

Figur 4.2.....26

Figur 4.3.....29

Figur 4.4.....30

1. Innledning

Vår lange kystlinje, inkludert øyer og dype fjorder, strekker seg mer enn 83 000 km, en distanse som tilsvarer omtrent to ganger rundt ekvator. Dette gir gode forutsetninger for å drive med både fiskeri og havbruk. Lakseindustrien i Norge består i dag av tre sektorer; elvefiske (fritidsfiske), havfiske (komersieltfiske) og oppdrett. De forskjellige sektorene gir ulike sosiale, økonomiske og kulturelle fordeler til samfunnet, samtidig som at de alle står foran en rekke problemer og utfordringer. De har ulike deltagere, interesser, tradisjoner og forvaltningsmål, og de er under forskjellige regjeringsorgan. Miljøverndepartementet har ansvar for de ville laksebestandene, inkludert rømming fra oppdrettsvirksomhet, mens fiskeri- og kystdepartementet har ansvar for oppdrettsindustrien.

1.1 Oppdrett

I Norge startet det hele i 1970, da brødrene Ove og Sivert Grønstedt satte ut 20 000 laksesmolt på Hitra i en selvlaget merde. Dette regnes i dag som verdens første lakseoppdrettsanlegg¹. Interessen for denne nye næringen var stor, og allerede i 1973 vedtok stortinget en konsesjonslov for oppdrettsnæringen. Målet med dette var å styrke det norske kyst- og fjordsamfunnet for å unngå en næring preget av industrigiganter. Ved hjelp av god kunnskap, dyktig entrepenørskap, de ville laksebestandenes arveegenskaper, tradisjoner og den norske kystens spesielle geografiske og klimatiske fortrinn bygde Norge opp verdens største lakseoppdrettsnæring på noen få tiår.

Oppdrett av laks i Norge startet for å bygge opp livsgrunnlaget for fiskeribygdene i distriktene som opplevde dårlig økonomi i forbindelse med dårlig fiske på slutten av 1960-tallet og begynnelsen av 1970-tallet (Liu, Olaussen et al. 2010). Oppdrettsnæringen gikk fra å være en biinntekt for fiskere og bønder til å bli en viktig næring som gav arbeidsplasser i distriktene langs kysten. Tradisjonelt sett har oppdrettsnæringen vært organisert i små lokale selskap, og dette har vært et bevisst valg av myndighetene som et ledd i distriktsplitikken. Men vi ser i dag en klar trend med større og færre lokaliteter (tabell 1.1).

¹ www.laks.no/informasjon/artikler/en-barekraftig-havbrukshistorie/

Tabell 1.1. Antall lokaliteter og antall individer i sjø, fordelt på fylker. Kilde: Fiskeridirektoratet

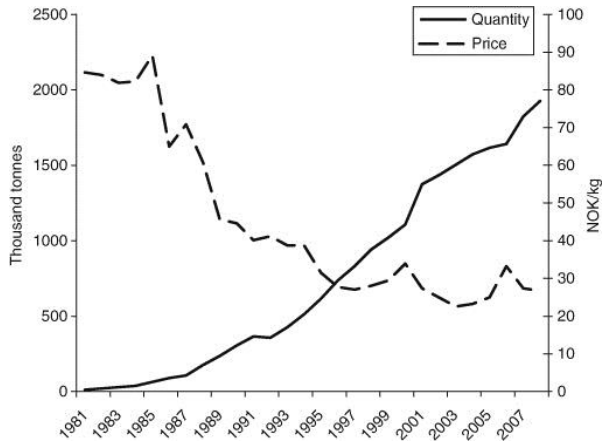
	2012	2012	2006	2006
Fylke	Lokaliteter	Individer*	Lokaliteter	Individer*
		(1000)		(1000)
Finnmark	69	32 837	88	7 846
Troms	117	43 596	106	23 798
Nordland	206	63 638	198	46 030
Nord-Trøndelag	66	30 418	85	21 215
Sør-Trøndelag	91	35 362	110	28 435
Møre og Romsdal	90	41 710	126	29 434
Sogn og Fjordane	82	30 617	115	20 304
Hordaland	196	51 237	230	39 612
Rogaland	71	26 727	66	20 014
Øvrige fylker	13	5 871	12	4 354
Totalt	1001	362 011	1 136	241 042

* Beholdning per 31.12 det gjelende året

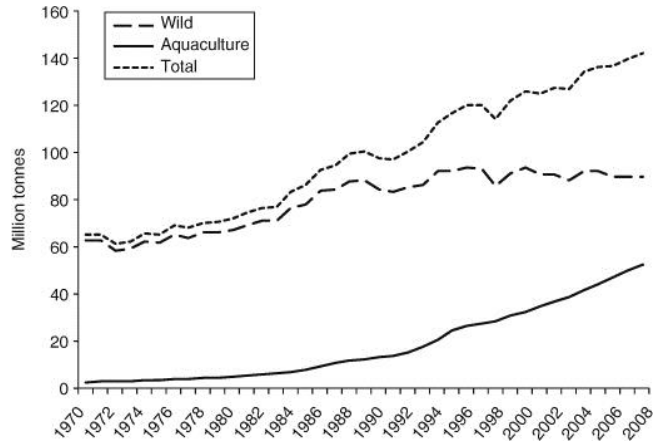
Mens antall lokaliteter har sunket med 12 % fra 2006 til 2012, har produksjonen, i form av antall individer, hatt en økning på 33%.

I Norge har oppdrettsvirksomhetens korte historie vært preget av både fremgang og tilbakeslag. Både i 1974 og 1990 opplevde næringen en omsetningskrise, og for å unngå underbying gikk næringen sammen om en innfrysningsordning for å regulere markedet. Det var først i 1983 at problematikken rundt sykdom i merdene var et så stort problem at fiskeoppdretternes salgslag opprettet prosjektet "Frisk Fisk" for å støtte opplysningsarbeid og forskning på sykdomsbekjempelse. Oppdrettsnæringen har opplevd store svingninger i lønnsomhet. Disse svingningene er svært forstyrrende for næringen og kan være direkte ødeleggende på sikt. Senest sommeren 2003 var det en "krise" i næringen. Svært lave priser på laks gjorde at flere norske oppdrettsselskaper gikk konkurs, og svært mange andre slet med store underskudd.

Det er ikke bare Norge som har satset stort på oppdrett, figur 1. 1 viser den globale produksjonen av fisk og sjømat fra 1970 til 2008, og man ser av figuren at mengden vilt fanget fisk nærmest har stagnert etter slutten av 80-tallet, mens mengden produsert ved hjelp av havbruk har hatt en jevn stigning.



Figur 1.1. Global produksjon av fisk og sjømat, mengde og realpris, 1970 -2008 (Asche and Bjørndal 2011).



Figur 1.2. Global produksjon av fisk og sjømat, 1970-2008 (Asche and Bjørndal 2011).

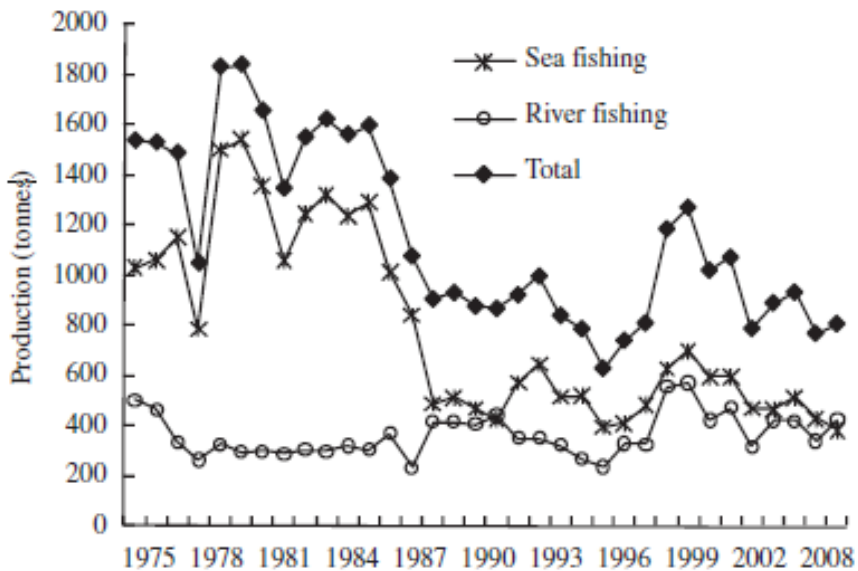
Oppdrett gir generelt lavere produksjonskostnader i forhold til fangst, og gjør det mulig å kunne tilby jevn tilgang til fersk fisk. Men den bidrar også til økt konkurranse som presser prisene ned. Fra figur 1.1 ser man at pris pr kg har sunket samtidig som mengden produsert har økt.

Det har skjedd en kraftig endring i den globale lakseindustrien der oppdrettslaksen har gradvis tatt over for villaks på markedet (Liu, Olaussen et al. 2010).

1.2 Villaks

Atlantisk laks er en anadrom art, det vil si at de migrerer mellom ferskvann og saltvann i løpet av livssyklusen. Gyting skjer i elver, og eggene festes på bunnen. Laksen befinner seg i elven under yngelstadiet, før den vandrer til havet for å vokse seg stor. Laksens komplekse livssyklus varierer i stor grad. Den første fasen i ferskvann varer fra 1 – 4 år, før den gjennomgår

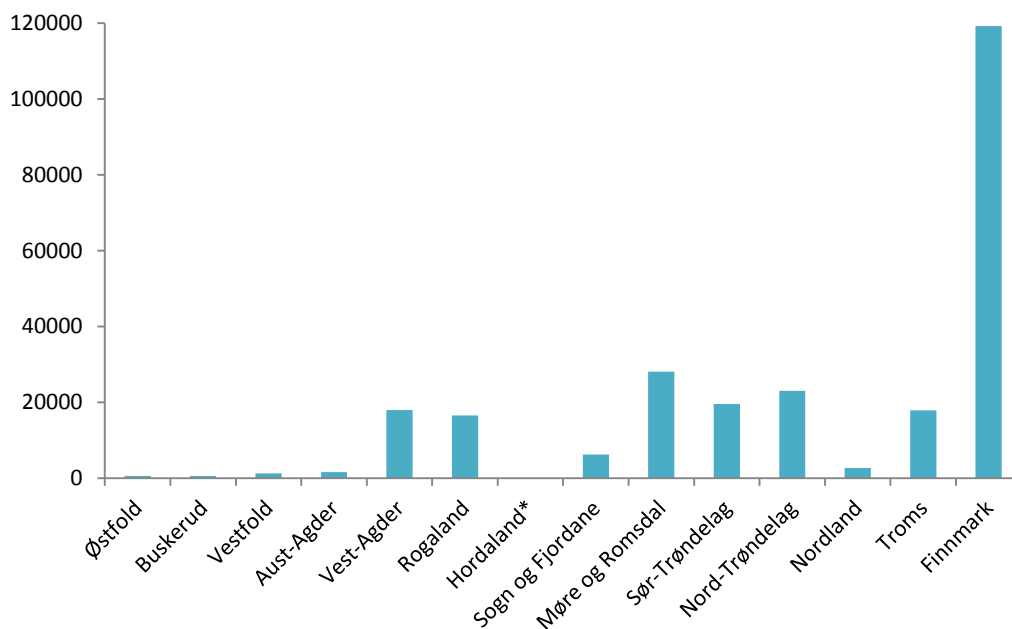
smoltifisering og vandrer ut til havet. Utvandringen skjer på våren eller tidlig sommer (rundt mai i sør og i juni/juli lenger nord). Tiden i saltvann varierer fra 1 – 3 år, der den spiser og vokser. Når laksen blir kjønnsmoden vil den returnere til elven den kommer fra for å gyte. Gyteperioden er på våren og/eller sommeren. De fleste laks dør etter gyting, og det er under 10 % av hunlaksen som gyter to ganger (Olaussen, Liu et al. 2012).



Figur 1.3. Fangst av villfisk, fordelt på hav- og elvefiske i Norge (Liu, Olaussen et al. 2010).

Villaks har lenge spilt en viktig rolle i Norge, både sosialt, økonomisk og kulturelt. Tidligere var den en viktig matkilde, men i dag er det fritidsfiskere som har størst interesse av villaksen. Villaksens verdi for samfunnet er mest synlig i de lokaløkonomiske ringvirkningene som laksefiske i elvene skaper. Verdien av ressursen går imidlertid langt ut over slike vurderinger. For eksempel har laksefiske både i sjø og elv betydning for bosettingsmønsteret, for folks livskvalitet og helse. Fisket skjer hovedsaklig i fjorden, ved elvemunnet og i elven i forbindelse med laksens vandring tilbake til elva den kom fra for å gyte.

I Norge har vi verdens største populasjon av atlanterhavslaks, og ca en tredjedel av den gjenværende populasjonen gyter i norske elver (Olaussen and Skonhoft 2008). I løpet av de siste ti-årene har villaks lid en jevn nedgang, flere bestander har nådd et historisk lavt nivå, noen er regnet som utryddningsstruet og noen er allerede utryddet. I samme periode har fiske etter villaks gått ned, da spesielt havfiske (fig 1.3). Nedgangen i bestandsnivået begynte å merkes allerede på 80-tallet, og myndighetene iverksatte restiksjoner på fangstredskaper for å begrense kommersielt fiske. I 1989 ble det forbud mot å fiske med drivgarn, og fiskesesongen for kroggarn ble regulert. Samtidig ble det også begrenset fiske i gyteelvene. Til tross for en rekke tiltak fortsetter det å være en nedgang i de ville laksebestandene.



Figur 1.4. Fylkesfordelt sjøfanget laks i 2012, kg. Kilde: Statistisk sentralbyrå.²

I dag er over halvparten av totale biomassen av sjøfanget laks fisket i Finnmark. I de resterende fylkene er det enten totalforbud eller kraftig redusert kommersielt fiske grunnet strenge reguleringer (Statistisk Sentralbyrå).

² <http://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/statistikker/sjofiske/aar/2012-11-29#content>

Ett av tiltakene for å verne bestander av villaks er opprettelse av nasjonale laksefjorder. Laksen i de nasjonale fjordene skal forvaltes slik at naturens mangfold og produktivitet bevares, og laksen skal utsettes for så få trusselfaktorer som mulig. Oppdrettsaktivitet er svært begrenset, og er underlagt strenge krav til rømming og kontroll av sykdom, som blant annet lakselus. Etter 2007 har det ikke vært tillatt å etablere nye matfiskoppdrettslokaliteter for laksefisker.

1.3 Eksternaliteter

Økonomisk aktivitet har lenge forårsaket negative effekter som ikke gjenspeiles i hverken produsjonskostnadene eller markedsprisene. Men selv om denne problemstillingen i økonomisk teori har vært vel kjent, var det først i 1920 det ble gjort en formell analyse av Pigou. I de siste 10-årene har bidragene innen feltet økt kraftig.

Førsund og Strøm (2000) definerer eksternaliteter slik:

”Eksterne effekter er direkte virkninger andre forbrukers konsum og/eller andre bedrifters produksjon har på en bedrifts tekniske produksjonsforhold og/eller på en forbrukers nyttenivå. Virkningene karakteriseres ved at den som rammes, ikke kan unngå de eksterne effektene uten bruk av ressurser. Effektene er ikke tilsiktet av dem som forårsaker dem.”

De eksterne effektene kan være både positive og negative, men jeg skal kun ta for meg negative eksternaliteter, da det er disse som kan skape problemer.

Havbruk forårsaker en rekke eksternaliteter, hovedsaklig lokale, med siden komponenter i havet er sterkt knyttet sammen kan det inndirekte også påvirke omgivelsene over ett stort område. De mest sentrale eksternalitetene fra oppdrett er følgende: Utslipp av næringsalter og annet avfall, tilgang på fiskemel og olje, legemidler, rømming og lakselus.

1.4 Problemstilling

I denne oppgaven ønsker jeg å gjennomføre en økonomisk analyse av lakselus som en negativ eksternalitet fra oppdrettsnæringen. Siden lakselus er en naturlig parasitt i våre farvann, skal jeg først undersøke forskjellen på effekten av lakselus i to ulike fjordsystem, henholdsvis Tronheimsfjorden og Hardangerfjorden, ett med relativ høy og ett med begrenset oppdrettsaktivitet. Videre vil jeg utføre en miljø-økonomisk analyse for å finne kostanden av dette problemet, og eventuelt samfunnsøkonomisk nytte av tiltak.

2. Næring og Miljø

Før en videre "drøfting" av problemet rundt lakselus , ønsker jeg å ta for meg de mest sentrale eksternalitetene fra oppdrett, som tidligere er nevnt.

2.1 Utslipp av næringsalter og annen forurensning

Det blir i forbindelse med oppdrett sluppet ut en rekke næringsalter som fryktes å kunne ha innvirkning på lokal vannkvalitet. Med næringsalter menes hovedsaklig fôrspill og direkte utslipp fra fisken som avføring og urea. Tabell 2.1 viser miljøtilstanden under oppdrettsanlegg fra undersøkelser i 2011 og 2012. I dette tidsintervallet var det en produksjonsøkning på 18 %, men det ser ikke ut til at økinga har forverret situasjonen.

Tabell 2.1. Miljøtilstanden under oppdrettsanlegg (MOM-b undersøkelser).

Miljøtilstand under oppdrettsanlegg	2011	2012
Veldig god	71 %	73 %
God	20 %	20 %
Dårlig	7 %	6 %
Veldig dårlig	1 %	1 %
Totalt	100 %	100 %

Kilde: Fiskeridirektoratet³

I følge en rapport fra NINA (Raport 126) er sannsynligheten for negative regionale virkninger av utslipp av næringsalter og organisk materiale ansett til å være svært lav. Av over 300 undersøkte lokaliteter i området fra Rogaland til Finnmark var det kun to lokaliteter med uakseptabel tilstand.

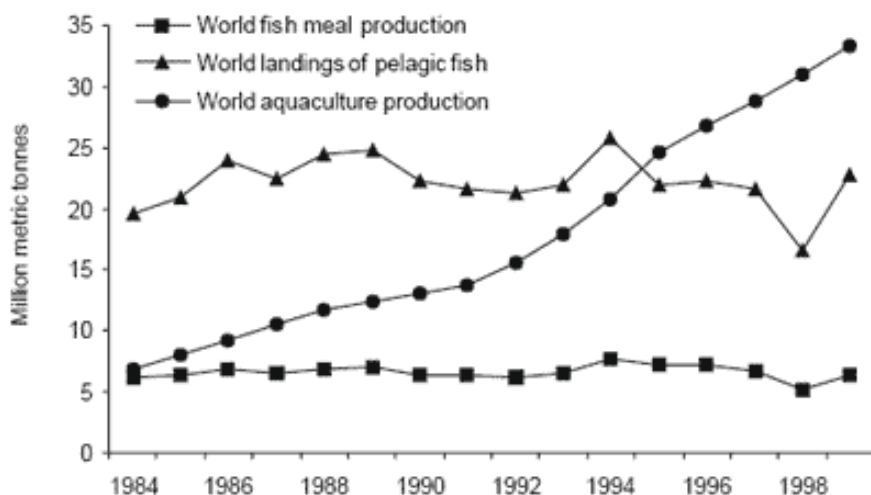
³ <http://www.fiskeridir.no/akvakultur/aktuelt/2013/0213/god-miljoetilstand-under-oppdrettsanlegga>

I en artikkel fra Havforskningsinstituttet⁴ konkluderer de med at selv utslippet av næringsalter i Hardangerfjorden, med ett høy oppdrettsintensitet, er for små til å forårsake overgjødning. Konsentrasjonen ligger innenfor grensene *God* til *Meget god* status etter kriterier fastsatt av Klif. Mye av grunnen er stor vannutskiftning i forbindelse med tidevann og tetthetsdrevne strøm. I områder med dårlig vannutskiftning kan i midlertidig lokale effekter forekomme.

For å hindre vekst på nøtene bruker mange oppdrettere kobber som impregnering. I 2011 ble det brukt 918 tonn kobber til dette formålet, og det antas at omtrent 80-90% av dette lekker ut i sjøen (Miljødirektoratet⁵). I høye nok konsentrasjoner kan kobber føre til skade på følsomme arter i område, spesielt i sedimentet.

2.2 Tilgang på fiskemel og olje

Laks er et rovdyr, og trenger fiskeproteiner i sin diet. Derfor blir komponenter fra villfisk bruk til å lage fiskemel og olje som inngår i fôret til oppfrettslaksen. Hovedsaklig brukes det ville pelagiske arter og tilgang på disse råstoffene er avgjørende for å drive med lakseoppdrett.



Figur 2.2. Forholdet mellom oppdrett, landing av pelagisk fisk og produksjon av fiskemel, fra 1984 til 2000 (Tidwell and Allan 2007).

⁴ http://www.imr.no/nyhetsarkiv/2011/desember/finner_ikke_tegn_til_overgjodning/nb-no

⁵ <http://www.miljostatus.no/Tema/Hav-og-kyst/Fiskeoppdrett/Kobber-og-andre-kjemikalier-i-fiskeoppdrett/>

Man kan spørre seg om det er riktig å bruke fisk som kunne ha gått direkte til menneskelig konsum til fiskefôr. Mange stiller seg kritisk til nettopp dette, og mener det er feil bruk av ressurser.

Figur 2.1 viser i midlertidig at til tross for en kraftig økning i oppdrett, har produksjonen av fiskemel ligget relativt stabilt i perioden 1984-2000. Det er ikke bare oppdrettsnæringen som benytter seg av fiskemel og olje. I foret til blant annet fjærkre og svin brukes det også store mengder fiskemel og olje (Kristofersson and Anderson 2006). I tillegg er artene som brukes i fiskemel og –olje produksjon gjerne små fete arter med mye bein, og er derfor uønsket som matfisk (Asche and Bjørndal 2011).

2.3 Legemidler

Når mange dyr plasseres på svært begrenset plass, oppstår det gode spredningsforhold for sykdommer og parasitter. Bruken av antibiotika i norsk oppdrettsnæring har historisk sett vært høy, men siden 1987 har forbruket blitt redusert med 99%⁶. I dag blir all smolt vaksinert mot de viktigste sykdommene før de settes ut i merder, og dette gjør at det ikke trengs like store mengder antibiotika som tidligere.

Bruk av legedidler og kjemikalier for å bekjempe sykdommer kan ha negativ effekt på miljøet ved at det sprer seg raskt ut i vannmassene. Det er derfor viktig å få både sykdom og parasitter under kontroll, slik at man i størst mulig grad unngår miljøskadelig stoffer.

2.4 Lakserømming

Rømming av fisk fra havbruk blir sett på som en stor trussel mot ville fiskebestander. Årsaken til rømming er stort sett grunnet teknisk og driftsmessig svikt. Fra 2001 til 2009 antas det at det har rømt 3,93 millioner Atlantisk Laks (*Salmar salar*), 0,98 millioner regnbue ørret (*Oncorhynchus mykiss*) og 1,05 millioner (fra 2004-2009) Atlantisk torsk (*Gadus morhua*) i Norge (Jensen, Dempster et al. 2010).

⁶ <http://www.vetinst.no/Nyheter/Norsk-fiskeoppdrett-bruker-minimalt-med-antibiotika>

Dagens nivå av rømming antas å være ett så stort problem at det truer den fremtidige bærekraften til oppdrett. Totalt er det over 300 millioner oppdrettslaks i Norge (tabell 1.1), mens det er 500 000 – 1 000 000 villaks om returnerer fra havet til elver for å gyte hvert år (Jensen, Dempster et al. 2010). En merde kan holde opp til flere hundre tusen fisk, noe som betyr at på en lokalitet kan det være over 1 million fisk. Kortidsproblemene kyttet til rømming inkluderer spredning av sykdommer og parasitter og hybridisering med ørret (Asche and Bjørndal 2011). Langtidsproblemene oppstår når den rømte laksen finner veien til vassdragene og gyter med villaks, dette fører til at villaksen kan endres genetisk som igjen kan føre til lavere produksjon i vassdragene. Oppdrettslaksen er avlet på egenskaper som hurtig vekst, motstand mot sykdommer, kjøttfarge og fettinnhold, og stammer fra ett fåtall ville laksebestander. Dette gir lite genetisk variasjon blant oppdrettslaksen, stor variasjon er viktig for å øke tilpassningsdyktigheten til de ville bestandene⁷.

I følge en artikkel skrevet av Olaussen og Liu (2011), vil betalingsvilligheten for å fiske i elver synke med 60 % hvis de får opplyst at det er 50 % sannsynlighet for å få oppdrettslaks i stede for villaks. Med tanke på at det selges ca 1,5 millioner fiskepass i Norge årlig kan konsekvensen av rømt oppdrettslaks føre til store økonomiske tap hos grunneierne til elvene og ringvirkningene rundt fritidsfiske. I en undersøkelse av norske elver opplyste 92 % av sportsfiskerne at elvens kvalitet, i form av fangst-per-dag, var viktig. I tillegg rapporterte 72 % at prisen på fiskekort var viktig (Fiske and Aas 2001).

Lakselus, *Lepeophtheirus salmonis*, er en naturlig saltvannsparasitt på både laks og sjø ørret, men forekomsten av denne parasitten, på både villfisk og oppdrettsfisk, har økt kraftig i takt med økt oppdrett i Norge. Forekomsten har historisk sett hatt store svingninger blant vill laksefisk (Heuch and Mo 2001), men den har likevel stortsett blir observert i et lavt antall (Finstad, Bjørn et al. 2010; Torrisse, Jones et al. 2013).

Undersøkelser og forskning viser at det antageligvis er den raskt voksende oppdrettsnæringen som må ta skylden for dette (Whelan 2010). Men man kan likevell ikke se bort i fra andre mulige eksterne faktorer som kan spille inn. Parasittens vekstrate er sterkt avhengig av

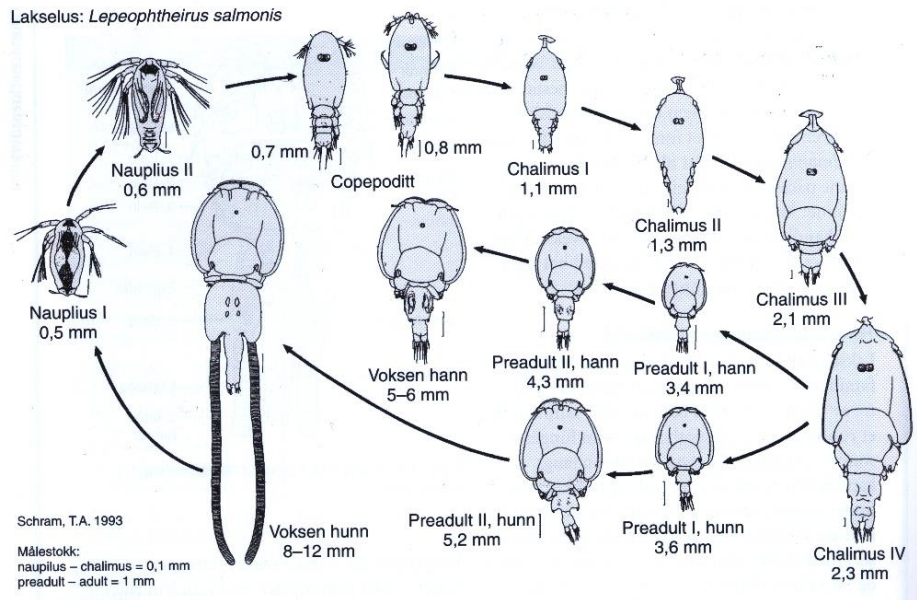
⁷ <http://www.miljostatus.no/Tema/Ferskvann/Laks/Romt-oppdrettsfisk/>

temperatur, og selv en liten øking i vanntemperaturen kan føre til større press fra lakselus for laks og ørret, både på villfisk og i oppdrett, i tillegg kan den geografiske spredningen ekspandere (Costello 2006).

I følge folkehelseinstituttet var det en kraftig økning av salget av midler mot lakselus målt i kilo i 2012 i forhold til året før. Denne utviklingen indikerer en økende resistens mot de midlene man har tilgjengelig i dag.

2.4.1 Livssyklus

Hunlusa bærer egg i parrede eggsekker som en utvekst fra bakparten (Helland, Finstad et al. 2012). Lusa har en høy reproduksjonsevne, og antall egg per lus varierer med sesong, lusas størrelse og alder, og vertsfisken. Basert på tidligere studier kan man anta at lus på oppdrettlaks produserer gjennomsnittlig ca 500 egg, mens det på villfisk produseres gjennomsnittlig 1000 egg (Costello 2006). Eggene som slippes ut er platoniske i overflatevannet, og klekkes til det første larvestadiet, kalt nauplius. Nauplius stadiet kan deles i to (se figur 2.2). Avhengig av temperatur, vil den gå over i ett frittlevende kopepode-stadiet i løpet av 5-15 dager, og da starter letingen etter en vert. Kopepodestadiet er kritisk, da den i løpet av 7 dager må finne en vert for å overleve (Torrissen, Jones et al. 2013). Gjennom hele den planktoniske perioden antas det at den kan forflytte seg opp til 45 km, avhengig av havstrømmer (Costello 2009b). I løpet av dette stadium må den finne en vertsfisk for å livnære seg, hvis ikke vil den ikke overleve. Når en vert er funnet, fester den seg og kommer i et fastsittende stadie, kalt chalimus som kan deles i fire, og gjennom disse fire stadiene livnærer den seg på vertens skinn rundt det punktet den har satt seg fast. Når lusa er nesten fullvoksen, pre-adult, kan den bevege seg på vertens ytre mens den spiser (Whelan 2010). Lusa parrer seg mens den er på verten. Fastsittende lus vil slippe taket/død når verten begynner vandringen opp elven, da den ikke tåler ferskvann.



Figur 2.2. Livssyklusen til lakselus, *lepeophtheirus salmonis* (Whelan 2010).

2.4.2 Individuell- og bestandseffekt på vill laksefisk

Lakselus kan påføre betydelig skade på vertsfisken. Omfanget avhenger av mengden lus, og hvor langt i utviklingen den har komme (Torrissen, Jones et al. 2013). Lakselus har en raspende munn som brukse på vertens ytre for å fjerne slim, hud og vev, og om den sitter lenge nok i fred kan den spise blod. Lusa kan feste seg hvor som helst på fisken, men det ser ut til at den foretrekker å feste seg rundt finnene. Denne aktiviteten gir skader på hud og finner, og kan føre til redusert appetitt (dårlig vekst), stress (Costello 2006), forstyrrelser i saltbalansen og at fisken i større grad bli utsatt som bytte for andre dyr⁸. I lusa's mobile stadier kan den skifte vertsfisk, og det er mulig at den på denne måten kan spre sykdom mellom individer (Taranger, Svåsand et al. 2011)

Det er generelt antatt at laksebestander ikke har en tetthetsavhengig naturlig dødlighet i den marine fasen, dette er blant annet vist fra Imsa i Rogaland der det var en lineær sammenheng mellom antall smolt som forlot elva og antall gyesfisk som returnerte (Taranger, Svåsand et al. 2012). Lakselusa gjør mest skade på utvandrende smolt, og det er da rimelig å anta at lavere

⁸ <http://www.miljostatus.no/Tema/Ferskvann/Laks/Lakselus/>

smoltoverlevelse vil føre til en proporsjonalt mindre andel som vender tilbake i elven for å gyte. Altså, hvis for eksempel smoltoverlevelsen reduseres med 15 %, vil gytebestanden tilsvarende reduseres med 15%.

I 2012 gikk Havforskningsinstituttet (HI) og Veterinærinstituttet (VI) , med innslag fra Norsk institutt for naturforskning (NINA), sammen for å finne effektindikator for lakselus (Taranger, Svåsand et al. 2012). Infeksjonsnivåer hos laksesmolt ble knyttet til sannsynlige effekter på bestandsnivå (tabell 2.2).

Tabell 2.2. Ett system utviklet av HI, VI og NINA, basert på å estimere hvor stor andel av en bestand (utvandrende laksesmolt og førstegangsutvandrene sjøørret og røye) som befinner seg i hver av de fire kategoriene med lusepåslag med tilhørende anslag for ekstra dødlighet.

lus/g	skade
0-0,1	ingen påvirkning
0,1-0,2	20% større sannsynlighet for dødlighet
0,2-0,3	50% større sannsynlighet for dødlighet
>0,3	100 % sannsynlig for død

Kilde: (Anonym 2012).

De konkluderer altså med at 0,1 lus/g fisk er en grenseverdi for når fisken begynner å oppleve fysiologiske effekter som kan ende med dødlighet, og ved økende lusepåslag vil effekten gradvis bli større.

2.4.3 Behandlig

For å hindre spredning er oppdrettere i dag lovpålagt å begrense mengden lus i merdene.

I dag finnes det gode biologiske behandlingsmetoder for å holde nivået av lakselus nede, men disse er fremdeles ikke effektive nok til å fungere alene, og de må suppleres med kjemiske midler.

Ett miljøvennlig og rimlige tiltak er bruk av renseskild i merdene for å avluse oppdrettslaksen. Renseskilde brukes som en samlebetegnelse for ulike fiskearter som spiser lus direkte fra fisken.

Den som blir mest brukt er berggylten, som regnes som den beste lusespiseren og er mer robust enn grønnngylt og gressgylt som også blir brukt. Problemet med rensefisk er at den tåler kaldt vann dårlig, og vil ofte være lite effektiv eller dø i løpet av vinterhalvåret.

De kjemikaliene som brukes i bekjempelsen mot lus vil også være giftig for andre krepsdyr. To typer medisin blir brukt som bademidle, Alpha Max og Beta Max. Forbruket av kjemikalier økte i 2012 i forhold til 2011, der kitinsyntesehemmende midler som diflubenzuron og teflubenzuron. Foreløpige tall fra 2013 indikerer at det totaleforbruket vil overstige 2012-nivået. Dette tyder på en økende resistensutvikling for enkelte lusemidler. Forebyggende tiltak blir derfor stadig viktigere kampen mot lakselus. I dag oppererer Mattilsynet med dagsbøter for lokaliteter med for høy tetthet av lakselus i merdene. Dette fører til store utgifter for eierne, og dersom lusemiddelet ikke fungerer som ønsket blir eieren tvunget til å slakte fisk før den er slakteklar.

3. Teori

3.1 Økonomisk teori

Å finne den økonomiske kostanden av ett problem er ett nyttig verktøy for å kunne prioritere forskning og forvaltning av resurser. Lakselus er den parasitten som gjør mest skade på havbruksnæringa, og til tross for over 30 års forskning forblir det ett stort problem (Costello 2009a). I tillegg til at den fører til direkte økonomisk skade for oppdrettere gjennom bekjempelse og kontroll, har den også innvirkning på kvaliteten til oppdrettslaksen, smitte til villaks og den er med på å gi ett dårlig rykte til oppdrettsnæringen (Torrissen, Jones et al. 2013).

For å kunne analysere sammenhengen mellom økonomisk aktivitet og forurensning følger man gjerne tre trinn:

- Sammenhengen mellom økonomisk aktivitet og utslipp
- Endringer i naturen som konsekvens av utslipp
- Menneskelig vurdering av endringene i naturen

Videre kan en nytte-kostnadsanalyse være nyttig å gjennomføre.

3.1.1 Sammenheng mellom økonomisk aktivitet og utsipp

Forskere er i dag enige om at det finnes en sammenheng mellom oppdrettsnæringen og forekomsten av lakselus. I NINA Rapport 891 viser de at det er en statistisk signifikant sammenheng mellom lakseproduksjon i oppdrettsanlegg og lusepåslog på villfisk.

3.1.2 Bestandsmodell

De fleste fiskebestander har en naturlig tilvekst som er optimal ved ett mellomliggende bestandsnivå. Ved økende bestandsnivå vil individveksten vanligvis avta grunnet tetthetsavhengige faktorer som for eksempel mattilgang. For laksefisk gjelder dette imidlertid kun i ferskvannsfasen, da det ikke har blitt observert en slik sammenheng i sjøfasen.

For å finne konsekvensen av lakselus må man finne hvor stor innvirkning lakselus har på bestandsveksten.

$$F(X) = rX(1-X/K) \quad (1)$$

Der:

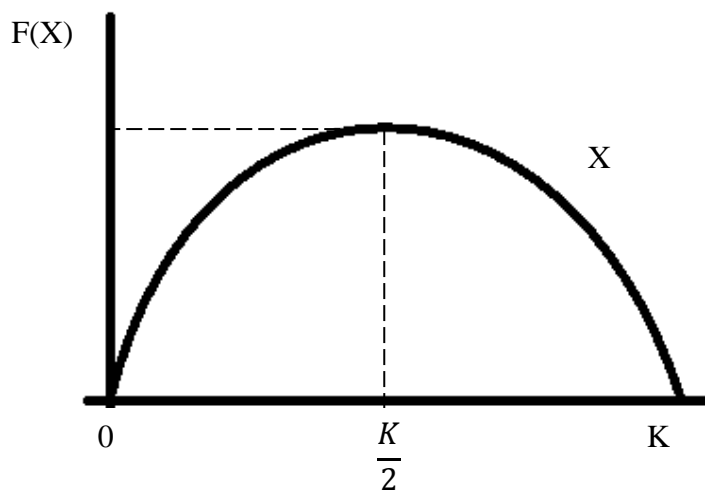
- r: maks vekstrate, konstant
- K: Bestandens bærekapasitet, konstant
- X: Bestandsstørrelse

Denne velkjente logistiske vekstligning kalles Pearl-Verhulst's vekstligning, og viser en bestands naturlige vekst. Fra ligningen ser man at bestandsveksten avhenger av bestandsstørrelsen.

Dersom en bestand ikke blir beskattet vil det langsiktige likevektsnivået være K. Det bestandsnivået som vil gi maksimal tilvekst, og derved den maksimale bærekraftige fagsten vil derfor være:

$$X_{MSY} = K/2 \quad (2)$$

Figur 3.1 illustrerer en bestands naturlige vekst, der y-aksen viser tilvekst til bestanden og x-aksen viser bestandsstørrelsen. Her ser man at det er ved $K/2$ man oppnår den største tilveksten i bestanden. Ved bestandstørrelse både over og under det nivået vil tilveksten avta.



Figur3.1. Illustrasjon av en logistisk vekstfunksjon.

Videre har vi en ligning for bestandsendring pr. tidsenhet:

$$\dot{X}(t) = dX(t)/dt \quad (3)$$

Dersom en bestand ikke blir påvirket av eksterne faktorer (som beskatning), vil man få $F(X) = \dot{X}$, altså bestandens naturlige vekst = bestandsendringen.

Siden dette ikke er tilfellet for villaks, må man videreutvikle ligningen:

$$\dot{X} = F(X) - h - S(L) \quad (4)$$

Der:

- h: fangst av villaks
- S(L): skade/negativ effekt fra oppdrett, lakselus
- L: mengde oppdrettslaks

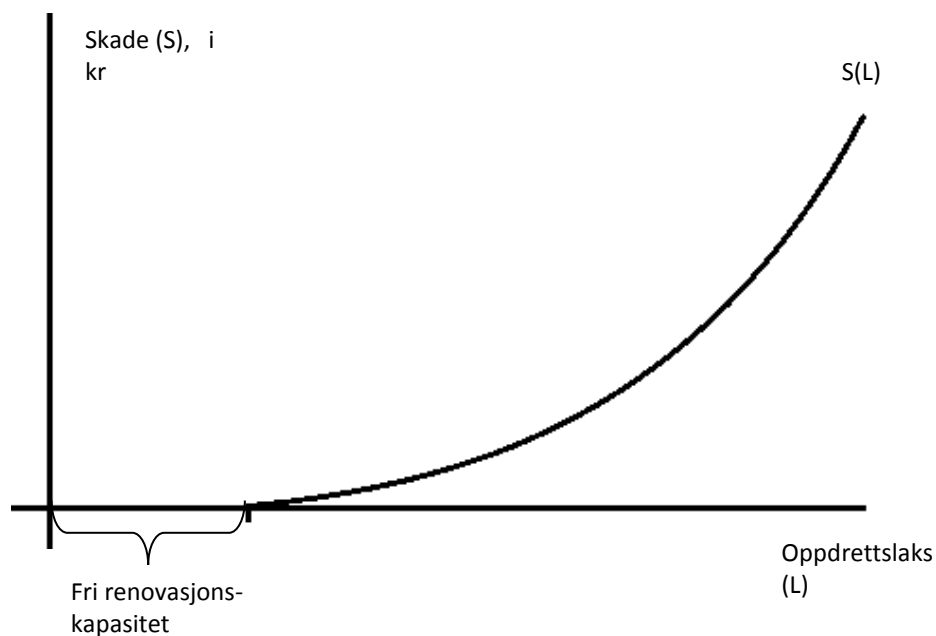
For at en bestand skal være i likevekt høster man kun overskuddet av den naturlige veksten, og får:

$$h = F(X) - S(L) \quad (5)$$

Av ligning 5 ser man tydelig hvordan skaden forårsaket av lakselus vil ha en direkte negativ effekt på høstbart overskudd.

Denne modellen er en forenkling av laksens komplekse livssyklus, da jeg ser bort i fra både at utviklingen fra yngel til smolt kan ta opp til flere år og at oppholdet i havet varierer fra individ til individ. Voksen laks vil derfor bestå av flere årsklasser og størrelser. I tillegg tar jeg ikke høyde for laks som feilvandrer (Jonsson and Jonsson 2001) og andel rømt oppdrettslaks som finner veien til elvene. Disse forenklingene muliggjør en forholdsvis oversiktlig analyse, men ulempen er at populasjonedynamikken kan bli for enkel. Men mitt formål er ikke å gi detaljerte prediksjoner på alle bestandsregulerende faktorer, men se på effekten av lakselus på bestandsstørrelsen.

Når det kommer til skadefunksjonen går jeg ut i fra at ett område kan håndtere en viss mengde oppdrett før infeksjonspresset fra lakselus blir stort nok til å gi bestandsregulerende effekt for villaks. Mest sannsynlig vil ikke sammenhengen mellom utslippsmengde og kostnad være lineær, men kostnaden vil øke med antall oppdrettslaks (figur 3.2) .



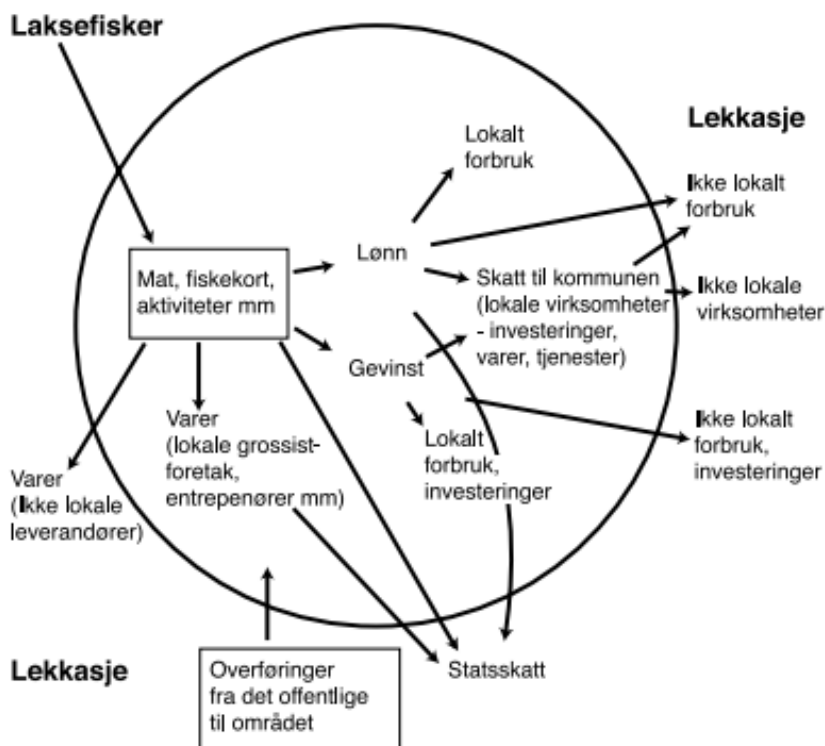
Figur 3.2. Skadefunksjon som viser mengde oppdrettslaks og skaden fra lakselus den fører med seg.

3.1.3 Verdsetting av miljøgode

Hvor høyt vi 'Norge' verdsetter villaksen, ikke bare som faktiske verdi, men også ikke-bruksverdien, gjenspeiles i de store summene som årlig blir brukt for å bevare de ville laksebestandene. Ett overslag viser at de offentlige kostnadene for å beskytte villaks tilsammen ligger på 130 millioner kr årlig. Av dette blir henholdsvis 11 millioner brukt i forbindelse med interaksjoner mellom villaks og oppdrettslaks, der 9 millioner blir brukt på lakselusovervåking alene (Meeren 2013).

Man deler gjerne verdien inn i tre komponenter, bruksverdi, opsjonsverdi og eksistensverdi (Førsund and Strøm 2000).

Bruksverdi er den faktiske verdien, det pengemessige uttrykket for den nytten en person oppnår ved fritidsfiske. Opsjonsverdien blir den verdien en person er villig til å betale i dag for å kunne nyte godet (her villaksen) ved en senere anledning, herunder kommer foreksempel forebyggende tiltak. Eksistensverdien er verdien en person verdsetter villaksen uavhengig om personen nyter gode eller har til hensikt å nyte det i fremtiden.



Figur 3.3. Illustrasjon som viser hvordan laksefiske påvirker lokaløkonomien (Fiske and Ass 2001).

Som nevnt tidligere, gir fritidsfiske etter laks store økonomiske ringvirkninger i lokaløkonomien. Figur 3.3 prøver å vise omfanget av alle ledd som ingår i laksefisket. I 1999 ble det anslått at fritidsfiske etter laks gav en omsetning av minst 400-500 millioner kroner (NOU 1999:9). Men senere er det anslått at laksefiske i vassdrag gir en lokal omstning på 1,1 milliarder årlig.⁹

⁹ <http://www.regjeringen.no/nb/dokumentarkiv/stoltenberg-ii/lmd/Nyheter-og-pressemedlinger/nyheter/2012/fisketurisme-gir-verdiskaping-.html?id=697844>

Deler man dette på total fangst, får man ett overslag på hvor stor omsetning en laks kan gi:

$$1\,100\,000\,000,- / 166\,000 \text{ stk} = \underline{6\,627\text{kr/stk}}$$

Etterspørselen etter rekreasjonsfiske, målt som dager med fiske (D), avhenger av en rekke faktorer:

- Prisen på fiskekort (kr per dag, kr/D)
- Fiskets kvalitet, definert som mengden fisk per dag ($Q=\text{kg}/D$)
- Inntekt og pris på alternative varer, antatt å være konstant
- Rekreasjonsfiske som ett normalt gode (etterspørsel øker med inntekt)
- En bestand som er begrenset i størrelse og potensielt avkastning, altså en knapp ressurs.

En forenklet måte å definere etterspørselen etter fiskedager:

$$P = P(D,v)$$

Der;

P: Pris per fiskedag

v: gjennomsnittlig fangst per dag

3.1.4 Nytte-kostnadsanalyse

En nytte-kostnadsanalyse går ut på å veie kostnaden av et prosjekt mot nytten som vil kunne komme fra ett prosjektet. Dersom nytten er høyere enn kostnaden, vil prosjektet være lønnsomt.

For å utføre en nytte-kostnadsanalyse kan man kalkulere netto nåverdien (NNV)

$$NNV = \sum_{t=0}^{t=T} \frac{NB_t}{(1+r)^t} \quad (6)$$

Dersom $NV > 0$ burde det investeres i prosjektet. Nytten er overskuddet av nytte over kostnad i hver periode, og det kan skrives slik:

$$NNV = \sum_{t=0}^{t=T} \frac{Bt+Ct}{(1+r)^t} \quad (7)$$

Der B er nytten (benefit) og C er kostnaden (cost). I miljøøkonomi må miljømessig kostnad og nytte være inkludert.

3.2 Miljøpolitikk

I en økonomi med flere aktører, der det ikke er tydelig hvem som har førsterett, er det hensiktsmessig med reguleringer. Dette er serdeles viktig i laksenæringen, der villaksen er en felles ressurs og oppdrettsnæringen har en negativ virkning på villaks. Ved en 'fri-tilgang' løsning for oppdretterne vil det, så lenge det er profitt i oppdrettsnæringen, være flere som tar del i næringen uten å tenke på de negative effektene. Hver enkelt bedrift har ett ønske om å maksimere egen profitt, og vil handle reasjonelt ut i fra dette.

For å oppnå effektiv bruk av ressurser kan man benytte seg av enten direkte reguleringer , indirekte reguleringer eller en kombinasjon av begge.

- Direkte reguleringer.

Utslippskilden må få tilalstelse til å slippe ut forurensende stoffer. Direkte reguleringer brukes hyppigst i land med en aktiv miljøpolitikk.

I oppdrettsnæringen er det i dag satt en maksgrense for hvor stor forekomst av lakselus som er tillatt i merdene, itillegg har en rekke andre forskfiter som må holdes i henhold til lakselusforskriften. Mattilsynet utfører kontroller på lokalitetene for å passe på at gjeldene reglemanget holdes og rapporterer eventuelle ønskede forandringer til Fiskeri- og kystdepartementet som avgjør om forslagene skal vedtas.¹⁰

¹⁰ http://www.mattilsynet.no/fisk_og_akvakultur/fiskehelse/klargjoringer_av_ny_lakselusforskrift.8200

- Indirekte reguleringer

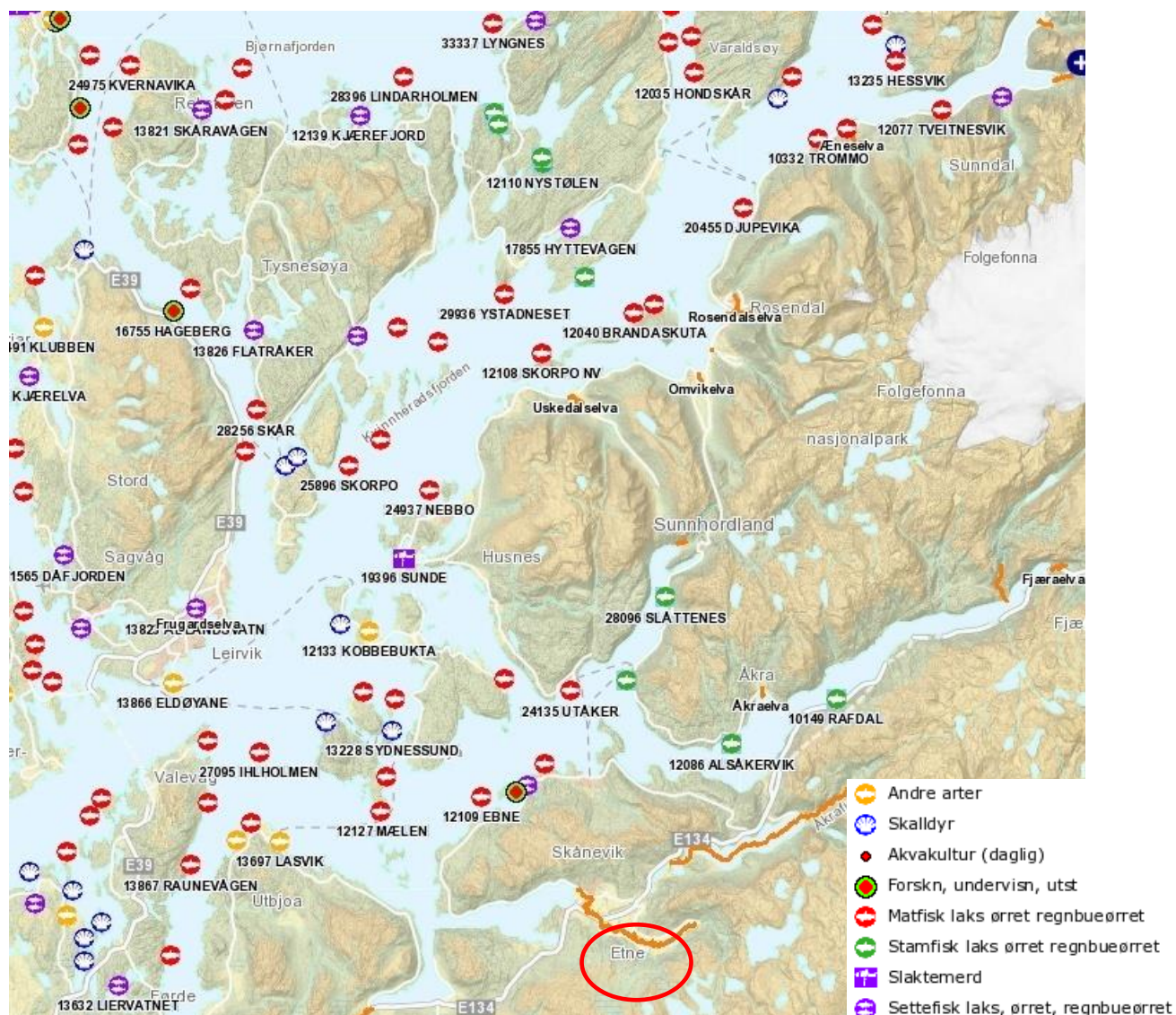
Forrurensere skal få økonomiske incentiver til selv å velge riktig utslippsmengde, vanlige virkemidler på dette kan være avgifter, subsidier, pant og omsettelige utslippstillatelser.

Hovedforutsetningene for verdiskapning i fisketurismen er at laksebestandene beskattes på en bærekraftig måte.

4. Data og Metode

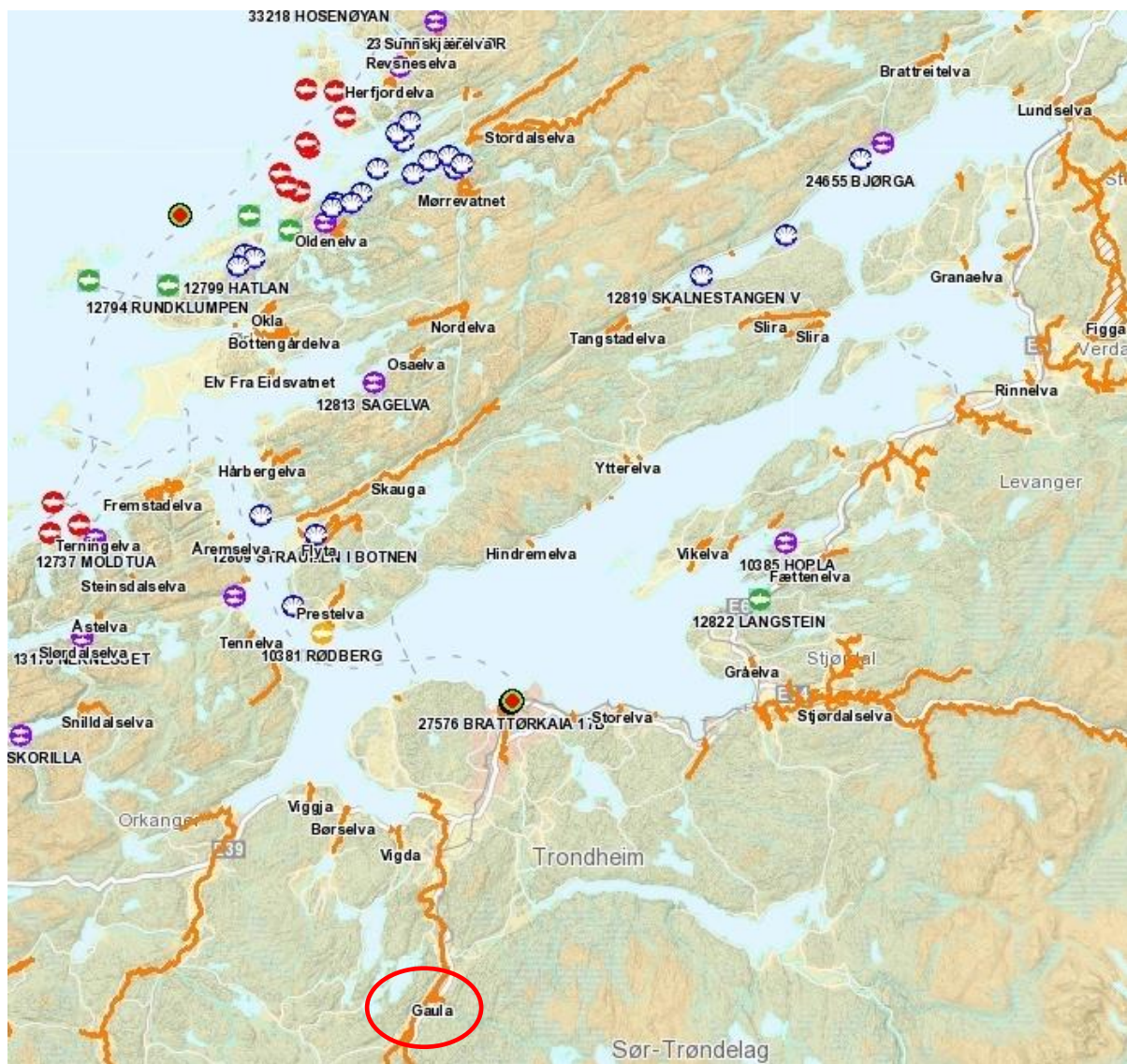
4.1 Områdebeskrivelse

To områder i Vest-Norge ble valgt til analysen. Hardangerfjorden (figur 4.1), med høy oppdrettsintensitet, og Trondheimsfjorden (figur 4.2), som siden 2007 har hatt status som en nasjonal laksefjord og med lav oppdrettsintensitet.



Figur 4.1. Hardangerfjorden og elven Etna. Oppdrettslokaliteter og laksevasdrag er tegnet inn.¹¹

¹¹ <http://lakseregister.fylkesmannen.no/laksekart/default.aspx?gui=1&lang=2>



Figur 4.2. Trondheimsfjorden og elva Gaula. Oppdrettslokalteter og laksevasdrag er tegnet inn.¹²

Oversiktsbildene fra Trondheimsfjorden og Hardangerfjorden viser hvor oppdrettsanleggene er lokalisert, og det kommer tydelig frem at Trondheimsfjorden er ett vernet område, mens det i Hardangerfjorden er spredt oppdrettsaktivitet utover hele fjorden.

¹² <http://lakseregister.fylkesmannen.no/laksekart/default.aspx?gui=1&lang=2>

4.1.1 Oppdrett og Lakselus

Tabell 4.1. Antall, vekt og biomasse av oppdrettslaks, fordelt på fylkene.

Beholdning av laks per utgangen av august 2013 fordelt på årsklasse								
Laks	Tidligere utsett		2012-utsett		2013-utsett		Totalt	
Fylke	Antall 1000stk	Gj.vekt kg	Antall 1000stk	Gj.vekt kg	Antall 1000stk	Gj.vekt kg	Antall 1000stk	Biomasse tonn
Sør Trøndelag	13	15,19	14 881	3,06	33 791	0,46	48 684	61 203
Hordaland	141	3,65	25 629	2,56	27 775	0,71	53 545	85 820

Kilde: Fiskeridirektoratet

Tabell 2.2. Produksjonsintensiteten for oppdrettslaks per fylke i august 2013 i forhold til sjøareal.

Fylke	Sjøareal (km ²)	Total biomasse (tonn)	Biomasse/km ² (kg/km ²)
Sør Trøndelag	7 262	61 203	8 428
Hordaland	3 959	85 820	21 677

Kilde: produksjonstall: Fiskeridirektoratet
Sjøareal: Havforskningsinstituttet

Av tabell 4.2 kan man se at det er over 2,5 ganger så høy produksjonsintensitet i Hordaland i forhold til Sør Trøndelag. (Olaussen, Liu et al. 2012). I selve Trondheimsfjorden er det ingen oppdrettsanlegg (figur 4.1), men kystområde like utenfor (ved Hitra og Frøya) er oppdrettsintensive områder. Utvandrende smolt vil i noe grad bevege seg gjennom disse områdene der det mest sannsynlig vil vært forhøyede mengder lakselus, men de vil ikke være disponert mot infeksjonspress i like stor grad som i Hardangerfjorden, der oppdrettsintensiteten er stor i hele fjordsystemet.

Tabell 4.3. Produksjon av lakselusegg per fylke i perioden mai-juli i 2010. Hvorav antall er oppdrettslaks i sjøen, lakselus er totalt beregnet antall hunnlus, og egg er totalt beregnet eggproduksjon (Taranger, Svåsand et al. 2011).

	Mai		
	Antall	Lakselus	Egg
Sør-Trøndelag	44 671 000	1 340 130	1 340 130 000
Hordaland	54 331 000	5 976 410	5 976 410 000

	Juni		
	Antall	Lakselus	Egg
Sør-Trøndelag	43 584 145	4 794 256	4 794 255 950
Hordaland	48 364 824	12 091 206	12 091 206 000

	Juli		
	Antall	Lakselus	Egg
Sør-Trøndelag	44 808 800	10 306 024	10 306 024 000
Hordaland	43 100 366	24 998 212	24 998 212 280

I alle de tre månedene er det betydelig større produksjon av egg i Hordaland enn i Sør-Trøndelag, noe som støtter opp påstanden med at smittepress fra lakselus er større ved oppdrettsintensive områder. Hver vår skjer den såkalte våravlusingen synkronisert i hele landet, og det er trolig derfor eggproduksjonen er lavest i mai-måned. Som nevnt i kapittel 2 skjer smoltutvandringen på våren, om regel rundt mai i sør, og utover juni/juli lenger nord. Det høye lusenivået i denne perioden er lite heldig for overlevelsen til den utvandrende laksesmolten, og våravlusingen er et av tiltakene for å beskytte utvandrende smolt for et høyt infeksjonspress.

4.1.2 Fritidsfiske

Tabell 4.4. Sportsfiske etter laks per fylke i 2012.

Sportsfiske etter laks, vekt i kg *					Omgjort til antall, stk**
Fylket	< 3 kg	3-7 kg	> 7 kg	Totalt	
Hordaland	1 903	6 009	2 881	10 793	2 405
Sør-Trøndelag	4 651	14 675	37 890	57 216	9 302

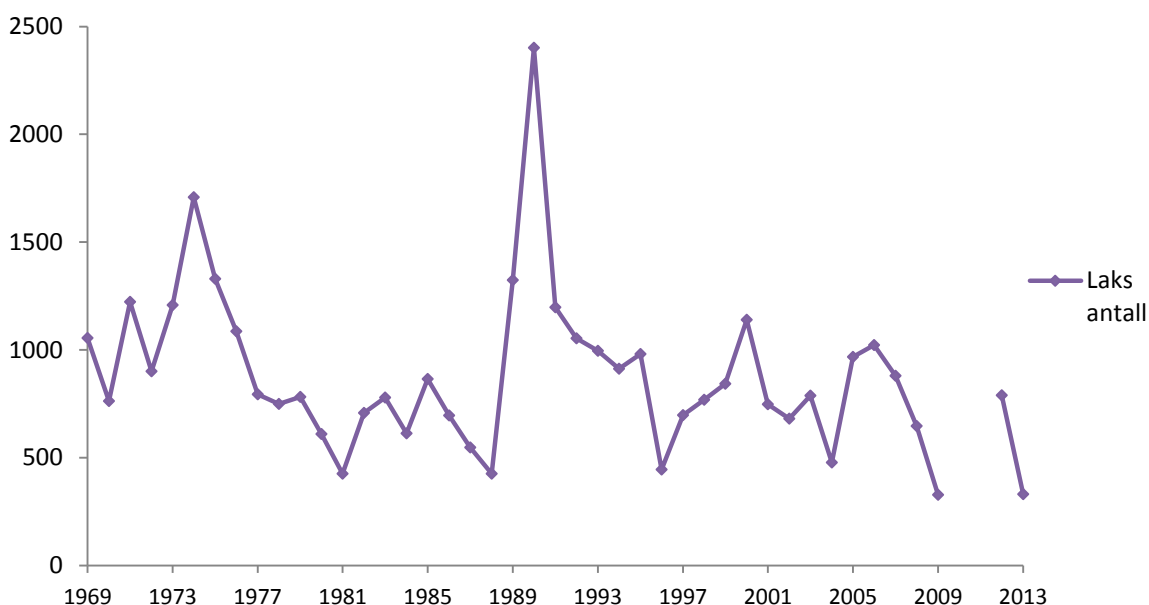
*Omfatter ikke fisk som ble sluppet ut igjen

**gjennomsnittlig vekt basert på årsklasser, (Anonym 2012; Olaussen, Liu et al. 2012)

Kilde: Statistisk sentralbyrå

Å analysere fangsten i en elv kan være en god indikator på bestandstilstanden, både ved å se på antall fisk som blir fisket og fiskens størrelse. Tabell 4.4 viser total fangst i de representative fylkene i 2012, vist som biomasse fordelt på vektklasser, og totalt antall. I Hordaland ble det fisket mest mellomstor laks (3-7kg), mens i Sør-Trøndlag ble det fisket mye storlaks på over 7kg. Mindre individstørrelse kan blant annet være forårsaket av lavere vekst grunnet lusepåslag under sjøfasen (se kap.2).

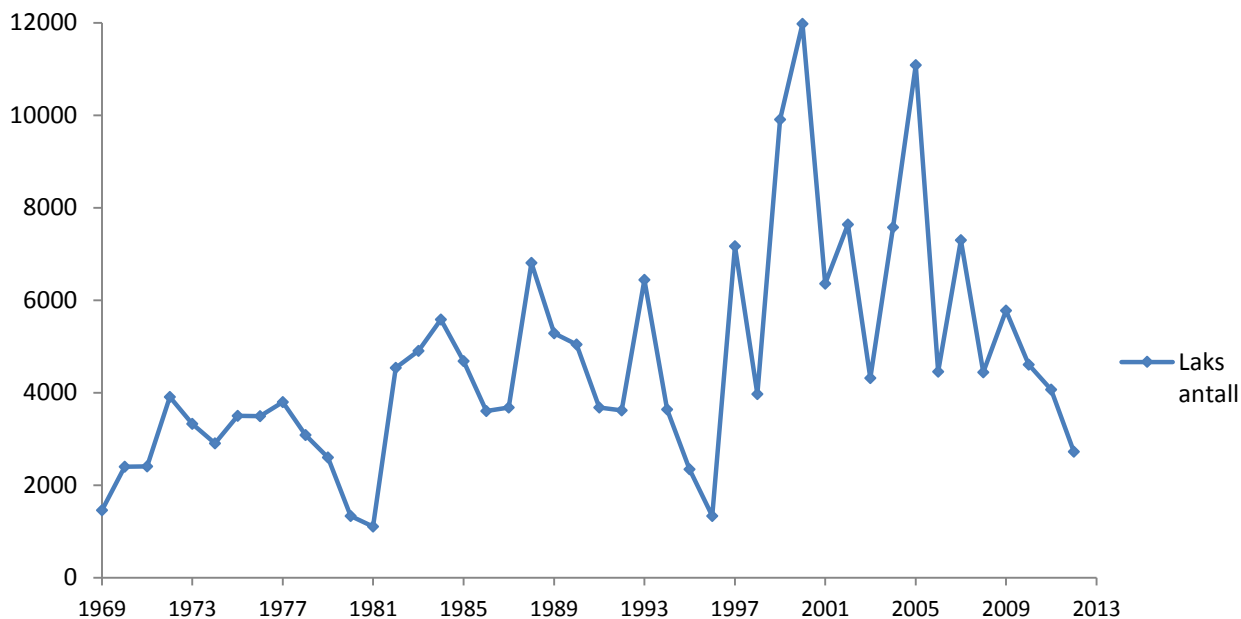
I figur 4.3 og 4.4 vises årlig fangst fra Gaula og Etne datert tilbake til 1969 og frem til i dag.



Figur 4.3. Historiske fangstdata fra elva Etne. Tall fra 2010-2012 inkluderer gjenutsatt fisk.¹³

Elva Etne er i dag den største lakseelva i Hordaland, men tilstanden til laksebestanden er kritisk. I 2010 og 2011 ble det innført totalforbud mot fiske i elva, men i 2012 ble det åpnet igjen. Ifølge Miljødirektoratet spiller lakselus, sammen med rømt oppdrettslaks, en avgjørende rolle i den sviktende rekrutteringa til bestaden. Tiltak som gjøres i Etne er utlegging av rogn og utfisking av rømt oppdrettslaks.

¹³ <http://lakseregister.fylkesmannen.no/lakseregister/public/rapporter.aspx>



Figur 4.4. Historisk fangstdata fra elva Gaula. Tall fra 2010-2012 inkluderer gjenutsatt fisk.¹⁴

Bestandstørrelsen i Gaula blir vurdert som svært god av Miljødirektoratet, men det utføres likevel tiltak for å sørge for at det forblir en god lakseelv. Årlig settes det ut 15 000 laksesmolt, og det er laget laksetrapp for å lette oppgang. Den største trusselen til bestanden er innsig av rømt oppdrettslaks.

4.2 Kostnad på lakseluskontroll og -behandling for oppdretterne

I en rapport fra NINA (Norsk Institutt for Naturforskning) har de kalkulert at kostnaden av lakselusbehandling hos oppdretterne var på 0,013 € per produsert fisk, noe som tilsvarer 0,46 % av totale produksjonskostnader (Whelan, Aas et al. 2006). Tallene fra denne undersøkelsen er imidlertidig forbehold badebehandling med kjemikalier (se kap 2.4.3), og de totale kostandene knyttet til lakselus vil være betydelig høyere (tabell 5.3). Dette er regnet som et gjennomsnitt fra hele landet, men det kan være store regionale og lokale forskjeller i kostnadsnivået. Det tas forbehold om at tallene er kalkulert ut fra kostnader og produksjon i 2004. Både behandlingsmetode og kostnad kan ha endret seg, så de virkelige kostnadene i dag kan være

¹⁴ <http://lakseregister.fylkesmannen.no/lakseregister/public/rapporter.aspx>

annerledes. Tabell 5.1's produksjonskostnader inkluderer avskrivninger, smolt-, fôr-, forsikring-, lønns-, finans,- og andre driftskostnader. Slaktekostnaden regnes ikke som del av produksjonskostnaden.

4.3 Lønnsomhet i fritidsfiske

Å finne lønnsomhet i fritidsfiske er ingen enkel oppgave, og det er derfor her nødvendig å foreta en del forutsetninger.

Lønnsomheten avhenger i stor grad av etterspørselen på markedet. Jeg har valgt å benytte fiskeinnsats, uttrykt i antall fiskedager (D) som markedsetterspørsel (McConnell and Sutinen 1979; Logstein and Skonhoft 2003).

4.3.1 Grunneiere

Etne

Etneelva har en lakseførende strekning på 15km. Prisen på fiskekort ligger på 550-900kr per døgn, avhengig av hvilken sone man ønsker å fiske i. I 2013 ble det solgt 396 fiskekort¹⁵.

Gaula

Gaula er en stor elv, med en lakseførende strekning på ca 20 mil, og elva består av en rekke grunneiere. Jeg har valgt å ta utgangspunkt i Borten Losen fiskesameie, som eier 2 km. De selger fiskekort som koster 600,- fra 1.6 til 14.6, 400,- fra 15.6-31-7 og 200,- fra 1.8 – 31-8. Den store prisforskjellen skyldes at det er størst sannsynlighet for fangst tidlig i sesongen.

4.4 Forklaring av modell

- Produksjon av laksesmolt, 30 000 individ i Etne (Otterå, Skilbrei et al. 2004) og 645 737 individ i Gaula (Hindar, Diserud et al. 2007)
- Gytebestandsmål er satt til 311 hunnlaks i Etne og 4694 i Gaula (Hindar, Diserud et al. 2007).

¹⁵ <http://www.etnelaks.no/Lakseb%C3%B8rs%202013.html>

- Havoverlevelsen er basert på et gjennomsnittlig minimum (4%) og et gjennomsnittlig maksimum (8%)
- Procentsatsene for lusedødlighet har jeg valg å sette til 15% og 30%, for å se bestandseffekten sammenlignet med en situasjon der infeksjonspresset fra lakselus ikke er høyt nok til å gi en bestandsregulerende effekt.
- Verdien av høstbart overskudd er satt som antall laks ganger med verdien av totale lokaløkonomiske ringvirkninger regnet ut i kap 3.1.3.

5 Resultat

5.1 kostander i forbindelse med lusebekjempelse

Tabell 5.1. Produksjonskostnader, kr/kg.

Produksjonskostnad per kilo						
Årstall	2008	2009	2010	2011	2012	Gj.snitt
Hordaland	20,16	19,84	20,40	21,46	20,23	20,42
Trøndelag	15,74	18,69	18,13	18,82	18,27	17,93

Bruker gjenopmsnittproduksjonskostand per region fra tabell 5.1, og ganger med produsert mengde.

Tabell 5.2. Totale kostnad av lakselusbekjempelse for hele fylket, 2012.

	Slaktet laks (tonn)	Prod.kost (1000kr)	Kostnad av Lakselusbekjempelse (1000kr)
Sør-Trøndelag	141 316	2 581 843	11 876
Hordaland	203 525	4 117 311	18 940

Kilde: slaktet mengde Statistisk Sentralbyrå¹⁶

I tabell 5.2 har jeg gjort ett estimat for kostnaden for oppdretterne i bekjempelsen mot lakselus med bademidler i merdene. Estimaten er basert på at den type behandlig står for 0,46% av totale produksjonskostnader. I virkeligheten vil antageligvis kostnaden av lakselusbekjempelse i områder med høy oppdrettsintensitet være høyere enn i områder med begrenset oppdrettsaktivitet. Det vil komme av at infeksjonspresset kan være større, og behovet for behandlig vil øke med dette. Men for å forenkle modellen går jeg ut ifra at kostnaden i bekjempelse representerer samme andelen av produksjonskostnadene.

¹⁶ <http://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/statistikker/fiskeoppdrett/aar/2013-11-20?fane=tabell&sort=nummer&tabell=148853>

5.2 Beregning av høstbart overskudd under ulike forutsetninger

Tabell 5.6. Bestandsutvikling i Gaula

Gaula						
Produksjon av laksesmolt		645 737	individ			
Lusedødlighet	0 %	0 %	15 %	15 %	30 %	30 %
	645 737	645 737	548 876	548 876	452 016	452 016
Havoverlevelse	4 %	8 %	4 %	8 %	4 %	8 %
Innsig	25 829	51 659	21 955	43 910	18 081	36 161
Gytebestandsmål	4 694	4 694	4 694	4 694	4 694	4 694
Høstbart overskudd	8 221	21 135	6 284	17 261	4 346	13 387
Verdi av høstbart overskudd*	54 478 844	140 064 826	41 640 947	114 389 031	28 803 049	88 713 237

*gitt som lokaløkonomisk omsetning

Tabell 5.7. Bestandsutvikling i Etne

Etneelva						
Produksjon av laksesmolt		30 000	individ			
Lusedødlighet	0 %	0 %	15 %	15 %	30 %	30 %
	30 000	30 000	25 500	25 500	21 000	21 000
Havoverlevelse	4 %	8 %	4 %	8 %	4 %	8 %
Innsig	1 200	2 400	1 020	2 040	40	1 680
Gytebestandsmål	311	311	311	311	311	311
Høstbart overskudd	289	889	199	709	109	529
Verdi av høstbart overskudd*	1 915 203	5 891 403	1 318 773	4 698 543	722 343	3 505 683

*gitt som lokaløkonomisk omsetning

i alle senarioene fra begge elvene vil det være ett positivt høstbart overskudd. Basert på historisk fangstdata fra Etneelva (figur 4.3) kan det se ut til at bestanden i dag overbeskattes. Dette betyr at bestanden ikke beskattes på en bærekraftig måte. Fra 1989-2004 var innslaget av rømt oppdrettslaks i Etneelva årlig mellom 31-79% i gytesesongen (Otterå, Skilbrei et al.

2004). Jeg har ikke tatt høyde for at den rømte oppdrettslaksen kan gjøre at innsiget til elven i virkligheten vil være større enn mitt estimat.

Hoedoppgaven/poenget? med denne analysen vår å se på nytte/kostnadsforholdet mellom lusebekjempelse i merdene for å begrense spredning og nytten med å bevare de ville laksebestandene. Jeg har til nå gjort ulike estimater for å undersøke effekten av parasitten på rekrutteringa til en bestand. Jeg vil nå se på verdien av høstbart overskudd i dag, og

5.3 Verdi av høstbart overskudd for grunneier

Etne

I mangel på mer nøyaktig data, antar jeg en normalfordeling mellom salg av fiskekort, og at grunneier i elven da vil ha en netto inntekt fra salg av fiskekort i 2013 på:

$$(550\text{kr}+900\text{kr})/2 * 396\text{stk} = \underline{287\ 100\text{kr}}$$

Gaula, v/ Borten Losen sameie

Det ble totalt solgt 112 fiskekort:

38 av kr 600 = 22 800kr

67 av kr 400 = 26 800kr

7 av kr 200 = 1 400kr

Dette gir samlet inntekt fra fiskekort alene på 51 000kr.

5.4 Lokaløkonomisk omsetning fra fritidsfiske

Verdien av fritidsfisket i de representative elvene for 2012:

Ved å multiplisere antall fanget laks mot den lokaløkonomiske omsetningen per laks som er regnet ut tidligere får man total lokaløkonomisk omsetning knyttet til laksefiske i Etne:

$$396 * 6627 = \underline{2\,624\,292\text{kr}}$$

Gjør det samme for fisket i Gaula¹⁸ og får:

$$5592 * 6627 = \underline{37\,058\,184\text{kr}}$$

Ved å sammenligne to to scenarioene med lusedødlighet mot den uten, kan man få ett overslag over hvor stort tapet vil være fra en situasjon uten infeksjonspress fra oppdretthttrjhorl

I Gaula vil det ved 0 % lusedødlighet være en årlig omsetning av det høstbare overskuddet på mellom 54,5 millioner og 140 millioner, avhengig av havoverlevelsen. Tapet ved 15 % lusedødlighet vil ligge på mellom 12,8 millioner og 25,7 millioner, og ved lusedødlighet på 30 % vil tapet være mellom 25,7 millioner og 51,4 millioner.

I Etne vil 0 % lusedødlighet gi en årlig omsetning av det høstbare overskuddet på 1,9 millioner til 5,9 millioner kr. Tapet ved 15 % dødlighet vil ligger på mellom ca 600 000 og 1,2 millioner, og ved en lusedødlighet på 30% vil tapet vær på mellom 1,2 millioner og 2,4 millioner.

¹⁸ http://www.gaula.no/sider/artikler.asp?year=2012&mal=fiske_fangstrapport&Vald=-1&valgtmenypunkt=150

6 Diskusjon

Hovedformålet med denne analysen var å se på hvordan investering i lakselusbekjempelse kan føre til bedre lønnsomhet i villakssektoren, da spesielt fisketurisme. Jeg har undersøkt kostnadene i forbindelse med behandling og kontroll hos oppdretterne, hvordan lakselus kan ha en bestandsreducerende effekt og lønnsomheten i laksefiske.

6.1 kostander av lusebekjempelse

Jeg har gjort en rekke nødvendige antagelser og forutsetninger som kan føre til ukorrekt resultat, men målet var heller ikke å finne en absolutt verdi for kostnaden, men heller å se på effekten under ulike forutsetninger. Den første berengingen (tabell 5.1 og 5.2) sier kun noe om kostnaden av en bestemt behandlingsmetode.

Videre fant jeg totale kostnader i forbindelse med lakselusbekjempelse og kontroll (tabell 5.3). Siden jeg fant to forskjellige tall fra to uavhengige kilder regnet jeg om begge til dagens verdi, og de opererte med omtrent samme kostnad. Jeg ser på begge kilder som pålitlige, og det at de har kommet frem til lignende resultater forsterker det inntrykket.

Ved å se på forskjellen mellom de to estimatene, der differansen i Sør-Trøndelag er på nesten 70 000 000kr og i Hordaland over 120 000 000kr, ser man tydelig at kostnadene strekker seg langt utover selve behandlingskostnaden.

6.2 Beregning av høstbart overskudd

Fra tabellene 5.4 og 5.5 kan man se at havoverlevelsen alene gir store naturlige svingninger i innsig til elva. Den komplekse livssyklusen til laksen gjør det vanskelig å forutsi hvor mangelaks som vil vende tilbake til elven årlig. Det har ikke vært mulig å finne en klar sammenheng med hvor mange år en laks tilbringer i havet før den vender tilbake til elven for å gyte. Disse naturlige svingningene gjør forvaltning av villaks spesielt utordrende.

6.2.1 Gaula

De ulike høstbare overskuddene jeg kom frem til i resultatet er alle positive, og basert på historisk fangstdata ser det ut til at elva i dag forvaltes på en bærekraftig måte. Gjennomsnittlig fangst av laks i elva de siste 15 årene er 6415 individer, og det er kun ett scenario som ligger betydelig under dette, og det er ved 4% havoverlevelse og 30% lusedødlighet.

6.2.2 Etne

Det kommer fram av min analyse at Etne blir overbeskattet. Det høstbare overskuddet er i alle tilfeller relative lav, og det er kun ved 0% lusedødlighet og 8% havoverlevelse at bestandsoverskuddet er høyere enn fangstgjennomsnittet de siste 15 årene, som er 742 individer.

6.3 Verdi av høstbart overskudd

I Gaula er forskjellen fra høyeste omsettnng (8% havoverlevelse og 0% lusedødlighet) til laveste (4% havoverlevelse og 30% lusedødlighet) på over 111 millioner kr. Dette betyr at lokale aktører i laksenæringen knyttet til Gaula kan få store tap i omsetningen, dersom bestanden ikke forvaltes riktig for å sikre bærekraftighet på sikt.

6.4 Lokaløkonomisk omsettnng fra fritidsfiske

Det økonomiske tapet forårsaket av lakselus representerer store summer, bare i Gaula kan tapet komme opp på hele 51,4 millioner kr årlig. Laksefiske er ikke bare viktig av direkte økonomiske grunner, men det er viktig for bodstedsmonsteret, da spesielt i distriktene.

7 Referanseliste

- Anonym (2012). "Lakselus og effekter på vill laksefisk - fra individuell respons til bestandseffekter." Temarapport fra vitenskaplig råd for lakseforvaltning, nr 3: 56.
- Asche, F. and T. Bjørndal (2011). Environmental Issues. The Economics of Salmon Aquaculture. Pondicherry, India, SPi Publisher Services: 65-80.
- Asche, F. and T. Bjørndal (2011). Introduction. The Economics of Salmon Aquaculture. Pondicherry, India: 1-6.
- Costello, M. J. (2006). "Ecology of sea lice parasitic on farmed and wild fish." Trends in Parasitology **22**(10): 475-483.
- Costello, M. J. (2009a). "The global economic cost of sea lice to the salmonid farming industry." Journal of Fish Diseases **32**(1): 115-118.
- Costello, M. J. (2009b). "How sea lice from salmon farms may cause wild salmonid declines in Europe and North America and be a threat to fishes elsewhere." Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences.
- Finstad, B., P. A. Bjørn, C. D. Todd, F. Whoriskey, P. G. Gargan, G. Frode and C. W. Revie (2010). The Effect of Sea Lice on Atlantic Salmon and other Salmonid Species. Atlantic Salmon Ecology Ø. Aas, S. Einum, A. Klemetsen and J. Skurda. Oxford, UK, Wiley-Blackwell.
- Fiske, P. and Ø. Aas (2001). "Laksefiskeboka. Om Sammenhenger mellom Beskatning, Fiske og Verdiskaping ved Elvefiske etter Laks, Sjøaure og Sjørøye." NINA Temahefte 20: 1-100.
- Førsund, F. R. and S. Strøm (2000). Miljø-økonomi. Norge, Gyldendal Norsk Forlag AS.

- Helland, I. P., B. Finstad, I. Uglem, O. H. Diserud, A. Foldvik, F. Hanssen, P. A. Bjørn, R. Nilsen and P. A. Jansen (2012). "Hva gjør lakselusinfeksjon hos vill laksefisk?" NINA Rapport 891.
- Heuch, P. A. and T. A. Mo (2001). "A model of salmon louse production in Norway: effects of increasing salmon production and public management measures." National Veterinary Institute, Fish Health Section, Oslo, Norway **45**: 145-152.
- Hindar, K., O. H. Diserud, P. Fiske, T. Forseth, A. J. Jensen, O. Ugedal, N. Jonsson, S. Storeid, J. Arnekleiv and S. Saltveit (2007). "Gytebestandsmål for laksebestander i Norge." NINA Rapport 226: 78 pp. **226**.
- Jensen, Ø., T. Dempster, E. B. Thorstad, I. Uglem and A. Fredheim (2010). "Escapes of fishes from Norwegian sea-cage aquaculture: causes, consequences and prevention." *Aquaculture Environment Interactions* **1**: 71-83.
- Jonsson, B. and N. Jonsson (2001). "Feilvandring hos oppdrettslaks og villaks." NINA Oppdragsmelding 720: 21 s. Trondheim, Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning. **720**.
- Liu, Y., J. O. Olaussen and A. Skonhoft (2010) "Wild and Farmed Salmon in Norway - A Review." *Marine Policy*.
- Logstein, R. and A. Skonhoft (2003). "Sportsfiske etter laks: En bioøkonomisk analyse."
- McConnell, K. E. and J. G. Sutinen (1979). "Bioeconomic models of marine recreational fishing." *Journal of Environmental Economics and Management* **6**(2): 127-139.
- Meeren, G. I. v. d. (2013). "Kasustudie: villaks og oppdrettslaks i et økosystemtjenesteperspektiv." Havforskningsinstituttet.

- NOU (1999:9). "Til laks åt alle kan ingen gjera? Om årsaker til nedgangen i de norske villaksbestandene og forslag til strategier og tiltak for å bedre situasjonen." Stastens forvaltningstjeneste, Oslo.
- Olaussen, J. O. and Y. Liu (2011). "On the willingness-to-pay for recreational fishing-escaped farmed versus wild atlantic salmon." *Aquaculture Economics and Management* **15:4**: 245-261.
- Olaussen, J. O., Y. Liu and A. Skonhoft (2012). "Wild salmon harvest with farmed salmon induced mortality."
- Olaussen, J. O. and A. Skonhoft (2008). "A bioeconomic Analysis of a Wild Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Recreational Fishery." *Marine Resource Economics* **23**: 273-293.
- Otterå, H., O. Skilbrei, Ø. Skaala, K. Boxaspen, J. Aure, G. L. Taranger, A. Ervik and R. Borgstrøm (2004). Hardangerfjorden - produksjon av laksefisk og effekter på de ville bestandene av laksefisk, Havforskningsinstituttet.
- Taranger, G. L., T. Svåsand, P. A. Bjørn, P. Jansen, P. Heuch, R. N. Grøntvedt, L. Asplin, O. Skilbrei, K. A. Glover and Ø. Skaala (2012). "Forslag til førstegenerasjons målemetode for miljøeffekt (effektindikatorer) med hensyn til genetisk påvirkning fra oppdrettslaks til villaks, og påvirkning av lakselus fra oppdrett på viltlevende laksefiskbestander."
- Taranger, G. L., T. Svåsand, A. S. Madhun and K. Boxaspen (2011). "Risikovurdering- miljøvirkninger av norsk fiskeoppdrett [2011]." Havforskningsinstituttet.
- Tidwell, J. H. and G. L. Allan (2007). "The relative contributions and ecological impacts of aquaculture and capture fisheries."
- Torrissen, O., S. Jones, F. Asche, A. Guttormsen, O. T. Skilbrei, F. Nilsen, T. E. Horsberg and D. Jackson (2013). "Salmon lice – impact on wild salmonids and salmon aquaculture."

Whelan, B., Ø. Aas, I. Uglem, J. Curtis and B. Dervo (2006). Assessment of the socio-economic value of aquaculture and sport angeling for wild salmonids in northwestern Europe.

Whelan, K. (2010). "A Review of the Impacts of the Salmon Louse, *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer, 837) on Wild Salmonids." Atlantic Salmon Trust.

7.1 Støttelitteratur

Flaaten, O. (2011). "Fisheries economics and management." Norwegian College of Fishery Science, University of Tromsø

Flåten, O. (2008). "Bioøkonomi - En innføring, Forelesningsnotater." Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø, Norge.

Hanley, N. and C. L. Spash (1993). Cost-benefit analysis and the environment, Edward Elgar Cheltenham.

Jansen, P. A., A. B. Kristoffersen, H. Viljugrein, D. Jimenez, M. Aldrin and A. Stien (2012). "Sea lice as a density-dependent constraint to salmonid farming." Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 279(1737): 2330-2338.

Koundouri, P. (2004). Econometrics Informing Natural resources Management. UK, Edward Elgar Publishing..