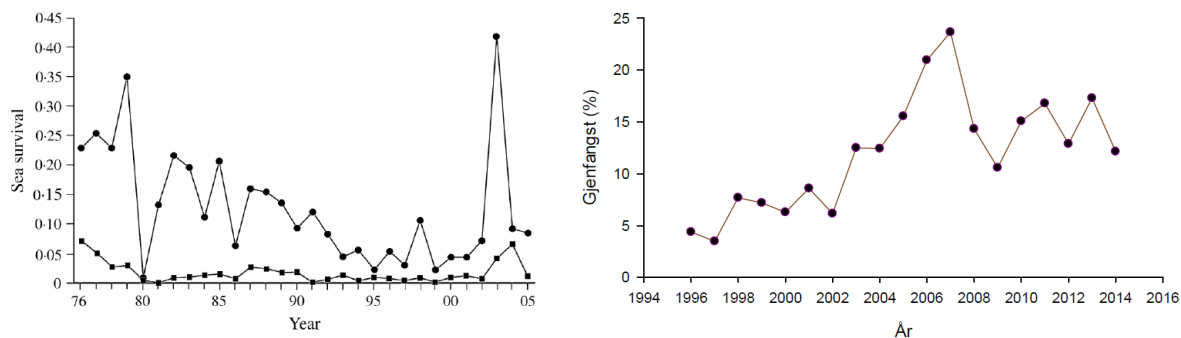


## Undersøkelser av sjøaurens overlevelse i Norge

I VRLs rapport for 2015 er det et vedlegg med en fyldig vurdering av sjøaurebestandenes tilstand og utvikling. Her er det blant annet presentert beregninger fra forsøkselva Imsa av sjøauresmoltens overlevelse den første sommeren i sjøen. Figuren til venstre nedenfor viser kurver for sjøauresmolt som vandret ut i 2 perioder: mellom januar og juni, og mellom juli og desember. Den siste perioden er den nederste kurven, som viser dårlig overlevelse.

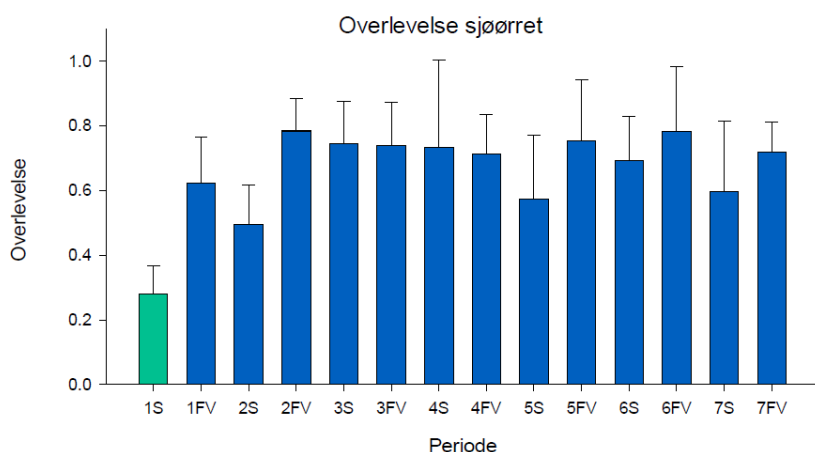


I perioden 1976-2005 var overlevelsen stort sett mellom 10 og 15% fram til begynnelsen på 1990-tallet. Deretter fulgte en periode med dårligere overlevelse, omkring 5% fram til 2002, da overlevelsen økte igjen. Dette er vist i figuren til høyre, som dekker årene 1996-2015. Siden 2004 har overlevelsen vært tett på 15% i gjennomsnitt, til tross for at Imsa ligger i et oppdrettsintensivt område i Ryfylke.

De overlappende årene mellom de 2 figurene (1996-2005) viser ulike overlevelser, som skyldes at datasettene ikke er direkte sammenlignbare. Det generelle bildet som formidles antyder at «normal» overlevelse ligger på 10-20%, og at vi hadde et tiår fra midten av 1990-tallet og utover på 2000-tallet med dårlig overlevelse. Imsa-kurvene viser ikke en kollaps på slutten av 1980-tallet, slik som i Burrishoole og i Irskesjøen.

Data fra Imsa er her referert uten kvalitetskontroll. Det er ukjent hvordan fella i nedre del av elva og sperra i øvre del påvirker fiskeatferd og oppvandring. Da sperra ble installert i 1993, ble anadrom strekning kraftig redusert. Fisk som fanges i oppvandringsfella blir vurdert av fellebetjeningen. Et utvalg settes ut ovenfor fella, mens antatte streifere blir avlivet. Effekten av denne seleksjonen, blant annet på genetikken, er ukjent. Carlin-merking dobler dødeligheten, og effekten av annen håndtering er ukjent. Imsa-resultatene trenger en grundig evaluering.

I Halselva i Altafjorden i Finnmark ble det samlet inn data i 25 år fram til 2012 ved hjelp av en heldekkende opp- og nedvandringsfelle. Med tilsvarende forbehold som angitt for Imsa, viser de publiserte resultatene at 21% av utvandrende sjøauresmolt returnerte samme år som den vandret ut (variasjonen mellom år var 8-37%). Mange individer dukket for første gang opp i fella to eller tre år etter at de vandret ut som smolt. Total gjenfangstprosent for førstegangsvandrere ble beregnet til 28%. Etterfølgende somre ble overlevelsen beregnet til ca 50-70%, ganske likt det som ble beregnet i elva Dee i Irskesjøen. Vinteroverlevelsen i elva lå mellom ca 60 og 75%. Figuren nedenfor er kopiert fra NINA-rapport 1238, s.25. Denne typen data gjør det mulig å lage en livsløpsmodell.



**Figur 3.4.5.** Overlevelse hos sjøørret den første sommeren i sjøen (1S), den første vinteren i ferskvann etter smoltutvandring (1FV), den andre sommeren i sjøen (2S), osv. fram til den sjuende vinteren i ferskvann etter smoltutvandring (7FV). Søylen viser gjennomsnitt for sjøørret som vandret ut fra Halselva i årene 1988-2012, og strekene ovenfor søylene viser standardavviket. Tallet for overlevelse av sjøørret den første sommeren i sjøen (1S) er et minimumsestimert (se tekst), og dette er markert med en annen farge (grønn) enn de øvrige søylene (blå).

Andre undersøkelser viser overlevelser omtrent på samme nivå. En studie av sjøaure fra Vegårdsvassdraget (Sandnesfjorden i Aust-Agder) viste en overlevelse første sommer i sjøen for sjøauresmolt på 18% i 2010, 22% i 2011 og 14% i 2012.

Data fra «gamle dager» i Vardneselva (Senja i Troms) fra 1960-tallet (periodene 1956–1963 og 1967–1970) viste svært høy overlevelse første sommer i sjøen (37% i gjennomsnitt, og 25% minimum), og 56-68% senere år.

Merkeforsøk i Østersjøen ga gjenfangster av klekkeriprodusert sjøaure på 8% i 1980-årene. Dette falt til 2% etter 2000. Vi kan gange disse prosentene med minst 2 for å få den sannsynlige overlevelsen for vill sjøaure, for å korrigere for merkedødelighet og effekten av kunstig klekking.

### Fangstdødelighet – en feilbedømt faktor i sjøaureforvaltningen

VRLs rapport for 2015 refererer tall for beskatningen i 10 vassdrag i Sogn og Fjordane på 1980- og 1990-tallet, som viste 51% fangstdødelighet for sjøaure større enn 0,75 kg. VRLs rapport antyder et estimat for beskatningsnivå på 33-50% som gjennomsnitt for alle størrelser som ganske vanlig tidligere.

I nyere tid er det beregnet beskatningsnivå på 7-26% i Beiarelva for årene 2009-2014, 13-68% i Skjoma for årene 2002-2013, 11-33% i Laukhellevassdraget for årene 2008-2013, og 8-18% i Saltdalselva for årene 2009-2014.

En dataserie med start i 1964 for gytebestanden i Aurlandselva viser en stabil bestand på 1970- og 1980-tallet, lavere bestand på 1990-tallet og fram til 2008. Da økte bestanden kraftig, etter at innføring av fang-og-slipp førte til at en stor del av fangsten ble gjenutsatt.

Skandinavisk Naturovervåking har drevet registreringer i Lakselva på Senja (Laukhellevassdraget) siden 2008. Metoden er videofilming av fisk som passerer åpninger i et ledegjerde som dekker hele elvetverrsnittet. Data for 2008-2014 er rapportert, og viser en overlevelse for førstegangsvandrere på 53% i gjennomsnitt. Dette er høyere enn påvist i merking/gjenfangst-forsøk, og kan skyldes at merkedødeligheten er eliminert fordi metoden som ble benyttet var videotelling. Overlevelsen er beregnet på basis av forskjellen i antall nedvandrende sjøauresmolt og oppvandrende sjøaure mindre

enn 28 cm (300 g). En mulig feilkilde kan være at førstegangsvandrende sjøaure fra andre elver går opp i Lakselva i stedet for sine hjemmeelver, men det er ikke kjent at det det er vassdrag i nærheten med store sjøaurebestander. Lakselva på sin side har en svært stor sjøaurebestand. Totalt innsig i 2014 ble beregnet til ca 15.000 sjøaurer, som er på samme nivå som i Måselva. Ssistnevnte er landets beste sjøaureelv, beregnet som rapportert fangst.

### Livsløpsanalyser – et verktøy som kan sette ting på plass

I elva Dee i Wales er det en fiskefelle som registrerer all ned- og oppvandrende fisk. I tillegg er det gjort registreringer som har gjort det mulig å beregne antall lagte egg (år 0 i tabellen nedenfor), antall yngel neste år, og antall utvandrende smolt i år 2 (markert med rødt i tabellen). Beregnet overlevelse er 1,25% fra egg til smolt.

Age (x)	Measured variables			
	Pop size (N)	Weight kg	Length cm	Fecundity Eggs/fem
0	758724			
1	37936			
2	9484	0.42	32.7	711
3	972	1.14	45.5	1767
4	364	2.05	55.2	3017
5	112	3.05	63.0	4343
6	82	3.84	68.0	5362
7	30	4.24	70.3	5877
8	19	4.67	72.6	6414
9	5	5.36	76.0	7278
10	3	5.30	75.8	7206
11	1	5.60	77.2	7580

Neste tabell viser overlevelsen fra ett år til det neste, basert på tallene i tabellen ovenfor.

Antall somre i sjøen	Antall ut i sjøen	Overlevelse
0	9484	
1	972	10 %
2	364	37 %
3	112	31 %
4	82	73 %
5	30	37 %
6	19	63 %
7	5	26 %
8	3	60 %
9	1	33 %

## Observasjonene fra Guddalselva rekalibrert

Skaala et al.s artikkel om luseindusert dødelighet fra 2012<sup>1</sup> oppgir tall for utvandrande sjøauresmolt. Den gjennomsnittlige smoltutvandringen var litt over 1000 pr år i løpet av en 11-årsperiode. Gjennomsnittlig tilbakevandring i den overlappende 12-årsperioden var ca 80. Ettersom dataseriene går over så pass mange år, er det rimelig å beregne gjennomsnittlig overlevelse for bestanden som helhet til 8%, rett og slett ved å dele det ene tallet med det andre. Hvis det vandrer opp veldig mange streifere fra andre elver kan dette anslaget være for høyt. Tilsvarende blir det for lavt hvis det stikker av mange fisk til andre elver.

Skaala og co fant derimot ut at overlevelsen varierte fra 0,5 til 3,4% for ulike forsøksgrupper. Dette presenteres i artikkelen som helt usedvanlig lav overlevelse, og en tydelig indikasjon på den spesielt alvorlige luseplagen i Hardangerfjorden.

## Guddalselva sammenlignet med Welch Dee

Vi kan teste denne påstanden ved å bruke tallene for overlevelse fra et såkalt lusefritt område (Irskesjøen) på Guddalselva i Hardanger. Da får vi et resultat som vist i tabellen nedenfor. Den viser at i Dee var det igjen 1 fisk av en alderskohort etter 9 år, mens det var igjen 1 fisk etter 7 år i Guddalselva. Forskjellen skyldes at smoltproduksjonen var 10 ganger større i Dee.

Antall somre i sjøen	Dee	Overlevelse	Guddalselva
0	9484		1000
1	972	10 %	102
2	364	37 %	38
3	112	31 %	12
4	82	73 %	9
5	30	37 %	3
6	19	63 %	2
7	5	26 %	1
8	3	60 %	
9	1	33 %	

Overlevelsen for sjøaure fra Guddalselva etter 2 somre i sjøen var ifølge tabellen 3,8%, og 1,2% etter 3 somre. Skaala og co målte gjennomsnittlig overlevelse på en blanding av 2- og 3-somrig fisk. Hvis det var 70% 2-somrige tilbakevandrere, ville overlevelsen vært 3%, forutsatt at Hardangerfjorden i likhet med Irskesjøen hadde vært så godt som lusefritt. Dette er innafor variasjonen som Skaala observerte. Den dårligere overlevelsen til mange av Skaalas forsøksgrupper kan skyldes håndtering

---

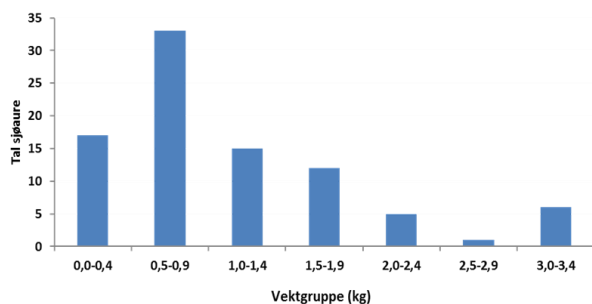
<sup>1</sup> Øystein Skaala, Steinar Kålås & Reidar Borgstrøm (2014): Evidence of salmon lice-induced mortality of anadromous brown trout (*Salmo trutta*) in the Hardangerfjord, Norway. *Marine Biology Research*, 10:3, 279-288. <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/17451000.2013.810756>

og merking, som normalt påfører forsøksfisk omtrent dobbelt dødelighet. Vi kan konkludere med at påstanden om at sjøauren fra Guddalselva har det spesielt vondt og vanskelig, er feil.

### Livsløpsanalysen antyder 10% potensiell overlevelse

Neste spørsmål blir å undersøke hva som skjer med en gruppe sjøauresmolt gjennom hele livsløpet. Det har vist seg at det er bare ca 20% av førstegangsvandrerne som overlever sommeren i sjøen, som kommer tilbake til Guddalselva den første høsten. Tilsvarende atferd er påvist i andre elver med feller. Det kan formuleres en hypotese om at dette kan være en effekt av selve fella, dersom den hindrer små sjøaurer i å passere opp. Det kan også være at dette er helt normal sjøaureatferd.

I årsrapporten for Guddalselva 2016 oppgir Skaala en fordeling av tilbakevandrerne på ulike størrelsesgrupper (figuren nedenfor). 19% av de 89 tilbakevandrerne til fiskefella var mindre enn 400 g. I analysen nedenfor skal vi derfor bruke dette tallet for hvor mange førstegangsvandrerer som kommer tilbake etter den første sommeren.



Både dødelighet i elva om vinteren og fangstdødelighet er regnet inn i tabellen fra Dee, som viser hvor mange som vandrer ned etter å ha overlevd en sommer i sjøen og den påfølgende vinteren i elva. Resultatet blir da som vist i tabellen nedenfor. Kolonne 0 viser hvordan tilbakevandringen blir for en alderskohort etter som årene går. 19 er førstegangsvandrerer, 38 andregangsvandrerer osv, til det er igjen 1 etter den sjuende vandringen. I en slik modellert situasjon vil bestanden stabiliseres med 1000 utvandrende smolt og 103 tilbakevandrerer, eller med andre ord en overlevelse på litt over 10% for bestanden (103/1000).

	0	1	2	3	4	5	6	Sum
Første sommer	19							
Andre sommer	38	19						
Tredje sommer	27	38	19					
Fjerde sommer	10	27	38	19				
Femte sommer	6	10	27	38	19			
Sjette sommer	2	6	10	27	38	19		
Sjuende sommer	1	2	6	10	27	38	19	103
Sum	103	102	100	94	84	57	19	

## Hvor mye luseindusert dødelighet må til for å redusere overlevelsen fra 10 til 8%?

Hva om forskjellen på 8% og 10% overlevelse skyldes luseindusert ekstradødelighet? Tross alt betyr forskjellen at det kommer tilbake 100 fisk i stedet for 80, noe som teoretisk skulle gi et høstbart overskudd på 20 fisk. Tyder dette på at lusa dreper 20% av fisken? Absolutt ikke. Hvis vi benytter livsløpsanalysen som metode, må vi sette inn 2% ekstradødelighet i tabellen for å komme ut med 80 tilbakevandrere. Det er altså en ganske liten forskjell i dødelighet som skal til for å skape en rimelig stor effekt på tilbakevandringen.

Men betyr ikke det at selv en liten ekstra dødelighet kan gjøre en stor forskjell? Ikke helt. Modellen som er benyttet her tar ikke hensyn til den store variasjonen fra år til år. I praksis vil mellomårsvariasjonen viske ut et eventuelt luseindusert avtrykk på dette nivået.

## Ekspertenes tall vil utløse en undergangsspiral, som ikke stemmer med virkeligheten

La oss se på hva som vil skje hvis vi legger inn VRL-ekspertenes estimer for luseindusert dødelighet i modellen. Havforskningsinstituttets risikorapport for 2015 har anslag for luseindusert dødelighet på sjøaure fra Rosendalstasjonen, som ikke er langt fra Guddalselva. 6-årsserien 2010-2015 har en gjennomsnittlig dødelighet på 62%, og en variasjon fra 38-87%. En alderskohort er da så godt som utryddet etter 2 sjøsomre. Ingen overlever den tredje. Kolonnen Guddal+46% viser effekten av 46% luseindusert ekstradødelighet, som var VRLs anslag for luseindusert dødelighet på ytre fjordstasjoner. Det blir da 1 fisk igjen etter 4 somre. Guddal+24% viser at det blir 1 siste tilbakevandrere den femte sommeren. Det siste scenarioet legger til grunn gjennomsnittet for alle stasjonene i den nasjonale lakselusovervåkingen.

Alle disse scenarioene er undergangsspiraler. Forskerne i HI, NINA og andre steder har kunnet konsekvensanalysere sine vanvittige estimer, hvis de hadde villet. Det er kanskje ikke så viktig når påstandene om lusa som hovedansvarlig for sjøaurens tristesse er omforent i de toneangivende kretser.

Antall somre i sjøen	Dee	Overlevelse	Guddalselva	Guddal + 62%	Guddal+46%	Guddal+24%
0	9484		1000	1000	1000	1000
1	972	10 %	102	39	55	78
2	364	37 %	38	5	11	22
3	112	31 %	12		2	5
4	82	73 %	9		1	3
5	30	37 %	3			1
6	19	63 %	2			
7	5	26 %	1			
8	3	60 %				
9	1	33 %				

## Luseindusert ekstradødelighet som proxy for fangstdødelighet

I tabellen nedenfor viser kolonnen Guddal+62% resultatet i form av en beregning av hvor mange sjøaurer som da vil komme tilbake til Guddalselva. Her har vi lagt inn at bare 20% av førstegangsvandrerne kommer tilbake til Guddalselva, til forskjell fra tallene vist i tabellen ovenfor. 62%-scenariet viser at det vil aldri komme mer enn 12 fisk tilbake. 46%-scenariet gir 24 tilbakevandrere, og 24%-scenariet 45. Selv det siste scenariet gjør det tvilsomt om det blir nok gytefisk igjen til å sikre rekrutteringen. Også i dette scenariet blir BOFFene nedfisket og kanskje utryddet.

	Luseindusert dødelighet		
	62 %	46 %	24 %
Første sommer	7	10	15
Andre sommer	5	11	22
Tredje sommer		2	5
Fjerde sommer		1	2
Femte sommer			1
Sum	12	24	45

Ved å bytte ut uttrykket *Luseindusert dødelighet* med *Fangstdødelighet* i tabellen ovenfor, ser vi effekten av hard beskatning. Tallene fra Dee inneholder allerede beskatning og fangstdødelighet på et ukjent, men trolig moderat, nivå. Modellresultatet blir altså noe misvisende, men poenget forblir det samme. Det skal ikke mye beskatning til før BOFFene forsvinner, og dermed starter undergangsspiralen.

VRL-rapporten har anslag for fangstdødelighet på 33-50%, et nivå som vil være i stand til å framprovosere en total kollaps. Forvaltningen har ikke vært oppmerksom på hvor sårbar sjøauren er for overbeskatning. Det er mest sannsynlig overbeskatning som har sendt sjøaurebestander i dramatisk tilbakegang over store deler av landet. Dette er en langtidseffekt av beskatningsøkningen på 1980- og 1990-tallet, ikke minst stangfisket i sjøen som har utviklet seg den siste 30-årsperioden. Det er ikke til å undres over at Norske Lakseelver og deres våpendrager NJFF heller vil snakke om lus enn fisket.

Framgangen for sjøauren i Laukhellevassdraget startet da beskatningen ble forsiktig redusert fra 20-30% til 10-20%. Sjørøyebestanden fikk også kraftig vekst etter at beskatningen ble redusert.

Etter mange års fredning ser det ut til at sjøauren er på vei tilbake også i de klassiske sjøaureelvne i Hardangerfjorden, til tross for at HI påstår at smittepresset av lus er vedvarende alt for høyt.

## Variasjonen mellom elver og år

Figuren nedenfor viser den store variasjonen i sjøauresmoltens overlevelse den første sommeren i sjøen + den første vinteren etterpå for 32 elver i ulike deler av Wales. Variasjonen er fra 3% til 27%, mens gjennomsnittet er omtrent 10%. Jeg har ikke greid å finne data som viser mellomårsvariasjonen. Lærdommen er uansett at det er vanskelig å få kontroll på komplekse systemer, der uberegnelige faktorer regjerer.

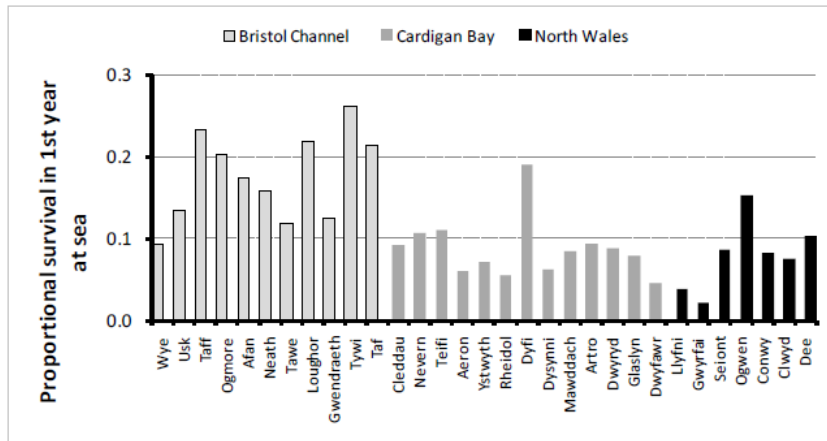


Figure 9.5.3. First year survival (1x) for sea trout in 32 Welsh rivers (whitling N adjusted for underreporting – see text).

Figuren nedenfor viser CSTPs beregning av alderskohortenes utvikling i 10 elver på østkysten av Wales og England. Den viser at kohortene går mot 0 etter 4 til 7 år. Dette bekrefter at livsløpsanalysene ovenfor ikke er helt på jordet.

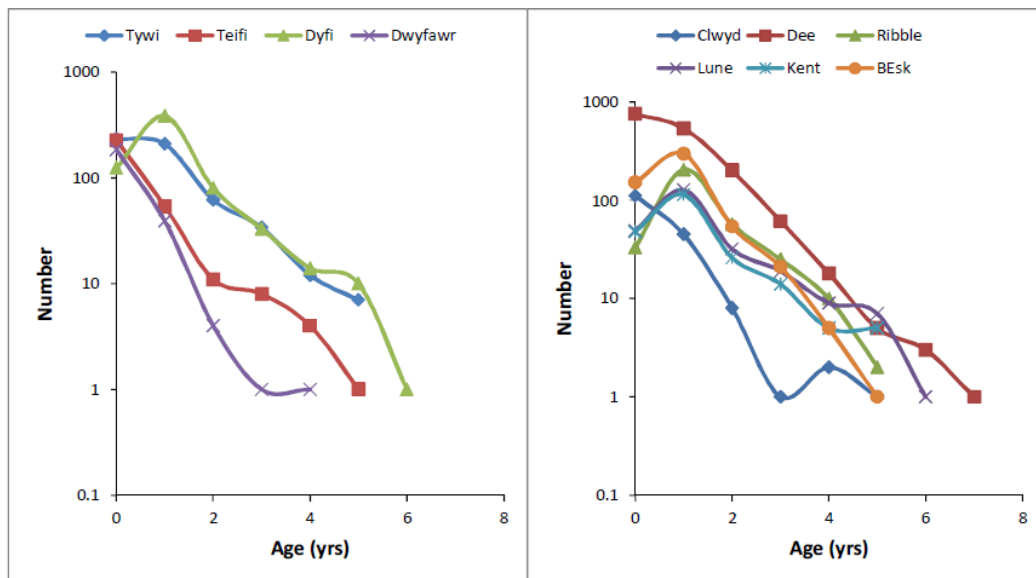


Figure 7.6.1 Logarithmic plots of sea trout abundance (N) at sea age for ten east coast Irish Sea rivers. Data adapted from Harris, 2002.

### Konklusjon

Analysen presentert i denne og den foregående artikkelen (<http://aquablogg.no/hva-forteller-utviklingen-til-de-europeiske-sjoaurebestandene-om-lakselus-og-oppdrett/#more-736>) viser at det i alle fall på et overordnet geografisk og tidsmessig nivå ikke lar seg gjøre å sette sjøaurebestandenes utvikling i sammenheng med etablering og volumvekst av lakseoppdrett.



Motivert av et sterkt ønske om gi oppdrettsnæringen skylda for villaksens tilbakegang, mente Ford og Myers at de fant en korrelasjon mellom den globale tilbakegangen for laks og sjøaure og framveksten av lakseoppdrett og økningen av volumet av oppdrettslaks<sup>2</sup>. De hevdet at deres analyse viste at overlevelsen til villaksen gikk tilbake med 50% pr generasjon i 5 regioner der den var eksponert for lakseoppdrett, mens tilbakegangen var mindre i regioner uten oppdrett. Artikkelen inneholder en figur (nr. 1, s. 0412) som er ment å vise at tilbakegangen har vært større i regioner med lakseoppdrett enn i regioner uten. Det er ikke lett å se at figuren illustrerer dette, hvis man ikke lider av samme motivasjon som forfatterne. Figuren og forfatterens forklarende tekst er limt inn nedenfor.

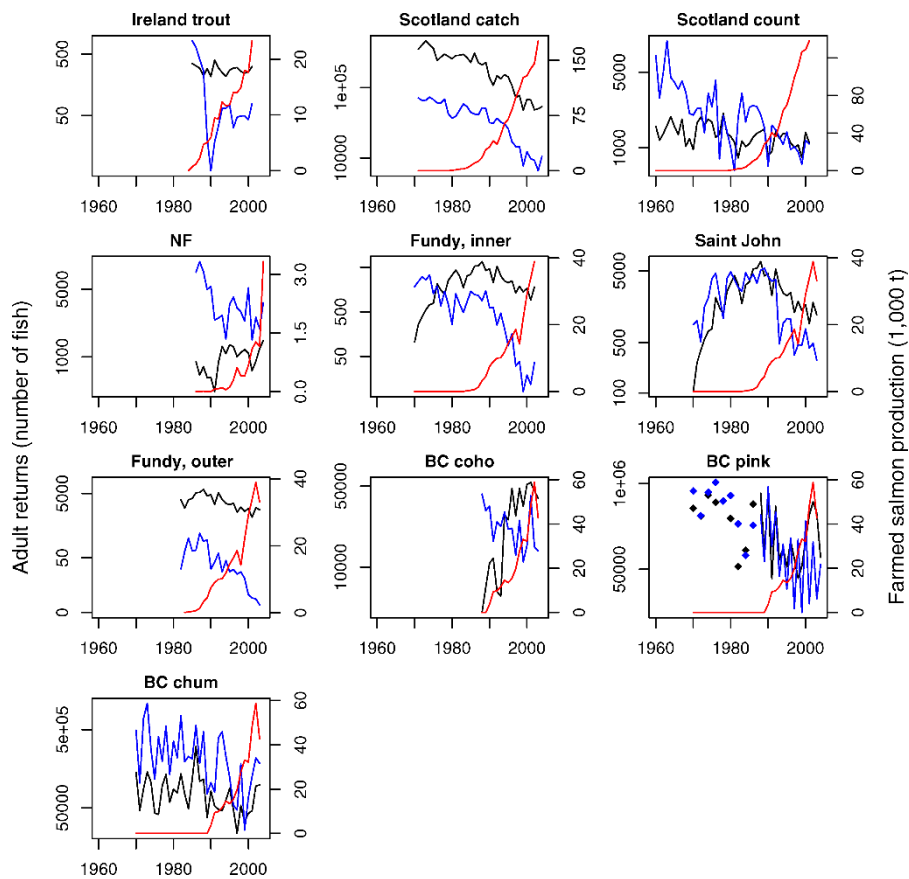


Figure 1. Adult Returns of Wild Salmonids in Control (Black) and Exposed (Blue) Stocks, with Aquaculture Production (Red). For plotting only, the returns to controls and exposed stocks have been separately summarized by a multiplicative model ( $\log(\text{Returns}_{i,y}) = a_i + d_y + e_{i,y}$ ; variables are the same as in Equation 1). The mean returns across stocks for each year are shown. Note that left-hand axes are on a log scale. Only even year values are available for pink salmon prior to 1989. Irish salmon are not included because only marine survivals (not returns) are available.

Artikkelen er lest 33.000 ganger fra hjemmesiden til PLOS (Public Library of Science), og den er sitert 100 ganger av andre forskere. Artikkelen fikk status som selveste sannhetsvitnet i vitenskapelig litteratur om oppdrettsnæringens herjinger med villaksen.

<sup>2</sup> Ford, J.S. and Myers, R.A. (2008) A global assessment of salmon aquaculture impacts on wild salmonids. *PLoS Biol* 6(2): e33. doi:10.1371/journal.pbio.0060033  
<http://journals.plos.org/plosbiology/article/file?id=10.1371/journal.pbio.0060033&type=printable>

I alle fall for Skottlands vedkommende er det tydelig å se at tilbakegangen for villaksen startet før oppdrett startet. Grafene for Irland reflekterer kollapsen i 1989, som altså hadde en annen forklaring enn lus. Dataseriene som ble benyttet går fram til 2004, og i noen tilfeller til 2001. Forfatterne kunne muligens unnskyldes med at det på den tiden de satt og skrev kunne det se slik ut, men det gjorde egentlig ikke det. Heller ikke i 2008, da artikkelen ble publisert.

Analysen i mine 2 artikler her på bloggen er basert på ajourførte data, og gir et helt annet bilde enn det som formidles av Ford og Myers. Poenget med å trekke fram Ford og Myers sin foreldete artikkel, er å demonstrere at forskning og vitenskap noen ganger går uutholdelig sakte framover mot nye erkjennelser. Fagfeltet oppdrett-lus-villaks har vist en fantastisk motvilje mot å snu på gamle steiner for å se etter om det kan skjule seg noe muffens under dem. Det har foreløpig ikke hjulpet at folk utenfor den indre krets av approberte forskere snur på disse steinene, og finner ting som ikke kan forklares av dagens lusemodeller.

Men presset mot forskerne som utgjør lusekommisariatet øker. Før eller siden blir de nødt til å svare på paradoksene som avslører at de tar feil:

1. Hvorfor oppstod det samtidige sammenbrudd i sjøaurebestandene på irsk vest- og østkyst, på et tidspunkt da lakseoppdrett hadde svært beskjedent omfang på bare den ene av kystene?
2. Hvorfor responderer mange sjøaurebestander positivt på redusert beskatning i områder med mye oppdrett?
3. Hvorfor har sjøaurebestander gått kraftig tilbake i Trondheimsfjorden og i andre lusefrie områder?
4. Hvorfor får ikke sjøaure og laks i samme fjordavsnitt påslag av lus samtidig?
5. Hvorfor er det ikke proporsjonalitet mellom påslag av lus og produksjonen av smitte, slik dette beregnes i smittetrykksmodellen?
6. Hvorfor utryddes ikke sjøauren i områder der forskerne påstår at den jevnlig utsettes for massiv lusedrevet dødelighet på mer enn 50%

Når forskningen finner svarene på disse spørsmålene, blir det gamle luseparadigmet kastet på historiens skraphaug. Det vil ikke forundre meg om det nye paradigmet blir at sjøauren tåler lus, så lenge beskatningen er bærekraftig og ferskvannsbiotopene er av god kvalitet.